



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

„Der Einsatz von graphischen Variablen im Interfacedesign
kartographischer Multimedia-Applikationen“

Verfasser

Ben NAUSNER

angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, im August 2009

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 455

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Kartographie und Geoinformation

Betreuer:

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang Kainz

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Aufbau der Arbeit	3
2	Das User-Interface	5
2.1	Begriffsbestimmung	5
2.1.1	Interface	5
2.1.2	User-Interface (UI)	6
2.1.3	Graphical User-Interface (GUI)	7
2.1.4	Web-Interface	8
2.1.5	Human-Computer Interaction (HCI)	8
2.1.6	Interfacedesign	9
2.2	Die (R)Evolution des User-Interfacedesigns	11
2.3	Allgemeine Aufgaben einer graphischen Benutzeroberfläche	14
2.4	Nutzerorientiertes Design	15
2.4.1	Zentrale Variablen des Nutzungserlebnisses (user-experience)	16
2.4.2	Visuelle Ästhetik	18
2.5	Das User-Interface im Applikationsdesign	19
2.5.1	Die fünf Ebenen des nutzerorientierten Applikationsdesigns	20
2.5.2	Der Arbeitsbereich des Interfacedesigns	22
3	Der kartographische Kommunikationsprozess	23
3.1	Der Kommunikationsbegriff	23
3.2	Kartographische Modelle	24
3.2.1	Die Rolle des User-Interfaces im Kommunikationsprozess	26
4	Grundlagen der visuellen Wahrnehmung	29
4.1	Die Reizaufnahme - das visuelle System	29
4.2	Die Reizverarbeitung - Das Streben nach guter Gestalt	32
4.3	Die Wahrnehmung von Farbe	36
4.3.1	Farbmischung	38
4.3.2	Farbmerkmale	40
4.3.3	Das Zusammenspiel von Farben	42
4.3.3.1	Farbkontraste	43
4.3.3.2	Farbharmonien	45
5	Das graphische Zeichensystem	49
5.1	Graphische Grundelemente (Primitiva)	49
5.1.1	Punkt	50
5.1.2	Linie	50
5.1.3	Fläche	50

5.2	Zusammengesetzte Zeichen (Objekte)	51
5.3	Graphisches Gefüge	51
5.4	Graphische Variablen – die Variation der Zeichen	52
5.4.1	Größe	54
5.4.2	Form	55
5.4.3	Richtung	55
5.4.4	Farbe	56
5.4.4.1	Farbton (Hue)	56
5.4.4.2	Farbhelligkeit (Brightness)	57
5.4.4.3	Farbsättigung (Saturation)	58
5.4.5	Sekundäre Variablen	58
6	Prinzipien zur visuellen Gestaltung eines User-Interfaces	61
6.1	Simplicity and elegance	61
6.2	Organization and visual structure	63
6.3	Scale, contrast and proportion	65
7	Praktische Umsetzung in Form eines „Cultural History Information System“	67
7.1	Projektbeschreibung	67
7.1.1	Systemanforderungen	68
7.1.1.1	Definition der Nutzergruppen	68
7.1.1.2	Anforderungen an Funktionalität und Inhalt	69
7.1.1.3	Technische Anforderungen	70
7.1.2	Erste Prototypen	71
7.2	Neugestaltung des User-Interfaces	72
7.2.1	Systemdesign	73
7.2.2	Anordnung der User-Interface Elemente	75
7.2.3	Graphische Gestaltung – der Einsatz von graphischen Variablen	77
7.2.3.1	Main-Frame	78
7.2.3.2	Navigation	80
7.2.3.3	Toolbar	81
7.2.3.4	Map-Viewer	83
7.2.3.5	Content-Area	84
7.2.3.6	PopUp-Viewer	87
7.2.3.7	Impressum	89
7.2.4	Zusammenfassung der Ergebnisse	89
8	Zusammenfassung	92
9	Literaturverzeichnis	93
10	Abbildungsverzeichnis	99

1 Einleitung

Die ständige Weiterentwicklung der Computer- und Internettechnologien bietet dem Nutzer eine noch nie dagewesene Fülle an Möglichkeiten zur Abfrage, Verarbeitung und Visualisierung von Informationen. Vor allem die Komplexität von Online-Applikationen steigerte sich in zunehmendem Maße. Dies eröffnete dem Anwender eine ungeahnte Vielfalt an Interaktionsmöglichkeiten und Funktionalitäten. Entwickler von modernen internetbasierten Multimedia-Applikationen profitieren von diesem Boom und visualisieren mittlerweile Systeme, die sich weg von rein statischen, darstellenden, hin zu stark interaktiven Anwendungen bewegen (z.B. Facebook, GPSies).

Auch die Wissenschaft der Kartographie versteht das Internet mittlerweile als eine wichtige Plattform, die zur Kommunikation von geographischen beziehungsweise kartographischen Informationen beiträgt. Neben der klassischen Darstellung von gedruckten Karten eröffnen interaktive, dynamische Kartenapplikationen mit ihren multimedialen Inhalten eine neue Perspektive in der Auseinandersetzung mit Geo-Information. Um die erfolgreiche Entwicklung solcher Systeme zu bewerkstelligen, erweiterte sich der klassische Aufgabenbereich des Kartographen um neue Arbeitsfelder. Diese umfassen unter anderem die allgemeine Systemkonzeption (z.B. Informations- und Interaktionsdesign), die technische Umsetzung durch den Einsatz von Programmiersprachen (z.B. Html, Javascript, php) und die Gestaltung einer graphischen Benutzerschnittstelle – das User-Interfacedesign. Das User-Interface beziehungsweise dessen graphische Gestaltung steht im Mittelpunkt dieser Arbeit.

Heutzutage existieren für viele Nutzungsszenarien eine große Menge sich ähnelnder kartographischer Multimedia-Applikationen, die sich inhaltlich kaum, in der Benutzerführung jedoch stark unterscheiden. In einer Vielzahl von Systemen ist es dem Anwender aufgrund schlechter Anordnung und graphischer Gestaltung von Interface-Elementen nicht möglich, erfolgreich zu navigieren und die Systeminformationen und -funktionen zu finden. Der Anwender empfindet ein negatives Nutzungserlebnis und sucht nach anderen Systemen oder Lösungen um Informationen zu gewinnen.

Um die Kommunikation zwischen Anwender und System neu zu gestalten und zu optimieren, sollten sich Kartographen daher verstärkt mit dem User-Interfacedesign und dessen Nachbardisziplinen wie der Wahrnehmungsforschung oder dem Graphikdesign auseinandersetzen. In Anbetracht der angesprochenen steigenden Informations- und Funktionsfülle in Online-Applikationen bedarf es außerdem der Überprüfung von Prinzipien und Regeln, die eine klare Gliederung und kontrastreichere Visualisierung von Benutzerschnittstellen ermöglichen.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird auf die gestalterischen Aspekte und deren Optimierungspotential bei der Erstellung eines intuitiv erfassbaren und ästhetischen User-Interfaces für kartographische Multimedia-Applikationen eingegangen. Um dies zu ermöglichen, soll unter anderem auf den richtigen Gebrauch der graphischen Variablen besonderer Wert gelegt werden.

Die graphischen Variablen repräsentieren die primären Gestaltungsmerkmale visuell erfassbarer Darstellungen und können als Grundeinheiten der visuellen Kommunikation bezeichnet werden. [MULLET et al. 1995] Bei einem durchdachten Einsatz können Informationen damit klar differenzierbar und ästhetisch gestaltet werden. Einige bedeutende Kartographen, unter anderem [BERTIN 1974, MACEACHRAN 1995 und ROBINSON et al. 1995], haben sich mit den Variablen und deren Fähigkeiten und Eigenschaften zur Visualisierung von Informationen beschäftigt.

Daher stellt sich die Frage, ob der Zugang zur Informationsstruktur und den Funktionalitäten einer kartographischen Multimedia-Applikation durch den Einsatz von Designprinzipien und graphischen Variablen, die für das User-Interfacedesign besonders geeignet sind, im Speziellen von Farbe, klarer und intuitiver gestaltet werden kann.

Um diese zentrale Fragestellung zu untersuchen, sollen im Zuge der wissenschaftlichen Auseinandersetzung folgenden Punkte näher beleuchtet und untersucht werden:

- Kann der Prozess der Erkenntnisgewinnung in multimedialen kartographischen Systemen durch ein Interfacedesign, welches den Zugang zur Infor-

mationsstruktur und den Funktionalitäten eines Systems ermöglicht, mit Hilfe von Konzepten des Grafikdesign überarbeitet und optimiert werden?

- Ermöglicht die gezielte Verwendung von graphischen Variablen im Interfacedesign eine effizientere kartographische Kommunikation mit dem Nutzer?
- Kann der Nutzer durch den gezielten Gebrauch von Farbe in Interface-Elementen effektiver und intuitiver durch ein System geleitet werden?

1.1 Aufbau der Arbeit

In Kapitel 2 der Arbeit werden etwaige Begrifflichkeiten und die geschichtliche Entwicklung des User-Interfacedesigns erklärt. Weiters wird auf dessen Bedeutung und Stellung im Applikationsdesign eingegangen. In diesem Zusammenhang werden Aspekte des nutzerorientierten Designs besprochen, wobei ein besonderer Schwerpunkt auf den das Nutzungserlebnis beeinflussenden Faktor der Ästhetik gelegt wird.

In Kapitel 3 wird aufbauend auf diese Grundlagen die Stellung eines User-Interfaces im kartographischen Kommunikationsprozess erläutert und in Form eines Modells visualisiert.

In Kapitel 4 werden die Grundlagen des visuellen Systems ausgehend von der Aufnahme von Reizen, deren Verarbeitung bis hin zur Interpretation und Wahrnehmung von Farben besprochen. Hierbei wird ein Schwerpunkt auf die Gestaltungsmerkmale der Farben und deren harmonische Zusammenstellung gelegt.

In einem zweiten Abschnitt der Arbeit wird in Kapitel 5 das graphische System für die Gestaltung eines User-Interfaces ausführlich besprochen. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf der Definition von graphischen Variablen, welche für die visuelle Gestaltung einer intuitiven Benutzerschnittstelle besonders geeignet sind.

Im Abschlusskapitel des Theorieteils (Kapitel 6) werden zentrale Designprinzipien besprochen, durch deren Beachtung die visuelle Struktur eines Informationssy-

systems verbessert werden kann. Diese Prinzipien betonen nochmals die Wichtigkeit der graphischen Variablen für die Gestaltung eines User-Interfaces.

Im praktischen Teil der Arbeit (Kapitel 7) wird anhand der Gestaltung eines User-Interfaces der Einsatz von graphischen Variablen und Designprinzipien verdeutlicht. Dabei werden zunächst Systemanforderungen und Funktionsdefinition besprochen, auf welche die visuelle Gestaltung aufbaut. Die konkrete Umsetzung erfolgt im Rahmen eines vom Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (FWF) finanzierten, interdisziplinären Forschungsnetzwerkes mit dem Namen *The Cultural History of the Western Himalaya from the 8th Century* (CHWH).

Im letzten Kapitel (Kapitel 8) werden die Ergebnisse und Überlegungen der Arbeit zusammengefasst.

2 Das User-Interface

Das User-Interface, die Benutzeroberfläche, die interaktive oder graphische Benutzerschnittstelle...; es gibt viele Bezeichnungen, die für die Verbindungsstelle beziehungsweise Kommunikationsebene zwischen Mensch und Computer verwendet werden. Im ersten Abschnitt dieses Kapitels soll die *Begriffsverwirrung* geklärt und die für diese Diplomarbeit grundlegenden Bezeichnungen, die mit dem Design von User-Interfaces zusammenhängen, definiert werden.

Darauf aufbauend wird die historische Entwicklung der Benutzerschnittstelle von einer sehr technisch-orientierten Oberfläche für Experten hin zu einer graphischen und nutzerorientierten Darstellungsform in Privatanwendersystemen erläutert. Die Aufgabenbereiche und Anforderungen an ein solches nutzerorientiertes Design werden ebenfalls diskutiert. Da der Schwerpunkt der Arbeit im Bereich der graphischen Visualisierung und Gestaltung eines Systems liegt, wird in diesem Zusammenhang auch auf die Bedeutung der visuellen Ästhetik näher eingegangen.

Abschließend wird die Rolle einer graphischen Benutzeroberfläche im Entwicklungsprozess einer Online-Applikation anhand eines Fünf-Ebenen-Modells nach [GARRETT 2003] erläutert.

2.1 Begriffsbestimmung

Im folgenden Abschnitt werden jene Begriffe und Fachtermini näher beschrieben, die eine zentrale Bedeutung in der wissenschaftlichen Auseinandersetzung der vorliegenden Arbeit einnehmen. Um eine Grundlage für weitere Überlegungen zu schaffen, werden die dem Interfacedesign naheliegenden Bezeichnungen bestimmt und klar abgegrenzt.

2.1.1 Interface

Das Interface (deutsch: die Schnittstelle) beschreibt jene Verbindungsstelle zwischen informationsverarbeitenden Systemen und ihren Komponenten, die zum Austausch von Informationen und Daten dient. [BROCKHAUS 2003c] Eine Schnittstelle umfasst „[...] alle von außen benötigten und abrufbaren Größen so-

wie allgemeine Informationen für die Verwendung des Systems [...]" [BROCKHAUS 2003c, S.1747].

Die Art und Weise der Datenübertragung wird durch die von der Schnittstelle definierten Vereinbarungen (Normen) geregelt. Die wichtigsten Schnittstellen bei Datenverarbeitungssystemen sind Hardwareschnittstellen (z.B. standardisierte Steckverbindungen), Softwareschnittstellen zwischen Programmen oder Programmteilen, die den Austausch von Signalen und Daten regeln, und Benutzerschnittstellen wie etwa zwischen Computer und Peripherie (z.B. Tastatur und Maus). [BROCKHAUS 2003c]

2.1.2 User-Interface (UI)

Ein User-Interface (deutsch: die Benutzerschnittstelle) umschreibt die Gesamtheit der Möglichkeiten, mit der ein Anwender (User) mit einem System, beispielsweise einem Computer bzw. einem Computerprogramm, interagieren kann. Es umfasst jenen Teil eines Systems, der vom Benutzer über die menschlichen Sinne wahrgenommen und durch Interaktionsmöglichkeiten beeinflusst wird. [BROCKHAUS 2003c]

Im Wesentlichen unterscheidet man dabei zwei Komponenten eines User-Interfaces [nach GALITZ 2002]:

- *Eingabe (input)*: Durch eine Systemeingabe wird dem Anwender ermöglicht mit dem System zu kommunizieren und manipulierend einzugreifen.
- *Ausgabe (output)*: Das System liefert eine Ausgabe entsprechend der vom Benutzer getätigten Eingaben und der an das System gestellten Anforderungen und Erwartungen.

Ein gelungenes User-Interface bietet dem Anwender ein Gleichgewicht zwischen Ein- und Ausgabemechanismen, um dessen Bedürfnissen zu entsprechen und eine möglichst effiziente Kommunikation zu gewährleisten. [GALITZ 2002]

Der Begriff des User-Interfaces wird oftmals als Synonym für die Beschreibung der Schnittstelle zwischen Mensch und Computer verwendet. Die eigentliche Definition des Fachterminus muss hingegen weitergefasst werden. Das Konzept des

User-Interface kann auf sämtliche Interaktionen des Menschen mit unbelebten Objekten der Umwelt angewandt werden. So setzt sich beispielsweise das User-Interface eines Fernsehapparats aus einer Vielzahl von unterschiedlich gestalteten Tasten auf einer Fernbedienung oder am Gerät selber zusammen. Um eine effiziente Nutzung zu gewährleisten, sind die Tasten mit Nummern oder anderen Symbolen versehen, die einen Rückschluss auf deren Funktion geben. Sobald der Benutzer eine Taste betätigt (*input*), wird die von ihm erwartete Operation ausgeführt (*output*). [PETERSON 1995]

Auch kartographische Darstellungen können ihrem Wesen nach als User-Interface interpretiert werden. Sie sind Formen der Visualisierung, die eine Schnittstelle zur Welt repräsentiert und setzen sich aus User-Interface Elementen zusammen. Die Wahl der Farben, die Kartenlegende, die Datengliederung, die Falzung bei gedruckten Karten und vieles mehr sind Bestandteile der Benutzerschnittstelle zwischen Mensch und Karte und beeinflussen deren Nutzbarkeit. Eine gut gestaltete Karte ermöglicht eine effektive Navigation im Raum und repräsentiert eine Benutzerschnittstelle zur realen Welt. [PETERSON 1995]

2.1.3 Graphical User-Interface (GUI)

Das Graphical User-Interface (GUI) wird im Deutschen als graphische Benutzeroberfläche oder graphische Benutzerschnittstelle bezeichnet. Sie wird als Schnittstelle zwischen Anwender und Programmsystemen auf Basis von interaktiver Graphik verstanden. Es hat sich als standardmäßige Kommunikationsschnittstelle zwischen Mensch und Computer durchgesetzt und kommandoorientierte Eingabemasken weitgehend abgelöst. [BOLLMANN et al. 2002]

Ein Graphical User-Interface wird durch den Gebrauch von Zeigegeräten als äquivalent zur menschlichen Hand, wie beispielsweise einer Computermaus gesteuert. Die graphische Benutzeroberfläche besteht aus Steuerelementen, die bestimmte Systemfunktionen repräsentieren und durch den User selektiert, ausgeführt oder manipuliert werden können. Dieses Grundkonzept der graphischen Benutzerschnittstelle wird mit dem Akronym *WIMP* bezeichnet. Es steht als Abkürzung für *Windows, Icons, Menus* und *Pointing-Device* und listet die elementaren Bestandteile der Bedienung auf. [BOLLMANN et al. 2002]

Durch die Entwicklung graphischer Schnittstellen konnte die intuitive Steuerung von komplexen Systemen und Programmen deutlich erleichtert werden. Dabei ist der Erfolg einer Multimedia Applikation heutzutage zu einem sehr großen Anteil von seiner graphischen Benutzeroberfläche abhängig. Nur eine gut gestaltete Schnittstelle ermöglicht dem User eine logische Navigation im System, das Auffinden und Ausführen von Funktionalitäten und die Darstellung und korrekte Verknüpfung von Inhalten. Ein graphisches User-Interface braucht demnach eine klare visuelle und konzeptionelle Struktur, um den Nutzer sinnvoll und effektiv durch das System zu leiten. Dies wird unter anderem durch die Organisation und Anordnung der Steuerelemente und den richtigen Einsatz von graphischen Variablen beeinflusst. [MILLER 1999]

2.1.4 Web-Interface

Unter der Bezeichnung *Web-Interface* werden jene Schnittstellen zusammengefasst, die über das Hypertext Transfer Protocol (HTTP) angesprochen werden. Der Benutzer kann mit dem System entweder über eine graphische Benutzeroberfläche (Webbrowser) interagieren oder mittels Webservice auf Daten und Funktionen zugreifen. [URL 1]

In der vorliegenden Arbeit wird der Begriff des *Web-Interface* als Synonym zur graphischen Benutzeroberfläche verstanden.

2.1.5 Human-Computer Interaction (HCI)

Die Human-Computer Interaction (HCI) wird im deutschen als Mensch-Computer Interaktion oder Mensch-Maschinen Interaktion bezeichnet. Es handelt sich dabei um jenen Forschungsbereich, der sich mit dem Design, der Evaluierung und Implementierung der von Menschen gesteuerten interaktiven Datenverarbeitungssysteme und den darauf einwirkenden Einflussfaktoren beschäftigt. [HEWETT et al. 1996]

Da die wissenschaftliche Auseinandersetzung der Human-Computer Interaction sowohl den Menschen als auch die Maschine als eigenständigen Teil des Kommunikationsprozesses versteht, ist das Spektrum der Forschung und der benachbarten Disziplinen sehr breitgefächert. Einerseits ist das technische Verständnis für die graphische Darstellung, das Betriebssystem, die Programmiersprache und die

gewählte Entwicklungsumgebung relevant, andererseits werden Konzepte der Kommunikationstheorie, des Graphik- und Industriedesigns, der Linguistik, der Sozialwissenschaften, kognitiven Psychologie und des menschlichen Verhaltens beachtet. [HEWETT et al. 1996]

2.1.6 Interfacedesign

Neben dem Begriff des Interfacedesigns muss auch der Begriff des Interaktionsdesigns näher bestimmt werden. Beide sind Teil einer jungen Disziplin, deren Ursprung mit der Einführung von graphischen Benutzerschnittstellen einherging. Sie sind Teil des Forschungsbereiches der Human-Computer Interaction. Prinzipiell beschäftigen sie sich mit der Gestaltung von visuell erfassbaren Schnittstellen zwischen Mensch und Maschinen und versuchen die Nutzung von Applikationen für den Anwender derart zu gestalten, dass eine möglichst optimale Erfüllung der Anforderungen, Wünsche und Ziele erreicht werden kann. [URL 2]

Die Teilbereiche des Interface- und Interaktionsdesigns gehen fließend ineinander über, deren Forschungsschwerpunkte können aber dennoch voneinander abgegrenzt werden [nach URL 2]:

- *Interfacedesign* beschäftigt sich primär mit der visuellen Gestaltung und Strukturierung der graphischen Benutzeroberfläche und der dargestellten Inhalte.
- *Interaktionsdesign* konzipiert die Interaktionsmöglichkeiten, die hinter einer graphischen Benutzeroberfläche stehen und vom User ausgeführt werden können. Das Interaktionsdesign bietet somit die Grundlage, auf welche das Interfacedesign aufbaut.

Auf die Bedeutung dieser Bereiche für das Applikationsdesign wird in Kapitel 2.5 genauer eingegangen. Da in der vorliegenden Arbeit der Fokus primär auf den Teilaspekt des Interfacedesigns gerichtet ist, wird dessen Bedeutung im Folgenden detaillierter beschrieben.

Wie zuvor erwähnt, beschäftigt sich das Interfacedesign mit der graphischen Gestaltung und Strukturierung von visuell erfassbaren Benutzerschnittstellen. Es

versteht sich allerdings nicht als reinen Gestaltungsprozess, der am Ende der Schnittstellenentwicklung durchgeführt wird, sondern viel mehr als integraler Bestandteil [vgl. GARRETT 2003] in der begleitenden Konzeption und Erstellung einer Applikation.

Die Gestaltung eines User-Interfaces beeinflusst den Austausch von Informationen zwischen Nutzer und System und in weiterer Folge die Qualität einer Applikation in hohem Maße. [SCHULZ 1998]

„Eine unzureichende formelle Gestaltung erschwert den Wissenstransfer sowie die Bedienung eines Programms.“ [SCHULZ 1998, S.12]

Damit der Anwender eine möglichst effiziente und seinen Anforderungen entsprechende Kommunikation mit dem System erreicht, sollte im Interfacedesign und in der Konzeption von Benutzerschnittstellen folgendes Prinzip beachtet werden:

„The first principle of human interface design, whether for a doorknob or a computer, is to keep in mind the human being who wants to use it“ [RHEINGOLD 1990, S.8]

In engem Zusammenhang mit dieser Aussage stehen Überlegungen des *user-centered* Designs (siehe Kapitel 2.4).

Das Interfacedesign hat sich im Laufe der Zeit zu einer interdisziplinären Fachrichtung entwickelt, die unter anderem auf Konzepte der Wahrnehmungsforschung, des Graphikdesigns oder der Psychologie zurückgreift, um ansprechende und vom User intuitiv erfassbare Darstellungen zu ermöglichen. [SCHULZ 1998]

Eine besondere Herausforderung im Gestaltungsprozess besteht darin, die scheinbare Gegensätzlichkeit von Ästhetik und Funktionalität in einem System harmonisch zu vereinen. Versteht man die Gestaltung einer Benutzerschnittstelle als einen kommunikationsorientierten, visuellen Designprozess, in dem der Nutzer einen wesentlichen Platz einnimmt, so stellen sich die genannten Kriterien als symbiotische Komponenten qualitativ hochwertiger Produkte dar. [MULLET et al. 1995]

Die Frage, ob es zur Gestaltung einer ansprechenden graphischen Benutzeroberfläche Prinzipien und Regeln braucht oder diese einen Designer zu sehr in seiner Kreativität einschränken beziehungsweise seiner Intuition widersprechen, wird in der Literatur oftmals diskutiert [vgl. MULLET et al. 1995, SHNEIDERMAN 2002]. Ben Shneiderman meint dazu:

„Das Design von Benutzerschnittstellen ist ein komplexer und in höchstem Maße kreativer Prozess, in den Intuition, Erfahrung und eine sorgsame Abwägung verschiedener technischer Angelegenheiten eingehen.“ [SHNEIDERMAN 2002, S.118]

Für diese Arbeit wird das Verständnis von (Interface)Design und dem zugrunde liegenden Gestaltungsprozess an jenes von [NADIN 1988] angelehnt, der zur Dichotomie von Intuition und einem systematisierten, rationalen Zugang meint:

„Method helps intuition when it is not transformed into dictatorship. Intuition augments method if it does not instill anarchy. In every moment of our semiotic existence, method and intuition complement one another“ [NADIN 1988, S.98]

In Kapitel 6 werden Prinzipien zur Gestaltung eines User-Interfaces vorgestellt, die den Designprozess begleiten und verbessern sollen.

2.2 Die (R)Evolution des User-Interfacedesigns

Betrachtet man die geschichtliche Entwicklung der interaktiven Mensch-Computer Schnittstelle, so stellt man fest, dass dies ein sehr junges Forschungsgebiet der Wissenschaft repräsentiert.

In den Anfängen handelte es sich bei einem Computer um ein von einem kleinen Nutzerkreis (Experten) genutztes System, das lediglich durch Schalter und Lochkarten bedient werden konnte. Erst in den frühen 1960er Jahren wurde durch die Einführung von interaktiven *time-sharing* Systemen die Anzahl der Benutzer erweitert und eine leichtere Dateneingabe mittels Tastatur ermöglicht. Aufgrund der neuen Eingabegeräte konnten die ersten Kleinrechner durch die sequenzielle Eingabe von Zeichen und Befehlen in ihrer Nutzbarkeit vehement verbessert werden. Der durchschnittlichen Bevölkerung war es durch die mangelnde Fachkenntnis dennoch unmöglich mit dem System sinnvoll zu interagieren und somit

blieb der Computer vorerst nur einem erweiterten Expertenkreis vorbehalten. [SCHULZ 1998]

Douglas Engelbart legte Ende der 1960er Jahre durch die Konzipierung der Computermouse und der Fenstertechnik einen entscheidenden Grundstein für den späteren Aufschwung der Computertechnik. [SCHULZ 1998]

Mit der Einführung der grafischen Benutzeroberfläche durch Xerox (Altus und STAR) Ende der 1970er, Anfang der 1980er Jahre, wurde erstmals versucht die neuen technischen Errungenschaften einer breiten Bevölkerungsschicht zugänglich zu machen. Trotz der neuen Möglichkeiten und Vorzüge des Systems blieb der Erfolg aus¹ und so war es Apple Inc. im Jahr 1984, die mit der Einführung des Macintosh das erste erfolgreiche Rechnersystem für den Massenmarkt veröffentlichen konnten. Dieser Zeitpunkt war die Geburtsstunde eines neuen Interaktionskonzeptes und revolutionierte das Human-Computer Interface. [GALITZ 2002]

In den vorangegangenen Ausführungen wurde unter anderem erläutert, dass Computersysteme in ihren Anfängen reine Expertensysteme waren, die von Programmierern für Programmierer entwickelt wurden. Der neue Anwenderkreis führte zu einem langsamen Wandel, in dem auch ergonomische Anforderungen an das Interface und die Frage nach der Nutzungsfreundlichkeit von Systemen gestellt wurden. [SCHULZ 1998]

Curtis und Hefley [CURTIS et al. 1994] sprechen von vier globalen Trends im Computerbereich, welche die Gestaltung von Interfaces und die Entwicklung des Interfacedesigns als Teilbereich der Human-Computer Interaktion erforderlich machten [nach CURTIS et al. 1994]:

- *Software-Explosion*: Diese wurde durch die neuen Anforderungen der Nutzer an den Funktionsumfang von Systemen und dem damit einhergehenden Preisverfall des Computers hervorgerufen.

¹ „Despite all its virtues, the Xerox Star suffered a number of faults. It was ahead of its time – it was a consumer product in an era of technology-driven ones; it was designed for late adopters before the market was ready.“ [NORMAN 1998, S.42]

- *Kommunikationsexplosion*: Diese wurde durch den vermehrten Einsatz von modernen Kommunikationstechnologien wie das Internet ausgelöst. Im Kontrast dazu standen die früheren Computergenerationen, die für Einzelnutzer konzipiert wurden.
- *Medien-Explosion*: Diese wurde durch den Begriff *Multimedia* und der neuen technologischen Entwicklungen (z.B. Bildschirm, Eingabegeräte) gekennzeichnet.
- *Benutzbarkeitsexplosion*: Die tatsächliche Nutzbarkeit eines Systems beeinflusste die Kaufentscheidung der Anwender in einem größeren Maße.

Die steigende Funktionalität und Leistungsfähigkeit von Systemen führte zu einer ständigen Erweiterung der graphischen Benutzerschnittstellen und somit zu einer Erhöhung der Komplexität. Don Norman nennt dies „[...] *die schleichende Seuche der Leistungsmerkmale* [...]“ und meint damit „[...] *die Tendenz, die Zahl der Funktionen, die ein Gerät erfüllen kann, immer weiter zu erhöhen und bis ins Irrsinnige zu steigern.*“ [NORMAN 1989, S.203]. [NORMAN 1989]

Diese Entwicklung hatte zur Folge, dass Programme ab einem gewissen Zeitpunkt nicht mehr überschaubar und benutzerfreundlich sind. Sie überfordern den Anwender und dessen Wahrnehmungsfähigkeit. Der User möchte allerdings nicht auf neue Funktionalitäten und Leistungsmerkmale verzichten und stellt somit die Gestaltung von Mensch-Computer Schnittstellen vor große Herausforderungen. Interfacedesign versteht sich in der heutigen Zeit als ein multidisziplinärer Ansatz, der unter anderem Konzepte aus Psychologie, Graphikdesign, Informatik, Architektur, Animation, Informationsdesign oder Soziologie in seine Forschung einfließen lässt (siehe Kapitel 2.1.6). Nur durch diesen Zugang kann die Gestaltung von graphischen Benutzeroberflächen der Entwicklung des Computers von einem Experten- zu einem Heimanwendersystem gerecht werden. [SCHULZ 1998]

Das technikzentrierte Vorgehen bei der Formung von Schnittstellen, wie es in den Anfängen des Computers der Fall war, ist mittlerweile weitgehend von dem Verständnis eines nutzerorientierten Designs abgelöst worden. Das Interface ei-

ner interaktiven Computeranwendung versteht sich heute als Ort der praktisch-instrumentellen Tätigkeit (Werkzeug), der Kommunikation (Medium) und der sinnlichen Wahrnehmung (Ästhetik). Dies verlangt einen umfassenden Untersuchungsansatz. [SCHULZ 1998]

In diesem Zusammenhang gewinnt auch die Auseinandersetzung mit der graphischen Gestaltung und dem Einsatz von graphischen Variablen im User-Interface zunehmend an Bedeutung. Dieser Aspekt ist ein Teilbereich der wissenschaftlichen Fragestellung in der vorliegenden Arbeit und wird in den folgenden Kapiteln noch genauer diskutiert.

2.3 Allgemeine Aufgaben einer graphischen Benutzeroberfläche

Die graphische Benutzerschnittstelle ist, wie im vorherigen Kapitel erläutert, die Konsequenz einer *Evolution des User-Interfaces*.

Eine Triebfeder dieser Weiterentwicklung stellte mit Sicherheit die Optimierung der Hauptaufgabe der graphischen Schnittstelle dar, nämlich die Kommunikation des Benutzers mit einem System zu verbessern, um ihm die Lösung von Problemstellungen beziehungsweise das Auffinden von Informationen zu erleichtern. Um dies zu ermöglichen, muss das System leicht verständlich, klar strukturiert und intuitiv gestaltet sein. [PUCHER 2008]

Im Zuge dessen ist auf einen logischen Aufbau der Informations- und Navigationsblöcke zu achten, um dem User die Orientierung im System zu erleichtern. Auch die Lage von Steuerungselementen sowie die Beziehungen zwischen Objekten und Inhalten muss hervorgehoben werden, um dem User eine intuitive Systembedienung zu gewährleisten. In erster Linie soll der Benutzer in seinen Interaktionen und Handlungen weitgehend unterstützt und durch eine durchdachte Gestaltung in seiner Aufmerksamkeit gelenkt werden. [SCHULZ 1998]

Gui Bonsiepe beschreibt graphische Benutzeroberflächen von Applikationen, die ihre Aufgabe ausreichend erfüllen, wie folgt:

„Der Benutzer hat ein Programm gelernt, wenn es für ihn transparent geworden ist, so daß er nicht länger zu denken hat und es in den

Hintergrund tritt. Das erlaubt ihm, sich auf die anstehenden Aufgabe zu konzentrieren." [BONSIEPE 1996, S.51]

Galitz [GALITZ 2002] hat im Rahmen seiner Forschung sogenannte „*Interface Design Goals*“ [GALITZ 2002, S.112] definiert.

Um ein einfach bedienbares und für den Nutzer in der Navigation angenehmes System zu gestalten, müssen im Designprozess folgende Faktoren berücksichtigt werden (Galitz spricht in diesem Zusammenhang von Reduktionen) [nach GALITZ 2002]:

- Reduktion der *visuellen Leistung*
- Reduktion der *intellektuellen Leistung*
- Reduktion der *Gedächtnisleistung*
- Reduktion der *mechanischen Leistung*
- Reduktion oder Eliminierung der *Einschränkungen durch verwendete Technologien*

Die Produktivität und Zufriedenheit des Anwenders kann durch die Beachtung der einzelnen Faktoren in der Gestaltung verbessert werden. Dabei ist allerdings immer auf ein durchdachtes Gleichgewicht der Elemente zu achten, in welchem die Grenze der Wahrnehmungsfähigkeit des Users berücksichtigt und nicht überfordert wird. [GALITZ 2002]

2.4 Nutzerorientiertes Design

Die graphische Benutzerschnittstelle beschreibt jene Systemebene, über die ein Anwender mit einem Computer kommunizieren kann. Nur wenn es dem Nutzer möglich ist mit dem System zu interagieren und einen Zugang zu den beinhaltenen Informationen zu finden, kann eine effiziente Kommunikation erfolgen. Aus diesem Grund soll der Benutzer während des Designprozesses einer Applikation berücksichtigt werden und dessen Anforderungen und Wünsche in die Konzeption einfließen. [GALITZ 2002]

Betrachtet man die letzten Meilensteine in der Softwareentwicklung, so sind diese nicht auf Fortschritte der Technologien, sondern auf die Einbeziehung des

Nutzers und die Berücksichtigung des Nutzungserlebnisses in den Gestaltungsprozess zurückzuführen. [PUCHER 2008, S.110]

Das Konzept des *user-centered Designs* (nutzerorientiertes Design) versucht diese Vorsätze umzusetzen. Die Konzeption und Gestaltung der im praktischen Teil der Arbeit vorgestellten kartographischen Multimedia-Applikation orientiert sich in den Grundzügen an den Konzepten des nutzerorientierten Designs.

2.4.1 Zentrale Variablen des Nutzungserlebnisses (user-experience)

Im Zusammenhang mit dem nutzerorientierten Design von Multimedia-Applikationen fällt oftmals der Begriff der *user-experience* (Nutzungserlebnis). Dieser beschreibt die positiven und negativen Eindrücke, die ein Anwender bei der Navigation, Interaktion und Nutzung eines Systems empfindet. Dabei beeinflussen bestimmte Faktoren das Erleben und die Wahrnehmung der Schnittstelle auf unterschiedliche Weise. [GARRETT 2003]

Meinold Thielsch beschreibt in seiner Arbeit *Ästhetik von Websites* [THIELSCH 2008] zentrale Variablen, die das Nutzungserlebnis von Internetseiten mitgestalten. Dabei geht er von einer „*rezipientenorientierten Perspektive*“ [THIELSCH 2008, S.5] aus und berücksichtigt jene Komponenten, die vom Anwender visuell erfasst werden können.

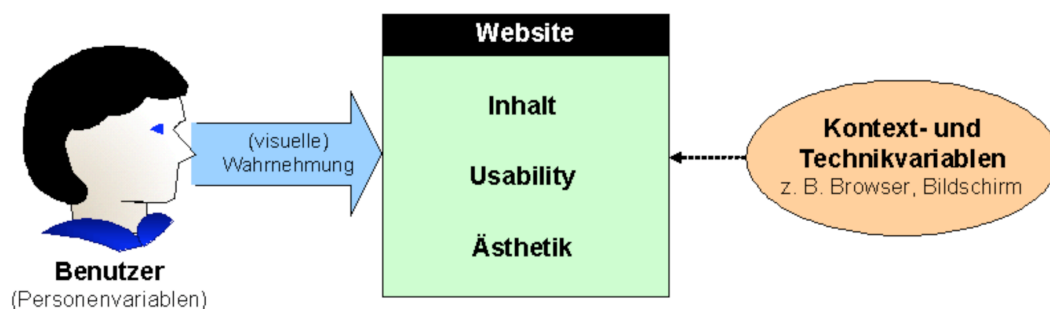


Abbildung 1: Zentrale Variablen der Rezeption [THIELSCH 2008, S.6]

Es werden drei primäre Merkmale differenziert [nach THIELSCH 2008]:

- *Inhalt*: Dieses Merkmal beschreibt die Gesamtheit der in einer Web-Benutzerschnittstelle zusammengefassten inhaltlichen Objekte. Dabei kann es sich um interaktive oder nicht interaktive Informationen handeln, die in Form von Texten, Videos, Ton oder anderen Medien dargestellt werden.

- *Usability: „Gebrauchstauglichkeit ist das Maß der Effektivität, Effizienz und Zufriedenheit, mit der Benutzer mit diesem System vorgegebene Ziele erreichen können.“ [ISO 9241-11 1998]*
- *Visuelle Ästhetik: „Visuelle Ästhetik bezeichnet das subjektiv empfundene Wohlgefallen an einer Website. Die ästhetische Wahrnehmung einer Website zeichnet sich somit durch einen positiven emotionalen Eindruck sowie eine positive kognitive Bewertung aus. Die affektiven und kognitiven Prozesse werden durch die Gestaltungsmerkmale einer Website ausgelöst.“ [THIELSCH 2008, S.74]*

Die Wahrnehmung der zentralen Variablen wird in weiterer Folge zum einen von den Eigenschaften des Nutzers, zum anderen von Kontext- und Technikvariablen (z.B. Browser, Bildschirmauflösung) beeinflusst. [THIELSCH 2008]

Faktoren wie etwa die technische Ausführung und die damit einhergehende Performance einer Applikation haben einen großen Einfluss auf die *user-experience*, werden allerdings in diesem Modell nicht explizit berücksichtigt, da der Fokus auf die „*stark visuell beeinflussten Konstrukte Inhalt, Usability und Ästhetik*“ [THIELSCH 2008, S.6] gerichtet ist. [THIELSCH 2008]

Für die weiteren Überlegungen in der vorliegenden Arbeit repräsentiert der beschriebene Ansatz die Grundlage für das Verständnis der Faktoren, welche das Nutzungserlebnis prägen.

Die Berücksichtigung der *user-experience* ist auch in der Gestaltung einer graphischen Benutzeroberfläche eine wichtige Voraussetzung, um eine erfolgreiche und nutzerfreundliche Applikation zu entwickeln. Garrett meint dazu:

„The biggest reason user experience should matter to you is that it matters to your users. If you don't provide them with a positive experience, they won't use your site.“ [GARRETT 2003, S.19]

Im Speziellen scheint der Faktor der Ästhetik im Rahmen der Auseinandersetzung mit den gestalterischen Aspekten des User-Interfacedesigns relevant und wird im nächsten Kapitel besprochen.

2.4.2 Visuelle Ästhetik

Die visuelle Ästhetik von Benutzerschnittstellen wurde im vorherigen Abschnitt als ein das Nutzererlebnis bestimmender Faktor definiert. Diese Bedeutung wurde der visuellen Gestaltung einer Applikation bislang nur bedingt zugesprochen. So verstand Norman [vgl. NORMAN 1989], einer der bedeutendsten Experten im Forschungsbereich des nutzerorientierten Designs, die visuelle Gestaltung von Gegenständen nicht als ein primäres und die Gebrauchstauglichkeit beeinflussendes Element. Er betonte dabei, dass der Fokus seiner Arbeit in erster Linie auf der Schaffung von „*Prinzipien zur Verwandlung von schwierigen Aufgaben in einfache*“ [NORMAN 1989, S.220] bestand, um den Gebrauch von Dingen unkomplizierter zu gestalten. [NORMAN 1989]

Erst jüngste Forschungen im Bereich der Human-Computer Interaction haben sich mit den visuell wahrgenommenen Faktoren eines Systems und deren Einfluss auf die *user-experience* beschäftigt. [LEE 2007]

Auch Norman relativierte einige Jahre später in einem Essay mit dem Titel *Emotion & Design: Attractive things work better* [NORMAN 2002] seine Aussagen über Ästhetik. Er schreibt:

„Positive affect makes people more tolerant of minor difficulties and more flexible and creative in finding solutions. Products designed for more relaxed, pleasant occasions can enhance their usability through pleasant, aesthetic design. Aesthetics matter: attractive things work better.“ [NORMAN 2002, S.36]

Die Herausforderung des modernen Interfacedesigns besteht somit darin eine einfache und intuitive Schnittstelle zu gestalten, die gleichzeitig ästhetischen Ansprüchen gerecht wird, um eine effiziente Kommunikation und ein positives Nutzungserlebnis zu gewährleisten. [LEE 2007]

In der englischsprachigen Literatur wird der Einfluss der Ästhetik auf die Nutzbarkeit eines Systems als „*aesthetic-usability*“ [LIDWELL et al. 2003, S.18] Effekt bezeichnet. Dieser gilt als allgemeingültiges Designprinzip und beschreibt das Phänomen, dass Systeme, die ein ästhetisches Erscheinungsbild aufweisen, von den Anwendern in ihrer Bedienung als leichter und intuitiver empfunden

werden. Der Nutzer neigt eher dazu kleine Fehler und Unstimmigkeiten im Interaktions- und Interfacedesign zu vernachlässigen. [LIDWELL et al. 2003]

Für die wissenschaftliche Auseinandersetzung und den praktischen Teil der Arbeit in Kapitel 7 sind diese Überlegungen von großer Relevanz, da die Wahrnehmung und das Erleben von ästhetischem Design durch den Einsatz von Gestaltungsmerkmalen (graphische Variablen) direkt beeinflusst wird. [THIELSCH 2008]

2.5 Das User-Interface im Applikationsdesign

Die graphische Benutzerschnittstelle repräsentiert die äußerste Hülle einer Applikation - jener Bereich, der für den Anwender visuell wahrnehmbar ist und die Außenwirkung und Kontaktstelle eines Systems darstellt. Es handelt sich dabei um einen Teilbereich des Systems, die graphische Oberfläche, welche die dahinterliegenden Funktionen und Inhalte, die auf eine durchdachte Informations- und Systemarchitektur aufbauen, zugänglich machen.

In diesem Zusammenhang bleiben jedoch einige Fragen offen: Welche Rolle oder Position nimmt das User-Interface in der Entwicklung eines Systems ein? Auf welche Grundlagen baut es auf und welche Teilbereiche umfasst die Strukturierung und Gestaltung einer Benutzerschnittstelle? Ab welchem Zeitpunkt im Applikationsdesign soll beziehungsweise kann man sich mit der Konzeption des User-Interfaces beschäftigen?

Garrett hat mit Überlegungen in seinem Werk *The Elements of User-Experience* [GARRETT 2003] einen Ansatz zur Realisierung von nutzerorientierten Online-Applikationen vorgestellt. Darin bezeichnet er die Komponente der *user-experience* als einen wesentlichen Systembestandteil, der von den anfänglichen Konzeptionen bis hin zum Endprodukt den Designprozess begleiten muss. [GARRETT 2003]

Im folgenden Abschnitt wird sein *Five-Planes Model* (Fünf-Ebenen Modell) diskutiert und die Lage und Abgrenzung des User-Interfaces gegenüber den anderen konzeptionellen Phasen erläutert. Technische Aspekte sind dabei klar von der Gestaltung und dem Inhalt zu trennen und werden im Modell nicht berücksichtigt. [PUCHER 2008]

2.5.1 Die fünf Ebenen des nutzerorientierten Applikationsdesigns

Die schematische Darstellung in Abbildung 2 skizziert fünf Ebenen, welche übereinander gestapelt und miteinander verbunden die *Elements of User-Experience* [GARRETT 2003, S.21ff] ergeben. Jede Ebene beschreibt ein Element, das einen entscheidenden Beitrag für die erfolgreiche Entwicklung einer Applikation leistet und das Nutzungserlebnis mitbestimmt. Dabei ist weder eine scharfe Trennung noch die schrittweise Abarbeitung der Bereiche sinnvoll, sondern das Verständnis, dass sich die Elemente bedingen und in ihrer Konzeption gegenseitig beeinflussen. [GARRETT 2003]

„These decisions build upon each other, informing and influencing all aspects of the user experience. If we peel away the layers of that experience, we can begin to understand how those decisions are made.“ [GARRETT 2003, S.22]

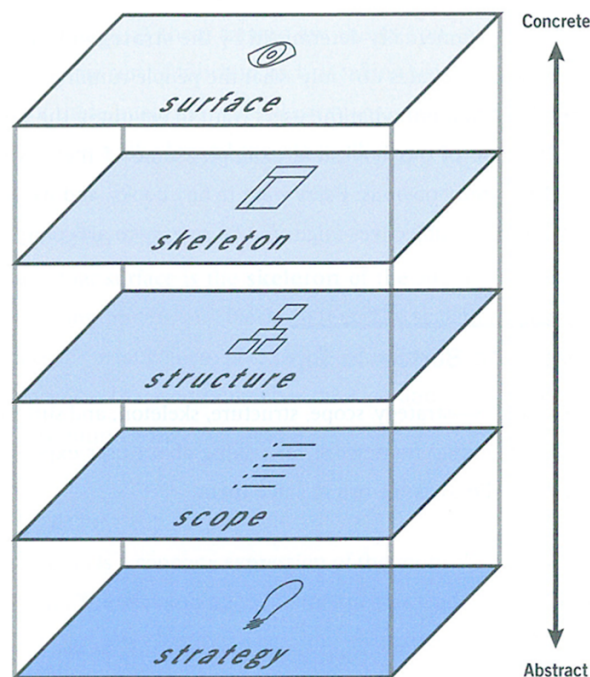


Abbildung 2: Grundform des Fünf-Ebenen Modells [GARRETT 2003, S.24]

Die Anordnung der Ebenen ist von den zunächst sehr abstrakten Überlegungen (Strategie und Konzeption) hin zu den konkreten Ergebnissen (strukturelle und visuelle Gestaltung) eines Projektes gegliedert. [GARRETT 2003]

Die Ebenen werden im Entwicklungsprozess von unten nach oben behandelt und unterscheiden sich entsprechend ihrer Bedeutung und Schwerpunkte [GARRETT 2003]:

- *The Strategy Plane*: Die formulierte Strategie einer Seite bildet die Basis für eine erfolgreiche Applikation. Darin werden die Ansprüche und Wünsche der Anwender beziehungsweise Nutzergruppen definiert und mit den Zielen und Anforderungen der Entwickler an das Projekt abgestimmt. Die zentralen Fragen lauten:
 - „*What do we want to get out of this site?*“
 - „*What do our users want to get out of it?*“
- *The Scope Plane*: Im nächsten Entwicklungsprozess werden die Funktionalitäten und Anforderungen an den Inhalt der Applikation gestellt. Dabei ist darauf zu achten, dass die in der grundlegenden Strategie definierten Zielformulierungen berücksichtigt werden.
- *The Structure Plane*: Der *structure plane* führt zu einer ersten Konkretisierung der späteren Applikation. Die Strukturierung und Abfolge der Interaktionsmöglichkeiten und die damit eng verbundene Gliederung und Gruppierung von Inhalten, die sogenannte Informationsarchitektur, werden konzipiert.
- *The Skeleton Plane*: Aufbauend auf das Interaktionsdesign und die Informationsarchitektur erfolgt die konkrete Strukturierung und Organisation der einzelnen Steuerungselemente des User-Interfaces. Alle Komponenten der Benutzeroberfläche und deren Inhalte werden organisiert und aufbereitet. Als Ergebnis des Prozesses wird ein *Wireframe*² erstellt, das die Strukturierung der Applikation definiert.

² Der Begriff des *Wireframe* beschreibt eine schematische Darstellung (Garrett bezeichnet dies auch als „*bare-bone depiction*“ [GARRETT 2003, S.135]) aller Komponenten, die Teil der Applikation sind, sowie deren Lage und Größenverhältnis zueinander. [GARRETT 2003]

- *The Surface Plane*: Die oberste Ebene wird am besten durch den Begriff des *visual design* beschrieben. Dies umfasst die graphische Gestaltung und den Feinschliff aller sichtbaren Elemente einer Applikation - das *look* im *look and feel* einer Applikation.

2.5.2 Der Arbeitsbereich des Interfacedesigns

Das User-Interface und dessen Gestaltung ist die konkrete Ausprägungsform von den bereits im vorherigen Kapitel aufgelisteten konzeptionellen Überlegungen und daher im obersten Bereich der schematischen Darstellung in Abbildung 2 zu platzieren.

Dem Verständnis von Interfacedesign in dieser Arbeit entsprechend umfasst es sowohl die visuelle Strukturierung als auch die graphische Ausgestaltung aller sichtbaren Elemente einer Benutzeroberfläche und somit schwerpunktmäßig die Bereiche des *skeleton plane* und *surface plane* (siehe Abbildung 2).

Diese Ebenen bedingen einander um eine erfolgreiche Visualisierung zu gewährleisten. [GARRETT 2003]

So entspricht eine strukturierte Schnittstelle ohne visuelle Gestaltung oftmals nicht den Anforderungen des Users an Ästhetik beziehungsweise bietet eine lediglich auf den optischen Aspekt fokussierte Benutzeroberfläche eine mangelnde Usability. In beiden Fällen wird die Qualität der Kommunikation zwischen Anwender und Applikation gemindert.

In diesem Zusammenhang ist es wichtig zu betonen, dass die Basis-Elemente (*strategy*, *scope* und *structure plane*) als Grundvoraussetzungen verstanden werden, um ein sinnvolle und schlüssige graphische Gestaltung des User-Interfaces zu bewerkstelligen. Vor allem die der Applikation zugrundeliegende Strategie mit der Definition von Nutzergruppen und deren Anforderungen, sowie die daraus resultierenden Funktionsdefinitionen und Inhalte müssen klar formuliert sein. Der direkte Anknüpfungspunkt für das Interfacedesign wird durch die konzeptionelle Strukturierung der Interaktionsmöglichkeiten und Inhalte ermöglicht.

3 Der kartographische Kommunikationsprozess

In diesem Kapitel wird auf den Begriff der Kommunikation und seine Bedeutung für die Kartographie eingegangen. Die Entwicklung eines kartographischen Kommunikationsmodells und dessen Aufbau und Logik wird schrittweise erklärt. Abschließend wird die mögliche Bedeutung und Position einer graphischen Benutzerschnittstelle im kartographischen Kommunikationsprozess diskutiert und mit Hilfe eines adaptierten Kommunikationsmodells beschrieben.

3.1 Der Kommunikationsbegriff

Sobald wir mit unserem Umfeld in Beziehung treten, kommunizieren wir. Der Begriff leitet sich vom lateinischen Wort *communicare* ab und bedeutet Verständigung untereinander, Verbindung, Zusammenhang. Tainz [BOLLMANN et al. 2002] beschreibt Kommunikation als *„[...] die Übermittlung von Nachrichten zwischen Menschen auf der Grundlage eines gemeinsamen Zeichenvorrats als notwendige Voraussetzung für das Zusammenleben der Menschen in sozialen Gemeinschaften [...]“*. [BOLLMANN et al. 2002]

Auch in der Kartographie hat der Begriff der Kommunikation eine tragende Rolle. Tainz [BOLLMANN et al. 2002] beschreibt weiters kartographische Kommunikation als *„[...] die ein- oder mehrseitigen Übertragungsprozesse bei der Aufnahme, der Verarbeitung und dem Austausch von raumbezogenen Informationen mittels Karten und anderen kartographischen Medien auf der Grundlage eines gemeinsamen Zeichenvorrats, den Kartenzeichen und der Sprache.“*. [BOLLMANN et al. 2002]

In kartographischen Theorien hat der Begriff der Kommunikation in den 1970er Jahren aufgrund der Einbeziehung von kybernetischen, informations- und zeichentheoretischen Ansätzen bei der Kartenerstellung und Kartennutzung Einzug gefunden. [BOLLMANN et al. 2002]

Im Zusammenhang mit der Informationstheorie wurde die Karte nicht mehr als reine graphische Darstellung, sondern als Träger von Informationen verstanden. [FREITAG 1992]

3.2 Kartographische Modelle

Die Wissenschaft wird im Allgemeinen als systematisch geordnetes Wissen verstanden, dessen zentrale Aussagen und Begrifflichkeiten in Form von umfassenden Modellen und Theorien definiert und zusammengefasst werden. Aus dieser Grundannahme folgt, dass auch in der Kartographie Modelle und Theorien erforderlich sind, um den Prozess der Informationsvermittlung zwischen Kartograph und Nutzer besser beschreiben und nachvollziehen zu können. [FREITAG 1992] In diesem Zusammenhang sind Ansätze der Informations-, Zeichen- und Kommunikationstheorie von großer Bedeutung.

Die *Informationstheorie* beschreibt den Vorgang der Informationsübertragung mit Hilfe eines Sender-Empfänger-Modells. Der Ursprung des Schemas liegt im Bereich der Nachrichtentechnik und beschreibt die reine Syntax ohne semantische Aspekte zu berücksichtigen. [HAKE et al. 2002]

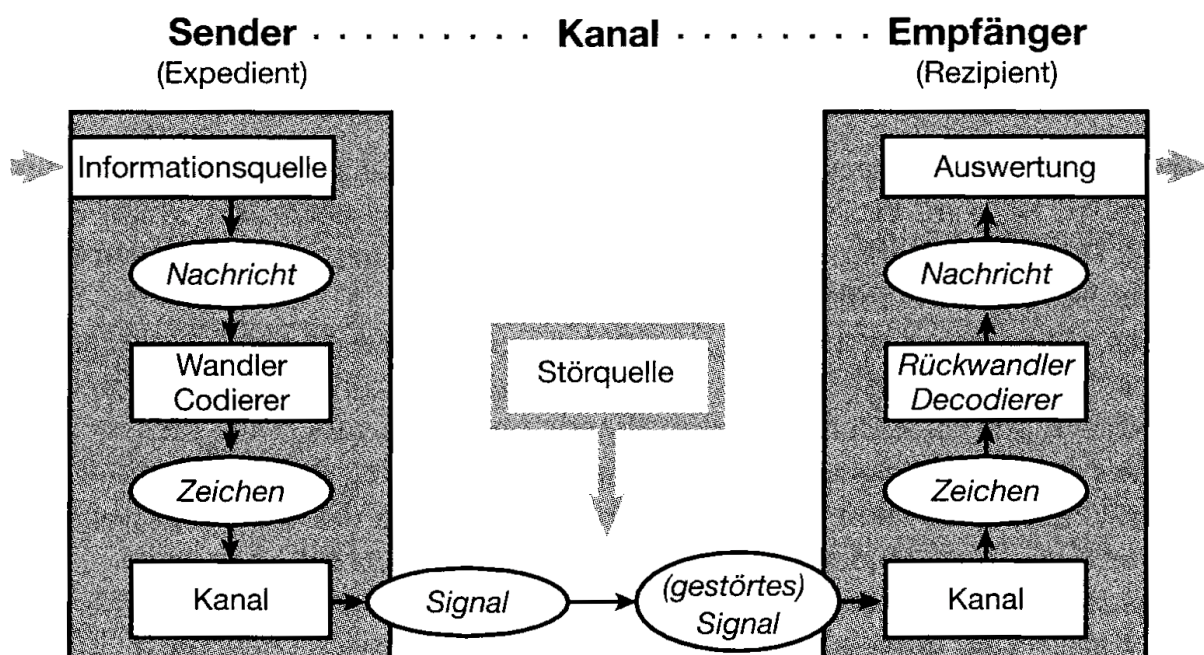


Abbildung 3: Sender-Empfänger Modell [HAKE et al. 2002, S.9]

Im Sender-Empfänger-Modell stehen sich zwei Kommunikationsgrößen gegenüber: Ein Sender (Expedient), der Nachrichten an sein Gegenüber, den Empfänger (Rezipient), übermittelt. Die Information wird zunächst durch einen Wandler in bestimmte Zeichen codiert und auf einem gewählten Kanal zum Empfänger übertragen. Bei diesem Vorgang ist das Signal Störquellen ausgesetzt, welche

den Inhalt und die Qualität der Information beeinflussen können. Der Empfänger nimmt das (gestörte) Signal auf und entschlüsselt die Zeichen, um die Nachricht wieder zusammenzusetzen und interpretieren zu können. [HAKE et al. 2002]

Aus dem Modell geht hervor, dass Informationen stets in Form von Zeichen übertragen werden. Diese stellen eine Realisation der Inhalte von Informationen dar. Eine funktionierende wechselseitige Kommunikation ist daher nur gegeben, wenn die Kommunikatoren über einen gemeinsamen Zeichenvorrat und somit über eine Schnittmenge von Zeichen und deren Bedeutung verfügen. Nur so können durch Zeichen codierte Informationen in ihrem Sinngehalt gewonnen werden. [HAKE et al. 2002]

Die *Zeichentheorie* (Semiotik) setzt sich mit den Zeichen, die Information repräsentieren, auseinander und bestimmt die Konzeption der kartographischen Zeichen. [HAKE et al. 2002]

Man unterscheidet drei Zeichendimensionen [nach FREITAG 1992]:

- *Syntaktik*: untersucht die Beziehung eines Zeichens zu anderen Zeichen
- *Semantik*: untersucht die Beziehungen des Zeichens zu einem Begriff menschlichen Denkens oder einem Objekt der Realität
- *Pragmatik*: fragt nach den Beziehungen des Zeichens zum Menschen (Ersteller, Nutzer)

Die Grundlage für kartographische Kommunikationsmodelle bildet die *Kommunikationstheorie*, welche die Informationstheorie und die Zeichentheorie als zwei wesentliche Aspekte beinhaltet. Im Unterschied zur Informationstheorie wird durch diesen Ansatz der Mensch als Kartenersteller und Kartennutzer in den Mitteilungsprozess einbezogen. Dies hat die kartographische Theorie maßgeblich beeinflusst. [FREITAG 1992]

Kolacny [KOLACNY 1969] fasste die Wechselbeziehung zwischen Kartograph und Nutzer in Form eines zirkulären Kommunikationsmodells zusammen. In Abbildung 4 ist eine adaptierte Form seines Kommunikationsmodells dargestellt, dessen Ansätze für die heutige Kartographie immer noch relevant sind. [KRIZ 2009]

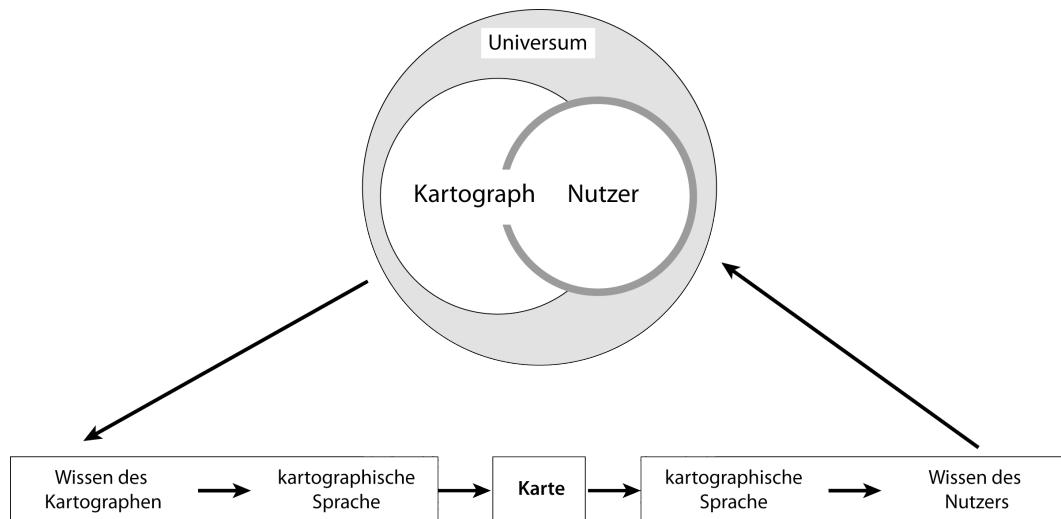


Abbildung 4: Kartographische Kommunikation [nach KRIZ 2009, S.62]

Mit dem ihm zur Verfügung stehenden Wissen abstrahiert der Kartograph seine Realität in kartographische Sprache beziehungsweise Zeichen. Ergebnis dieses Abstraktionsprozesses ist eine Karte, die vom Nutzer wahrgenommen und unter Zuhilfenahme seines kartographischen Zeichenvorrates entschlüsselt und interpretiert wird. Der Kartennutzer kann daraus Informationen beziehen, welche wiederum seine Realität beeinflussen können. [BOLLMANN et al. 2002]

3.2.1 Die Rolle des User-Interfaces im Kommunikationsprozess

Die wissenschaftliche Auseinandersetzung der Arbeit beschäftigt sich unter anderem mit der Frage, ob durch den gezielten Einsatz von graphischen Variablen im Interfacedesign die kartographische Kommunikation effizienter gestaltet werden kann.

Die bisherigen Überlegungen bilden die Basis für das Verständnis von kartographischer Kommunikation und deren Logik. Bislang wurde allerdings noch nicht auf die Position und Relevanz eines User-Interfaces im kartographischen Kommunikationsprozess eingegangen.

Einen möglichen Ansatz dazu bietet das kartographische Kommunikationsmodell nach [PETERSON 1995]. Die Überlegungen des vorhergehenden Kommunikationsmodells wurden in ihren Grundzügen übernommen und in ein Konzept für die Kommunikation von interaktiven Karten(-Applikationen) gewandelt.

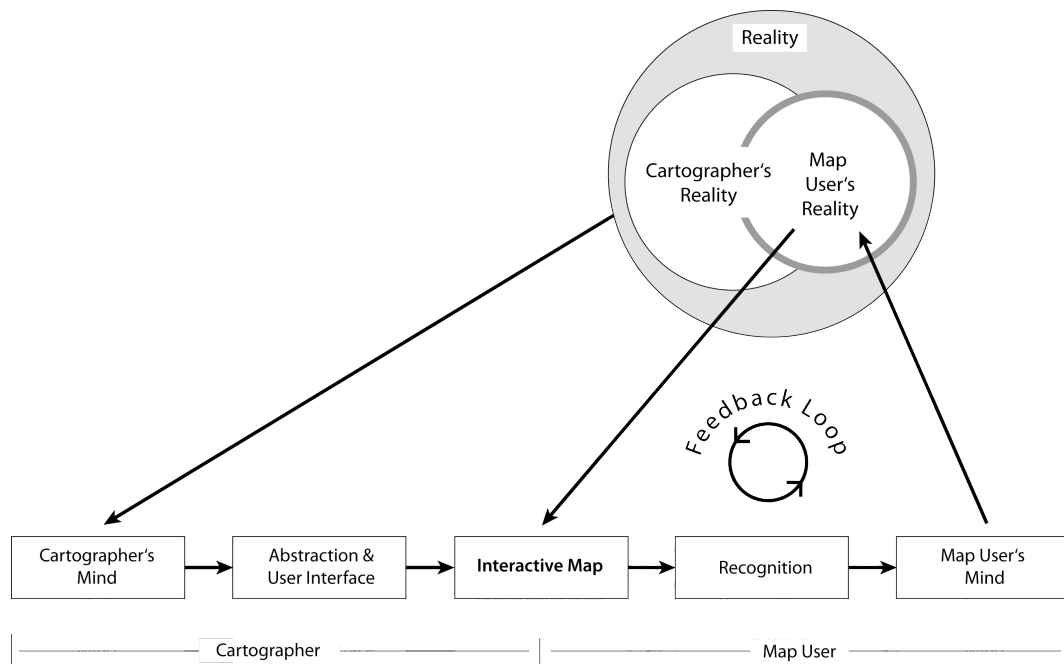


Abbildung 5: Kartographische Kommunikation in interaktiven Kartenapplikationen
[nach PETERSON 1995, S.6]

Der Kartograph abstrahiert seine Realität, erstellt ein User-Interface und liefert als Ergebnis eine interaktive Karte. Der Kartennutzer nimmt diese wahr, interpretiert sie und kann in weiterer Folge aufgrund der Interaktionsfähigkeit des Systems auf etwaige Funktionalitäten der Karte zugreifen beziehungsweise diese gestalten. Dieser Teilprozess wird durch einen *Feedback-Loop* modelliert. In diesem Ansatz wird davon ausgegangen, dass der Kartograph neben der Gestaltung einer Karte auch die generellen Kartennutzungsbedingungen in Form eines User Interfaces konzipiert. [PETERSON 1995]

Die bisherigen Überlegungen gehen allerdings nicht ausreichend auf die Bedeutung und das Konzept eines User-Interfaces ein. Aus diesem Grund wurde sein Ansatz für diese Arbeit adaptiert.

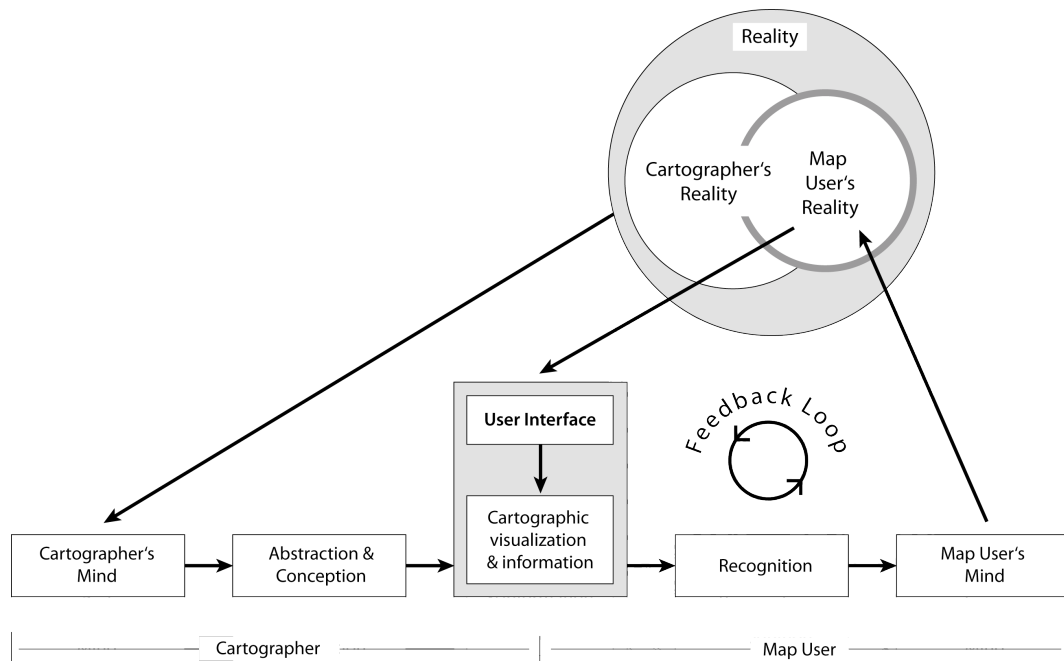


Abbildung 6: Das User-Interface als wichtiger Teil kartographischer Kommunikation
[ergänzt nach PETERSON 1995, S.6]

Der Kartograph führt zunächst einen Abstraktionsprozess durch und konzipiert in diesem Zusammenhang das User-Interface. Die Realisierung ist nicht eine interaktive Karte, sondern ein Konstrukt aus einem User-Interface, über das auf kartographische Darstellungen und Informationen zugegriffen werden kann. Der Nutzer nimmt die Informationen auf, verarbeitet diese und kann mit dem System interagieren. Im Gegensatz zum Modell in Abbildung 5 wird hier verdeutlicht, dass die gesamte Interaktion und Navigation im System über das User-Interface stattfindet. Nur durch eine klare Strukturierung und Visualisierung einer Benutzerschnittstelle können die im System vorhandenen Informationen und Darstellungen zugänglich gemacht werden.

Suzette Miller [MILLER 1999] geht sogar davon aus, dass der Erfolg einer Multimedia Applikation primär durch sein graphisches User-Interface bestimmt wird. In kartographischen Multimedia Applikationen, die dem Nutzer Interaktions- und Navigationsmöglichkeiten bieten, repräsentiert somit ein durchdachtes Interface eine entscheidende Größe im kartographischen Kommunikationsprozess.

Ob der Einsatz von graphischen Variablen im Designprozess die Kommunikation zwischen Kartograph und Kartennutzer verbessern beziehungsweise effizienter gestalten kann, wird in den folgenden Kapiteln der Arbeit näher diskutiert. Das Kommunikationsmodell aus Abbildung 6 dient als Grundlage für die weiteren Überlegungen der wissenschaftlichen Auseinandersetzung.

4 Grundlagen der visuellen Wahrnehmung

In der Einleitung (siehe Kapitel 1) wurde bereits angesprochen, dass der Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit auf den gestalterischen Aspekten einer graphischen Benutzerschnittstelle liegt. Diese repräsentiert eine visuell erfassbare Darstellung, die durch ihre Konzeption und den Einsatz von bestimmten graphischen Variablen Informationen kommuniziert. Dies gleicht im Prinzip der Funktionsweise einer Karte (vgl. Kapitel 3.2).

Die Kartographie ist dabei eine Wissenschaft, die sich seit ihrer Entstehung mit der Visualisierung von georäumlichen Informationen beschäftigt. Karten beziehungsweise kartographische Darstellungen dienen zur Vermittlung von Sachverhalten und müssen vom Kartennutzer in irgendeiner Form wahrgenommen und verarbeitet werden. [HAKE et al. 2002] Doch wie schaut dieser Wahrnehmungs- und Verarbeitungsprozess aus?

Im folgenden Kapitel wird das visuelle System und die aus diesem resultierende visuelle Wahrnehmung des Menschen näher erläutert. Dabei wird sowohl die Reizaufnahme über das Auge als auch die Verarbeitung und Interpretation der wahrgenommenen Reize beschrieben. In diesem Zusammenhang werden die Überlegungen der Gestaltpsychologie in den Grundzügen erklärt. Abschließend wird die Wahrnehmung von Farbe und damit zusammenhängende Faktoren wie Farbmischung, Farbmerkmale, Farbkontrast und Farbharmonie besprochen.

4.1 Die Reizaufnahme - das visuelle System

„Wenn wir unsere Umgebung betrachten, geschieht einmal nichts anderes, als daß Licht auf eine Anordnung von 125 Millionen Rezeptoren in der Netzhaut (der Retina) jedes Auges gebündelt wird“

[HUBEL 1989, S.11]

Das visuelle System besteht aus vier Hauptkomponenten³ und bezeichnet jenen Teil des menschlichen Nervensystems, der die Aufnahme und Verarbeitung von visuellen Reizen beschreibt. [GOLDSTEIN 2002]

³ Die vier Hauptkomponenten [nach GOLDSTEIN 2002]: das Auge, das Corpus geniculatum laterale, der primäre (striäre) visuelle Cortex und der extrastriäre Cortex.

Träger der visuellen Informationen ist das Licht. Licht ist allgegenwärtig und wird entweder von natürlichen oder künstlichen Lichtquellen ausgestrahlt, welche die Energie in Form von elektromagnetischen Wellen an ihre Umgebung abgeben. Die Energie der ausgesandten elektromagnetischen Wellen steht in direktem Zusammenhang mit ihrer Wellenlänge: Je höher die Energie der Welle, desto kürzer ist ihre Wellenlänge. [DITZINGER 2006]

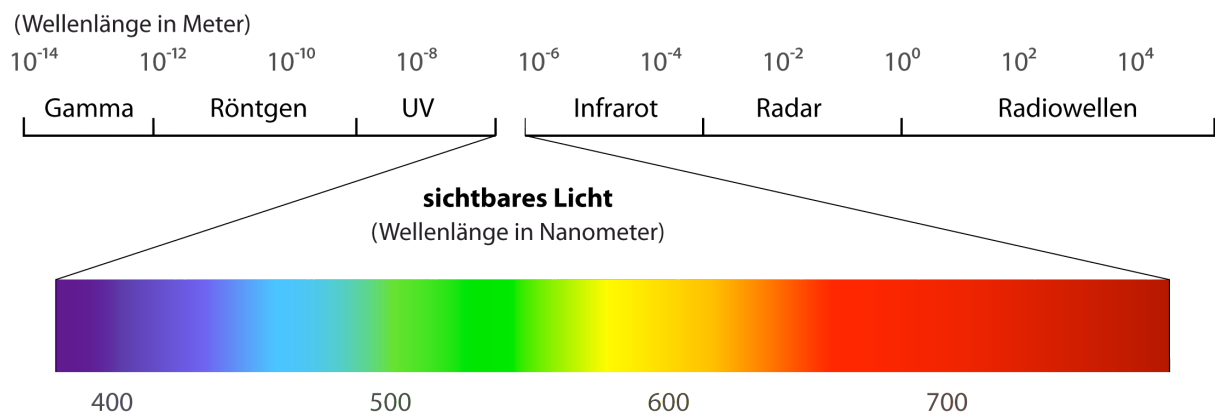


Abbildung 7: Das elektromagnetische Spektrum [ergänzt nach SLOCUM et al. 2005, S.182]

Im elektromagnetischen Spektrum wird die Gesamtheit aller elektromagnetischen Wellen entsprechend ihrer Frequenz abgebildet. Für den Menschen ist der spektrale Bereich des sichtbaren Lichtes, der in etwa von 380 bis 760 Nanometer reicht, wahrnehmbar (siehe Abbildung 7). [SLOCUM et al. 2005]

Das Auge ist jenes Sinnesorgan, mit dem visuelle Reize aufgenommen werden können. Bevor jedoch ein Bild auf der Netzhaut entstehen kann, muss das Licht den optischen Apparat des Auges durchqueren. Dieser besteht aus der Hornhaut, der vorderen Augenkammer und der Linse. Der Linse liegt die Regenbogenhaut (Iris) auf. Sie regelt durch ihre Blendenöffnung, der kreisförmigen Pupille, den Lichteinfall. Sie wird enger, sobald sich die Lichtintensität erhöht und größer, wenn sich diese verringert. Die Scharfstellung der Linse wird durch den Ciliarmuskel geregelt. Unter Anspannung beeinflusst dieser die Form der Linse und erhöht damit ihre Brechkraft, um auf nahe Objekte fokussieren zu können. Bei entfernten Objekten wird durch eine Entspannung der umgekehrte Effekt erzielt und die Linse in ihrer Brechkraft verringert. [DITZINGER 2006]

Tritt nun ein Lichtstrahl in das Auge ein, so wird er derart durch die Elemente des optischen Apparates gebrochen, dass ein auf den Kopf gestelltes verkleinertes

Bild auf der Netzhaut (Retina) abgebildet wird. Diese befindet sich an der hinteren inneren Oberfläche des Auges. [DITZINGER 2006]

Die Netzhaut ist bedeckt mit rund 125 Millionen lichtempfindlichen Rezeptoren, die das auftreffende Licht durch fotochemische Prozesse in elektrische Signale umwandeln. [DIETRICH 1998a]

Man unterscheidet zwei verschiedene Arten von Rezeptoren [SPADA 2006]:

- Die *Stäbchen* repräsentieren den Großteil der Rezeptoren. Sie sind lichtempfindlicher und haben eine geringe Auflösung. Sie ermöglichen das Orientieren in der Nacht durch das Schwarzweißsehen.
- Die *Zapfen* ermöglichen durch ihr höheres Auflösungsvermögen das Wahrnehmen von feinen Details und Farben.

Um den Sehvorgang zu gewährleisten, muss ein ständiger Wiederaufbau der Farbpigmente in den Sehzellen erfolgen, der durch die Produktion von bestimmten Eiweißstoffen ermöglicht wird. Entsteht ein Ungleichgewicht zwischen Zerfall und Wiederaufbau der Farbpigmente, so ermüdet das Auge rasch. Dies ist zum Beispiel beim dauerhaften Betrachten von Internetseiten mit großem Weißanteil der Fall.⁴ Im Gegensatz dazu beansprucht das Lesen eines Buches die Augen in einem geringen Maße, da Licht nur von den weißen Seiten reflektiert wird und es nicht selbst ausstrahlt. [DIETRICH 1998a]

In Form von elektrischen Impulsen wird die Sehinformation von den Stäbchen und Zäpfchen an die Neuronen weitergeleitet. Diese sind in mehreren Schichten hintereinander angeordnet und bewerkstelligen die Aufgabe einer Vorverarbeitung der Bildinformationen. Bei diesem Vorgang werden die wahrgenommenen Informationen auf biologische Relevanz hin gefiltert und in Form von rund 800.000 Reizen zusammengefasst, die schlussendlich von den Ganglienzellen

⁴ Da ein Bildschirm aktiv Licht ausstrahlt, erzeugen große weiße Flächen einen intensiven Reiz auf der Netzhaut, der die Farbpigmente ausbleicht und das Auge ermüdet. [DIETRICH 1998a]

über den Sehnervenstrang an das Sehzentrum im Gehirn weitergeleitet werden. [DITZINGER 2006]

Die Sehnerven der beiden Augen überkreuzen sich dabei in der Hirnmitte, wo ein Teil der Nervenfasern ausgetauscht wird. So gelangen visuelle Reize aus dem linken Gesichtsfeld in die rechte Gehirnhälfte und umgekehrt. Schlussendlich verzweigt sich der Sehnerv in den für die visuellen Reize zuständigen Bereich der Hirnrinde, wo der Reiz weiterverarbeitet wird. [DIETRICH 1998a]

4.2 Die Reizverarbeitung - Das Streben nach guter Gestalt

Im Zuge des Wahrnehmungsprozesses müssen die durch das visuelle System aufgenommenen Informationen und Reize strukturiert und interpretiert werden. Die Aufgabe besteht darin „[...] *physische Zustände in psychische Inhalte zu transformieren.*“ [DIETRICH 1998b, S.18]. Dabei strebt der Mensch nach einer Wahrnehmung, die so einfach wie möglich ist. [GOLDSTEIN et al. 2002]

Um die große Menge an visuellen Reizen verarbeiten zu können, bedarf es Gesetzmäßigkeiten, die eine Strukturierung und Ordnung dieser Informationen ermöglicht. Einen bedeutenden Ansatz dazu bieten die Überlegungen der Gestaltpsychologie zur Bildung von Objekten. Sie beschäftigt sich bereits seit den 1920er Jahren mit der Gruppierung einzelner Bildbestandteile zu Ganzheiten, den sogenannten *Gestalten*. Demnach tendiert die menschliche Wahrnehmung dazu, „[...] *Erscheinungen nach bestimmten Organisationsprinzipien räumlich, zeitlich und raumzeitlich zu ordnen und zu strukturieren.*“ [SCHULZ 1998, S.98]. Der Zusammenschluss von Elementen erfolgt dabei so, dass „[...] *die größte unter den gegebenen Gesamtbedingungen mögliche Ordnung, bzw. die besten (einfachsten, regelmäßigsten, dichtesten, gleichmäßigsten, symmetrischen, glattesten, geschlossensten, untereinander gleichartigsten oder am besten zueinander passendsten usw.) Gestalten* [...]“ [METZGER 1954, S.129] wahrgenommen werden. Die Grundregel der Gestaltpsychologie lautet:

„*Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile.*“ [GOLDSTEIN et al. 2002]

In der folgende Abbildung 8 wird die Darstellung ganz links (a) als die Formen einer Ellipse und eines Rechtecks wahrgenommen (b) und nicht als drei komplexe Elemente, die aneinandergereiht die gleiche Abbildung erzeugen würden (c).



Abbildung 8: Gesetz der Prägnanz [nach DITZINGER 2006, S.14]

Dieses Prinzip der Wahrnehmung beschreibt das zentrale Gesetz der Gestalttheorie und wird als *Gesetz der Prägnanz* oder Prägnanzprinzip bezeichnet. Es lässt sich in weitere Teilregeln, die *Gestaltgesetze*, aufgliedern. [SCHULZ 1998]

Da das Verständnis der *Gestaltgesetze* von Bedeutung für das Design von visuell erfassbaren Darstellungen ist, werden im Folgenden die wichtigsten Gesetzmäßigkeiten, durch welche die Wahrnehmung von Gestalten beeinflusst werden, vorgestellt:

- *Gesetz der Nähe*: Reize oder Bildelemente, die nahe beieinander liegen, werden leichter als zusammengehörig wahrgenommen als Elemente, die weiter auseinander liegen. So wird aufgrund der vertikalen Nähe der Elemente in Abbildung 9a aus einer Punktmatrix eine Ansammlung von Spalten. [DITZINGER 2006]
- *Gesetz der Ähnlichkeit*: Reize oder Bildelemente werden bevorzugt als Gruppe wahrgenommen, wenn sie sich ähnlich sind. Die Gestaltungsmerkmale oder graphischen Variablen der Farbe, Helligkeit, Größe, Orientierung oder Form beeinflussen den Grad der Ähnlichkeit (siehe Abbildung 9b). [DITZINGER 2006]
- *Gesetz der Geschlossenheit*: „Geschlossene Linienzüge vereinigen sich leichter zu einer Gestalt als solche, die keine Fläche umschließen“ [DITZINGER 2006, S.19]. Für die Wahrnehmung einer vollständigen Form reichen einzelne Bildelemente, um deren Ausprägung zu beschreiben (siehe Abbildung 9c). [DITZINGER 2006]
- *Gesetz der guten Fortsetzung*: Reize oder Bildelemente, die auf einer geraden Linie oder in einem leichten Bogen angeordnet sind, werden als Gruppe

wahrgenommen und scheinen zusammengehöriger als Elemente, die nicht auf dieser Linie liegen. [DITZINGER 2006]

In Abbildung 9d werden daher die Buchstaben A und B beziehungsweise C und D als zusammengehörig empfunden. Dieses Phänomen wird in der Literatur auch als Gesetz der Kontinuität [vgl. KONECNY et al. 1991] bezeichnet.

- *Gesetz der Symmetrie:* Reize oder Bildelemente, die symmetrisch sind, werden leichter als zusammengehörige Gruppe oder Gestalt wahrgenommen (siehe Abbildung 9e). [SCHULZ 1998]
- *Gesetz der Erfahrung:* Die Gruppierung von Bildelementen wird unter anderem durch das Vorwissen und die Erfahrung beeinflusst. So bedarf es zur Interpretation der Abbildung 9f der Kenntnis des Alphabets. [DITZINGER 2006]
- *Gesetz des gleichförmigen Zusammenhanges (law of uniform connectedness):* Dieses Gesetz besagt, dass Reize oder Bildelemente, die durch ein gleichförmiges graphisches Grundelement (z.B. Linie, Fläche) miteinander verbunden sind, als eine Gruppe wahrgenommen werden. Man unterscheidet dabei den Ansatz der gemeinsamen Regionen und der verbindenden Linien. Formen, die von einer abgrenzenden Fläche, den sogenannten gemeinsamen Regionen umschlossen werden, werden als eine zusammengehörige Gruppe wahrgenommen (siehe Abbildung 9g). Elemente, die durch Linien verbunden sind, werden ebenfalls als eigenständige Gruppe interpretiert (siehe Abbildung 9g). [LIDWELL et al. 2003]

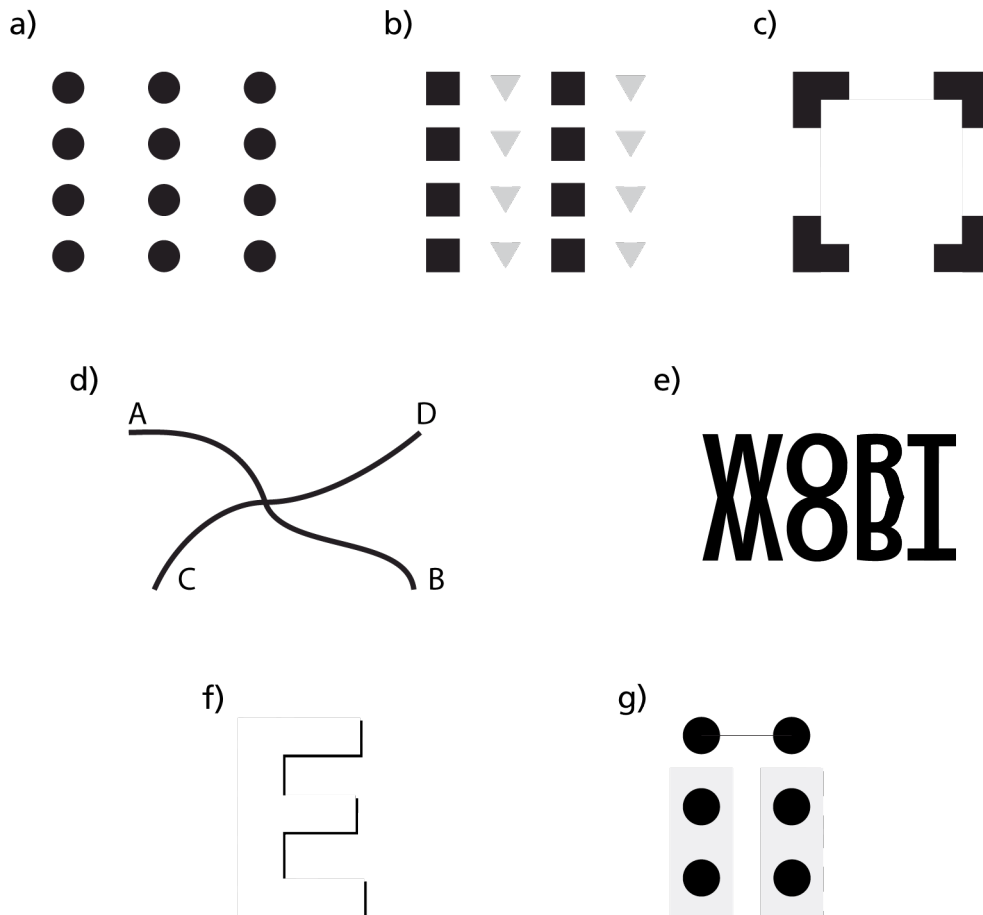


Abbildung 9: Gesetz der Nähe (a), Ähnlichkeit (b), Geschlossenheit (c), guten Fortsetzung (d) Symmetrie (e), Erfahrung (f) und des gleichförmigen Zusammenhanges (g).
[ergänzt nach SPADA 2006, S.58ff und LIDWELL et al. 2003, S.201]

In Zusammenhang mit dem eingangs beschriebenen Prägnanzprinzip (siehe S.33) muss noch das Gliederungsprinzip von Figur und Grund der menschlichen Wahrnehmung beschrieben werden. Um eine harmonische Darstellung zu erhalten, gliedern wir das Gesehene immer in Vorder- und Hintergrund. Dabei scheint es so, als ob die Figur eine klar definierte Gestalt annimmt, die graphisch hervortritt und sich von einem undefinierten Grund abhebt. [GOLDSTEIN 2002]

Bei einer unklaren Abgrenzung kann die Wahrnehmung zwischen Figur und Grund spontan wechseln. In der folgenden Abbildung 10 kann je nach Bestimmung von Figur und Grund ein Becher oder zwei sich betrachtende Gesichter wahrgenommen werden.

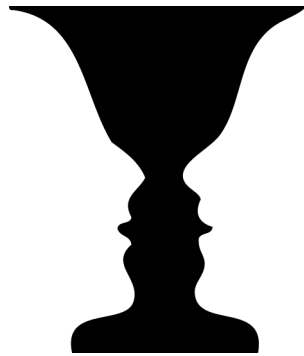


Abbildung 10: Rubin-Kelch [nach DITZINGER 2006, S.69]

Das Verständnis der Prinzipien der Gestaltpsychologie ist entscheidend für eine effiziente visuelle Kommunikation von Informationen. Im Bereich des Graphikdesigns nimmt deren Kenntnis und Anwendung eine bedeutende Rolle ein.

Um den Zugang zu kartographischen Multimedia-Applikationen zu verbessern, müssen in die visuelle Gestaltung von Elementen des User-Interfaces und deren Anordnung die Überlegungen zur Bildung von *guten Gestalten* einfließen. In Kapitel 6 der Arbeit wird auf den möglichen Anwendungsbereich dieser Prinzipien eingegangen.

4.3 Die Wahrnehmung von Farbe

„In a physical sense, there really is no such thing as color, just light waves of different wavelengths.“ [STONE et al. 2006, S.8]

Im einleitenden Kapitel 4.1 wurde erläutert, dass der Mensch lediglich einen Teilbereich des elektromagnetischen Spektrums visuell erfassen kann. Der Sinnesindruck von Farbe beruht auf der Wahrnehmung unterschiedlicher Wellenlängen und den Eigenschaften des menschlichen Sehsystems. Ein reifer Apfel erweckt beispielsweise eine rote Farbempfindung, weil er den langwelligen Bereich (Rot) des Spektrums reflektiert und den kurzwelligen Bereich (Blau) absorbiert. Die Differenzierung von Farben wird im Zuge der Reizaufnahme durch die im Auge auf der Netzhaut liegenden Zapfen ermöglicht (vgl. S.31). [HUBEL 1989, S.168]

In der Wahrnehmungspsychologie [vgl. GOLDSTEIN 2002] werden zwei zentrale Theorien zur Erklärung des Farbensehens unterschieden: die Dreifarbentheorie und die Gegenfarbentheorie.

Die von Young und Helmholtz⁵ entwickelte Dreifarbentheorie (Young-Helmholtz-Theorie) beruht auf der Annahme, dass das Auge drei verschiedene Zapfentypen besitzt. Diese haben unterschiedliche Empfindlichkeitsbereiche, die den Grundfarben Rot, Grün und Blau(violett) des visuellen Spektrums entsprechen.⁶ [BROCKHAUS 2003a]

Die Farbwahrnehmung ist somit eine Funktion der relativen Stimulierung der drei Zapfentypen. Alle Farbqualitäten können durch eine Mischung der primären Spektralfarben abgebildet werden. Eine rote Fläche stimuliert beispielsweise die für den langwelligen Bereich (Rot) empfindlichen Zapfen und vermittelt einen roten Farbeindruck. Die Farbe Gelb ist demnach ein gleichmäßiger Reiz der langwelligen (Rot) und mittelwelligen (Grün) Zapfen, die in Kombination eine gelbe Farbempfindung erzeugen. [SLOCUM et al. 2005]

Zeitgleich mit der Dreifarbentheorie wurde die Gegenfarbentheorie von E. Hering entwickelt. Im Gegensatz zur Young-Helmholtz-Theorie orientiert sich dessen Konzept am menschlichen Farbempfinden. Demnach unterscheidet man die vier physiologischen Primärfarben Blau, Gelb, Grün und Rot. Diese werden als Gegenfarbpaare Rot-Grün und Blau-Gelb angeordnet. Als Grundannahme der Gegenfarbentheorie gilt, dass aufgrund des menschlichen Farbempfindens keine Mischung von Rot und Grün beziehungsweise Blau und Gelb wahrgenommen werden kann. Vielmehr ergeben sich alle Farbqualitäten durch die Mischung der Elemente unterschiedlicher Gegenfarbpaare (Rot-Blau, Rot-Gelb, Grün-Blau, Grün-Gelb). Zur Erfassung der Helligkeit wurde als drittes Paar Schwarz-Weiß gegenübergestellt. Neurophysiologische Untersuchungen haben mittlerweile bestätigt, dass es trotz eines fehlenden Zapfentypus, der den Spektralbereich des gelben Farbeindrucks abdeckt, tatsächlich vier grundlegende Farbempfindungen gibt. [WELSCH 2007]

⁵ Thomas Young stellte die zugrundeliegende Hypothese der Dreifarbentheorie im Jahr 1801 auf. Hermann von Helmholtz nahm dessen Überlegungen auf und baute sie zu einer umfassenden Theorie aus. [HUBEL 1989]

⁶ Die Annahme, dass es drei für die Spektralbereiche empfindlichen Zapfentypen gibt, ist mittlerweile unumstritten und wissenschaftlich anerkannt. [KÜPPERS 2005]

Obwohl die vorgestellten Farbtheorien im ersten Moment gegenläufig erscheinen, weiß man heute, dass beide als Erklärungsmodell für die Wahrnehmung von Farbe herangezogen werden können. Die Dreifarbentheorie liegt richtig mit der Annahme, dass sich die Farbwahrnehmung aus den Erregungsvorgängen der drei unterschiedlichen Zapfentypen (Rot, Grün, Blau) auf der Netzhaut zusammensetzt. Die Weiterverarbeitung zu Farbempfindungen entspricht jedoch der Gegenfarbentheorie und der diesen zugrundeliegenden neuronalen Prozessen. [WELSCH 2007]

Die Auseinandersetzung mit Farbe und deren Wahrnehmung ist für die spätere Anwendung im praktischen Teil der Arbeit (siehe Kapitel 7) äußerst wichtig. Um jedoch Farbe als gestaltendes Element in visuellen Ausdrucksformen durchdacht anzuwenden, ist es erforderlich sich noch mit weiteren Teilaspekten der Farbtheorie zu beschäftigen. Die Gesetze der Farbmischung, die Farbmerkmale und das Zusammenspiel von Farben (Farbkontrast, Farbharmonie) werden in den folgenden Unterkapiteln besprochen.

4.3.1 Farbmischung

Die Mischung von Farben geht von einer begrenzten Zahl an Grundfarben (Primärfarben) aus, mit deren Hilfe alle Farbeindrücke des sichtbaren Lichts visualisiert werden können. Dieser Vorgang unterliegt bestimmten Gesetzmäßigkeiten und ist von der Beschaffenheit der Farbe direkt abhängig. Man unterscheidet in diesem Zusammenhang farbiges Licht (Lichtfarbe) und Farbstoffsubstanzen oder Farbstoffe (Körperfarben). [KÜPPERS 2005]

Das Farbmischen beabsichtigt „[...] den Farbreiz so zu modulieren, zu manipulieren, dass beim Betrachter die gewünschte Farbempfindung entsteht.“ [KÜPPERS 2005, S.90]

Es werden im Wesentlichen zwei Hauptformen differenziert [vgl. STONE et al. 2006]: die additive beziehungsweise die subtraktive Farbmischung.

Die additive Farbmischung arbeitet mit den drei Farblichtern Rot, Grün und Blau (RGB). Sie entsprechen den Zapfentypen der menschlichen Netzhaut und bilden die Primärfarben. Zur Ausfüllung der Differenzwerte muss die Basisfarbe Schwarz

vorhanden sein. Durch die Mischung zweier Primärfarben entstehen neue Farbtöne – die Sekundärfarben Cyan, Yellow und Magenta. Die Addition aller drei Primärfarben erzeugt die Tertiärfarbe Weiß. [KÜPPERS 2005]

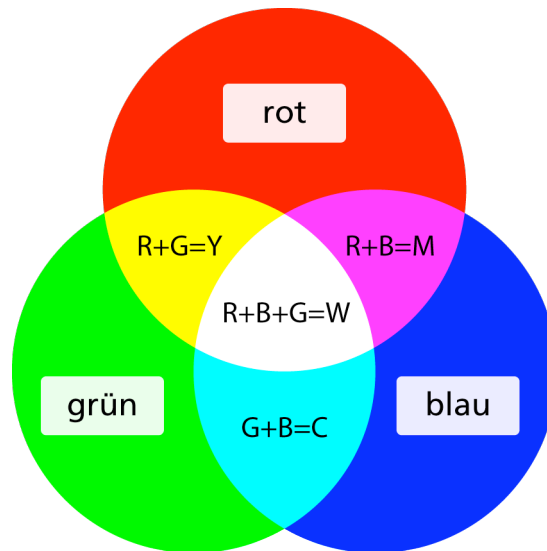


Abbildung 11: Additive Farbmischung

Durch die Variation der Intensitäten können alle dazwischen liegenden Farben entstehen. Die Bezeichnung als additive Farbmischung ist darauf zurückzuführen, dass ausgehend von Schwarz (keine Strahlungsenergie) die Intensität der Farben bis zum Maximalwert Weiß (reine Strahlungsenergie) addiert werden. [KÜPPERS 2005]

Entsprechend diesem Prinzip funktioniert die Farbdarstellung bei Computerbildschirmen oder Fernsehapparaten. Die additive Farbmischung bildet die Grundlage für das aus der Computergraphik bekannte RGB-Farbmodell. [STONE et al. 2006]

Die subtraktive Farbmischung beschreibt die Farbempfindung, die durch die Mischung von Farbsubstanzen (Körperfarben) hervorgerufen wird. Jede Farbsubstanz hat unterschiedliche physikalische Eigenschaften, durch die ein bestimmter Anteil des farbigen Lichtes absorbiert beziehungsweise reflektiert wird und somit die Farbe des Lichtes verändert. Da im Gegensatz zur additiven Farbmischung die Lichtfarbe reduziert wird, spricht man in diesem Fall von subtraktiver Farbmischung. [STONE et al. 2006]

Eine anerkannte Zusammenstellung von Grundfarben für die subtraktive Farbmischung ist das CMY-System oder CMYK-Modell, das im Printbereich von großer

Bedeutung ist. [STONE et al. 2006] Als Primärfarben dienen Cyan, Magenta und Yellow. Die Mischung zweier Primärfarben ergeben die Sekundärfarben Rot, Grün und Blau. Die Ergänzung der drei Grundfarben ergibt die Tertiärfarbe Schwarz (völlige Absorption des farbigen Lichts). Die Basisfarbe Weiß füllt die Differenzwerte aus (z.B. weiße Papieroberfläche). [KÜPPERS 2005]

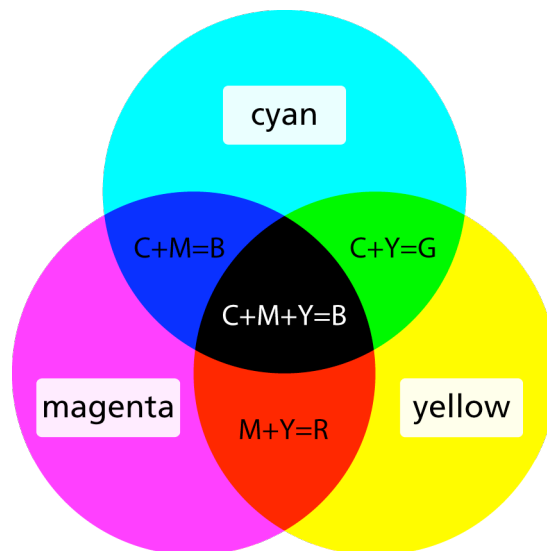


Abbildung 12: Subtraktive Farbmischung

Das RGB und CMY-System stehen demnach komplementär zueinander. Die Mischung zweier Primärfarben eines Farbsystems erzeugt die Sekundärfarben des jeweils anderen Systems. Beide Systeme zählen zur Gruppe der hardwareorientierten Farbmodelle, da sie die Charakteristik der Ausgabegeräte berücksichtigen. [RIEDL 2008]

4.3.2 Farbmerkmale

Unabhängig von den Gesetzen der Farbmischung kann jede Farbe anhand von grundlegenden Merkmalen gemessen und beschrieben werden. Man differenziert in diesem Zusammenhang objektive und subjektive Farbmerkmale. Die objektiven Farbmerkmale unterscheiden die dominante Wellenlänge, Reinheit und Luminanz einer Farbe. Die subjektiv empfundenen Farbmerkmale umfassen den Farbton, die Sättigung und die Helligkeit einer Farbe. [STONE et al. 2006] Da die Parameter der subjektiven Farbempfindung für die vorliegende Arbeit von Bedeutung sind, werden sie detaillierter beschrieben.

Der Farbton (hue) hängt von den dominierenden Wellenlängenbereichen des farbigen Lichtes ab und entspricht einem bestimmten Abschnitt der spektralen Farb-

reihe, eines Farbtonkreises beziehungsweise Farbkörpers. [BOLLMANN et al. 2002]

Im Allgemeinen verstehen wir unter einem Farbton (Buntton) die Bezeichnung für reine Farben wie etwa rot, grün oder blau oder deren Sekundärfarben Cyan, Magenta und Yellow. [STONE et al. 2006]

Der Farbton repräsentiert somit die einzigartigen Entitäten des jeweiligen Farbspektrums und ermöglicht deren Differenzierung. [HOLZSCHLAG 2001]

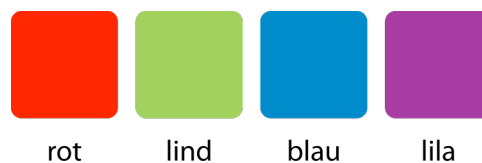


Abbildung 13: Variation des Farbtons

Die Sättigung (saturation) beschreibt die Intensität oder spektrale Reinheit einer Farbe und entspricht dem Grad der Beimischung von Schwarz und/oder Weiß. Demnach werden reine, intensive Farben als gesättigt, Pastellfarben als Farben mit geringer Sättigung und ungesättigte Farben als unbunt (Schwarz, Grau, Weiß) bezeichnet. [BOLLMANN et al. 2002]

Die Sättigung ist eine Kennzahl für die Intensität einer Farbe. [STONE et al. 2006]

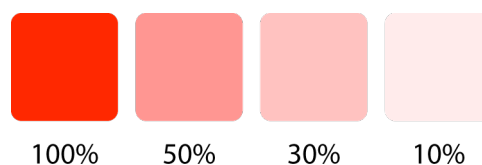


Abbildung 14: Variation der Farbsättigung

Die Helligkeit (brightness) einer Farbe wird durch die Eigenhelligkeit⁷ des Farbtons und von ihrer Sättigung bestimmt und entspricht der Gesamtenergie des auf das Auge auftreffenden Lichtreizes. Sie beschreibt die relative Helligkeit oder Dunkelheit (z.B. hellblau – dunkelblau), die Brillanz einer Farbe. Die Helligkeit eines Farbtons kann durch einen als gleich hell empfundenen Grauton der Grauskala dargestellt werden (Tonwert). [BOLLMANN et al. 2002]

⁷ Arnberger bezeichnet diese Eigenschaft als „Farbgewicht“ [ARNBERGER 1977, S.62f].

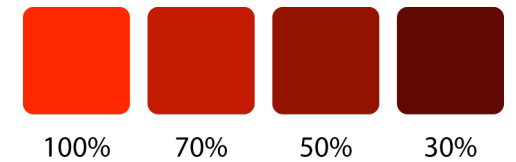


Abbildung 15: Variation der Farbhelligkeit

Die subjektiven Farbmerkmale oder Eigenschaften finden sich in der Systematik von wahrnehmungsorientierten Farbmodellen (z.B. HSV- und HLS-Modell) wieder. Diese sind für den Anwender aufgrund der intuitiveren Farbwahl leichter nutzbar. [STONE et al. 2006]

4.3.3 Das Zusammenspiel von Farben

Die Auseinandersetzung mit den Wechselbeziehungen der Farben untereinander ist wesentlich, um Informationen ästhetisch aufzubereiten und vermitteln zu können. In visuellen Darstellungen wie Karten oder graphischen Benutzerschnittstellen stehen Farben zumeist nicht für sich alleine, sondern ergeben erst in ihrem Zusammenspiel einen mehr oder weniger harmonischen Gesamteindruck. Im Folgenden werden elementare Farbkontraste und Farbharmonien vorgestellt, die im Gestaltungsprozess berücksichtigt werden sollten.

Ein hervorragendes Hilfsmittel, um die Beziehung der Farben untereinander besser nachzuvollziehen ist der Farbkreis. Ursprünglich ordnete Sir Isaac Newton die bunten Spektralfarben kreisförmig an und entwickelte somit eines der ersten *geschlossenen* Farbsysteme. [ITTEN 2006] Farbkreise können aus wenigen oder sehr komplexen Anordnungen von Farbvariationen bestehen und je nach Zusammenstellung unterschiedlichen Ansprüchen gerecht werden (z.B. physikalische Farbwirklichkeit oder künstlerische Farbwirkung). [STONE et al. 2006]

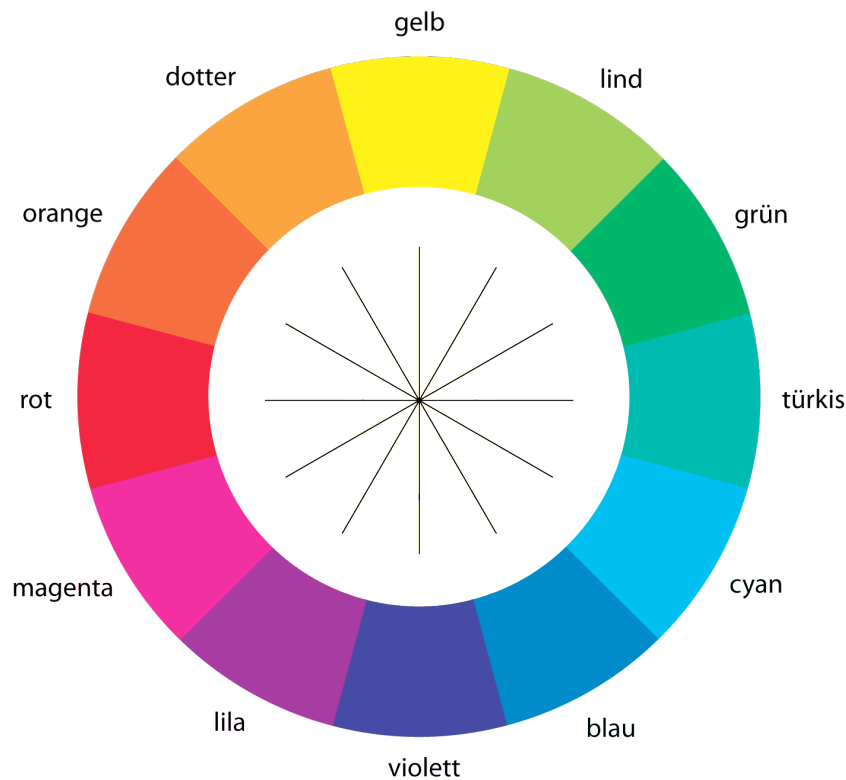


Abbildung 16: Farbkreis nach Küppers [nach LIEDL 1994, S.123]

Für die weiteren Überlegungen in der vorliegenden Diplomarbeit dient ein zwölf-teiliger Farbkreis (siehe Abbildung 16), dessen Farbtöne entsprechend der Harmonielehre nach [KÜPPERS 2000] benannt wurden, als Grundlage.

4.3.3.1 Farbkontraste

„Von Kontrast spricht man dann, wenn zwischen zwei zu vergleichenden Farbwirkungen deutliche Unterschiede oder Intervalle festzustellen sind.“ [ITTEN 1987, S.33]

Die Auseinandersetzung mit der Kontrastwirkung von Farben hat bereits eine Vielzahl von Experten [vgl. ITTEN 1987, KÜPPERS 2005, LIEDL 1994] beschäftigt. Es gibt demnach unterschiedliche Theorien, um Kontrastarten zu differenzieren. Gemeinsam haben sie das Verständnis, dass Farben vom umgebenden Raum und den angrenzenden Farben abhängig sind und in ihrer Wirkung geschwächt oder gestärkt werden können. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit werden nun sieben Farbkontraste differenziert:

- Der *Komplementärkontrast* (Abbildung 17a) ergibt sich durch die Kombination von Farben, die im Farbkreis gegenüber angeordnet sind. Es gibt zu je-

der Farbe nur ein Gegenüber, das als komplementär gilt. Diese Farbenpaare „[...] steigern sich zu höchster Leuchtkraft und vernichten sich in der Mischung zu Grau [...]“ [ITTEN 1987, S.49]. [ITTEN 1987]

- Der *Simultankontrast* (Abbildung 17b) beschreibt die Erscheinung, dass unser Auge bei der Wahrnehmung einer Farbe gleichzeitig nach dem Gegenstück, der Komplementärfarbe verlangt. Durch diesen Vorgang verändern sich benachbarte Flächen in ihrer Farbwirkung scheinbar gegenseitig. [ITTEN 1987]
- Der *Hell-Dunkel Kontrast* (Abbildung 17c) beschreibt den Gegensatz, der durch die Anwendung von Flächen mit unterschiedlicher Helligkeit (hell-dunkel) entsteht. Sowohl bei unbunten (Schwarz, Grau, Weiß) als auch bei bunten Farben tritt der Effekt auf. [ITTEN 1987] Im Farbkreis liegt der hellste Farbton (Gelb) und der dunkelste Farbton (Violett) gegenüber. [LIEDL 1994]
- Der *Kalt-Warm Kontrast* (Abbildung 17d) beschreibt eine subjektive Farbempfindung. Demnach können Farben als warm beziehungsweise kalt wahrgenommen werden.⁸ [ITTEN 1987] Die Farben Rot und Türkis bilden die Pole des Kalt-Warm Kontrasts. Als warm werden demnach Farben wie orange oder Gelb, als kalt Blau oder Violett wahrgenommen. [LIEDL 1994]
- Der *Bunt-Unbunt Kontrast* (Abbildung 17e) „[...] ist eine Gegenüberstellung von zwei Farben, welche einen verschiedenen Buntheitsgrad haben.“ [LIEDL 1994, S.39]. Demnach ergibt die Kombination von unbunten (Tertiärfarbe) mit bunten Farben (Primär-, Sekundärfarbe) die gewünschte Kontrastwirkung. Am stärksten ist dieser, „[...] wenn eine sehr bunte Farbe einer sehr unbunten Farbe gegenübergestellt wird.“ [LIEDL 1994, S.39].
- Die Farbqualität beschreibt den Reinheits- und Sättigungsgrad einer Farbe. Der *Qualitätskontrast* (Abbildung 17f) bezeichnet den Gegensatz, der zwi-

⁸ Eine Anwendung dieses Effekts findet sich in Wetterkarten für die Darstellung von Temperaturen: rot-heiß, blau-kalt.

schen gesättigten, leuchtenden und stumpfen, getrübbten Farben entsteht. [ITTEN 1987]

- Der *Quantitätskontrast* (Abbildung 17g) oder Mengenkontrast entsteht durch die Gegenüberstellung von unterschiedlich großen und verschieden eingefärbten Flächen. In einem bestimmten Größenverhältnis zueinander kann eine harmonische, gleichwertige Farbempfindung erzielt werden. [ITTEN 1987]

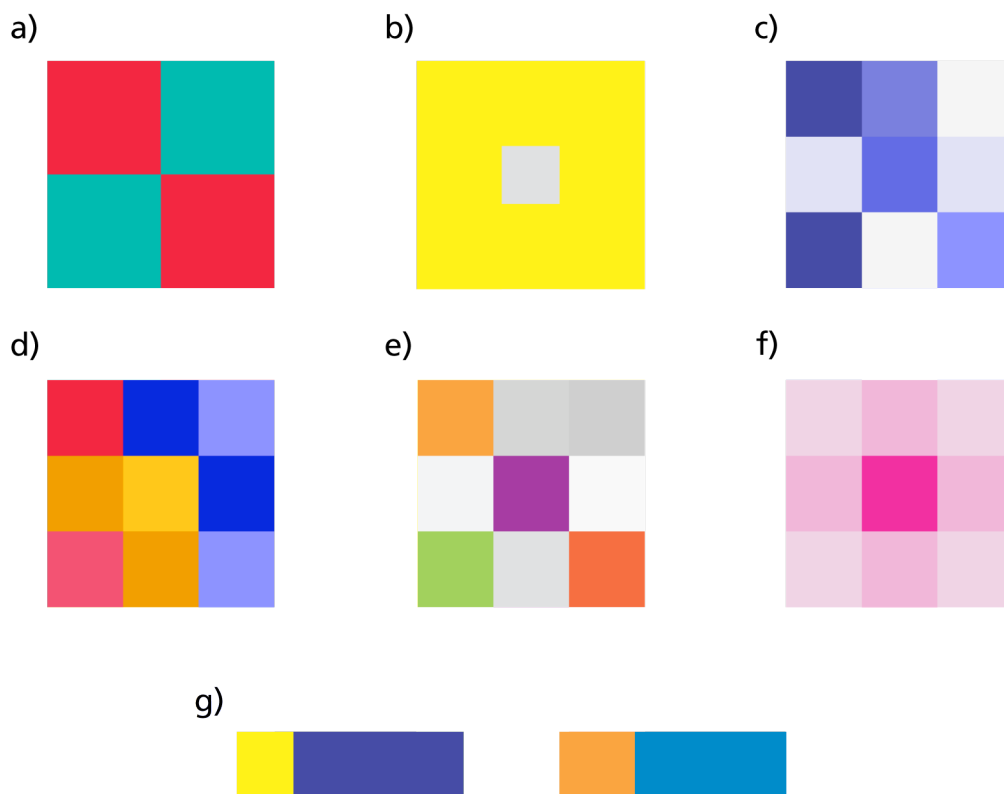


Abbildung 17: Farbkontraste: Komplementärkontrast (a), Simultankontrast (b), Hell-Dunkel Kontrast (c), Kalt-Warm Kontrast (d), Bunt-Unbunt Kontrast (e), Qualitätskontrast (f), Quantitätskontrast (g). [nach ITTEN 1987, S.35ff]

4.3.3.2 **Farbharmonien**

„Wer von Harmonie der Farben spricht, beurteilt damit das Zusammenwirken von zwei oder mehreren Farben.“ [ITTEN 1987, S.19]

Farbzusammenstellungen werden als harmonisch empfunden, wenn sie dem Mechanismus des Sehorgans entsprechen und als Folge den Sehsinn in eine angenehme Reaktionssituation versetzen. Dieser optimale Reiz vermittelt dem Betrachter das Gefühl von Harmonie. Nimmt das Sehorgan einen zu geringen Reiz

wahr, dann wirkt eine Darstellung als fahl und reizlos. Ein zu starker Reiz hingegen überfordert die Wahrnehmungsfähigkeit und man wendet den Blick ab. Die Abbildung wird dann als disharmonisch und unausgeglichen empfunden. [KÜPPERS 2000]

Harmonie muss daher vielmehr als Gleichgewicht und Symmetrie der Kräfte verstanden werden. [ITTEN 1987] Die Balance des Farbensembles wird durch Übereinstimmungen und Gegensätze zwischen den Farben bestimmt. Bevor man sich jedoch mit Farbharmonien auseinandersetzt, ist zu berücksichtigen, dass der Farbgeschmack beziehungsweise die Farbempfindung von Faktoren wie etwa Alter, Geschlecht, Gesundheitszustand, Klimazone, Kulturkreis etc. beeinflusst wird. [KÜPPERS 2000, S.31f]

In Kapitel 4.3.3 wurde der Farbkreis als eine mögliche Form, um Beziehungen zwischen Farben besser nachvollziehen zu können, erläutert. Durch die systematische Kombination der Farbtöne entstehen harmonische Farbakkorde, die auf unterschiedliche Weise konstruiert werden können. [ITTEN 2006, S.38]

Eine mögliche Systematik für die Zusammenstellung von Farbharmonien repräsentieren die Überlegungen von [LIEDL 1994]. Gleichwertige Farbkombinationen werden folglich durch den Einsatz von Winkelharmonien, Auffächerung und Farb-reihen erzielt. [LIEDL 1994]

Winkelharmonien beschreiben eine regelhafte Zusammenstellung von ausgewogenen Farbkombinationen und werden durch die Anwendung von Winkelkontrasten⁹ konstruiert. Die einfachste Form der Winkelharmonie (Zweier-Harmonie) ergibt den Komplementärkontrast (vgl. S.43f). Die Farben liegen im Farbkreis gegenüber und spannen einen Winkel von 180° Grad auf. Weitere Winkelharmonien werden aufgrund der beteiligten Farben als Dreier-, Vierer-, Fünfer- und Sechserharmonien bezeichnet. [LIEDL 1994]

⁹ Winkelkontraste beschreiben den Winkelabstand, der zwischen zwei Farben im Farbkreis liegt. [LIEDL 1994]

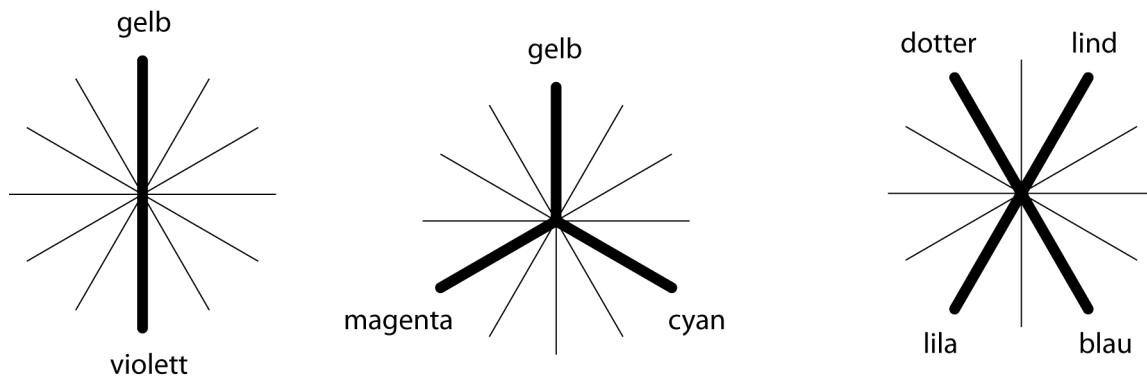


Abbildung 18: Beispiele für Zweier-, Dreier- und Viererharmonien [nach LIEDL 1994, S.47ff]

Die wichtigsten und am häufigsten angewandten Formen der Dreier- und Viererharmonien werden in der englischsprachigen Literatur [vgl. STONE et al. 2006] als *split-complementary*, *triadic* oder *double complementary* bezeichnet.

Die Konstruktion der Winkelharmonien wird durch eine ausgewogene Verteilung der zugehörigen Farbfamilien am Farbkreis erzielt und ergeben „[...] ein geschlossenes Ganzes, welches nach außen hin neutral ist.“ [LIEDL 1994, S.46]. Die Farben innerhalb einer Winkelharmonie ergänzen und bedingen einander. [LIEDL 1994]

Die Auffächerung des Komplementärkontrasts ist ein Stilmittel der Winkelharmonie zur Konstruktion von harmonischen Farbzusammenstellungen. Dabei unterscheidet man die einseitige oder beidseitige Auffächerung. Auf diese Weise kann der oft als trivial empfundene Komplementärkontrast bereichert werden. [LIEDL 1994]

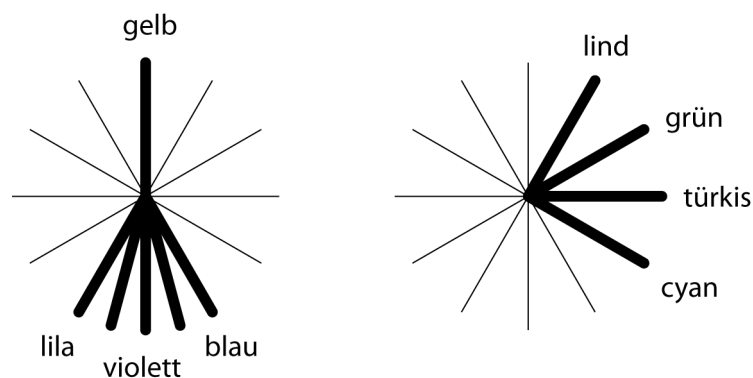


Abbildung 19: Auffächerung von Winkelharmonien und Farbreihen [nach LIEDL 1994, S.60ff]

Neben den Winkelharmonien können durch die Bildung von systematischen Farbreihen ansprechende Farbkombinationen gebildet werden. Farbreihen werden

durch die Kombination von aneinander grenzenden Farbfamilien gebildet. Die Ähnlichkeit der Farben lässt diese harmonisch wirken. [LIEDL 1994]

Die im vorangegangenen Abschnitt vorgestellten Regeln zur Bildung von Farbharmenien sind als Hilfsmittel zur Erstellung von gelungenen Farbkombinationen zu verstehen. In einigen Fällen kann durch ein Abweichen von den Normen eine Bereicherung des Informationsgehalts erreicht werden. Josef Albers meint in seinem Werk „Interaction of Color“ [ALBERS 2006] dazu:

„Good painting, good coloring, is comparable to good cooking. Even a good cooking recipe demands tasting and repeated tasting while it is being followed. And the best tasting still depends on a cook with taste.“ [ALBERS 2006, S.42]

Aufbauend auf die erläuterten Grundlagen der Farbmerkmale und den die Farbwirkung beeinflussenden Faktoren sollen im praktischen Teil der Arbeit (siehe Kapitel 7) die graphischen Variablen der Farbe als tragende Gestaltungsmerkmale im Interfacedesign verwendet werden.

5 Das graphische Zeichensystem

Das User-Interface gleicht in seinem Aufbau und seiner Konstruktion einer bildhaften Darstellung. So wie jede visuell erfassbare Darstellung (z.B. Karte, Gemälde) besteht es aus einer Vielzahl von graphischen Grundelementen und daraus zusammengesetzten höherrangigen Zeichen. In ihrer Kombination erzeugen diese ein graphisches Gefüge, welches durch die Variation von graphischen Variablen gestaltet wird.

Die unterschiedlichen Komponenten erzeugen eine visuelle Einheit und werden in einem graphischen Zeichensystem zusammengefasst.

„Ein solches Zeichensystem umfasst die Merkmale und Regeln aller graphischen Darstellungen ...“ [HAKE et al. 2002, S.106]

Bevor demnach auf das Konzept der graphischen Variablen eingegangen werden kann, müssen grundlegende Aspekte des im Rahmen dieser Diplomarbeit verwendeten graphischen Zeichensystems ausformuliert und definiert werden. Der dreistufige Aufbau des Zeichensystems orientiert sich in den Grundzügen an den Überlegungen zur Kartengraphik nach [HAKE et al. 2002].

Im folgenden Abschnitt werden zunächst die graphischen Grundelemente, deren Verschmelzung zu höheren Gebilden (Zeichen) und das daraus resultierende graphische Gefüge erläutert. Darauf aufbauend wird eine Zusammenstellung von graphischen Variablen für den Einsatz im User-Interfacedesign diskutiert.

5.1 Graphische Grundelemente (Primitiva)

Die graphischen Grundelemente oder Primitiva repräsentieren die Bausteine und Grundlagen von visuell wahrnehmbaren Darstellungen. Aufgrund ihrer geometrischen Ausprägung werden Punkt, Linie und Fläche unterschieden. [HAKE et al. 2002]

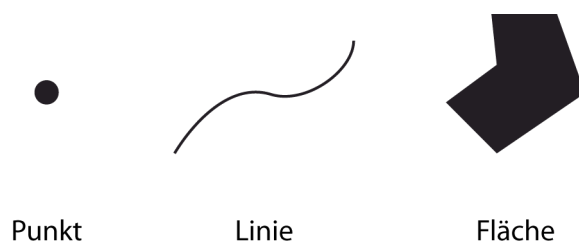


Abbildung 20: Graphische Primitiva

5.1.1 Punkt

Der Punkt stellt die kleinste graphische Einheit und gleichzeitig die minimalste Fläche, um ihn graphisch erfass- und wahrnehmbar zu machen, dar. Solange seine Größe relativ gering bleibt und die Form nicht differenzierbar ist, wird er jedoch als Punkt bezeichnet. [LEWANDOWSKY et al. 2002]

„Ein Punkt ist eine Stelle der Ebene ohne Länge und ohne Flächeninhalt.“ [BERTIN 1974, S.52]

Er steht für „[...] alles und nichts, Anfang und Ende ... Zentrum, Ausgangspunkt und Endpunkt.“ [LEWANDOWSKY et al. 2002, S.12]. Der Punkt hat immer eine Position. [BERTIN 1974]

5.1.2 Linie

Die Linie entsteht durch die Anordnung und Aneinanderreihung von Punkten in einem gleichmäßigen Abstand zueinander. Das heißt, sobald man zwei Punkte auf einer Waagrechte in nicht allzu großer Entfernung platziert, wird zur Vervollständigung der Darstellung im Unterbewusstsein des Menschen eine imaginäre Verbindungslinie gezogen. [LEWANDOWSKY et al. 2002]

„Eine Linie ist eine Stelle der Ebene mit einer messbaren Länge, aber ohne Flächeninhalt.“ [BERTIN S. 52]

Durch den Einsatz von Linien in graphischen Darstellungen kann der Blick des Anwenders geleitet und geführt werden. [BOLES 1998] Neben der Position wird durch die Linie auch eine Richtung visualisiert. [BERTIN 1974]

5.1.3 Fläche

Eine Fläche wird in der Ebene von Linien begrenzt und umfasst mehr oder weniger komplexe Gebilde mit Flächeninhalt wie beispielsweise Dreieck, Quadrat oder Polygon.

„Eine Fläche ist ein Teil der Ebene mit messbarem Flächeninhalt.“
[BERTIN 1974, S.52]

Im Gegensatz zur Linie bremst eine Fläche den Blick des Beobachters und bietet Ruhepunkte und optischen Halt in visuellen Darstellungen. [BOLES 1998]

Durch die Fläche wird eine Ausdehnung, Position und Richtung visualisiert. [BERTIN 1974]

5.2 Zusammengesetzte Zeichen (Objekte)

Durch das Zusammenfügen und Kombinieren von graphischen Grundelementen werden Zeichen und Objekte höherer Ordnung gebildet. In der Kartographie werden diese als zusammengesetzte Zeichen, wie es beispielsweise Signaturen, Diagramme, Halbtöne und die Schrift repräsentieren, bezeichnet. Die graphischen Grundelemente und zusammengesetzten Zeichen können unter dem Begriff der *kartographischen Gestaltungsmittel* zusammengefasst werden. [HAKE et al. 2002]

Ein graphisches User-Interface besteht wie jede visuell erfassbare Darstellung ebenfalls aus diesen Grundbausteinen. Die zusammengesetzten Zeichen einer Benutzeroberfläche können unter anderem Symbole (Icons) oder Text repräsentieren.

CLOSE



Text

Symbol

Abbildung 21: Beispiele für zusammengesetzte Zeichen eines graphischen User-Interfaces

5.3 Graphisches Gefüge

Das graphische Gefüge beschreibt die Kombination von Elementen und Zeichen in einer Darstellung (z.B. Karte, User-Interface). Es vermittelt den Gesamteindruck und das Konstrukt von visuell erfassbaren Abbildungen. [HAKE et al. 2002]

„Dem graphischen Gefüge, das in wesentlichem Maße den Gesamteindruck der Karte bestimmt, entspricht etwa der Satz der Sprache mit seiner Aussage.“ [HAKE et al. 2002, S.90]

Der bislang diskutierte dreistufige Aufbau des Zeichensystems (Elemente, Zeichen, Gefüge) beschreibt jedoch die graphischen Ausdrucksmöglichkeiten noch nicht hinreichend. [HAKE et al. 2002]

Um ein effizientes und visuell ansprechendes Design von graphischen Darstellungen zu erzielen, bedarf es Variablen, deren Einsatz eine Differenzierung und Gestaltung des graphischen Gefüges mit seinen Elementen und Zeichen ermöglicht. Die Auseinandersetzung mit diesen graphischen Variablen ist ein Forschungsbe- reich, der für die Kartographie von elementarer Bedeutung ist. Erst durch deren Gebrauch können visuelle Elemente und Objekte in ihrer Qualität und Quantität differenziert und somit Information kommuniziert werden. [HUBER et al. 2007]

Welche Variablen für die Gestaltung einer funktionalen und optisch ansprechen- den graphischen Benutzeroberfläche geeignet sind, soll im folgenden Abschnitt der Arbeit diskutiert werden.

5.4 Graphische Variablen – die Variation der Zeichen

Die Systematisierung und Gliederung von graphischen Variablen ist Gegenstand der wissenschaftlichen Forschung und wurde bereits von einer Vielzahl an Exper- ten untersucht. Die zentralen Grundlagen für die Konzeption eines Variablensets, das für den Gebrauch im User-Interfacedesign geeignet ist, sind die anerkannten Semiologien von [BERTIN 1974, MACEACHRAN 1995 und ROBINSON et al. 1995].

Bertin hat an den Anfang seiner „Graphischen Semiologie“ [BERTIN 1974] eine Gliederung der Variablen in Orts- und Farb-Muster-Variablen gestellt.

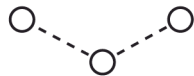
Ortsvariablen x-,y-Dimension		Position
Farb-Muster- Variablen		Größe
		Form
		Richtung
		Farbe
		Tonwert
		Textur

Abbildung 22: Graphische Variablen [nach BERTIN 1974, S.51]

Die Ortsvariablen repräsentieren die beiden Dimensionen der Ebene (x-, y-Koordinaten) und bestimmen die Position und Lage der visuell erfassbaren *Flecken*¹⁰. [BERTIN 1974]

Für die weitergehende Konzeption eines Variablensets wird die Position der graphischen Elemente in der Ebene als Voraussetzung für den Einsatz der graphischen Variablen, jedoch nicht als Teil dieser verstanden. Erst wenn die graphischen Grundelemente eine Lage (Position) in der Ebene haben, können sie mit Hilfe der graphischen Variablen gestaltet und variiert werden.

Das erforderliche Verständnis von graphischen Variablen entspricht somit jenem der Farb-Muster-Variablen nach Bertin. Diese repräsentieren die Variablen der 3. Dimension, die aufbauend auf ihre Position in der Ebene graphische Zeichen gestalten können. Aufgrund der Annahme, dass der Mensch diese graphischen Variablen automatisch und ohne bewusste Anstrengung im gesamten Blickfeld wahrnehmen kann, wurden sie auch als „Retina-Variablen“ [BERTIN 1974, S.71] bezeichnet. In diesem Zusammenhang können sie als Grundeinheiten visueller Kommunikation beschrieben werden. [MULLET et al. 1995]

Wir unterscheiden im Folgenden die primären graphischen Variablen Größe, Form, Richtung, Farbton, (Farb)Sättigung und (Farb)Helligkeit.

	primäre graphische Variablen	Quan. Qual.	
Größe		 	
Form		 	
Richtung		 	
Farbton		 	
Sättigung		 	
Helligkeit		 	

 geeignet
 bedingt geeignet
 ungeeignet

Abbildung 23: Primäre graphische Variablen für den Einsatz im Interfacedesign

¹⁰ Bertin definierte, dass innerhalb der von ihm aufgestellten Systemgrenzen der Zeichner über Flecken zur visuellen Gestaltung verfügt. [BERTIN 1974]

Mit Hilfe dieser Variablen können die graphischen Grundelemente (Punkt, Linie, Fläche) und Zeichen in ihrer Qualität und Quantität differenziert werden. Dabei ist darauf zu achten, dass jede Variable besondere Eigenschaften und Fähigkeiten zur Visualisierung von Informationen bietet. Mit der graphischen Variable Form kann beispielsweise klar und sehr einprägsam die Qualität von Objekten ausgedrückt werden. Für die Umsetzungen von Quantitäten ist diese Variable jedoch unzureichend geeignet.

„In the hands of a skilled visual designer, they can be manipulated to structure and enhance the experience of a composition, package, environment, or user interface.“ [MULLET et al. 1995, S.54]

Es bedarf somit einer intensiveren Auseinandersetzung mit den einzelnen graphischen Variablen und deren Fähigkeit visuelle Informationen auszudrücken. In den folgenden Unterkapiteln werden die zentralen Variablen besprochen und deren Möglichkeiten und Eigenschaften zur Visualisierung diskutiert. Abschließend werden sekundäre Variablen angeführt, die sich aus den primären Variablen zusammensetzen. Diese können bei bedachtem Einsatz Visualisierungen verfeinern und ergänzen.

5.4.1 Größe

Die graphische Variable der Größe bestimmt die Ausdehnung und die Veränderung des Flächeninhaltes von Zeichen. Dies ermöglicht eine klare Unterscheidung von Objekten nach ihrer Quantität. Die Variation der Größe wird durch den Kontrast groß-klein bestimmt und umfasst theoretisch eine unbegrenzte Zahl an Werten. [BRAUN 1993]

Im Rahmen der Visualisierung muss darauf geachtet werden, dass nur eine begrenzte Zahl von Größenstufen eine effiziente Wahrnehmung und Differenzierung von Zeichen ermöglicht.¹¹ [BERTIN 1974]

¹¹ Bertin geht davon aus, dass man im Allgemeinen nicht mehr als vier oder fünf Stufen der Größenvariation selektiv wahrnehmen kann. [BERTIN 1974]

Im Regelfall wird durch die Größendarstellung eines Zeichens sein Stellenwert beziehungsweise seine Bedeutung im graphischen Gefüge ausgedrückt. [ROBINSON et al. 1995]

Durch den Einsatz der Variable Größe wird das Gesamtbild eines User-Interfaces maßgeblich beeinflusst. Ein harmonischer Gesamteindruck wird erst durch die richtigen Größenverhältnisse der graphischen Grundelemente, Objekte und der daraus zusammengesetzten Funktionsblöcke erzielt.

5.4.2 Form

Die graphische Variable der Form ist bestimmbar nach den Proportionen ihres Umrisses und ihrer Ausdehnung. Wie bei der Größe kann auch die Form eine unbegrenzte Zahl an Ausprägungen annehmen. Diese können symmetrische (z.B. Quadrat, Kreis, Dreieck) oder asymmetrische (z.B. Baumstrukturen) Strukturen aufweisen und mit Kontrasten wie rund-eckig, schmal-breit, einfach-kompliziert usw. beschrieben werden. [BRAUN 1993]

Durch den Einsatz der Variable Form können Zeichen nach ihrer Qualität differenziert werden. Um eine klare Unterscheidung von Objekten zu erzielen, muss dabei auf einen ausreichend wahrnehmbaren Form-Unterschied geachtet werden. [BERTIN 1974]

Die Struktur einer graphischen Benutzeroberfläche wird unter anderem durch die zugrundeliegenden Formen bestimmt. Durch den Einsatz der Variable wird die Ordnung und der Zusammenhalt in visuellen Darstellungen gewährleistet. [BRAUN 1993] Bei falschem Gebrauch beziehungsweise übermäßiger Differenzierung von Formen entsteht eine unruhige und für den Anwender mit hohem Wahrnehmungsaufwand verbundene Darstellung. [BERTIN 1974]

5.4.3 Richtung

Die graphische Variable der Richtung ist ein Element der Bildgestaltung, durch welches bei richtigem Gebrauch der Blick des Betrachters geleitet werden kann. Die Richtung kann innerhalb der Kontrast-Koordinaten nach links, rechts, oben, unten oder in ihrer Tiefenwirkung nach hinten oder vorne bestimmt werden. [BRAUN 1993]

Mit Hilfe der Variable Richtung wird primär die Qualität von Zeichen visualisiert. Die Anzahl der Werte ist begrenzt durch die Gradzahl des Kreises. Eine Differenzierung solch fein abgestufter Werte ist für den Betrachter nicht möglich und demnach sollten maximal fünf unterschiedliche Richtungen zur Visualisierung gewählt werden. [BERTIN 1974]

Im Interfacedesign findet sich die Anwendung der Variable beispielsweise in Bedienungselementen (z.B. Navigationspfeil) wieder. Die allgemeine Ausrichtung der Elemente einer graphischen Benutzeroberfläche beeinflusst die Lesbarkeit der Inhalte maßgeblich und sollte daher einheitlich gestaltet sein.

Bei durchdachtem Einsatz können durch graphische Elemente, die entgegen der Leserichtung verlaufen, graphische Akzente gesetzt werden. [MULLET et al. 1995]

5.4.4 Farbe

Farbe ist eine sehr umfassende und für die Visualisierung von Informationen elementare Größe. Sie dient nicht zur bloßen Ästhetisierung von Darstellungen, sondern wird eingesetzt, um Informationen zu vermitteln und Aufmerksamkeit oder Emotionen zu erregen. [BERTIN 1974]

Bertin hat in seiner *Graphischen Semiologie* [BERTIN 1974] in der Variable Farbe den Farbton und dessen Sättigung zusammengefasst. Aufgrund der technologischen Entwicklung von computergestützten Systemen können mittlerweile die drei Merkmale der Farbe (siehe Kapitel 4.3.2) als eigenständige Variable definiert werden. Diese Dreiteilung der Farbvariable hat Morrison [MORRISON 1974] erstmals in ein kartographisches Zeichensystem aufgenommen. [MACEACHRAN 195]

5.4.4.1 Farbton (Hue)

In Kapitel 4.3.2 wurde erwähnt, dass unter einem Farbton im Allgemeinen reine Farben wie Rot, Grün oder Blau verstanden werden. Die Wirkung der Farbtöne untereinander wird durch die in Kapitel 4.3.3.1 erläuterten Kontrastarten beschrieben. [BRAUN 1993]

Die Anzahl der möglichen Variationen wird durch die dominanten Wellenlängen des visuell wahrnehmbaren Bereiches des elektromagnetischen Spektrums (vgl. S.30) bestimmt. [ROBINSON et al. 1995, S343]

Mit Hilfe der graphischen Variable des Farbtons kann in erster Linie die Qualität von Objekten visualisiert werden. Die Eigenschaft, mit den anderen graphischen Variablen leicht kombinierbar und vom Betrachter sehr einfach gespeichert und erfasst werden zu können, macht den Farbton zur bevorzugten Dimension um Objekte zu differenzieren und zu betonen. [BERTIN 1974, S.99] Der Farbton kann bedingt für die Visualisierung von Quantitäten, eingesetzt werden. In solch einem Fall müssen die Farbtöne sehr durchdacht gewählt werden, um eine gelungene Hierarchie beziehungsweise Abstufung der Farbwerte zu erzielen. [MACEACHRAN 1995]

Im User-Interface soll der Farbton als eine tragende Variable eingesetzt werden, die neben der klaren Unterscheidung von graphischen Elementen den Betrachter eine allgemeine Farbstimmung und Atmosphäre empfinden lässt. Bertin hat der Farbe eine hohe psychologische Anziehungskraft zugeschrieben, welche die Aufmerksamkeit des Anwenders in hohem Maße beeinflussen kann. [BERTIN 1974] In diesem Zusammenhang ist vor allem auf eine Visualisierung mit ausgewogenen Kontrasten und harmonischen Farbtönen zu achten, um die Lesbarkeit zu optimieren und dem Anwender die Navigation und Kommunikation mit dem System zu erleichtern.

5.4.4.2 Farbhelligkeit (Brightness)

Die graphische Variable der Farbhelligkeit entspricht der Gesamtenergie des auf das Auge auftreffenden Lichtreizes (vgl. S.41). [BOLLMANN et al. 2002] Sie wird durch einen Hell-Dunkel Kontrast beschrieben. [BRAUN 1993] Die Anzahl der Werte ist begrenzt und wird durch den Abstand zwischen dem hellsten und dunkelsten Ton der jeweiligen Farbskala bestimmt. [ROBINSON et al. 1995] Mit Hilfe der Variable Farbhelligkeit können durch eine kontinuierliche Abstufung (Reduktion oder Ergänzung der Helligkeit) der Farbtöne Quantitäten visualisiert werden. [MACEACHRAN 1995]

In einem User-Interface tragen die Farbhelligkeit und die Farbsättigung ebenfalls zur Schaffung eines harmonischen Gesamtbildes und einer allgemeinen Farbatmosphäre bei. Durch die Erhöhung des Schwarzwertes einer Farbe können Elemente beispielsweise abgedunkelt und gezielt betont werden (z.B. Überschriften, Icons).

5.4.4.3 Farbsättigung (Saturation)

Die graphische Variable der Farbsättigung beschreibt den Schwarz- und/oder Weißanteil (Farbigkeit) in einem Farbton in Relation zu dessen Helligkeit (vgl. S.41). [ROBINSON et al. 1995] Aus diesem Zusammenhang ergeben sich die möglichen Abstufungen des Sättigungsgrades einer Farbe (die Variable der Farbhelligkeit beeinflusst die Anzahl der möglichen Werte).¹²

Wie bei der Farbhelligkeit kann durch die Sättigung einer Farbe die Quantität von Objekten visualisiert werden. [MACEACHRAN 1995]

Im Gegensatz zur Farbsättigung können Elemente in einem Interface durch eine Erhöhung des Weißanteils aufgehellt und somit in ihrer Intensität reduziert werden (z.B. flächenhafte Objekte).

5.4.5 Sekundäre Variablen

Ergänzend zu den bislang angeführten graphischen Variablen Größe, Form, Richtung, Farbton, Farbhelligkeit und Farbsättigung werden im Folgenden die aus diesen zusammengesetzten sekundären Variablen aufgelistet. Sie werden separat angeführt, weil ihr Gebrauch mit einem erheblichen Anstieg der Komplexität von visuellen Darstellungen verbunden ist. In reduzierter Form können sie allerdings genutzt werden, um visuelle Akzente zu setzen und dem Nutzer die Kommunikation mit einer Applikation zu erleichtern. Wir unterscheiden die sekundären Variablen Textur, Transparenz und Veränderung.

¹² Ein Farbwert mit einer Helligkeit von 0% (schwarz) kann ebenfalls nur durch eine Sättigungsstufe ausgedrückt werden.

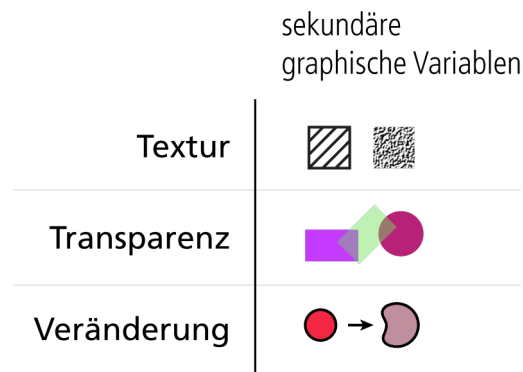


Abbildung 24: Sekundäre graphische Variablen für den Einsatz im Interfacedesign

- Textur: Zur Darstellung von komplexen Sachverhalten und Thematiken kann die Variable der Textur eingesetzt werden. Sie besteht aus einer Anordnung von Formen, die eine Gesamtstruktur, also die Textur eines Objektes ergeben. [BERTIN 1974]

Verschiedene Experten [vgl. MORRISON 1974, MACEACHRAN 1995, ROBINSON et al. 1995] haben die Variable der Textur durch die Variable der Anordnung und Ausrichtung der Elemente innerhalb einer Textur erweitert. [MACEACHRAN 1995]

In graphischen Benutzeroberflächen ist der Einsatz von Texturen im herkömmlichen Sinne (z.B. Schraffuren, Muster) aufgrund der dadurch geschaffenen graphischen Unruhe weitgehend zu vermeiden. Der Einsatz von dezenten Texturen bei der Gestaltung eines Hintergrundes kann hingegen die visuelle Spannung in graphischen Abbildungen erhöhen.

- Transparenz: Die Variable der Transparenz wurde erstmals von [MACEACHRAN 1995] in seiner Zusammenstellung von graphischen Variablen angeführt. *„Die Variable Transparenz wird als Sonderfall der dreigeteilten Variablen Farbe betrachtet. Transparenzeffekte bewirken ein Durchscheinen. Ihre Darstellung entsteht durch die Wechselwirkung von Kartenzeichen und Kartengrund, da sie unterhalb des transparenten Bereichs liegen können. Transparenz resultiert aus der Änderung der Farbparameter Helligkeit, Sättigung und Farbton.“*¹³ [ELLSIEPEN 2005 ,S.41].

¹³ Albers bezeichnet diesen Transparenzeffekt als „space-illusion“ [ALBERS 2006, S.29].

MacEachran bezeichnet die Transparenz als eine Teilvariable der Klarheit, durch welche vor allem unscharfe Grenzen visualisiert werden sollen. Im User-Interface kann die Variable zur Schaffung von räumlicher Wirkung (z.B. Schatteneffekte mit einem ineinander verlaufenden, transparenten Übergang) und die Simulierung von sich überlagernden Ebenen, beispielsweise in Navigationsblöcken, verwendet werden. [MACEACHRAN 1995]

- Veränderung: Die Variable Veränderung ermöglicht die Visualisierung von Bewegungen und Prozessen in einer visuellen Darstellung. [DRANSCH 1995] Diese kann [nach DRANSCH 1995, MACEACHRAN 1995] durch die sechs Parameter Zeitpunkt, Dauer, Reihenfolge, Intensität, Veränderungsfrequenz und Synchronisation bestimmt werden. Durch die Möglichkeiten der Visualisierung auf einer multimedialen Ausgabeschnittstelle, wie es etwa der Bildschirm eines computergestützten Systems repräsentiert, ist die Darstellung von Bewegung ein wichtiges Mittel zur Aufmerksamkeitssteuerung. [ELLSIEPEN 2005] Auch im Interfacedesign kann etwa durch Animationen Dynamik visualisiert werden, welche die Kommunikation zwischen System und Anwender erleichtern.

6 Prinzipien zur visuellen Gestaltung eines User-Interfaces

In den vorangegangenen Kapiteln wurden unter anderem die Gestaltgesetze, die Wahrnehmung von Farben, visuelle Ästhetik und eine mögliche Systematisierung von graphischen Variablen besprochen. Für die visuelle Gestaltung einer graphischen Benutzeroberfläche wird auf dieses Wissen zurückgegriffen. So wie bei der Gestaltung von Karten erfordert auch das Interfacedesign Designprinzipien und –techniken, die den richtigen Einsatz dieser grundlegenden Bausteine regeln. Mit Hilfe allgemeingültiger und anerkannter Prinzipien kann ein ästhetisch ansprechender Gesamteindruck erzielt und eine effiziente Kommunikation erreicht werden. Ein blindes Vertrauen und Umsetzen von Designprinzipien ist jedoch nicht immer zielführend und muss daher für jedes graphische Element neu überlegt werden. [MULLET et al. 1995, S.15]

Das *Mustard Seed Garden Manual of Painting* [SZE 1992] schreibt dazu:

„Some set great value on method, while others pride themselves on dispensing with method. To be without method is deplorable, but to depend entirely on method ist worse. You must learn first to observe the rules, faithfully; afterwards, modify them according to your intelligence and capacity.“ [SZE 1992, S.17]

Im folgenden Abschnitt werden einige Prinzipien und Techniken des Graphikdesigns, die bei der Gestaltung einer visuellen Schnittstelle berücksichtigt werden sollten, vorgestellt. Um den Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht ausufern zu lassen, werden nur drei Teilaspekte der Überlegungen von [MULLET et al. 1995] aus ihrem Werk *Designing visual interfaces - communication oriented techniques* präsentiert. Deren Beachtung im Designprozess von kartographischen Multimedia-Anwendungen kann die Kommunikation zwischen System und Nutzer maßgeblich gestalten und positiv beeinflussen.

6.1 Simplicity and elegance

„In anything at all, perfection is finally attached not when there is no longer anything to add, but when there is no longer anything to take away.“ [SAINT-EXUPÉRY 1968, S.46]

Im Zuge der Konzeption und Gestaltung von visuell erfassbaren Schnittstellen muss zunächst die Frage gestellt werden, welche Elemente in einem Design tatsächlich relevant sind, beziehungsweise ausgespart werden können, um dem Anwender einen möglichst effizienten Zugang zu bieten. [MULLET et al. 1995]

In der Literatur [LIDWELL et al. 2003] wird für dieses Prinzip unter anderem die Bezeichnung *Ockham`s razor* angeführt. Demnach führt die Reduktion von unwichtigen und redundanten Elementen zu einer einfacheren und für den Nutzer leichter bedienbaren Schnittstelle. Das Ergebnis ist ein klares, elegantes und ästhetisches Design. Um dies zu erreichen muss jedes Designelement auf seine Relevanz für die Endgestaltung geprüft werden. Ein Beispiel für ein reduziertes und dennoch funktionales User-Interface ist die Online-Suche von Google, die sich in ihrem Design auf das Wesentlichste beschränkt, um den Zugang zum zentralen Element - der Suche - zu optimieren. [LIDWELL et al. 2003]



Abbildung 25: Reduktion von Elementen – die Google-Suche [URL 3]

Die Systemfunktionalität soll auf diese Weise nicht verringert, sondern durch die Vereinfachung der oftmals zu komplexen Visualisierungen effizienter gestaltet werden. [LIDWELL et al. 2003]

Eine schlichtere Gestaltung kann auch durch die Verschmelzung von Funktionalitäten in ein bereits bestehendes Designelement, beziehungsweise durch die Schaffung eines neuen übergeordneten Objektes, erfolgen. Bei ansteigendem Funktionsumfang eines Interfaces ist diese Form der Vereinfachung jedoch nicht zu empfehlen. [MULLET et al. 1995]

Neben der Reduktion von Elementen können durch die Vereinheitlichung von wiederkehrenden graphischen Strukturen unübersichtliche Darstellungen verständlicher umgesetzt werden. In einer graphischen Benutzeroberfläche sollten

beispielsweise nicht zu viele Variationen der Größe und Form (graphische Variablen - vgl. Kapitel 5.4) von Schriften eingesetzt werden, um eine ansprechende Darstellung zu gewährleisten. [MULLET et al. 1995]

6.2 Organization and visual structure

„Structure affects the visual experience at its most primitive level because it is the first aspect of the display to be perceived as information is extracted and used to guide subsequent interaction.“

[MULLET et al. 1995, S.89]

Durch die richtige Zusammenstellung und Organisation von Bildelementen einer graphischen Darstellung soll der Blick des Betrachters geleitet und fokussiert werden. Im Interfacedesign repräsentiert ein *Wireframe* (vgl. S.21) die erste Konzeption der Anordnung von Informations-, Navigations- und Funktionsblöcken. [GARRETT 2003]

Um eine möglichst effektive und intuitiv wahrnehmbare Struktur zu gestalten, ist die Verwendung der in Kapitel 4.2 vorgestellten Gestaltgesetze essentiell. Der bewusste Einsatz dieser Prinzipien ermöglicht die Formung von kompakten Einheiten, die den Kommunikationsprozess zwischen System und Nutzer verbessern. Demnach wird die Grobstruktur des Gesamtbildes durch die Feingliederung der Einzelelemente bestimmt. [MULLET et al. 2005]

Betrachtet man beispielsweise das graphische User-Interface in Abbildung 26 so erkennt man die Anwendung gleich mehrerer Gestaltgesetze. Vor allem die Gesetze der Nähe und Ähnlichkeit ermöglichen eine einfachere Erfassung zusammengehöriger Buttons.



Abbildung 26: Gestaltgesetze im User-Interfacedesign [Screenshot Mac OsX DVD-Player 5.0.3]

Das Zusammenfassen von Elementen zu übergeordneten Blöcken wird auch als *Chunking* bezeichnet. Da das Kurzzeitgedächtnis mit seiner begrenzten Speicherkapazität nicht mehr als 7 +/-2 unterschiedliche Gruppen (*Chunks*) erfassen kann, muss dies im Zuge des Designprozesses beachtet werden. [LIDWELL et al. 2003]

Neben der Formung von zusammengehörigen Bildelementen ist bei der visuellen Strukturierung auf die Balance der Gesamtdarstellung zu achten. Diese kann durch eine symmetrische und gleichmäßige Verteilung von Bildelementen entlang von imaginären Achsen erfolgen, um ein optisches Gleichgewicht zu erlangen. Durch eine asymmetrische Darstellung kann bei geschultem Einsatz eine höhere visuelle Spannung und optisch ansprechendere Abbildung erzeugt werden. Im User-Interface werden jedoch symmetrische Visualisierungen aufgrund der klaren und intuitiven Strukturen bevorzugt. [MULLET et al. 2005]

Um dem Nutzer einen harmonischen Gesamteindruck zu vermitteln, muss weiters auf die Ausrichtung der Elemente und Blöcke innerhalb des Layouts geachtet werden. Linien und Flächen bilden mit ihren Kanten und Rändern imaginär fortlaufende Linien und Achsen, durch welche die Bausteine miteinander verbunden werden. Eine gelungene Ordnung des Layouts erfordert eine korrekte Ausrichtung der Elemente. [MULLET et al. 2005]

Ein oftmals stark vernachlässigter Aspekt bei der Anordnung und Organisation von Bildelementen ist der Gebrauch von *white-space*¹⁴. Darunter versteht man den Einsatz von leeren Flächen um Designelemente, um den Blick des Nutzers zu leiten. Bei der Gestaltung von graphischen Benutzeroberflächen wird oftmals auf Kosten von neuen Funktionen und Informationen auf die ausreichende Integration von *white-space* verzichtet. Als Folge daraus entstehen dicht gedrängte und überladene Systeme mit geringer Lesbarkeit. Die Separierung und Gliederung von Elementen wird in großem Maße durch die trennenden, funktionslosen Abstandsflächen bestimmt. [MULLET et al. 2005]

¹⁴ In der englischsprachigen Literatur wird als Synonym der Begriff des „*negative space*“ [MULLET et al. 2005, S.129] angewandt.

6.3 Scale, contrast and proportion

Eine klare Differenzierung von Designelementen ist ein grundlegender Bestandteil in der Gestaltung einer jeden visuell erfassbaren Darstellung. Zur Schaffung von Kontrast werden die in Kapitel 5.4 vorgestellten graphischen Variablen eingesetzt. In diesem Zusammenhang wurde bereits erläutert, dass durch deren Gebrauch Elemente und Zeichen in ihrer Qualität und Quantität differenziert werden können. [HUBER et al. 2007] Diese Differenzierung repräsentiert einen essentiellen Bereich für die erfolgreiche Visualisierung von Informationen. [MULLET et al. 2005] Edward Tufte, der sich in seinen Werken [vgl. TUFTE 2002, 2003, 2006, 2007] intensiv mit der graphischen Aufbereitung von Informationen beschäftigt, meint dazu:

„Information consists of differences that make a difference.“ [TUFTE 2006, S.65]

In einer graphischen Benutzeroberfläche wird unter anderem erst durch den Einsatz von Variablen wie Größe, Form oder Farbton eine sinnvolle Interaktion und Navigation ermöglicht. Eine gelungene graphische Gestaltung betont die Rolle eines jeden einzelnen Designelements in der Visualisierung der Gesamtkonzeption. Voraussetzung dafür ist, dass deren Bedeutung für den Kommunikationsprozess definiert wurde. [MULLET et al. 2005]

Visueller Kontrast ist am prägnantesten, wenn nur eine geringe Zahl an Variationen von graphischen Variablen gleichzeitig angewandt werden. Die visuellen Reize werden reduziert und erleichtern die Interpretation der Information. [MULLET et al. 2005]

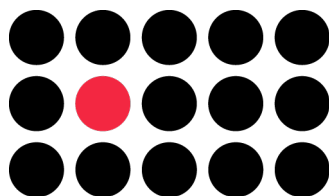


Abbildung 27: Schaffung von Kontrast mit geringer Variation der graphischen Variablen

Durch die Schaffung von Kontrasten können Designelemente, die eine zentrale Bedeutung in einer Schnittstelle einnehmen, bewusst betont werden. Auf diese Weise können Hierarchien, wie sie beispielsweise in Informations- oder Navigationsblöcken gegeben sind, visualisiert werden. [MULLET et al. 2005]

Im praktischen Teil der Arbeit wird in diesem Zusammenhang auf die besondere Eignung der Farbvariablen für eine mögliche Gliederung und Darstellung der unterschiedlichen Qualitäten oder Quantitäten von Informationen eines User-Interfaces eingegangen.

Beim Einsatz graphischer Variablen ist auf eine ausgewogene Zusammenstellung der Bildelemente zu achten, um einen harmonischen Gesamteindruck zu erzielen. Edward Tufte spricht dabei vom Prinzip der „*smallest effective difference*“ [TUFTE 2003, S.73].

„Make all visual distinctions as subtle as possible, but still clear and effective.“ [TUFTE 2003, S.73]

Die bislang angeführten Designprinzipien repräsentieren ein Regelwerk, das bei richtigem Gebrauch die Umsetzung von visuellen Informationen verbessern kann. Im Vordergrund steht die Optimierung der Kommunikation und als Folge ein effizienter Austausch von Informationen.

Die Vereinfachung einer Darstellung, Organisation von Elementen und Schaffung von Kontrasten hängen eng miteinander zusammen und müssen das Design eines User-Interfaces begleiten. Im praktischen Teil der Arbeit werden einige der angeführten Prinzipien angewandt.

7 Praktische Umsetzung in Form eines „Cultural History Information System“

Im praktischen Teil der Arbeit wird unter Berücksichtigung der in den vorangehenden Kapiteln beschriebenen Konzepte und Theorien der Gestaltungsprozess eines User-Interfaces durchgeführt und näher erläutert.

Zunächst wird das Forschungsprojekt, in dessen Rahmen die Umsetzung der graphischen Benutzeroberfläche erfolgt, vorgestellt. Weiters werden die zugrundeliegenden Systemanforderungen und konzeptionellen Überlegungen beschrieben. Die im Zuge des Projekts bereits erstellten Prototypen einer graphischen Schnittstelle sollen einen Einblick in die bisher vorhandenen Ergebnisse der Projektgruppe bieten.

Aufbauend auf diesen Grundlagen wird die erforderliche Neugestaltung der graphischen Benutzeroberfläche erläutert. Dies umfasst neben dem strukturellen Aufbau der Schnittstelle die Schaffung eines *Wireframe* (vgl. S.21) sowie den durchdachten Gebrauch der für ein User-Interface geeigneten graphischen Variablen (vgl. Kapitel 5.4). Anhand von zahlreichen Beispielen wird deren Verwendung visualisiert und begründet.

7.1 Projektbeschreibung

Das Projekt *Cultural History Information System*¹⁵ (CHIS) ist Teil eines nationalen Forschungsnetzwerkes an der Universität Wien, das sich mit der Kulturgeschichte des westlichen Himalaya seit dem 8. Jahrhundert¹⁶ beschäftigt. Es handelt sich dabei um ein vom FWF¹⁷ finanziertes, interdisziplinäres Netzwerk, in dem zahlreiche Experten und Expertinnen aus sechs unterschiedlichen Fachrichtungen (Kunstgeschichte, Numismatik, Philosophie, tibetische Manuskripte, tibetische Inschriften und Kartographie und Geoinformation) seit dem Jahr 2007 zusammenarbeiten. [SCHOBESBERGER 2008]

¹⁵ <http://www.univie.ac.at/chis/> .

¹⁶ Der offizielle Name des Forschungsnetzwerkes lautet: *Cultural History of the Western Himalaya from the 8th Century* (CHWH – <http://www.univie.ac.at/chwh>).

¹⁷ Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung.

Innerhalb dieses Forschungsnetzwerkes ist eine der Kernaufgaben der Kartographie und Geoinformation die Erstellung eines kartenbasierten Informationssystems. Als besondere Herausforderung wird die Zusammenarbeit mit Disziplinen, die bislang noch kein ausgeprägtes Nahverhältnis zur Kartographie und Geoinformation haben, empfunden. [SCHOBESBERGER 2008]

7.1.1 Systemanforderungen

Das Ziel des CHIS ist die Schaffung einer hochwertigen kartographischen Visualisierung, die dem Nutzer einen holistischen Zugang zu den Informationen und Inhalten der Projektregion bietet. [KINBERGER et al. 2008]

Das Grundkonzept besteht darin eine Plattform aufzubauen, in der Informationen der Projektpartner zusammengetragen, gespeichert, strukturiert, aufbereitet und aufgrund ihrer räumlichen Ausprägung visualisiert werden können. Durch die Verknüpfung dieser Inhalte soll dem Anwender durch Interaktionsmöglichkeiten ein umfangreicher Zugang zur Gewinnung von neuen Informationen ermöglicht werden. Das CHIS versteht sich dabei als Hilfsmittel und Werkzeug, das den gewohnten Arbeitsprozess der Projektpartner ergänzen und bereichern soll. [PUCHER 2007] In seiner Konzeption ist es in weiten Teilen an das Fünf-Ebenen Modell [nach GARRETT 2003] angelehnt (vgl. Kapitel 2.5.1).

7.1.1.1 Definition der Nutzergruppen

Um eine gelungene Kommunikation zwischen System und Anwender zu gewährleisten, müssen die für das CHIS relevanten Benutzerkreise definiert werden. Im Zuge von Befragungen [vgl. KINBERGER 2007] und deren Auswertung wurden zwei Nutzergruppen definiert [nach PUCHER 2007]:

- Projektpartner: Diese umfassen Experten und Expertinnen aus den Fachrichtungen, die am Forschungsprojekt direkt beteiligt sind. Im Allgemeinen handelt es sich um Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen, die sich schwerpunktmäßig mit Fragestellungen der Kulturgeschichte der Region des westlichen Himalaya und angrenzender Bereiche beschäftigen. Dieser Benutzerkreis repräsentiert die primäre Zielgruppe des CHIS.

- Interessierte Öffentlichkeit: Die interessierte Öffentlichkeit soll ebenfalls Zugang zum System erhalten und in der Lage sein einen Einblick in die kulturgeschichtlichen Zusammenhänge und Sachverhalte zu gewinnen. Dies erfordert von den Projektpartnern speziell aufbereitete Informationsblöcke, die einen Einstieg in das System ermöglichen.

Betrachtet man die beschriebenen Nutzergruppen, so handelt es sich dabei um Anwender, die zumeist unerfahren im Umgang mit geographischen oder kartographischen Informationssystemen sind. Dieser Aspekt wurde im Zuge der Anforderungen an die Funktionen und Inhalte der Applikation berücksichtigt.

7.1.1.2 Anforderungen an Funktionalität und Inhalt

Das CHIS versteht sich als ein kartenzentriertes Informationssystem, das sich in bestimmten Punkten von einem geographischen Informationssystem (GIS) unterscheidet. Beide Systeme verarbeiten Geoinformationen und können online ausgeführt werden. Die grundlegenden Basisfunktionen beider Systeme umfassen die Speicherung, Verarbeitung und Visualisierung von Informationen sowie die Interaktion des Nutzers. Ein GIS setzt seinen Schwerpunkt auf das Erfassen, Modellieren, Manipulieren, Abfragen, Analysieren und Präsentieren von Geodaten. Der Gebrauch eines solchen Systems erfordert jedoch technische Grundkenntnisse und ein gewisses *Know-How* (Expertenwissen), um erfolgreich Daten verarbeiten zu können. In einem kartenzentrierten Informationssystem hingegen liegt der Fokus auf der Gestaltung und Visualisierung von räumlichen Daten. Es versucht für einen breiteren Nutzerkreis zugänglich zu sein und umfasst hochwertige kartographische Abbildungen und die Implementierung eines benutzerfreundlichen Interfaces. [vgl. PUCHER 2007] Aus dieser Grundannahme heraus wurden die folgenden Anforderungen an das CHIS formuliert [PUCHER 2007]:

- Internetbasiertes Informationssystem mit Fokussierung auf die Verarbeitung geographischer Informationen
- Kartenzentriertes System
- Umfangreiche Suchmechanismen
- Konsequenter Einsatz von Objekthierarchien und -strukturen
- Einbindung von multimedialen Inhalten

Um dem Anwender ein positives Nutzungserlebnis zu ermöglichen, repräsentiert die Gestaltung einer benutzerfreundlichen graphischen Schnittstelle eine ergänzende und bedeutende Systemanforderung. Geht man davon aus, dass der Erfolg einer Multimedia Applikation primär durch ihr grafisches User-Interface bestimmt wird [MILLER 1999], so darf dieser Aspekt der Systementwicklung nicht vernachlässigt werden. Die Navigation im System muss intuitiv, klar und effizient gestaltet werden. Interaktions- und Interfacedesign müssen in sich konsistent und schlüssig sein, um den Kommunikationsprozess zwischen System und Nutzer zu optimieren.

7.1.1.3 Technische Anforderungen

Unabhängig von den bisherigen Überlegungen erfordert die Implementierung eines internetbasierten Informationssystems die Festlegung bestimmter technischer Anforderungen.

- Die online abrufbare Plattform muss über alle standardmäßig verfügbaren Browser ausführbar sein und somit *betriebssystemunabhängig* (Windows, Mac Os, Linux) funktionieren.
- Die *graphische Darstellung* soll unabhängig von verwendeten Webbrowsern möglichst ident aussehen.
- Auf die optimale *Unterstützung der am häufigsten verwendeten Browser* [vgl. URL 4] (MS Internet Explorer, Mozilla Firefox und Safari) wird besonders Wert gelegt.
- Die graphische Darstellung wird auf eine *Bildschirmauflösung* von 1024 * 768 Pixel optimiert.¹⁸
- Auf den Einsatz von nicht standardmäßig installierten Plug-Ins wird weitgehend verzichtet.

¹⁸ Trotz der ständig fortlaufenden technologischen Weiterentwicklung verwenden mehr als 40% der Internetanwender eine Auflösung von 1024*768 Pixel. [vgl. URL 4]

7.1.2 Erste Prototypen

Im Laufe des CHIS Projektes und eines von der Thematik her ähnlichen Vorgängerprojektes¹⁹ wurden bereits zwei Prototypen einer graphischen Benutzeroberfläche für ein kulturhistorisches Informationssystem gestaltet.

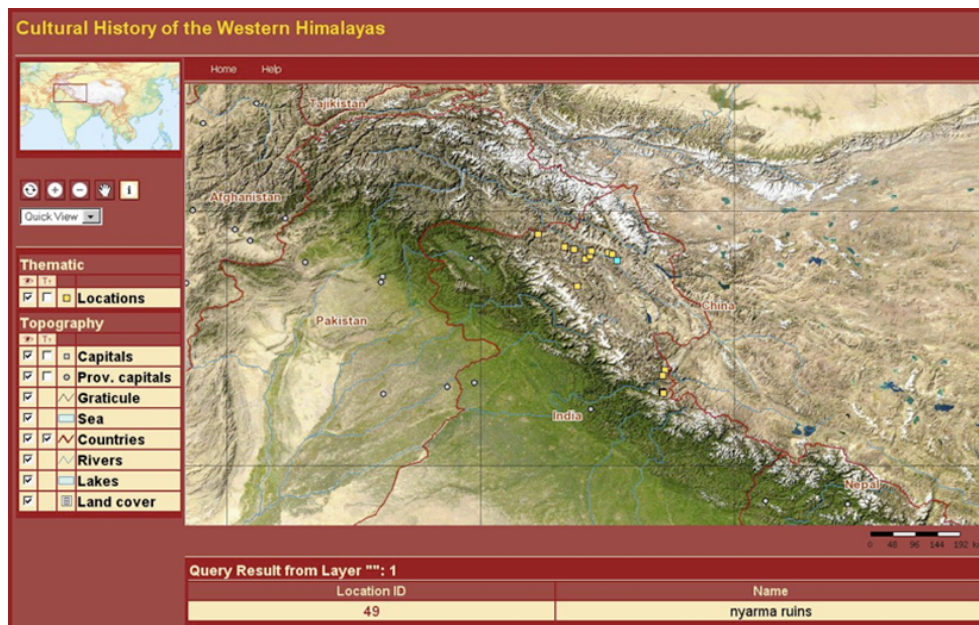


Abbildung 28: Prototyp des FSP S87 [URL 5]

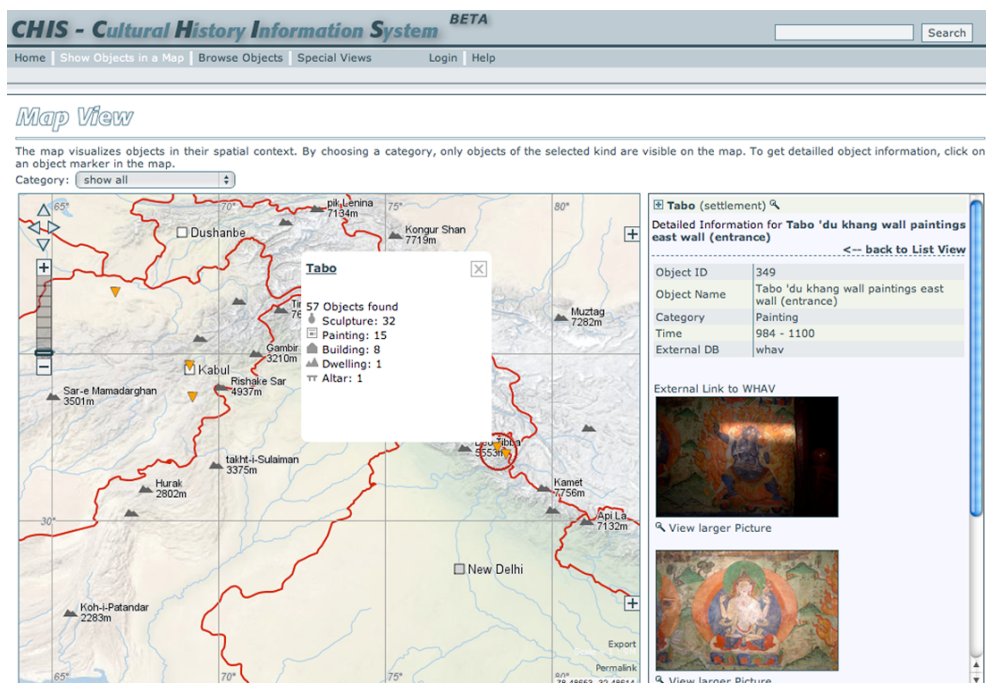


Abbildung 29: Prototyp des CHIS [URL 6]

¹⁹ Der erste Prototyp wurde im Rahmen eines vom Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (FWF) finanzierten Forschungsschwerpunktes (FSP S87) umgesetzt.

Beide Versuche zeigen die kontinuierliche Entwicklung des Systems von einem einfachen *Geodaten-Viewer* (Abbildung 28) hin zu einem interaktiven Informationssystem (Abbildung 29), in welchem die Anforderungen an Funktionen und Inhalt weitgehend berücksichtigt wurden.

Lediglich der Optimierung des User-Interfaces wurde bisher nicht genug Aufmerksamkeit gewidmet. Durch die Einbindung einer Vielzahl von Funktionalitäten und Interaktionsmöglichkeiten wurde die Komplexität des Systems erhöht. Die Karte steht zwar im Zentrum der Anwendung, dennoch bleiben dem Benutzer aufgrund der monotonen und undifferenzierten Gestaltung der Interfaceelemente die Interaktions- und Navigationsmöglichkeiten des Systems oftmals verborgen. Der Anwender verliert die Orientierung und das Nutzungserlebnis wird als unzureichend empfunden. Die Kommunikation und somit der Austausch von Informationen zwischen System (Kartograph) und Anwender (Kartennutzer) wird erschwert beziehungsweise abgebrochen.

Betrachtet man das User-Interface aus Abbildung 29, so ähnelt es in seinem Aufbau einem technisch-orientierten GIS, das als Benutzerkreis Experten, die im Umgang mit kartographischen Applikationen geschult sind, voraussetzt. Dies entspricht allerdings nicht den für das CHIS definierten Nutzergruppen (vgl. Kapitel 7.1.1.1) und dem angestrebten Ziel eine nutzerorientierte Applikation zu entwickeln. Viel mehr soll eine große Zahl an Anwendern angesprochen werden, die auch ohne spezifische Ausbildung im System navigieren und Informationen gewinnen können.

Aufgrund dieser Problemstellung wurde ersichtlich, dass im Zuge der Applikationsentwicklung ein verstärkter Fokus auf die Gestaltung eines graphisch ansprechenden, logisch strukturierten User-Interfaces gerichtet werden muss. Wie im Kapitel 3.1 beschrieben, wird dabei die graphische Benutzeroberfläche als ein elementarer Bestandteil eines erfolgreichen kartographischen Kommunikationsprozesses verstanden.

7.2 Neugestaltung des User-Interfaces

Im Rahmen der Neugestaltung der graphischen Benutzeroberfläche sollen die in den vorangegangenen Kapiteln der Arbeit beschriebenen Grundlagen und Kon-

zepte einen erweiterten Zugang zu Informationen und eine verbesserte kartographische Kommunikation mit dem User ermöglichen. Die zentralen Funktionen des Systems bleiben dabei bestehen und werden durch gestalterische Aspekte wie den Einsatz von Designprinzipien (vgl. Kapitel 6) und graphischen Variablen (vgl. Kapitel 5.4) für den Anwender derart gestaltet, dass sie intuitiv und klar erfassbar sind. In diesem Zusammenhang wird ebenso auf eine ästhetische Gestaltung der Schnittstelle geachtet, die durch den bewussten Einsatz von Gestaltungsmerkmalen (graphischen Variablen) beeinflusst wird. [THIELSCH 2008]

Ein Zitat von Don Norman verdeutlicht das in der vorliegenden Arbeit angewandte Verständnis von gutem Design:

„Good design means that beauty and usability are in balance.“

[NORMAN 2002, S.42]

Im nächsten Abschnitt wird ausgehend von den zuvor definierten Anforderungen das Systemdesign mit der zugrundeliegenden Seitenarchitektur und deren Inhalten beschrieben. In weiterer Folge wird die Anordnung der User-Interface Elemente in Form eines *Wireframe* festgehalten und unter Berücksichtigung der Designprinzipien optimiert.

Die graphischen Variablen sind beim Gestaltungsprozess des *Wireframe* zwar beteiligt, auf deren detaillierten Einsatz im User-Interface wird jedoch erst im darauffolgenden Kapitel näher eingegangen. Darin wird anhand von Beispielen deren Gebrauch in den verschiedenen Bereichen des CHIS visualisiert und begründet (siehe Kapitel 7.2.2). Eine Zusammenfassung der Ergebnisse gibt abschließend nochmals einen Gesamtüberblick über die graphische Gestaltung der Applikation.

7.2.1 Systemdesign

Der Einstieg in die Online-Applikation erfolgt mittels eines übergeordneten Portals, das den Zugang zu den Informationsebenen des CHIS ermöglicht. Die Konzeption und graphische Gestaltung des Portals ist jedoch nicht Teil dieser Arbeit und wird daher nicht näher erläutert.

Die Applikation im eigentlichen Sinn untergliedert sich in seiner Seitenarchitektur in drei gleichwertige Ebenen, die unterschiedliche Aspekte des Informationssy-

stems abdecken. Diese Teilbereiche der Online-Applikation hängen eng miteinander zusammen und repräsentieren die Hauptnavigation des CHIS. Unabhängig von der gewählten Informationsebene steht die Karte im Zentrum der Applikation.

Betrachtet man die Teilbereiche für sich, so werden diese nach ihren Inhalten und Funktionen wie folgt differenziert:

- *Information:* Dieser Bereich beschreibt den zentralen Einstiegspunkt in die Applikation und beinhaltet die im System gespeicherten kulturhistorischen Objekte und Beschreibungen. Durch die Visualisierung aller Objekte aufgrund ihrer räumlichen Koordinaten wird dem Anwender ein holistischer Zugang zu den Informationen gewährleistet und ermöglicht die Analyse von neuen für die Forschung relevanten Zusammenhängen.

In seiner Funktionsweise ähnelt dieser Systembereich einem *Geodaten-Viewer*, der kulturhistorische Objekte aufgrund ihrer räumlichen Lage in einer Karte visualisiert und zugehörige Detailinformationen zugänglich macht. Der Nutzer kann über verschiedene Suchmechanismen Informationen zu den Objekten abfragen. Durch die Aufbereitung von spezifischen Informationsblöcken soll auch nicht fachkundigen Anwendern ein intuitiver Systemzugang ermöglicht werden.

- *Map Archive:* Das *Map Archive* repräsentiert, wie der Name bereits andeutet, ein systemeigenes Kartenarchiv. Durch die Zusammenfassung des vorhandenen Kartenmaterials können für die entsprechenden Forschungsschwerpunkte Kartengrundlagen gefunden und verwendet werden. Der Nutzer kann Karten, die für die Region des westlichen Himalaya zur Verfügung stehen, nach bestimmten Kategorien durchsuchen und anzeigen lassen.
- *Special Views:* In dieser Informationsebene werden für das Forschungsnetzwerk relevante Objekte und Sachverhalte in Form von großmaßstäbigen Detailansichten zusammengefasst. Diese sogenannten *Special Views* sollen eine tiefer gehende Auseinandersetzung mit ausgewählten Forschungsschwerpunkten der Projektpartner ermöglichen. Die Wahl der Umsetzungs-

form kann entsprechend der Anforderungen und Ziele variieren (z.B. 3D-Modell für Google Earth, 360° Panoramen).

Aufbauend auf die Seitenarchitektur sowie die ausformulierten Inhalte und Funktionen des CHIS wird im nächsten Kapitel auf eine mögliche Gliederung und Organisation der Systemelemente eingegangen.

7.2.2 Anordnung der User-Interface Elemente

Die konkrete Strukturierung und Anordnung der graphischen Elemente des User-Interfaces wurden in Form eines *Wireframe* zusammengefasst. In diesem ersten, noch sehr groben Gestaltungsprozess für die Erstellung der Benutzeroberfläche wurden entsprechend der definierten Anforderungen Platzhalter für die Funktionen und Inhalte des Systems skizziert.²⁰

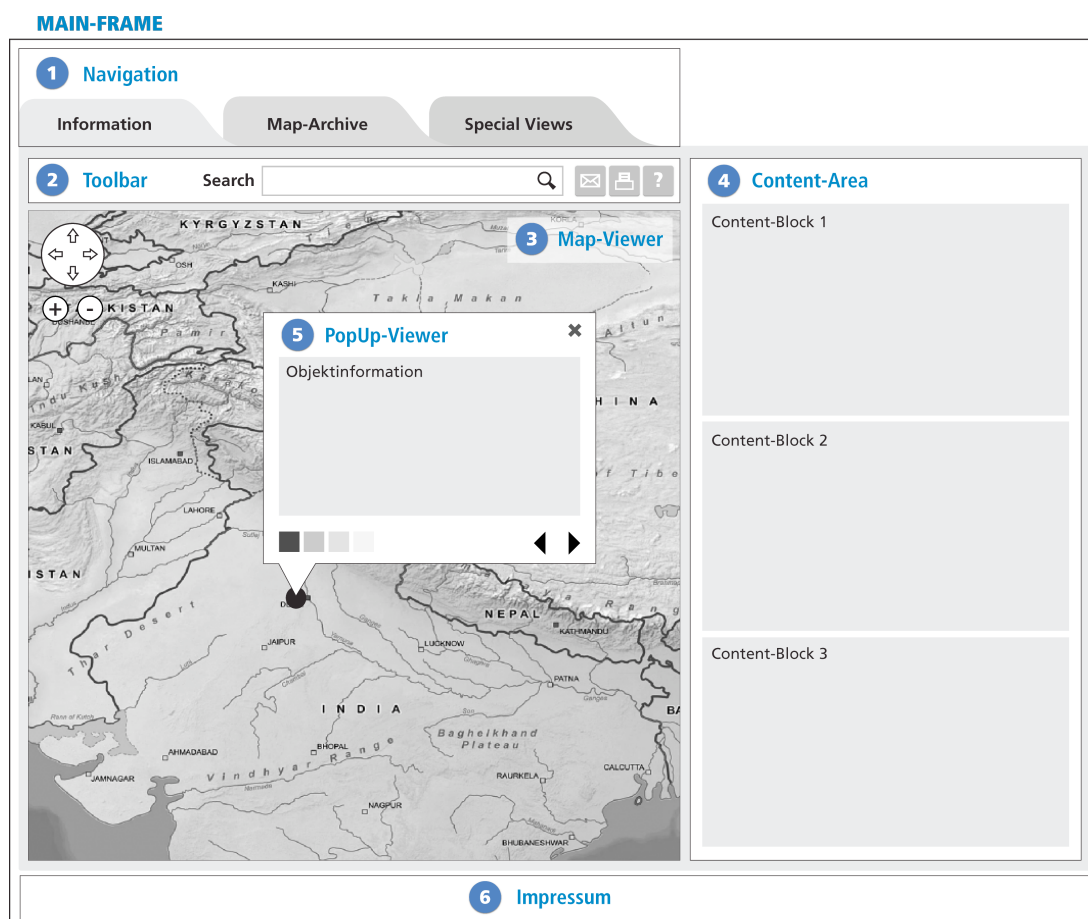


Abbildung 30: Wireframe

²⁰ In diesem Zusammenhang ist wichtig zu betonen, dass in einem *Wireframe* lediglich die ungefähren Größenverhältnisse und die Lage der Objekte zueinander bestimmt werden sollen. Die graphische Gestaltung wird im nächsten Kapitel behandelt.

Im Rahmen dieser Zusammenstellung wurden die Regeln der in Kapitel 6 besprochenen Designprinzipien berücksichtigt und angewandt (z.B. Reduktion von redundanten Interface-Elementen, visuelle Gliederung der Inhalte unter Berücksichtigung der Gestaltgesetze).

Die für das System konzipierten Funktionen und Inhalte wurden auf ihre Relevanz für den Nutzer geprüft und dementsprechend platziert und zusammengefasst. Um eine klar differenzier- und erfassbare (Haupt-)Navigation zu ermöglichen, wurden die Auswahlmöglichkeiten auf die im vorherigen Abschnitt beschriebenen drei wesentlichen Informationsebenen reduziert. Weiters wurde darauf geachtet, dass alle zentralen User-Interface Elemente unabhängig von ihrem dynamischen Inhalt immer an der gleichen Position dargestellt werden, um die Interaktion des Anwenders mit dem System zu optimieren. In der Abbildung ist zu erkennen, dass alle Elemente in einem *Main-Frame* zusammengefasst wurden. Dieser beschreibt die allgemeine Form der Applikation und ist unabhängig von der verwendeten Bildschirmauflösung mittig vor dem Seitenhintergrund platziert. Innerhalb dieses Rahmens lassen sich sechs Teilbereiche der Benutzerschnittstelle entsprechend ihrer Funktion differenzieren:

1 *Navigation*: Die Hauptnavigation befindet sich am linken oberen Rand der Applikation, da dieser Bereich eines graphischen User-Interfaces vom Anwender am schnellsten wahrgenommen wird.²¹

Um eine klare und intuitive Navigation zu ermöglichen, wurde für deren optische Gestaltung eine Ordner-Metapher verwendet.²² Die Bezeichnung der Navigationsreiter entspricht den im vorangegangenen Kapitel beschriebenen Informationsebenen (Information, Map Archive, Special Views).

2 *Toolbar*: Der *Toolbar* ist immer sichtbar und umfasst Systemfunktionen, die jederzeit und unabhängig vom Systemzustand ausgeführt werden können. Er befindet sich unter dem Bereich der Hauptnavigation und bietet

²¹ Dem Prinzip des Gutenberg Diagramms entsprechend nimmt der Mensch bei der Betrachtung einer gleichmäßigen, homogenen visuellen Darstellung den linken oberen Bereich als erstes wahr. [LIDWELL et al. 2003]

²² „*Tabs are one of the very few cases where using a physical metaphor in a user interface actually works.*“ [KRUG 2006, S.79].

Funktionen zur Abfrage (Suche) und Ausgabe (Export, Permalink) von Informationen.

3 *Map-Viewer*: Der *Map-Viewer* beinhaltet die kartographische Darstellung und steht im Zentrum der Applikation (siehe Systemanforderungen – kartenzentriertes System, Kapitel 7.1.1.2). In Abhängigkeit vom gewählten Navigationsreiter oder einer bestimmten Thematik werden in der Karte Informationen in Form von interaktiven Symbolen visualisiert. Mittels der integrierten Steuerelemente kann der dargestellte Kartenausschnitt verschoben, vergrößert oder verkleinert werden. Essentielle Kartenelemente wie eine Maßstabsleiste, interaktive Übersichtskarte und die Möglichkeit zum Ein- und Ausblenden von Informationsebenen ergänzen den Informationsgehalt des *Map-Viewer*.

4 *Content-Area*: Die *Content-Area* belegt den gesamten rechten Bereich der Applikation und visualisiert Inhalte (Suchergebnisse, Text, Bilder), die entsprechend dem gewählten Navigationsreiter und in Abhängigkeit vom aktuellen Kartenausschnitt generiert werden. Um eine bessere Lesbarkeit zu erzielen, wird der Bereich in Blöcke mit unterschiedlichen Informationsschwerpunkten gegliedert. Die Inhalte der *Content-Area* sind direkt mit der Karte verknüpft und ermöglichen die Anzeige von Detailinformationen im Kartenfenster.

5 *PopUp-Viewer*: Der *PopUp-Viewer* beschreibt jenen Bereich, in dem die Anzeige von Detailinformationen zu den interaktiven Kartensymbolen des *Map-Viewer* erfolgt. Aufgrund der Datenmenge wird eine Navigation innerhalb des Pop-Ups mittels unterschiedlicher Steuerungselemente ermöglicht.

6 *Impressum*: Da das Impressum für die Systemfunktionalität nur eine untergeordnete Rolle spielt, wurde es am unteren Rand der Applikation platziert.

7.2.3 Graphische Gestaltung – der Einsatz von graphischen Variablen

Der letzte Schritt im Interfacedesign des CHIS umfasst die visuelle Gestaltung der Interface-Elemente und somit den Einsatz von graphischen Variablen. Analog

zu den *Elements of User-Experience* [GARRETT 2003] umfasst dieser Aspekt der Applikationsentwicklung den obersten Bereich des Fünf-Ebenen Modells (*surface plane* vgl. S.20ff). Die graphische Feinabstimmung, welche auf die bislang beschriebenen konzeptionellen Grundlagen aufbaut, soll dem Anwender einen verbesserten Systemzugang ermöglichen.

Um den Einsatz der definierten graphischen Variablen (vgl. Kapitel 5.4) besser nachvollziehen zu können, wird die Gestaltung anhand der im vorherigen Kapitel beschriebenen Teilbereiche des Systems erläutert. In einer abschließenden Zusammenfassung wird das Gesamtkonzept des User-Interfaces präsentiert.

7.2.3.1 **Main-Frame**

Der *Main-Frame* bestimmt die allgemeinen Ausmaße der Online-Applikation. Des- sen Größe ist unabhängig von der verwendeten Bildschirmauflösung und wird immer zentriert im Browser dargestellt.



Abbildung 31: Main-Frame

Als Hintergrund wurde eine dezente **Textur** mit einer hell- bis dunkelgrauen Marmorierung gewählt. Dies erhöht die Plastizität der Gesamtdarstellung und erzeugt visuelle Spannung, welche eine klare Differenzierung von Figur und

Grund ermöglicht. Diese Trennung von Figur und Grund wurde außerdem durch einen Schatteneffekt (**Transparenz-Verlauf**), der am Rand des Applikationsfensters verläuft betont.

Teil des Hintergrundes ist das Logo des CHIS, das mit Hilfe eines Stempleffekts²³ in die Grundfläche eingebettet wurde. Die Lage rechts oben kann vom Anwender, unabhängig von den Inhalten, schnell erfasst werden und soll als eindeutiges Wiedererkennungsmerkmal in weiteren Publikationen dienen.

Die Gestaltung des Logos stand am Anfang der Neukonzeption des User-Interfaces. Bei den verwendeten **Farben** Rot, Orange und Gelb handelt es sich durchwegs um *warme* Farben (vgl. Kalt-Warm Kontrast, S.44), die beim Anwender ein positives Nutzungserlebnis und Wohlbefinden hervorrufen sollen. Als **Form** für die Schrift wurden Schriftschnitte des aufgrund seiner guten Lesbarkeit entwickelten [vgl. UEBELE 2006] Frutiger Fonts gewählt. Durch den Einsatz von Schriftgröße, -form und -farbe wurden weitere graphische Akzente und Kontraste gesetzt, welche den Anwender auf das Logo aufmerksam machen sollen.



Abbildung 32: CHIS Logo

Die **Größe** des Applikationsfensters entspricht den Anforderungen an die Mindestauflösung von 1024*768 Pixel (vgl. S.70) und beinhaltet alle elementaren Informationen des Systems.

Als **Form** wurde ein Rechteck mit einer abgerundeten Ecke (rechts oben) umgesetzt. Der Kontrast zwischen sanften Kurven und Kanten wiederholt sich an verschiedenen Stellen im Interface und erzeugt durch seine Asymmetrie einen besonderen visuellen Reiz.

²³ Durch eine markante Konturierung wirken die graphischen Elemente so als wären sie in den Hintergrund hineingepresst beziehungsweise gestempelt worden.

Der Rahmen des Fensters wird entlang des Randes oben und rechts von einer farbigen Kontur umgeben, die in Abhängigkeit von der gewählten Informations-ebene seine Farbe wechselt. Auf die durchdachte Wahl der **Farbtöne** wird im nächsten Unterkapitel der Navigation eingegangen.

Der Verlauf der farbigen Kontur deutet die Leserichtung im System von links nach rechts an. Durch die Platzierung eines Dreiecks, das entgegen der allgemeinen **Richtung** der Interface-Elemente nach unten zeigt, wird ein graphischer Akzent gesetzt, der den Blick des Betrachters leiten soll. Dessen Wirkung und Bedeutung wird im Gesamtkonzept des User-Interfaces deutlicher (vgl. Kapitel 7.2.4)

7.2.3.2 Navigation

Die Navigation befindet sich am linken oberen Rand des Applikationsfensters. Sie wurde derart gestaltet, dass sie direkt an den *Main-Frame* angrenzt und als zugehöriger Teil des Systems wahrgenommen wird.

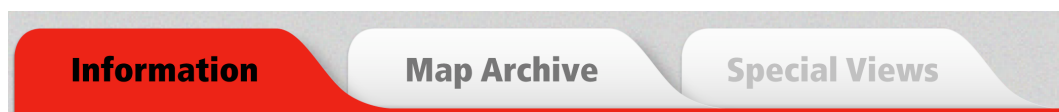


Abbildung 33: Navigationsleiste

Die **Form** und relative Lage der Navigationsreiter zum Applikationsfenster erinnert an jene von Papierordnern, welche zur Beschriftung von Dokumenten dienen. Diese bewusst eingesetzte Metapher wurde durch den Einsatz von Schatteneffekten (**Transparenz-Verlauf**), welche die plastische Wirkung der Reiter steigert, nochmals betont. Der Anwender soll bei der Navigation im System das Gefühl empfinden zwischen den Seiten blättern zu können. Durch die konkav auslaufende Form wird ein sanfter Übergang in den angrenzenden *Main-Frame* erzeugt. Als Schrift wurde wie im Logo Frutiger verwendet.

Die drei Informationsebenen (Information, Map Archive und Special Views) beschreiben verschiedene Qualitäten des Systems und werden in der Applikation durch unterschiedliche Leitfarben visualisiert. Diese umfassen drei **Farbtöne**, die im Farbkreis einen gleichmäßigen Winkelabstand von 75° bilden.

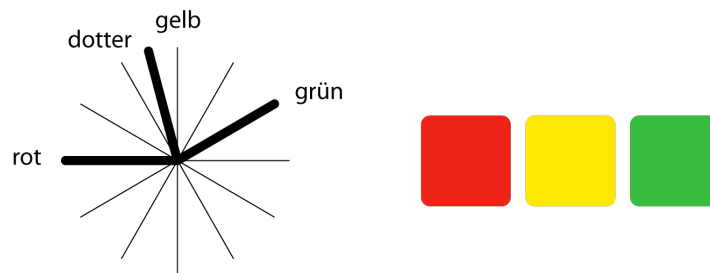


Abbildung 34: Leitfarben der Navigation

Jeder dieser Farbtöne (Rot, Dotter-Gelb und Grün) ist gesättigt und hat eine große Strahlkraft, die der Nutzer umgehend wahrnimmt. Dieser Eigenschaft der gewählten Farbzusammenstellung bedient sich beispielsweise auch jede Verkehrsampel, die von Verkehrsteilnehmenden bei Tag und Nacht erkannt wird. Da niemals zwei Navigationsreiter gleichzeitig aktiviert sein können, wird der Anwender immer nur mit einem dominanten Farbton in der Navigation konfrontiert.

Markiert der Nutzer einen inaktiven Reiter ohne diesen auszuwählen (Mouse-Over Effekt), so ändert dieser zunächst nur die **Helligkeit** beziehungsweise **Sättigung** der Schrift um zu signalisieren, dass weitere Interaktionsmöglichkeiten bestehen (vgl. Abbildung 33). Erst durch die Selektion wechselt der aktive Bereich und die neue Leitfarbe wird angezeigt.

Die **Größe** der Schrift ist bewusst größer gewählt als jene des Fließtextes im Informationsbereich der Applikation, um den ersten Blick des Anwenders auf die Navigation zu lenken und eine optimale Lesbarkeit zu gewährleisten.

Die **Richtung** der Textzeilen verläuft entsprechend der optimalen Leserichtung von links nach rechts und folgt wie im vorherigen Unterkapitel angesprochen der das Applikationsfenster umschließenden farbigen Kontur.

7.2.3.3 Toolbar

Der *Toolbar* befindet sich unterhalb der Navigation. In einem ersten Gestaltungsschritt wurden Symbole für die unterschiedlichen Funktionsbuttons gezeichnet. In diesem Zusammenhang wurde darauf geachtet, dass deren **Form** für den Nutzer möglichst einfach zu interpretieren ist (z.B. Druckersymbol für Ausgabe beziehungsweise Druck von angezeigten Informationen).

Abbildung 35: Toolbar

Damit der Anwender den *Toolbar* unabhängig vom gewählten Navigationsreiter und der gesättigten Leitfarben (Rot, Dotter-Gelb, Grün) wahrnehmen kann, wurde auf dessen Farbgestaltung besonderer Wert gelegt. Die verwendeten **Farben** sollten dabei einerseits einen ausreichenden Kontrast bieten, um dem Nutzer aufzufallen, andererseits nicht zu dominant wirken, um den harmonischen Gesamteindruck nicht zu stören.

Die Verwendung eines blauen **Farbtons** mit reduzierter Sättigung entsprach den gestellten Anforderungen. In Abbildung 36 sieht man die Winkelharmonie, die der Farbton mit den jeweiligen Leitfarben des Systems erzeugt.

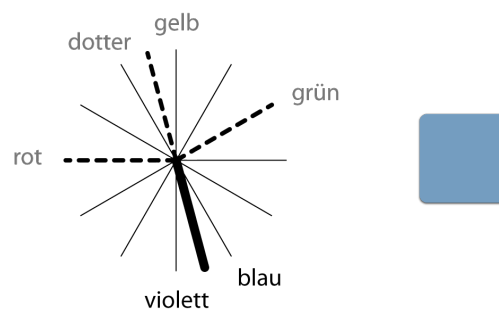


Abbildung 36: Leitfarbe des Toolbars

Um die Lesbarkeit der auf der blauen Fläche dargestellten Symbole und Schriften zu gewährleisten, wurde die unbunte Farbe weiß gewählt.

Ähnlich wie bei der Navigationsleiste wird beim Markieren oder Selektieren von Funktionsschaltflächen deren **Helligkeit** beziehungsweise **Sättigung** verändert, um so die Interaktion des Nutzers mit dem System zu visualisieren.

Die **Form** und **Größe** der Elemente wurde aufeinander abgestimmt, um eine möglichst ausgeglichene Darstellung zu erzielen. Da die Suche das primäre Element des *Toolbars* darstellt, wurde die zugehörige Schaltfläche größer gestaltet als jene der Ausgabefunktionen (Permalink, Export). Analog zu den Navigationsreitern wurde als Schrifttyp Frutiger verwendet. Die Größe des *Toolbars* wurde im Vergleich zur Navigation reduziert, um die geringere Bedeutung (Hierarchiestufe) im System zu visualisieren.

Bei der Zusammenstellung der Funktionsbuttons wurde besonderer Wert auf die Einhaltung der Gestaltgesetze der Nähe und der Ähnlichkeit gelegt, um dem Anwender eine eindeutige Wahrnehmung der Funktionen zu ermöglichen.

7.2.3.4 Map-Viewer

Der *Map-Viewer* steht unabhängig von den umgebenden Inhalten immer im Zentrum des CHIS. Die darin dargestellte Karte ist das Herz des Systems und dient zur Kommunikation von Geo-Informationen und Inhalten, die in Verbindung mit dem Forschungsprojekt stehen.

Die graphische Gestaltung der Karte ist ein wichtiger Aspekt des CHIS, wird im Rahmen dieser Arbeit jedoch nicht weiter behandelt, da der Fokus auf die Gestaltung der das Kartenbild umgebenden graphischen Benutzeroberfläche gerichtet ist. Als Ergebnis des Gestaltungsprozesses eines User-Interfaces soll die kartographische Kommunikation zwischen Nutzer und System (Kartograph) verbessert werden.

Der *Map-Viewer*, in welchem das Kartenbild generiert wird, beinhaltet jedoch Elemente, die im Zuge des Interfacedesigns gestaltet werden müssen. Diese umfassen diverse Steuerungselemente und Kartenrandinformationen wie sie in der folgenden Abbildung zu sehen sind.

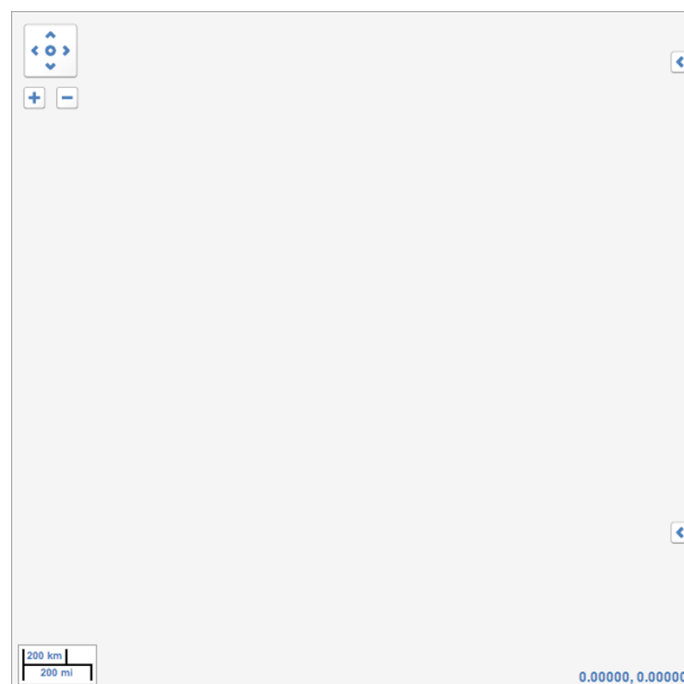


Abbildung 37: Steuerungselemente im Map-Viewer

Diese graphischen Elemente sollten das Kartenbild und die darin visualisierten Symbole und Objekte in einem möglichst geringen Maße beeinflussen. Aus diesem Grund wurde eine neutrale Gestaltung gewählt.

Als **Farbton** für die Grundflächen der Icons wurde wieder die unbunte Farbe Weiß gewählt. Dies gewährleistet eine klare Abgrenzung vom Kartenbild und den angrenzenden Symbolen. Die darauf dargestellten Konturen der Zeichen wurden mit einem Blauton eingefärbt. Vergleicht man die Schaltflächen des *Toolbars* mit jenen des *Map-Viewers*, so erkennt man den inversen Gebrauch der Farbe. Diese Umsetzung hat den entscheidenden Vorteil, dass die Anzahl der gleichzeitig dargestellten Farben im System nicht weiter gesteigert wurde.

Die **Form** der Elemente orientiert sich mit den leicht abgerundeten Ecken an jener der Funktionsbuttons im *Toolbar*.

Die **Größe** wurde reduziert, um nur einen kleinen Bereich der Kartenfläche mit den Steuerungselementen zu überdecken.

Durch den Einsatz der Variable **Richtung** konnten die Elemente derart gestaltet und platziert werden, dass eine logische Navigation (unterschiedliche Qualitäten - links, rechts, oben, unten) in der Karte ermöglicht wird.

7.2.3.5 Content-Area

Die *Content-Area* umfasst jenen Bereich der graphischen Benutzeroberfläche, in welchem diverse Informationen (z.B. Text, Bild), die für den angezeigten Kartenausschnitt relevant sind, dargestellt werden. Um dem Anwender eine möglichst einfache Interpretation dieser Inhalte zu ermöglichen, wurden Blöcke (*Chunks*) mit unterschiedlichen Themenschwerpunkten gebildet. Die Abgrenzung dieser Informationsblöcke sollte nicht zu dominant, aber für den Nutzer dennoch klar und intuitiv erfassbar sein.

Als geeignete Lösung wurde die Visualisierung von Überschriften mit einem dezenten Unterstrich gewählt. **Form** und **Größe** der Schrift wurden wie zuvor bei den Navigationsreibern gestaltet. Die **Ausrichtung** der Schrift und des gesamten Blocks wurde durch einen Unterstrich betont.

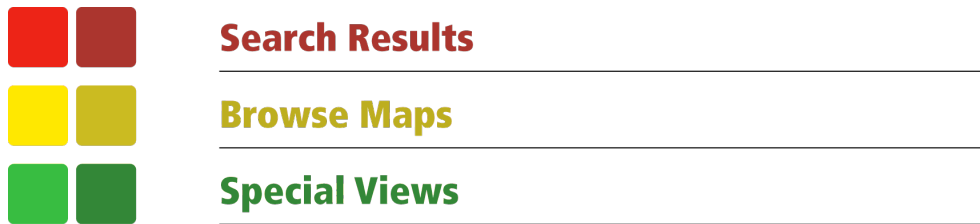


Abbildung 38: Reduktion der Farbhelligkeit in Überschriften

Bei der Farbgestaltung der Überschriften wurde darauf geachtet, dass diese eine harmonische Ergänzung zu den Leitfarben der Informationsebenen darstellen. Um dies zu erreichen, wurde die **Helligkeit** des Ausgangsfarbwertes verringert (siehe Abbildung 38). Die resultierende Farbempfindung hat ein größeres Farbgewicht als die Ausgangsfarbe [vgl. ARNBERGER 1977] und betont die Bedeutung des graphischen Elements. Um das harmonische Gesamtbild des User-Interfaces nicht zu überlasten, durfte dieser Farbton mit reduzierter Helligkeit nur in sehr verringerter Form für die weitere Gestaltung von Elementen angewandt werden (z.B. Design von Elementen, die den Nutzer auf wichtige Funktionen im System hinweisen).

Neben den Überschriften wurden auch Bereiche, die einen erleichterten Zugang zu den Informationen des System ermöglichen (siehe Nutzergruppen Kapitel 7.1.1.1) sollen, graphisch hervorgehoben.²⁴ Um dies zu gewährleisten, wurde die **Sättigung** der Leitfarben reduziert (siehe Abbildung 39).

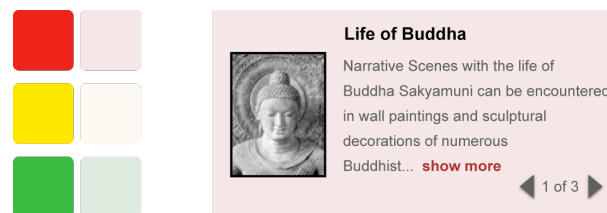


Abbildung 39: Reduktion der Farbsättigung in Informationsblöcken

Wie in Abbildung 39 angedeutet, erlaubte der Einsatz ungesättigter Farbtöne die Gestaltung von Hintergrundflächen, die einen abgeschlossenen Rahmen für Informationen abgrenzen. Der Anwender nimmt diese Elemente aufgrund der Größe der Farbfläche sehr schnell wahr. Im Gegensatz zu den in für die Überschriften verwendeten Farben haben ungesättigten Farben ein geringeres Farbgewicht

²⁴ Diese Bereiche umfassen eigens aufbereitete Informationsblöcke (*Narratives*, *Special Views*) für ausgewählte Forschungsobjekte beziehungsweise eine dynamische Javascript-Applikation, welche eine interaktive Kartenvorschau im Webbrowser ermöglicht.

[vgl. ARNBERGER 1977] und ermöglichen dadurch die Gestaltung von großen Flächen und graphischen Elementen ohne das harmonische Gleichgewicht des User-Interfaces aus der Balance zu bringen.

Um nicht zu viele Inhalte gleichzeitig in der *Content-Area* anzeigen zu müssen und somit beispielsweise einen Scrollbalken zu erzwingen, wurden Animationen zur Vergrößerung beziehungsweise Verkleinerung bestimmter Informationsblöcke implementiert. Diese Animationen laufen sehr weich und fließend ab und beschreiben eine dynamische **Veränderung** von graphischen Variablen. Selektiert man etwa den *show more* Link im Narratives-Block der Abbildung 40, so expandiert dieser Informationsblock und die Inhalte der anderen Blöcke werden ausgeblendet.

Die bislang beschriebenen Elemente ergeben in ihrer Zusammensetzung die für die jeweilige Informationsebene definierten Blöcke der *Content-Area*. Diese Blöcke beinhalten noch weitere Texte, Bilder und Symbole, wie man in Abbildung 40 erkennen kann.

Search Results

13 search results > **Nako**

1. Nako Lo tsā ba lha khang apsis
2. Nako village and landscape
3. Nako Temple Complex
4. Nako Prajñāpāramitā
5. Nako Lha khang gong ma

◀ 1 2 3 ▶

Narratives



Life of Buddha

Narrative Scenes with the life of Buddha Sakyamuni can be encountered in wall paintings and sculptural decorations of numerous Buddhist... [show more](#)

◀ 1 of 3 ▶

In this Area

Locations	Categories	Objects
1. Nako	W S	16
2. Tabo	W I M S	22
3. Lhasa	T R	82
4. Gyangze	T	23
5. Gardez	C T	1

◀ 1 2 3 4 ▶

115 Maps found in this Area > show in [Map Archive](#)

Abbildung 40: Content-Area der Navigationsebene *Information*

Für die Gestaltung der einfachen Fließtexte wurde als **Form** eine sans-serif (Arial, Verdana, Helvetica) Schriftfamilie gewählt. Die **Größe** wurde auf 11pt bis 12pt festgelegt, um eine gute Lesbarkeit zu gewährleisten. Die **Farbe** der Schrift wurde mittelgrau bis schwarz gehalten. Die Rastergrafiken (Bilder) der *Content-Area* wurden mit einem 1px dünnen dunkelgrauen Rahmen versehen, um eine klare Abgrenzung von den umgebenden Objekten zu erzielen. Auf die Bedeutung und graphische Gestaltung der im unteren Bereich der Abbildung 40 dargestellten Farbflächen wird im nächsten Unterkapitel eingegangen.

7.2.3.6 PopUp-Viewer

Im *PopUp-Viewer* werden detaillierte Informationen über die Forschungsobjekte, welche den in der Karte verorteten *Locations* zugeordnet sind, visualisiert. Da es an einem Ort mehrere Objekte geben kann, wurden diese in acht Kategorien untergliedert. Dieser Ansatz erleichtert dem Anwender die Suche nach bestimmten Objekten, da die Anzahl der zu durchsuchenden Elemente im Vorhinein eingeschränkt werden kann.

Die graphische Differenzierung von acht Kategorien, die sich in ihrer Qualität unterscheiden, stellte eine besondere Herausforderung dar. Die Unterscheidung allein durch Farbtöne würde ein zu großes Spektrum des Farbkreises umfassen und dem Nutzer nicht ausreichend Orientierung bieten. Als Lösungsansatz wurde daher eine Kombination der graphischen Variablen **Farbton** und **Form** gewählt.

Bei der Wahl der Farben wurden zwei **Farbtöne** festgelegt, die in Kombination einen sehr klaren Kontrast ergeben: ein gesättigter Rotton für die Visualisierung der Standardkategorien und ein gesättigter Grünton für die Betonung der Sonderkategorie *Special Views*. Die Farbgebung der Kategorien entspricht somit den im Kapitel der Navigation (vgl. Kapitel 7.2.3.2) erläuterten Leitfarben der übergeordneten Informationsebenen (*Information* und *Special Views*) und dient als Wiedererkennungsmerkmal.

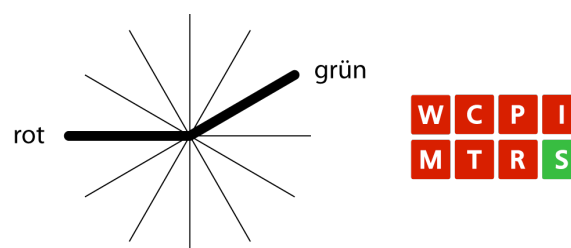


Abbildung 41: Farbtöne und Formen der Kategorien

Die **Formen** innerhalb der Farbflächen entsprechen den Anfangsbuchstaben der jeweiligen Kategorie und wurden in der unbunten Farbe weiß eingefärbt. Dies ermöglicht dem Anwender eine klare Differenzierung der Kategorien. Die **Größe** dieser zusammengesetzten Zeichen ist sehr gering und erforderte eine spezifische Optimierung der Schriftform und -größe.

Je nach Art und Anzahl der Kategorien an einem Ort werden diese als Schaltflächen im linken unteren Eck des *PopUp-Viewer* dargestellt.

Die **Grundform** des *PopUp-Viewer* wurde ähnlich einer Sprechblase gestaltet, deren Spitze vom zugeordneten Kartensymbol ausgeht. Die **Größe** des Fensters wurde unter Berücksichtigung der maximalen Detailinformationen für ein Objekt definiert. Die Farbgestaltung der Sprechblase und des Schließen-Buttons wurde gleich wie bei den Steuerungselementen des *Map-Viewers* durchgeführt (vgl. Kapitel 7.2.3.4).

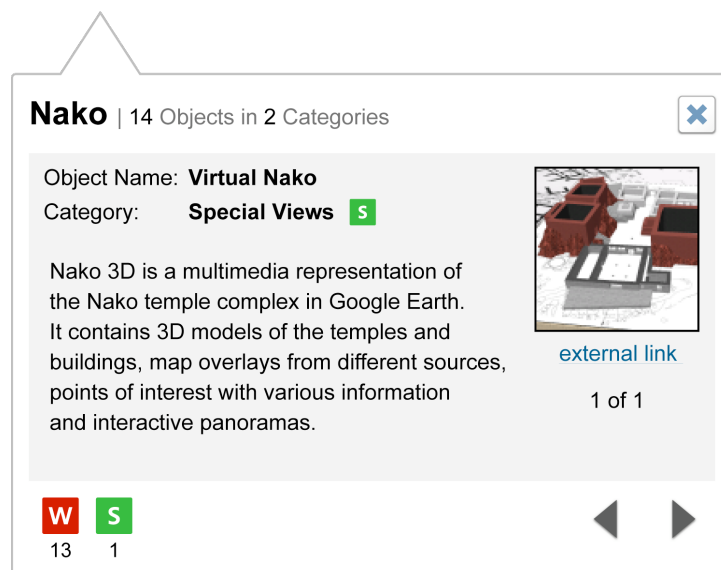


Abbildung 42: PopUp-Viewer

Durch eine hellgraue Fläche wurden die zum Objekt zugehörigen Attribute und Bilder für den Anwender leicht erfassbar zusammengefasst.

Form, Richtung, Farbe und **Größe** der Schrift, Navigationspfeile sowie die Konturierung der Rastergrafiken wurden wie in der *Content-Area* gestaltet. Lediglich der **Farbton** für externe Links wurde dem Blauton der *Map-Viewer* Elemente angepasst.

7.2.3.7 Impressum

Das Impressum nimmt in der Applikation nur eine untergeordnete Rolle ein und wird in Form eines Pop-Ups visualisiert, in dem entsprechende Kontaktadressen und Verweise zu den Projektträgern eingebettet sind. Die graphische Gestaltung der darin dargestellten Schrift wird durch die Variablen der **Farbe, Form, Größe** und **Richtung** bestimmt.

7.2.4 Zusammenfassung der Ergebnisse

Um einen besseren Gesamteindruck der graphischen Benutzeroberfläche des CHIS zu erlangen, werden auf den folgenden Seiten drei Gesamtdarstellungen der unterschiedlichen Informationsebenen abgebildet. Diese repräsentieren die Kombination der zuvor beschriebenen Bausteine, die zusammen ein aufeinander abgestimmtes User-Interface ergeben.

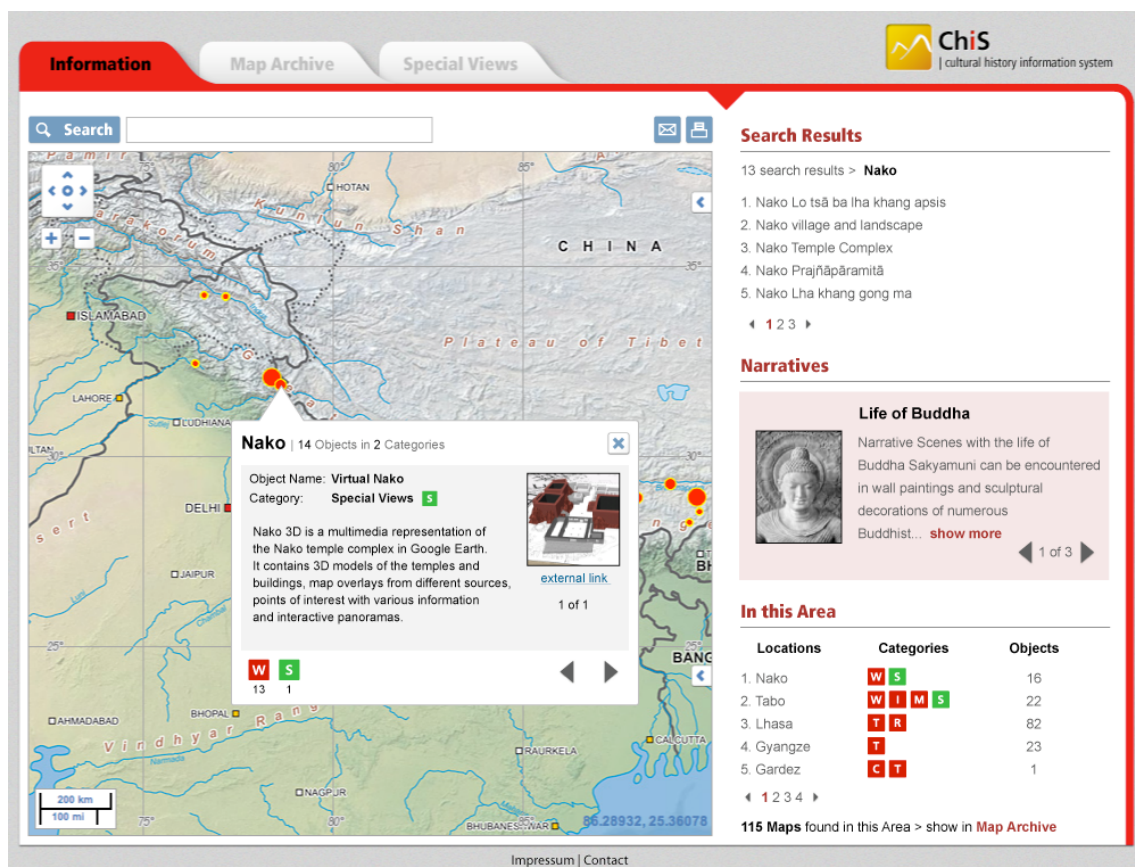


Abbildung 43: Gesamtübersicht - Information

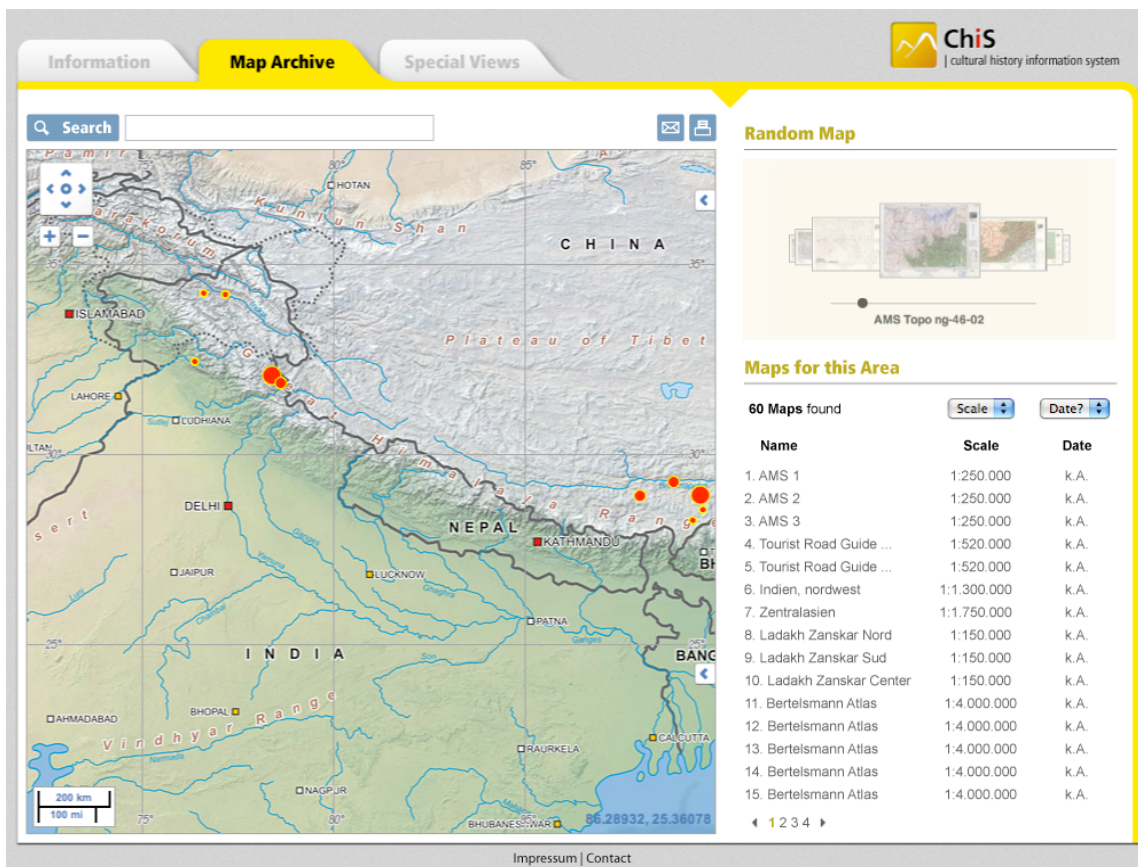


Abbildung 44: Gesamtübersicht - Map-Archive

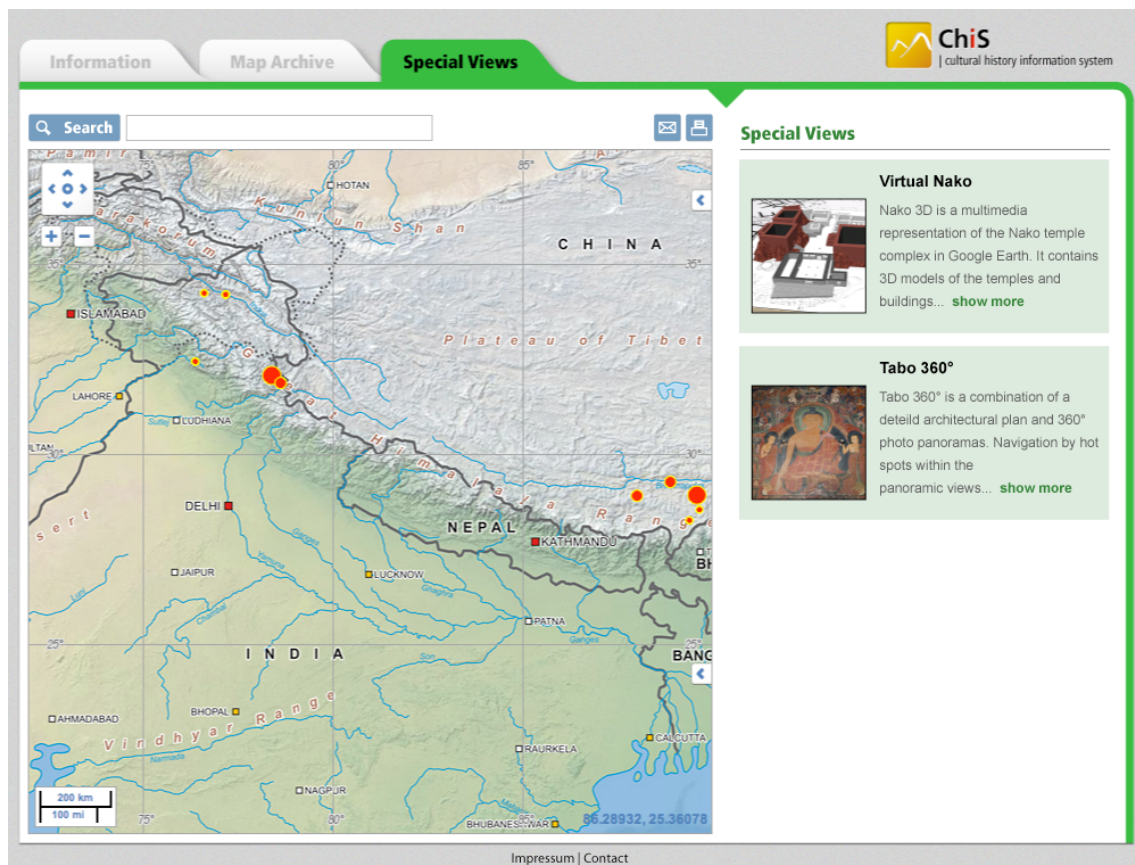


Abbildung 45: Gesamtübersicht - Special Views

Die obigen Abbildungen verdeutlichen nochmals das Zusammenspiel der graphischen Variablen. Je nach deren Fähigkeiten wurden diese entweder für die Darstellung von Qualitäten (Farbton, Form, Richtung) oder Quantitäten und Hierarchiestufen (Größe, Sättigung, Helligkeit) eingesetzt. Bei der Gestaltung des User-Interfaces für das CHIS wurde auf deren fachlich korrekte Anwendung ein besonderes Augenmerk gerichtet. Es wurde entsprechend dem *Ockham`s Razor* Prinzip (vgl. S.62) auf eine reduzierte Visualisierung geachtet, in der die Anzahl der Farben und Variationen der anderen graphischen Variablen möglichst gering gehalten wurden.

Der Anwender kann somit auf den ersten Blick den Navigationsbereich und die Funktionen des Systems mit den zugehörigen Informationen erfassen. Dies wird in erster Linie durch den Einsatz der Farbvariablen erreicht. Aufgrund der kontrastreichen Farbgestaltung und Größenverhältnisse steht die Karte dennoch immer im Zentrum der Applikation. Das sie umschließende User-Interface hilft bei der Wahrnehmung und Auffindung von Interaktionsmöglichkeiten, die in Verbindung mit der Karte Zugang zu neuen Informationen ermöglichen sollen.

Weiters ist bei Betrachtung der Endergebnisse die Berücksichtigung der in Kapitel 6 beschriebenen Designprinzipien zu erkennen. Durch die Gestaltgesetze entstehen vor allem in der *Content-Area* für den Anwender leichter zu verarbeitende Informationsblöcke. Besonderer Wert wurde außerdem auf die Fortführung von imaginär fortlaufenden Achsen zwischen den einzelnen Interface-Elementen gelegt (z.B. Oberkante des *Map-Viewer* mit dem Unterstrich der ersten Überschrift in der *Content-Area*). Dies wurde auch durch eine korrekte Ausrichtung der Elemente zueinander (z.B. Textblöcke) erreicht. Auf das *white-spacing* wurde vor allem innerhalb der Textblöcke geachtet, um eine gute und klare Lesbarkeit und Abgrenzung der Elemente zu gewährleisten.

8 Zusammenfassung

Die Kartographie hat in den vergangenen Jahrzehnten digitale Plattformen wie zum Beispiel das Internet für die Visualisierung und Kommunikation von Informationen entdeckt. Die fortschreitende Entwicklung dieser Technologien erfordert jedoch eine tiefergehende Auseinandersetzung des Kartographen mit dem Interfacedesign graphischer Benutzeroberflächen. Diese repräsentieren die Schnittstelle zu den im System enthaltenen Inhalten und Funktionalitäten und müssen für eine gelungene Kommunikation optimiert werden. Die gestalterischen Aspekte im User-Interfacedesign gewinnen in diesem Zusammenhang an Bedeutung, da sie das Nutzungserlebnis und den kartographischen Kommunikationsprozess maßgeblich beeinflussen.

Die Berücksichtigung von Prinzipien des Graphikdesigns und der Wahrnehmungsforschung sowie der durchdachte Einsatz von graphischen Variablen stellen eine Möglichkeit zur Optimierung von Benutzeroberflächen dar. Vor allem der Gebrauch der Farbvariablen als primäre Gestaltungsmerkmale hat sich im Rahmen des praktischen Teils der Arbeit als besonders wert- und sinnvoll erwiesen. Neben ihrer Eigenschaft die visuelle Ästhetik von Darstellungen zu beeinflussen, erlauben sie auch eine Steuerung der Aufmerksamkeit, die dem Anwender eine intuitive Orientierung in graphischen Darstellungen ermöglicht. Erst das Zusammenspiel aller graphischen Variablen und allgemeiner Designprinzipien erzeugt einen harmonischen Gesamteindruck, der dem Anwender die Suche nach Informationen erleichtern und die Gewinnung von neuen Erkenntnissen unterstützen kann.

Die Zusammenstellung eines Sets von graphischen Variablen, welche für die Gestaltung eines User-Interfaces besonders geeignet sind, muss im Zuge der Weiterentwicklung der Computer- und Internettechnologien aktualisiert beziehungsweise neu überdacht werden. Vor allem die Beschreibung von Prozessen und dynamischen Veränderungen in einem graphischen Zeichensystem erfordert eine tiefergehende Auseinandersetzung.

9 Literaturverzeichnis

- [ALBERS 2006] Albers, J.: Interaction of Color. Revised and expanded version. New Haven, Connecticut [u.a.]: Yale University Press, 2006.
- [ARNBERGER 1977] Arnberger, E.: Thematische Kartographie. Braunschweig: Westermann, 1977.
- [BERTIN 1974] Bertin, J.: Graphische Semiologie. Diagramme Netze Karten. Dt. Übers. von Jensch, G., Schade, D., Wolfgang, S.. Berlin [u.a.]: Walter de Gruyter, 1974.
- [BERTIN 1982] Bertin, J.: Graphische Darstellungen und die graphische Weiterverarbeitung der Information. Dt. Übers. von Scharfe, W.. Berlin: Walter de Gruyter, 1982.
- [BOLES 1998] Boles, D.: Multimedia-Systeme. Begleitbuch zur Vorlesung. Oldenburg, 1998. URL: <http://www-is.informatik.uni-oldenburg.de/~dibo/teaching/mm98/buch/> , abgerufen am 28.05.2009.
- [BOLLMANN et al. 2002] Bollmann, J., Koch, W.G., Lipinski, A. [Hrsg.]: Lexikon der Kartographie und Geomatik. Digitale Ausgabe auf CD-ROM. Heidelberg [u.a.]: Spektrum Akademischer Verlag, 2002.
- [BONSIEPE 1996] Bonsiepe, G.: Interface Design neu begreifen. Kommunikation & Neue Medien. Mannheim: Bollmann Verlag, 1996.
- [BRAUN 1993] Braun, G. [Hrsg.]: Grundlagen der visuellen Kommunikation. 2.Aufl.. München: Bruckmann, 1993.
- [BROCKHAUS 2003a] Weiß, J. [Hrsg.]: Der Brockhaus Naturwissenschaft und Technik. Band 1 A bis Gd. Mannheim [u.a.]: F.A. Brockhaus [u.a.], 2003.
- [BROCKHAUS 2003b] Weiß, J. [Hrsg.]: Der Brockhaus Naturwissenschaft und Technik. Band 2 Ge bis Pg. Mannheim [u.a.]: F.A. Brockhaus [u.a.], 2003.
- [BROCKHAUS 2003c] Weiß, J. [Hrsg.]: Der Brockhaus Naturwissenschaft und Technik. Band 3 Ph bis Z. Mannheim [u.a.]: F.A. Brockhaus [u.a.], 2003.
- [CURTIS et al. 1994] Curtis, B., Hefley B.: A WIMP no more. The Maturing of User Interface Engineering. In: Interactions Magazine, Volume 1 (1), 1994, S. 22-34.
- [DIETRICH 1998a] Dietrich, H.: Durch das Auge in den Verstand. In: Screen News. Volume 3, 1998, S. 26-27.
- [DIETRICH 1998b] Dietrich, H.: Die Welt in Objekten. In: Screen News. Volume 4, 1998, S. 18-20.
- [DITZINGER 2006] Ditzinger, T.: Illusionen des Sehens. Heidelberg: Elsevier, Spektrum Akademischer Verlag, 2006.

- [DRANSCH 1995] Dransch, D.: Temporale und nontemporale Computer-Animation in der Kartographie. Dissertation. Reihe C - Kartographie - Band 15. Freie Universität Berlin: Selbstverlag Fachbereich Geowissenschaften, 1995.
- [ELLSIEPEN 2005] Ellsiepen, I.: Methoden der effizienten Informationsübermittlung durch Bildschirmkarten. Dissertation. URL: http://hss.ulb.uni-bonn.de/diss_online/landw_fak/2005/ellsiepen_iris, abgerufen am 18.05.2009.
- [FREITAG 1992] Freitag, U. [Hrsg.]: Kartographische Konzeptionen – Beiträge zur theoretischen und praktischen Kartographie 1961 – 1991. Reihe C - Kartographie - Band 13. Freie Universität Berlin: Selbstverlag Fachbereich Geowissenschaften, 1992.
- [GALITZ 2002] Galitz, W.O.: The essential guide to user interface design. An introduction to GUI design principles and techniques. 2. Aufl.. New York [u.a.]: Wiley, 2002.
- [GARRETT 2003] Garrett, J.J.: The Elements of User Experience. User-centered design for the web. Indianapolis: New Riders, 2003.
- [HAKE et al. 2002] Hake, G., Grünreich, D., Meng, L.: Kartographie. Visualisierung raum-zeitlicher Information. 8.Aufl. Berlin [u.a.]: Walter de Gruyter, 2002.
- [HEWETT et al. 1996] Hewett, T., et al.: Curricula for Human-Computer Interaction. URL: <http://sigchi.org/cdg/index.html>, abgerufen am 28.05.2009.
- [HOLZSCHLAG 2001] Holzschlag, M.E.: Color for websites. Crans-Près-Céligny [u.a.]: RotoVision, 2001.
- [HUBEL 1989] Hubel, D.H.: Auge und Gehirn. Neurobiologie des Sehens. Dt. Übers. von Pulvermüller, F., O'Neill, J.. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 1989.
- [HUBER et al. 2007] Huber, S. et al.: Multivariate Mapping in High Quality Atlases. URL: http://www.atlasderschweiz.ch/pdf_publi/ICC07_HuberSieber.pdf, abgerufen am 28.05.2009.
- [ISO 9241-11 1998] Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten – Teil 11 Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit. International Organization for Standardization (ISO). Genf: 1998.
- [ITTEN 1987] Itten, J.: Kunst der Farbe. Subjektives Erleben und objektives Erkennen als Wege zur Kunst. Gekürzte Studienausgabe. 2.Aufl.. Augsburg [u.a.]: Ravensburger, 1987.
- [ITTEN 2006] Itten, C.: Farbe und Kommunikation. Leipzig: E.A. Seemann Verlag, 2006.

- [KINBERGER 2007] Kinberger, M.: Subproject Interviews Report. NFN S98. University of Vienna, Department of Geography and Regional Research. Internes Dokument. Wien, 2007.
- [KINBERGER et al. 2008] Kinberger, M., Kriz, K., Schobesberger, D.: Interdisciplinary Research in High Mountain Areas of North-East India. In: Mountain Mapping and Visualisation. Proceedings of the 6th ICA Mountain Cartography Workshop. Zürich: Pagina, 2008.
- [KÜPPERS 2000] Küppers, H.: Harmonielehre der Farben. Theoretische Grundlagen der Farbgestaltung. 3.Aufl.. Köln: DuMont, 2000.
- [KÜPPERS 2005] Küppers, H.: Schnellkurs Farbenlehre. Köln: DuMont, 2005.
- [KOLACNY 1969] Kolacny, A.: Cartographic Information. A fundamental term in modern cartography. In: Cartographic Journal, Volume 6, 1969, S.47-49.
- [KONECNY et al. 1991] Konecny, E., Leitner, M.: Psychologie. Wien: Wilhelm Braumüller Universitäts-Verlagsbuchhandlung, Ges.m.b.H., 1991.
- [KRIZ 2009] Kriz, K.: Are we Living in a Cartographic Illiterate Society?. In: Cartwright, W., Gartner, G., Lehn, A. [Hrsg.]: Cartography and Art. Berlin [u.a.]: Springer, 2009, S.59-68.
- [KRUG 2006] Krug, S.: Don't make me think!. A common sense approach to usability. Berkley, California: New Riders, 2006.
- [LEE 2007] Lee, C.: HCI & Aesthetics. The Future of User Interface Design. URL: <http://www.carrialee.net/pdfs/HCIAesthetics.pdf>, abgerufen am 18.05.2009.
- [LEWANDOWSKY et al. 2002] Lewandowsky, P., Zeischegg, F.: Visuelles Gestalten mit dem Computer. Reinbeck, Hamburg: Rowohlt-Taschenbuch Verlag, 2002.
- [LIDWELL et al. 2003] Lidwell, W., Holden, K., Butler, J.: Universal principles of design. 100 ways to enhance usability, influence perception, increase appeal, make better design decisions and teach through design. Gloucester, Massachusetts: Rockport, 2003.
- [LIEDL 1994] Liedl, R.: Die Pracht der Farben. Mannheim [u.a.]: BI-Verlag, 1994.
- [MACEACHRAN 1995] MacEachran, A.M.: How Maps Work. Representation, Visualization and Design. New York [u.a.]: The Guilford Press, 1995.
- [METZGER 1954] Metzger, W.: Grundbegriffe der Gestaltpsychologie. In: Metzger, W. [Hrsg.]: Gestalt-Psychologie. Ausgewählte Werke aus den Jahren 1950 bis 1982. Frankfurt/Main: Verlag Waldemar Kramer, 1986, S. 124-133.

- [MILLER 1999] Suzette, M.: Design of Multimedia Mapping Products. In: Cartwright, W., Peterson, M.P., Gartner, G. [Hrsg.]: Multimedia cartography. Berlin [u.a.]: Springer, 1999, S. 51-63.
- [MORISSON 1974] Morrison, J.L.: A theoretical framework for cartographic generalization with the emphasis on the process of symbolization. In: International Yearbook of Cartography, Volume 14, S.115-127.
- [MULLET et al. 1995] Mullet, K., Sano, D.: Designing Visual Interfaces. Communication Oriented Techniques. Mountain View, California: Prentice-Hall 1995.
- [NADIN 1988] Nadin, M.: Interface Design and Evaluation-Semiotic Implications. In: Hartson, R., Hix, D. [Hrsg.]: Advances in Human-Computer Interaction. Volume 2, 1988, S. 45-100.
- [NORMAN 1989] Norman, D.A.: Dinge des Alltags. Gutes Design und Psychologie für Gebrauchsgegenstände. Dt. Übers. Cofer, K.. Frankfurt/Main [u.a.]: Campus Verlag, 1989.
- [NORMAN 1998] Norman, D.A.: The Invisible Computer. Why Good products can Fail, the Personal Computer Is So Complex and Information Appliances Are the Solution. Cambridge [u.a.]: MIT Press, 1998.
- [NORMAN 2002] Norman, D.A.: Emotion and design. Attractive things work better. In: Interactions Magazine, Volume 9 (4), 2002, S.36-42.
- [PETERSON 1995] Peterson, M.P.: Interactive and animated cartography. Englewoods Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1995.
- [PUCHER 2007] Pucher, A.: System Architecture Report. NFN S98. University of Vienna, Department of Geography and Regional Research. Internes Dokument. Wien, 2007.
- [PUCHER 2008] Pucher, A.: Use and Users of the ÖROK-Atlas online. In: Cartographic Journal, Volume 45 (2), 2008, S. 108-116.
- [RHEINGOLD 1990] Rheingold, H.: An interview with Don Norman. In: Brenda, L. [Hrsg.]: The art of human-computer interface design. Reading, Massachusetts [u.a.]: Addison-Wesley, 1990. S. 5-10.
- [RIEDL 2008] Multimediatechnologie und Geokommunikation. Lehrveranstaltungsskriptum. URL: http://hal.geo.univie.ac.at/karto/lehr/fachbereiche/multimed/mmgk0809/tutorials/theorie/mmgk08_skript.pdf, abgerufen am 28.05.2009.
- [ROBINSON et al. 1995] Robinson, A.H. [u.a.]: Elements of Cartography. New York, Chichester: John Wiley & Sons, 1995.
- [SAINT-EXUPÉRY 1968] Saint-Exupéry, A.: Wind, sand and stars. New York: Harcourt Brace Jovanovich, 1968.
- [SCHOBESBERGER 2008] Schobesberger, D.: CHIS. Kulturhistorisches Informationssystem für den Westlichen Himalaya. In: Strobl, J., Blaschke, T.,

- Griesebner, G. [Hrsg.]: Angewandte Geoinformatik 2008. Beiträge zum 20. AGIT-Symposium. Heidelberg: Wichmann, 2008.
- [SCHULZ 1998] Schulz, A.: Interfacedesign. Die visuelle Gestaltung interaktiver Computeranwendungen. St.Ingbert: Röhrig Verlag 1998.
- [SHNEIDERMAN 2002] Shneiderman, B.: Interface Design. Effektive Interaktion zwischen Mensch und Maschine. Dt. Übers. von Dubau, J., Willne, A.. 3. Aufl.. Bonn: mitp-Verlag 2002.
- [SLOCUM et al. 2005] Slocum, T.A., et al.: Thematic Cartography and Geographic Visualization. 2. Aufl.. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall, 2005.
- [SPADA 2006] Spada, H. [Hrsg.]: Lehrbuch Allgemeine Psychologie. 3.Aufl.. Bern: Huber, 2006.
- [STONE et al. 2006] Stone, T.L., Adams, S., Morioka, N.: Color design workbook. A real-world guide to using color in graphic design. Gloucester, Massachusetts: Rockport, 2006.
- [SZE 1992] Sze, Mai-Mai [Hrsg.+ Übers.]: The Mustard Seed Garden Manual of Painting. Princeton New Jersey: Princeton University Press [u.a.], 1992.
- [THIELSCH 2008] Thielsch, M.T.: Ästhetik von Websites. Wahrnehmung von Ästhetik und deren Beziehung zu Inhalt, Usability und Persönlichkeitsmerkmalen. Münster: Monsenstein und Vannerdat, 2008.
- [TUFTE 2002] Tufte, E.R.: The visual display of quantitative information. Cheshire, Connecticut: Graphics Press, 2002.
- [TUFTE 2003] Tufte, E.R.: Visual Explanations. Images and quantities, evidence and narrative. Cheshire, Connecticut: Graphics Press, 2003.
- [TUFTE 2006] Tufte, E.R.: Envisioning Information. Cheshire, Connecticut: Graphics Press, 2006.
- [TUFTE 2007] Tufte, E.R.: Beautiful Evidence. Cheshire, Connecticut: Graphics Press, 2007.
- [UEBELE 2006] Uebele, A.: Orientierungssysteme und Signaletik. Mainz: Verlag Hermann Schmidt Mainz, 2006.
- [WELSCH 2007] Welsch, N.: Farben. 2.Aufl.. München: Elsevier Spektrum Akademischer Verlag, 2007.

Internet Quellen

- [URL 1] Seite *Webschnittstelle*. In: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie. Bearbeitungsstand: 18. April 2009, URL: <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Webschnittstelle&oldid=59161065> abgerufen am 15.06.2009.

- [URL 2] Seite *Interfacedesign*. In: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie. Bearbeitungsstand: 30. April 2009, URL: <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Interfacedesign&oldid=59568955>, abgerufen am 15.06.2009.
- [URL 3] Google-Startseite. URL: <http://www.google.at>, abgerufen am 15.06.2009.
- [URL 4] Web-Barometer. URL: <http://www.webhits.de/deutsch/index.shtml?webstats.html>, abgerufen am 15.06.2009.
- [URL 5] Prototyp des FSP S87. URL: <http://athene.geo.univie.ac.at/project/fsp87/>, nicht mehr online verfügbar, zuletzt abgerufen am 30.06.2008.
- [URL 6] Prototyp des CHIS. URL: http://athene.geo.univie.ac.at/project/chis_1.0/, abgerufen am 15.06.2009.

10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zentrale Variablen der Rezeption [THIELSCH 2008, S.6]	16
Abbildung 2: Grundform des Fünf-Ebenen Modells [GARRETT 2003, S.24]	20
Abbildung 3: Sender-Empfänger Modell [HAKE et al. 2002, S.9]	24
Abbildung 4: Kartographische Kommunikation [nach KRIZ 2009, S.62]	26
Abbildung 5: Kartographische Kommunikation in interaktiven Kartenapplikationen	27
Abbildung 6: Das User-Interface als wichtiger Teil kartographischer Kommunikation	28
Abbildung 7: Das elektromagnetische Spektrum [ergänzt nach SLOCUM et al. 2005, S.182]	30
Abbildung 8: Gesetz der Prägnanz [nach DITZINGER 2006, S.14]	33
Abbildung 9: Gesetz der Nähe (a), Ähnlichkeit (b), Geschlossenheit (c), guten Fortsetzung (d) Symmetrie (e), Erfahrung (f) und des gleichförmigen Zusammenhanges (g).	35
Abbildung 10: Rubin-Kelch [nach DITZINGER 2006, S.69]	36
Abbildung 11: Additive Farbmischung	39
Abbildung 12: Subtraktive Farbmischung	40
Abbildung 13: Variation des Farbtons	41
Abbildung 14: Variation der Farbsättigung	41
Abbildung 15: Variation der Farbhelligkeit	42
Abbildung 16: Farbkreis nach Küppers [nach LIEDL 1994, S.123]	43
Abbildung 17: Farbkontraste: Komplementärkontrast (a), Simultankontrast (b), Hell- Dunkel Kontrast (c), Kalt-Warm Kontrast (d), Bunt-Unbunt Kontrast (e), Qualitätskontrast (f), Quantitätskontrast (g). [nach ITTEN 1987, S.35ff]	45
Abbildung 18: Beispiele für Zweier-, Dreier- und Viererharmonien [nach LIEDL 1994, S.47ff]	47
Abbildung 19: Auffächerung von Winkelharmonien und Farbreihen [nach LIEDL 1994, S.60ff]	47
Abbildung 20: Graphische Primitiva	49
Abbildung 21: Beispiele für zusammengesetzte Zeichen eines graphischen User- Interfaces	51
Abbildung 22: Graphische Variablen [nach BERTIN 1974, S.51]	52
Abbildung 23: Primäre graphische Variablen für den Einsatz im Interfacedesign	53
Abbildung 24: Sekundäre graphische Variablen für den Einsatz im Interfacedesign	59
Abbildung 25: Reduktion von Elementen – die Google-Suche [URL 3]	62
Abbildung 26: Gestaltgesetze im User-Interfacedesign [Screenshot Mac OsX DVD-Player 5.0.3]	63
Abbildung 27: Schaffung von Kontrast mit geringer Variation der graphischen Variablen	65

Abbildung 28: Prototyp des FSP S87 [URL 5]	71
Abbildung 29: Prototyp des CHIS [URL 6]	71
Abbildung 30: Wireframe	75
Abbildung 31: Main-Frame	78
Abbildung 32: CHIS Logo	79
Abbildung 33: Navigationsleiste	80
Abbildung 34: Leitfarben der Navigation	81
Abbildung 35: Toolbar	82
Abbildung 36: Leitfarbe des Toolbars	82
Abbildung 37: Steuerungselemente im Map-Viewer	83
Abbildung 38: Reduktion der Farbhelligkeit in Überschriften	85
Abbildung 39: Reduktion der Farbsättigung in Informationsblöcken	85
Abbildung 40: Content-Area der Navigationsebene <i>Information</i>	86
Abbildung 41: Farbtöne und Formen der Kategorien	87
Abbildung 42: PopUp-Viewer	88
Abbildung 43: Gesamtübersicht - Information	89
Abbildung 44: Gesamtübersicht - Map-Archive	90
Abbildung 45: Gesamtübersicht - Special Views	90

Kurzfassung | Abstract

Heutzutage existieren für viele Nutzungsszenarien eine große Menge sich ähnelnder kartographischer Multimedia-Applikationen, die sich inhaltlich kaum, in der Benutzerführung jedoch stark unterscheiden. Die fortschreitende Entwicklung von Kommunikationsplattformen, wie es beispielsweise das Internet repräsentiert, erfordert jedoch eine tiefergehende Auseinandersetzung des Kartographen mit dem Interfacedesign graphischer Benutzeroberflächen.

In der vorliegenden Arbeit wird auf die gestalterischen Aspekte und deren Optimierungspotential bei der Erstellung eines intuitiv erfassbaren und ästhetischen User-Interfaces für kartographische Multimedia-Applikationen eingegangen. In diesem Zusammenhang werden zunächst wichtige Aspekte des User-Interfacedesigns, des kartographischen Kommunikationsprozesses, der visuellen Wahrnehmung und der Interpretation von Farben erläutert. Als Grundlage für den praktischen Teil der Arbeit wird ein graphisches Zeichensystem mit graphischen Variablen, die besonders für den Einsatz in visuellen Benutzerschnittstellen geeignet sind, definiert. Die Variablen der Farbe und deren Bedeutung für die ästhetische Gestaltung eines User-Interfaces stellen in diesem Zusammenhang einen wichtigen Teilaspekt der Forschungsarbeit dar. Weiters werden neben den graphischen Variablen allgemeine Designprinzipien erläutert, die für die Anordnung und Gestaltung von Interface Elementen von besonderer Bedeutung sind. Abschließend wird der Einsatz der graphischen Variablen und Designprinzipien in Form eines User-Interfaces für ein kulturhistorisches Informationssystem, das im Rahmen eines vom FWF finanzierten interdisziplinären Forschungsprojektes umgesetzt wurde, erläutert.

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name	Ben Nausner
Geburtsdatum	27.06.1983
Geburtsort	Reutlingen (BRD)
Staatsbürgerschaft	österreichisch
Familienstand	verheiratet

Ausbildung

1989 - 1990	Vorschule Brockmann 8010 Graz, Brockmanngasse 119
1990 - 1994	VS Wieland 8010 Graz, Keesgasse 6
1994 - 2002	BG und BRG Graz, Pestalozzistraße 8010 Graz, Pestalozzistraße 5; Abschluss mit Matura 2002, BG
2002 - 2003	Studium der Wirtschaftsinformatik an der Universität Wien
2003 - 2005	Studium der Geographie (Diplom) an der Universität Wien; 1.Diplomprüfungszeugnis 2005
seit 2005	Studienzweig Kartographie und Geoinformation an der Universität Wien

Berufliche Erfahrung

09.2004	Ferialvolontariat bei EconGas GmbH in der Marketing & PR Abteilung
2005 - 2006	Auftragsarbeiten für die Freytag-Berndt u. Ataria KG, 1231 Wien
2004 - 2008	Tutor div. Lehrveranstaltungen im Bereich der Kartographie und Geoinformation
2006 - 2008	Projektmitarbeiter bei diversen Projekten an der Universität Wien
10.2008	Praktikum an der Universität Wien
seit 11.2008	Projektangestellter an der Universität Wien

Ich versichere:

- dass ich die Diplomarbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.
- dass ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im In- noch im Ausland (einer Beurteilerin/ einem Beurteiler zur Begutachtung) in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.
- dass diese Arbeit mit der vom Begutachter beurteilten Arbeit übereinstimmt.

Datum

Unterschrift