



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

**Kartografische Interaktivität bei besonderer Betrachtung
von Freizeitkarten**

—

Methoden, Umsetzung, Lösungsansätze

Verfasser

Thomas Schulreich

angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2012

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 455

Studienrichtung lt. Studienblatt: Kartografie und Geoinformation

Betreuerin / Betreuer: Univ.-Prof., DI Dr. techn. Wolfgang Kainz

Danksagung

Obwohl ich die vorliegende Diplomarbeit alleine verfasst habe, so wäre sie ohne die Unterstützung weiterer Personen doch nie zustande gekommen. Deswegen danke ich an dieser Stelle meiner *Familie* für die Ermöglichung des Studiums, und der Unterstützung in allen Lebenslagen. Ich danke ganz besonders meiner Verlobten *Maria* für Inspiration, Liebe und moralischen Beistand. Außerdem ihrer *Familie* für die Unterstützung und liebevolle Aufnahme.

Weiters danke ich meinem Betreuer Dipl.-Ing. Dr. *Wolfgang Kainz* für die gewissenhafte Hilfe und Beratung bei der Erstellung der Arbeit, Dipl.-Ing *Hanns Schubert* für die Idee und Inspiration, und den *Mitarbeitern* des Büros LEADER Region Elsbeere Wienerwald.

Zusammenfassung

Interaktivität ist ein Konzept das im Rahmen der zunehmenden Internetbasiertheit von kartografischen Produkten ständig an Bedeutung gewann. Interaktivität beendet den unidirektionalen Prozess der Kommunikation vom Kartografen zum Nutzer und erlaubt diesem das kartografische Produkt zu verändern und selbst zu gestalten. Die vorliegende Arbeit soll konzeptuelle und methodologische Fragen des komplexen Themas Interaktivität aufwerfen und versucht diese zu beantworten. Ausgangshypothese ist, dass sich mithilfe von Geobrowsern die Anforderungen an eine interaktive Freizeitkarte qualitativ ausreichend hochwertig umsetzen lassen. Dazu wird eingangs eine umfangreiche Literaturanalyse durchgeführt. Es wird gezeigt, wie sich Interaktivität definieren lässt, und wie sich diese vom Begriff der Interaktion abgrenzt. Die Bedeutung von Interaktivität im Rahmen der Kartografie als Wissenschaft und Praxis wird dargelegt, und die vielfältigen Umsetzungsmethoden werden exemplarisch illustriert. Der Sinn und Zweck von Interaktivität wird identifiziert als Mittel zur Steigerung der Effizienz von Karten, sowie als Grundvoraussetzung bestimmter Anwendungen. Anschließend werden Kriterien einer qualitativ hochwertigen Karte definiert, und Wege aufgezeigt, wie sich ein messbarer Wert von Interaktivität konstituieren lässt. Im praktischen Teil der Arbeit wird die Erstellung einer interaktiven Freizeitkarte der Region Elsbeere Wienerwald für den Geobrowser Google Earth detailliert dokumentiert. Diese Karte, sowie mehrere weitere Beispiele, werden den erwähnten Kriterien gegenüber gestellt, um somit die Ausgangshypothese zu verifizieren. Den Abschluss der Arbeit bildet ein Resümee gewonnener Erkenntnisse, sowie aufgegriffener Fragen und Lösungsansätze, die Ausblick auf weitere Forschung und Entwicklung um Bereich der kartografischen Interaktivität geben.

Abstract

Interactivity is a concept that gained relevance due to the growing internet based distribution of cartographic products. Interactivity ends the one way process of communication from cartographer to user and allows the latter to change and design the product to fit his or her needs. The paper reaches out to answer conceptual and methodological questions concerning the complex issue of interactivity. It starts with the hypothesis, that the requirements of a highly qualitative interactive recreational map can be sufficiently met by the cartographer using geobrowsers. An extensive literature analysis shows how Interactivity differs from Interaction. The significance of Interactivity in cartography as science and practice is examined and the various technical methods of implementation are exemplarily illustrated. Interactivity is identified as a means to raise the efficiency of maps, and as a precondition of certain applications. Subsequently, criteria of a maps quality are defined, and ways to constitute a measurable value of Interactivity are shown. The practical part documents in detail the creation of an interactive recreational map of the region Elsbeere Wienerwald for use in Google Earth. This map and a few other examples are compared to the previously defined criteria, to verify the starting hypothesis. The paper concludes with a resume of gained knowledge, raised questions and their possible solutions, which should give an outlook on future research and development of cartographic Interactivity.

Inhaltsverzeichnis:

0. Einleitung	1
0.1 Problemdefinition	1
0.2 Forschungsfragen & -hypothese	1
0.3 Zielsetzung & Methode	2
1. Interaktivität	3
1.1 Definition	3
1.1.1 Interaktion	3
1.1.1.1 Interaktion als philosophisch-soziologische Kategorie	4
1.1.2 Unterscheidung zwischen Interaktivität und Interaktion	5
1.2 Interaktivität als kartografisches Konzept	6
1.2.1 Interaktivität als Fachbegriff und das Fehlen einer eindeutigen Definition	6
1.2.2 Das Kartografische Kommunikationsgesetz	7
1.2.3 Die jüngste Entwicklung in der Kartografie in Anbetracht des Auftretens von Interaktivität	10
1.2.4 Interaktivitätskategorien	12
1.2.4.1 Allgemeines	12
1.2.4.2 Räumliche Interaktivität	14
1.2.4.3 Grafisch-manipulatorische Interaktivität	17
1.2.4.4 Interaktiver Informationsaustausch	19
1.2.4.5 Interaktive Kartenrandausstattung	21
1.3 Das Internet als Ebene der kartografischen Kommunikation	22
1.4 Arten von Web-Karten	23
1.4.1 Begriffsklärungen	23
1.4.2 Nicht interaktive Karten	24
1.4.3 Interaktive Karten	24
1.4.3.1 Statische Karten	25
1.4.3.2 Dynamische Karten	25
1.4.3.3 Web3D und Virtual Reality	26
1.5 Interaktivität bei Papierkarten	30
2. Kartografische Gestaltungsprinzipien bei interaktiven Karten	32
2.1 Zeichentheorie und interaktive Signaturen	32
2.2 Kartografische Gestaltungselemente	33
2.2.1 Betrachtung der einzelnen Gestaltungsmittel im Hinblick auf grafische Variation bei - und Eignung zur Interaktivität	34
2.2.2 Neue kartografische Gestaltungselemente	36
2.2.2.1 Texte	39
2.2.2.2 Links	39
2.2.2.3 Bilder und Videos	39
2.2.2.4 Töne und Audiosignale	40
2.2.2.5 Weitere Gestaltungsvariablen	43

3. Methoden zur Erstellung interaktiver Karten	44
3.1. Informationsverarbeitung	44
3.2 Technische Umsetzungsmethoden	45
3.2.1 Auszeichnungssprachen	45
3.2.2 Flash	48
3.2.3 Java und JavaScript	49
3.2.4 Kartenserver und Web-GIS	50
3.2.5 Geobrowser	52
4. Anforderungen an interaktive Freizeitkarten	57
4.0 Allgemeines	57
4.1. Anforderungen des Entwicklers	59
4. 2 Anforderungen des Users	60
4. 2.1 Usability und Interfacedesign	62
4.2.2 Auffindbarkeit	63
4.2.3 Unterhaltung	65
4. 3 Verwendungszwecke von interaktiven Karten	66
4. 3.1 Map Use Cube nach MacEachren	69
4.3.2 Anforderungen an den Interaktivitätsgrad	72
4. 4 Spezielle Anforderungen an interaktive Freizeitkarten	73
4. 4.1 Lokale und Mobile Applikationen	76
5. Kriterien und Messmethoden der Qualität von interaktiven Karten	78
5.1 Allgemeines über Qualität und den Mehrwert von Interaktivität	78
5.2 Ästhetik	79
5.3 Evaluierungsmethoden	80
5.3.2 Evaluierung interaktiver Karten	81
5.3.2.1 Formalisierte informelle Evaluation	83
5.3.2.2 Messung von Interaktivität anhand typologischer Merkmale	84
5.3.2.2.1 Methodik nach Crampton	85
5.3.2.2.2 Methodik nach Persson, Gartner und Buchroithner	86
6. Erstellung einer interaktiven Freizeitkarte am Beispiel der Region Elsbeere Wienerwald	91
6.0 Allgemeines über das Zielgebiet	91
6.1 Herausarbeiten eines konkreten Lösungsweges zur Erstellung einer interaktiven Freizeitkarte	92
6.1.1 Designprinzipien interaktiver Karten	93
6.1.2 Designprinzipien von Multimedia Produkten	93
6.2 Zieldefinition und Planung	95
6.3 Dokumentation	96
6.3.1 Datengrundlagen	96

6.3.2	Verwendete Hard- und Software	97
6.3.3	Arbeitsschritte der Implementierung	98
6.3.4	Aufgetretene Probleme	106
6.4	Ergebnis	109
6.4.1	Beschreibung	109
6.4.2	Evaluierung der Interaktivität	118
6.4.2.1	Vergleich mit anderen Beispielen	123
6.4.2.2	Ergebnis	133
7.	Conclusio	137
7.1	Resümee	137
7.2	Forschungsergebnis	143
7.3	Schlussfolgerungen, aufgegriffene Fragen und mögliche Lösungen	144
	Literaturverzeichnis	148
	Abbildungsverzeichnis	159
	Tabellenverzeichnis	161
	Appendix	163
	Lebenslauf	167

Beilage: CD - Version der Dateien für die Anwendung „Freizeitregion Elsbeere Wienerwald“

0. Einleitung

0.1 Problemdefinition

Interaktivität ist ein Konzept das im Rahmen der zunehmenden Internetbasiertheit von kartografischen Produkten ständig an Bedeutung gewann. Interaktivität beendet den unidirektionalen Prozess der Kommunikation vom Kartografen zum Nutzer und erlaubt diesem das kartografische Produkt zu verändern und selbst zu gestalten. Durch diese neue Möglichkeit zur Kommunikation verändern sich auch die Anforderungen an und die Möglichkeiten für den Kartografen. Es entsteht ein Bruch zwischen konventionellen Methoden und neuen Wegen auf denen Benutzer ihre Informationen sammeln. Ein besonderes Element der interaktiven Medienwelt sind Geobrowser, die analog zu Webbrowsern dazu dienen speziell geografische Informationen zu liefern. Angesichts der rasanten Entwicklung der Kartografie in den letzten beiden Jahrzehnten kommt die Frage auf was Interaktivität in der Disziplin überhaupt bedeutet, und inwiefern neue Methoden einerseits traditionelle Elemente und Konventionen beibehalten, und andererseits Innovationen und konzeptuelle Neuorientierung bedingen. Wie kann sich zudem die Produktfamilie der Freizeitkarten in dieses Bild einfügen? Sind Geobrowser als Umsetzungsmethode interaktiver Freizeitkarten geeignet, und wohin könnte die Entwicklung interaktiver Karten in Zukunft führen? Diese Arbeit soll eine Übersicht über das Thema kartografische Interaktivität geben, wichtige Konzepte und Umsetzungsmethoden vorstellen und Lösungsansätze für damit verbundene Probleme aufzeigen.

0.2 Forschungsfragen und Hypothese

Es ergeben sich folgende Forschungsfragen:

- Was bedeutet Interaktivität im Allgemeinen?
- Was bedeutet Interaktivität in der Kartografie?
- Welche Methoden zur Erstellung interaktiver Karten gibt es?
- Was ist der Sinn und Zweck von Interaktivität?
- Wie soll Interaktivität in Freizeitkarten umgesetzt werden?
- Wie kann Interaktivität gemessen werden?

Durch die Bearbeitung dieser Fragen, im Umfeld aktueller Entwicklungen in der Kartografie, ergibt sich folgende Hypothese:

Mithilfe von Geobrowsern lassen sich die Anforderungen an eine gelungene interaktive Karte effizient, kostengünstig und qualitativ ausreichend hochwertig umsetzen, speziell mit dem Produkt Google Earth.

0.3 Zielsetzung und Methode

Die Aufgabe dieser Arbeit soll die Klärung der Forschungsfragen sein, und die Verifizierung oder Falsifizierung der aufgestellten Hypothese. Einleitend soll eine Literaturrecherche das theoretische Fundament für die weiteren Schritte bilden. Herangezogen werden sowohl traditionelle Quellen als auch vorhandene Praxisbeispiele. Diese Recherche umfasst allgemeine Aussagen über den Forschungsgegenstand Interaktivität, sowie dessen Implikationen für den Bereich Kartografie. Ebenso sollen die Modi und Ausprägungen von Interaktivität im kartografischen Universum dargestellt werden. Ein Schwerpunkt soll auch auf den Möglichkeiten zur praktischen Umsetzung interaktiver Karten liegen. Außerdem soll der Einfluss von Interaktivität auf vorhandene Gestaltungs- und Designrichtlinien illustriert werden. Mithilfe dieser Theorie werden im Folgenden Kriterien für und Anforderungen an eine qualitativ hochwertige, den Nutzer ansprechende Freizeitkarte erarbeitet. Zudem sollen einige Methoden vorgestellt werden, wie die Qualität einer interaktiven Karte gemessen werden kann. Der theoretische Teil der Arbeit beantwortet somit die Fragen: Was macht eine interaktive Freizeitkarte zu einer „guten“ interaktiven Freizeitkarte und welche Fehler, Elemente etc. machen sie zu einer schlechten, und wie kann dies gemessen werden. Im anschließenden praktischen Teil wird die exemplarische Erstellung einer interaktiven Freizeitkarte für den Geobrowser Google Earth dokumentiert. Hierbei sollen Probleme und mögliche Lösungswege aufgezeigt werden. Anschließend wird das praktische Beispiel den vorher aufgestellten Kriterien gegenüber gestellt. Den Abschluss der Arbeit bilden ein Resümee der gewonnenen Erkenntnisse, sowie ein Ausblick auf die mögliche Zukunft der interaktiven Freizeitkarte.

1. Interaktivität

1.1 Definition

Der Begriff Interaktivität wird im allgemeinen Sprachgebrauch oft synonym mit Interaktion verwendet. Für diese Arbeit ist es daher eingangs wichtig die Entstehung beider Termini zu betrachten, und sie definitorisch voneinander zu trennen.

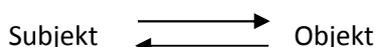
1.1.1 Interaktion

Um den Begriff Interaktivität vom Begriff der Interaktion abzukoppeln muss man klären, ob Interaktivität eine Form der Interaktion ist, und wenn ja, wie sie geartet ist. Als Instrument zur Untersuchung von Interaktionsausprägungen nennt Rörig einerseits basale (einwegs-) und dialogische Kommunikation welche nicht interaktiv sind, und andererseits ein triadisches Modell: „Interaktion tritt als triadische Funktionsstruktur auf, bei der Subjekt und Objekt mit und über Interaktion in Kontakt treten und sich aus dieser Vermittlungsdimension heraus ein interaktives Mehr bildet. [...] Anders als bei basalen und dialogischen Kommunikationsstrukturen sind die kommunikativen Zielrichtungen der Interaktion hier nicht propositional bestimmbar, sondern am konkreten Interaktionsansatz zu modellieren. Die typologischen Grundfragen gegenüber einem theoretischen Modell, das mit Interaktion(en) operiert, lauten demnach: a) Findet überhaupt Interaktion (dreiwertige Struktur) statt oder handelt es sich um basale einseitige oder dialogische Kommunikation? b) Wenn sich interaktive Strukturen herausbilden lassen, wo finden diese statt?“ (Rörig 2006: 7)

Basale Kommunikation:



Dialogische Kommunikation:



Triadisches Interaktionsmodell:

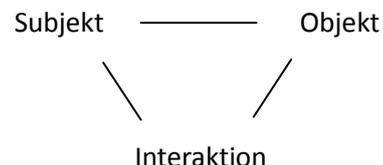


Abbildung 1 - Grundmodelle von Kommunikation und Interaktion, nach Rörig 2006, S. 6f

1.1.1.1 Interaktion als philosophisch-soziologische Kategorie:

An dieser Stelle ist eine historische Betrachtung des Begriffes Interaktion, und die Veränderung seiner Deutung notwendig, um die weiteren Argumente für eine Unterscheidung von Interaktion und Interaktivität zu verstehen. Erstmals trifft man den Begriff in der Dialektik Hegels. Interaktion bedeutet hier eine Handlung des Menschen, welche versucht ihn vor dem Spiegel seines reflexiven Bewusstseins mit seiner Natur und seiner Geschichte in Einklang zu bringen. Marx übernimmt diesen Begriff von Interaktion, allerdings mit einem ökonomischen und gesellschaftspolitischen Überbau. Er fasst Interaktion als gesellschaftliches Verhältnis zur Arbeit am Objekt auf. Max Weber prägte den Begriff des sozialen Handelns. Für ihn war Interaktion eine Handlungskategorie, in Anlehnung an Marx, abgeleitet aus den gesellschaftlichen Bedingungen und deren Implikationen. Durch Weber etablieren sich die bis heute angewandten Interaktionskonzepte ab den 1930er Jahren in der Soziologie. Dabei kommt es auch zu einer Übertragung von Interaktion als Handlungskategorie zu einer Kommunikationskategorie. (vgl. Rörig 2006: 9)

Für Rörig, „bildet dieser Übergang über die Einbeziehung (massen-)medialer Funktionszusammenhänge in Verbindung mit der Nachrichtentechnik - heute der Informatik - die theoretische Basis für die Popularität des Interaktivitätsbegriffs als „technologisch gekoppeltes Versprechen“. (Rörig 2006: 9) Interaktion als Kommunikationstheorie, gepaart mit der Entstehung von Massenmedien bildete den Nährboden für eine ideologische Interpretation dieser neuen Techniken (Radio, Fernsehen) ab den 1920er Jahren als emanzipatorische Momente, vor allem durch Brecht, Benjamin und Enzensberger. Bei ihnen tritt Interaktion als Träger von revolutionären Hoffnungen auf. Für Rörig ist dieses Denken bis heute erhalten geblieben und wurde durch die Entstehung des Internets revitalisiert. In diesem Zusammenhang entstand der Begriff Interaktivität und seine Interpretation als Form von Interaktion. „Diese Wiederkehr der Vernunft als technische Utopie erweist sich zugleich als Wegbereiter für Interaktivitätsmodi postmoderner Medientheorien und theoretischer Interaktivität- und Reflexionsmodelle, die im Einklang mit modernen Netzwerktechnologien, insbesondere dem Internet stehen.“ (Rörig 2006: 10)

1.1.2 Unterscheidung zwischen Interaktion und Interaktivität

Durch die Vernetzung von Computern, in Anlehnung an die Kommunikationsstrukturen menschlichen Denkens entstand die Vorstellung des Computers als Wesen mit eigenem Status. (vgl. Rörig 2006: 10) Ursprünglich manifestierte sich diese Ansicht im Begriff der HCI (Human Computer Interaction), woraus schließlich der Begriff Interaktivität entstand. „Wenn Interaktivität davon ausgeht, mit der Maschine in Kontakt zu treten und sich dabei an dem Paradigma der Interaktion misst, dann muss dem maschinellen Gegenüber zwangsläufig ein subjektives Bewusstsein zugeordnet werden, welches dem kreativen Moment zwischenmenschlichen Miteinanders kompatibel ist. Kurzum: die Maschine muss als autonomes Subjekt vorgestellt werden, welches triadisch-reflexiv interagiert.“(Rörig 2006: 109) Für Rörig ist es jedoch nicht möglich tatsächlich mit Maschinen zu interagieren, sondern man kann mit ihnen lediglich eine bidirektionale Kommunikation führen. „Die Maschine operiert zwar logisch nach dem Input-Output-Muster mit dem Anwender, aber sie kann kein reflexives Bewusstsein im Sinne einer triadischen Interaktion erzeugen. [Das Problem] ist das Fehlen einer rückgekoppelten Einsicht über die Interaktion, die der dialektischen Spiegelung im objektivierten Anderen gleichkommt. [...] maschinelles Bewusstsein ist zwar logisch, aber nicht reflexiv, weil die Rückkoppelung über die triadische Interaktion im bidirektionalen Kommunikationsschema hinfällig wird.“ (Rörig 2006: 111)

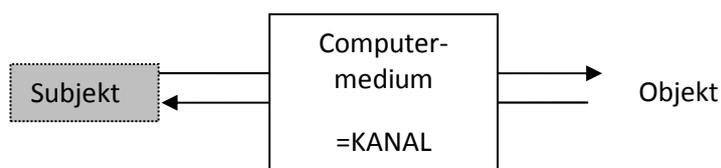


Abbildung 2 - Interaktivität als dialogische Kommunikation über das Medium Computer, nach Rörig 2006, S. 113

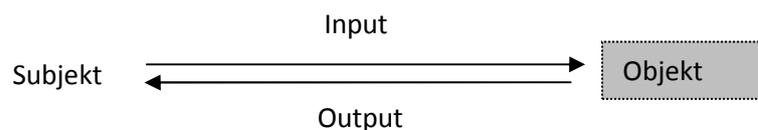


Abbildung 3 - Interaktivität als objektgesteuerte Input/Output-Kommunikation mit der Maschine, nach Rörig 2006, S. 115

Gleichzeitig zeigt Rörig eine Doppeldeutigkeit des Begriffes Interaktivität auf. Einerseits handelt es sich dabei um eine Kommunikation zwischen Menschen *über* die Maschine, andererseits über eine Kommunikation von Menschen *mit* der Maschine. Aus sozial-, und somit auch kommunikationswissenschaftlicher, Sicht kann sich Interaktion somit nicht auf Handlungen zwischen Mensch und Maschine beziehen. Man muss Interaktivität somit als von Interaktion abgekoppelt betrachten, und zwar als konkrete Ausprägung einer EDV-bezogenen Kommunikations- und Steuerungsmöglichkeit. „Interaktion und Interaktivität sollte man säuberlich auseinanderhalten. Während der Begriff der Interaktion für die Kommunikation zwischen Menschen reserviert bleiben sollte, kann Interaktivität die Schnittstelle zur Hardware und zur Software bezeichnen.“(Schulmeister 2004: 29f) Diese Betrachtung soll den Begriff jedoch nicht abwerten, sondern lediglich klar stellen, wovon wirklich die Rede ist, wenn von Interaktivität gesprochen wird. Nichtsdestotrotz bietet Interaktivität enormen Nutzen und ein gewaltiges Potenzial an Innovationsmöglichkeiten in der Welt der Informationstechnologie.

Der Begriff Interaktivität ist somit ein Fachwort der Informationstechnologie und bedeutet: „Person-to-machine communication by way of the screen, giving access to the capacities of the computer system for calculations, games, connections, etc.“ (Frau-Meigs 2006: 164), beziehungsweise: „Umfassender Begriff für solche Eigenschaften eines Computersystems, die dem Benutzer Eingriffs- und Steuermöglichkeiten eröffnen, im Idealfall auch die wechselnde Dialoginitiative von Mensch und Computer sowie über ein Computernetz mit anderen Menschen.“ (Issing, Klimsa 1995: 555)

1.2 Interaktivität als kartografisches Konzept

1.2.1 Interaktivität als kartografischer Fachbegriff und das Fehlen einer eindeutigen Definition

Interaktivität ist ein Schlagwort der *neuen Kartografie*. Ihr wird ein revolutionärer Charakter zugeschrieben, ein Anspruch dem sie, betrachtet man die Geschichte der Kartografie, durchaus gerecht werden kann. War es doch zuvor für den Benutzer unmöglich auf die Karte einzuwirken und mit ihr zu kommunizieren. Zahlreiche Quellen in der Fachliteratur nennen Ausprägungen und Möglichkeiten des Einsatzes von Interaktivität in kartografischen Produkten. Trotz, oder vielleicht gerade wegen,

diesem gewaltigen Potenzial zur Innovation gibt es keinen scharfen Umriss des Fachbegriffs, also keine einheitliche Definition, der sich alle Kartografen anschließen können. Zwar ist in groben Zügen klar, was Interaktivität in der Kartografie ist, und was nicht, und es gibt auch viele Ansätze zur Klassifizierung und Typologisierung dieses Konzepts, aber der Disziplin fehlt eine scharf umrissene Definition. „Despite the centrality in the literature, interactivity has yet to be formally defined and conceptualized. There has to date been little effort to provide a readily applicable set of concepts that would allow the power of interactivity [...] to be articulated, nor is there yet a good grasp of its limitations compared to static mapping practices.“ (Crampton 2002: 12)

Der Einzug der Interaktivität ins Lehrgebäude der Kartografie als Wissenschaft hat zu tiefgreifenden Veränderungen in der Praxis geführt. „The shift from a cartographer-centric model of mapping to a user-centric model of mapping, [...] creates a significant dilemma: while it is possible to create highly interactive maps, [...] no theory of interactive geovisualization has yet been developed, no general guidelines exist, and we have very limited knowledge of the impact of interactivity on how people think or make decisions with interactive environments.“ (Cartwright et al. 2001: 14) Die vorliegende Arbeit soll auch dazu dienen hier Lösungsansätze aufzuzeigen, und soll einen Beitrag in der Diskussion um die Definition von Interaktivität als kartografischem Konzept liefern.

1.2.2 Das kartografische Kommunikationsgesetz

Das kartografische Kommunikationsgesetz nach Hake, Grünreich und Meng geht davon aus, dass es bei der Kommunikation zwischen Kartografen und Nutzer drei Modelle der Welt existieren. Erstens, das Primärmodell das aus der Umwelt von Fachleuten entnommenen Daten besteht. Zweitens, das Sekundär- oder kartografische Modell, welches der Kartograf erzeugt, also die Karte. Drittens, das Tertiärmodell, welches aus der Auswertung der Karte durch den Benutzer und seiner eigenen Vorstellungen zur Umwelt entsteht. (vgl. Hake, Grünreich, Meng, 2002: 20) „Dieser zunächst sehr einseitig gerichtete Verlauf der Informationen gilt streng genommen nur dann, wenn der Benutzer auf diesem Wege neue Informationen über die Umwelt erhält. Wird dagegen die kartographische Wiedergabe vorwiegend zu Vergleichen benutzt, so erweitert sich die Informationskette zu einem oder mehreren Regelkreisen.“ (vgl. Hake, Grünreich, Meng, 2002: 20) Dadurch werden durch die

einzelnen Akteure die Modelle verändert, mit dem Ziel die drei Modelle möglichst nahe an die reale Umwelt anzupassen.

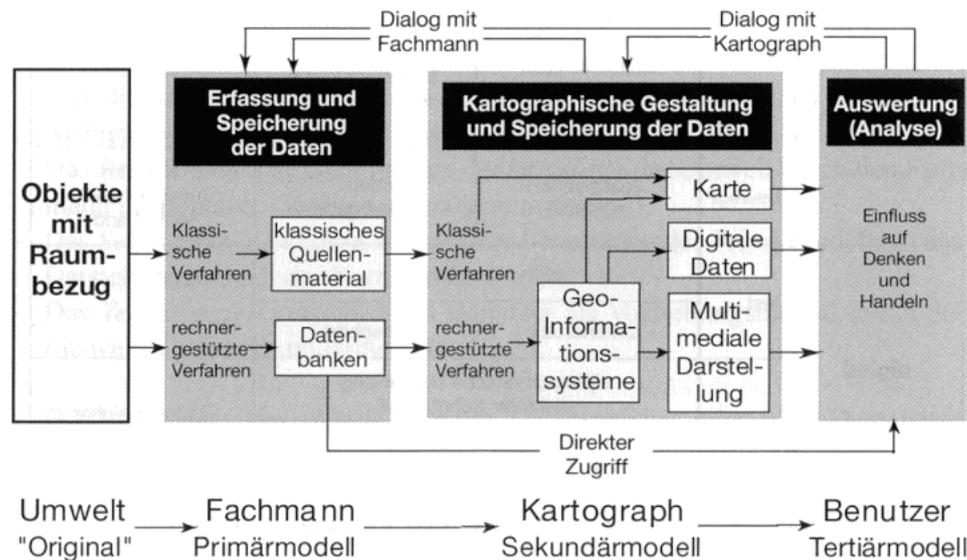


Abbildung 4 - Das Kartografische Kommunikationsgesetz nach Hake, Grünreich, Meng 2002, S. 22

Die Abbildung zeigt das kartografische Kommunikationsgesetz, wenn nicht interaktive Karten verwendet werden. Durch die Interaktivität von Produkten kann man dieses Gesetz jedoch abändern, und zwar insofern, als dass der Benutzer direkt im Dialog mit der Karte ist, und somit direkt, ohne Umwege über den Kartografen, Veränderungen am Sekundärmodell vornehmen kann. Interaktivität beendet somit den unidirektionalen Prozess der Kommunikation vom Kartografen zum Nutzer und erlaubt diesem das kartografische Produkt zu verändern und zu gestalten. Die Karte(napplikation) bildet somit den Modus der Kommunikation zwischen Mensch und Maschine. Sie ist gleichzeitig Ausdruck und Vermittler von Interaktivität.

Durch diese neue Möglichkeit zur Kommunikation verändern sich auch die Anforderungen an und die Möglichkeiten für den Kartografen. Dieser muss das Produkt nämlich so anpassen, dass eine unüberwachte Kommunikation zwischen User und Produkt auf zufriedenstellende Weise funktioniert. Eine Erleichterung für ihn stellt dabei dar, dass eine viele größere Summe an Daten aus dem Primärmodell in das Sekundärmodell übernommen werden kann, dieses daher unverfälschter an den User übermittelt wird. In der Kartographie bedeutet Interaktivität somit, dass der Benutzer mit der Karte, die in diesem Fall durch die Maschine Computer repräsentiert wird, dialogisch kommunizieren kann.

Allerdings wurde eingangs geklärt, dass Interaktivität nicht nur eine Kommunikation mit, sondern auch über die Maschine als Medium bedeuten kann. Somit ergeben sich zwei weitere neue Kommunikationskanäle: Die Kommunikation zwischen User und Kartografen, und die zwischen User und User. Nun könnte man sagen, dass diese Kanäle auch ohne Interaktivität bestehen, wenn sich zum Beispiel Kartografen Feedback über ihre Produkte einholen, oder sich zwei Kartennutzer miteinander über die Karte austauschen. Das revolutionäre Moment der Interaktivität besteht darin, dass sie dies nun über die Karte selbst als Medium tun können. Die Karte, welche auch als komplexe, dreidimensionale, virtuelle Umgebung repräsentiert werden kann ermöglicht “[...] real time social contact with other people over a network, [and] could potentially once more change the scope of cartography (and society).” (Moore 1999: 213)

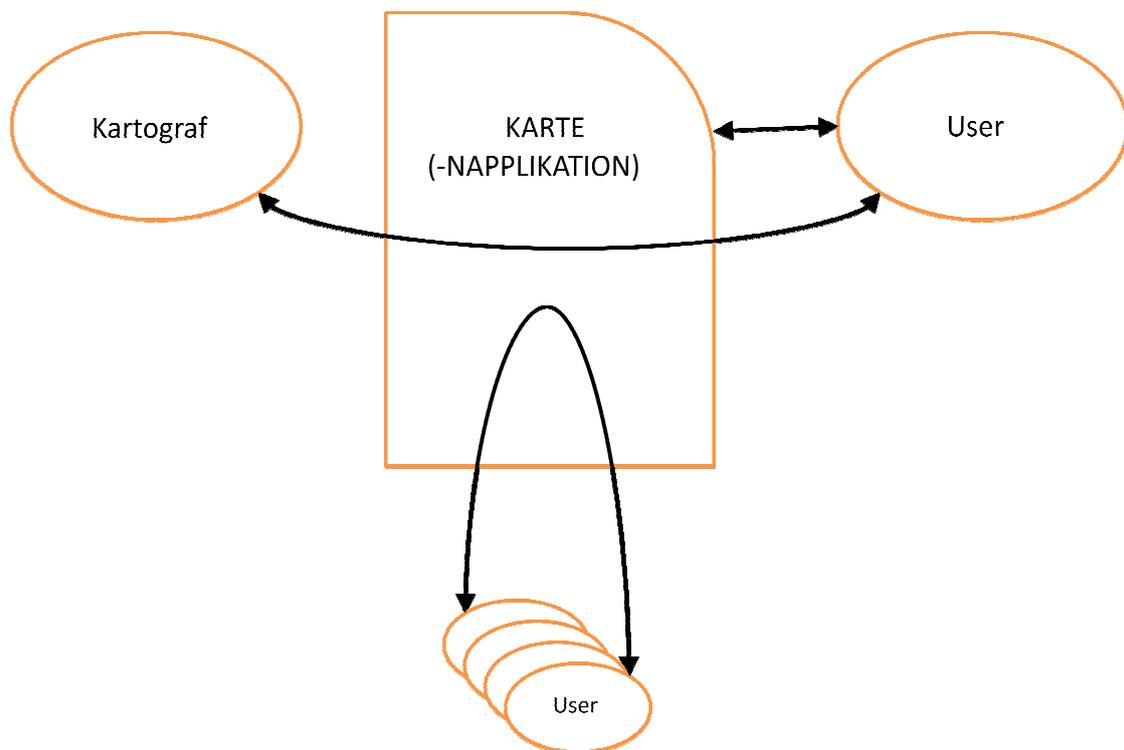


Abbildung 5 - Zusätzliche Kanäle in der kartographischen Kommunikation bei Nutzung von Interaktivität

1.2.3 Die jüngste Entwicklung der Kartografie in Anbetracht des Auftretens von Interaktivität

Die Kartografie hat in den letzten Jahrzehnten mit der Entstehung elektronischer Karten spannende und grundlegende Veränderungen erfahren. In der Geschichte der Kartografie stellt dies weit mehr dar, als die Aneignung eines neuen Zeichnungsträgers, oder die Erfindung eines neuen Reproduktionsverfahrens. Durch die digitale Informationsverarbeitung entstanden neue Arten der Informationsübertragung, neue Anwendungsbereiche und Methoden. Dies ging einher, erst mit der stetig wachsenden Zahl von Computerbenutzern, und in einem zweiten Schritt mit der Massentauglichkeit des Internets. Es entstanden völlig neuartige Konzepte, die in der klassischen Kartografie undenkbar gewesen wären. Eines davon ist die Interaktivität kartografischer Produkte. Für Cartwright verlief die Entwicklung der *neuen Kartografie* in vier, sich überlappenden Stadien. Die erste Stufe war die Zeit, in der die Verbreitung interaktiver Karten über diskrete Datenträger, wie CD-ROM oder DVD, abgewickelt wurde. Der zweite Schritt waren Online-Karten, die über das WWW Verbreitung fanden, und im Browser dargestellt werden können. Durch Aufkommen von zuerst der WAP-Technologie, danach von UMTS verwendenden 3G-Telefonen läutete man den Übergang zur dritten Stufe ein, der „mobilen Kartographie“, welche unter anderem LBS (Location Based Services) und Augmented Reality ermöglichte. Die aktuelle Entwicklung, und somit das letzte Stadium der Entwicklung ist die „Ubiquitous Cartography“, deren Grundgedanke ist, dass jede Information jederzeit, überall und an die akuten Bedürfnisse des Benutzers angepasst, abrufbar ist. Dabei tritt die Technologie in den Hintergrund der Wahrnehmung. (vgl. Cartwright, Peterson, Gartner 2006: 23-35)

Interaktivität steht in Verbindung mit multimedialem Design. Sie gilt neben Computerbasiertheit, Internettauglichkeit und Medienintegration als eine der vier Grundvoraussetzungen für multimediale kartografische Darstellungen. (Riedl 1999: 62) Bei interaktiven Karten, gibt der Kartograf die vollkommene Kontrolle über sein Produkt auf, und erlaubt dem Nutzer Manipulationen. Der User erhält vom Produkt auf seine Aktionen hin Reaktionen. (vgl. Riedl, 2000: 59) Natürlich soll Interaktivität kein reiner Selbstzweck sein. Sie kann ein Mittel darstellen, welches den User effizienter an seine gewünschten Informationen bringt und ihn bei Entscheidungsprozessen unterstützt.

Die „neue Kartografie“ macht es möglich beinahe jeden raumbezogenen Sachverhalt darzustellen. Mark Monmonier ist der Ansicht, dass die „Cybercartography“ ähnlich wie die Telekommunikation einerseits Methoden und Standards der älteren Technik („Plain Old Map Products“) übernehmen muss, andererseits aber auch mit Konventionen brechen muss, um effektiver zu sein. (vgl. Monmonier 2005:15f) Monmonier untersuchte die Notwendigkeit zur Beibehaltung beziehungsweise Ablehnung kartografischer Konventionen in der Cybercartography an einer interaktiven demographischen Karte („Diversity Atlas“ des US Census Bureau), und machte es sich zur Aufgabe „[...] to identify design conventions for statistical maps so fundamental that they apply universally (or nearly so) throughout cybercartography and to differentiate these practices from rules or traditions that can readily be ignored in the cybercartographic realm.“ (Monmonier 2005: 21)

Dies demonstriert, dass es in der Kartografie einen wissenschaftlichen Diskurs gab und gibt, wie und ob die Adaption alter Techniken auf neue Medien angewandt werden soll, und welche neuen Konventionen und Regeln sinnvoll sind. Monmonier stellt dabei aus seiner Sicht klar: “As in any design area, rules can be dangerous if the designer ignores situations in which the rules do not apply, break down, or conflict with higher objectives.” (Monmonier 2005: 22) Wie in jedem anderen Bereich haben sich natürlich auch beim Einsatz von Interaktivität in kartografischen Produkten gewisse Konventionen und Einteilungen etabliert. “[Interactivity] is beyond the capability of the static map environment and [...], therefore geovisualisazion does truly offer something new [,]though this should be read as an expansion of the cartographers toolbox, not as a replacement of traditional techniques.” (Crampton 2002: 2) Die Einsatzmöglichkeiten und Techniken wurden und werden von Kartografen stetig ausgelotet und erweitert. Anfangs beschränkte sich Interaktivität darauf den Betrachtungsmaßstab und den am Bildschirm präsentierten Kartenausschnitt zu verändern, aus der Notwendigkeit heraus dem Problem der geringen Bildschirmauflösung zu begegnen. Monmonier schrieb dazu: “Cybercartography is of course far more than the use of zooming and panning to overcome the inadequacies of screen resolution. Richer modes of interactivity promise unpredented levels of exploratory map analysis as well as ready access to timely or informatively customized spatial data.”(Monmonier 2005: 26) Inzwischen gibt es viel tiefgreifendere und anspruchsvollere Möglichkeiten Interaktivität in Karten zu integrieren. Das nächste Kapitel soll einen Überblick darüber bieten.

1.2.4 Interaktivitätskategorien

1.2.4.1 Allgemeines

Interaktivität bedeutet, dass der User auf eine Aktion eine Reaktion erhält. Im Vorhergehenden Kapitel wurde festgestellt, dass sich die Interaktivität als Mittel zur kartografischen Kommunikation etablieren konnte. Doch dieses Mittel kann auf verschiedenste Wege angewandt werden, es gibt also mehrere Kategorien in denen Interaktivität möglich ist. „Generell erlauben interaktive Karten dem Anwender, die Kartenpräsentation kontrolliert zu verändern, nicht nur mit dem Ziel, sie an seine individuellen Bedürfnisse anzupassen, sondern auch, um die präsentierten Daten im Sinne einer Exploration zu untersuchen.“ (vgl. Schmidt, Rinner, 2001: 92) In der Literatur finden sich mehrere Beispiele für verschiedene Einteilungen von Interaktivitätskategorien. Für Schmidt und Rinner teilt sich Interaktivität in zwei Bereiche auf, nämlich „[...] die Veränderung der kartografischen Variablen, wie zum Beispiel Farbgebung, [...] und die Durchführung von Mappingfunktionen, wie Vergrößern, Verkleinern und Verschieben des Kartenausschnitts. Interaktive Karten stellen somit eine intuitive grafische Benutzeroberfläche für Daten dar.“ (Schmidt, Rinner, 2001: 92)

Suzette Miller bezieht Interaktivität auf drei Typen der Kartenrandausstattung multimedialer Anwendungen. Sie unterscheidet zwischen räumlichen (Maßstab, Orientierung, geographische Position und Legende), manipulatorischen (Zoom, Panning, Änderung der Ansicht, Ebenenmanipulation und Suchfunktion) und navigatorischen (Themen- und Zeitrahmenauswahl, Änderung von Attributwerten) Elementen der Kartenrandausstattung. (vgl. Miller 1999: 59) MacEachren, Kraak und Verbree sprechen im Kontext virtueller Umgebungen von lediglich zwei Interaktionskategorien, nämlich eine zum Navigieren und die andere zum darin Arbeiten.“ (vgl. MacEachren, Kraak, Verbree, 1999) Ebenso sprechen sie von unterschiedlichen hohen Interaktivitätsgraden. Mit höherem Grad steigt dabei die Anforderung an den Nutzer. Fuhrmann und Kuhn nennen drei primäre Interaktionsfunktionen, die ein Interface bereitstellen soll: Orientieren, Navigieren und Identifizieren.“ (vgl. Fuhrmann, Kuhn 1999) Gerd Buziek und Jürgen Döllner erachten für ein kartografisches Virtual Reality System folgende Komponenten als wichtig (vgl. Buziek, Döllner, 1999):

- Methoden zur Navigation
- Methoden zur Beeinflussung kartografischer Darstellungen
- Methoden zur digitalen Kartometrie
- Methoden zur Informationsintegration

Einen anderen Ansatz benutzt Jeremy Crampton. Er erstellte eine Typologie von Interaktivität, basierend auf dem Objekt, mit dem interagiert wird. Er postuliert daraufhin 4 Interaktivitätstypen mit ihren jeweils zugehörigen Funktionen, nämlich:

1. Interaktion mit der Repräsentation der Daten (Lighting, Blickpunkt verändern, Orientierung der Daten ändern, Ein- und Auszoomen, Skalierung, Symbole neuzeichnen)
2. Interaktion mit der temporalen Dimension (Navigation, Fly-bys and Fly-throughs, Toggling, Sorting)
3. Interaktion mit den Daten (Datenbankabfragen und Data Mining, Brushing, Filtern, Hervorheben)
4. Kontextualisierende Interaktion (Multiple Ansichten, Kombination von Datenebenen, Fensteranordnung, Linking)

Die dargestellte Reihung entspricht seiner Meinung nach den Grad der Komplexität beziehungsweise Güte von Interaktivität. Zudem geht er jedoch davon aus, dass eine Kombination verschiedener Typen von Interaktivität die Güte einer Anwendung erhöht. „Highly interactive geovisualization systems can be further defined not only as those systems that incorporate more kinds of interactivity, but those that combine different types of interactivity to enable more sophisticated enquiries.“ (Crampton, 2002: 4) Eine neuere Typologie interaktiver Funktionen stammt von Persson, Gartner und Buchroithner, die teilweise auf Crampton zurückgriffen, und 7 Typen von Interaktionsfunktionen definierten. (vgl. Persson, Gartner, Buchroithner, 2006) Die beiden letzteren Typologien dienen nicht nur der wissenschaftlichen Spezifizierung, sondern sollen an konkreten Beispielen praktisch angewandt werden, und formelle Test- und Bewertungskriterien bei der Evaluierung kartografischer Produkte liefern.

Diese Definitionen können einen Anhaltspunkt für die mannigfaltige Verwendbarkeit von Interaktivität in Karten geben, wobei fraglich ist, ob gewisse Funktionen tatsächlich nur „Experten“ offen stehen sollten, beziehungsweise in welcher Form diese Funktionen „anfängergerecht“ implementiert werden können. Im folgenden

sollen die genannten Interaktivitätskategorien näher beleuchtet und definiert werden. Dazu werden die genannten Funktionen, angelehnt an Riedl (vgl. Riedl, 2000: 60), in drei Bereiche eingeteilt, denen jeweils eine Frage zuordenbar ist. Deren Reihung entspricht dabei der in der Literatur gängigen ordinalen Einteilung nach dem Grad der Komplexität.

Räumliche Interaktivität: WO IST DER USER? – Orientieren, Navigieren in virtuellen Umgebungen, räumliche Interaktivität, Mappingfunktionen, Interaktion mit der Repräsentation der Daten

Grafisch-Manipulatorische Interaktivität: WIE SIEHT DIE KARTE AUS? – Veränderung des Kartenbildes, manipulatorische Interaktivität, Beeinflussung kartografischer Darstellungen, Interaktion mit der temporalen Dimension, Interaktion mit den Daten

Interaktiver Informationsaustausch: WAS STECKT HINTER DER KARTE? – Informationsabfrage und -integration, Arbeiten in virtuellen Umgebungen, digitale Kartometrie, kontextualisierende Interaktion

Diese Einteilung soll natürlich nicht die Diskussion um die Konzeptualisierung von Interaktivität in der Kartografie beenden, sondern soll für diese Arbeit ein Rahmenwerk darstellen für die Vorstellung und Analyse verschiedener Funktionen von Interaktivität. Ebenso muss klar sein, dass besonders im Umfeld interaktiver Kartografie eine starre Einteilung, aufgrund eines ständigen Innovationsschubes, sowie mannigfaltiger Überschneidungen der drei Funktionen in der Praxis immer Probleme mit sich bringt. Ein Beispiel hierfür wäre, wenn der User Information aus einem Datenpunkt durch Klicken abfragen möchte, und ihm dadurch nicht nur die Information mitgeteilt wird, sondern die Signatur des Punktes sich verändert, und der Kartenausschnitt auf diesen zentriert wird.

1.2.4.2 Räumliche Interaktivität

Bei traditionellen Papierkarten sind sowohl Kartenausschnitt, als auch Maßstab gegeben und unveränderlich. Bei elektronischen Karten ist dies nicht mehr der Fall. Sie besitzen zwei grundlegende Funktionen, die eine simple, aber dennoch enorm wichtige Art von Interaktion zwischen Karte und User zulassen: Panen und Zoomen. Durch diese Optionen ist es dem User erlaubt seinen *Standpunkt* relativ zur Karte zu

verändern. Panen ist eigentlich ein Begriff aus der Fotografie und bezeichnet ein Schwenken der Kamera. In der Kartografie bezeichnet man damit eine Veränderung des Kartenausschnittes. Hierfür gibt es drei Vorgehensweisen. Erstens, Verschieben des Kartenausschnittes über am Kartenrand befindliche Schaltelemente in Form von Pfeilen oder der Angabe von Himmelsrichtungen. Zweitens, Neuzentrieren des Kartenausschnittes durch einen Klick oder Doppelklick. Drittens, freies Verschieben des Kartenausschnittes durch Ziehen des Cursors. In vielen Anwendungen ist es üblich, dass mehrere dieser Methoden gleichzeitig verwendet werden können. Im dreidimensionalen Raum ist es zusätzlich möglich beim Panen die Höhe zu verändern. Dies kann ebenfalls entweder über die Kartenrandausstattung geschehen, oder direkt in der Karte, wodurch sich für den User ein Effekt des *Fliegens* einstellt. Eine meist automatisierte Form der dreidimensionalen Bewegung sind Fly-bys und Fly-throughs. Bei Ersterem wird die aktuelle Kartenansicht des Users in Form einer flüssigen, meist parabelförmigen Flugbewegung auf einen bestimmten, vordefinierten, Ausschnitt der Karte geändert. Bei Fly-throughs erscheinen mehrere Ansichten, in einer vom Kartografen festgelegten Reihenfolge.

Zoomen bedeutet eine Veränderung des Maßstabes. Dies kann ebenfalls über ein Kartenrandelement, etwa einen Schieberegler, oder direkt in der Karte geschehen, durch Klicken oder Drehen des Mausekzes oder Bedienen der Tastatur. Van den Worm unterscheidet drei Arten des Zoomens bei Web Maps, und betrachtet dabei vor allem das Verhältnis zwischen Maßstab und dargestelltem Inhalt beziehungsweise dem Grad seiner Generalisierung. (vgl. van den Worm 2001: 92f) Beim ‚statisch linearen Zoomen‘ kann der Betrachtungsmaßstab verändert werden, aber das Kartenbild ändert sich nicht. In diesem Fall ist für die Karte ein bestimmter optimaler Betrachtungsmaßstab vorgesehen, ähnlich einer analogen Karte. Beim statischen stufenweisen Zoomen existieren verschiedene Zoomstufen mit dazugehörigen Kartenbildern, zwischen denen der User wechseln kann. Schließlich nennt er das dynamische Zoomen, welches ein animiertes Skalieren der Karte darstellt: „In this system there is a direct relation between scale and map content. The larger the scale the more detail is shown in the image. A direct link between the image and some kind of database is necessary. Although not always required, the cartographic symbolization may change with scale.” (van den Worm 2001: 92f)

Weitere Möglichkeiten zur Manipulation des Kartenausschnittes sind Neigen und Drehen. Beim Neigen verändert der Betrachter die Abbildungsebene, wodurch er zum Beispiel von einer horizontalen zu einer schrägen oder vertikalen Projektion gelangt. Beim Drehen wird die Ausrichtung der Karte verändert. Hier sind abgestufte Varianten möglich, wie etwa die Auswahl zwischen mehreren verschiedenen Himmelsrichtungen, oder analoges Drehen. Riedl unterteilt die Methoden der räumlichen Navigation in zwei Kategorien, nämlich „Stationär und mobil“ (vgl. Riedl, 2000: 61). Bei stationärer Navigation bleibt der virtuelle „Standpunkt“ des Users unverändert, lediglich der Blickwinkel und der dargestellte Ausschnitt können verändert werden. Diese Methode kommt unter anderem bei interaktiven Panoramen zum Einsatz. Mobile Navigation verändert den Standpunkt des Users relativ zum dargestellten Raum, und findet unter anderem in der Bedienung von Geobrowsern Anwendung. Als weitere räumliche Manipulationsmöglichkeit, die jedoch kartografisches Vorwissen erfordert, um sinnvoll angewandt zu werden, ist die direkte Veränderung der grundlegenden Karteneigenschaften zu nennen, zum Beispiel der verwendeten Projektion oder des zugrunde liegenden Referenzsystems. Hierdurch wird zwar nicht die relative Position des Users im Betrachtungsraum geändert, sondern vielmehr wird der Raum selbst *gebogen und verzerrt*.

Von großer Bedeutung bei der Veränderung der Betrachtung sind Orientierungselemente, die den User aufklären, wie weit er sich im Rahmen seiner Manipulationsmöglichkeiten bewegen kann, und wo er zum aktuellen Zeitpunkt steht. Das wichtigste Orientierungselement in jeder Karte stellt die Maßstabsangabe dar. Van den Worm meint dazu, dass die numerische oder grafische Anzeige eines Maßstabes wichtig ist, da die tatsächliche Größe der Karte am Bildschirm von den individuellen Systemeinstellungen und der Hardware des Users abhängig ist. Elektronische Karten sollten jenes Maß an positionaler Genauigkeit aufweisen, die der Natur der dargestellten Daten entspricht. Für Karten, die primär als Interface zu anderer Information dienen ist diese Genauigkeit von geringerer Bedeutung. (vgl. van den Worm, 2001: 93) Ein weiteres Orientierungselement sind unter anderem Übersichtskärtchen in denen auch der eigene Standpunkt und die momentane Blickrichtung verzeichnet sein können. Generell muss dem User der momentane Status jeglicher ihm möglicher Manipulation ersichtlich sein, also zum Beispiel die Höhe über Grund, der Neigungswinkel der Betrachtung oder eine Zeitleiste mit

Angabe des aktuellen Zeitpunktes, wenn er sich in der Karte temporal bewegen kann.

1.2.4.3. Grafisch-manipulatorische Interaktivität

Ein bedeutendes Merkmal interaktiver Karten ist, dass das Kartenbild selbst durch den Nutzer verändert werden kann. Auf diese Weise kann die dargestellte Information verändert, umorganisiert und auf spezifische Interessen hin angepasst werden. Somit lässt sich in eine interaktive Karte wesentlich mehr Information *hineinpacken* als in eine traditionelle. „Durch [die] direkte Manipulationsmöglichkeit des Benutzers wird das Arbeiten mit der Karte zu einem Dialog zwischen Karte und Benutzer, der das schnelle Entdecken von Auffälligkeiten in der räumlichen Verteilung der Daten ermöglicht. Die Kartendarstellung und der Merkmalsraum sowie die Legende sind dynamisch miteinander verknüpft.“ (Schmidt, Rinner, 2001: 93)

Die simpelste Methode zur Veränderung des Kartenbildes ist das Ein- und Ausblenden von Objekten. Auf diese Weise können verschiedenste Thematiken und Objektgruppen in einer Karte behandelt werden und nach dem Willen des Anwenders kombiniert werden. Bei Anwendung dieser Funktion ist für den Kartografen jedoch zu bedenken, ob die Karte bei Einblenden aller Objekte nicht zu überladen und somit unlesbar ist. Diesem Problem begegnen Kartografen dadurch, dass sie die Einblendung von bestimmten Objekten vom Maßstab abhängig machen, analog zum oben erwähnten statischen stufenweisen Zoomen. Durch interaktives Ein- und Ausblenden lassen sich zudem multitemporale Informationsräume erzeugen, indem das Erscheinen von Objekten an einen spezifischen Zeitpunkt geknüpft ist. Der User kann daraufhin durch verschiedenste Eingabemethoden einen Zeitpunkt oder eine Zeitspanne wählen und dadurch die temporale Beschaffenheit der dargestellten Objekte explorieren.

Eine Methode des Einflusses auf das Kartenbild, bei der die dargestellten Objekte erhalten bleiben, ist die Abänderung von Gestaltvariablen. Diese können sowohl statischer, als auch dynamischer Natur sein. Beispiele hierfür wären Linien die ihre Breite ändern, wenn man sie anklickt, oder Punktsignaturen die die Farbe ändern, wenn man mit dem Mauszeiger darüber hinweg fährt (Mouseover), oder dynamische Signaturen, deren Wiederholungsrate variiert werden kann. Eine besondere Form dieser Methode ist die Änderung von Attribut- und Schwellenwerten, wie etwa

Klassengrenzen. Auf diese Weise lassen sich besonders thematische Karten interaktiv variieren. Monmonier nennt als Beispiel für Schwellenwertvariation eine „[...] dynamic two-category map with a movable cut-point, which the user can shift back and forth along the number line as he or she explores logical sequence of maps either designed by human experts or fabricated by expert-system software to illustrate important multivariate relationships, as well as revealing interpretations of a single geospatial distribution.“ (Monmonier 2005: 29f)

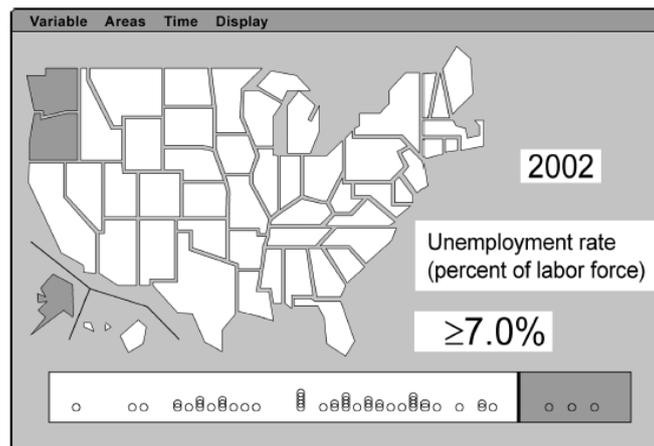


Abbildung 6 - Beispiel für eine Zensuskarte mit Schwellenwertmanipulation, nach Monmonier 2000, S. 30

Schmidt und Rinner nennen folgende Form der Schwellenwertmanipulation: „[...] durch einen Klick in eine geografische Region einer Säulendiagrammkarte [wird] sofort die Säulenhöhe aller Flächen entsprechend der Differenz zu der angeklickten Fläche dargestellt.“ (Schmidt, Rinner, 2001: 93) Natürlich lassen sich nicht nur lokale -, Linien- und Flächensignaturen variieren, sondern auch das Gestaltungselement Schrift. Als praktisches Beispiel hierfür führt Monmonier an: „[...] a cybercartography that lets users toggle among several supported languages and their respective renderings of toponyms can overcome the cost and design impediments of multilingual mapping.“ (Monmonier 2005: 26) Auch eine Variation der Halbtöne, also der Schummerung ist möglich, indem der Winkel und die Stärke der angenommenen Beleuchtung verändert wird. Dreidimensionale Oberflächen können durch eine Variation der Überhöhung umgestaltet werden.

Monmonier prägte den Begriff des „Geographic Brushing“: Über die Auswahl eines geographischen Objekts werden andere geographische Objekte, die mit diesem in Beziehung stehen grafisch variiert. Diese werden also nicht direkt, sondern indirekt variiert. Brushing ist laut Hearst folgenderweise definiert: „Brushing [...] refers to the

connecting of two or more views of the same data, such that a change to the representation in one view affects the representation in the other views as well.“ (Hearst, 1999) Zum Beispiel könnte auf einer Wanderkarte ein Klick oder Mouseover auf einen Berggipfel in einer Liste dazu führen, dass dessen mögliche Besteigungsrouten durch Variation farblich hervortreten. Ein weiteres Beispiel geben Schmidt und Rinner: „Für alle Visualisierungsmethoden sind die Darstellungen des Merkmalsraums und des geografischen Raums miteinander verknüpft. Fährt der Benutzer mit der Maus über einen Datenpunkt, so wird die dazugehörige Fläche in der Karte hervorgehoben. Steht die Maus über einem Kartenobjekt, so wird der dazugehörige Datenpunkt hervorgehoben und der Rang des Bezugsobjekts in Hinblick auf die Attribute kann visuell eingeschätzt werden. Gleichzeitig erscheinen Objektname und die exakten Attributwerte [in einem separaten Fenster].“ (Schmidt, Rinner, 2001: 93) Temporales Brushing bedeutet, dass der Benutzer einen Zeitpunkt oder eine Zeitspanne wählt, und Objekte mit Bezug dazu ihre Darstellung variieren. Brushing hat somit für den Nutzer den Zweck aus einem bekannten geographischen Objekt einen relevanten Sachverhalt abzuleiten.

1.2.4.4 Interaktiver Informationsaustausch

Die dritte und vielleicht anspruchsvollste Interaktivitätskategorie zwischen Karte und Nutzer ist die Informationsabfrage und -integration. Eine Variante der Informationsabfrage, die auch in traditionellen Karten verwendet wird, ist die Kartometrie. „Die Aufgabe der Kartometrie ist die Messung von Strecken und Berechnung von Flächen.“ (Wilhelmy, 1996) Bei rechnergestützten Karten reichen kartometrische Funktionen von einfachen Entfernungsmessungen der Luftlinie zwischen zwei Punkten über editierbare Pfade bis hin zum Routenplaner, der noch zusätzliche weitere Informationen wie Zeit und Points of Interest zur Verfügung stellt.

In diesem Fall geht die Kartometrie nahtlos über in die zweite Variante der Informationsabfrage, der Verknüpfung von Karteninhalt mit vertiefender Information. Dies können Texte, Bilder, Videos, Audiosignale, Websites, Anwendungen und auch andere Karten sein. Somit ist es Kartografen möglich beliebig viele Informationen mithilfe einer Karte zu vermitteln. Über die Funktion der interaktiven gezielten Informationsabfrage ist es aber der User, der entscheidet welche Informationen an ihn gelangen. Der Modus der Informationsabfrage wird über das Interface der Karte geregelt. So ist es möglich weitergehende Informationen zu erhalten, über

Steuerungselemente der Kartenrandausstattung, durch das Mausverhalten innerhalb des Kartenbildes, oder durch eine Kombination beider Methoden. Monmonier nennt als Beispiel: "[...] a cursor-driven rollover function can enrich the viewers understanding by providing exact data values or added background facts for specific areas or features." (Monmonier, 2005: 26) Zur Präsentation von tiefergehenden Informationen dienen Popup-Fenster. Diese könnte man als ein neues kartografisches Gestaltungselement betrachten, da auch auf diese Gestaltvariablen anwendbar sind, die Rückschlüsse auf das bezeichnete Objekt zulassen. Ein Beispiel wäre die Größenvariation von Popups je nach Grad der Bedeutung des dazugehörigen Objekts, oder eine Farbvariation je nach Art.

Um komplexere Informationen zu erhalten werden in interaktiven Karten Analyse- und Statistikfunktionen verwendet. Hierbei kommt es oft zu einer Kombination der Informationsabfrage mit der Veränderung des Kartenbildes. Ein Beispiel hierfür wären Säulendiagramme, die ihre Höhe je nach Relation zu einem definierten Referenzwert verändern. Eine Variante der Analysefunktion ist die Suchfunktion. Über diese sollen dem User bestimmte Objekte, deren Attribute er zuvor definiert hat angezeigt werden. Im einfachsten Fall wäre dieses Attribut der Name eines gesuchten Ortes. Ein komplexeres Ergebnis wäre beispielsweise alle Kaufhäuser und Geschäfte, die zu einer bestimmten Uhrzeit in einem bestimmten Gebiet geöffnet haben.

Die höchste Form der Interaktivität zwischen Karte und Nutzer ist die Möglichkeit des Hinzufügens und Änderns von Objekten und deren Attributen, inklusive der räumlichen Verortung. Je nach Verwendungszweck sind manche dieser Applikationen nur einem kleinen bestimmten Benutzerkreis zugänglich, oder einer breiten Masse. Sogenannte WebGIS bieten neben den meisten anderen oben erwähnten Funktionen die Möglichkeit zum Editieren von Daten und stellen den User mit dem Kartografen beziehungsweise Datenanbieter gleich. Andere Anwendungen, vor allem jene die User und deren Inhalte miteinander vernetzen sollen sind allgemein editierbar. Als Beispiel hierfür wäre der Internetdienst Locr (<http://de.locr.com/map>) zu nennen, bei dem User private Fotos auf einer allgemein zugänglichen Karte platzieren können. Auch Google Earth erlaubt die Einbindung eigener Inhalte, welche dann global veröffentlicht werden.

1.2.4.5 Interaktive Kartenrandausstattung

Ein wesentlicher Bestandteil jeder Karte ist die Kartenrandausstattung. Sie beinhaltet neben Sach-, Zeit- und Ortsinformation Orientierungshilfen wie die Maßstabs- und Koordinatenangabe, Angaben zu Quelle und Kartengebrauch, Zusatzinformationen in Form von Text oder Bildern und natürlich die Zeichenerklärung. Bei traditionellen Karten sind diese Informationen konstant, während interaktive Karten eine Veränderung derselben bedingen. Das heißt die Kartenrandausstattung muss mit der vom User vorgenommenen Manipulation korrespondieren. Natürlich ist durch die Verknüpfung von Karte und Kartenrandausstattung auch der umgekehrte Schluss gültig. Manipulierbare Elemente der Kartenrandausstattung beeinflussen die dargestellte Karte, sei es in Form von einer Änderung der Abbildung oder in Form von Änderung der Gestaltungselemente. Die Art und Weise, wie der User diese Änderungen durchführen kann sind vom vorgegebenen Interface abhängig.

Ein wichtiger Teil jeder Kartenrandausstattung ist die Zeichenerklärung. Van den Worm definiert drei Arten von Zeichenerklärungen, die in interaktiven Karten Verwendung finden können: Erstens, nicht-interaktive Zeichenerklärungen, die entweder an eine bestimmte Stelle an der Karte gebunden sind (eingescannte Papierkarten), oder sich in einem separaten Frame oder minimierbaren Fenster befinden. Zweitens, Popup Zeichenerklärungen, die bei Aktivierung eines Kartenobjekts durch Anklicken oder Mouseover die Erklärung zu diesem liefern. Diese Variante hat den Nachteil, dass der User keine Gesamtübersicht über die Kartenzeichen hat, und jede zu erklärende Objektklasse einzeln aktiviert werden muss. Drittens, nennt er „Control-panel legends“, die mit der Karte verknüpft sind, und über die einzelne Layer ein- und ausgeschaltet werden können. Innerhalb dieser Kontrollpanele können die darzustellenden Objekte hierarchisch organisiert sein. Dies erlaubt dem User unterschiedliche Informationsebenen zu aktivieren und nach seinen Wünschen zu kombinieren. Als Variation dieses Typs identifiziert van den Worm Zeitleisten mit Schiebereglern, um temporale Informationen wiederzugeben.“ (vgl. van den Worm, 2001: 94f) Dies stellt eine Form der gezielten Informationsabfrage dar. In manchen Applikationen kann darüber hinaus über die Legende auch die Betrachtungsperspektive des Nutzers verändert werden, indem beispielsweise der Kartenausschnitt automatisch auf die ausgewählten Objekte zentriert wird, zum Beispiel mittels Fly-bys. Das bedeutet, dass alle drei genannten

Interaktionskategorien im Grunde über die Zeichenerklärung durchführbar sind. Buziek spricht im Falle von interaktiven Animationen, also dynamischer Darstellungen die vom User manipuliert werden können, von „author controlled (automatically active)“ und „user controlled (active on demand) legends“, und unterscheidet weiters: „Legends can appear either separately as an autonomous image, animation or sound sequence, or be embedded within the animation.“ (Buziek, 1999: 240)

1.3 Das Internet als Ebene der kartografischen Kommunikation

Eine Grundvoraussetzung für die Interaktivität eines kartografischen Produkts ist, die computergestützte Umsetzung. In diesem Rahmen bietet das Internet als Medium zur Präsentation und zum Austausch geografischer Informationen, gegenüber Offline-Varianten elektronischer Karten viele Vorteile. „Das Internet zeichnet sich durch drei einfache, in ihrer Kombination aber revolutionäre Charakteristika aus.“ (Schmid 1998: 3) Erstens, das Internet ist ortlos, das heißt die Informationsnutzung ist nicht mehr an zeitliche und räumliche Beschränkungen gebunden. Informationen können von mehreren Nutzern an verschiedenen Orten entweder gleichzeitig oder zeitverschoben genutzt werden. Zweitens, das Internet ist interaktiv, Informationen und Daten können also von Agenten, diese können Menschen oder Computer sein, manipuliert und mit anderen Informationen verknüpft werden. Drittens, das Internet ist multimedial, das heißt es können sowohl Text, Bild-, Audio- und Videosignale übertragen werden. Die Kombination dieser drei Charakteristika führte zur Entstehung einer neuen Infosphäre, die das heute in verschiedenen Computern gespeicherte Wissen loslöste und zugänglich machte. (vgl. Schmid, 1998 zitiert nach Stähler, 2001: 158) Diese drei fundamentalen Eigenschaften des Mediums Internet macht sich die moderne Kartografie zu Nutze. Dabei darf jedoch nicht vergessen werden, dass Internetkarten keinen Selbstzweck darstellen, sondern immer eine bestimmte Aufgabe erfüllen sollen. Für Kraak können Karten im Internet unterschiedliche Funktionen besitzen. Webkarten können die traditionelle Funktion übernehmen Übersicht über Ausprägungen und Beziehungen räumlicher Phänomene zu schaffen. Unter diesen Umständen werden sie genutzt wie traditionelle Karten in einem Atlas oder einer Zeitung. Jedoch können Karten auch als Interface oder Index zu weiteren Informationen genutzt werden. Geografische Objekte werden hierbei mit weiteren Elementen verlinkt, wie etwa Texte, Bilder,

Audio- und Videodateien, oder weitere Karten. (vgl. Kraak, 2001: 1) Weiters können Internetbasierte Karten nicht nur zum Erlangen, sondern auch zum Verbreiten und Austauschen von Informationen dienen. Doch trotz aller Vorteile bietet das Internet als Medium auch Beschränkungen und Hindernisse technischer Natur - wie unbefriedigende Bildschirmauflösung, langsame Übertragungsgeschwindigkeit, unzureichender Empfang von Endgeräten und Einschränkungen durch Kompatibilitätsprobleme bei verwendeter Software – sowie menschlicher – ungenügendes Wissen des Nutzers in Bezug auf Auffinden und Bedienen von Karten im virtuellen Raum.

1.4 Arten von Web-Karten

1.4.1 Begriffsklärungen

Es ist notwendig vorab einige oft synonym verwendete Begriffe zu klären. Jede am Bildschirm dargestellte Karte ist eine elektronische, nur über das Internet zugängliche Karten sind Online-Karten. Beide können, aber müssen nicht, interaktiv sein. ‚Cybercartography‘ ist ein u.a. von Fraser Taylor benutzter Begriff für die Erstellung von Online-Karten, sowie die Gesamtheit dieser Produkte. (vgl. Taylor, 2005) Der Begriff WebMaps wird u.a. von Kraak benutzt, um über das Internet zugängliche Karten, also Online-Karten, zu bezeichnen. (vgl. Kraak, 2001)

In Anlehnung an Kraak können Webkarten anhand von 2 Kriterien voneinander unterschieden werden. Erstens, ob es sich um statische oder dynamische Karten handelt, und zweitens, ob sie interaktive Elemente enthalten oder nicht. Kraak legt bei seinem Schema mehr Gewicht auf das erste Unterscheidungsmerkmal, in dieser Arbeit soll jedoch vor allem nach interaktiven und nicht interaktiven Karten unterschieden werden.

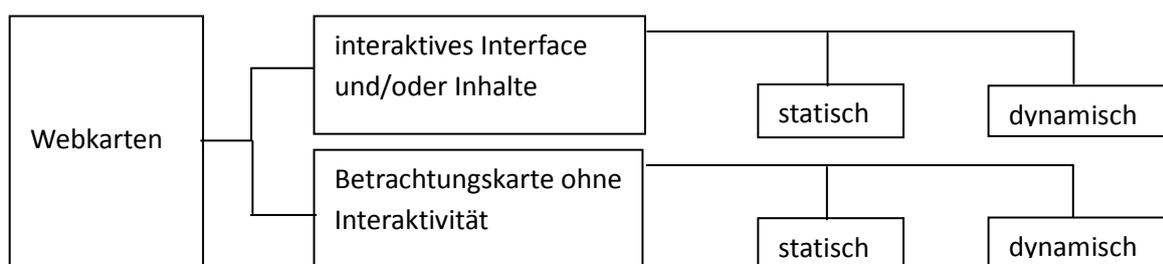


Abbildung 7 - Klassifizierung von Webkarten in Anlehnung an Kraak, 2001

1.4.2 Nicht interaktive Karten

Diese Produkte sind das elektronische Pendant zur traditionellen Papierkarte. Es sind Betrachtungskarten in Form von „[...] Kartengraphiken zur Anzeige von Standorten oder Objektverteilungen, also statischer Rauminformation, aber auch von raumzeitlichen Änderungen, also dynamischen Rauminformationen wie zum Beispiel dem Wetter.“ (Asche, 2001: 11) In manchen Fällen handelt es sich um eingescannte Papierkarten, manchmal um mittels Desktop-Mapping erstellte digitale Kartengrafiken. Da eingescannte Karten allerdings nicht für die Darstellung am Bildschirm konzipiert wurden besitzen sie oft eine zu hohe Informationsdichte, um gut lesbar zu sein. (vgl. Kraak, 2001: 4) Doch auch dynamische Karten können nicht interaktiv sein. „Bei dynamischen Betrachtungskarten wird der Wechsel des aktuell angezeigten zum nächsten Kartenbild durch ein im Hintergrund ablaufendes Programmskript gesteuert und so die raumzeitliche Dynamik visualisiert wird.“ (Asche, 2001: 12) „Bei beiden Varianten der Betrachtungskarten kann der Anwender die komplette Applikation betrachten, und sie in manchen Fällen auf seinen Rechner kopieren. [...] Veränderungen beschränken sich auf die clientseitige Ausschnittwahl und Größenmanipulation der heruntergeladenen Karte mithilfe von Drittprogrammen.“ (Asche, 2001: 13) Trotz aller Möglichkeiten zur Interaktivität ist die statische Betrachtungskarte, wohl aufgrund ihrer einfachen Generierung, noch immer die am häufigsten vorkommende Variante im Internet. (vgl. Kraak, 2001: 4)

1.4.3 Interaktive Karten

Eine elektronische Karte kann dann als interaktiv bezeichnet werden, wenn sie mindestens eine der oben genannten Interaktionsmöglichkeiten bietet und somit dem Anwender Manipulation erlaubt. Laut ESRI ist eine interaktive Karte „[...] a map in digital form that allows you to manipulate the map display and query the map to get the information you need using a set of tools provided with the map.“(vgl. ESRI, 2007) Interaktivität ist kein Selbstzweck. Sie bringt für den User einen gewaltigen Nutzungsfortschritt, erleichtert ihm die Informationserlangung und lässt ihn die präsentierten Karteninhalte nach seinen individuellen Bedürfnissen und Vorlieben anpassen. Im Gegensatz zu statischen elektronischen Karten, die im Regelfall nur Grafikdateien sind, gibt es interaktive Karten in vielen verschiedenen Formen. In den meisten Fällen sind interaktive Karten internetbasiert, was bedeutet, dass sie entweder eine permanente Verbindung benötigen, regelmäßig über das Internet

aktualisiert werden, oder zumindest einmalig über selbiges bezogen werden. Asche unterteilt interaktive Karten nach dem Grad der netzbasierten Interaktion in drei Typen: „[Erstens], Karten, die durch programmtechnische Hinterlegung ausgewählter Signaturen mit aktivierbaren Schaltflächen (Hotspots) den Zugriff auf Zusatzinformationen in Bild-, Karten- oder Datenform ermöglichen. [...] [Zweitens,] Karten, deren Inhalt und graphische Gestaltung durch wählbare Datenvorverarbeitung bei vorgegebenen Flächenbezug modifiziert werden kann. [...] [Drittens,] Karten, deren Inhalt, Flächenbezug und graphische Gestaltung durch Primärdatenselektion und wählbare Datenvorverarbeitung verändert werden kann, zum Beispiel in netzbasierten elektronischen Atlanten [...]“ (Asche, 2001: 13f) Weitere Einteilungsmöglichkeiten, neben sämtlichen Möglichkeiten zur Einteilung, die auch für nicht interaktive Karten zutreffen, wären Herstellungsmethode, Anwendungssoftware, Mobilität und Dynamik.

1.4.3.1 Statische Kartern

Das Gros der interaktiven Karten im WWW sind statische Karten. Im einfachsten Fall sind es statische Betrachtungskarten, die zusätzlich mit weiteren Informationen verlinkt sind. Oft trifft man auf solche Karten als Interfaceelement für die Suche nach ortsspezifischen Informationen auf Webseiten. In diesen Fällen sind Teile der Karte mit anderen Webseiten verlinkt, allerdings ist es auch möglich andere Informationen zu verknüpfen, wie etwa Texte, Bilder, Audio- und Videodateien, sowie weitere Karten. In diesem Fall wäre die Interaktionskategorie der Informationsabfrage erfüllt. Auch die anderen beiden Kategorien werden in statischen Karten umgesetzt, also die räumliche und manipulatorische Interaktivität. Generell kann man sagen, dass in der Gruppe der statischen interaktiven Karten eine hohe Bandbreite an Interaktivitätsgraden vorkommt. So gibt es durchaus auch hochkomplexe statische interaktive Karten, in denen die Möglichkeiten zur Interaktion weitestgehend ausgereizt werden.

1.4.3.2 Dynamische Karten

Erst die elektronische Wiedergabe hat es ermöglicht dynamische Karten, also Karten, deren Bild sich in Abhängigkeit von der Zeit verändert, zu erzeugen. Im Internet gibt es zahlreiche Möglichkeiten dynamische Prozesse als Animationen darzustellen. Dazu gehören Grafikformate, die einzelne Bilder ähnlich einem

Daumenkino hintereinander abspielen, wie .GIF oder .MNG, wobei in diesem Fall keine Interaktion möglich ist, analog zu statischen Betrachtungskarten. Eine simple Form der Interaktion mit dynamischen Karten (zum Beispiel Geoanimationen) stellt die Möglichkeit dar sie, meist mithilfe eines Medienprogrammes, anzuhalten, zurück- und vorzuspulen, zu beschleunigen und zu verlangsamen. Anspruchsvollere Varianten von interaktiver Dynamik lassen sich mithilfe von Java, JavaScript oder via virtueller Umgebungen in VRML oder QuicktimeVR umsetzen, wobei VRML unter anderem den Gebrauch dreidimensionaler Daten ermöglicht. (vgl. Kraak, 2001: 5) Ebenso ist es möglich dynamische Karten als SWF Dateien zu erzeugen, welche dann mit dem Adobe Flash Player gelesen werden können.

1.4.3.3 Virtual Reality

Eine besondere Form kartenverwandter Darstellungen sind dreidimensionale Räume. Diese Darstellungen sind für User leichter zu interpretieren als zweidimensionale, da sie dem natürlichen Verhalten und Denkmuster des Menschen angepasst sind. Somit rückt das virtuelle Abbild näher an die echte Welt heran, und die Informationsaufnahme wird intuitiv erleichtert. Dreidimensionalität stellt eine Grundvoraussetzung für Virtual Reality dar. Virtual Reality ist die anspruchsvollste Ausdrucksform, die der Kartografie zur Verfügung steht. (vgl. Kraak, 2001: 1) Diese virtuellen Welten besitzen jedoch nur jene Objekte und Attribute, die deren Erschaffer einplant, stellen also Simplifizierungen der realen Welt dar, natürlich vorausgesetzt es werden in der realen Welt aufgenommene Daten benutzt, was nicht immer der Fall sein muss, da auch virtuelle Neben- und Fantasiewelten erzeugt werden können.

Laut Riedl finden sich folgende Ausprägungen von virtueller Realität: (vgl. Riedl, 2000: 69) Erstens, Desktop-VR, in derer der User einen Computerbildschirm als „Fenster“ in eine virtuelle Welt benutzt. Bei dieser Variante war bis vor Kurzem kein stereoskopisches Sehen möglich. Neuere Entwicklungen im Bereich autostereoskopischer Displays ermöglichen dies jedoch bereits, indem durch die Verwendung von Parallaxebarrieren, Lentikularlinsen und integraler Photographie (vgl. Halle 1997, S. 58f) jeweils unterschiedliche Bilder an das linke und rechte Auge des Users gesendet werden können. Zweitens, die Immersive Reality. In dieser hat der User den Eindruck sich in der virtuellen Welt zu befinden. Mithilfe eines Tracking-Systems und eines Steuergerätes (Handschuh oder Joystick) kommuniziert er mit der virtuellen Welt, und hat dank 3D-Brille oder „Pupillen-Tracking“ (vgl. Schmitt,

2011) die Möglichkeit stereoskopische Bilder wahrzunehmen. Drittens, die Augmented Reality. Hier verschmilzt die virtuelle Welt mit der realen, indem sie in diese projiziert wird. Der User bewegt sich sozusagen in der Karte, da die reale Welt für ihn zur Karte geworden ist. Einblick in die virtuelle Welt wird dabei durch Monitore von Endgeräten genommen. Diese Methode ist mobil, da der Standpunkt des Users sich verändert, während er die real-virtuelle Mischwelt erforscht.

Eine Möglichkeit zur weiteren Kategorisierung von Desktop Virtual Reality ist der „Multiple View Approach“ nach Kraak: Er differenziert virtuelle Welten nach dem Blickwinkel des Betrachters. Die „plan view“ entspricht einem konventionellen zweidimensionalen Bild, Navigation ist durch Pannen, Scrollen und Zoomen möglich. (vgl. Kraak, 2002: 61f) Die „model view“ entspricht einer Betrachtungsperspektive zwischen 0° und 90° vom Grund aus, und eignet sich laut Kraak besonders zur Manipulation individueller Objekte, und zur Orientierung. Die räumliche Navigation erfolgt durch „Fly-throughs“. (vgl. Kraak, 2002: 62) Als dritte Variante definiert Kraak die „world view“, deren Ziel eine realistische Echtzeitdarstellung der dargestellten Umgebung ist, in welcher der Betrachtungswinkel dem natürlichen Blickwinkel einer sich durch den Raum bewegenden Person entspricht. Als Navigationsmethode nennt er „Walk-through“, also Durchwandern. (vgl. Kraak, 2002: 62) Der Vorteil dieser auf Desktop-VR basierenden Methoden ist die Verbreitungsmöglichkeit im World Wide Web

Brodie et al. versuchten Virtual Reality nach dem Grad der Interaktivität in vier Kategorien zu gliedern:

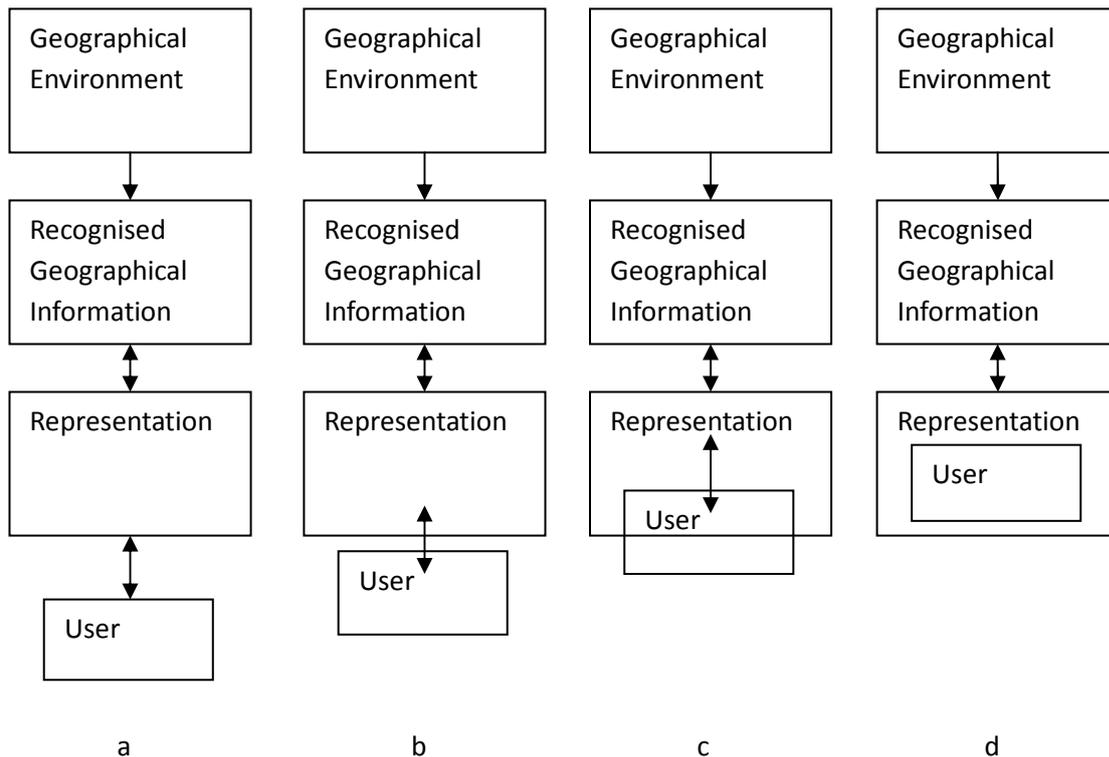


Abbildung 8 - Interaktivitätsgrade von Virtual Reality, nach Brodli et al., 2002, S. 10

a) VR nutzt Methoden der Interaktiven Visualisierung, mit deren Hilfe der User die Repräsentation der Daten frei verändern kann, zum Beispiel durch Selektion, Klassifizierung, Änderung grafischer Variablen etc. Zudem kann der User ungeachtet von physikalischen Erfordernissen der realen Welt navigieren.

b) Das verwendete Interface besitzt einige räumliche Limitationen, die denen der realen Welt ähneln. Ein Beispiel hierfür sind Panoramen, bei denen der User an einen bestimmten Punkt auf der Erdoberfläche gebunden ist.

c) Das Interface setzt räumliche Erfordernisse der realen Welt voraus. Der User bewegt sich in Echtzeit durch den virtuellen Raum und kann auf Barrieren stoßen.

d) Der User ist physisch mit der Repräsentation der virtuellen Welt verbunden und bewegt sich in ihr und in der realen Welt simultan. Ein Beispiel hierfür sind Flugzeug- und Autosimulatoren, bei denen der Benutzer in einem realen Fahrzeug Platz nimmt, und Videowände eine virtuelle Umgebung vermitteln, die auf die Steuerung dieses reagiert. (vgl. Brodli et al., 2002: 10)

Schließlich präsentierten Brodli und El-Khalili das ‚Spektrum der Virtual Reality‘ als Ausprägung der Interaktion zwischen Mensch und Computer. An einem Ende des

Spektrums steht die Teleoperation, bei der eine Maschine in der realen Welt operiert und von einem Menschen aus der Distanz gesteuert wird (vgl. Barfield, Furness, 1995 zitiert in Brodlie, El-Khalili, 2002: 35). Am anderen Ende stehen virtuelle Umgebungen, in denen Interaktivität nur innerhalb einer synthetischen Welt möglich ist. Dazwischen liegt die Augmented Reality, in der synthetische Bilder mit der realen Welt oder deren Darstellung verknüpft werden. (vgl. Brodlie, El-Khalili, 2002: 35)

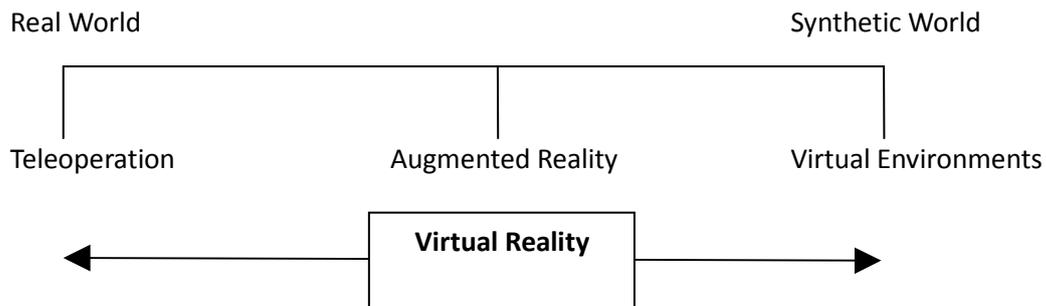


Abbildung 9 - "The Spectrum of VR", nach Brodlie und El-Khalili, 2002, S. 35

Ein wichtiger Punkt bei der Erschaffung virtueller Welten, beziehungsweise eines virtuellen Abbildes der echten Welt, ist letztlich das Realitätsempfinden des Benutzers. Für die Zukunft wird der VR eine in Echtzeit errechnete fotorealistische Wiedergabe prophezeit. Für das Realitätsempfinden sind vor allem die verwendeten Schnittstellen zwischen User und virtueller Welt bedeutend, also der Modus und die Hardware der Steuerung. Ein wesentliches Element vieler virtueller Welten sind Avatare. Diese sind Repräsentationen von Menschen, wobei damit reale Personen, als auch die Computerlandschaft besiedelnde virtuelle Personen, gemeint sein können. (vgl. Crampton, 1999: 295) Der Avatar soll ein „berührbares“ Subjekt in der virtuellen Welt darstellen, und findet auch Anwendung als Mittel zur Darstellung des ‚menschlichen‘ Maßstabes‘. (vgl. Dodge, 2002: 325f) Der User kann sein körperliches Empfinden auf die virtuellen Avatare projizieren, und erhält somit ein intuitives Gefühl für die Ausdehnung des virtuellen Raumes.

Der Einsatz von Avataren wiederum ruft das Problem des „Uncanny Valley“ hervor, welches 1970 von Mori definiert wurde. Dieses „unheimliche Tal“ wird durch eine Kurve beschrieben, die die Menschenähnlichkeit von leblosen Objekten mit dem subjektiven Gefühl der Akzeptanz bei deren Anblick in Beziehung setzt. (vgl. Mori, 1970) Kernaussage ist, dass ab einer bestimmten Ähnlichkeit bis zum tatsächlichen Abbild eines Menschen, starke negative Gefühle durch den Anblick hervorgerufen

werden. Bewegung verstärkt diesen Eindruck. Somit sollten als Avatare entweder menschenunähnliche Objekte, oder richtige Menschen verwendet werden. Dies hat des Weiteren den Vorteil, dass menschliche Gestik und Mimik dargestellt werden können, wodurch der User auf nonverbaler, emotionaler Ebene angesprochen wird.

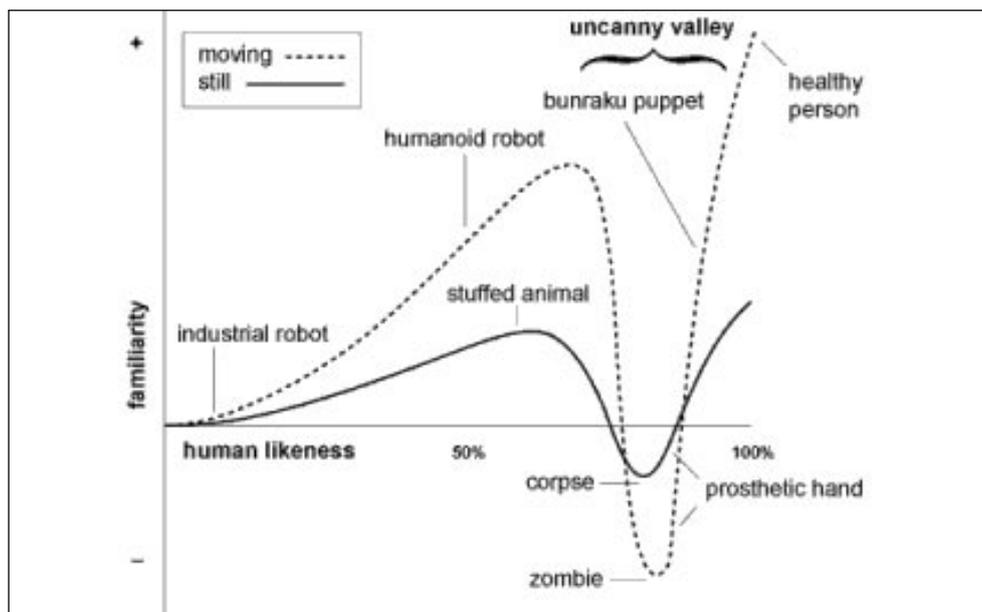


Abbildung 10 - Das "Uncanny Valley" nach Mori, 1970

1.5 Interaktivität bei Papierkarten

Für Peterson war im Jahre 1999 klar: „[Paper] cannot compete with interactive media in addressing the essence of cartography – the representation and communication of the spatial and dynamic world.“ (Peterson, 1999: 35) Trotzdem stellte er zwei fundamentale Vorteile dieses altbewährten Zeichnungsträgers fest: „1) It is easier to carry, and 2) the medium can support a higher spatial resolution. In addition, paper may have a greater longevity [...]“ (Peterson, 1999: 35) Diese Einschätzung bedarf heute einer Revision. Die einfache Transportierbarkeit moderner Handheld-Geräte muss heutzutage nicht mehr in Frage gestellt werden. Auflösung und Farbtiefe moderner Displays haben ein, dem auf Papier mögliches, ebenbürtiges Niveau erreicht. Auf der anderen Seite, lassen sich einige Funktionen von Interaktivität auch mittels Papierkarten umsetzen. Durch die Verwendung rechenfähiger Zusatzgeräte, wie etwa von Multimediatelefonen, wird Augmented Reality und Mobile Tagging ermöglicht, wodurch auch Papierkarten als Interface für weitere Informationen, sei es in Form von Text, Bildern, Videos, Audiosignalen oder Websites, dienen können. Dies

stellt auf faszinierende Weise einen theoretischen Schluss des Zirkels von konventionellen nicht-interaktiven Produkten hin zu hochgradig interaktiven Virtual Reality-Systemen dar.

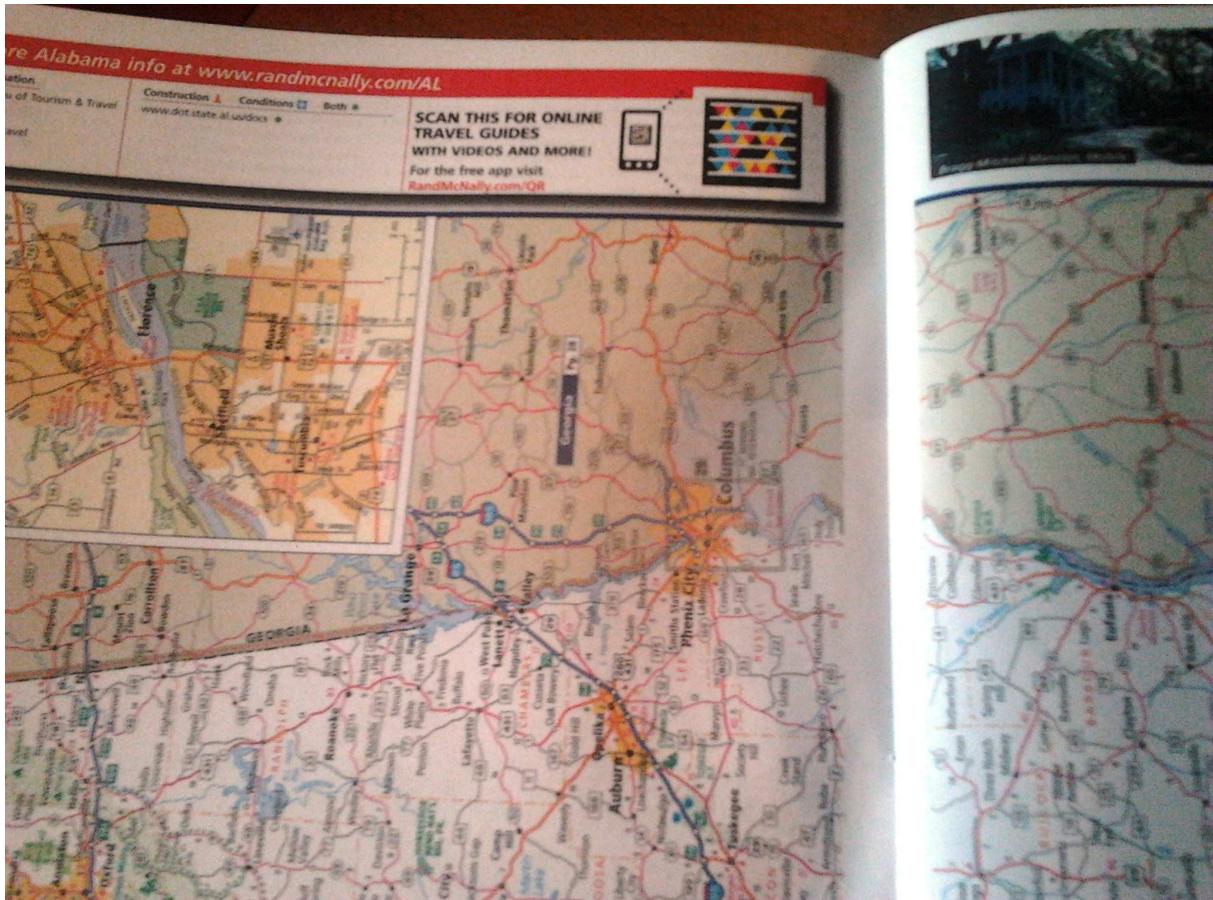


Abbildung 10 - Mobile Tagging in einem RandMcNally Straßenatlas als Interface zu zusätzlichen Informationen

2. Kartografische Gestaltungsprinzipien bei interaktiven Karten

Die Tatsache, dass der Benutzer über das Kartenabbild und den darin vorkommenden Objekten kommunizieren kann, erfordert eine Neubetrachtung der kartografischen Gestaltungsprinzipien. Vorab muss man hierbei jedoch zwischen statischen und interaktiven Signaturen unterscheiden. Beide Arten können in interaktiven Karten vorkommen. Für van den Worm besteht der grundlegende Unterschied zwischen statischen und interaktiven Signaturen darin, dass das Design interaktiver Signaturen nicht per se mit der Natur der dargestellten Daten verbunden ist. Vielmehr beeinträchtigen die Interaktionsfunktionen deren Design. (vgl. van den Worm, 2001: 89)

2.1 Zeichentheorie und interaktive Signaturen

Die Zeichentheorie kennt 3 Dimensionen von Zeichen, die jeweils andere Grundfragen nach den Beziehungen dieser beantworten:

-Syntaktische Dimension: regelt die Beziehungen zwischen den Zeichen untereinander.

-Semantische Dimension: regelt die Beziehung zwischen Zeichen und deren Bedeutung.

-Pragmatische Dimension: regelt die Beziehung zwischen Zeichen und Mensch (sowohl Kartograf, als auch Nutzer). (vgl. Hake, Grünreich, Meng, 2002: 10)

Die syntaktische Dimension wird bei interaktiven Karten relativ wenig beeinflusst, da auch interaktive Zeichen eine klare Syntax aufweisen müssen, und voneinander unterscheidbar sein müssen. Jedoch müssen innerhalb des Zeichenpools Regeln erstellt werden, die die Variation der Zeichen bei unterschiedlichen Aktivierungsgraden (zum Beispiel Mouseover) definieren. Es wäre zum Beispiel unzulässig, wenn ein Zeichen bei Aktivierung seine Farbe verändert, während ein anderes Zeichen in der Karte lediglich die Größe variiert. Die semantische Genauigkeit von Kartenzeichen hängt von der angemessenen Auswahl der grafischen Variablen und deren Variationen ab. Hier ergeben sich für elektronische Karten Einschränkungen, da sie in den meisten Fällen nur kurz angesehen werden. Für Karten, die auf nicht leistungsstarken oder kleinen Endgeräten ausgegeben werden, müssen die Zeichen aufgrund von geringer Auflösung und

Ladezeitoptimierung eher klein, wenige und simpel sein. Dies führt für Kartografen zu der Herausforderung die Kartenzeichen möglichst simpel, aber dennoch selbsterklärend zu gestalten. Der Benutzer sollte intuitiv die Bedeutung eines Zeichens erkennen. Wenn dies nicht möglich ist muss ihm der Kartograf eine Legende zur Verfügung stellen. (vgl. van den Worm, 2001: 93f) Besonders die pragmatische Dimension wird durch die Möglichkeit zur Interaktion beeinflusst, da interaktive Zeichen das Verhalten des Benutzers beeinflussen (aber auch umgekehrt). Dies ist nicht nur Absicht, sondern, auch Sinn und Zweck interaktiver Zeichen. Zusammengefasst müssen interaktive Signaturen somit:

- untereinander eine stringente und verwechslungsfrei Syntax aufweisen, in der die Möglichkeit zur Interaktivität berücksichtigt ist
- ihre Bedeutung schnell erkennen lassen, und dabei möglichst simpel sein
- intuitiv auf ihre Interaktionsmöglichkeit hindeuten.

2. 2 Kartografische Gestaltungselemente

In Anbetracht dessen, darf natürlich nicht vergessen werden, dass die Veränderung der Kartenzeichen eine grundlegende Interaktionskategorie ist. "If interactivity is taken a stage further, the role of the cartographer may be less sharply defined. He may simply be the person who provides cartographic symbolization "tools", so making it possible for users to make maps based on their own data and to use the maps to explore datasets. Here it is the user who ultimately decides which design options will be selected and how these will be applied." (van den Worm, 2001: 90). In Hinsicht auf die Variation der Gestaltungsmittel einer Karte muss also berücksichtigt werden, dass die Gestaltungsmittel durch Interaktion vom User variiert werden können. Ihm müssen daher vom Kartografen bestimmte *Spielräume* der Variation zur Verfügung gestellt werden. Die Interaktivität eines Objektes kann somit als Meta-Variable verstanden werden: Eine Entität in der Karte kann interaktiv sein, was sich im zweiten Schritt auf die tatsächlichen Gestaltvariablen auswirkt.

Die Gestaltungsmittel, die interaktive Karten aus der traditionellen Kartografie übernehmen sind: (vgl. Hake, Grünreich, Meng, 2002: 118f)

- Punkte und lokale Signaturen
- Linien und lineare Signaturen
- Flächen und flächenhafte Signaturen
- Halbtöne - Transparenz
- Beschriftung
- Diagramme

Um den aus diesen Mitteln gestalteten Kartenobjekten Informationen zu Quantität und Qualität anzuheften benutzt der Kartograf grafische Variablen. In der traditionellen statischen Kartografie sind die von Bertin definierten Variablen Form, Farbe, Größe, Füllung, Helligkeit und Orientierung in der Literatur am häufigsten genannt. (vgl. Bertin, 1974) Bertin unterschied die grafischen Variablen nach ihrer Eignung zur intuitiven Wahrnehmung von Quantität, Ordnung, Assoziation und Selektion. Dabei stellte er Theorien darüber auf, welche Variablen sich wofür eignen, und welche nicht. (vgl. Bertin, 1974) Hinzu kamen mit der Entstehung dynamischer Karten durch die elektronische Kartographie dynamische Variablen, nämlich Dauer, Veränderungsrate von Koordinaten und Attributen, sowie chronologische und attributive Reihenfolge. (vgl. DiBiase, 1991) Natürlich gab es viele weitere Versuche der umfassenden Definition grafischer Gestaltvariablen, unter anderem 1995 von MacEachren, der 12 verschiedene analysierte. (vgl. MacEachren, 1995: 244f)

2.2.1 Betrachtung der einzelnen Gestaltungsmittel im Hinblick auf grafische Variation bei - und Eignung zur Interaktivität

Im Falle interaktiver Karten muss berücksichtigt werden, dass die grafische Variation der Gestaltungsmittel der Möglichkeit zur Manipulation angepasst werden muss. Van den Worm analysierte die Brauchbarkeit dieser Formen, und entwickelte Richtlinien für deren Einsatz und grafischer Variation in interaktiven Karten. “[...] the function of the web map has a direct impact on the map symbol design. Besides this, it is important to keep in mind that not all visitors to a page containing a web map are per definition interested in the map and or its contents as such. [...] Perhaps they did not specifically look for a map, but the map was found on their way, surfing the web [...]. To hold the users attention such a map should not only be functional but also be attractive from an aesthetic point of view. In addition, it is important for the user to discover very quickly whether a map is interactive or not. “ (van den Worm, 2001: 90)

Für interaktive Signaturen ergibt sich eine dreifache Herausforderung bezüglich der grafischen Variation. Erstens, sie müssen, wie in traditionellen Karten ins grafische Gesamtgefüge passen, und unabhängig von der Möglichkeit zur Interaktivität durch ihre grafische Variation Informationen vermitteln. Zweitens, sie müssen so gestaltet sein, dass der User intuitiv die Möglichkeit zur Interaktivität registriert. Drittens, muss die Ausprägung und der Rahmen der möglichen Variation durch den Nutzer vorab

vom Kartografen geklärt werden. Dieser muss festlegen, in welchem Umfang der User welche Variablen verändern kann.

Besonders punkartige Objekte eignen sich laut van den Worm für den interaktiven Einsatz: "On web maps a point symbol is often also a web object, that is an area that can receive mouse 'events', enabling JavaScript functions and hyperlinks. " (van den Worm, 2001: 96) Außerdem betont er, dass aufgrund der Unerfahrenheit im Umgang mit Karten vieler Internetuser bildhafte Signaturen vorzuziehen sind. "In general such symbols are easy to understand, perhaps even without the use of a legend. "(van den Worm, 2001: 96) Linienhafte Elemente stellen für ihn eine schlechte Wahl als Interaktionsmittel dar. "The thin and elongated shape of line symbols makes them awkward to handle as interactive web objects, especially when they are highly curved [...]." (van den Worm, 2001: 98)

Schließlich stellte van den Worm für den Gebrauch interaktiver Signaturen fest: "If different symbols are applied on a map, they all should have the same visual impact. For on-screen maps these symbols may need to be larger than on the equivalent paper maps in order to aid legibility. " (van den Worm, 2001: 96) Das heißt, dass der visuelle Eindruck eines interaktiven Produkts die Möglichkeiten zur Interaktion verdeutlichen muss, und zwar so, dass kein Objekt durch ein anderes diskriminiert wird. Die grafische Aufbereitung muss den User also einerseits dazu verleiten mit der Karte interagieren zu wollen, und ihm dies andererseits auch erleichtern.

Führt man van den Worms Argumentation weiter, so sind Flächen in punkto Bedienbarkeit eher nicht als interaktive Gestaltungsmittel einzusetzen. Da die Bedienbarkeit von der geometrischen Ausdehnung abhängt ist diese im Fall von Flächen höchst variabel, im Gegensatz zu punktförmigen Objekten, deren Ausdehnung immer gleich groß ist. Hinzu kommt, dass Flächen und flächenhafte Signaturen meist die unterste Ebene der Kartengrafik bilden, und somit von anderen Objekten überlagert sind. Außerdem ist es schwierig in einer vielschichtigen Karte Flächen als interaktive Elemente hervorzuheben, da sie, sozusagen als „Hintergrund“, meist geringere Farbgewichte aufweisen als die übrigen Gestaltungsmittel. Diese Überlegungen gelten auch für Halbtöne, die noch dazu im Gegensatz zu Flächen schwer abzugrenzen sind. Diagramme sind als interaktive Objekte nahezu prädestiniert, aufgrund der Anpassbarkeit eines Diagramms an viele verschiedene Datensätze. Das Hauptproblem bei der Verwendung von Diagrammen

ist, dass sie relativ hohe Anforderungen an die Nutzer stellen. Bei der Variation von Diagrammen ist zu bedenken, dass eine Veränderung des Diagrammtyps komplizierter zu interpretieren ist als eine Veränderung von Vergleichsvariable oder Diagrammmaßstab.

„Die Beschriftung einer Karte dient zur Identifizierung und Erläuterung des Karteninhalts, welcher nicht durch die Symbolisierung erklärt wird“ (Häberling, 2003: 73). Häberling definiert für topographische 3D-Karten 10 Gestaltvariablen für die Beschriftung: (vgl. Häberling, 2003: 73f)

- | | |
|--|--|
| •Schriftart | •Schriftauszeichnung |
| •Schriftgröße | (unterstrichen/umrahmt) |
| •Schriftschnitt | •Schriftfarbe |
| •Schriftsperrung (Abstand zwischen einzelnen Buchstaben) | •Bewegung/Veränderung der Kartenschrift (Größenänderung/ Positionsänderung etc.) |
| •Schreibart(Normal/Grossbuchstaben/ Kapitälchen) | •Beschriftungstechnik |
| •Schriftorientierung | |

Eine interaktive Kartenschrift kann für den Nutzer viele Vorteile bergen, wenn sie sich zum Beispiel an den Kartenausschnitt und die Objektdichte anpasst, oder in Form einer polylingualen Karte. Zudem ist es intuitiv leichter für den Benutzer, wenn er über die Beschriftung eines Objekts die selben Zusatzinformationen erhält, wie über das Objekt selbst. Das bedeutet, dass wenn der Benutzer bei einem Klick auf einen Punkt oder eine Fläche eine Reaktion der Karte erhält, er diese Reaktion auch über einen Klick auf die zu diesem Objekt gehörende Beschriftung erhalten muss.

2.2.2 Neue kartografische Gestaltungselemente

Bei der Erstellung interaktiver Karten verlässt der Kartograf sein angestammtes Metier und wird teilweise zum Web-Designer. Aufgrund der multimedialen Eigenschaft des Internets vergrößert sich das Repertoire an verfügbaren Gestaltungsmitteln immens. So können Texte, Bilddateien, Töne, Videos, Animation und auch eigenständige Applikationen in Karten integriert werden. Die Praxis zeigt, dass diese neuen Elemente in der modernen, multimedialen Kartografie weit verbreitet sind. Ebenso finden rechnergestützte taktile Anwendungen immer größere

Beliebtheit. Taylor hält fest: „The language of traditional cartography is primarily a visual one using images and text. Cybercartography adds new elements to these, including sound and touch.“ (Taylor, 2005: 545) Der Vorteil der Integration weiterer Elemente ist die Reduzierung der Abstraktion und die Möglichkeit neue Perspektiven der Wahrnehmung des Raumes zu ermöglichen. Cartwright meint dazu: „[...] combining maps with other media will lead to more realistic representations of the world“ (Cartwright, 1999: 21), warnt aber auch davor, dass „Like a conversation, the interactivity allows lies to be examined, albeit with other lies that may or may not be as insightful as the first.“ (Cartwright, 1999: 21) Es ist also wichtig neue Medien nicht wahllos und nicht in irgendeiner beliebigen Form zu präsentieren.

Swanson weist darauf hin, dass gewisse bekannte Regeln der Zeichenvariation im zweidimensionalen Raum nicht immer in eine dreidimensionalen Umgebung übernommen werden können. Als Beispiel nennt sie drei, nur im 3D-Raum mögliche Umgebungsvariablen, nämlich Belichtung, Nebel und Transparenz. (vgl. Swanson, 1999: 193) Moore definiert neben weiteren zwei neue Komponenten der Kartografie, welche durch die Gestaltung virtueller Welten entstanden: Erstens, eine neue Farbterminologie, die Emission, Diffusion und Transparenz miteinschließt; Zweitens, Umgebungsvariablen wie Belichtung und Nebel. (vgl. Moore, 1999: 205f) Kernaussage beider Autoren ist, dass, wie in der realen Welt, Objekte abhängig von ihrer Umgebung und ihrem Betrachtungswinkel unterschiedlich wahrgenommen werden. Swanson erklärt: “Depending on the type and intensity of lighting, a red object may appear brown from one angle and pink from another. Reduce the objects specular highlight and it will look like red plastic. Increase its emissivity and it will glow.” (Swanson, 1999: 193) Diesen Umgebungseffekten ist bei der Gestaltung dreidimensionaler Darstellungen also hohe Aufmerksamkeit zu widmen.

Nun existiert für die traditionellen Gestaltungselemente der Kartografie ein Set an Gestaltvariablen, welche ihren Eingang in den wissenschaftlichen Kanon gefunden haben. Der Sinn und Zweck dieser Variablen ist bei Hake, Grünreich und Meng definiert: (Hake, Grünreich, Meng, 2002: 107ff)

1. „Objektive Gliederung durch differenzierte Darstellung nach Qualitäten und bzw. oder Quantitäten der Objekte“,
2. „Subjektive Bewertung durch Betonen oder Zurückdrängen“, und
3. „Verstärkte Anschaulichkeit auf der Basis von Assoziationen.“

Bei näherer Betrachtung sind diese Regeln auch auf neue, multimediale Elemente anwendbar, die durch das Internet Einzug in die Kartografie gefunden haben. In der Tat können Töne, Videos, Animationen und taktile Rückmeldungen starke Variationen aufweisen, die qualitativen oder quantitativen Aussagen zu Grunde liegen. Ebenso ist es möglich bestimmte Objekte hervor zu heben oder zurück zu drängen. Auch das Wecken von Assoziationen ist möglich, zum Beispiel durch Farbvariation, oder im besonderen Ausmaß bei der Verwendung von Tönen. Kartografen, welche in ihren Produkten Interaktivität verwenden wollen, die dem User erlaubt kartografische Gestaltvariablen zu verändern, müssen also auch die gestalterische Variation dieser neuen Elemente berücksichtigen. Somit kommen für interaktive Karten weitere Gestaltungselemente, wie beispielsweise Hyperlinks, Bilder, Töne und Musik, Videos, Animationen, Popup Fenster etc. hinzu, mit denen interagiert - und deren Gestaltung eventuell variiert werden kann.

Es ist jedoch wichtig, dass eine Theorie hinter der Verwendung von multimedialen Gestaltungselementen steht, also dass diese nicht wahllos eingesetzt werden. Dransch stellte dazu fest: „The theory is essential if multimedia should be more than entertainment and if it should best support the presentation and exploration of spatial data.“ (Dransch, 1999: 49) Für sie besitzt jedes Element bestimmte Funktionen, von denen dessen Einsatz und mögliche Kombination mit anderen Elementen abhängt. (vgl. Dransch, 1999: 41) Sie formuliert einige Grundregeln, die in Multimediaapplikationen berücksichtigt werden sollen: Das Hervorheben wichtiger Informationen gelingt durch die Kombinationen mehrerer Elemente, wie Bild, Text und Ton. Alle Elemente können Assoziationen wecken und dadurch Vorwissen des Benutzers aktivieren. Eine gesteigerte Wissensgenerierung ergibt sich durch die multiple Präsentation eines Sachverhaltes in verschiedenen Abstraktionsebenen. Der Lerneffekt steigert sich, wenn Objekte durch multimediale Darstellung in einen Kontext gesetzt werden, zum Beispiel durch Videos, die die Umgebung eines Objektes darstellen, oder durch typische Klänge aus dessen raum-zeitlicher Umgebung. Dynamische Medien, also Videos und Töne steigern die Motivation des Users und erhalten dessen Aufmerksamkeit und Interesse aufrecht. (vgl. Dransch, 1999: 42f) Im Folgenden sollen einige neue Gestaltungselemente und deren Variationsmöglichkeiten näher betrachtet werden.

2.2.2.1 Texte

In der konventionellen Kartografie war das Einbinden längerer Texte lediglich in der Kartenrandausstattung möglich. Heute sind diese durch Popups direkt in das Kartenfeld integrierbar. Dies vervielfacht die mögliche weitergebbare Information einer Karte exorbitant. Auch die Popup-Fenster selbst könnte man als ein neues kartografisches Gestaltungselement betrachten, da auch auf diese Gestaltvariablen anwendbar sind, die Rückschlüsse auf das bezeichnete Objekt zulassen. Ein Beispiel wäre die Größenvariation von Popups je nach Grad der Bedeutung des dazugehörigen Objekts, oder eine Farbvariation je nach Art.

2.2.2.2 Links

Jedes identifizierbare Objekt einer Kartenapplikation kann ein Link zu weiteren Inhalten sein, sei es im Kartenfeld, in der Kartenrandausstattung, oder in den verwendeten Multimedia-Elementen. Hyperlinks eignen sich hervorragend, um die Aufmerksamkeit des Benutzers zu dirigieren. (vgl. Dransch, 1999: 42f) Borchert unterscheidet drei Arten von Links: "An intra-link links two objects or media within a screen-plate, for example, a map symbol linked to its legend box if the legend is already simultaneously displayed. An inter-link is a link to another media in the atlas that will be presented on the screen after clicking. That could be a click in a map which causes a display of a second map with a different scale. An extra-link is a link to data out of the atlas, for instance to an external data base or WWW-server." (Borchert, 1999: 80) Über letztgenannte Extra-Links ist zudem ein direkter Kontakt mit Dritten möglich, etwa über Email-Adressen oder Telefonnummern. Die Karte kann dadurch zum Medium von zwischenmenschlicher Kommunikation und auch Interaktion werden. Links müssen so gestaltet sein, dass sie entsprechend oben definierter Regeln, als solche erkennbar sind. Allerdings können sie natürlich auch variiert werden, um eine Bewertung der verlinkten Inhalte widerzuspiegeln. Beispielsweise können bei Verknüpfungen in Form von Schrift Links zu interessanteren Inhalten, wie Bildern und Videos fett geschrieben sein, und Links zu Quellenangaben klein und in einer ästhetisch weniger ansprechenden Schriftart.

2.2.2.3 Bilder und Videos

Hierbei handelt es sich um eigenständige komplexe grafische bzw. grafisch-akustische Gefüge. Sie können, im Gegensatz zu herkömmlichen Signaturen, auch

ohne die Karte Information vermitteln. Eine Darstellung qualitativer oder quantitativer Merkmale des als Bild oder Video vorhandenen Objektes könnte durch eine Variation der Bildgröße, Helligkeit, Farbintensität, oder Spieldauer geschehen. Bilder können entweder statisch sein, oder dynamisch in Form von Videos. Zudem kann man zwischen in der realen Welt aufgenommenen Fotografien und abstrakten Grafiken und Animationen unterscheiden. Dransch verweist auf die Erkenntnistheorie und stellt dabei fest, dass in manchen Fällen die Wissensgenerierung höher ist, je realistischer Bilder und Videos dargestellt werden, da somit die Erkenntnisse aus direkten Beobachtungen gestützt werden. Wenn abstrakte, nicht direkt beobachtbare Phänomene dargestellt werden empfiehlt sich hingegen die Verwendung von Grafiken und Animationen. (vgl. Dransch, 1999: 42f) All diese Varianten können auch interaktiv sein. Ein Beispiel hierfür sind Panoramen, in denen der User sich mithilfe der Maus umsehen und manchmal auch bewegen kann. Diese Panoramen sind meist aus mehreren, sich teilweise überlappenden, Fotos zusammengesetzt, die auf der gleichen Position mit unterschiedlicher Orientierung aufgenommen wurden. Mithilfe von Stitching werden diese Überlappungsbereiche genutzt, um ein sphärisches Gesamtbild zu schaffen. Panoramen können Links zu weiteren Inhalten enthalten, wie etwa Texte, Bilder oder weitere Panoramen. Dies funktioniert über sogenannte Hot Spots, also aktivierbare Objekte innerhalb des Bildes. Simple Formen der Interaktivität von Videos und Animationen sind das Stoppen, Vor- und Zurückspulen dieser. Dransch erkennt ein Problem beim Einsatz komplexer Animationen und Videos, da diese zu einer Informationsüberlastung für den User führen könnten. (vgl. Dransch, 1999: 42f)

2.2.2.4 Töne und Audiosignale

Durch die Erweiterung der Kartografie auf höhere Sinnesebenen der Wahrnehmung muss auch über andere Variablen als visuelle nachgedacht werden. Die Verwendung von Geräuschen setzt in den meisten Fällen Interaktivität voraus, außer es handelt sich um Soundclips, die automatisch während der Betrachtung einer Karte abgespielt werden. Ansonsten sind die durch die Lautsprecher des Endgerätes abgegebenen Geräusche immer vom Verhalten des Benutzers abhängig, also welchen Punkt er berührt, welchen Kartenausschnitt er wählt, und wie er die Lautstärke regelt. Krygier definierte eine Vielzahl akkustischer Variablen, und stellte eine Theorie in Bezug auf deren Eignung zur Darstellung nominal und ordinal skalierten Daten auf.

THE ABSTRACT SOUND	VARIABLES	Nominal Data	Ordinal Data
LOCATION: The location of a sound		Possibly Effective	Effective
LOUDNESS: The magnitude of a sound		Not Effective	Effective
PITCH: The highness or lowness		Not Effective	Effective
REGISTER: The relative location of a pitch in a given range of pitches		Not Effective	Effective
TIMBRE: The general prevailing quality or characteristic of a sound		Effective	Not Effective
DURATION: The length of time a sound is (or isn't) heard		Not Effective	Effective
RATE OF CHANGE: The varying of the duration of a sound over time		Not Effective	Effective
ORDER: The sequence of sounds over time		Not Effective	Effective
ATTACK/DECAY: The time it takes a sound to reach its maximum/minimum		Not Effective	Effective

Abbildung 11- „Abstract Sound Variables“, nach Krygier, 1994

Verortung, Lautstärke, Tonhöhe, Tonlage, Klangfarbe, Dauer, Änderungsrate, Ordnung und Verlauf sind die akustischen Variablen laut Krygier. Bis auf die Klangfarbe und die Verortung des Geräusches sind für ihn alle zur Darstellung ordinal gereihter Daten anwendungsfähig. Diese sieht er als effektiv für die Darstellung nominal gereihter Daten an. Als Tonsignale können Sprache, realistische und abstrakte Geräusche dienen. (vgl. Krygier, 1994) Hörbares findet eine breite Palette an möglichen Anwendungen in der Kartografie. Töne können als Rückmeldesignale des Interface genutzt werden. Sie erfüllen jedoch auch viele andere Zwecke. Menschliche Sprache kann ein extrem wirksames Mittel sein, um Informationen zu vermitteln, die auf andere Art wesentlich komplexer dargestellt werden müssten. „[...]sound clips can help users cope with a baffling orthography or unfamiliar pronunciations.“ (Monmonier, 2005: 26) Gesprochener Text entlastet den User, und fungiert somit als Mittel zur besseren Wahrnehmung von Informationen. (vgl. Dransch, 1999: 42f)

Geräusche und Töne erlauben es eine zusätzliche Informationsebene zu generieren, in der entweder andere als die visuell dargestellten Daten präsentiert werden, oder deren Information verstärkt wird, um besser aufgenommen zu werden. Buziek betont den gesteigerten Lerneffekt durch die Verwendung von Hörbarem: „Sound is used for double encoding and to reinforce information in order to create lasting knowledge. For example, the names of features are spoken as well as written. Furthermore, sound is needed to add complementary information and to explain logical consequences (inferences). By this, sound is very important for efficient learning.” (Buziek, 1999: 239) Die Unterscheidung zwischen realen und abstrakten Geräuschen kann als akkustisches Pendant zur Unterscheidung zwischen bildhaften und geometrischen Signaturen aufgefasst werden. Realistische Geräusche rufen intuitiv Assoziationen hervor, stellen minimale Anforderungen an den Nutzer und können eine Steigerung der Attraktivität der Karte bewirken. Musik, eine arrangierte Kombination von Tönen, ist ein sehr wirksames Mittel zur Verstärkung emotionaler Eindrücke. Buziek liefert ein Beispiel für die Verwendung von akkustischen Variablen, die sich während einer Geoanimation zum Thema Überflutung an das visuell Dargestellte anpassen, und somit eine verstärkte Impression des dargestellten Vorganges geben: „A clarinet solo was played [...]. The musician used the variable loudness to express raising and falling water level. Rate of change was used to express the danger of the flooding and the velocity of water raising and falling. The important time of high water was acoustically reinforced by the sound of a kettle drum.” (Buziek, 1999: 239) Ein weiterer Vorteil, den die Verwendung von Geräuschen mit sich bringt, ist die Entlastung des grafischen Gefüges der Karte. Beispielsweise kann in einer Karte eine Signaturenebene, etwa ein Kreisdiagramm, durch die Verwendung einer Geräuschvariable ersetzt werden. Natürlich ist auch der umgekehrte Schluss möglich, und es kann eine weitere Informationsebene hinzu gefügt werden. Krygier illustriert dies am Beispiel eines US-amerikanischen Flächendiagramms zu Zensusdaten: “A choropleth map is used to display percent population not in the labor force. A graduated circle map displaying median income is then added to the choropleth map. At this point one could add a third data variable to the display by changing the choropleth map into a bivariate choropleth map, by adding a data variable as a fill for the graduated circles, or by going to a second map. All of these have problems. [...] Sound can provide an alternative to these visual

methods [...] [and] is a viable way to add more data dimensions to visual displays. ”
(Krygier, 1994)

Nichts desto trotz ist eine Karte immer noch primär eine grafische Abbildung, auch, wenn sie interaktiv mit Geräuschen angereichert werden kann. Das bedeutet, dass jedes Geräusch einen visuell definierbaren Raumbezug besitzen muss. Geräusche müssen entweder von einem bestimmten, sichtbaren Objekt ausgehen, oder als Umgebungsgeräusche vom Kartenausschnitt abhängen. Ansonsten geht für den User die Orientierung verloren, und er kann das akkustische Signal keinem thematischen Sachverhalt zuordnen. Audiosignale können somit bei lokalen Anwendungen nur in Verbindung mit visuellen Signalen existieren. Bei mobilen Anwendungen ist dies nicht der Fall, wenn das akkustische Signal vom Ort oder der Bewegung des Benutzers abhängig ist. In diesem Fall ist der reale Ort an dem sich der Nutzer zur Zeit befindet die räumliche Referenz. Das gängigste Beispiel hierfür sind gesprochene Richtungsanweisungen eines Navigationsgerätes, welche auch ohne Blick auf die eigentliche Karte wahrgenommen werden können.

2.2.2.5 Weitere Gestaltvariablen

Neben neuen visuellen und akkustischen Variablen sind bei taktilen interaktiven Anwendungen weitere Gestaltvariablen zu nennen. Vasconcellos hielt fest, dass, bis auf Farbe, alle visuellen Variablen nach Bertin auch für taktile Anwendungen umsetzbar sind und fügt als neue die Erhebung hinzu. (vgl. Vasconcellos, 1993: 993f) Führt man sich das Potential von Anwendungen der Immersive und Augmented Reality vor Augen, die den User körperlich integriert, so können Informationen durch zahlreiche weitere Kanäle gesendet werden. Taktile Variablen könnten beispielsweise die Glätte bzw. Rauigkeit einer Oberfläche sein, der Gegendruck eines Bedienelements, die Stärke und Frequenz einer Vibration oder ein Luftstoß aus einer Druckdüse. Zuletzt seien noch olfaktorische Variablen wie Geruch und Geschmack zu nennen, die ebenfalls Informationen vermitteln können, in der Kartographie bis jetzt jedoch kaum zum Einsatz kamen.

3. Methoden zur Erstellung interaktiver Karten

Interaktive Karten sind internetbasierte elektronische Karten. Aufgrund der Natur des Mediums Computer gibt es eine Vielzahl an Techniken und Methoden der Erzeugung dieser Produkte, die sich jedoch oft überschneiden und ergänzen, oder simultan angewandt werden. Unterscheiden könnte man nach Karten, die als Daten für fertige Programme dienen, oder welche, die eigenständige Systeme darstellen. In der Literatur findet sich die Einteilung nach dem Ort der Funktionalität wieder, also in Host- und Clientseitige Anwendungen. In manchen Fällen ist jedoch keine klare Abgrenzung der verschiedenen Methoden möglich. Das folgende Kapitel soll einen Überblick über die technischen Aspekte interaktiver Karten geben und grundlegende Methoden zur Erzeugung interaktiver Karten dokumentieren, wobei jedoch stets bedacht werden muss, dass Überschneidungen und Formen der Integration einer Technik in eine andere möglich sind. Des Weiteren ist zu bedenken, dass die technischen Umsetzungsmethoden elektronischer Karten bereits so mannigfaltig sind, dass lediglich einige grundlegende Varianten dargestellt werden können, ohne den Rahmen der vorliegenden Arbeit zu sprengen. Schwerpunktmäßig sollen Geobrowser, insbesondere der prominenteste Vertreter dieser Anwendungen Google Earth, vorgestellt werden, dessen Anwendung zur Hypothesenüberprüfung herangezogen werden soll.

3.1 Informationsverarbeitung

Es ist davon auszugehen, dass innerhalb der nächsten Jahre die Verbreitung von Geodaten mithilfe harter Datenträger wie CD oder DVD ein Ende finden wird. Es wird immer mehr üblich Anwendungen und Daten rein über das Internet zur Verfügung zu stellen. Dieses Schicksal ‚harter‘ Datenträger wurde bereits 1995 von Negroponte vorhergesagt. Die Begründung liegt in der Entwicklung immer günstigeren Zugriffs auf immer höhere Bandbreiten, und der relativen ‚Unzerstörbarkeit‘ von Daten im Internet. (vgl. Negroponte, 1995 zitiert nach Cartwright, 1999: 20) Es gibt zwei Wege dem User interaktive Kartenapplikationen über das Internet zur Verfügung zu stellen, welche beide immanente Vor- und Nachteile besitzen. Die erste Methode ist die serverseitige Informationsverarbeitung. Hierbei werden die durch Interaktivität ausgelösten Kalkulationen auf der Server-Seite durchgeführt. Die Aktionen des Users müssen dem Server übermittelt werden, dieser berechnet daraus Ergebnisse, und

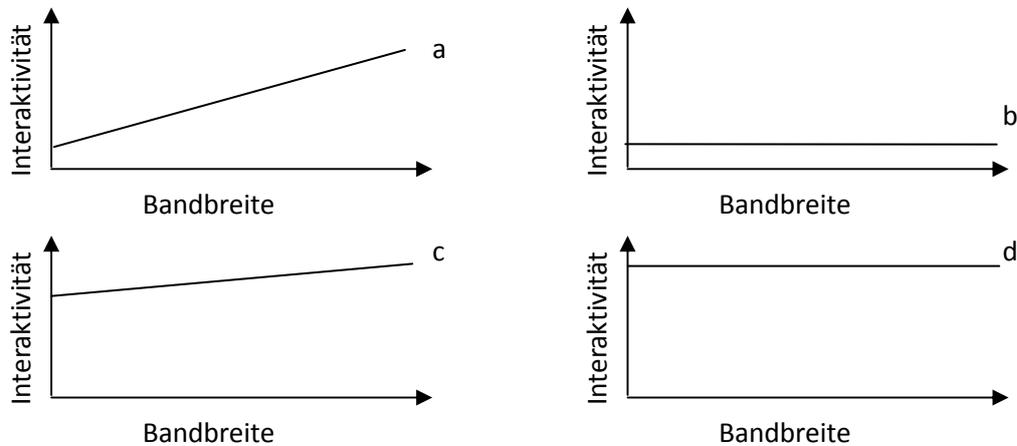
sendet sie an den User zurück. Dies hat den Vorteil, dass lediglich tatsächliche angeforderte Daten aus der Datenbank übertragen werden müssen, und nicht der gesamte Inhalt. Es kommt somit zu einem wesentlich geringeren Datentransfervolumen. (vgl. Gammack, 1999: 159) Der User belastet seine Festplatte lediglich mit den spezifischen von ihm gewünschten Ergebnissen. Für den Kartografen ergibt sich der Vorteil, dass er das Verhalten der Nutzer analysieren kann. Außerdem dringen nur die Ergebnisse der erstellten Applikation nach außen, das heißt der Programmcode selbst bleibt für den User uneinsehbar. Der größte Nachteil Server-seitiger Verarbeitung ist die erforderliche hohe Serverkapazität. Jeder Server besitzt nur eine beschränkte Rechenkraft, was sich stark auf die Geschwindigkeit und Verlässlichkeit des Datentransfers auswirken kann. Um die interaktive Natur einer Karte zu bewahren ist es notwendig, dass die Reaktion des Systems auf die Aktion des Users schnell eintritt. (vgl. Gammack, 1999: 159)

Bei der Client-seitigen Informationsverarbeitung finden die Berechnungen am Computer des Benutzers statt. Das bedeutet, dass alle Daten einer interaktiven Karte vor der ersten Anwendung auf den Rechner des Anwenders übertragen werden müssen. Danach ist keine Internetverbindung mehr erforderlich. Dadurch wird die Interaktionsgeschwindigkeit rein vom PC des Benutzers abhängig gemacht. Probleme wie überlastete Server, oder eine langsame Internetverbindung werden eliminiert. (vgl. Gammack, 1999: 158) Der größte Nachteil client-basierter Interaktivität ist das hohe anfallende Datenvolumen. (vgl. Gammack, 1999: 159) Außerdem wird der gesamte Programmcode an den User übergeben.

Diese beiden Methoden stellen Extremfälle der internetbasierten Informationsverarbeitung dar. Es ist daher möglich, und auch wichtig, Kompromisse zu finden, welche die Vorteile beider Methoden möglichst vereinen und die Nachteile dezimieren. Ein Beispiel hierfür wären modular aufgebaute Applikationen, in der nur die vom User benötigten Softwarekomponenten und Daten übertragen werden, welche für sich jedoch eigene Einheiten bilden und nicht permanent mit dem Server kommunizieren müssen.

Crampton versuchte eine Beziehung zwischen der notwendigen Bandbreite und dem Grad der Interaktivität zu formulieren. Dieses Verhältnis kann für ihn vier mögliche Verläufe annehmen, die sowohl vom dargestellten Inhalt, als auch von den zur Verfügung stehenden Interaktivitätskategorien abhängen. (vgl. Crampton, 1999: 300)

Jede interaktive Anwendung kann einem dieser Verläufe zugeordnet werden, wobei Fall d - hohe Interaktivität, unabhängig von der Bandbreite - den Idealfall darstellt.



- a) Interaktivität steigt proportional zur Bandbreite
- b) Interaktivität bleibt gering, auch bei hoher Bandbreite
- c) Interaktivität ist bei geringer Bandbreite hoch und steigt dann nur marginal an
- d) hohe Interaktivität bei geringer Bandbreite

Abbildung 12 - Mögliche Kurvenverläufe der Beziehung zwischen Interaktivität und Bandbreite nach Crampton, 1999, S. 301

3.2 Technische Umsetzungsmethoden

3.2.1 Auszeichnungssprachen

Auszeichnungssprachen beschreiben Daten und Verfahren zur Bearbeitung dieser Daten. HTML (Hyper Text Markup Language) wird als Auszeichnungssprache verwendet, um Daten im Webbrowser dar zu stellen. Sie ist definiert durch die 1969 vom US-Verteidigungsministerium entwickelte SGML (Standard Generalized Markup Language). (vgl. Grolig, Schenk und Waldik, 2001: 55) Andere Auszeichnungssprachen zu diesem Zweck sind unter anderem XML (eXtensible Markup Language) und SVG (Scalable Vector Graphics). Diese Sprachen verwenden Auszeichnungen (Tags), welche die Eigenschaften von bestimmten Teilen des Codes definieren. Reine HTML-Dokumente sind statisch, und müssen bei jeder Veränderung neu geladen werden. Dadurch lassen sich Clickable Image Maps umsetzen, also einfache Abbildungen, die durch einen Klick auf eine definierte Fläche einen spezifischen Link öffnen.

1996 wurden CSS (Cascading Style Sheets) eingeführt, welche die seitenunabhängige Definition von Objektformatierungen erlauben, und dazu dienen auf mehreren Seiten ein einheitliches Layout zu liefern. (vgl. Grolig, Schenk und Waldik, 2001: 55) Eine Ergänzung von HTML durch CSS in Kombination mit JavaScript führte zur Schaffung von DHTML (Dynamic HTML), wodurch eine Veränderung der Anzeige möglich wurde, ohne die Seite neu laden zu müssen. Dadurch ließen sich weit komplexere Funktionen von Interaktivität innerhalb des Webbrowsers umsetzen. Die JavaScript-Funktionen können dabei im betrachteten Dokument selbst, oder als separate Datei an einem anderen Ort definiert sein, wodurch mehrere DHTML-Dokumente auf sie zugreifen können. Durch Event-Handler im Code wie OnClick oder OnMouseOver werden die Funktionen ausgeführt.

XML wurde, ebenfalls 1996 entwickelt, mit dem Ziel die begrenzten Möglichkeiten von HTML zu erweitern. (vgl. Grolig, Schenk und Waldik: 55) XML basiert ebenfalls auf SGML, der Unterschied zu HTML besteht jedoch darin, dass die Definition der Auszeichnungen in einer Document Type Definition (DTD) beziehungsweise in einem XML-Schema (XSD) geregelt ist, die XML dadurch erweiterbar macht, dass sie frei wählbare Auszeichnungen und Datentypdefinitionen erlaubt. Die DTD kann entweder im XML-Dokument selbst vorhanden sein, oder als separate Datei. (vgl. Grolig, Schenk und Waldik: 56) Im XSD ist definiert, welche Elemente erlaubt sind und welche nicht, welche Attribute diese besitzen können, wie oft sie vorkommen dürfen etc. Dadurch wird abgesichert, dass XML einer definierten Grammatik und semantischen Regeln folgt. (vgl. Klamma et al., 2006: 235)

Die Erweiterbarkeit von XML führte zur Entstehung weiterer Auszeichnungssprachen, die aber im wesentlichen auf XML beruhen, darunter die Keyhole Markup Language (KML), welche die Tags in Google Earth und Google Map Dokumenten definiert. Eine weitere auf XML basierende Sprache ist SVG, ein Standard zur Beschreibung von Vektorgrafiken. Durch Code definierte Daten werden mithilfe eines SVG-fähigen Browsers als Vektorgrafiken dargestellt. (vgl. Ramos, Cartwright, 2006: 115) Heutzutage unterstützen die meisten Webbrowser SVG und benötigen kein zusätzliches Plug-In. Durch umfangreiche grafische Effekte, die freie Skalierbarkeit und die Fähigkeit zur Darstellung von Animation konnte sich SVG als vielgenutztes Mittel zur Darstellung von Karten etablieren. „Die Beschreibung von Objekten in SVG

geschieht mittels mathematischer Funktionen, die Bearbeitung erfolgt objektweise und die Skalierbarkeit ist beliebig.“ (Cron, 2006: 52) Um SVG Interaktivität zu verleihen muss es durch JavaScript ergänzt werden.

Die Funktionalität von Webbrowsern kann durch Plug-Ins erweitert werden. Dies sind spezielle Programme, welche der Benutzer auf seinem System installieren muss. In manchen Fällen verfügt der Browser jedoch schon bei der Installation über bestimmte Plug-Ins. Durch sie lassen sich Dateiformate, die der Browser sonst nicht lesen könnte, wiedergeben. Die Berechnungen finden dabei am Computer des Benutzers statt. (vgl. Gartner, 1999: 307) Einige der wichtigsten Plug-Ins mit Kartografiebezug sind der Adobe Acrobat Reader, Java, QuickTime, Adobe Flash, sowie die Browser-Plug-Ins von Google Earth und Microsoft Virtual Earth. Der funktionale Umfang der dargestellten Karte beschränkt sich dabei auf die Funktionalitäten des Plug In. (vgl. Grolig, Schenk und Waldik, 2001: 56) Diese können sehr umfangreich sein, und hochgradig interaktive Inhalte wiedergeben, wie im Falle von Flash-Filmen, oder sich auf gering interaktive Funktionalität, wie Zoomen und Panen im Falle von PDF-Dokumenten, beschränken.

3.2.2 Flash

Interaktive Inhalte, die mittels Adobe Flash hergestellt wurden benötigen den Flash Player, der als Plugin für den Browser, aber auch als Stand Alone-Anwendung verfügbar ist. Dadurch lassen sich .svg Dateien abspielen, sogenannte Flash-Filme, welche Vektor- und Rastergrafiken, Videos und Audiodateien wiedergeben. Dabei können zahlreiche Effekte der Bildbearbeitung genutzt werden, die vor allem aus anderen Adobe-Anwendungen bekannt sind, wie Filter, Weichzeichner oder graduelle Verläufe. Der Ablauf des Filmes muss nicht in einer linearen Reihenfolge geschehen, sondern kann vom Betrachter durch Steuerelemente arrangiert werden. Es lässt sich eine Vielzahl von Standardelementen, wie scrollbare Listen, Schaltflächen, bewegliche Objekte, editierbare Felder und ähnliches erzeugen. Ein Flash-Film wird durch die Skriptsprache ActionScript strukturiert, deren Funktionsumfang auch Schleifen und den Einsatz von Variablen erlaubt. Flash wird vor allem zur Animation interaktiver Websites, für Spiele und multimediale Tutorials benutzt. Viele Plugins „[...] können den Inhalt der Webseiten nicht dynamisch gestalten sondern sind eingebundene autarke ‚Fremdkörper‘. Eine Ausnahme stellt die Software Flash dar [...]. Hier ist Interaktion zwischen Plug-In und HTML möglich.“ (Grolig, Schenk und

Waldik, 2001: 57) Die vielseitigen Einsatzmöglichkeiten machen Flash zu einem nützlichen, und auch weit verbreitetem, Werkzeug der Online-Kartografie. „Beim Aufruf eines Flash-Filmes wird die gesamte Datei vom Server in den Cache des Browsers geladen. Die Streamingtechnologie erlaubt es, dass schon während des Ladevorganges Teile des Filmes beobachtet werden können.“ (Schenk, S. 50f) Ein weiterer Vorteil von Flash ist, dass die Darstellung nicht system- oder browserabhängig ist, also die Präsentation immer gleich wirkt. Dies birgt jedoch den Nachteil, dass die Inhalte für eine bestimmte Auflösung optimiert sein müssen, da der Film sonst beispielsweise breiter ist, als der Bildschirm des Betrachters.

3.2.3. Java und JavaScript

Java ist eine plattformunabhängige objektorientierte Programmiersprache. Das bedeutet, dass Daten und darauf angewendete Befehle zu Objekten zusammengefasst werden, welche bestimmte Eigenschaften und Methoden besitzen. Durch objektorientiertes Programmieren können Entwickler wiederverwertbare (vgl. Ullenboom 2008) und modular aufgebaute Softwarekomponenten programmieren. Die Integration in HTML erfolgt dabei durch Java Applets. Das sind kleine Programme, die der Benutzer herunterlädt, und die Client-seitig ausgeführt werden. Vorteile hierbei sind die mögliche Verwendung lokalen Festplattenspeichers, der kurze Bytecode und die hohe Sicherheit. (vgl. Gartner, 1999: 307f) Die Funktionalität von Java Applets reicht dabei von „simple button interactivity“ bis „sophisticated interactive mapping environment[s].“ (Kraak, 2001: 82) Die fundamentalen Vorteile von Java sieht Kraak in der Kombination von Client- und Server-seitiger Ausführung. „The application is stored and maintained on the server, thus bypassing the need for the user to download updates [...] and because the actual processing takes place at the client-side, the server load is kept low.“ (Kraak, 2001: 82f)

Java ist eine eigenständige Programmiersprache, im Gegensatz zu JavaScript. JavaScript ist objektbasiert, da es - im Gegensatz zu Java - keine Klassen verwendet. Dies sind einheitliche Definitionen, die für mehrere Objekte gelten. „Der Verzicht auf eine starre Modellierung mittels Klassen, bietet ein größeres Maß an Flexibilität.“ (Bleckmann, 2007) JavaScript ist eine Skriptsprache und dient im Wesentlichen zur Erweiterung von HTML. Es ist in den HTML-Code eingebettet, wird über den Webbrowser übertragen und während der Laufzeit vollständig Client-seitig

ausgeführt. (vgl. Kraak, 2001: 81f) JavaScripts operieren in einer sogenannten ‚Sandkiste‘, das heißt sie können nicht zum Lesen oder Schreiben auf die Festplatte des Benutzers zugreifen. (vgl. Shelley, 2007: 17) JavaScript typisiert nicht statisch, sondern dynamisch, weist also Variablen ihren Typ während der Laufzeit zu und ermöglicht sogar eine Änderung des selbigen. Außerdem ist die Typisierung im Gegensatz zu Java nicht streng, es besteht kein Deklarationszwang von Variablen. (vgl. Kraak, 2001: 81f)

Die Einbindung von JavaScript in die HTML-Datei erfolgt über <SCRIPT>-Tags. JavaScript verwendet Variablen als Speicherbereiche, die veränderbare Daten als Wert beinhalten. Variablen müssen definiert werden und können global - auf das gesamte Fenster - oder lokal - innerhalb einer bestimmten Funktion - angewendet werden. Objekte in JavaScript sind Datenelemente mit definierten Eigenschaften und Methoden. Sie können Teilmengen eines übergeordneten Objektes sein, wobei in der Regel eine hierarchische Gliederung besteht, von der jedoch einige Objekte - wie das Datum- oder das Mathematik-Objekt - ausgenommen sind. In JavaScript ist die Erstellung eigener Objekte möglich. Alle Objekte können mehrere Instanzen besitzen. Zur Änderung der Werte von Variablen werden Funktionen angewendet, dies sind in sich geschlossene Prozeduren, die durch bestimmte Ereignisse ausgelöst werden, zum Beispiel durch Event-Handler, aber auch durch andere Funktionen. Man nehme als Beispiel das Objekt *Fisch* als Teilmenge des Objektes *Aquarium*, mit den Eigenschaften: *Geschlecht* und *Gattung*. Die Instanzen des Objektes sind *Guppy1*, *Guppy2*, *Platy*, welche alle die Methode *Schwimmen* besitzen. Dabei kann die Variable *Höhe* die Werte *oben* und *unten* annehmen. Wird nun durch das Event *Füttern* die Funktion *Fressen* ausgelöst setzt dies eine Schleife in Gang, mit der Form *solange Futter vorhanden gilt: Höhe = oben*.

3.2.4 Kartenserver und Web-GIS

Neben JavaScript gibt es eine Vielzahl weiterer Skriptsprachen, zum Beispiel Perl, ColdFusion Markup Language und PHP, welche aber im Gegensatz zu JavaScript rein serverseitig operieren. In Verbindung mit dem Protokoll CGI (Common Gateway Interface) ermöglichen diese Sprachen die Kommunikation zwischen Client und Server mittels Formularen zu regeln. (vgl. Waldik, 2001) Eine Anfrage des Benutzers wird an den Server gesandt, der diese interpretiert und an ein bestimmtes Programm weiterleitet, zum Beispiel ein GIS. Das Programm bearbeitet die interpretierten Daten

und liefert berechnete Ergebnisse an den Server zurück, welcher diese wiederum an den Client weiter leitet. Als Schnittstelle fungiert dabei ein CGI-Skript, welches die spezifischen Systemanweisungen von und an den HTML-Server übersetzt. (vgl. Gartner, 1999: 306) Dabei liefert der Server den Arbeitsprogrammen eine Laufzeitumgebung, die Umgebungsvariablen und standardisierte Ein- und Ausgabekanäle. Interaktivität ließe sich somit beispielsweise implementieren, durch einen „Kartenserver, der bei jeder neuen Abfrage eine modifizierte Kartengrafik erzeugt, die über den Netzserver an den Client gesendet wird. Technisch wird die erzeugte Karte als Grafikdatei, eingebettet in eine HTML-Antwortseite oder Java Applikation, vom Kartenserver über den Server an den Client übertragen. Dort kann sie bei der Verfügbarkeit entsprechender Kartenkonstruktionssoftware weiter bearbeitet werden.“ (Asche, 2001: S. 14f) Ebenso könnte beispielsweise ein PERL-Skript aus einem Arc/Info Ungenerate File Daten extrahieren, um dem User SVG-Code zu übermitteln. Um die Kommunikation zwischen Server und Programmen effizienter zu gestalten können auch andere Schnittstellen verwendet werden, wie ODBC (Open Database Connectivity) um mit Datenbanken zu kommunizieren, oder verschiedenste APIs (Application Programming Interface), welche einem speziellen Programm dienen. (vgl. Gartner, 1999: 306) Eine im WWW häufig genutzte Schnittstelle ist zum Beispiel die Google Maps API, welche die Einbindung von Google Maps in Websites ermöglicht, sogenannte Mash-Ups.

Die höchstmögliche Interaktivität zwischen Nutzer und Karte wird erreicht, wenn der Nutzer selbst zum Kartograf wird, und Zugang zu allen Analyse-, Manipulier-, und Editierfunktionen hat. Dies kann über das Internet durch Web-GIS geschehen, welche GIS-Funktionalitäten vom Ort des Benutzers unabhängig machen. Web-GIS kombinieren in der Regel Client- und Server-seitige Datenverarbeitung. Die meisten GIS-Hersteller erzeugen Produkte, die diese Kombination in der einen oder anderen Form nutzen, um GIS-Anwendungen über das Internet zur Verfügung zu stellen, wie etwa ESRI ArcGIS Server. (vgl. Kraak, 2001: 84) Dabei werden die Aufgaben einer Anwendung zwischen Client und Server aufgeteilt. (vgl. Gartner, 1999: 306) Asche differenziert durch Web-GIS erzeugte Karten in zwei Gruppen. Die erste sind Raumanalysekarten, welche bereits visualisierte Sekundärdaten mit einer datenbankgestützten Analyse von Primärdaten verknüpfen. Die Anzeige der Analyseergebnisse erfolgt auf vorgefertigten Kartengrafiken. Die Voraussetzung hierfür ist die Kopplung eines Kartenservers mit einem Geodatenserver, der die

Analyseoperationen durchführt. Beispiele für solche Aufgaben sind Distanz- und Netzwerkoperationen wie etwa die Routenplanung. Endprodukt sind individuelle Kartengrafiken mit abfragespezifisch ergänzten Signaturen und Beschriftungen. (vgl. Asche, 2001: 15f)

Die zweite Gruppe sind GIS-Karten. Geodatenserver in Kombination mit GIS ermöglichen die volle Ausschöpfung des Potentials raumbezogener Datenverarbeitung, wie Transformationen der Raumbezugsbasis, Interpolation statistischer Oberflächen, Erzeugung digitaler Geländeschummerung, etc. Die Kommunikation zwischen Client und Server dient bei GIS-Karten zur Modellierung raumbezogener Massendaten und zur Erzeugung aufgabenspezifischer Geodatenbestände. Diese werden durch die Grafikfunktionen des GIS visualisiert. Weiters unterteilt Asche diese Karten nach jenen, die serverseitig erzeugt werden, und als Bilddatei an den Client übermittelt, und jenen die im GIS auf Clientseite generiert werden, deren Daten jedoch über Abfragen vom Geodatenserver stammen. (vgl. Asche, 2001: 17f)

3.2.5 Geobrowser

Geobrowser sind dreidimensionale Darstellungen der Erde, also virtuelle Globen. In diesem Feld können sie von taktilen und Hologloben, die in den realen Raum projiziert werden, als „virtuelle Hypergloben“ abgegrenzt werden, da die Abbildung im virtuellen Raum erfolgt. (vgl. Riedl, 2008: 340) Die Bezeichnung bezieht sich auf die Analogie zu Webbrowsern, in denen die Inhalte in Form von Webpages wiedergegeben werden, wohingegen bei Geobrowsern die Inhalte als Objekte auf der Erdkugel repräsentiert werden. „Sowie man mit einem Webbrowser das Web ‚durchstöbert‘ oder mit dem Dateibrowser den Computer nach Dateien ‚durchsuchen‘ kann, so wird mit einem Geo-Browser das digitale Modell der Erde oder anderer Himmelskörper ‚erkundet‘. Die Palette der kartographischen Ausdrucksformen, mit welcher der User dabei konfrontiert wird, reicht vom Globus über Perspektivdarstellungen bis hin zur Karte. Der Übergang von einer zur anderen Ausdrucksform ist fließend und wird vom Anwender nicht bewusst wahrgenommen.“ (Riedl, 2008: 341)

Das substantivierte *Geobrowsing* kann zwei Bedeutungen haben. Im allgemeinen Sinn bedeutet *Geobrowsing* das Suchen nach digitaler geografischer Information mithilfe des World Wide Web. Für Goodchild hat diese Form des Geobrowsings eine

große Industrie erschaffen, die sich mit neuen Wegen der geografischen Datenexploration und der Visualisierung von Geoinformationen, sowohl für den privaten als auch für den öffentlichen Sektor, befasst. (vgl. Goodchild, 2007: 24) Geobrowser sind einer dieser Wege, und können somit als Konsequenz des Geobrowsings angesehen werden, und nicht als dessen Prämisse. Für Swanson stellt Geobrowsing eine neue, informelle Möglichkeit der Informationsgewinnung dar: „Three-dimensional interactive maps [...] support a more casual approach to answering spatial questions. The term ‘browsing’, now synonymous with navigating the WWW, aptly fits this type of informal map query.” (Swanson, 1999: 184) Das Browsen durch geografische Informationswelten dient somit in erster Linie nicht der schnellstmöglichen Lösung von Problemen, sondern bietet den Rahmen zu breiteren Erkenntnisgewinnen.

Geobrowser stellen also nur eines von vielen Werkzeugen zum *Geobrowsing* dar. Trotzdem wird der Begriff vor allem in Zusammenhang mit diesen Programmen verwendet, da sie, durch die Verknüpfung von Überblick und Detail, prädestiniert scheinen informelle Suchen auf geografischer Basis zu ermöglichen. Im engeren Sinn wird *Geobrowsing* als die Bedienung des Geobrowsers als Interface zu geografischer Information bezeichnet. Abend und Thielmann bieten eine sehr präzise gefasste Definition des Begriffes: “Beim Geobrowsing wird eine ‚virtuelle Kamera‘ (Jones 2007) mittels der in das Browserfenster eingebetteten Navigationshilfen [, oder durch Methoden der Steuerung mittels Tastatur und Maus,] bewegt und so im 3D-Viewer [...] der Bildausschnitt verändert. Die Landschaftsansicht kann derart gesteuert werden, dass sie Bewegungen im und durch den Raum simuliert.“ (Abend, Thielmann, 2011: 128) Diese enge Definition fasst einige Methoden der räumlichen Interaktivität unter dem Oberbegriff *Geobrowsing* zusammen. Dass dieser Rahmen zu klein gefasst ist wird durch die Möglichkeit alle Interaktivitätskategorien mittels Geobrowsern umzusetzen, und die Verflechtungsmöglichkeiten von Geo- und Webbrowsern verdeutlicht.

Das wahre Potential von Geobrowsern liegt für Scharl in der Verwendung der *Planeten-Metapher*. Eine virtuelle Erde erfüllt für ihn die Voraussetzungen für „geospatial interfaces with simple yet powerful navigational aids that facilitate the real-time access and manipulation of geospatially and semantically referenced information.“ (Scharl, 2007: 4) Er sieht neben den Möglichkeiten zu informellen Erkenntnisgewinnen in Geobrowsern auch ein optimales Werkzeug zur gezielten Informationssuche: „Information retrieval research has also discovered geobrowsers as an effective plat-

form to identify and access relevant information more efficiently.“ (Scharl, 2007: 4) Jones weist Geobrowsern außerdem die Aufgabe zu als Informationsspeicher und Organisationsplattform zu dienen: „Beyond visualization however, geobrowsers have become client applications for accessing a more complex infrastructure behind the scenes and for fulfilling a wider goal: organizing the world’s information, in part spatially.“ (Jones, 2007: 8) Neben den drei Dimensionen des Raumes lässt sich mithilfe von Geobrowsern auch die Zeit in verschiedenen Ausprägungen darstellen. “[...] geobrowsing platforms prepare the transition towards a fully functional Geospatial Web. Dynamic queries, interactive time displays and playback controls will enable users to identify the rise and decay of topics [...]“. (Scharl, 2007: 10)

Technisch gesehen sind Geobrowser Client-Programme, die vor der Ausführung aus dem WWW heruntergeladen werden, und dann am System des Benutzers installiert werden müssen. Üblicherweise bildet ein Mosaik aus Luft- oder Satellitenbildern die Basiskarte auf einem virtuellen Globus, die mit zusätzlichen Ebenen, wie Ländergrenzen, Straßen, thematischen Overlays etc. überlagert werden können. Die auf dem Globus visualisierten Objekte können Hyperlinks zu weiteren Inhalten im WWW darstellen, zum Beispiel zu Websites, Fotos oder Audiodateien. Während des Betriebs kommuniziert das Programm permanent mit dem Datenserver, um die im Viewer angesteuerten Inhalte zu laden. Die Berechnungen zur Darstellung erfolgen lokal. Viele thematische Informationen sind vom Provider vorgegeben. Die meisten Hersteller bieten jedoch die Möglichkeit Inhalte Dritter mittels APIs und/oder XML-Scripting zu implementieren. Dadurch werden Geobrowser erweiterbar. Durch die Bereitstellung von APIs können sogenannte Mash-Ups erzeugt werden, die öffentlich verfügbare Daten und Interface Services mehrerer Anbieter zu einem integrierten Nutzererlebnis kombinieren. (vgl. Scharl, 2007: 5)

Die bekanntesten Geobrowser zur Zeit sind Google Earth, NASA WorldWind und der ESRI ArcGIS Explorer. Microsoft hat 2010 die Weiterführung seines Geobrowsers Virtual Earth 3D als Desktopversion eingestellt und bietet diesen Dienst nun als Bing Maps 3D über den Webbrowser an. Einer der ersten kommerziell genutzten Online-Hypergloben war der 2001 gestartete Earth Viewer der Firma Keyhole, welche 2004 von Google übernommen wurde. 2005 startete das Unternehmen den Geobrowser Google Earth, als Weiterentwicklung des Earth Viewers. Dabei wurde die auf XML basierende Sprache KML (Keyhole Markup Language) entwickelt, um Informationen

und Dokumente zu georeferenzieren und mithilfe des Geobrowsers zu visualisieren. Das Ziel von Google war dabei nicht die Organisation des geografischen Inhalts, sondern einen geografischen Bezug als Referenz für die Informationsaufnahme zu bieten. (vgl. Craglia et al., 2008: 149f) Google Earth ist zur Zeit in 5 Versionen erhältlich, wovon 3 Desktopanwendungen sind, eine Version für Smartphones verfügbar ist, und die fünfte als Plugin für den Webbrowser. Die Desktopversionen unterscheiden sich nach ihrer Funktionalität. Während die Gratisversion alle grundlegenden Features bietet, liefern die kostenpflichtigen Versionen zusätzliche Funktionen, wie die Messung von Sichtbereichen, den Import von GIS-Daten, automatisierte Georeferenzierung und die Möglichkeit zur Veränderung der Basiskarte. (vgl. Google, 2011a) Google Earth stellt heute, mit über 350 Millionen Nutzern (2008), den meistverwendeten Geobrowser dar (vgl. Reppesgaard, 2008: 167), und soll deshalb Grundlage der Untersuchungen im praktischen Teil der Arbeit sein.

KML ist ein Standard des OGC (Open Geospatial Consortiums), und verwendet zur Zeit dessen XML-Schema OGCKML22.XSD (<http://schemas.opengis.net/kml/2.2.0/ogckml22.xsd>), gemeinsam mit einer Erweiterung von Google (<http://www.google.com/kml/ext/2.2>), die weitere Elemente erlaubt. KML-Dateien können entweder direkt in Google Earth erstellt werden, wobei das Programm selbst als GUI zur Erstellung seiner Inhalte dient, oder mithilfe eines Text- bzw. XML-Editors. Außerdem besteht die Möglichkeit KMZ-Dateien zu erstellen, das sind gezippte KML-Dateien die Bilder oder andere Medien enthalten. Der Google Earth-Client kann diese Dateien direkt beim Einlesen entpacken. KML-Dateien lassen sich auch mit anderen Programmen öffnen, darunter die meisten anderen Geobrowser, aber auch GIS und AutoCAD. Benutzer können KML-Dateien Dritter entweder auf ihrem System speichern, oder lediglich den Network Link zu einer Datei öffnen, welches der Client dann von einem Server aus öffnet. Dies hat zudem den Vorteil, dass die Datei vom Anbieter stets aktuell gehalten werden kann, aber auch, dass dynamische Inhalte in Echtzeit generiert werden können. Ein CGI-Skript, zum Beispiel in Perl oder Python, am Server des Anbieters kann mithilfe der Formulareingaben des Users KML-Streams erzeugen, die über den Network Link in den Browser geladen werden. KML selbst erlaubt zudem die Einbindung von HTML-Tags, Flash-Filmen und JavaScript. Alle KML-Elemente, die in der Klassenhierarchie vom Object-Element abgeleitet werden können besitzen eine ID, durch die gemeinsame Styles zugewiesen werden können. Abstrakte Elemente dienen als

Grundlage für davon abgeleitete Elemente, und erleichtern dadurch die Programmierung in einer objektorientierten Hierarchie. Die Markierung *gx:* kennzeichnet Elemente aus der Google Erweiterung. KML verwendet die in XML üblichen Datentypen wie Boolean, String und Integer, definiert aber auch selbst einige Typen, wie zum Beispiel *ColorMode* oder *GridOrigin*. (vgl. Google, 2011b)

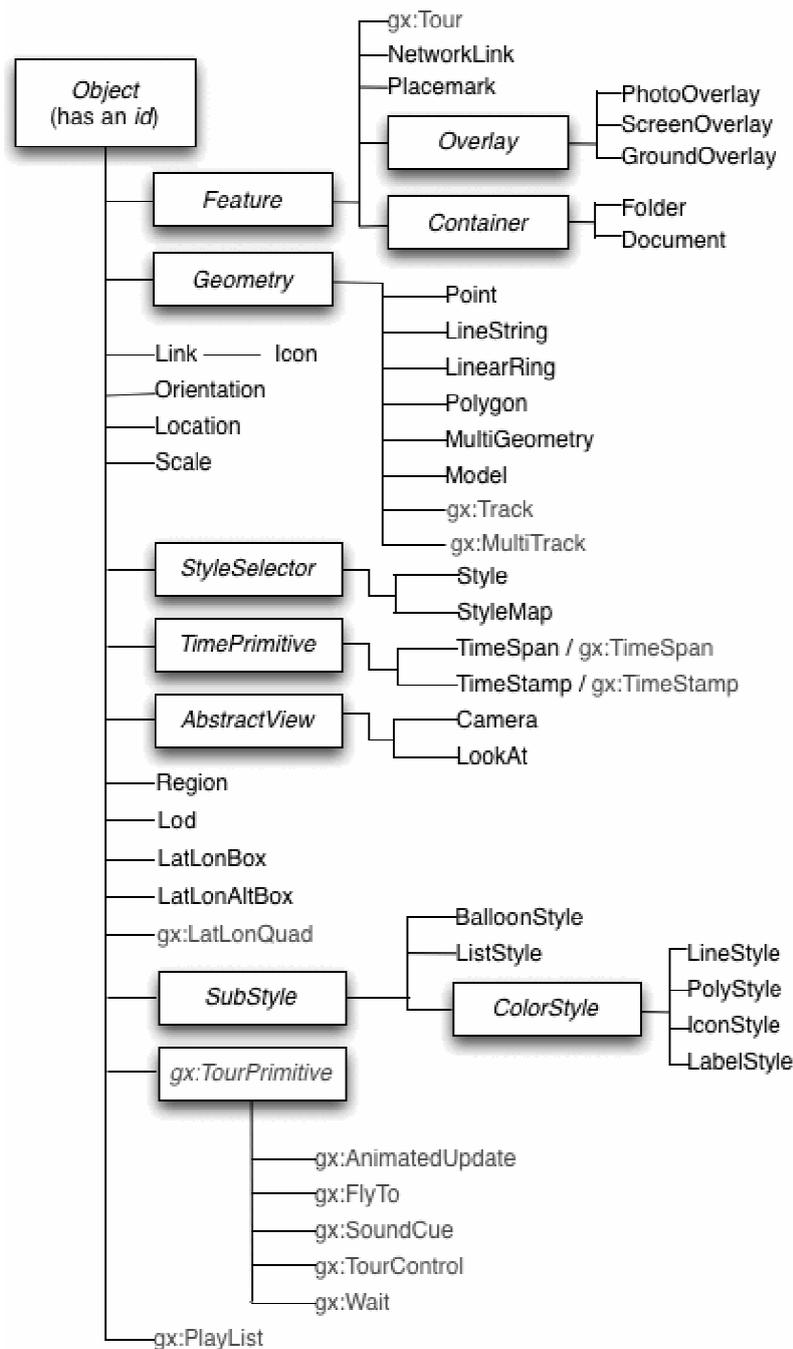


Abbildung 13 - KML-Klassenhierarchie in Version 2.2, abstrakte Elemente in Klammern, Quelle: Google, 2011b

4. Anforderungen an interaktive Freizeitkarten

4.0 Allgemeines

In den vorangegangenen Kapiteln wurde geklärt, was eine interaktive Karte ist, was sie von konventionellen Karten unterscheidet, und wie solche Produkte hergestellt werden können. Nun geht es darum zu hinterfragen, warum es Sinn macht den Mehraufwand der Interaktivität bei der Erstellung von Karten in Kauf zu nehmen, welche Anforderungen sich dabei stellen, und auf welche Art diese erfüllt werden und man von einer *guten*, bzw. *gelungenen* interaktiven Karte sprechen kann. Als Ausgangspunkt soll dabei ein von Kraak vorgestelltes Modell dienen, welches vier Faktoren beinhaltet, die Einfluss auf das Erscheinungsbild von Web-Karten besitzen, und die sich gegenseitig beeinflussen: Den User, den Hersteller, die Umgebung und den Karteninhalt. (vgl. Kraak, 2001: 6) Das Modell verdeutlicht die mannigfaltigen Wechselbeziehungen zwischen verschiedenen Einflussfaktoren.

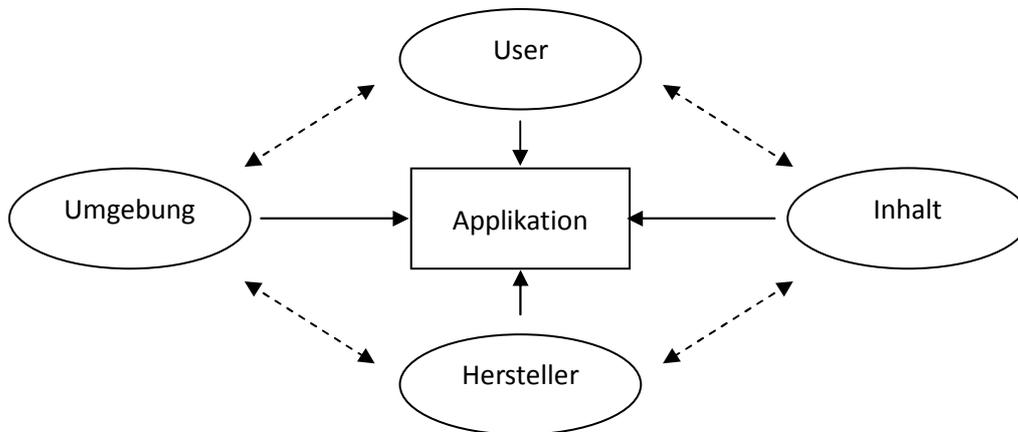


Abbildung 14 - "What makes web maps special?" nach Kraak, 2001, S. 5, ergänzt um Wechselbeziehungen

Unter dem Punkt User lassen sich die Anforderungen, Wünsche und Ziele des Benutzers zusammenfassen, allerdings auch dessen Fähigkeiten und Grenzen. Der Hersteller einer Applikation ist der Kartograf, der ebenfalls eigene Ziele, Anforderungen und Grenzen besitzt. Als Umgebung versteht man die Hard- und Software, die Träger und Werkzeug zur Erstellung der Applikation ist, also Programme und Endgeräte auf Seiten der User und Entwickler, sowie die physischen Verbindungskanäle zwischen diesen.

Für Kraak diktiert die Umgebung den Umfang der Applikation. Zu große Dateivolumen bedingen längere Übertragungszeiten, wodurch typische Internet-User, die nur eine kurze Aufmerksamkeitsspanne und wenig Geduld besitzen, nicht gewillt sein werden die Web-Applikation vollständig laden zu lassen. (vgl. Kraak, 2001: 5) Natürlich hat die Umgebung noch weitere Einflussfaktoren auf das Produkt: Software, Endgeräte und Datenträger beschränken die Gestaltungsmöglichkeiten. Eine Applikation muss so gestaltet sein, dass sie dem User - für einen angemessenen Preis - zugänglich ist, und er keine technischen Limitationen fürchten muss. Die technische Umgebung stellt für den Hersteller das Werkzeug dar, um die Inhalte nach den Bedürfnissen des Users aufzubereiten. Herstellerseitige Limitationen ergeben sich unter anderem durch die Wirtschaftlichkeit der Anschaffung.

Der Inhalt ist die Summe an gespeicherten Informationen, die die Applikation enthält. Er stellt eine wichtige Determinante für die Gestaltung der Karte dar, und bestimmt unter anderem Maßstab, Auswahl und Ausprägung der verwendeten kartografischen Gestaltvariablen, und den Umfang der Applikation. Bei interaktiven Karten muss zusätzlich darauf geachtet werden, dass der User den Inhalt manipulieren kann und soll. Es muss also eine Applikation geschaffen werden, die einerseits dem Inhalt gerecht wird, andererseits flexibel genug ist, um auch nach umfangreichen Manipulationen des Users noch ein ästhetisches Kartenbild zu liefern und die Bedienbarkeit zu wahren. Es muss im Vorhinein klar sein, welche User mit der Karte angesprochen werden sollen, da unterschiedliche Zielgruppen unterschiedliche Interessen und Fähigkeiten besitzen. Experten werden nach komplexen Inhalten verlangen, Gelegenheitsnutzer wollen eher ein ansprechendes Design. Daraufhin müssen die Inhalte gesammelt, und für den Nutzerkreis entsprechend präsentiert werden. Laut den Designrichtlinien von ESRI bezüglich interaktiver Karten, gilt es auch zu bedenken, dass sämtliche Informationen enthalten sein müssen, die der User braucht, um seine Ziele zu erreichen, aber nur so viele Informationen enthalten sein dürfen, dass er davon weder verwirrt noch überwältigt ist. (vgl. ESRI, 2009) Für den Hersteller stellt es eine Anstrengung dar, adäquaten Inhalt zu finden beziehungsweise zu produzieren. Eine herstellerseitige Beschränkung können hierbei zu hohe Kosten für Inhalte beziehungsweise deren Lizenzen darstellen.

Der Schnittpunkt zwischen den vier Einflussfaktoren ist der Verwendungszweck der Karte. In der nachfragegetriebenen Kartografie gibt der User diesen Zweck vor, der Hersteller muss ihn erkennen und Produkte schaffen, die ihn erfüllen, die Umgebung muss dies für beide erlauben, und der Inhalt wird durch den Zweck vorgegeben. Die wichtigste Aufgabe des Kartografen ist somit den Verwendungszweck eines Produktes zu definieren, indem er die Probleme des Nutzers erkennt, und ein Produkt schafft, welches den Zweck der Lösung dieser Probleme bestmöglich - also in höchster *Güte* - erfüllt.

4.1 Anforderungen des Entwicklers

Der Hersteller einer Karte kann unterschiedliche Ziele haben, wie Gewinnmaximierung seines Unternehmens, Weitergabe und Speicherung von räumlichen Informationen, wissenschaftliche Analyse etc. In jedem Fall bestehen jedoch die Wechselbeziehungen mit Inhalt und Umgebung. Der Entwickler muss technische, organisatorische und ökonomische Anforderungen meistern, um mit dem von ihm geschaffenen Produkt sein Ziel erreichen zu können. Shapiro und Varian definieren Informationsgüter als jene Güter, die sich digitalisieren lassen, oder in digitaler Form vorliegen. (vgl. Shapiro, Varian, 1999: 3) Somit sind auch interaktive Karten und deren Inhalte Informationsgüter. Diese sind allgemein teuer in der Herstellung, aber billig in der Reproduktion. (vgl. Stähler, 2001: 159) Ein weiteres Merkmal der Kostenstruktur von Informationsgütern ist, dass der Großteil der Fixkosten sogenannte Sunk Costs sind. Das sind Kosten für Güter, die, wenn die Produktion eingestellt wird, nicht weiterverwendet werden können; Die Investitionskosten gehen also verloren. (vgl. Stähler, 2001: 160) Wenn eine interaktive Karte aus dem Netz genommen wird kann sie im Gegensatz zu materiellen Gütern, wie etwa Büroräumen, nicht weiterverkauft werden. Eine weitere organisatorische und finanzielle Frage, die sich bei der Erschaffung multimedialer Anwendungen ergibt ist die Einbindung fremder Inhalte. Da der Entwickler keine Kontrolle über diese Inhalte besitzt geht er das Risiko ein die verlinkten Inhalte plötzlich zu verlieren, oder verändert vor zu finden. Je mehr eigene Inhalte eine Karte besitzt, desto abgerundeter wirkt sie, desto teurer ist sie aber auch in der Produktion. Die wichtigste Frage hierbei ist natürlich jene des Urheber- und Nutzungsrechtes.

Eine weitere Anforderung an den Hersteller führt Taylor vor Augen, wenn er behauptet, dass sich das Verhältnis zwischen Karten und der Gesellschaft - ein

zentraler Aspekt der Kartografie als angewandte Disziplin - mit der Entstehung der *Cybercartography* grundlegend verändert hat. Das traditionell dominante Paradigma der angebotsgetriebenen Kartenherstellung, in der Kartografen Produkte erzeugten, von denen sie dachten, dass gesellschaftlicher Bedarf besteht ist gebrochen. Es wurde durch ein nachfragegetriebenes Paradigma ersetzt, in dem der Nutzer einer Karte online jene Informationen für sich herauspickt, die er selbst für wichtig hält, und sich selbst jene Karte erstellt, die seinen Anforderungen entspricht. (vgl. Taylor, 2005: 542) Der Kartograf wird somit gleichsam zum Vorbereiter und Wegweiser für den Nutzer, der den ultimativen Schritt der Kartenerstellung selbst macht. Die Aufgabe des Herstellers ist die Einbindung seines Wissens und seiner Expertise, um diesen Schritt zu ermöglichen. Für van Elzakker ist damit auch ganz klar die Pflicht verbunden, wissenschaftliche Erkenntnisse des Kartendesigns einzubinden. (vgl. van Elzakker, 2004: 9) Schmidt und Rinner fordern von der neuen Generation an Kartenwerkzeugen zur Präsentation, Exploration und Kommunikation räumlicher Sachverhalte Intelligenz und Interaktivität. (vgl. Schmidt, Rinner, 2001: 91) Ein hoher Grad an Interaktivität ist laut MacEachren eine Voraussetzung für Karten, die räumliches Denken unterstützen, also zur Hypothesengeneration, Datenanalyse und zur Entscheidungsfindung beitragen sollen. (vgl. MacEachren, 1994).

Zusammenfassend kann man also sagen, dass der Entwickler mit den Mitteln, die ihm zur Verfügung stehen (Umgebung, Inhalt) eine Karte so erstellen muss, dass diese ihren Zweck für ihn erfüllt. Dabei muss diese Karte auf wissenschaftlichen Erkenntnissen basieren, um ultimativ die Anforderungen des Users erfüllen zu können, der nicht mehr vom Angebot abhängig ist.

4.2 Die Anforderungen des Nutzers

In einer nachfragegetriebenen Struktur, bestimmt letztendlich der Nutzer durch seine Ziele und die damit verbundenen Wünsche und Anforderungen das Erscheinungsbild von Produkten. Heidmann fasst die Anforderungen des Nutzers allgemein zusammen (vgl. Heidmann, 2010: 18):

- Usability: Einfachheit, Erlernbarkeit, Effizienz und Effektivität
- Visuelles Design: Ästhetik, Mode, Emotion
- Ökonomische Faktoren: Preis, Folgekosten, Zusatzleistungen
- State-of-the-art Technologie

- Nützlichkeit, Brauchbarkeit

Neben der Usability als wichtigsten Punkt wird hierbei gleich an zweiter Stelle das visuelle Design genannt. „[...] [D]as formal-ästhetische Design der Karten im Web [und] auf mobilen Devices[...] entspricht häufig nicht den Erwartungen der Nutzer, die implizit immer stärker auch eine hohe ästhetische Qualität von Geovisualisierung erwarten.“ (Heidmann, 2010) Aussagen von Cartwright und Peterson ergänzen die Anforderungen an kartografische Produkte um Interaktivität als Grundvoraussetzung. “A display that is static is uninteresting and so it is with maps as well. The surface depiction is no longer sufficient. People want to ‘go into’ the map, both spatially and conceptually. They want to explore at a deeper level.“ (Cartwright, Peterson, 1999: 2) Es genügt Nutzern heutzutage also nicht mehr passiv vorgefertigte Inhalte zu betrachten, sondern sie wollen selbst aktiv an der Informationsvermittlung teilhaben. Für Cartwright und Peterson ist dies eine natürliche Verhaltensweise, da sie der menschlichen Art Wissen zu erlernen und zu strukturieren entspricht. “Interaction is the key to knowledge formation.” (Cartwright, Peterson, 1999: 2) Gartner und Ditz führen die gesteigerte Nachfrage nach Interaktivität in kartografischen Produkten auch auf die umfangreichen, einfachen und schnellen Zugangsmöglichkeiten zu Informationen zurück, welche Anwender durch die Verwendung des Internets habitualisiert haben. (vgl. Ditz, Gartner, 2001: 1833) Interaktivität kartografischer Produkte ist für den Benutzer heutzutage selbstverständlich geworden.

Jedoch ergeben sich, wie für den Hersteller, auch für den Nutzer Beschränkungen für die Verwendung von Webkarten. Kraak formulierte folgende: „Finding web maps and geodata, Language, Accessibility for everyone?, Fee or for free?, Internet access, Speed of data transfer“ (Kraak, 2001: 48) In der Tat ist die Auffindbarkeit der gesuchten Information oftmals ein großes Problem für den Nutzer. In dem reichhaltigen Angebot an raumbezogenen Daten ist es oft schwierig zu finden, wonach man sucht. Selbst wenn man gewisse Informationen gefunden hat, ist der Zugang manchmal durch Sprachbarrieren oder zu hohe Kosten beschränkt. Eine letzte Hürde können eine zu langsame Internetverbindung, oder inkompatible Softwareschnittstellen sein. Dies sind Probleme, die in der Wechselbeziehung aus User und Umgebung entstehen. Heidmann ergänzt diese Auflistung um einen wesentlichen Aspekt: „Fehlendes kartographisches Basiswissen z.B. hinsichtlich Generalisierung, Zeichencodierung oder Legendengestaltung führt zu ernsthaften

Usability-Problemen bei der Nutzung.“ (Heidmann, 2009) Die folgenden Unterkapitel sollen einige wichtige Anforderungen, die Nutzer an interaktive kartografische Produkte haben näher illustrieren und dabei entstehende Probleme aufzeigen und Lösungsansätze liefern. Neben der Usability und der Auffindbarkeit soll auch das Thema Edutainment als Anforderung besprochen werden.

4.2.1 Usability und Interfacedesign

Der Begriff Usability entstand im Umfeld der Human Computer Interaction, und war stets mit dem Problem der uneindeutigen Begriffsklärung behaftet. Er war und ist schwierig ins Deutsche zu übersetzen, und wandert hier im Bedeutungsfeld zwischen Benutzerfreundlichkeit und Benutzbarkeit umher. Laut DIN versteht man darunter „Gebrauchstauglichkeit“ (DIN, 1999). Neben zahlreichen Übersetzungen finden sich sowohl auf Deutsch, als auch auf Englisch zahlreiche verschiedene Definitionen. Beispielsweise definiert die Internationale Organisation für Normung den Begriff folgendermaßen: „Usability is measured by the extent to which the intended goals of use of the overall system are achieved (effectiveness); the resources that have to be expended to achieve the intended goals (efficiency); and the extent to which the user finds the overall system acceptable (satisfaction).“ (ISO, 1998) Dies könnte man als eine schlanke Definition zusammenfassen, die die drei Aspekte Effizienz, Effektivität und Zufriedenheit in den Mittelpunkt rückt. Eine umfassendere Definition liefert Yom: „Usability liegt [...] dann vor, wenn Nutzer vor dem Hintergrund ihrer individuellen Erfahrungen und Kompetenzen die angebotenen Systemfunktionalitäten [...] innerhalb eines gegebenen Kontext effektiv, effizient und zufriedenstellend zur Zielerreichung nutzen können.“ (Yom, 2002: 176) Für Nielsen, der schon früh Methoden zur Systemevaluierung durch Messung der Usability von Webinhalten anwandte galt: „Usability is the measure of the quality of the user experience when interacting with something - whether a Web Site, a traditional software application, or any other device the user can operate in some way or another.“ (Nielsen, 1998 zitiert nach Schweibenz, Thissen, 2002: 41) Hier beschreibt Usability die Qualität des Nutzererlebnisses.

All diese Begriffe sprechen von Usability als einem „Maß“, einer messbaren Größe, die objektive Vergleiche erlaubt. Bei allen Definitionen steht auch immer der Nutzer im Mittelpunkt. Es muss also das Ziel sein dem Nutzer höchstmögliche Usability zu bieten. In der interaktiven Kartografie ergibt sich jedoch aus einem höheren Grad

der Interaktivität eine höhere geistige Anforderung an den Nutzer. Dies kann die Usability negativ beeinträchtigen, wenn die Karte nicht über ein ausreichend gut designedes Interface verfügt. In den meisten Fällen wird es sich im Rahmen kartografischer Produkte hierbei um eine grafische Benutzeroberfläche (GUI) handeln. Durch das Interface wird Interaktivität erst ermöglicht, es ist sozusagen der *Hebel an der Maschine*, die Schnittstelle der Kommunikation zwischen Computer und Mensch. Bonsiepe formuliert die Bedeutung des Interfaces in der Gestaltung elektronischer Medien folgendermaßen: „Das Interface ist der zentrale Bereich, auf den der Designer seine Aufmerksamkeit richtet. Durch das Design des Interface wird der Handlungsraum des Nutzers von Produkten gegliedert. Das Interface erschließt den Werkzeugcharakter von Objekten und den Informationsgehalt von Daten. Interface macht Gegenstände zu Produkten. Interface macht aus Daten verständliche Informationen.“ (Bonsiepe, 1996: 20)

Shneiderman führt folgende Ziele an, durch die ein Interface hohe Usability erreicht: Leichte Erlernbarkeit, hohe Geschwindigkeit mit der die Aufgaben erledigt werden, Geringe Fehlerrate, Nachhaltigkeit und Subjektive Zufriedenheit des Anwenders. (Shneiderman, 1998: 640) Ebenso nennt er fünf grundlegende Interaktionsstile eines GUI, die angewandt werden können, um Aktionen des Users auszuführen: Direkte Manipulation durch Zeigen oder Anwählen von Objekten, Menüauswahl, Eingabefelder, Befehlssprache, sowie Natürliche Sprache. (vgl. Shneiderman 1998: 97) Laut Donald Norman besitzen User aus dem alltäglichen Leben die Fähigkeit gewisse Interfaces zu benutzen. Man sollte daher vermeiden ein bestehendes mentales Funktionsschema komplett zu verändern, und die Gestaltung eines Interfaces durch die Verwendung von Metaphern für den Benutzer vereinfachen. (vgl. Norman, 1990: 257) Beispiele hierfür sind die Verwendung eines Lupensymbols für die Aktion Zoom, oder das Setzen einer Stecknadel an einem Ort, den man besucht hat, wie man es auch auf einer analogen Wandkarte machen würde.

4.2.2 Auffindbarkeit

Neben einer hohen Usability als Anforderung des Nutzers an eine Kartenapplikation besteht für Onlinekarten stets das Problem der Auffindbarkeit. Da der globale Content des WWW auf ein unabschätzbar hohes Maß angewachsen ist, ist es - vor allem für den ungeübten Nutzer - oft schwierig genau jene Information aufzufinden, die er gerade sucht. Suchvorgänge im Internet bedeuten nahezu immer, dass eine

Suchmaschine verwendet wird, welche wiederum ein Webcrawler-Programm verwendet, um selbst an Informationen zu gelangen. Das sind Programme, die Webseiten im WWW auffinden, den Quellcode analysieren, diese Ergebnisse indizieren und anhand vorkommender Hyperlinks weitere Seiten finden.

Sherman und Price fassten 2001 einige Nachteile von Suchmaschinen zusammen:

- 1) Crawling ist teuer und zeitaufwendig, und daher ressourcen- und arbeitsintensiv.
- 2) Crawler besitzen nicht die Fähigkeit die Qualität oder Angemessenheit einer Seite adäquat zu bestimmen.
- 3) Geringe User-Skills führen dazu, dass erweiterte Suchoptionen und –funktionen aus Unwissenheit heraus oft nicht verwendet werden.
- 4) Die Suchergebnisse müssen schnell geliefert werden, was zu „quick and dirty results“ führt, wie etwa Verweise auf bereits aus dem Web genommenen Inhalten.
- 5) Durch die Bevorzugung von Text werden von Bildern, Tönen und andere Medien meist nur Dateiname und Textbausteine der Umgebung indiziert.

(vgl. Sherman and Price, 2001 zitiert nach Peterson, 2006: 130)

Natürlich hat sich seitdem bei den Suchmaschinen viel verändert, und deren Anbieter arbeiten intensiv daran Mängel auszubessern. So ist es heutzutage leicht möglich bei der Bildsuche nach gewünschten Farben zu suchen, und eventuelle Rechtschreibfehler des Users werden ausgebessert. Ein spezielles Problem der interaktiven Kartografie ist, die unterschiedliche Auffindbarkeit von interaktiven und nicht-interaktiven Karten. Peterson sprach in diesem Zusammenhang 2006 von einer wünschenswerten „Map Search Engine“, in der es möglich ist zwischen statischen und Hypermaps zu unterscheiden. (vgl. Peterson, 2006: 132) Diese Forderung geht unter anderem aus einem 2001 und 2005 durchgeführten Experiment hervor. Peterson lies seine Versuchspersonen – Schüler und Studenten – eine Karte Afrikas und eine Karte, auf der ihre Wohnstätte mit einem Stern gekennzeichnet ist, suchen. (vgl. Peterson, 2006: 124f) “The most interesting observation from these experiments was that static maps are much easier to find than interactive maps. Search engines are oriented toward static pages because these are indexed more easily, and these pages usually have links to static files. Another observation was that students didn’t understand how the interactive map was made.” (Peterson, 2006: 125) Ein Folgeexperiment 2005 brachte ähnliche Ergebnisse, nur dass diesmal die meisten Versuchspersonen erheblich schneller interaktive Karten auffinden und bedienen

konnten. Ein weiteres Experiment, bei dem mithilfe der Google Search Engine gezielt interaktive Hypermaps gesucht wurden, ergab, dass diese nur gefunden werden konnten, wenn man ‚Flash‘ zum Suchbegriff hinzufügte, wozu der User allerdings mit diesem Programm und seiner Funktion vertraut sein muss. (vgl. Peterson, 2006: 126)

Ob eine „Map Search Engine“ nach Petersons Forderung in nächster Zeit umgesetzt wird ist fraglich, da die größten Suchmaschinenanbieter Google und Microsoft online eigene interaktive Kartenwerke vertreiben. Jedoch bieten Google und Microsoft kommentierte Online-Kataloge für privat und kommerziell erstellte Inhalte Dritter an. Die umfangreiche Verwendung der Google und Bing Maps führte auch dazu, dass eine große Zahl an Nutzern mit der Steuerung und Orientierung in diesen Kartenwerken sehr vertraut ist. Wenn man als Kartograf Inhalte für diese Karten erstellt kann man dieses Vorwissen beim Nutzer aktivieren, und ihm mit einem vertrauten Interface konfrontieren.

4.2.3 Unterhaltung

Benutzer wollen heutzutage unterhalten werden, auch bei der Wissensvermittlung. Lernen soll unterhaltsam sein, und unterhaltsam heißt spielerisch. Hier offenbart sich das Potenzial interaktiver Produkte, die es dem User ermöglichen mit der Karte zu *spielen* und geografische Informationen spielerisch zu entdecken. Für Peterson steht fest, dass dies den Lernprozess fördert: “People seem to learn things more quickly when the learning process is fun. While ‘fun’ has negative connotations [...] [it] is essentially an emotion that may be associated with concepts like awareness, excitement and joy. [...] The feeling can be made more intense and brought to a wider audience through interactive multimedia.” (Peterson, 1999: 33) Cartwright argumentierte 1997 im Rahmen eines Artikels zur Anwendung neuer Medien bei der Kartenproduktion neben der Verwendung von Animationen, „space-time mapping“ und der Vernetzung kartografischer Produkte mit der Realität in Echtzeit, für die Verwendung der Spielmetapher als Mittel zur Erkundung geografischer Gegebenheiten. (vgl. Cartwright, 1997: 448)

Für Cartwright wird geografische Information durch das WWW als Populärmedium angesehen, das ebenso konsumiert wird, wie Filme, Bücher, Radio und Fernsehen. Die heute erwachsene „Nintendo Generation“ besitzt die Fähigkeit sich durch

elektronische Informationsräume zu navigieren, und nimmt geografische Informationen genauso auf, wie jede andere Resource im Netz. (vgl. Cartwright, 2004 zitiert nach Taylor, 2005: 547) Der „Gaming Metaphor Approach“ bedeutet, dass Spiele verwendet werden, um interaktiv geografische Informationen zu vermitteln. Dies darf jedoch nicht wahllos geschehen. Es genügt nicht aus geografischer Information irgendein Spiel zu kreieren, sondern es muss stets ein ausgewogenes Maß aus Unterhaltung und Wissensvermittlung gefunden werden. Taylor weist darauf hin, dass “[...] although multimedia certainly entertain, the learning outcome [...] is much less certain. Great care must be taken when designing multimedia products to consider cognitive models and learning processes and their implications for design. Without a coherent model in mind, entertainment may take place but little learning.” (Taylor, 2005: 546) Insbesondere die Überladung virtueller Welten, womöglich gepaart mit einem unzureichendem Interface, ist für den User anstrengend, und in Konsequenz abschreckend, wodurch Wissensvermittlung behindert anstatt gefördert wird. “The user can be stimulated and entertained by cybercartographic products, but cognitive overload can add to [...] distraction.” (Taylor, 2005: 546)

Lindgard et al. definieren zwei Typen von Nutzern interaktiver Welten: “[...]’knowledge seekers’ who seek challenges and try to increase their understanding and ‘feature explorers’ who play with the functionalities of a game and pay little attention to the content. (Lindgard, Brown, Brohnster, 2005 zitiert nach Peterson, 2005: 547f) Oft verschwimmen jedoch die Grenzen zwischen gezielter Informationssuche, Orientieren und Spielen mit interaktiven Karten. Dieses *Spielen* ist im ersten Schritt die Exploration der verschiedenen Steuerungsmöglichkeiten, und im zweiten Schritt die Anwendung dieser Erkenntnisse zum Gestalten der virtuellen Umgebung nach den eigenen Vorstellungen. Swanson weist darauf hin, dass bei der Anwendung der *Gaming Metapher* in kartografischen Produkten niemals der Spielfluss unterbrochen werden darf, (vgl. Swanson, 1999: 193) und bezieht sich dabei auf Erkenntnisse Crawford’s aus dem Design von Videospiele: “A good program establishes an interaction circuit through which the user and computer are apparently in continuous communication”. (Crawford, 1990: 104)

4.3 Verwendungszwecke von interaktiven Karten

Im WWW dienen interaktive Anwendungen, darunter natürlich auch Karten, immer einem gewissen Zweck. Für interaktive Karten bedeutet dies, dass sich hier der

Ansatzpunkt für die sinnvolle Verwendung von Interaktivität befindet. Da diese kein Selbstzweck ist, soll sie das größere Ziel des Anbieters einer Applikation unterstützen. Interaktivität wirkt dabei als Katalysator des Verwendungszweckes einer Anwendung, in manchen Fällen auch als Prækondition.

Hake, Grünreich und Meng subsummieren vier Aufgaben, deren Lösung Interaktivität bedingt:

- Flexible Strukturierung und On-Demand-Präsentation verfügbarer Multimedia-Informationen
- Personalisierte Navigation
- Geodatenanalyse durch räumliche Abfragen und unmittelbarer grafischer Selektion
- Virtual Reality

(vgl. Hake, Grünreich, Meng, 2002: 283)

Natürlich gibt es eine große Bandbreite an möglichen Verwendungszwecken einer Karte, doch für alle gilt, dass gelungene Interaktivität deren Zweck unterstützt. Der folgende Abschnitt soll einige Verwendungszwecke darstellen, die Relevanz für den Bereich Freizeit- und Tourismuskartografie besitzen, und sinnvolle Verwendung von Interaktivität illustrieren. Auf diese Weise soll sich den Kriterien, welche die Güte von Interaktivität beschreiben, genähert werden.

In der Pädagogik ist Interaktivität ein zentraler Begriff geworden, wenn es um die Vermittlung von Lerninhalten geht. Sie ist in dieser Disziplin nicht unumstritten, wird aber allgemein hin als effizientes Mittel gesehen. Hier ergeben sich zwangsläufig Überschneidungsbereiche mit der Kartografie, da diese im Rahmen der Pädagogik zur Vermittlung geografischen Wissens genutzt wird. Interaktive Karten werden somit als Lerninstrument eingesetzt, und deren Interaktivität soll den Zweck der Wissensvermittlung effizienter gestalten. In der Literatur wird in diesem Zusammenhang häufig der strittige Begriff *Edutainment* benutzt, welcher spielerische Formen der Wissensvermittlung bezeichnet. Von einigen Pädagogen wird kritisiert, dass diese Methoden lediglich eine Form der Unterhaltung darstellen, ohne tatsächliche Vermittlung von Lerninhalten. (vgl. Fritz, 1997: 3) Aus Sicht des Kartografen ist diese Streitfrage irrelevant, wenn es sein Ziel ist eine gelungene *Edutainment-Applikation* zu erstellen. Ob *Edutainment* eher dem Bereich Wissensvermittlung oder Unterhaltung zuzurechnen ist, ist zweitrangig, solange der Kartograf den Wunsch des Nutzers erfüllt.

Edutainment bildet somit die fließende Grenze zwischen Lernen und Spielen. Denn natürlich werden Computer und das Internet auch als Unterhaltungsmedium eingesetzt. Auch diesem Zweck können interaktive Karten dienen. Ziel des Kartografen soll hierbei nun sein, den Benutzer zu unterhalten. Dies klingt auf den ersten Blick trivial, wenn man jedoch bedenkt, dass viele Firmen und Organisationen das Internet als Marketing-Instrument nutzen, offenbart sich, dass gelungene Unterhaltung einen Mehrwert besitzt. Eine neue Aufgabe der Kartografie, die durch traditionelle Produkte nicht zu ermöglichen war, und in die Kategorie Unterhaltung fällt, ist beispielsweise das gemeinsame Teilen von geografischen Informationen mit anderen Usern in Form von Online-Communities.

Ein weiterer zentraler Verwendungszweck kartografischer Produkte ist die Orientierung. Als Beispiel für den Einsatz interaktiver Produkte in diesem Bereich sind die zahlreichen Routenplaner zu nennen, die den User bei der Navigation im Raum – sei es mit dem Auto, oder zu Fuß – unterstützen sollen. Eine besondere Stellung nehmen mobile Anwendungen ein, da der User hier über seine Bewegung im Raum mit der Karte kommuniziert. Die Orientierung wird insofern erleichtert, als dass der User seinen eigenen Standpunkt in der Karte betrachten kann. Dies bedingt jedoch eine Form der permanenten Verortung des Users bzw. des verwendeten Endgerätes, zum Beispiel durch GPS oder GSM-Ortung. Ein weiterer Verwendungszweck von Karten ist die Suche nach spezifischer (Geo-)Information. Vor allem hier zeigt sich das Potential zur Effizienzsteigerung durch Interaktivität, da in interaktiven Karten ein Vielfaches an Information gegenüber traditionellen Karten gespeichert werden kann. Diese Informationen können durch Querverweise miteinander verknüpft sein, wodurch eine Analyse der räumlichen Gegebenheiten effizienter von statten gehen kann. Im optimalen Fall kann der User die gewünschten Informationen in Echtzeit abrufen.

Zusammenfassend kann man also ein erstes Kriterium für eine “gute”, oder “gelungene” interaktive Karte folgendermaßen konstituieren: Eine interaktive Karte ist dann gelungen, wenn die Möglichkeiten zur Interaktivität den Verwendungszweck unterstützen und effizienter gestalten. Sie ist nicht gelungen, wenn die Möglichkeiten zur Interaktivität den Verwendungszweck nicht effizienter gestalten, oder sogar von diesem ablenken, abhalten oder stören. Gartner und Ditz führen drei Gründe an, warum gerade Interaktivität als dominantes Merkmal einer Karte die Vermittlung

räumlicher Information durch kartografische Produkte effizienter gestaltet: Interaktivität überwindet grafische Einschränkungen, geht auf spezifische Bedürfnisse des Benutzers ein und entspricht der Art und Weise wie Menschen Informationen erlangen und kommunizieren. (vgl. Ditz, Gartner, 2001: 1833)

4.3.1 Der Map Use Cube nach MacEachren

Der Map Use Cube nach MacEachren und Kraak stellt eine wissenschaftliche Theorie hinter die Verwendungszwecke von Geovisualisierungen im Internet. Dieses Modell wird als Würfel aus drei Achsen dargestellt, die jeweils eine Dimension des Gebrauches von Karten abbilden. Innerhalb des Würfels befinden sich die Verwendungszwecke in Form von Punkten, deren Koordinaten durch die Ausprägung der jeweiligen Gebrauchsdimension definiert sind. (vgl. MacEachren, Kraak, 1997: 337f)

Die drei Dimensionen sind:

- 1) Audience: An einem Ende der Skala steht eine Einzelperson, die eine Karte für sich selbst erstellt, am anderen fertig erstellte Produkte, die einer breiten Öffentlichkeit präsentiert werden.
- 2) Data Relations: Eine Karte kann dem Benutzer völlig unbekannt Informationen offenbaren, oder dazu dienen Bekanntes zu präsentieren.
- 3) Interaction: Es wird eine graduelle Einteilung der Interaktivität von hoch bis gering angenommen.

In diesem System kann jede Online-Karte anhand ihres Verwendungszweckes verortet werden. Kraak und MacEachren definierten die Positionen von vier Standardfällen von Verwendungszwecken im Rahmen der Geovisualisierung, die unterschiedliche Visualisierungsstrategien erfordern, als Kugeln im Raum: To Explore (Erforschen, Erkunden), To Analyze (Analysieren, Untersuchen), To Synthesize (Aufbauen, Herstellen, Zusammensetzen) und To Present (Präsentieren, Vorstellen). (vgl. MacEachren, Kraak, 1997: 337f) Dies stellt eine Weiterentwicklung des „[Cartography]³⁴-Modells von MacEachren dar, welches die gleichen Achsen besitzt, aber Verwendungszwecke nicht punktförmig im Raum verortet, sondern diese entlang der Würfeldiagonale, mit den zwei Enden „Visualization“(revealing unknowns, private map use und high degree of interactivity) und „Communication“(presenting

knowns, public map use, low degree of interactivity), einordnet. (vgl. MacEachren, 1994: 6)

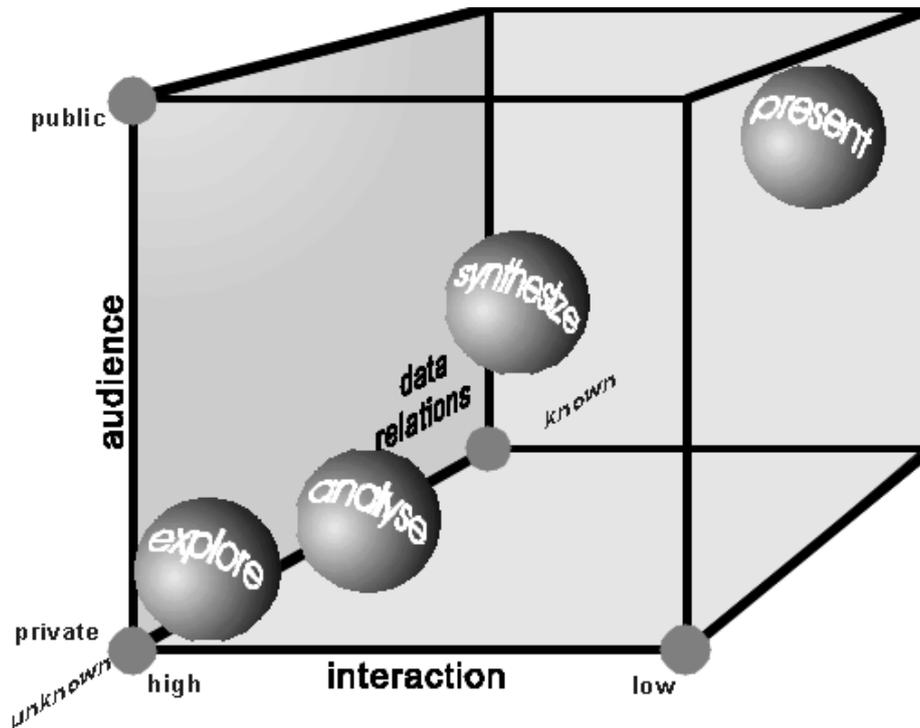


Abbildung 15 - Der Map Use Cube nach MacEachren, Kraak, 1997, S. 338

Van Elzakker nennt einige Beispiele für die Verortung von Webkarten im Map Use Cube. So liegen für ihn sowohl statische, als auch dynamische View Only Maps nahe der Present-Kugel an der rechten Seite des Würfels. (vgl. van Elzakker, 2001: 26) Am Presenting Knowns-Ende der Data Relations-Achse finden sich Applikationen für Benutzer die genau wissen, welche geografischen Informationen sie wollen, und wie sie sie erlangen können. Am anderen Ende finden sich Inhalte für Internetsurfer, die nicht gezielt nach spezifischen Informationen suchen und womöglich einfach durch das WWW browsen. (vgl. van Elzakker, 2001: 26) Da das Web ein Medium des privaten Gebrauchs ist liegen viele Karten nahe der Basis des Würfels. Durch Webseiten die kartografische Werkzeuge zur Verfügung stellen können sich einzelne User Karten erstellen, die genau auf ihre speziellen Bedürfnisse zugeschnitten sind. Wenn diese Werkzeuge sich auf eine mögliche Auswahl von dargestelltem Gebiet und Projektion, dem Ein- und Ausschalten von Ebenen, und dem Verändern von Symbolen zum Beispiel durch Farbvariation, beschränken spricht van Elzakker von „Medium Interactivity“ und der Präsentation bekannten geografischen Inhalts. Dies entspricht einer Position in der Mitte der Würfelbasis, nahe der Rückseite. Clickable

Maps identifiziert er ebenfalls als “medium interactive maps”, die aufgrund ihres für eine breite Öffentlichkeit bestimmten Gebrauches im Würfel oben mittig, nahe der Rückseite positioniert sind. Die explorative Datenanalyse befindet sich links unten auf der Vorderseite des Würfels, da sie durch persönliche Verwendung und hohe Interaktivität gekennzeichnet ist und dazu dient Einsicht in unbekannte Daten zu erlangen. (vgl. van Elzakker, 2001: 26) Hohe Interaktivität bedeutet bei van Elzakker: “to manipulate (eg. classify) the data, choose different cartographic representation methods and visually compare the resulting map displays.” (van Elzakker, 2001: 26)

Für Kraak und MacEachren ist die Einteilung und Verortung der vier Standardzwecke nicht starr und unveränderlich. Ihre Positionierung entspricht den gängigen Darstellungsformen der späten Neunziger Jahre. Die Entwickler des Modells deklarierten jedoch damals schon die Erhöhung der Interaktivität kartografischer Produkte als anzustrebendes Ziel der Kartografie, so dass alle Verwendungszwecke letztlich durch hohe Interaktivität gekennzeichnet sind: „[...] we envision a future in which the dominant strategies for pursuing all four goals are arrayed along the left wall of the use cube - a future in which high interaction is as typical of presentation uses as of exploration uses.” (MacEachren, Kraak, 1997: 337)

Der Map Use Cube ist also ein praktikables Modell der Einteilung von Webkarten nach ihrem Verwendungszweck, welche zum Verständnis ihrer Funktion führt. Die entscheidende Frage hinter dieser Einteilung ist, ob die Produkte wirklich effektiv und effizient genug sind, um ihren vorgesehenen Verwendungszweck zu erfüllen, oder anders formuliert: ist das Produkt dort verortet, wo sein vorgesehener Verwendungszweck verortet ist. Die definierten Standardzwecke dienen dabei als Referenz um die Differenzen in der Ausprägung zwischen tatsächlichen Eigenschaften und intendiertem Zweck eines Produktes aufzuzeigen. Trotzdem sind einige Punkte zu kritisieren. So meint Elzakker, dass sich aus der Data Relations-Achse Interpretationsprobleme ergeben: Die Position der Explore-Kugel an der Vorderseite des Würfels entspricht dem Verwendungszweck des Nutzers, der sich durch ein Erforschen der zur Verfügung gestellten Information unbekanntes Wissen aneignet. Die Verortung der Present-Kugel bezieht sich allerdings auf die Sicht des Erstellers der Karte, da die präsentierte Information zwar für ihn Bekanntes enthält, für den Nutzer jedoch total unbekannt sein kann. (vgl. van Elzakker, 2004: 21)

4.3.2 Anforderungen an den Interaktivitätsgrad

Der ausschlaggebende Punkt am ‚Map Use Cube‘ ist die grundlegende Feststellung, dass Interaktivität als ein qualitatives Maß bestimmt werden kann. Dadurch ist es möglich kartografische Anwendungen untereinander zu vergleichen, und vor allem Rückschlüsse zwischen dem *Grad der Interaktivität* und anderen Variablen zu ziehen. Als Kartograf muss man sich nun die Frage stellen, welche Funktionen von Interaktivität Sinn machen, und ob es nicht besser wäre ein geringeres Maß an Interaktivität zu wählen, um ein befriedigendes Ergebnis zu erhalten. (vgl. Kelnhofer, Ditz, 1997) Der Grad der Interaktivität sollte laut ESRI mit dem Grad der Anforderungen der Nutzer steigen. (vgl. ESRI, 2009) Experten und Techniker werden ein hohes Maß an Interaktivität in einer Online-Karte suchen, was die Implementierung und Kombination so vieler Funktionen von Interaktivität wie möglich erfordert. Ein zu hoher Interaktivitätsgrad beeinträchtigt allerdings die Usability einer Karte negativ, und wird an ungeübte Nutzer und Laien zu hohe Anforderungen stellen, und sie somit überfordern und von ihren Zielen abbringen. (vgl. Riedl, 2000: 62) Laut ESRI, hängt der notwendige Grad der Interaktivität davon ab, wie die Menschen die Karten nutzen. Zum Zwecke der simplen Darstellung von Orten braucht es oft nicht mehr Funktionen als Pan und Zoom. Um komplexe Abfragen zu erstellen und spezifische Informationen aus einer Karte zu extrahieren muss jedoch eine höhergradige Interaktivität umgesetzt werden. Der Interaktivitäts-Level bestimmt, welche Funktionen dem User offen stehen sollen, und welche nicht. (vgl. ESRI, 2009) Riedl hält eine Differenzierung der Nutzer nach ihren Fähigkeiten in Anfänger, Fortgeschrittene und Experten für zielführend. Erstere sollten nur marginal in die kartografische Repräsentation eingreifen dürfen, Letzere sollen die völlige Kontrolle über das Erscheinungsbild der Karte haben, inklusive der Manipulation zugrunde liegender Sachdaten. (vgl. Riedl, 2000: 63) Dabei gilt: „Je stärker die Einflussnahme auf die kartografische Ausdrucksform ist, desto eher sollten [höhergradige Funktionen von Interaktivität] dem Unerfahrenen vorenthalten werden. Dem Neuling sollten essentielle [...] [Funktionen], wie jene der Navigation, Orientierung und Benützung des Hilfesystems, zur Verfügung stehen.“ (Riedl, 2000: 63) Das bedeutet also, dass nicht allein die Höhe des Grades an Interaktivität die Güte einer Karte bestimmt, sondern die Kongruenz zwischen Anforderung und umgesetzten Grad an Interaktivität.

4.4 Spezielle Anforderungen an interaktive Freizeitkarten:

Mit dem grundlegenden Wissen um allgemeine Einflussfaktoren auf Webkarten gilt es nun spezielle Anforderungen an Freizeitkarten zu identifizieren. Freizeitkarten sind Produkte mit einem ganz spezifischen Zweck. Es sollen touristische Gegebenheiten einer bestimmte Region präsentiert werden, mit dem Ziel den Benutzer dazu zu veranlassen die Region physisch zu besuchen, und dort seine Freizeit zu verbringen. Sie sollen ihm bei der Navigation und Orientierung in diesem Gebiet unterstützen und helfen. Karten werden als effiziente Methode genutzt, um räumliche touristische Informationen im Web zu organisieren. (vgl. Brown, 2001: 131) Zurzeit existiert eine Vielzahl touristischer Freizeitkarten im Internet, mit unterschiedlich hohem Grad an Interaktivität. Das Spektrum umfasst alle Arten von Webkarten, also statische, dynamische, raster- oder vektorbasierte, Online- und Downloadvarianten. Nicht-interaktiven Karten mutet der Vorteil an, dass sie schneller und einfacher zu erstellen sind, jedoch die Probleme dieser Karten, wie der fixe Maßstab, die fixe Thematik und die nicht gegebene Aktualität machen sie für die Anforderungen moderner Kartennutzer kaum noch tragbar. In der Tat ist es heutzutage möglich mit geringem zeitlichen und technischen Aufwand interaktive Karten zu produzieren. Im Map Use Cube lassen sich diese Produkte auf den ersten Blick somit an der Data Relations-Achse vorne bis mittig (Revaling Unknowns), und an der Audience-Achse oben (Public) verorten, da sie einem möglichst breiten Publikum Unbekanntes näherbringen sollen. Wenn sie darüber hinaus noch durch geringe Interaktivität gekennzeichnet sind, etwa in Form statischer Clickable Maps, würden sie links vorne oben positioniert sein. Nun gilt jedoch die Prämisse, dass Interaktivität tendenziell dem Verwendungszweck einer Karte dienlich ist, und - entsprechend Kraak und MacEachrens Vision - jedes Produkt sich der linken Seite des Würfels nähern sollte, also mittlere bis hohe Interaktivität aufweisen sollte.

Hochgradig interaktive touristische Freizeitkarten können für den Nutzer auch das Werkzeug sein ein Gebiet individuell zu erkunden, seine Vorlieben und Interessen widerzuspiegeln, und ihn virtuell in die Region eindringen zu lassen. Beispielsweise könnte er in Online-Communities über die Karte seine liebsten Wandertouren mit anderen Teilen, oder er kann durch einen Avatar virtuell Räumlichkeiten einer Sehenswürdigkeit durchschreiten. In diesem Fall würde sich die Position von Freizeitkarten der Explore-Kugel nähern, also hin zu privatem Gebrauch und hoher

Interaktivität. Dabei muss jedoch stets bedacht werden, dass die Zielgruppe vieler Freizeitkarten unerfahrene Kartenleser und technische Laien miteinschließt. Diese dürfen nicht durch die zur Verfügung gestellten Funktionen überfordert werden. Inwiefern der Bedarf für Interaktivität bei Freizeitkarten gegeben ist wird für Brown durch die Mobilität der Besucher bestimmt. Je mobiler die Touristen in einem Gebiet sein wollen, desto höher ist der Bedarf an Interaktivität von touristischen Web-Karten. Für einen Urlaub in einem spanischen Ferienresort braucht man keine Karte, für einen Urlaub mit Mietauto oder eine Trekkingtour durch die Berge definitiv. (vgl. Brown, 2001: 123f) Das heißt, je weniger sich die Benutzer während einer Reise im Raum bewegen, desto geringer ist ihr Bedarf an räumlichen Entscheidungshilfen und vice versa.

Wie aber unterstützt Interaktivität konkret die räumliche Entscheidungsfindung im Freizeitbereich? Welche Funktionen können nicht-interaktive Karten einfach nicht erfüllen? Durch Methoden der räumlichen Interaktivität ist es möglich verschiedenste Maßstäbe und Ansichten eines Gebietes zu generieren. Dadurch bekommt der User sowohl einen Gesamtüberblick, als auch topografische Detailinformationen, die Navigation und Orientierung erleichtern. Auch drei- und vierdimensionale Ansichten ermöglichen neue Betrachtungsweisen, welche raum-zeitliche Entscheidungen auf eine höhere Ebene bringen. So ist das dreh- und schwenkbare Abbild eines Bergmassives leichter zu interpretieren als zweidimensionale Höhenlinien. Durch Methoden der grafisch-manipulatorischen Interaktivität schneidet der User die Karte nach seinen Interessen zurecht und verdrängt für ihn Unnötiges und hebt für ihn Wichtiges hervor. Funktionen zur individuellen Routenplanung ermöglichen ein leichtes Auffinden der effizientesten Wege. Interaktiver Informationsaustausch ist in Form von ständig aktuellen Links zu Dritten in der realen Welt möglich. Der physische Standort des Benutzers kann in die Karte integriert werden, beziehungsweise als Referenzpunkt für das Erscheinungsbild der Applikation dienen. Er kann seine Bewegungen, Inhalte der Applikation und eigene Inhalte durch Verflechtungen mit Anderen online teilen. Beispielsweise können geokodierte Fotos oder Hotelbewertungen anderen zugänglich gemacht werden. Dynamische Interaktivität erlaubt das Einbinden zahlreicher Multimediaelemente wie Audio oder Video, welche einen weiteren Sinneskanal des Benutzers ansprechen, und Immersive und Augmented Reality verwischen die Grenze zwischen virtuellem und realem Besuch des Gebietes.

Touristische Freizeitkarten werden durch die vermehrte Nutzung des Internets bei der Reiseplanung immer wichtiger. „Tourists are making increasing use of the web for obtaining information such as route planning, traffic news or accomodation, as well as information on the destination, e.g. topography, landscape and land use.“ (Dickmann, 2005: 43) Ziel einer Freizeitkarte sollte es somit sein das touristische Potential einer Region zu präsentieren. Diese sollte eine allgemeine Übersicht über das Gebiet, wie Anreise- und Wetterbedingungen, allerdings auch konkrete Informationen zu touristischen Points of Interests, wie Öffnungszeiten von Sehenswürdigkeiten, Übernachtungsmöglichkeiten etc. miteinander verbinden. Für Dickmann stellen interaktive Karten das ideale Mittel dar, um gezielte Informationen zu spezifischen Objekten und Orten zu erlangen. Der Anbieter kann dabei natürlich die zur Verfügung gestellten Informationen so aufbereiten, dass er spezielle touristische Highlights hervorhebt, und zielgruppengerecht präsentiert. (vgl. Dickmann, 2005: 44)

Da die Freizeitgestaltung dem User knappe Ressourcen, nämlich Zeit und Geld, abverlangt, will dieser den größtmöglichen Nutzen aus dem Besuch einer bestimmten Region ziehen. Dafür benötigt er ein Maximum an möglichst aktueller und möglichst einfach zugänglicher Information. Hierfür ist es notwendig, dass die oben erwähnten Grundvoraussetzungen Auffindbarkeit und hohe Usability erfüllt sind. “A vacation trip is not one of those items that one can see and touch before purchase. Choosing and planning a vacation have to be based on information supplied by an intermediary or directly by the provider. [...] Among the great advantages of the WWW in the tourism business is that it enables the customer to have much easier direct access to a very large amount of up-to-date information and to do the reservations from home.“ (Brown, 2001: 123)

Das Produkt sollte neben den formellen Ansprüchen der Informationsbereitstellung auch ästhetisch ansprechend sein, und ein schönes, spannendes, oder interessantes Bild von der Region beim User schaffen. “The aim of the makers of tourist web pages is not only to provide information but also actively to promote the product, which must therefore be made to appear as attractive as possible. “ (Brown, 2001: 123) Es muss also Praktikabilität mit Ästhetik vereint werden, um den Zweck einer Freizeitkarte zu erfüllen. Das Zurückgreifen auf Edutainmentansätze, wie die Gaming-Metapher scheint in diesem Zusammenhang sinnvoll, da Benutzer die Freizeitmöglichkeiten

einer Region spielerisch, also mit einem erhöhten Gefühl der Aufmerksamkeit, kennen lernen.

4.4.1 Lokale und Mobile Applikationen

Vor allem im Bereich der Freizeitkarten kann man sich fragen, welchen Nutzen ein virtueller Vorab-Besuch hat. Wie bereits oben erwähnt hängt dies vom intendierten Zweck ab. Eine Karte, die die Region für den potentiellen Besucher interessant und besuchenswert darstellen soll, dient in erster Linie dem Zweck des Marketings und der Informationsvermittlung, soll den Nutzer also gleichzeitig unterhalten, ästhetisch ansprechen, und ihm Hintergrundinformationen liefern. Die Vorteile lokaler Anwendungen sind das größere Format, welches eine größere Übersicht erlaubt, die höhere grafische Auflösung, und damit verbundene höhere Informationsdichte. In der Tat sind die wichtigsten Entscheidungen zur Urlaubs- und Freizeitgestaltung kartenbasiert, werden also aufgrund kartografischer Repräsentationen getroffen. (vgl. Dickmann, 2005: 43) Zum Zwecke der Orientierung und Navigation ist eine lokale, PC-gebundene Applikation allerdings nicht zu gebrauchen, da die Endgeräte unpraktisch zu transportieren sind. Der Benutzer braucht in diesem Fall eine mobile Applikation, über die er erfährt wo er ist, und wie er an die Orte seiner Wahl gelangt.

Die gängigsten Geräte, auf denen mobile Applikationen installiert werden können, sind GPS-fähige Navigationsgeräte, Handheld-PDAs und sogenannte Multimedia-Handys beziehungsweise Smartphones. Auf diesen Geräten funktionieren, je nach Hersteller und Betriebssystem, HTML, JavaScript, Webbrowser, Geobrowser, sowie Stand-Alone Programme die speziell angepasst sind (*Apps*). Sie bieten somit beinahe die vollständige Funktionalität eines PCs. Der große Vorteil mobiler Anwendungen ist natürlich, dass sie dem Touristen auch während seines Besuches Informationen zur Verfügung stellen können. In der mobilen Kartografie ist der Einsatz von LBS ein großes Thema. Diese Location Based Services sind definiert als: „[W]ireless services which use the mobile Internet, along with the location of a portable, handheld device, to deliver applications that exploit pertinent geospatial information about a users surrounding environment, their proximity to other entities in space, and/or distant entities, in real-time. (Urquhart, Miller, Cartwright, 2004 zitiert nach Wealands, 2006: 138) LBS überwinden somit die Grenze zwischen reiner Betrachtung eines Gebietes und dem interagieren zwischen Benutzer und Objekten bzw. Dritten innerhalb seiner raum-zeitlichen Umgebung.

Trotzdem besitzen mobile Anwendungen einige fundamentale Nachteile. Das offensichtlichste Problem ist die geringe Bildschirmgröße. Da der Kartenausschnitt kleiner ist, und weniger Objekte dargestellt werden können, verringert sich die Informationsdichte. Die Größe der kartografischen Symbole muss aus Gründen der Lesbarkeit adaptiert werden. Somit ändert sich auch das grafische Gesamtgefüge. Ein weiterer Nachteil ist die geringere Rechenleistung, und die Problematik im Zusammenhang mit einer mobilen Internetanbindung, also relativ hohe Kosten, langsamere Übertragungsgeschwindigkeiten, und keine garantierte Netzanbindung. Somit eignen sich mobile Applikationen zur Orientierung und Navigation, jedoch kaum um einen ansprechenden ersten Eindruck eines Tourismusgebietes zu vermitteln.

5. Kriterien und Messmethoden der Qualität einer interaktiven Karte

5.1 Allgemeines über Qualität und den Mehrwert von Interaktivität

Nachdem nun gewisse Anforderungen an interaktive Karten genannt worden sind, stellt sich die Frage, unter welchen Umständen diese so erfüllt werden können, dass man von einer qualitativ hochwertigen Karte sprechen kann. Dabei stellt sich wiederum die essentielle Frage wie Qualität selbst definiert werden kann. "It seems essential to analyse the meaning of 'quality', in order to better understand what a 'good map' means."(Gartner, 1999: 312) Gartner erkennt zwei Arten der Interpretation von Qualität. Erstens, die idealistische Perspektive, nach der es einen absoluten Wert von *Güte* gibt, an dem jedes Produkt gemessen werden kann. Zweitens, die pragmatische Perspektive, nach der es keinen absoluten Wert von *Güte* gibt, und die Qualität eines Produkts nur individuell beurteilt werden kann. (vgl. Gartner, 1999: 312) Unter Berücksichtigung beider Interpretationsvarianten stellt er fest, dass in der Kartografie folgende Ansichten vorherrschen, durch die hohe Qualität definiert ist: (vgl. Gartner, 1998: 41f)

- Ästhetik: Qualität ist das Maß an Freude und Wohlempfinden beim Gebrauch einer Karte und wird durch deren Ästhetik beeinflusst.
- Kommunikation: Qualität ist ein Maß für die störungsfreie Informationsübertragung durch eine Karte als Medium.
- Wahrnehmung: Qualität ist ein Maß dafür, wie gut eine Karte den kognitiven Fähigkeiten des Benutzers angepasst ist.
- GIS-Ansatz: Qualität ist ein Maß dafür, wie gut eine Karte aus einem abstrakten Primärmodell abgeleitet wurde.
- Visualisierungsansatz: Qualität ist ein Maß für die Kapazität einer Karte zu weiteren Fragen zu führen.

Im Laufe der letzten Jahrzehnte entwickelten sich aufgrund des quantitativen Anstieges von Onlinekarten, immer mehr theoretische und methodologische Regeln und Richtlinien zur Erstellung dieser heraus, welche zur Steigerung der Qualität dieser Produkte dienen sollen. Darunter technische Konzepte, Prinzipien des grafischen Designs und der Visualisierung, sowie Anwendungskonzepte von Interaktivität, Multimedia, Animationen und Virtual Reality. (vgl. Gartner, 1999: 311) Diese Theorien werden oft anhand empirischer Studien gebildet. Dies kann durch

Experimente geschehen, in denen ein spezifisches Element einer Karte evaluiert und mit einer Alternativmethode verglichen wird. Es sind aber auch Evaluierungen möglich, die vorhandene Anwendungen und Karten als Ganzes auf bestimmte Qualitätskriterien hin testen.

5.2 Ästhetik

Ein bedeutendes Qualitätskriterium, welches sich jedoch schwer objektiv feststellen lässt, ist die Ästhetik einer Karte. Es ist schwer möglich von *der schönsten Karte* zu sprechen, da es kein Absolutmaß für Schönheit gibt. Trotzdem sollte jedes kartografische Produkt im Rahmen seines Verwendungszweckes *so schön wie möglich* sein. Thielsch verdeutlicht die Rolle der Ästhetik bei Websites: „Bei interaktiven Produkten zeigen Untersuchungen einen ausschließlich positiven Zusammenhang zwischen Schönheit und anderen Produkteigenschaften. Andere Eigenschaften, wie zum Beispiel Benutzerfreundlichkeit werden bei schöneren Produkten als besser angenommen.“ (Thielsch, 2008: 36) Das subjektive Wohlempfinden des Nutzers hängt also massiv von der *Schönheit* einer Anwendung ab, die als ausschlaggebendes Qualitätskriterium gilt. Die Prägnanz eines ästhetischen Kartenbildes wird weiters durch das schnelle subjektive Urteil erhöht, welches unmittelbar nach 50 Millisekunden erfolgt und danach stabil ist. (vgl. Thielsch, 2008: 36) Es gibt noch weitere Richtlinien, weshalb Produkte so attraktiv wie möglich gestaltet werden sollten. Eine grafisch gut gestaltete Karte ermöglicht die prägnante Vermittlung von Informationen. Für Räber und Jenny ist dies vor allem bei Webkarten von besonderer Brisanz, da diese im Vergleich zu konventionellen Papierkarten wesentlich kürzer betrachtet werden. (vgl. Räber, Jenny, 2001: 2) Dransch betont, dass der Leser durch eine grafisch-akkustisch gut gestaltete Karte, die verschiedene Medien verwendet, Informationen länger im Gedächtnis behält. (Dransch, 1995: 107) Harrower et al. weisen darauf hin, dass klar und effizient gestaltete Karten Vertrauen in den Wahrheitsgehalt der präsentierten Information wecken. (Harrower, Keller, Hocking, 1997: 7f)

Räber und Jenny erweiterten ein Set von Richtlinien, aufgestellt von Spiess (vgl. Spiess, 1996), durch die die Attraktivität einer Webkarte positiv beeinflusst werden kann: (vgl. Räber, Jenny, 2001: 5)

- Überzeugendes Kartenlayout
- Klar differenzierte Signaturen und klare Gestaltung der Signaturformen
- Einfach lesbare Symbole und Schriften

- Selbsterklärende Farben in ansprechender Kombination
- Gut gewählte grafische Bilddichte
- Aktueller und korrekter Inhalt
- Umfassende Synthese der Thematik
- Animation
- Leicht erkennbare Links mit thematisch korrekter Verknüpfung
- Schneller Download und schneller Bildaufbau.
- Interaktion: Navigation, Abfrage von Objekten nach Attributen, Suchfunktionen, Wahl des thematischen Inhalts, Änderung der Klassifizierung und Symbolisierung, etc.

Man erkennt klar, dass viele dieser Punkte nur subjektiv greifbar sind, stellt jedoch fest, dass eine Umsetzung all dieser Kriterien die Qualität einer Karte - im Vergleich zu einer Vernachlässigung dieser Richtlinien - steigert. Besonders hervor zu heben ist, dass bei Rüber und Jenny Interaktivität ein Element ist, welches die Attraktivität einer Karte positiv beeinflusst. Insofern wäre der Rückschluss möglich, dass die Attraktivität einer Karte mit dem Grad der Interaktivität steigt. Hierbei seien jedoch die weiter oben erwähnten Effekte eines hohen Grades an Interaktivität auf die Usability erwähnt, welche den Rückschluss *je interaktiver desto ästhetischer* nicht zulassen.

5.3 Evaluierungsmethoden

Andere Ausprägungen von Qualität lassen sich durch objektivere Methoden ermitteln. Durch empirische Untersuchungen werden kartografische Methoden analysiert und Effizienz und Effektivität durch die Ausprägung messbarer Variablen analysiert. Diesen Untersuchungen wohnt ein Grundverständnis von Qualität im Sinne effizienter und effektiver Kommunikation, Wahrnehmung, technischer Umsetzung und Visualisierung, inne. Im Rahmen der Untersuchung von Interaktivität werden häufig Evaluierungen des Interface-Designs und der Usability angewandt, um konkrete Bedienelemente qualitativ oder quantitativ zu bewerten, woraus sich universelle Schlüsse ziehen lassen, welche als allgemeine Gütekriterien angewandt werden können. Bei solch einem Experiment könnte beispielsweise untersucht werden, ob Zoomen mit dem Mausrad besser ist, als durch einen Schieberegler. Das Ergebnis könnte lauten, dass Probanden, welche die erste Methode verwenden, um einige Millisekunden schneller den gewünschten Maßstab erreichen. Ergo wäre es

besser den Nutzer mit dem Mausekranz zoomen zu lassen, anstatt mit einem Schieberegler.

Empirische Studien haben in der Kartografie eine lange Tradition. Im Rahmen der *quantitativen Revolution* in der Geografie in den 1950ern kam es auch in der Kartografie zur Anwendung quantitativer Forschungsmethoden. Bei diesen Versuchen wurde oft die Wahrnehmung bestimmter Kartensymbole untersucht und deren Effektivität quantitativ gemessen, was in einigen Fällen sogar zur Formulierung mathematischer Formeln zur Gestaltung dieser Symbole führte. (vgl. van Elzakker, 2004: 33) Dies war der Beginn eines experimentellen Ansatzes in der Kartografie, der die Fähigkeiten und Bedürfnisse des Nutzers in den Mittelpunkt des Forschungsinteresses rückte. Spätestens ab den 1990ern kam es in der Kartografie vermehrt zur Durchführung qualitativer Methoden, welche vor allem aufdecken sollten, auf welche Art und Weise Benutzer Kartenprodukte zur Wissensgenerierung verwenden. (vgl. van Elzakker, 2004: 34) Van Elzakker unterteilt die Untersuchungen mit Nutzern in „functional map use research“ und „perceptual and cognitive research“ ein, die er als komplementär und nicht alternativ betrachtet. (vgl. van Elzakker, 2004: 23) Erstere basieren auf der Annahme, dass jede Karte für einen spezifischen Zweck gemacht ist, und untersucht werden muss, ob sie diesen Zweck erfüllt, oft in Form einer vergleichenden Analyse. Diesem Verständnis wohnt das Streben inne die Effektivität von Karten zu verbessern. Kognitive Untersuchungen gehen vom Nutzer als Individuum aus und untersuchen warum bestimmte Karten oder Symbole funktionieren. (vgl. van Elzakker, 2004: 23f) Die Grundfrage dahinter ist, wie Karten funktionieren, wie kartografischen Repräsentationen Bedeutung zugeschrieben wird, und auf welche Art und Weise Wissen generiert wird. (vgl. van Elzakker, 2004: 28)

5.3.2. Evaluierung interaktiver Karten

Mit der Entwicklung elektronischer Karten kam es nicht nur zur Erforschung der Möglichkeiten technischer Transition von Papierprodukten auf den Bildschirm (vgl. van Elzakker, 2004: 31), sondern es trat auch erstmals die menschliche Interaktion mit elektronischen Geodaten in den Fokus der Forschung. Elzakker betont in diesem Zusammenhang besonders die Errungenschaften des von MacEachren gegründeten GeoVISTA Center, in dem unter anderem "existing and new geovisualization methods and tools are assessed and developed from a human-centered perspective that puts the emphasis on user needs". (van Elzakker, 2004: 30) Es handelt sich also

um Benutzer-zentrierte Forschung, die Methoden und Funktionen von Interaktivität erforscht, und somit zur Schaffung von Möglichkeiten beiträgt, Interaktivität in Produkten evaluieren zu können. Durch diese Forschung können letztlich allgemeine Gütekriterien für interaktive Produkte geschaffen werden, wenn beispielsweise festgestellt wird, dass Methode A Methode B in Form effizienterer Wissensvermittlung, oder effektiverer Darstellung überlegen ist.

Die Evaluierung interaktiver Systeme stellt besondere Anforderungen. Nützliche Maßstäbe zur Evaluierung von Interface-Techniken sind die Zeit die zum Erlernen dieser notwendig ist, Zeit die benötigt wird um bestimmte Aufgaben zu erfüllen, Fehlerraten, Präzision, und Anteil der gemerkten Information beziehungsweise der gemerkten Interfacetechniken nach Ablauf einer Frist. (vgl. Hearst, 1999: 75f) Dabei ist zu berücksichtigen, dass verschiedene Benutzer unterschiedliche Fähigkeiten, Vorlieben und Interessen besitzen. Alter und kultureller Hintergrund können zur Abneigung gegenüber bestimmten Interfacetechniken führen. Neue Features scheinen dem Einen daher interessant und nützlich, dem Anderen hingegen kompliziert und unnötig. (vgl. Hearst, 1999: 75f) Mithilfe menschlicher Benutzer empirische Daten zu erlangen ist zeitaufwendig, und es ist auch schwer aus den Ergebnissen Schlüsse zu ziehen, weil die Fähigkeiten und Motivation verschiedener User höchst unterschiedlich sein können. Oft können nur begrenzte Schlüsse in einem spezifischen Kontext gezogen werden. (vgl. Hearst, 1999: 75f) Nielsen empfiehlt daher Methoden der heuristischen Evaluierung, die keinen Wert auf statistische Signifikanz legen, und Useranforderungen durch allgemeinere Merkmale beurteilt werden. (vgl. Nielsen, 1993: 155)

Exemplarisch soll ein Usabilitytest vorgestellt werden, den Andrienko et al. 2002 durchführten. Hierbei wurden, mithilfe des Java-basierten WebGIS CommonGIS des Fraunhofer Institutes erstellte, interaktive Karten analysiert. Konkret testeten Andrienko et al. dabei fünf Werkzeuge auf ihre Erlernbarkeit, Merkbarkeit und Zufriedenheit des Nutzers hin, mit dem Zweck sowohl diese Werkzeuge in ihrer spezifischen Implementation, als auch die zugrunde liegenden Geovisualisierungstechniken, zu evaluieren. Einer Menge an direkt beobachteten Nutzern und Online-Usern wurden kurze, klar definierte Aufgaben gestellt, die sie mit Hilfe der zu untersuchenden interaktiven Funktionalitäten lösen sollten. Es wurden dabei drei Erkenntnisse gewonnen: Erstens konnte die Usability von zwei Werkzeugen (visueller Vergleich

und Brushing) in der spezifischen Anwendung als positiv, von zwei (dynamische Klassifikation und dynamische Abfrage) als negativ und von einem (Ausreißerentfernung) inkonsistent bewertet werden. Zweitens konnten allgemeine Schlüsse über die Verwendung dieser Werkzeuge gezogen werden, wie etwa, dass die als positiv bewerteten Methoden den Zweck der Karte - explorative Datenanalyse - unterstützen, und dynamische Abfragen nicht angebracht sind, um Abhängigkeiten zwischen Attributen aufzuzeigen. Drittens konnten allgemeine Beobachtungen betreffend Geovisualisierungstechniken gemacht werden, nämlich dass Benutzer meist in der Lage und gewillt sind neue interaktive Methoden zu verwenden, wenn sie adäquat - durch Erklärung und Übungen - in diese eingeführt werden. Außerdem wurde festgestellt, dass Online-User, die vor der Verwendung der Applikation die Instruktionen durchlesen, nicht immer besser mit den Werkzeugen umgehen konnten, als jene, die dies nicht taten. (vgl. Andrienko et al., 2002: 325f)

Harrower et al. untersuchten die Qualität interaktiver Steuerungsmethoden von Animationen. Sie verglichen „Temporal Focusing“ und „Temporal Brushing“ mit einer VCR-ähnlichen Steuerung, die Abspielen, Stoppen, sowie Vor- und Zurückspulen erlaubt. Die Probanden sollten dadurch Trends in einem sich zeitlich verändernden räumlichen Muster erkennen. Dabei stellte sich heraus, dass Temporal Focusing und Brushing zur Trendanalyse dem VCR-ähnlichem Interface nicht überlegen waren. Zudem konstituierten sie, dass bei den Benutzern das Verständnis des Zwecks eines Werkzeuges kaum in dessen konsequenter Verwendung zur Problemlösung resultierte. (vgl. Harrower, MacEachren, Griffin, 2000: 292f) Durch dieses Experiment ließe sich somit festhalten, dass ein Interface, welches Temporal Focusing und Brushing erlaubt, zum Zwecke der Trenderkennung in temporalen Mustern, qualitativ gleichwertig ist wie ein Interface mit VCR-Steuerung. All diese Studien dienen letztendlich der Formulierung von formellen Richtlinien und empirisch fundierten Regeln zur Erstellung von Karten mit höchstmöglicher Qualität. Die dabei erzielten Daten bilden Implikationen zur objektiven Bewertung von *guter* beziehungsweise *hoher* Interaktivität.

5.3.2.1. Formalisierte informelle Evaluation

Krygier betonte die Notwendigkeit informeller Evaluierungsmethoden. Er entwickelt dabei ein Konzept der formalisierten informellen Evaluierung, welches 4 Schritte umfasst, die vom Beginn eines Projektes bis zum Abschluss durchgeführt werden

und sich teilweise überschneiden. (vgl. Krygier, 1999: 250) Ziel dieses Konzeptes ist die Formalsierung informeller Abläufe, was wiederum zu einer Erleichterung der Arbeit für den Hersteller und schließlich zu einer Steigerung der Qualität der Produkte führt. Krygier orientiert sich dabei an den 4 Evaluierungsfunktionen nach Reeves. (vgl. Reeves, 1992)

1.)Zieldefinition - Kartografen definieren den Zweck und die Ziele eines Produktes und richten dessen Design danach aus. Dies kann systematisiert werden durch Gespräche mit repräsentativen Usern.

2.)Dokumentation - Während des gesamten Arbeitsprozesses werden Aufzeichnungen gemacht, über konsultierte Personen und Quellen, verwendete Hard- und Software, Fortschritt und Dauer der einzelnen Projektabschnitte, und aufgetretene Probleme und deren Lösung.

3.)Formative Evaluation - Die in der Dokumentation gesammelten Informationen werden herangezogen, um das fertige Produkt (um-)zu formen. Nach dieser informellen Evaluierung existiert ein Prototyp, der dann durch formelle Methoden evaluiert werden kann.

4.)Formelle Evaluation - Der Prototyp kann anschließend durch bekannte Evaluierungsmethoden analysiert werden. Dies beinhaltet alle formalisierten qualitativen und quantitativen Methoden, welche die Ausprägungen eines Produktes bemessen.

(vgl. Krygier, 1999: 250f)

5.3.2.2 Messung von Interaktivität anhand typologischer Merkmale

Neben der Evaluierung bestimmter Funktionen durch empirische Untersuchungen entstanden auch Methoden, mit denen Interaktivität per se objektiv gemessen werden kann. Es ergibt sich somit ein Maß der Interaktivität, durch welches beurteilt werden kann, ob eine bestimmte Karte *hochgradig interaktiv* ist, oder nicht. Dabei werden die zu untersuchenden Anwendungen einer Typologie von Funktionen gegenübergestellt, was deren Potenzial und Schwächen aufdeckt und universelle Vergleichbarkeit schafft. Diese Messungen sollen später im Rahmen dieser Arbeit am konkreten Beispiel angewandt werden.

5.3.2.2.1 Methodik nach Crampton

Crampton erstellte mehrere Typologien von Interaktivität. Einerseits dazu, um die Konzeptualisierung des Begriffes voranzutreiben, andererseits wollte er dadurch auch ein Werkzeug schaffen, mithilfe welchem interaktive Umgebungen nach objektiven Kriterien miteinander verglichen werden können. In einem ersten Ansatz betont er die Notwendigkeit der Schaffung eines Maßes der Interaktivität im Rahmen einer Untersuchung, die mögliche Kurvenverläufe des Verhältnisses von Interaktivität zur aufgewendeten Bandbreite miteinander vergleicht. (vgl. Crampton, 1999: 301) Eine simple Messung der Anzahl der menschlichen Eingabekommandos und der Reaktionen des Rechnersystems darauf, hielt er für nicht ausreichend, weshalb er eine Typologie möglicher interaktiver Elemente erstellte: (vgl. Crampton, 1999: 301)

- 1) Data selection: Brushing (Statistical, Geographical), Filtering (Excluding), Highlighting (Including)
- 2) Dynamic/Animation: Fly-by's, Chronology, Re-expression, 'Differencing'(eg. between time periods)
- 3) Changing perspective: Viewpoint ('camera'), Orientation of data, Zoom-in/zoom-out, Re-scaling, Re-mapping symbols (eg. color table)
- 4) Changing Data Context: Multiple Views, Combining data layers, Window juxtaposition

In einem späteren Ansatz griff er diese Elemente teilweise auf und arrangierte sie neu, um eine zweite verbesserte Typologie zu schaffen. Dies sollte drei Zwecken dienen: Erstens, einen Beitrag zur Konzeptualisierung von Interaktivität leisten, der dabei hilft die Grenzen des Begriffes abzustecken und sowohl qualitative als auch quantitative Aspekte umfasst. Zweitens, ein brauchbares Werkzeug zur Evaluierung interaktiver Kartenanwendungen kreieren, durch welches sich deren Stärken und Schwächen, in Abhängigkeit von den Zielen des Nutzers, aufzeigen lassen. "Using this typology, systems can be evaluated in terms of suitability for [...] given [...] user objectives. (Crampton, 2002: 96) Drittens, einen Mechanismus zur Messung der Effektivität von Interaktivität entwickeln. (vgl. Crampton, 2002: 96f)

Seine Typologie stützt sich auf die Annahme, dass es *niedrigere* und *höhere* Interaktivität gibt. Er bezieht sich dabei auf Auffassungen MacEachrens, nach denen Interaktivität ein kontinuierliches Maß von niedrig bis hoch darstellt. (vgl. Crampton,

2002: 87) Cramptons Typologie ist entlang dieser Skala strukturiert. Dabei betont er auch, dass hochgradig interaktive Systeme nicht nur mehr Funktionen von Interaktivität besitzen, sondern diese auch öfter kombinieren als gering interaktive. (vgl. Crampton 2002: 88) Als niedrigste Stufe der Interaktivität führt er exemplarisch das Betrachten von Objekten aus verschiedenen Perspektiven an, als höchste Stufe die Datenmanipulation, um Ursache und Wirkung zu testen. (vgl. Crampton, 2002: 88f)

1.) Interaktion mit der Repräsentation der Daten	<ul style="list-style-type: none"> - Manipulation der Schummerung (Lighting) - Änderung des Betrachtungswinkels - Änderung der Orientierung der Daten - Zoomen - Änderung der Skalierung von Daten - Änderung der Gestaltvariablen von Signaturen
2.) Interaktion mit der temporalen Dimension	<ul style="list-style-type: none"> - Navigation - Fly-bys und Fly-throughs - Toggling - Sorting
3.) Interaktion mit den Daten	<ul style="list-style-type: none"> - Datenbankabfragen - Brushing - Filtern - Hervorheben
4.) Kontextualisierende Interaktivität	<ul style="list-style-type: none"> - Multiple Darstellungen - Kombination von Datenebenen - Gegenüberstellung mehrerer Perspektiven - Linking

Tabelle 1 - Typologie von Interaktivitätsfunktionen nach Crampton, 2002, S. 90f

Er benutzte diese Typologie exemplarisch, um die Website Mapquest.com mit ESRI ArcView 3.2 zu vergleichen, und stellte dabei fest, dass erstere im Wesentlichen lediglich drei Funktionen von Interaktivität besaß, zwei davon jedoch hochgradig interaktiv waren. Das GIS-Produkt hingegen wies elf Funktionen auf, darunter alle vier der kontextualisierenden Interaktivität. Einen Schwachpunkt beider Produkte bildete für Crampton jedoch die fehlende Interaktion mit der temporalen Dimension. (vgl. Crampton, 2002: 94f)

5.3.2.2 Methodik nach Persson, Gartner und Buchroithner

2006 erstellten Persson, Gartner und Buchroithner eine weitere Typologie der Funktionen von Interaktivität. Sie griffen dabei teilweise auf Crampton, aber auch auf

Kategorisierungsversuche anderer Autoren zurück. (vgl. Persson, Gartner, Buchroithner, 2006: 275) Ausschlaggebend war dabei der Aufruf der Commission on Visualization and Virtual Environments der International Cartographic Association (ICA), dem sie zu folgen versuchten: "Develop a typology of geospatial interface tasks that can be used to structure both tool design and formal testing." (Cartwright et al., 2001: 57)

Persson, Gartner und Buchroithner orientieren sich am kartografischen Kommunikationsgesetz, und verorten kartographische Interaktivität zwischen Primär- und Sekundärmodell. Sie bilden acht Kategorien von Interaktivität und weisen diesen jeweils unterschiedliche Funktionen zu. (vgl. Persson, Gartner, Buchroithner, 2006: 277f) Die dabei entstandene Typologie ist wesentlich umfangreicher als jene Cramptons. Sie liefert zwar ähnliche Ergebnisse, allerdings in höherer Auflösung. Durch die Funktionen in Kategorie 1 („Interaction with the representation model“) kann nur die Repräsentation der Daten, also das Sekundärmodell, verändert werden. Der Hersteller kreiert dabei für den Nutzer die Auswahlmöglichkeiten, die sich auf das Sekundärmodell auswirken. Dies beinhaltet die Manipulation grafischer Variablen, kartografisches Zoomen und Integration zusätzlicher Information. Durch das kartografische Zoomen existieren je nach Maßstab durch Generalisierung viele unterschiedliche Sekundärmodelle. Integration zusätzlichen Inhalts durch den User bedeutet, dass er zum Beispiel Signaturen hinzufügen, oder Objekte markieren kann, was jedoch nur das Sekundärmodell beeinflusst. Durch die Funktionen der Kategorie 2 („Interaction with the Algorithms for the Creation of a Representation“) kann der Benutzer die Algorithmen verändern, die aus dem Primärmodell das Sekundärmodell schaffen, zum Beispiel durch Veränderung statistischer Parameter. Kategorie 3 („Interaction with the Primary Model / Database Query“) beschreibt Funktionen, welche die Interaktion mit dem Primärmodell erlauben. In diesem sind Daten meist in Form strukturierter Datenbanken gespeichert, die durch Abfragesprachen erfassbar sind. Durch komplexe Abfragen ist Data Mining möglich, sowie das Testen von Hypothesen und die Erschaffung neuer Variablen. (vgl. Persson, Gartner, Buchroithner, 2006: 278f)

Kategorien vier und fünf beziehen sich auf Funktionen multipler Ansichten. Kategorie 4 („Arranging Many Simultaneous Views“) umfasst Funktionen zum Arrangieren multipler simultaner Ansichten. Verschiedene Ansichten des gleichen oder

unterschiedlicher Datensätze können nebeneinander verglichen werden, ebenso Daten zu verschiedenen Zeitpunkten, wobei das Thema nicht in Form von Darstellungszeit auf dem Display visualisiert wird. Durch Funktionen von Kategorie 5 („Dynamic Linking with further Display Types“) werden verschiedene Ansichten nicht nur nebeneinander dargestellt, sondern auch miteinander verknüpft. Dies beinhaltet Funktionen wie Brushing, wo beispielsweise durch Auswahl bestimmter Punkte eines Diagramms nur jene Objekte auf der Karte dargestellt werden, die dieser Auswahl entsprechen. Beim Verlinken statistischer Darstellungen mit kartografischen Repräsentationen spricht man von „Geographic Brushing“ (vgl. Persson, Gartner, Buchroithner: 281)

Kategorien sechs und sieben beziehen sich auf Interaktion mit der temporalen Dimension. Kategorie 6 („Interaction with the Temporal Dimension“) umschließt alle Funktionen, in denen Darstellungszeit am Bildschirm zeitliche Veränderung des dargestellten Themas visualisiert. Dies kann vom Starten und Anhalten einer Animation, bis hin zur Manipulation dynamischer Variablen und der Modifikation der Zeitachse reichen. Im Gegensatz zu Kategorie 6 korrespondiert bei Funktionen der Kategorie 7 („Interaction with the (Pseudo-) 3D Visualization“) die Darstellungszeit mit der räumlichen Veränderung der Betrachtungsperspektive. Dabei kann sich entweder der Betrachter selbst in einer virtuellen Umgebung bewegen, oder aber das betrachtete Objekt. Ebenso beinhaltet diese Kategorie Funktionen zur Manipulation statischer 3D-Umgebungen. Kategorie 8 („System Interaction“) umfasst schließlich alle Grundfunktionen, wie Pannen, Scrollen, geometrisches Zoomen und Hilfsfunktionen, die sich aus der Integration geografischen Inhaltes in ein interaktives System ergeben. (vgl. Persson, Gartner, Buchroithner, 2006: 282f)

Die Typologie erlaubt strukturierte Evaluierungen, und schafft somit die Basis für objektive Vergleiche zwischen verschiedenen Applikationen. Sie hilft die realisierten Interaktivitätskategorien zu erfassen und stellt ein Maß für die Summe der verwendeten Interaktivitäts-Funktionen zur Verfügung. Auch Persson et al. ist es wichtig zu betonen, dass jedoch nicht rein die Summe an verwendeten Funktionen von Bedeutung ist, sondern deren Kombination. Das exakte Potential zur Wissensgenerierung einer Applikation sollte nachträglich empirisch ermittelt werden. (vgl. Persson, Gartner, Buchroithner, 2006: 290)

<p>1 - Interaktion mit dem Sekundärmodell</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Kartografisches Zoomen durch direkte Manipulation - Kartografisches Zoomen durch numerische Selektion - Kartografisches Zoomen durch Aufziehen eines Auswahlbereiches - Einstellen des Maßstabes - Ein- und Ausblenden von Ebenen - Objektidentifikation - Anzeige exakter Daten zu Objekten - Auflisten aller Werte für ein bestimmtes Gebiet - Auflisten eines Wertes für alle Gebiete - Darstellung statistischer Maße wie Mittelpunkt oder Median - Modifikation statischer grafischer Variablen - Modifikation des Signaturenmaßstabes - Modifikation des Diagrammtyps - Dynamische Unterscheidung qualitativer Werte - Hervorheben bestimmter Daten durch Blinken - Kartometrische Funktionen - Integration zusätzlicher Information durch den Benutzer
<p>2 - Interaktion mit den repräsentationsschaffenden Algorithmen</p>	<ul style="list-style-type: none"> - dynamischer visueller Vergleich - Entfernung statistischer Ausreißer - Adaption der Datenbandbreite an eine kleinere Bandbreite - Transformation der Kodierungsfunktionen - Verschieben der Intervallgrenzen - Änderung der Anzahl der Intervalle - Modifikation der Klassifikationsmethode - Modifikation der Farbschemata - Isolieren eines Intervalls - Bivariate Klassifizierung
<p>3 - Interaktion mit dem Primärmodell</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Datenbankabfragen - Logische Kombination mehrerer Datensätze - Erstellung neuer Variablen
<p>4 - Arrangieren mehrerer simultaner Ansichten</p>	<ul style="list-style-type: none"> - dynamischer Vergleich durch mehrere grafische Repräsentationen eines Datensatzes - dynamischer Vergleich durch mehrere Datensätze im gleichen Zeitraum - dynamischer Vergleich mehrerer Zeitpunkte in einem Datensatz - kartografische Mehrfachklassifizierung
<p>5 - Dynamic Linking / Brushing</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Zuweisen von Variablen zu verschiedenen Ansichten - Auswahl von Datensätzen durch Aufziehen eines Rechteckes

	<ul style="list-style-type: none"> - Link zu einem Scatterplot - Link zu einem Histogramm - Link zu einem Koordinatensystem
6 - Interaktion mit der temporalen Dimension	<ul style="list-style-type: none"> - Einbinden einer kontinuierlichen zeitlichen Sequenz von Ansichten - Einbinden einer Sequenz von Ansichten in Zeitschritten - Manipulation dynamischer Variablen - Wiederholen - Anhalten - Toggling von Zeitperioden - Sortieren von Zeitperioden - Manipulation der Zeitachse
7 - Interaktion mit der (Pseudo-) 3D-Visualisierung	<ul style="list-style-type: none"> - Bewegung des Betrachters - Bewegung des Objekts - Veränderung der Beleuchtung - Veränderung des Betrachtungswinkels - Veränderung der Sichtweite - Bestimmung hypsometrischer Ebenen - Bestimmung von Neigungskategorien - Bestimmung von Expositionskategorien - Überlappung von thematischer Information - Visualisierung eines Themas als Höhe in Schritten - Visualisierung eines Themas als stufenlose Höhe
8 - Systeminteraktion	<ul style="list-style-type: none"> - Pannen - Scrollen - Geometrisches Zoomen - Einbinden weitergehender Informationen - Statische Hilfe - Dynamische Hilfe - Hilfe durch Agenten

Tabelle 2 - Typologie von Interaktivitätsfunktionen, nach Persson, Gartner, Buchroithner, 2006, S. 277f

6. Erstellung einer interaktiven Wanderkarte am Beispiel der Region Wienerwald Elsbeere

6.0 Allgemeines über das Zielgebiet

Die Region Elsbeere Wienerwald ist eine LEADER-Region, die 11 niederösterreichische Gemeinden umfasst. Vorrangiges Bestreben des Bündnisses ist die regionale Entwicklung. Mitgliedsgemeinden sind Asperhofen, Böheimkirchen, Brand-Laaben, Eichgraben, Kasten bei Böheimkirchen, Kirchstetten, Maria Anzbach, Michelbach, Neulengbach, Pyhra und Stössing. Ein Anliegen dieses Zusammenschlusses ist die Schaffung einer regionalen Identität, unter anderem als Tourismusregion. Langfristiges Ziel ist die die Abschöpfung des touristischen Potenzials zwischen den Städten St. Pölten und Wien. Die Region will dabei vor allem Tagesausflügler ansprechen, und sich als kulinarisch, naturräumlich und kulturell interessante Destination vermarkten. Die erstellte Karte soll im Rahmen des Online-Auftrittes der Region Verwendung finden.

Die Region liegt im Herzen Niederösterreichs, und erstreckt sich nach Süden hin bis in die Flyschzone, und über die sanften Hügel der Molassezone nach Norden hin in die Ebene des Tullnerfeldes. Der höchste Gipfel ist der Schöpfl mit 893m. Eine Besonderheit des Gebietes ist das Vorkommen zahlreicher Elsbeerbäume, eine Pflanze aus der Gattung der Rosengewächse, deren Früchte zur Genussmittelherstellung dienen, und deren Holz besonders hart ist. Touristische Highlights sind die Altstadt Neulengbachs, das ausgedehnte Wander- und Radwegenetz - hierbei vor allem der 100 km lange WIR-Rundwanderweg - zahlreiche Burgen, Schlösser und mittelalterliche Wehrkirchen, das überregional bekannte Wienerwaldmuseum sowie die Aussichtswarten am Schöpfl und Buchberg. Der Maler Egon Schiele, sowie die Lyriker Wystan Hugh Auden und Josef Weinheber verbrachten jeweils mehrere Lebensjahre in der Region, und schufen in dieser Zeit einige ihrer berühmtesten Werke.

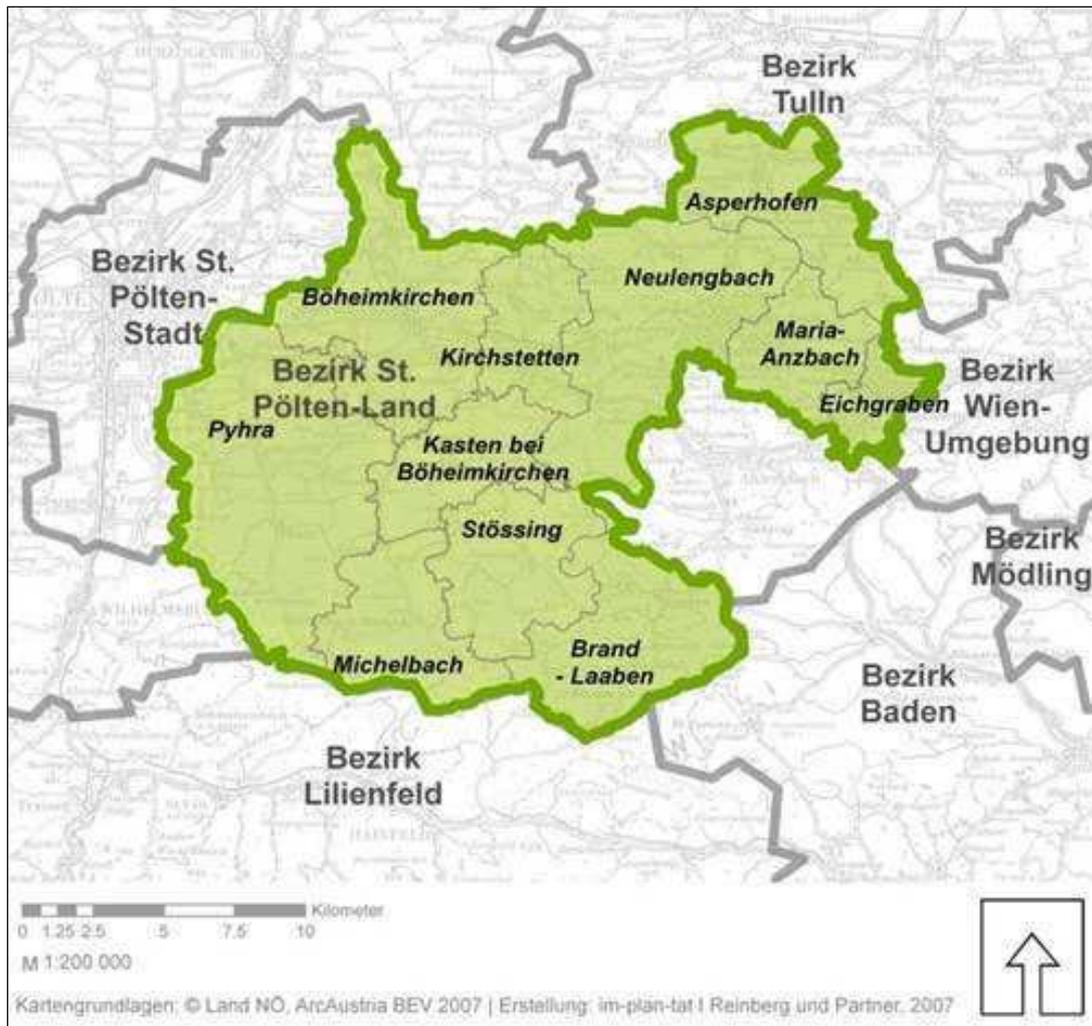


Abbildung 16 - Karte der Region Elsbeere Wienerwald, Quelle: Reinberg und Partner, 2007, <http://www.elsbeere-wienerwald.at/grafiken/regionskarte.jpg>

6.1 Herausarbeiten eines konkreten Lösungsweges zur Erstellung einer interaktiven Freizeitkarte

In diesem Abschnitt sollen einige grundlegende Design-Prinzipien von interaktiven Karten und Multimedia-Applikationen vorgestellt werden, die als Richtlinien angewandt wurden. Anschließend erfolgt die Illustration des praktischen Teils der Arbeit nach den 4 Stufen der formalisierten informellen Evaluation nach Krygier - Zieldefinition, Dokumentation, formative Evaluation, formelle Evaluation. (vgl. Krygier, 1999: 250f)

6.1.1 Designprinzipien interaktiver Karten

Wie eingangs erwähnt, verliert der Kartograf bei interaktiven Karten die *totale Kontrolle* über sein Produkt. Gartner deckt zwei Strategien auf, wie man als Designer dieser Tatsache begegnen kann.

- Diversität: Das Produkt sieht immer unterschiedlich aus, abhängig von Plattform, Browser und Software
- Simplizität: Das Produkt sieht immer gleich aus, unabhängig von der technischen Umgebung.

(vgl. Gartner, 1999: 311)

Eine dieser beiden Design-Strategien muss für die Erstellung einer interaktiven Karte gewählt werden. Natürlich muss wie bei jeder anderen Karte auch das Design auf das Zielpublikum abgestimmt sein, und sollte dessen Verwendungszweck reflektieren. Die Definition des Interaktivitätsgrades ist der erste Punkt des *Storyboardings* einer Applikation. Sie ist eine fundamentale Entscheidung beim Design, und der Medienakquirierung sowie Interfacegestaltung vorangestellt. Vor der Definition des Interaktivitätsgrades wiederum gilt es Entscheidungen über Thema, Dynamik, Distributionskanal, Mobilität und Verwendungszweck der Kartenapplikation zu treffen. In der Praxis ergeben sich hier natürlich Rückkopplungseffekte und Schleifen, da ein lineares Abarbeiten dieser Punkte meist nicht möglich ist.

Die Informationsdichte des Kartenbildes interaktiver Applikationen sollte laut Kraak möglichst gering sein, da der Großteil der Information über die Steuerungsmodi des jeweiligen Interface zugänglich sein muss. (vgl. Kraak, 2001: 5) Das Design eines Produkts muss dessen Dynamik, Interaktivität und Manipulierbarkeit miteinschließen. Durch das beschränkte Darstellungsvermögen von Bildschirmen soll die zur Verfügung stehende Information in beherrschbare Stücke gegliedert werden. Der Inhalt einer Applikation muss daher sorgfältig arrangiert werden, dessen Zugangsstruktur sinnvoll gegliedert und übersichtlich gestaltet sein. Die Verknüpfung verschiedener Elemente muss sinnbeladen sein. (vgl. Miller, 1999: 52)

6.1.2 Designprinzipien von Multimedia Produkten

Die Integration verschiedenartiger Medien erfordert besondere Rücksicht bei der Erstellung einer Kartenapplikation. Krygier betonte die Notwendigkeit sich bei der

Umsetzung von multimedialen kartografischen Applikationen von durchdachten Konzepten und Theorien leiten zu lassen: „A theoretically informed practice will ensure that cartographic multimedia develops as a substantive method, rather than curious but naive new technology in search of applications.“ (Krygier, 1999: 254) Als Beispiel nennt er die Verwendung bestimmter grafischer Variablen um bestimmte Skalenniveaus zu repräsentieren. Dransch hat in diesem Zusammenhang untersucht, welche Medien sich für welche Verwendung eignen:

Funktion	Geignete Medien
Verstärkung wichtiger Informationseinheiten	Kombination verschiedenartiger Medien
Entlastung des Wahrnehmungssinnes	Verteilung der Information auf visuelle und auditive Medien
Unterstützung der doppelten Encodierung	Kombination von bildhaften und textlichen Medien
Förderung der Bildung mentaler Modelle über räumliche Strukturen	Karten und kartenähnliche Darstellungen
Förderung der Bildung mentaler Modelle über abstrakte Strukturen	Bildhafte Darstellungen wie Grafiken oder Diagramme
Förderung der Bildung mentaler Modelle über dynamische Sachverhalte	Animationen und Simulationen
Förderung der Bildung mentaler Modelle über logische Beziehungen	Verbale Präsentation (Sprache, Text)
Zeigefunktion	Realitätstreue Medien (Fotos, natürliche Geräusche)
Situierungsfunktionen	Übersichtskarten und Texte
Konstruktionsfunktionen	Abstrakte Medien wie Karten, Kartogramme, Animationen
Motivationsfunktionen	Emotionale Bilder und Texte, Dynamische Medien

Tabelle 3 - Funktionen verschiedener Medien nach Dransch, 1997

Als Hauptproblem des Kartografen erkennt Krygier das *intellektuelle Design*. Er möchte Konzepte und Theorien finden, die eine Grundlage beim intellektuellen Design darstellen können. Er geht in seinem Artikel auf ein für ihn wichtiges Konzept dazu ein, die „applied intertextuality“. (vgl. Krygier, 1999: 245f) Angewandte Intertextualität drückt sich darin aus, dass ein Medium in das andere übergreift, um somit etwas Größeres als die Summe ihrer Teile zu schaffen. (vgl. Krygier, 1999: 247f) Ein Text leitet weiter zu einem Bild, dies wird gemeinsam mit einer Karte

dargestellt, in die wiederum Soundclips integriert sind, und so weiter. Multimediadesign verlangt nun vom Kartografen höchste Vorsicht beim Erstellen dieser Verknüpfungen walten zu lassen, um ein abgerundetes Werk zu schaffen, durch das jene Informationen kommuniziert werden, die auch beim Nutzer ankommen soll. (vgl. Krygier, 1999: 247f) Im Falle einer Freizeitkarte müssen die Medien so aufeinander abgestimmt sein, dass die Nachricht: *Diese Region ist es wert in ihr deine Freizeit zu verbringen* beim Leser ankommt.

6.2 Zieldefinition und Planung

Das Ziel der Applikationserstellung im Rahmen dieser Arbeit soll sein, eine möglichst gute interaktive Karte der Region Elsbeere Wienerwald zu liefern, und anschließend die Güte dieser zu evaluieren. Dadurch werden Schwächen, Stärken und Grenzen von Google Earth als gewähltes Medium für interaktive Applikationen aufgedeckt. Das Produkt selbst soll im Rahmen des Tourismuskonzeptes der LEADER-Region Elsbeere Wienerwald Anwendung finden. Zielpublikum sind potentielle Touristen, vor allem Tagesausflügler. Der Hauptzweck der Karte ist das Bereitstellen von touristisch relevanten Informationen, ein weiterer Zweck die Unterhaltung des Benutzers. Die Erkundung der Region soll vorab schon Spaß machen, was die Marke als Ganzes attraktiv darstellt. Die dargestellten Inhalte werden in *in sich geschlossene* Themenbereiche gegliedert, die unabhängig voneinander angezeigt werden können. Dabei findet die Elsbeere als Marketing-Highlight der Region eine besondere Beachtung. Als Inhaltsblöcke vorgesehen sind daher: Elsbeere, Wandern, Sport, Kulinarik, Übernachten und Sehenswürdigkeiten. Besonders hervorgehoben wird auch der WIR-Rundwanderweg, ein 100 km langer Rundwanderweg, der durch die Region führt. Ebenso war es ein Ziel direkte Kontaktmöglichkeiten zwischen Benutzer und Dritten zu schaffen, indem Links zu den dargestellten Betrieben in die Karte eingebunden werden.

Auf eine mobile Anwendung zum Zwecke der Navigation und Orientierung wurde vorerst verzichtet. Distributionskanal des fertigen Produktes soll die Website der LEADER-Region sein, auf der die Karte zum Download angeboten wird. Da sich die Region mit der Karte an ein möglichst breitgefächertes Publikum wenden will, soll die Steuerung intuitiv und simpel sein. Hierin liegt ein Vorteil der Verwendung von Google Earth, da viele potentielle Nutzer mit diesem Programm und seinen Interfacemodi bereits Erfahrung aufweisen. Der Grad der Interaktivität wird im

Anschluss an die Erstellung evaluiert. Die verwendeten Multimediaelemente besitzen sowohl Zeige- als auch Motivationsfunktion, weshalb realitätstreue und emotionale Medien Anwendung finden.

6.3 Dokumentation

6.3.1 Datengrundlagen

Als Ausgangsdaten zur Applikationserstellung dienen:

- Kartografisches Modell der ÖK50 (Alle Layer inklusive Wanderwege), und der ÖK200

Die ÖK50 wurde einerseits als Digitalisierungsgrundlage verwendet, andererseits wurde der Situationslayer als optionale Basiskarte in die Applikation aufgenommen. Die ÖK200 dient ebenfalls diesem Zweck.

- TeleAtlas-Daten zu Verkehrswegen im Vektorformat (.shp), zur Verfügung gestellt vom Vermessungsbüro Schubert

Die Vektordaten der Straßen und sonstigen Verkehrswege wurde ebenfalls im Rahmen der Digitalisierung verwendet, nämlich als Referenz und Anhaltspunkt bei unklaren Wegverläufen.

- Österreichische Gemeindegrenzen im Vektorformat (.shp)

Die Gemeindegrenzen dienen zur Erstellung der Regionsgrenze und stammen von der Statistik Austria.

- Diverse analoge Wander- und Freizeitkarten der Gemeinden des Zielgebietes

Zur Datensammlung gehörte die systematische Digitalisierung analoger Wanderkarten der Region. Hierbei wurde versucht aus den oft widersprüchlichen Angaben den aktuellen Stand der Wege durch direkten Kontakt mit den Gemeinden, sowie Feldbegehungen zu eruieren.

- Zahlreiche Online-Quellen zur Standortdefinition und Hintergrundrecherche zu den einzelnen Objekten

Auf den Websites der Gemeinden und Betriebe wurden Hintergrundinformationen recherchiert, die in die Applikation einfließen. An manchen Stellen ließen sich direkte Zitate beziehungsweise Bildinhalte entnehmen. Diese Inhalte sind in der Applikation mit Referenz ausgewiesen.

- Fotos und Videos aus Feldbegehungen

Im Rahmen der Feldbegehungen wurden Fotografien und Videoaufnahmen produziert, welche als multimediale Inhalte in die Applikation einfließen.

6.3.2 Verwendete Hard- und Software

Als Hardware wurde ein handelsüblicher PC mit einer Prozessorfrequenz von 2GHz, 2GB RAM, einer NVIDIA GeForce 8600M GT Grafikkarte und dem Betriebssystem Windows Vista verwendet. Zusätzliche Geräte zur Medienakquirierung waren eine digitale Spiegelreflexkamera Modell Canon EOS 400D und ein Camcorder Modell Canon LEGRIA HF R106.

Folgende Software wurde verwendet:

- ESRI ArcGIS V.9

Das GIS-Programm wurde zur Digitalisierung der linienhaften und punkthaften Objekte verwendet. Dies wäre theoretisch auch direkt mit Google Earth möglich gewesen, aufgrund der Weiterverarbeitungsmöglichkeiten und der erheblich ausgereifteren Digitalisierungsfunktionen wurde jedoch auf das GIS zurückgegriffen. Außerdem wurden Ausgangsdaten in den von Google Earth verwendeten Raumbezug umprojiziert (WGS84 - Geographische Koordinaten), und die Rasterdaten zur Erzeugung der Hintergrundkarten editiert.

- Google Earth V.5

Google Earth dient sowohl als Viewer, als auch als GUI zur Bearbeitung von KML-Dateien, allerdings im beschränkten Umfang. So können nur grundlegende Elemente bearbeitet werden, und umfangreichere Editieraufgaben müssen mit anderen Programmen durchgeführt werden.

- XMLmind XML-Editor & Phase5 HTML-Editor

Zur umfangreichen Bearbeitung von KML-Dateien wurden ein HTML- und ein XML-Editor verwendet, da bestimmte Tags über das Google Earth-GUI nicht aktivier- oder editierbar sind.

- AMAP-Fly

Die 3D-Version der Austrian Map des BEV wurde zur Erstellung eines Höhenprofils verwendet.

- Adobe Creative Suite

Zur Verarbeitung der dargestellten Fotos wurden die Programme Photoshop CS3 und Lightroom2.2 verwendet. Die verwendeten Videos wurden mithilfe des Programmes Premiere CS5 geschnitten und gerendert. Mithilfe des Illustrator CS3 wurden die selbst erstellten Signaturen gezeichnet, sowie eine Höhenprofilardarstellung grafisch aufbereitet.

- Google SketchUp 8

Zur Erstellung der 3D-Modelle dreier Gebäude wurde das Program SketchUp verwendet. Dieses weist den Vorteil auf, dass das in Google Earth verwendete digitale Höhenmodell in der Modellierungsumgebung verwendet werden kann.

Die verwendete Hard- und Software stellt die Umgebung des Entwicklers (vgl. Kraak, 2001: 5) dar, besitzt also maßgeblichen Einfluss auf das spätere Erscheinungsbild der Anwendung. Bei einer Betrachtung der Einschränkungen des Entwicklers muss die Wirtschaftlichkeit der Umgebung geprüft werden. Die verwendete Hardware macht bei Neukauf in etwa die Hälfte der Gesamtkosten der Umgebung aus. Von den verwendeten Programmen sind 5 kostenpflichtig, wobei die Lizenz für ESRI ArcGIS den größten Kostenfaktor ausmacht, den man durch Verwendung eines anderen GIS umgehen könnte. Die Produkte von Google sind für Privatanwender gratis, zur kommerziellen Verwendung allerdings ebenso kostenpflichtig. Trotzdem kann man bei Berücksichtigung der Kosten für Hard- und Software von einer *kostengünstigen* Umsetzung im Sinne der Ausgangshypothese sprechen.

6.3.3 Arbeitsschritte der Implementierung

Arbeitsschritt Objektschlüssel und Datenrecherche:

Folgender Objektschlüssel wurde umgesetzt, um das touristische Angebot der Region zu gliedern:

- ELSBEERE
- WANDERN
 - Wanderwege
 - Jakobsweg
 - WIR-Rundwanderweg

- SPORT
 - Rad Fahren
 - Einfache Radwege
 - Mountainbikestrecken
 - Reiten
 - Schwimmen und Klettern
- KULINARIK
 - Schutzhäuser und Gaststätten
 - Restaurants
- ÜBERNACHTEN
 - Pensionen, Urlaub am Bauernhof
 - Hotels
- SEHENSWÜRDIGKEITEN
 - Museen und Ausstellungen
 - Gipfel und Aussichtspunkte
 - Burgen, Schlösser und Ruinen
 - Kirchen und Kapellen
- GEMEINDEN

Zusätzlich besitzt die Applikation noch folgende Elemente: ein Videoquiz in dem die Highlights der Region präsentiert werden, die Regionsgrenze, Hintergrundkarten, aktuelle Wetterinformationen und das Regionslogo.

Datenaufbereitung mittels GIS:

Die Digitalisierungsgrundlage ÖK50 wurde mithilfe des *Define Projection*-Befehls der ArcToolbox vom vorhandenen Bezugssystem (UTM-Koordinaten Zone 15) auf WGS84 Geografische Koordinaten umprojiziert, um dem in Google Earth verwendeten Referenzsystem zu entsprechen. Die Verkehrswege wurden analog von MGI 34, Gauß Krüger-Abbildung ebenfalls zu WGS84, Geographische Koordinaten, umprojiziert. Danach wurden in diesem System die punkt- und linienhaften Objekte entsprechend des Objektschlüssels digitalisiert. Anschließend wurden diese Objekte mittels des ArcToolbox Befehls *Layer to KML* in .kmz-Daten transformiert.

Weiterbearbeitung mit Google Earth, HTML- und XML-Editor:

In Google Earth wurden die verschiedenen Files in ein einziges .kml-File zusammengeführt und grafisch bearbeitet. Ab hier erfolgten die Arbeitsschritte in kombinierter Anwendung von HTML- und XML-Editor, sowie des GUI von Google Earth. Es wurden einheitliche Styles definiert, um verschiedene Objekt-Attribute darzustellen. Zu den dargestellten Objekten wurden systematisch Bilder, Beschreibungen, Öffnungszeiten, Preise und Links recherchiert - online und durch Feldbegehungen - was den zeitintensivsten Arbeitsschritt des Projektes darstellte. Diese Daten dienten als Inhalt der verknüpften Popups. Bild- und Textmaterial stammen teilweise von den Eigentümern der jeweiligen Betriebe, beziehungsweise von den Gemeinden. Die Fotos wurden zum Zweck eines einheitlichen Erscheinungsbildes auf zwei standardisierte Größen (448x336px; 640x448px) skaliert. Die Hintergrundfarben der Popups variieren attributspezifisch, wobei versucht wurde eine möglichst assoziative Farbgebung zu verwenden.

Umwandlung der ÖK50 in eine Hintergrundkarte

Mithilfe des *Fishnet*-Befehls wurde der Rahmen des gewünschten Kartenausschnitts erstellt (Grenzen: 48,28°N, 16,05°E, 48,03°S, 15,6°W), der anschließend für den *Clip*-Befehl als Output-Extent diente. Als zu beschneidender Input wurden der Situationslayer der ÖK50 und die ÖK200 herangezogen. Der Output der ÖK50 wurde anschließend in vier Teile zugeschnitten, um bei der Anzeige in Google Earth die Ladezeiten zu verkürzen. Die vier Teile der Hintergrundkarte wurden als *GroundOverlays* in die KML-Datei eingefügt und halbtransparent gesetzt, um ein Durchscheinen des Satellitenbildes zu ermöglichen. Durch die Anwendung von *Regions* konnte ein Maßstabsbereich definiert werden, ab dem die einzelnen Hintergrundbilder angezeigt werden. (Anzeige ab einer Bildschirmgröße von 700 Pixel - das entspricht bei einer Bildschirmauflösung von 1280x800 einem Maßstab von ca. 1:80.000) Die Übersichtskarte erscheint bis zu einer Größe von 1300 Pixel (ca. Maßstab 1:100.000), und wurde nicht transparent gesetzt. ÖK200 und ÖK50 als Hintergrundkarten gehen beim Zoomen ineinander über, wodurch sich ein Effekt des stufenweisen Zooms ergibt.

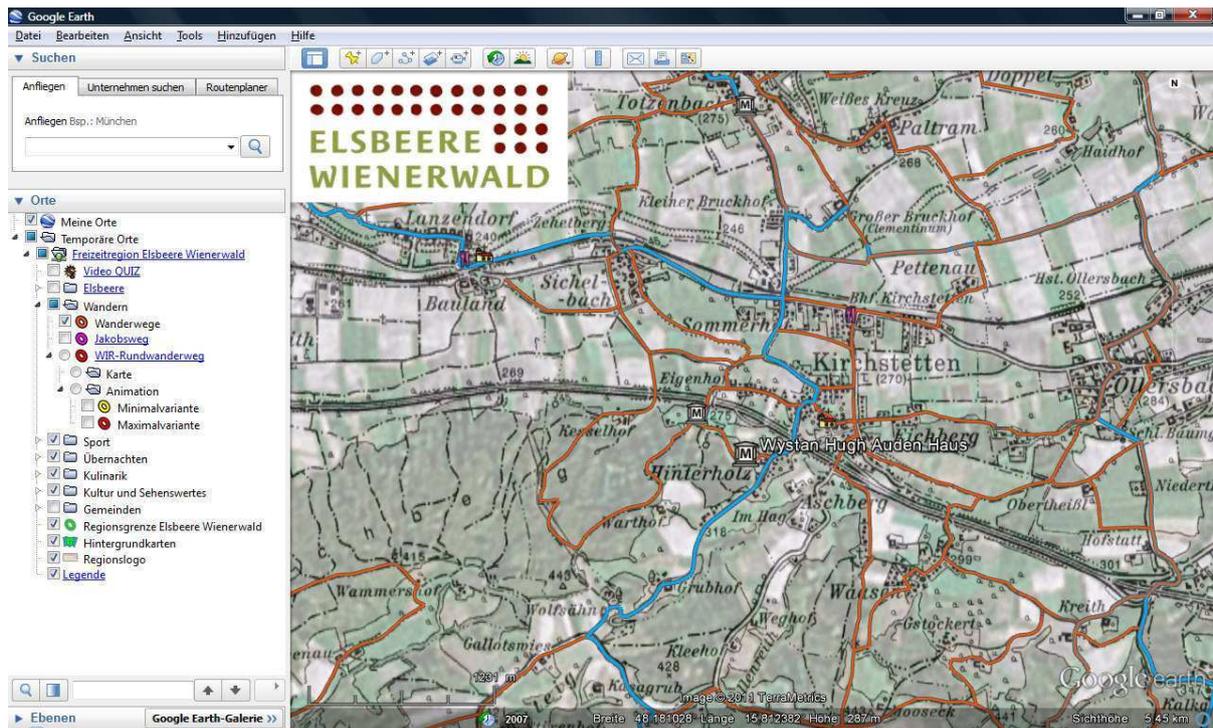


Abbildung 17 - Transparente ÖK50 als Hintergrundkarte in der Applikation „Freizeitregion Elsbeere Wienerwald“

Arbeitsschritt Regionengrenze:

In ArcMap wurde aus den Gemeindedaten (Polygon-Shapefile) ein Polygon in Form der Region erstellt. Dieses wurde anschließend, wie die restlichen Layer als .kmz exportiert. In Google Earth wurde die Transparenz der Fläche auf 100% gesetzt, und die Grenze als Liniensignatur editiert.

Darstellung des WIR-Rundwanderweges:

Durch einen Hyperlink in der Legende ist ein Höhenprofil des Rundwanderweges erkennbar. Dieses wurde mithilfe einer implementierten Funktion des Programmes A-MAP FLY erstellt und anschließend mittels Adobe Illustrator grafisch aufbereitet. Der Benutzer hat die Option zwischen einer statischen und einer dynamischen Kartenansicht des WIR-Rundwanderweges zu wählen. Beide Optionen zeigen eine Maximal- und Minimalvariante, welche sich aus dem vorhandenen Wegenetz ergibt. Bei Aktivierung der dynamischen Variante aktiviert sich ein Zeitleistenregler von Google Earth, der erlaubt die Wanderung *abzuspielen*. Die Liniensignatur des Weges erscheint dabei Stück für Stück. Durch die Kürze der Teilstücke entsteht der Effekt einer fließenden Bewegung. Der Erscheinungszeitpunkt der einzelnen Abschnitte entspricht dem Zeitpunkt ihrer Zurücklegung bei konstanter Geschwindigkeit. Die

Gehzeiten für die einzelnen Teilstücke wurden separat berechnet, und danach jedem Teilstück ein Zeitpunkt zugewiesen. Die Zeitleiste lässt sich sowohl automatisch abspielen, als auch gezielt verschieben.

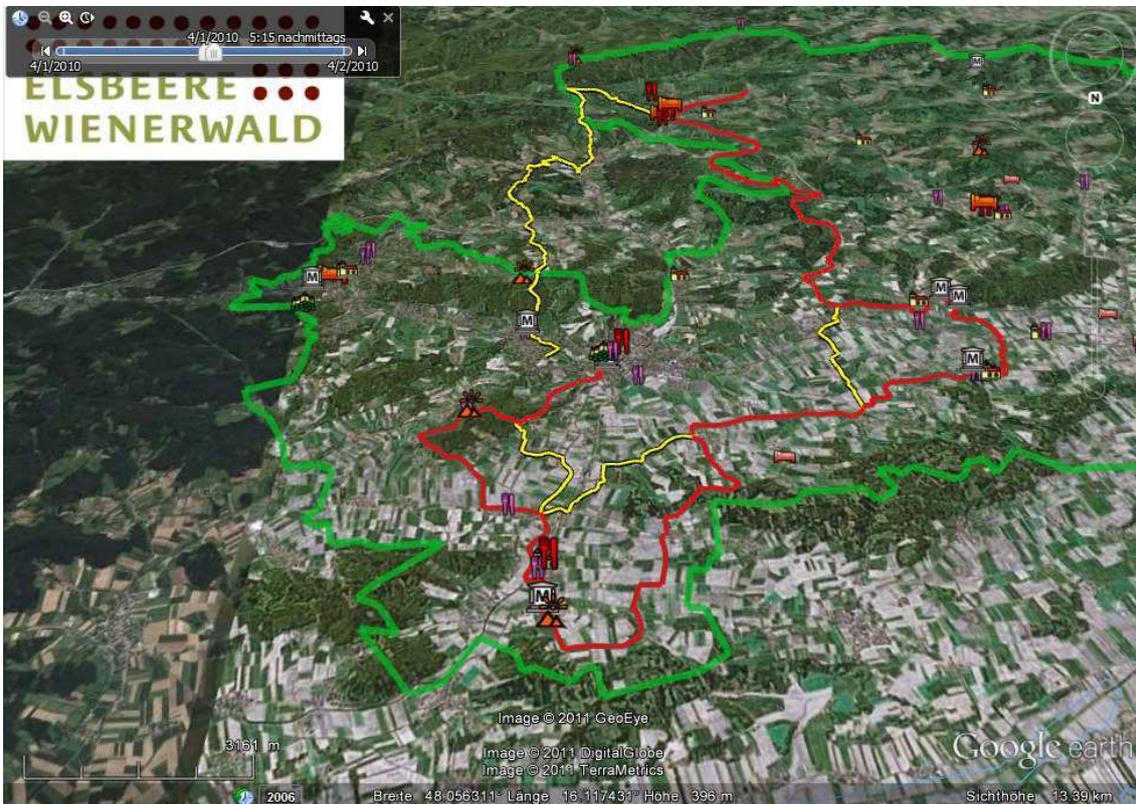


Abbildung 18 - Animation der Minimal- und Maximalvariante des WIR-Rundwanderweges

Erstellung der Signaturen:

Google Earth ist nicht in der Lage linienhafte Signaturen mit einem Rand auszustatten. Daher war es notwendig linienhafte Objekte zu duplizieren, und einmal als dicke dunkle Signatur, einmal als dünne farbige darzustellen, wodurch sich ein Fülleffekt ergibt. Die linienhaften Signaturen sind lediglich ein- und ausschaltbar. Im Gegensatz dazu wurden alle lokalen Signaturen mit einem Popup verknüpft, das tiefere Informationen beinhaltet. Für die Objektgruppen Kulinarik, Übernachten, Sport, Gemeinden und Video Quiz wurden von Google Earth standardmäßig vordefinierte Signaturen verwendet. Mithilfe des Adobe Illustrator CS3 wurden für die Kategorien Elsbeere und Sehenswürdigkeiten bildhafte Signaturen erstellt. Diese sind leicht verständlich und an die Gegebenheiten in der Region angepasst. Die Signatur Elsbeere verwendet die im Regionslogo genutzte Darstellung der Frucht; die Signatur Burg stellt die Burg Neulengbach dar; die

Signatur Kirche ähnelt der Kirche in Lanzendorf. Um sie in Google Earth verwenden zu können mussten die Piktogramme auf einen Server geladen, und die Linkadresse im jeweiligen Style des kml-Files gespeichert werden.

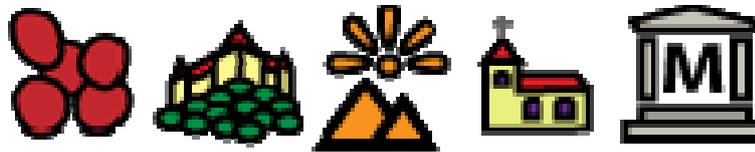


Abbildung 19 - Erstellte Signaturen (Elsbeere, Burg, Gipfel, Kirche, Museum)

Erstellung dreier 3D-Modelle von Gebäuden:

Mithilfe des Programmes Google SketchUp wurden die Gebäude Burg Neulengbach, Buchbergwarte und Filialkirche Lanzendorf modelliert. Der große Vorteil dieses simplen Konstruktionsprogrammes liegt in der Implementierbarkeit des in Google Earth verwendeten digitalen Geländehöhenmodelles. Die Gebäude können direkt auf diesem gestaltet werden, wodurch eine spätere Anpassung an auflösungsbedingte Ungenauigkeiten des DHM entfallen. In einem ersten Schritt wurde in Google SketchUp die Modellgeometrie erstellt. Der zweite Schritt war die Erstellung von Texturen für die Modelloberflächen. Mittels Adobe Photoshop wurden die erforderlichen Oberflächenmuster aus Fotografien der jeweiligen Gebäude entnommen. Die Verwendung von aus Fotografien entnommenen Texturen hat den Vorteil, dass die Darstellung wesentlich realistischer wird. Als letzter Schritt wurden die modellierten Gebäude als KMZ-Dateien exportiert.

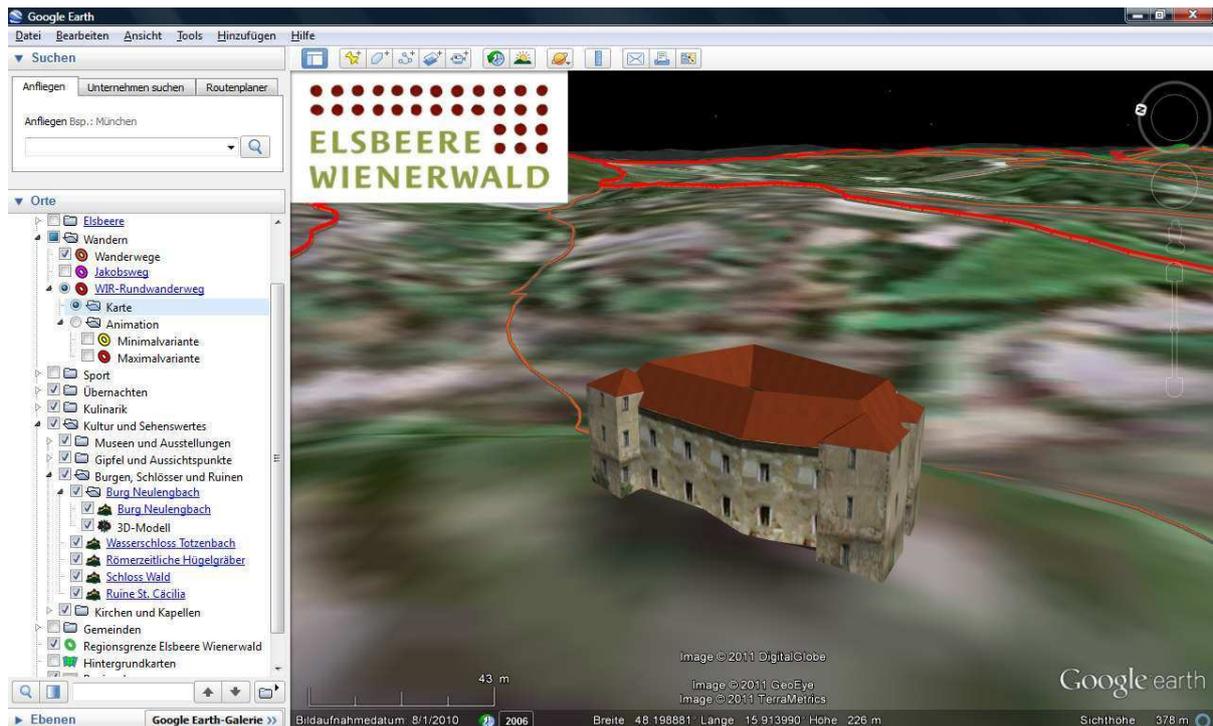


Abbildung 20 - 3D-Modell der Burg Neulengbach in Google Earth

Implementierung eines Spiels

Als Motivations- und Unterhaltungselement wurde ein Spiel gewählt. Im Sinne des Edutainments-Ansatzes, der spielerische multimediale Wissensvermittlung vorsieht, wurde ein Quiz zu den touristischen Highlights der Region erstellt. Um menschliche Gestik, Mimik und natürliche Sprache als Motivationsfaktor zu schaffen, und um das Problem des *Uncanny Valley* zu umgehen, wurden reale menschliche Avatare gewählt, die durch das Spiel leiten. Der Schwierigkeitsgrad der Fragen wurde relativ niedrig angesetzt, da nicht die didaktische Wissensvermittlung, sondern das Wecken von Interesse und positiven Gefühlen Ziel des Spiels sind. Der Einstieg in das Spiel erfolgt über einen Hyperlink in der Legende, woraufhin sich ein Popup öffnet. In diesem läuft daraufhin ein Video, in dem die Moderatoren ein Highlight der Region präsentieren und am Ende eine Quizfrage dazu stellen. Um die Benutzer nicht zu überfordern sind die Inhalte des Videos auch in Form von Text fest gehalten. Am unteren Ende des Popups befinden sich drei mögliche Antwortmöglichkeiten, die als Hyperlinks gekennzeichnet sind. Neben einer falschen Antwort erscheint bei einem Klick JavaScript-gesteuert *Leider Nein!*, die richtige Antwort führt via Fly-by zum nächsten Popup, welches den gleichen Aufbau besitzt. Der Spielfluss ist ohne Unterbrechungen gehalten, trotzdem gibt es für den Spieler jederzeit die Möglichkeit

auszusteigen. Das Quiz dauert ca. 20 Minuten. Der Arbeitsaufwand betrug pro Video ca. 2 Stunden Drehzeit, 3 Stunden Schnitt und 5 Stunden Rendern und Hochladen.

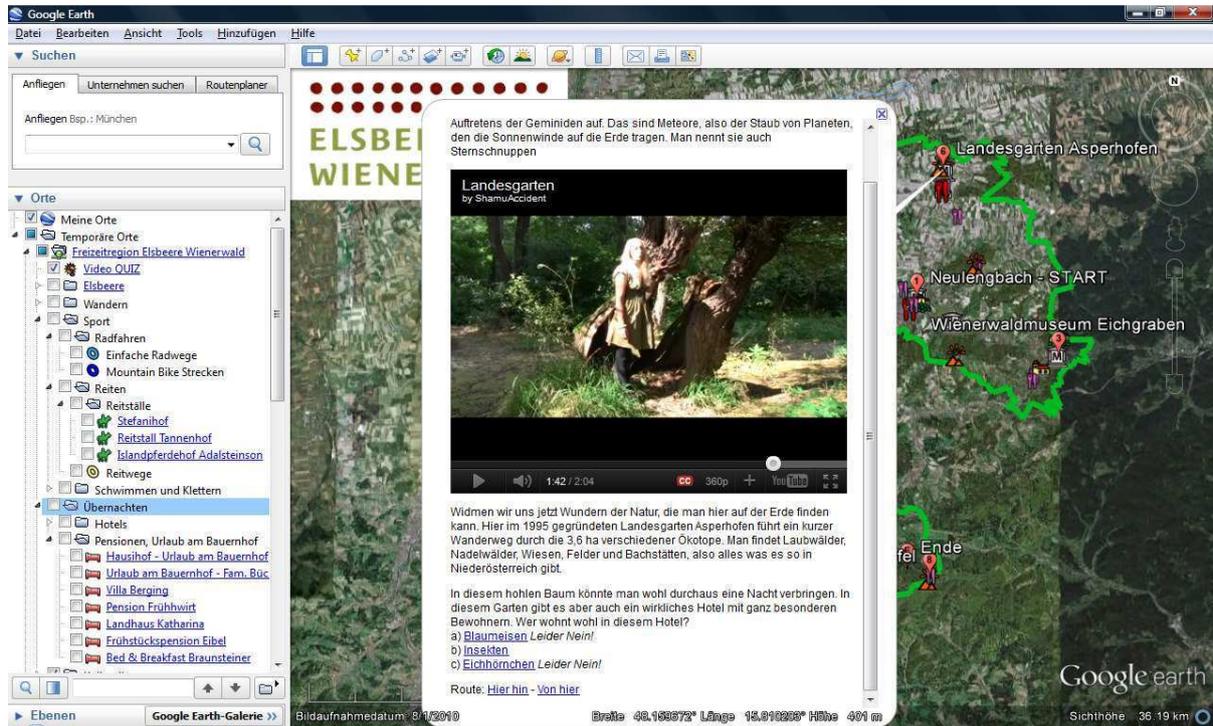


Abbildung 21 - Videoquiz in der Applikation „Freizeitregion Elsbeere Wienerwald“

Legendenkonfiguration:

Eine Reihung der Objekte in der Legende ist in Google Earth durch Drag und Drop möglich. Die Legende verwendet die Ordner-Metapher zur Strukturierung. Dabei können Ordner als *nicht erweiterbar* markiert werden, was im Falle der linienhaften Objekte geschah. Beim WIR-Rundwanderweg wurde die Eigenschaft *Ordnerinhalte als Optionen anzeigen* gewählt. Da dieser Weg als Animation, sowie als statische Karte verfügbar ist würden sich andernfalls mehrere gleichartige Ebenen überlagern. Zudem mussten für die linienhaften Objekte, das Videoquiz, die Hintergrundkarten, die 3D-Modelle und das Regionslogo Piktogramme erstellt werden, welche die standardmäßigen Ordner- bzw. Polygon- und Overlay-Piktogramme in der Legende ersetzen. Dies hatte einerseits den Zweck, dass diese Elemente in der Legende als *Sackgassen* erkennbar sein sollen, andererseits wird erst dadurch die Funktion der Zeichenerklärung erfüllt. Um die Zeichenerklärung auch bei geschlossenen Ordnern zu ermöglichen wurde eine statische Legende als Bild hinzugefügt. Im Zuge der Überarbeitung der interaktiven Legende zeigten sich einige Mängel der Interface-Usability Google Earths.

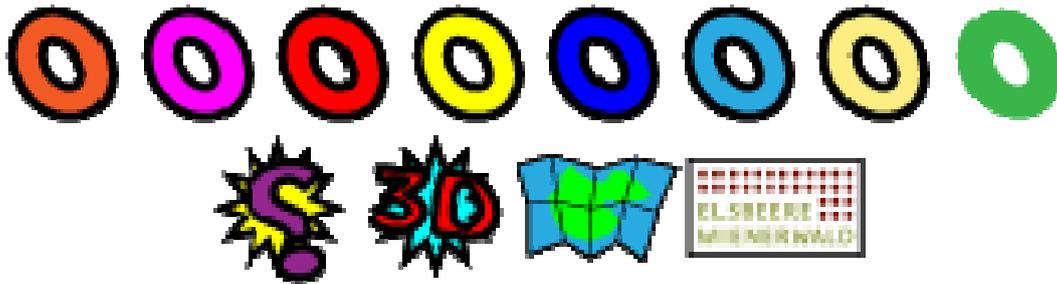


Abbildung 22 - Erstellte Piktogramme für linienhafte Objekte, Videoquiz, 3D-Modelle, Hintergrundkarten und Regionslogo

Erstellung mehrerer NetworkLinks:

Die fertige Applikation wurde auf 5 kml bzw. kmz-Dateien aufgeteilt. Die erste ist eine kurze kml-Datei, die zum Download und zur Speicherung am System des Users gedacht ist, und einen *NetworkLink* enthält. Dieser Link öffnet die zweite kmz-Datei, in der sich die eigentlichen Inhalte befinden, die am Server gespeichert, und somit editierbar, bleiben. Während diese Datei geladen wird erscheint einmalig ein Popup mit einer Begrüßungsformel und Anweisungen zur Bedienung der Karte. Die restlichen drei Dateien sind kmz der 3D-Gebäudemodelle, die jeweils über einen eigenen *NetworkLink* abgerufen werden, sobald sie in der zweiten Datei vom Benutzer aktiviert werden.

6.3.4 Aufgetretene Probleme

Nachdem der erste Entwurf der Applikation erstellt wurde galt es diesen einer formativen Evaluation zu unterziehen, um Schwachstellen zu erkennen, Probleme zu definieren und mögliche Lösungen für diese zu finden.

Problem: Eine Darstellung aller POIs führt bei Ansicht der Gesamtregion zu einer Überladung des Kartenbildes.

Lösung: Alle POIs wurden mithilfe des `<visibility>`-Tags so editiert, dass sie beim Starten der Applikation ausgeblendet sind. Ebenso wäre es möglich gewesen mithilfe des `<Region>`-Tags für einzelne POIs unterschiedliche Maßstabsbereiche zu definieren. Diese Möglichkeit wurde verworfen, da es die freie Auswahl der dargestellten Inhalte durch den Benutzer einschränken würde.

Problem: Wenn alle Objekte gleichzeitig beschriftet sind kommt es bei einer Darstellung des Gesamtgebietes zu einer unästhetischen Überlastung des Kartenbildes.

Lösung: Es wurde der `<StyleMap>`-Tag verwendet, um die Beschriftung erst beim Hervorheben von Objekten anzuzeigen.

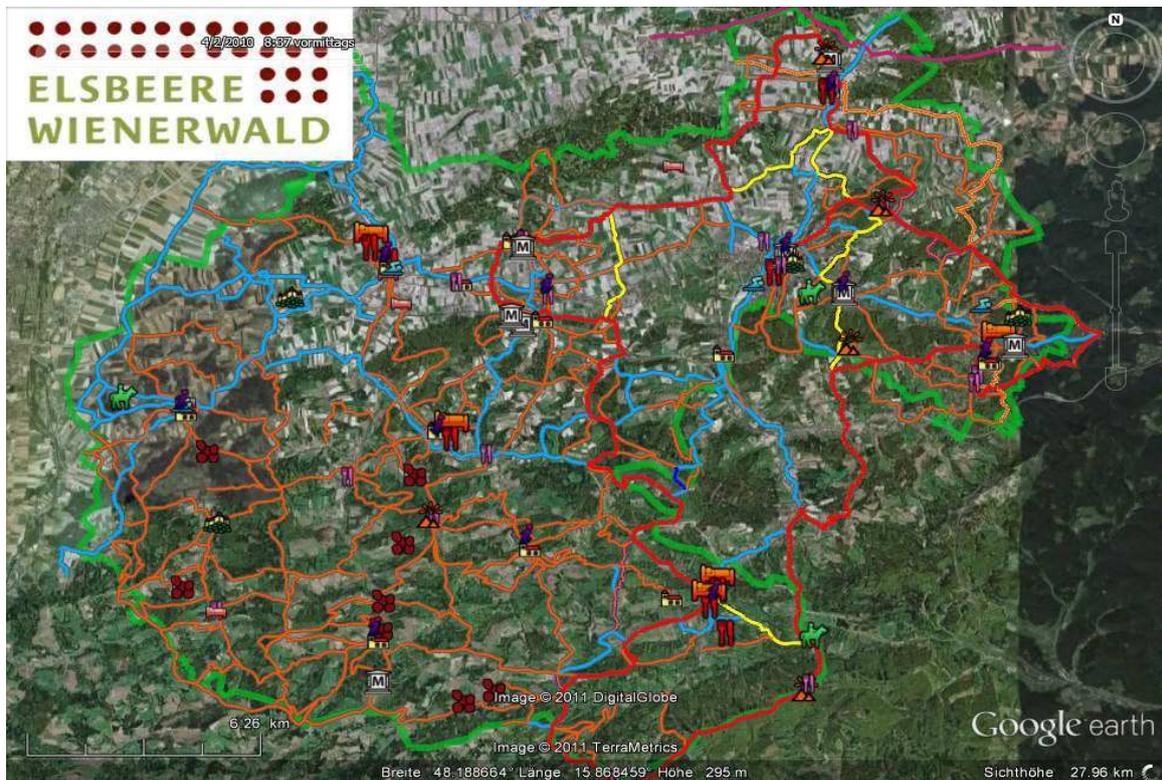


Abbildung 23 - Darstellung des Zielgebietes bei Aktivierung aller Ebenen

Problem: Linienhafte Objekte und die Stationen des Videoquiz sind in Ordnern untergebracht, die nicht geöffnet werden können, und somit Endpunkte in der Objekthierarchie darstellen. Diese Ordner werden in der Legende mit einer standardmäßigen Ordner-Signatur angezeigt.

Lösung: Erstellung von individuellen Ordner-Signaturen für diese Legendeneinträge, und Einbindung über den `<ListStyle>`-Tag.

Problem: Die linienartigen Objekte überlagern sich, und deren Darstellung im Kartenfeld entspricht nicht der Reihung in der Legende.

Lösung: In Google Earth ist es möglich für alle Objekte eine Angabe der Höhe über dem Erdboden zu wählen. Dieser Mechanismus wurde gewählt um die Überlagerung der Wege entsprechend der Legende zu gestalten.

Problem: Bei einem Doppelklick auf die Bezeichnung eines POIs in der Legende wird im Kartenfeld auf diesen gezoomt. Hierbei wird oft ein so großer Maßstab erreicht, dass für den Benutzer die Gefahr der Desorientierung besteht.

Lösung: Jedem POI wurde über den <LookAt>-Tag eine spezifische Ansicht zugewiesen.

Problem: Links zu externen Inhalten unterliegen einer permanenten Veränderung und müssen regelmäßig überprüft werden.

Lösung: Periodische Überprüfung und Aktualisierung von Verknüpfungen zu externen Inhalten.

Problem: Die von Google dargestellten Satellitenbilder besitzen eine relativ geringe Auflösung. Lediglich schmale Bereiche im äußersten Osten und Westen des Gebietes werden hochauflösend dargestellt.

Lösung: Durch die Einbindung ein- und ausschaltbarer Hintergrundkarten wird eine ausreichend hohe Auflösung erreicht. Die Transparenz dieser lässt dabei gleichzeitig die Informationen aus den Satellitenbildern erkennen.

Problem: Die Einbindung einer statischen Legende als *ScreenOverlay* hat den Nachteil, dass der Google Earth-Viewer Farbangezeigefehler bei den Signaturen erzeugt, was im Falle einer Zeichenerklärung nicht akzeptierbar ist, da diese somit ihren Zweck nicht mehr erfüllen kann. Außerdem würde die Legende bei geringen Bildschirmauflösungen einen zu großen Teil des Kartenfeldes überdecken.

Lösung: Die statische Legende wurde als signaturloser Punkt in die Karte eingebunden. Dieser kann nur über einen Klick auf den *Legende*-Link im *Orte*-Panel aktiviert werden, was das Erscheinen der Legende als Popup zur Folge hat.

Ungelöste Probleme und Schwachstellen des Geobrowsers Google Earth:

Problem: Ein Anklicken der Beschriftung eines Objektes führt nicht zur weitergehenden Information in Form eines Popups. Dies ist nicht intuitiv erfassbar.

Problem: Beim einem Doppelklick auf einen Ordner, der angewandt wird um die Karte auf alle darin vorkommenden Objekte zu zentrieren, wird dieser in der Legende geschlossen. Der Benutzer wird dadurch irritiert, dass er nun zwar im Kartenfeld die Objekte der gewünschten Kategorie betrachten kann, sie aber in der Legende nicht mehr beschrieben sind.

Problem: Die Zeitangabe im Zeitleistenregler ist nur im Format *Datum und Uhrzeit* möglich, nicht in *Tage Stunden und Minuten*. Dies erschwert die temporale Orientierung während der Animation des WIR-Rundwanderweges.

Problem: Bei linienartigen Objekten kann es bei einer Veränderung des Kartenausschnitts durch Panen, Zoomen, Drehen und Neigen zu fehlerhaften Anzeigen kommen. Dadurch wirken die Wege lückenhaft, da einige Teilstücke fehlen. Google kennt dieses Problem und weist auf seiner Website darauf hin. (vgl. Google, 2011c)

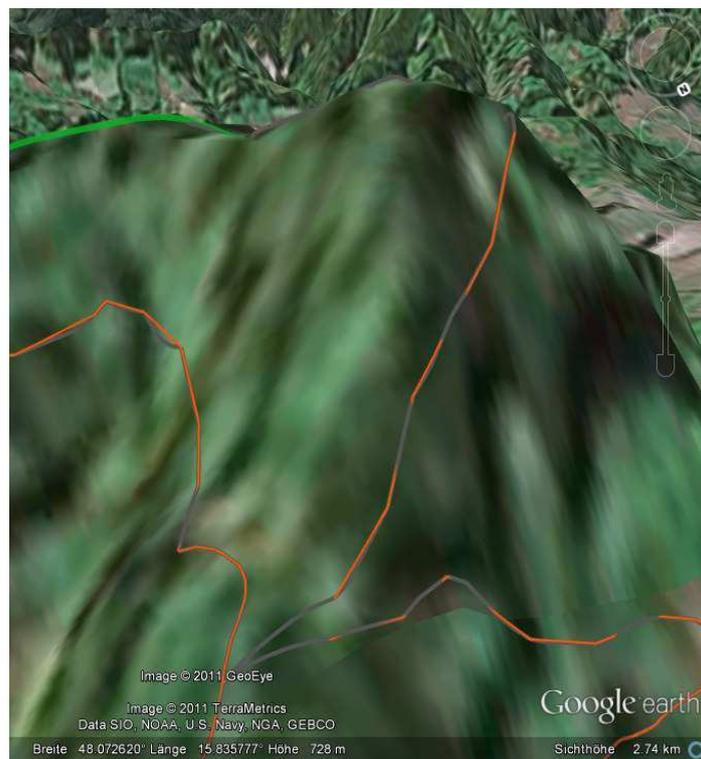


Abbildung 24 - Fehlerhafte Darstellung von linienartigen Objekten in Google Earth

6.4 Ergebnis

6.4.1 Beschreibung

Die Applikation *Freizeitregion Elsbeere Wienerwald* ist eine elektronische, interaktive Online-Karte. Nach Asche kann man sie als eine „Karte, die durch programmtechnische Hinterlegung ausgewählter Signaturen mit aktivierbaren Schaltflächen den Zugriff auf Zusatzinformation in Bild-, Karten- oder Datenform ermöglichen“ bezeichnen. (vgl. Asche, 2001: 13) Die Applikation ist überwiegend statisch, weist aber auch dynamische Elemente auf, darunter den animierten WIR-

Rundwanderweg und Videos. Durch die Einbettung in den dreidimensionalen Raum, der über einen Bildschirm betrachtet wird kann man von Desktop-Virtual Reality sprechen, allerdings bis dato ohne stereoskopisches Sehen. Die Plan-View und Model-View laut Kraak gehen nahtlos ineinander über. Eine Variante der World View ist in Google Earth durch die Verknüpfung mit dem Dienst StreetView gegeben (vgl. Kraak, 2002: 61f), kann allerdings nicht im Rahmen der Applikation angewandt werden, da das Gebiet nicht durch StreetView erfasst ist. Alternativ kann der Benutzer seinen Blickpunkt mithilfe des StreetView-Cursors an den Boden heften, wobei jedoch die Auflösung des Geländemodells zu gering ist, um einen realistischen Eindruck der Erdoberfläche zu vermitteln. Durch die Verwendung von aus Fotografien entnommenen Texturen vermitteln die dargestellten 3D-Modelle dreier touristisch relevanter Gebäude ein realistisches Bild dieser. In Anlehnung an Brodlie (vgl. Brodlie et al., 2002: 10) handelt es sich bei der Applikation um Virtual Reality vom Typ A: VR nutzt Methoden der interaktiven Visualisierung, mit deren Hilfe der User die Repräsentation der Daten frei verändern kann. Zudem kann der User ungeachtet von physikalischen Erfordernissen der realen Welt navigieren. Im Spektrum der Virtual Reality (vgl. Brodlie, El-Khalili, 2002: 35) kann man Google Earth den „Virtual Environments“ zuordnen. Die Einbindung von Avataren, zur Vermittlung der *körperlichen Dimension* geschieht bei der Karte *Freizeitregion Elsbeere Wienerwald* innerhalb der Videos.

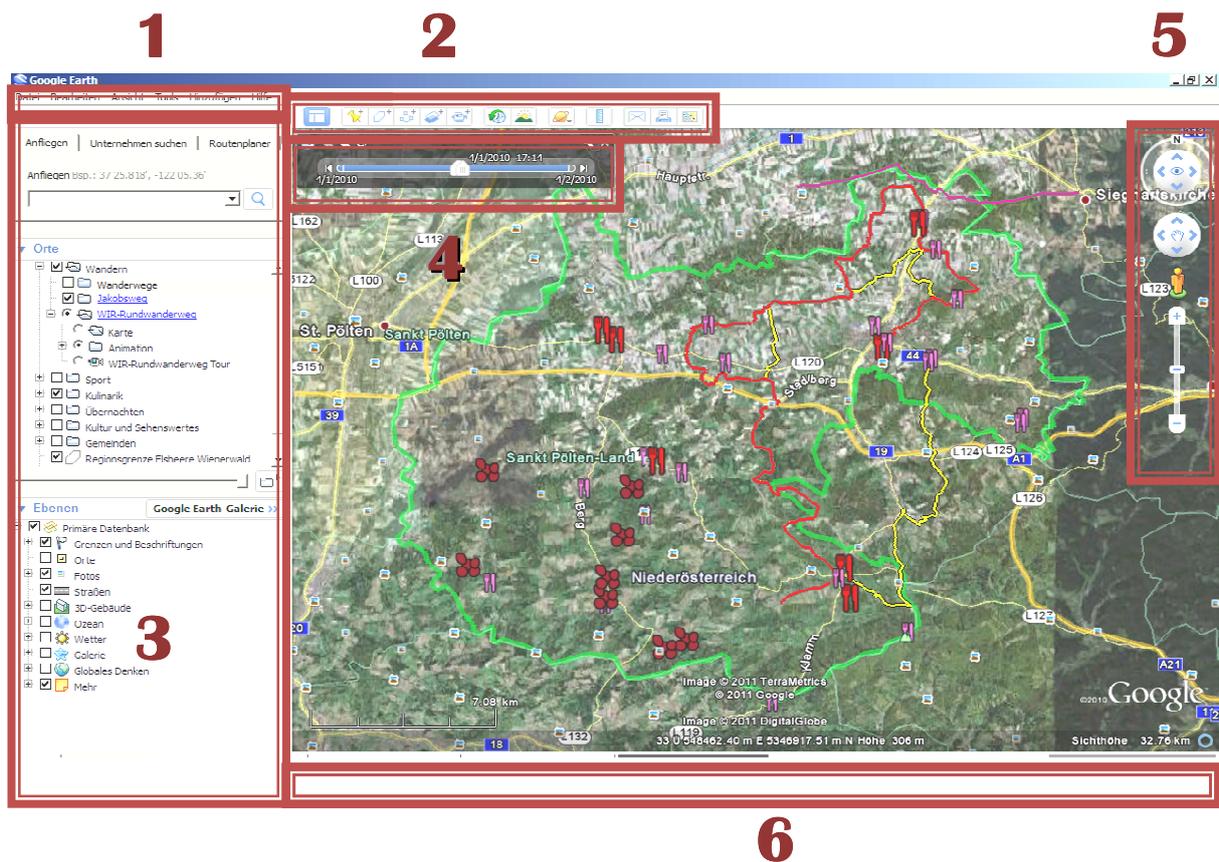
Google Earth bietet umfangreiche Methoden der räumlichen Interaktivität. Praktisch stufenlos veränderbar sind der Darstellungsraum, der Maßstab, die Orientierung und der Betrachtungswinkel. Die Steuerung erfolgt durch Maus und Tastatur. Panen ist durch freies Verschieben mittels Maus oder Tastatur möglich, sowie durch Pfeil-Schaltetelemente eines standardmäßig dargestellten Steuerfeldes. Über die Programmooptionen ist definierbar, ob sich dabei der Benutzer verschiebt, oder die Erde. Ein Problem beim Panen ist, dass die Karte sich bei der Steuerung mit der Maus nach dem Klicken noch weiter bewegt. Dadurch wird die Navigation zwar *fließender*, aber auch weniger exakt. Zoomen ist durch Mausrad, Doppelklick, Tastatur oder grafischen Schieberegler möglich. Es handelt sich dabei um dynamisches Zoomen, da sich die dargestellten Objekte permanent an den Kartenausschnitt anpassen, wobei die Objektdichte unabhängig vom Kartenausschnitt annähernd gleich bleibt. Die Größe der Signaturen variiert nicht mit dem Maßstab. Durch Neigen entsteht im Viewer eine zentralperspektivische

progressive Perspektive, ähnlich einem Panoramaschaubild. Google Earth erlaubt analoges Drehen in sämtliche Himmelsrichtungen und besitzt eine Funktion zum Norden der Karte. Diese Funktion ist wichtig, da das Verschieben des Kartenausschnitts leider Abweichungen zur Nordorientierung erzeugt, was einerseits gewünscht sein kann, andererseits die Orientierung für unerfahrene Kartennutzer deutlich erschwert. Es ist sowohl stationäre, als auch mobile Navigation möglich. Stationäre Navigation wird durch die StreetView-Option ermöglicht, welche den Standpunkt des Betrachters *an den Boden heftet* und ihm dort erlaubt sich via Tastatur oder anklickbarer Bedienelemente *umzublicken*. Bei der mobilen Navigation kann der User entweder selbst steuern, oder aber auch an einem vorbereiteten Flug teilnehmen. Sowohl Fly-bys als auch Fly-throughs sind möglich, und können in der Applikation *Freizeitregion Elsbeere Wienerwald* über die im Viewer standardmäßig verfügbare Funktion *Tour abspielen* für jedes Element der Legende im *Orte*-Panel angewandt werden. Alle räumlichen Orientierungselemente sind optional und können vom Benutzer ein- und ausgeblendet werden. Dazu zählen: die geografische Länge und Breite sowie die Höhe über Grund der Mauszeiger-Position, die Sichthöhe des Betrachters und eine Übersichtskarte mit Suchkreuz und die Maßstabsleiste. Leider ist in Google Earth keine numerische Maßstabsangabe möglich.

Grafisch-manipulatorische Interaktivität wird durch das Ein- und Ausblenden von Objekten umgesetzt, was über die Legende innerhalb der Seitenleiste gesteuert wird. Über den Zeitleistenregler, der erscheint sobald der Benutzer Objekte mit temporalen Eigenschaften aktiviert, können sowohl einzelne Zeitpunkte, als auch Zeitspannen eines definierten Zeitraumes ausgewählt werden, wodurch multitemporale Informationsebenen geschaffen werden. In Google Earth findet keine automatische Generalisierung statt, wodurch es beim Einblenden mehrerer Ebenen rasch zu einer unästhetischen Überlastung des Kartenbildes kommen kann. Die Signaturen verhalten sich interaktiv und können dem User Feedback über sein Verhalten geben. Sobald sich der Benutzer mit dem Mauszeiger über einem Objekt befindet gilt dieses als *hervorgehoben*. Dabei ist prinzipiell eine Variation aller grafischen Variablen möglich, standardmäßig variiert jedoch die Größe. Die Beschriftungs- und Symbolgröße ist über die Programmooptionen in 3 Stufen variierbar. Die auf die Beschriftung anwendbaren Variablen sind Schriftart, Schriftgröße, Schriftschnitt, Schriftauszeichnung und Schriftfarbe. Die Schriftorientierung verläuft unabhängig vom Kartenbild immer waagrecht von links nach rechts. Die

Geländehöhenverstärkung ist per Programmoptionen auf einer Skala von 0,5 bis 3 einstellbar. Weitere Methoden der grafisch-manipulatorischen Interaktivität, wie die Variation von Schwellenwerten, Temporal- oder Geographic Brushing werden in der Applikation *Freizeitregion Elsbeere-Wienerwald* nicht verwendet, da sie im Google Earth Viewer nicht umsetzbar sind.

Das Programm bietet jedoch zahlreiche Umsetzungsmöglichkeiten für Methoden des Interaktiven Informationsaustausches. Die standardmäßig verfügbaren kartometrischen Funktionen sind die Messung einfacher Strecken, mehrteiliger Pfade, Winkel und ein integrierter Routenplaner. Dies ermöglicht es einen Anfahrtsplan zu jedem einzelnen POI anzuzeigen. Die Messung von Flächen ist nicht durchführbar, ebenso werden keinerlei Analyse- und Statistikfunktionen unterstützt. Die wichtigste Funktion der Applikation ist die Verknüpfung mit tiefergehender Information. Dies geschieht über Popups, die sich öffnen, sobald man entweder auf ein Objekt in der Karte klickt, oder - via Intra-Link - auf dessen Titulierung in der Legende. In diesen Fenstern sind Texte, Links, Bilder, Videos und Audiodateien integrierbar; außerdem unterstützen sie HTML-Tags, SVG, Flash und JavaScript. Die Hintergrundfarbe der Popups in der Applikation *Freizeitregion Elsbeere-Wienerwald* variiert je nach Objektgruppe, um den Benutzer bei der thematischen Orientierung zu unterstützen. Bis auf einige Inter-Links, welche von einem Popup zum nächsten führen, werden größtenteils Extra-Links zur Verfügung gestellt. Die externen Inhalte der Links können entweder innerhalb des Geobrowsers angezeigt werden, oder über den Webbrowser. Google Earth erlaubt zudem die Kommunikation mit anderen Nutzern. Erstellte Inhalte können an Google übermittelt werden, und werden durch die Aufnahme in die Google Earth Gallery global öffentlich verfügbar. Zudem besteht eine Verknüpfung mit anderen Google-Services wie Panoramio und Picasa, sowie zu Wikipedia, Tripadvisor und anderen Plattformen des Web2.0, über die User-generierter Content konsumiert werden kann.



1. Drop-Down-Menü, 2. Symbolleiste, 3. Seitenleiste, 4. Zeitschieberegl器,
5. Navigatorische Steuerelemente, 6. Navigationszeile

Abbildung 25 - Kartenrandausstattung bei Google Earth.

Die interaktive Kartenrandausstattung besteht aus einem Drop-Down Menü, einer Symbolleiste, einer Seitenleiste, dem Zeitschieberegl器, einem Steuerfeld für die räumliche Interaktivität und einer Navigationszeile. Die Symbolleiste enthält Icons zur Objektmanipulation und ermöglicht das Einblenden einer inhaltlichen Ebene, nämlich historischer Karten und die Manipulation der Schummerung durch eine Änderung des Lichteinfalls durch den Sonnenverlauf. Zudem ist ein Wechsel auf andere Himmelskörper möglich, und Icons zur Längenmessung und den Funktionen Email, Druck und Öffnen mit Google Maps sind auf der Symbolleiste untergebracht. Auf der linken Bildschirmseite befindet sich die an- und ausschaltbare Seitenleiste. Sie enthält eine Suchfunktion mit Routenplaner; ein Panel *Orte*, welches als Ordnerstruktur für selbst hinzugefügte Inhalte dient - und somit für sämtliche Inhalte der Applikation *Freizeitregion Elsbeere Wienerwald* -, und ein Panel *Ebenen* für standardmäßig vorgegebene Inhalte. Hier befindet sich auch ein Link zur Google Earth Gallery, in der kml-Files zum Download angeboten werden. Die Panele *Orte* und *Ebenen* können als zwei voneinander unabhängige „Control Panel Legends“

(vgl. van den Worm, 2001: 94f) angesehen werden. Die Objekte sind darin über eine Ordnerstruktur hierarchisch organisiert und mit dem Kartenfeld dynamisch verknüpft. Allerdings ist das Ein- und Ausblenden von Ebenen nur über die Legende möglich, und die Legende ändert sich bei einer Veränderung des Kartenausschnittes nicht. Auch räumliche Navigation ist über die Legende möglich: Bei einem Doppelklick auf die Titulierung eines Objektes erfolgt ein Fly-by zu diesem. Zusätzlich wurde eine statische Legende implementiert, die zwar nicht mit dem Kartenbild verknüpft ist, jedoch auf übersichtliche Weise alle verwendeten Signaturen erklärt. Ein Kartentitel ist für kml bzw. kmz-Dateien standardmäßig nicht vorgegeben, ist jedoch über die Implementation von *ScreenOverlays* möglich. In diesem Fall wurde das Logo der Region Elsbeere Wienerwald gewählt, um erstens eine Anknüpfung an das Corporate Design des Tourismusgebietes zu schaffen, und zweitens als thematische Orientierungshilfe für den Nutzer. Im unteren Teil des Kartenfeldes erfolgte eine dynamische Anzeige der Quelle der dargestellten Luftbilder bzw. Satellitenfotos.

Interaktive Signaturen müssen laut van den Worm (vgl. van den Worm, 2001: 89) auf den ersten Blick als solche erkennbar sein. In der Karte *Freizeitregion Elsbeere Wienerwald* heben sich die Signaturen stark von der Basiskarte ab, und lokale Signaturen variieren ihre Größe, bei einer Aktivierung durch den Mauszeiger. Dies trifft auf alle Zeichen zu, die Hintergrundinformationen in Form von Popups bieten. Bei den Themen Kulinarik und Übernachtung wurde folgende Syntax verwendet: *Höherwertigere* Betriebe werden durch größere und farbtintensivere Signaturen dargestellt, *einfachere* durch kleinere Signaturen mit eher matten Farben. Bei allen Zeichen wurde darauf geachtet, dass der Benutzer intuitiv deren Bedeutung erkennt, was durch die Verwendung bildhafter Signaturen geschah. Die Signaturen dienen als Schlüssel zu weiterer Information, auf deren Grundlage Emotionen vermittelt, Wissen geschaffen und Handlungen gesetzt werden sollen. Aufgrund der leichteren Bedienbarkeit wurden nur die punkthaften Objekte im Kartenfeld interaktiv implementiert.

In KML ist über den Befehl `<StyleMap>` eine Zuweisung von zwei verschiedenen Signaturen und damit gekoppelten Beschriftungen für ein Objekt möglich, und zwar für die Zustände *normal* und *hervorgehoben*. Theoretisch wäre hier jede mögliche duale grafische Variation vorstellbar. Diese muss allerdings erst in der kml-Datei definiert werden. Standardmäßig werden hervorgehobene Objekte um den Faktor 1,2

größer gemacht, was für den Zweck der Rückmeldung für den Benutzer, dass er dieses Objekt gerade ausgewählt hat, auch in der Karte *Freizeitregion Elsbeere Wienerwald* genügt. Die Beschriftung wurde bei den meisten Objekten so gewählt, dass sie erst bei der Aktivierung erscheint, da es sonst zu einer unästhetischen Überlastung des Kartenbildes kommen würde. Der Benutzer kann durch eine Neudefinition der Eigenschaften von Objekten, welche er durch Rechtsklick einsehen kann, die verwendeten Signaturen verändern, und deren Größe und Farbe variieren. Auch eine Variation dynamischer Variablen ist möglich. Über ein Einstellungs-Icon am Zeitschieberegler kann die Abspielgeschwindigkeit, und somit die Dauer, der Animation des WIR-Rundwanderweges angepasst werden.

Um eine realistischere Darstellung des Gebietes zu ermöglichen, und einen tieferen Einblick in den Charakter der Region zu vermitteln, wurde die Karte mit anderen Medien kombiniert. (vgl. Dransch, 1999: 47) Die touristischen Highlights der Region wurden durch Kombination mehrerer Medien - Text, Bilder, 3D-Modelle, Videos - hervorgehoben, und sollen dem Benutzer dadurch besonders in Erinnerung bleiben. Es kommen alle drei Arten von Links nach Borchert (vgl. Borchert, 1999: 80) vor. Intra-Links verknüpfen die Legende mit dem Karteninhalt; ein Klick auf die Bezeichnung eines Objektes oder Ordners öffnet ein Popup-Fenster. Inter-Links führen von einem Popup zum nächsten, was im Videoquiz Anwendung findet, und Extra-Links - Hyperlinks und Telefonnummern - verknüpfen die Karte mit den jeweiligen Betrieben. Links, die für den User wichtige Informationen enthalten, sind in normaler Schriftgröße, blau und unterstrichen gehalten, und somit sofort als Link erkennbar. Formal notwendige Links, wie Quellenangaben, sind in kleinerer Schriftgröße abgebildet, um keine unnötige Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen. Auch bei den verwendeten Bildern werden bestimmte Objekte durch ihre Bildgröße in ihrer Prägnanz hervorgehoben. Die Bilder und Videos besitzen zwei Funktionen. Die Zeigefunktion wird durch die Verwendung realistischer Darstellungen erfüllt, dazu zählen die Fotos, 3D-Gebäudemodelle mit fotorealistischen Texturen, Videoaufnahmen und die darin verwendete natürliche Sprache. Realistische Darstellungen erhöhen die Wissensgenerierung und situieren den Nutzer. (vgl. Dransch, 1999: 47) Die Motivationsfunktion wird durch emotionale Medien erfüllt, also farbenprächtige ausdrucksstarke Bilder, thematisch angepasste Hintergrundmusik und die Verwendung von Gestik und Mimik menschlicher Avatare.

Die Darstellung echter Menschen dient zur Überwindung des „Uncanny Valley“ (vgl. Mori, 1970), welches negative Emotionen auslöst.

Die Informationsverarbeitung erfolgt vollständig clientseitig. Ein Teil der Inhalte, nämlich die Grundstruktur und die Vektordaten, werden in zwei Schritten auf Clientseite gespeichert und geöffnet. Im ersten Schritt lädt der Benutzer eine kleine kml-Datei mit einigen wenigen Kilobyte auf sein System. Öffnet er diese im Google Earth Viewer wird die eigentliche Applikation als kmz vom Server heruntergeladen und von Google Earth interpretiert. Dies erfüllt den Zweck, dass der Anbieter die Karte durch Editieren am Server permanent aktuell halten kann. Die weitere Verarbeitung findet dann am System des Benutzers statt, der hier auch die Freiheit genießt beliebig Objekte zu manipulieren, hinzuzufügen und zu löschen. Bilddateien und Videos, darunter die Hintergrundkarten, werden bei Bedarf vom Server abgerufen. Auch die drei 3D-Gebäudemodelle werden erst bei Bedarf als externe kmz-Dateien in die Karte eingebunden. Als technische Umsetzungsmethode wurde KML verwendet mit eingebetteten HTML- und JavaScript-Elementen.

Der intendierte Verwendungszweck der Applikation ist die anschauliche Präsentation der Tourismusregion, das Verfügbarmachen von praktischer Information zum Besuch dieser und die Schaffung eines positiven Bildes. Im Sinne des Edutainments wurde die „Gaming Metaphor“ (vgl. Cartwright, 2004) angewandt, und ein Spiel implementiert, das sowohl lehrreich als auch unterhaltsam sein soll. Eine Einordnung der Karte *Freizeitregion Elsbeere Wienerwald* in den Map Use Cube (vgl. MacEachren, Kraak, 1997: 338) soll ihren Verwendungszweck verdeutlichen. Da die Karte einer möglichst breiten Öffentlichkeit zur Verfügung stehen soll ist sie am oberen Public-Ende der Audience-Skala zu verorten. Die Karte soll dem Benutzer größtenteils Unbekanntes vermitteln, befindet sich auf der Audience-Achse also eher vorne im Würfel. Der Grad der Interaktivität ist schließlich mittig einzuordnen, wobei eine genauere Untersuchung durch eine typologische Evaluierung notwendig ist. Durch einen mittleren Grad an Interaktivität ist die Gefahr geringer den Nutzer zu überfordern. Dies macht Sinn in Anbetracht der Zielgruppe Laien. Dadurch erfüllt die Interaktivität ihren Nutzen als Katalysator des Verwendungszweckes. Die Bedienung des Interface ist intuitiv, fehlerresistent und leicht erlernbar. Dadurch, dass verschiedenste KML- Dateien mit dem Geobrowser geöffnet werden können tritt eine Art Routine ein, welche die Nutzer erlernen und im Gedächtnis behalten. Somit

müssen Benutzer die Google Earth schon zuvor verwendet haben sich nicht mehr mit neuen Steuer- und Manipulationsmechanismen vertraut machen. Die Geschwindigkeit der Rückmeldungen auf Reaktionen des Benutzers hängt - wie bei clientseitigen Anwendungen üblich - von der Leistung seines Systems ab, also der Leistungsfähigkeit seines Rechners und seiner Internetverbindung. Als schwer zu fassender Punkt gilt die subjektive Zufriedenheit, die ebenfalls individuell stark schwanken kann. Die in der Applikation *Freizeitregion Elsbeere Wienerwald* unterstützen Interaktionsstile sind *Direkte Manipulation* über das Kartenfeld, *Menüauswahl* über die Legende und die Menüauswahlleiste des Google Earth Viewers, und *Eingabefelder* in den Programmooptionen und innerhalb der Panels *Orte* und *Suchen* in der Seitenleiste. (vgl. Shneiderman, 1998: 97)

Die Auffindbarkeit der Karte hängt von der Auffindbarkeit der Homepage der Region Elsbeere Wienerwald ab, über die sie verbreitet werden soll. Hierzu wurde ein Versuch unternommen die Auffindbarkeit zu beschreiben, und mithilfe der österreichischen Versionen der zwei populärsten Suchmaschinen Google und Bing die Reihung der Homepage bei Eingabe bestimmter Suchbegriffe als Maß der Auffindbarkeit zu dokumentieren. Als Ergebnis lässt sich feststellen, dass eine gezielte Suche nach der Region schnell zum gewünschten Ergebnis führt, die Suche nach Inhalten zu *Elsbeere* ebenso, und die Suche nach Informationen zu *Wienerwald* je nach verwendeter Suchmaschine stark abweichende Ergebnisse bringt.

Suchmaschine	Reihung der Homepage der Region Elsbeere Wienerwald bei Eingabe von ...		
	„Elsbeere Wienerwald“	„Elsbeere“	„Wienerwald“
Google	1.	2.	6.
Bing	1.	8.	82.

Tabelle 4 - Auffindbarkeit der Homepage der Region Elsbeere Wienerwald

Das touristische Angebot der Region ist bewegungsorientiert, da vor allem Wandern, Radfahren, Reiten und der Besuch verschiedener Sehenswürdigkeiten promotet werden soll. Durch die damit verbundene Mobilität der Besucher besteht ein Bedarf an hoher Interaktivität in kartografischen Abbildungen. (vgl. Brown, 2001: 123f) Die Applikation *Freizeitregion Elsbeere Wienerwald* bietet zudem eine dreidimensionale

Darstellung mit dynamischen und temporalen Elementen, wodurch das Gebiet in seinen raum-zeitlichen Dimensionen greifbarer wird. Durch zwei verschiedene Hintergrundkarten, stufenloses Zoomen und leicht erreichbare Hintergrundinformationen ist sowohl der Gesamtüberblick, als auch eine Detailplanung möglich. Der Benutzer findet zu jedem Objekt konkrete Informationen über Öffnungszeiten, Preise und Kontaktmöglichkeiten. Die Anreisewege lassen sich für jedes Objekt der Karte einfach durch einen Klick auf den bereitgestellten *nach hier*-Link ermitteln. Zur einfacheren Planung eines Besuches wurden ebenfalls aktuelle Wetterinformationen und Vorhersagen für die nächsten zwei Tage implementiert. Hierfür wurde ein Gratis-Service der Wetterinformations-Anbieters www.wetter.at implementiert. Die touristischen Highlights werden durch Einbindung in das Videoquiz hervorgehoben, welches auch den ersten Punkt in der Legende darstellt. Die Gastro- und Hotel-Leitbetriebe der Region wurden durch die Vergabe prägnanterer Signaturen ebenso hervorgehoben. Bei der Planung der Applikation war zudem wichtig, dass alle 11 Gemeinden annähernd *gleichmäßig stark* repräsentiert werden, was die Anzahl der in der Karte dargestellten Points of Interest betrifft.

6.4.2 Evaluierung der Interaktivität

Dieses Ergebnis ist nun der Prototyp für die formalisierte Evaluierung. Als quantitative Methode zur Messung der Interaktivität der Karte *Freizeitregion Elsbeere Wienerwald* soll sie den Typologien der Funktionen von Interaktivität nach Crampton (vgl. Crampton, 2002) und nach Persson, Gartner und Buchroither (vgl. Persson, Gartner, Buchroithner, 2006) gegenübergestellt werden. Dies trägt zum Testen der Ausgangshypothese der vorliegenden Arbeit bei, und soll dazu beitragen Stärken und Schwächen von Google Earth als Umsetzungsmethode für interaktive Karten aufzuzeigen. Der erste Schritt zum Testen der Hypothese ist schließlich die Messung der Interaktivität als Gütekriterium. Als zweiter Schritt gilt es festzustellen, ob das erzielte Maß an Interaktivität adäquat ist, um von einer *guten* Karte zu sprechen, also von einer Karte, die durch die Anwendung von Interaktivität ihren Zweck erfüllt.

Umgesetzte Interaktivitätsfunktionen nach Crampton:

1.) Interaktion mit der Repräsentation der Daten	<ul style="list-style-type: none"> - Manipulation der Schummerung - Änderung des Betrachtungswinkels - Änderung der Orientierung der Daten - Zoomen - Änderung der Skalierung von Daten - Änderung der Gestaltvariablen von Signaturen
2.) Interaktion mit der temporalen Dimension	<ul style="list-style-type: none"> - Navigation - Fly-bys und Fly-throughs - Toggling - Sorting
3.) Interaktion mit den Daten	<ul style="list-style-type: none"> - Datenbankabfragen - Brushing - Filtern - Hervorheben
4.) Kontextualisierende Interaktivität	<ul style="list-style-type: none"> - Multiple Darstellungen - Kombination von Datenebenen - Gegenüberstellung mehrerer Perspektiven - Linking

Tabelle 5 - Typologie von Interaktivitätsfunktionen nach Crampton, 2002, S. 90f - erweitert um Hervorhebung der Funktionen des praktischen Beispiels „Freizeitregion Elsbeere Wienerwald“

Mithilfe dieser standardisierten Kategorisierung lässt sich feststellen, dass 10 von 18 Funktionen von Interaktivität, in 3 von 4 Kategorien, mit der Karte *Freizeitregion Elsbeere Wienerwald* durchführbar sind. Die durchführbaren Funktionen finden sich einerseits bei den *niedriger interaktiven* Kategorien „Interaction with the Data Representation“ und „Interaction with the Temporal Dimension“ wieder, andererseits auch bei der *am höchsten interaktiven* Kategorie „Contextualizing Interactivity“. Es wurde keine Funktion der Kategorie „Interaction with the Data“ umgesetzt.

Die Einteilung der Funktionen soll nun im Detail betrachtet werden. Die Manipulation der Schummerung wird ermöglicht durch die Einstellung des Sonnenverlaufes. Eine Änderung des Betrachtungswinkels, und die Änderung der Orientierung der Daten ist durch die zahlreichen Methoden der räumlichen Interaktivität, die Google Earth unterstützt möglich. Durch Panen und Verschieben wird die *Kamera* bewegt, beim Drehen und Neigen steht diese still und die betrachteten Daten bewegen sich. (vgl. Crampton, 2002: 6) Die Änderung von Skalierungsparametern der Daten ist nicht möglich, die Änderung der Gestaltvariablen jedoch schon, nämlich durch Anwählen der Signaturen, oder durch eine Manipulation der Objekteigenschaften. Die Navigation im dreidimensionalen Raum ist losgetrennt von physikalischen Gesetzen, aber prinzipiell möglich. Im implementierten Spiel navigiert der Spieler durch eine

räumliche und zeitliche Abfolge von Stationen, durch die ein *früher, jetzt und später* vermittelt wird. Toggling ist das Hin- und Herspringen zwischen zwei Zeitpunkten um zeitliche Entwicklungen betrachten zu können und wird bei der Animation des WIR-Rundwanderweges durch den Zeitleistenregler unterstützt. Sorting bedeutet, dass der Benutzer unterschiedliche Zeiträume neu sortieren kann und zum Beispiel nach anderen Variablen ordnet und dann *abspielt* was in Google Earth nicht möglich ist. Datenbankabfragen im Sinne von Data Mining oder Querying sind nicht möglich. Zwar kann über die Suchfelder in den Panelen *Suche* und *Orte* nach indizierten Einträgen gesucht werden, es kommt jedoch keine direkte Interaktion mit den Daten selbst zustande. Auch Brushing, Filtern und Hervorheben anhand von Interaktion mit den Daten ist nicht möglich. Es ist mit der Karte *Freizeitregion Elsbeere Wienerwald* jedoch möglich multiple Darstellungen der Daten zu generieren, allerdings nicht gleichzeitig, sondern nur sequenziell, etwa durch einen Wechsel von Hintergrundkarte zu Satellitenbild, oder durch einen Wechsel von der Kartenansicht zu Foto, Video, Höhenprofil, 3D-Modell oder Animation. Die dadurch gebildeten Zusammenhänge folgen dem Ziel der gesteigerten Wissensgenerierung durch kontextualisierende Interaktivität. Eine Kombination von Daten zur Erstellung neuer Ebenen ist nicht möglich. Die Gegenüberstellung mehrerer Perspektiven ist mithilfe des Geobrowsers nur sehr begrenzt durch das Einblenden der Übersichtskarte möglich. Linking bedeutet in dieser Typologie die Verknüpfung oder Indizierung mehrerer Datensätze miteinander, ähnlich dem Brushing, und kann, wie dieses, nicht durchgeführt werden.

Umgesetzte Interaktivitätsfunktionen nach Persson, Gartner, Buchroithner:

<p>1 - Interaktion mit dem Sekundärmodell</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Kartografisches Zoomen durch direkte Manipulation - Kartografisches Zoomen durch numerische Selektion - Kartografisches Zoomen durch Aufziehen eines Auswahlbereiches - Einstellen des Maßstabes - Ein- und Ausblenden von Ebenen - Objektidentifikation - Anzeige exakter Daten zu Objekten - Auflisten aller Werte für ein bestimmtes Gebiet - Auflisten eines Wertes für alle Gebiete - Darstellung statistischer Maße wie Mittelpunkt oder Median - Modifikation statischer grafischer Variablen - Modifikation des Signaturenmaßstabes
---	--

	<ul style="list-style-type: none"> - Modifikation des Diagrammtyps - Dynamische Unterscheidung qualitativer Werte - Hervorheben bestimmter Daten durch Blinken - Kartometrische Funktionen - Integration zusätzlicher Information durch den Benutzer
2 - Interaktion mit den repräsentationsschaffenden Algorithmen	<ul style="list-style-type: none"> - dynamischer visueller Vergleich - Entfernung statistischer Ausreißer - Adaption der Datenbandbreite an eine kleinere Bandbreite - Transformation der Kodierungsfunktionen - Verschieben der Intervallgrenzen - Änderung der Anzahl der Intervalle - Modifikation der Klassifikationsmethode - Modifikation der Farbschemata - Isolieren eines Intervalls - Bivariate Klassifizierung
3 - Interaktion mit dem Primärmodell	<ul style="list-style-type: none"> - Datenbankabfragen - Logische Kombination mehrerer Datensätze - Erstellung neuer Variablen
4 - Arrangieren mehrerer simultaner Ansichten	<ul style="list-style-type: none"> - dynamischer Vergleich durch mehrere grafische Repräsentationen eines Datensatzes - dynamischer Vergleich durch mehrere Datensätze im gleichen Zeitraum - dynamischer Vergleich mehrerer Zeitpunkte in einem Datensatz - kartografische Mehrfachklassifizierung
5 - Dynamic Linking / Brushing	<ul style="list-style-type: none"> - Zuweisen von Variablen zu verschiedenen Ansichten - Auswahl von Datensätzen durch Aufziehen eines Rechteckes - Link zu einem Scatterplot - Link zu einem Histogramm - Link zu einem Koordinatensystem
6 - Interaktion mit der temporalen Dimension	<ul style="list-style-type: none"> - Einbinden einer kontinuierlichen zeitlichen Sequenz von Ansichten - Einbinden einer Sequenz von Ansichten in Zeitschritten - Manipulation dynamischer Variablen - Wiederholen - Anhalten - Toggling von Zeitperioden - Sortieren von Zeitperioden - Manipulation der Zeitachse
7 - Interaktion mit der (Pseudo-) 3D-Visualisierung	<ul style="list-style-type: none"> - Bewegung des Betrachters - Bewegung des Objekts - Veränderung der Beleuchtung - Veränderung des Betrachtungswinkels - Veränderung der Sichtweite - Bestimmung hypsometrischer Ebenen - Bestimmung von Neigungskategorien

	<ul style="list-style-type: none"> - Bestimmung von Expositions-kategorien - Überlappung von thematischer Information - Visualisierung eines Themas als Höhe in Schritten - Visualisierung eines Themas als stufenlose Höhe
8 - Systeminteraktion	<ul style="list-style-type: none"> - Pannen - Scrollen - Geometrisches Zoomen - Einbinden weitergehender Informationen - Statische Hilfe - Dynamische Hilfe - Hilfe durch Agenten

Tabelle 6 - Typologie von Interaktivitätsfunktionen, nach Persson, Gartner, Buchroithner, 2006, S. 277f
- erweitert um Hervorhebung der Funktionen des praktischen Beispiels Freizeitregion Elsbeere Wienerwald

Stellte man die Applikation *Freizeitregion Elsbeere Wienerwald* der Typologie von Interaktivitätsfunktionen nach Persson, Gartner und Buchroithner gegenüber, offenbart sich der Schwerpunkt des Beispiels, als auf *Interaktion mit dem Sekundärmodell und der (Pseudo-)3D-Visualisierung* liegend. Zudem werden die meisten Funktionen der Kategorie *Systeminteraktivität* unterstützt. Insgesamt finden 25 von 65 Funktionen, in 5 von 8 Kategorien, zumindest ansatzweise Anwendung.

Die unterstützten Funktionen der Kategorie *Interaktion mit dem Sekundärmodell* sind das Ein- und Ausblenden von Ebenen, Objektidentifikation, umgesetzt durch Erscheinen der Beschriftung bei Hervorhebung, die Anzeige exakter Daten zu Objekten, umgesetzt durch Popups, die Modifikation statischer grafischer Variablen, entweder durch Hervorheben oder durch Manipulation der Objekteigenschaften, Kartometrische Funktionen, nämlich Längen- und Winkelmessung und die Integration zusätzlicher Informationen durch den Benutzer. Die Fähigkeit zum kartografischen Zoomen betrifft nur die standardmäßig im Viewer anwählbaren Objekte. Die POIs der Region Elsbeere Wienerwald unterliegen stattdessen keiner maßstabsabhängigen Generalisierung. Funktionen der Kategorien 2 und 3 werden nicht unterstützt. Kategorie 4 enthält die Funktion *Dynamischer Vergleich durch mehrere grafische Repräsentationen eines Datensatzes*, was durch die gleichzeitige Darstellung von Popup-Inhalten und Kartenansicht ermöglicht wird. Funktionen der Kategorie 5 *Dynamic Linking* finden keine Anwendung. Kategorie 6 *Interaktion mit der temporalen Dimension* umfasst Interaktivität, in der zeitliche Zusammenhänge durch „Screen Time“ dargestellt werden. Darin werden folgende Funktionen unterstützt: Einbinden einer kontinuierlichen Sequenz von Ansichten, durch die Fly-by-Touren, Einbinden

einer Sequenz von Ansichten in Zeitschritten, durch die Animation des WIR-Rundwanderweges, Manipulation der Zeitachse, Anhalten, Wiederholen und Toggling. Durchführbare Funktionen der Kategorie 7 *Interaktion mit der (Pseudo-)3D-Visualisierung* sind die Bewegung des Betrachters, die Bewegung des Objekts, die Veränderung der Beleuchtung, die Veränderung des Betrachtungswinkels und die Überlappung mit thematischer Information wie zum Beispiel mit den Hintergrundkarten oder den standardmäßig verfügbaren Ebenen Wetter, Verkehr etc. Aus der Kategorie *Systeminteraktion* wurden folgende Funktionen ermöglicht: Pan, Scrollen, Zoom, Geometrisches Zoomen und Einbinden weitergehender Information. Es gibt keine dynamische Hilfsfunktion, allerdings eine statische beim Laden der Applikation. Bei den Avataren in den Videos im Quiz kann man von *Hilfe durch Agenten* sprechen.

Mittels beider Kategorisierungen ergibt sich, die vorläufige Feststellung, dass die Karte *Freizeitregion Elsbeere Wienerwald* eine Anwendung mit einem *mittelhohen* Wert an Interaktivität darstellt. Funktionen niedriger Interaktivität werden größtenteils unterstützt, sowie einige Funktionen mittlerer und hoher Interaktivität. Viele Funktionen der Interaktion mit der temporalen Dimension und der 3D-Umgebung sind möglich. Nicht möglich ist eine Interaktion mit den Daten.

6.4.2.1 Vergleich mit anderen Beispielen

Ein designiertes Ziel der angewandten Kategorisierungen ist die komparative Analyse von Karten. Außerdem gilt es Vergleichswerte zur Relativierung der obigen Feststellung der *mittelhohen Interaktivität* zu erzielen. Deshalb sollen auch einige Best Practice Beispiele touristischer Freizeitkarten den beiden Typologien gegenüber gestellt werden. Dabei wird versucht ein möglichst breit gefächertes Spektrum an Umsetzungsmethoden interaktiver Webkarten darzustellen.

Beispiel: Interaktive Karte des Tourismusportals Niederösterreich

(<http://www.outdooractive.com/live/Alpregio-Regionkarte/Niederosterreich>)

Diese Applikation nutzt serverseitige Informationsverarbeitung; die Umsetzung erfolgt mittel PHP und JavaScript. Es ist eine auf Niederösterreich beschränkte Version der interaktiven Online-Karten der Firma Alpstein Tourismus GmbH, umgesetzt für das „Tourismus- und Kulturportal“ des Landes Niederösterreich. Die Karte besitzt einen interaktiven „Tourenplaner“ in dem Wander- und Radtouren anhand vorgegebener

Kriterien ausgewählt werden können. Diese Touren, sowie Unterkünfte, Restaurants, niederösterreichische „TOP-Ausflugsziele“ sowie Angaben zu Geocaches können aber auch über die Karte angewählt werden. Der Benutzer erhält daraufhin eine äußerst detaillierte Beschreibung dieser Wege, mit Bildern und Höhenprofil. Alle Objekte können auch als KML in Google Earth dargestellt werden, die Wege sind zudem in verschiedenen Formaten als GPS-Track downloadbar.

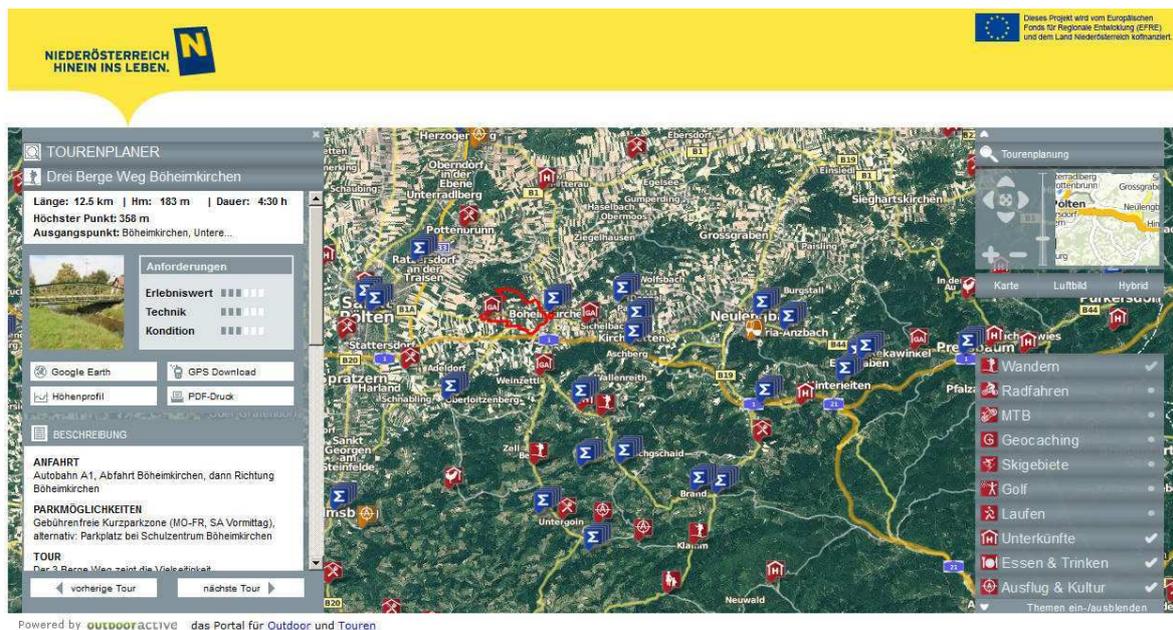


Abbildung 26 - ALPregio Interaktive Wanderkarte des Tourismusportals Niederösterreich, Darstellung des Gebietes der Region Elsbeere Wienerwald

1.) Interaktion mit der Repräsentation der Daten	- Änderung der Orientierung der Daten - Zoomen - Änderung der Gestaltvariablen von Signaturen
2.) Interaktion mit der temporalen Dimension	- Navigation - Fly-bys und Fly-throughs
3.) Interaktion mit den Daten	- Datenbankabfragen
4.) Kontextualisierende Interaktivität	- Multiple Darstellungen - Gegenüberstellung mehrerer Perspektiven

Tabelle 7 - Typologie von Interaktivitätsfunktionen nach Crampton, 2002, S. 90f, umgesetzte Funktionen des Beispiels Interaktive Karte des Tourismusportals Niederösterreich

Eine Evaluierung mittels Typologie 1 ergibt, dass 8 von 18 Funktionen, in 4 von 4 Kategorien, unterstützt werden, was für eine mittlere bis hohe Interaktivität spricht. Die Funktionen der Kategorie 2 werden allerdings erst durch den Export der Wege in den Geobrowser Google Earth ermöglicht.

1 - Interaktion mit dem Sekundärmodell	<ul style="list-style-type: none"> - Kartografisches Zoomen durch direkte Manipulation - Ein- und Ausblenden von Ebenen - Objektidentifikation - Anzeige exakter Daten zu Objekten - Modifikation statischer grafischer Variablen
2 - Interaktion mit den repräsentationsschaffenden Algorithmen	
3 - Interaktion mit dem Primärmodell	<ul style="list-style-type: none"> - Datenbankabfragen
4 - Arrangieren mehrerer simultaner Ansichten	<ul style="list-style-type: none"> - dynamischer Vergleich durch mehrere grafische Repräsentationen eines Datensatzes
5 - Dynamic Linking / Brushing	
6 - Interaktion mit der temporalen Dimension	<ul style="list-style-type: none"> - Einbinden einer kontinuierlichen zeitlichen Sequenz von Ansichten - Wiederholen - Anhalten
7 - Interaktion mit der (Pseudo-) 3D-Visualisierung	<ul style="list-style-type: none"> - Bewegung des Betrachters - Bewegung des Objekts - Veränderung der Beleuchtung - Veränderung des Betrachtungswinkels - Überlappung von thematischer Information
8 - Systeminteraktion	<ul style="list-style-type: none"> - Pannen - Scrollen - Geometrisches Zoomen - Einbinden weitergehender Informationen

Tabelle 8 - Typologie von Interaktivitätsfunktionen, nach Persson, Gartner, Buchroithner, 2006, S. 277f, umgesetzte Funktionen des Beispiels Interaktive Karte des Tourismusportals Niederösterreich

Evaluierung mit Typologie 2 ergibt, dass 19 Funktionen in 6 Kategorien unterstützt werden. Auch hierbei findet die Interaktion mit der 3D-Visualisierung und der temporalen Dimension mittels Google Earth statt. Das Betrachten eines Weges im Geobrowser bedingt jedes Mal einen separaten Download.

Beispiel: Interaktive Österreich Karte der Österreich-Werbung (www.austria.info)

Diese Karte nutzt ein Google Maps-API in Kombination mit JavaScript, und ist als Mash-Up in die Homepage der Österreich-Werbung eingebunden. Dargestellt wird die Google Maps-Karte mit einem auf Österreich beschränkten Ausschnitt als Grundkarte, die mit diversen Kategorien von POIs überlagert werden kann. Die POIs ergeben sich zum Teil aus der Verknüpfung mit geokodierten Datenbanken diverser Anbieter, wie wetter.tv, qype.at, panoramio.com, tiscover.com etc. Zudem können zahlreiche Live-Webcams in die Karte per Popup eingebunden werden.

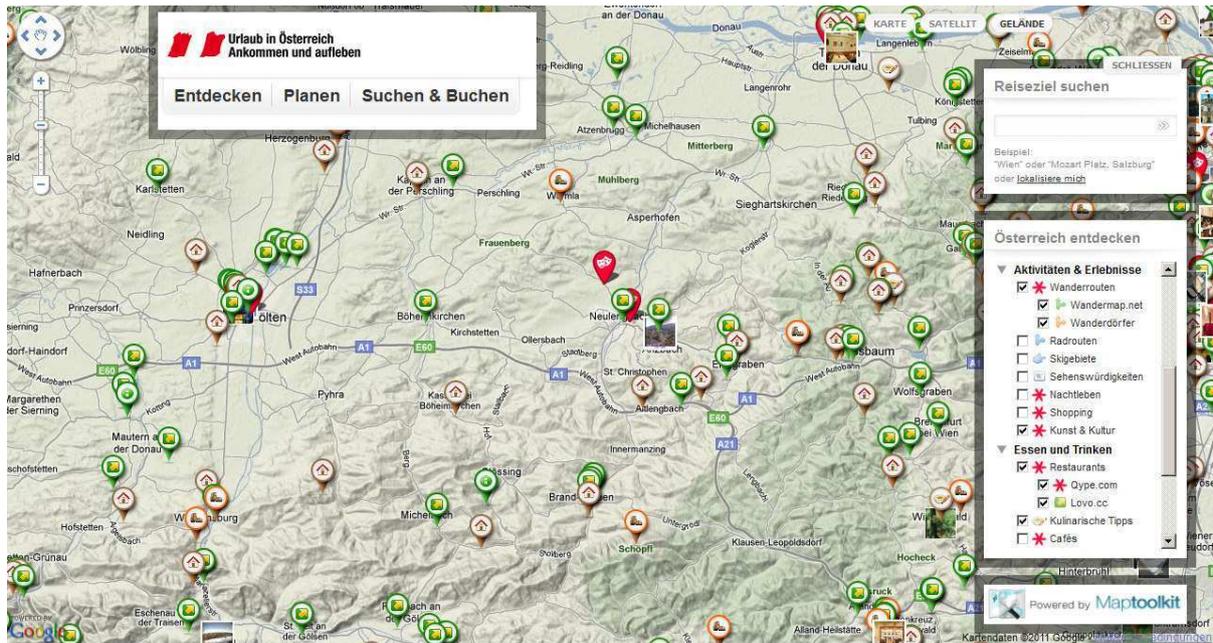


Abbildung 27 - Interaktive Österreich-Karte der Österreich-Werbung, Darstellung der Region Elbeere Wienerwald

1.) Interaktion mit der Repräsentation der Daten	- Änderung der Orientierung der Daten - Zoomen
2.) Interaktion mit der temporalen Dimension	
3.) Interaktion mit den Daten	
4.) Kontextualisierende Interaktivität	- Multiple Darstellungen - Gegenüberstellung mehrerer Perspektiven

Tabelle 9 - Typologie von Interaktivitätsfunktionen nach Crampton, 2002, S. 90f, umgesetzte Funktionen des Beispiels Interaktive Österreich-Karte der Österreich Werbung

Ein Vergleich mit Cramptons Typologie zeigt, dass diese Karte eine deutlich geringere Interaktivität aufweist, als die beiden vorherigen Beispiele. Es werden lediglich 4 Funktionen in 2 Kategorien ermöglicht. Weder Interaktion mit den Daten, noch mit der temporalen Dimension ist möglich. Auch die Interaktion mit der Repräsentation der Daten ist durch die Verwendung einer zweidimensionalen Darstellung wesentlich reduzierter.

1 - Interaktion mit dem Sekundärmodell	<ul style="list-style-type: none"> - Kartografisches Zoomen durch direkte Manipulation - Ein- und Ausblenden von Ebenen - Objektidentifikation - Anzeige exakter Daten zu Objekten
2 - Interaktion mit den repräsentationsschaffenden Algorithmen	
3 - Interaktion mit dem Primärmodell	
4 - Arrangieren mehrerer simultaner Ansichten	- dynamischer Vergleich durch mehrere grafische Repräsentationen eines Datensatzes
5 - Dynamic Linking / Brushing	
6 - Interaktion mit der temporalen Dimension	
7 - Interaktion mit der (Pseudo-) 3D-Visualisierung	
8 - Systeminteraktion	<ul style="list-style-type: none"> - Pannen - Scrollen - Geometrisches Zoomen - Einbinden weitergehender Informationen

Tabelle 10 - Typologie von Interaktivitätsfunktionen, nach Persson, Gartner, Buchroithner, 2006, S. 277f, umgesetzte Funktionen des Beispiels Interaktive Österreich-Karte der Österreich Werbung

Eine Evaluierung durch die zweite Typologie zeigt, dass nur 9 Funktionen in 3 Kategorien unterstützt werden.

Beispiel: Tourismuskarte „Swiss Knife Valley“ (<http://flash.swissknifevalley.ch>)

Dieses Beispiel ist ein mittels Flash erstelltes interaktives Panoramaschaubild der Region um den Vierwaldstättersee im Kanton Schwyz. Es ist möglich zwischen Sommer- und Winterkarte zu wechseln, die Helligkeit zu verändern, diverse Kategorien von POIs zu aktivieren und durch Klick auf deren Signaturen tieferegehende Informationen aufrufen, darunter Live-Webcam-Bilder. Es kann mittels der Pfeiltasten am Bildrand gepant werden, allerdings nicht gezoomt.

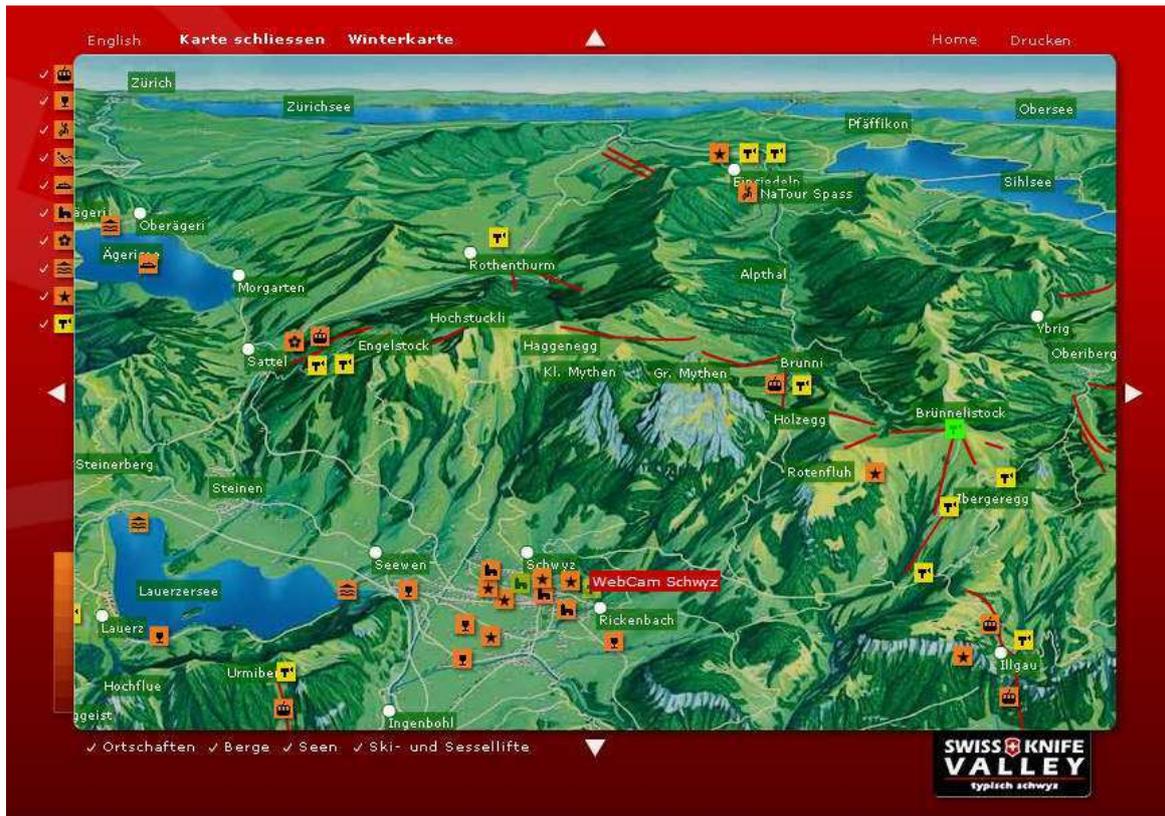


Abbildung 28 - Flash-basierte Karte des „Swiss Knife Valley“

1.) Interaktion mit der Repräsentation der Daten	- Manipulation der Schummerung - Änderung der Gestaltvariablen von Signaturen
2.) Interaktion mit der temporalen Dimension	
3.) Interaktion mit den Daten	
4.) Kontextualisierende Interaktivität	- Multiple Darstellungen

Tabelle 11 - Typologie von Interaktivitätsfunktionen nach Crampton, 2002, S. 90f, umgesetzte Funktionen des Beispiels „Swiss Knife Valley“

Gegenüberstellung mit Typologie 1 ergibt, dass nur 3 Funktionen von Interaktivität in 2 Kategorien umgesetzt werden. Es kommt weder zur Interaktion mit der temporalen Dimension, noch mit den Daten, und auch der Funktionsumfang der Interaktion mit der Repräsentation der Daten und der kontextualisierenden Interaktivität ist relativ gering.

1 - Interaktion mit dem Sekundärmodell	<ul style="list-style-type: none"> - Ein- und Ausblenden von Ebenen - Objektidentifikation - Anzeige exakter Daten zu Objekten - Hervorheben bestimmter Daten durch Blinken
2 - Interaktion mit den repräsentationsschaffenden Algorithmen	
3 - Interaktion mit dem Primärmodell	
4 - Arrangieren mehrerer simultaner Ansichten	
5 - Dynamic Linking / Brushing	
6 - Interaktion mit der temporalen Dimension	
7 - Interaktion mit der (Pseudo-) 3D-Visualisierung	
8 - Systeminteraktion	<ul style="list-style-type: none"> - Pannen - Scrollen - Einbinden weitergehender Informationen

Tabelle 12 - Typologie von Interaktivitätsfunktionen, nach Persson, Gartner, Buchroithner, 2006, S. 277f, umgesetzte Funktionen des Beispiels „Swiss Knife Valley“

Vergleich mit Typologie 2 zeichnet ein ähnliches Bild. Lediglich 8 Interaktivitätsfunktionen in 2 Kategorien können umgesetzt werden. Damit ließe sich im Falle der Flash-Karte „Swiss Knife Valley“ von niedriger Interaktivität sprechen.

Beispiel: „Touristisches Web-GIS des Luftkurortes Lam“ (<http://cms.lam.de/Interaktiv/TouristischesWebGIS/tabid/3781/language/de-DE/Default.aspx>)

Die als „Touristisches Web-GIS“ bezeichnete Anwendung ist ein, auf der Homepage der Luftkurortes Lam in Bayern, downloadbares kmz-File. Dieses enthält neben einigen Networklinks, die aktuelle Angaben zu Veranstaltungen in der Umgebung liefern auch mehrere Ordner, in denen Wander-, Rad- und Nordic Walking-Wege als linienhafte Placemarks gespeichert sind.

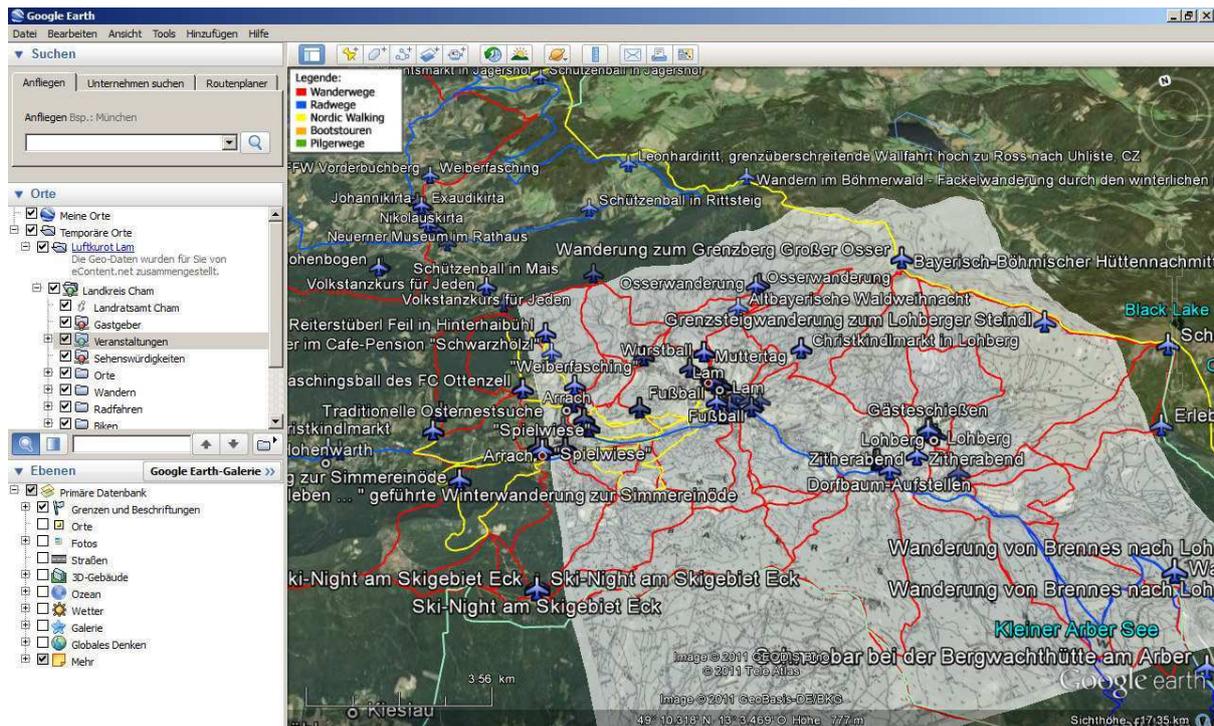


Abbildung 29 - „Touristisches Web-GIS des Luftkurortes Lam“, in Google Earth

1.) Interaktion mit der Repräsentation der Daten	<ul style="list-style-type: none"> - Manipulation der Schummerung - Änderung des Betrachtungswinkels - Änderung der Orientierung der Daten - Zoomen - Änderung der Gestaltvariablen von Signaturen
2.) Interaktion mit der temporalen Dimension	<ul style="list-style-type: none"> - Navigation - Fly-bys und Fly-throughs
3.) Interaktion mit den Daten	
4.) Kontextualisierende Interaktivität	

Tabelle 13 - Typologie von Interaktivitätsfunktionen nach Crampton, 2002, S. 90f, umgesetzte Funktionen des Beispiels „Touristisches Web-GIS des Luftkurortes Lam“

In diesem Beispiel werden 7 Funktionen laut Typologie 1 umgesetzt, und zwar in den 2 Kategorien Interaktion mit der Repräsentation der Daten und Interaktion mit der temporalen Dimension.

1 - Interaktion mit dem Sekundärmodell	<ul style="list-style-type: none"> - Kartografisches Zoomen durch direkte Manipulation - Ein- und Ausblenden von Ebenen - Objektidentifikation - Anzeige exakter Daten zu Objekten - Modifikation statischer grafischer Variablen - Kartometrische Funktionen - Integration zusätzlicher Information durch den Benutzer
2 - Interaktion mit den repräsentationsschaffenden Algorithmen	
3 - Interaktion mit dem Primärmodell	
4 - Arrangieren mehrerer simultaner Ansichten	
5 - Dynamic Linking / Brushing	
6 - Interaktion mit der temporalen Dimension	<ul style="list-style-type: none"> - Einbinden einer kontinuierlichen zeitlichen Sequenz von Ansichten - Wiederholen - Anhalten
7 - Interaktion mit der (Pseudo-) 3D-Visualisierung	<ul style="list-style-type: none"> - Bewegung des Betrachters - Bewegung des Objekts - Veränderung der Beleuchtung - Veränderung des Betrachtungswinkels - Überlappung von thematischer Information
8 - Systeminteraktion	<ul style="list-style-type: none"> - Pannen - Scrollen - Geometrisches Zoomen - Einbinden weitergehender Informationen - Statische Hilfe

Tabelle 14 - Typologie von Interaktivitätsfunktionen, nach Persson, Gartner, Buchroithner, 2006, S. 277f, umgesetzte Funktionen des Beispiels „Touristisches Web-GIS des Luftkurortes Lam“

Eine Evaluierung anhand der Kategorisierung nach Persson, Gartner und Buchroithner ergibt, dass 20 Funktionen von Interaktivität in 4 Kategorien möglich sind. Diese Kategorien sind die Interaktion mit dem Sekundärmodell, der temporalen Dimension, der 3D-Visualisierung, und die Systeminteraktion, die auch die Funktion einer statischen Hilfe umfasst. Man kann in diesem Fall von mittlerer bis niedriger Interaktivität sprechen.

Beispiel: „Tiroler Oberland Ferienparadies“ (<http://www.webtrail.at>)

Auch das letzte Beispiel zeichnet sich durch serverseitige Verarbeitung, umgesetzt mittels PHP und JavaScript, aus. Diverse Wanderungen des Tiroler Oberlandes können direkt über die Karte oder durch eine umfangreiche Suchmaske ausgewählt werden. Die ausführlichen Wegedetails, darunter Bilder und Höhenprofil, werden in

einem separaten Browserfenster angezeigt. Hierbei ergibt sich wieder die Option den Weg als kmz in Google Earth zu öffnen, oder als GPS-Track herunterzuladen.



Abbildung 30 - Interaktive Freizeitkarte „Tiroler Oberland Ferienparadies“

1.) Interaktion mit der Repräsentation der Daten	- Änderung der Orientierung der Daten - Zoomen - Änderung der Gestaltvariablen von Signaturen
2.) Interaktion mit der temporalen Dimension	- Navigation - Fly-bys und Fly-throughs
3.) Interaktion mit den Daten	- Datenbankabfragen
4.) Kontextualisierende Interaktivität	- Multiple Darstellungen - Gegenüberstellung mehrerer Perspektiven

Tabelle 13 - Typologie von Interaktivitätsfunktionen nach Crampton, 2002, S. 90f, umgesetzte Funktionen des Beispiels „Tiroler Oberland Ferienparadies“

Evaluierung mittel Typologie 1 zeigt einen mittleren bis hohen Grad an Interaktivität, da sich 8 Funktionen in allen 4 Kategorien umsetzen lassen. Allerdings gilt zu bedenken, dass sich die Interaktion mit der temporalen Dimension durch Google Earth umgesetzt wird, und nicht direkt in der Applikation. Auch hier muss jeder betrachtete Weg separat als KML heruntergeladen werden.

1 - Interaktion mit dem Sekundärmodell	<ul style="list-style-type: none"> - Kartografisches Zoomen durch direkte Manipulation - Einstellen des Maßstabes - Ein- und Ausblenden von Ebenen - Objektidentifikation - Anzeige exakter Daten zu Objekten - Modifikation statischer grafischer Variablen - Kartometrische Funktionen
2 - Interaktion mit den repräsentationsschaffenden Algorithmen	
3 - Interaktion mit dem Primärmodell	<ul style="list-style-type: none"> - Datenbankabfragen
4 - Arrangieren mehrerer simultaner Ansichten	<ul style="list-style-type: none"> - dynamischer Vergleich durch mehrere grafische Repräsentationen eines Datensatzes
5 - Dynamic Linking / Brushing	
6 - Interaktion mit der temporalen Dimension	<ul style="list-style-type: none"> - Einbinden einer kontinuierlichen zeitlichen Sequenz von Ansichten - Wiederholen - Anhalten
7 - Interaktion mit der (Pseudo-) 3D-Visualisierung	<ul style="list-style-type: none"> - Bewegung des Betrachters - Bewegung des Objekts - Veränderung der Beleuchtung - Veränderung des Betrachtungswinkels - Überlappung von thematischer Information
8 - Systeminteraktion	<ul style="list-style-type: none"> - Pannen - Scrollen - Geometrisches Zoomen - Einbinden weitergehender Informationen

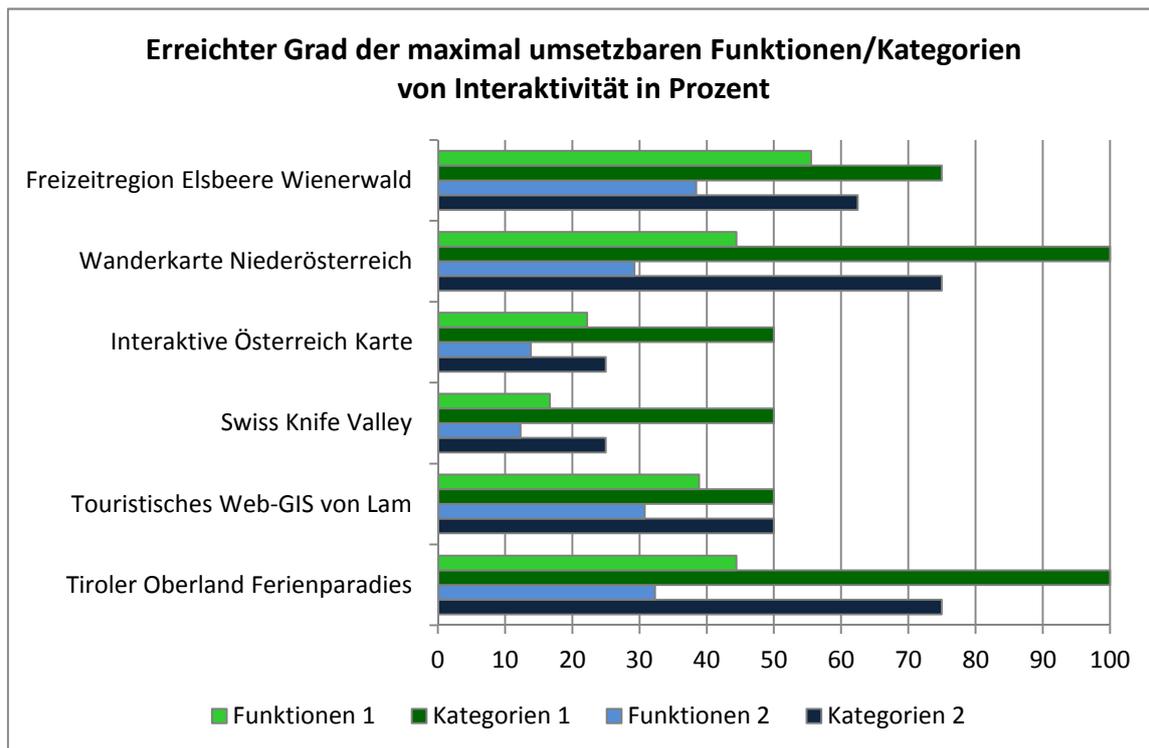
Tabelle 14 - Typologie von Interaktivitätsfunktionen, nach Persson, Gartner, Buchroithner, 2006, S. 277f, umgesetzte Funktionen des Beispiels „Tiroler Oberland Ferienparadies“

Die Anwendung nutzt 21 Funktionen aus 6 Kategorien der Typologie 2. Die Interaktion mit der 3D-Visualisierung und der temporalen Dimension finden auch hier mittels Google Earth statt. Die Karte erlaubt detaillierte Datenbankabfragen und ermöglicht als einziges der betrachteten Beispiele die Auswahl des Maßstabes.

6.4.2.2 Ergebnis

Eine vergleichende Analyse zeigt, dass die verschiedenen Karten trotz ähnlichem Verwendungszweck und Distributionskanal teilweise starke Ungleichheiten in Ausmaß und Art von umgesetzten Funktionen von Interaktivität aufweisen. Die grafische Darstellung der umgesetzten Funktionen der Karte *Freizeitregion Elsbeere Wienerwald* und der fünf Best Practice Beispiele visualisiert diese Differenzen und stellt diese als vergleichbare quantitative Messwerte dar. Eine augenscheinliche Betrachtung legt nahe, dass die Karten *Freizeitregion Elsbeere Wienerwald*,

„Wanderkarte Niederösterreich“ und „Tiroler Oberland Ferienparadies“ mittel- bis hochgradige Interaktivität aufweisen, das „Touristische Web-GIS“ von Lam einen mittleren bis niedrigen Grad, und die „Interaktive Österreich Karte“ und das „Swiss Knife Valley“ geringe Interaktivität. Dadurch kann die aus der Einzelbetrachtung der Karte *Freizeitregion Elsbeere Wienerwald* gezogene Schlussfolgerung der mittleren Interaktivität leicht angepasst und im Kontext der Vergleichsbeispiele nach oben hin korrigiert werden.



1...Typologie nach Crampton; 2...Typologie nach Persson, Gartner und Buchroithner

Abbildung 31 - Erreichter Grad der maximal umsetzbaren Funktionen und Kategorien von Interaktivität der betrachteten Beispiele nach den Typologien nach Crampton, 2002 und Persson, Gartner, Buchroithner 2006

Die meisten der betrachteten Beispiele touristischer Freizeitkarten nutzen ähnliche Funktionen. Die Interaktion mit der Repräsentation der Daten erfolgt meist durch Änderung der Orientierung der Daten und der Gestaltvariablen sowie Zoomen. Häufig kommen Datenbankabfragen zum Einsatz, und kontextualisierende Interaktivität wird durch multiple Darstellungen und die Gegenüberstellung mehrerer Perspektiven - meist Höhenprofile- erreicht. Die Möglichkeit zur Interaktion mit der temporalen Dimension fand ausnahmslos durch die 3D-Umgebung des Geobrowsers Google Earth Anwendung, in Form von Navigation und Fly-bys bzw. Fly-throughs. In touristischen Karten praktisch ungenutzt sind - folgt man den betrachteten Beispielen

- die Änderung der Skalierung von Daten (zum Beispiel durch Neuinterpretation der Schwierigkeit eines Weges, oder durch die Änderung von Preisklassen), Sorting von Zeitpunkten, Brushing, Filtern und Hervorheben, sowie die Kombination von Datenebenen und Linking.

Die Analyse durch die Typologie 2 laut Persson, Gartner und Buchroithner ergibt ein ähnliches Bild. Alle Beispiele nutzen Funktionen der Kategorie 1. Die am häufigsten umgesetzten sind Kartografisches Zoomen durch direkte Manipulation, Ein- und Ausblenden von Ebenen, Objektidentifikation, Anzeige exakter Daten zu Objekten, Modifikation statischer grafischer Variablen und Kartometrische Funktionen. Funktionen der Kategorien 2 und 5 wurden nie angewandt. Die Möglichkeit eines dynamischen Vergleiches durch mehrere grafische Repräsentationen eines Datensatzes wurde - als einzige Funktion in Kategorie 4 - sehr häufig ermöglicht. Kategorien 6 und 7 wurden nur in Verbindung mit der dreidimensionalen Umgebung von Google Earth angewandt. Jene Karten, die nicht per se als kml/kmz implementiert sind greifen dabei auf den Geobrowser als Mittel zur Darstellung einzelner Wege zurück. Am gängigsten sind jene Funktionen, die das Programm standardmäßig bietet, nämlich das Einbinden einer kontinuierlichen Sequenz von Ansichten, Wiederholen, Anhalten (Kategorie 6) und Bewegung des Betrachters, Bewegung des Objekts, Veränderung der Beleuchtung, Veränderung des Betrachtungswinkels und Überlappung mit thematischer Information (Kategorie 7). Ausnahmslos alle Beispiele nutzten Funktionen aus Kategorie 8. Pannen, Scrollen, Geometrisches Zoomen und Einbinden weitergehender Information kommen fast überall zum Einsatz. Seltener wird die statische Hilfe verwendet, die dynamische Hilfe nie.

Anhand dieser Best Practice Beispiele, die als repräsentativer Querschnitt der Menge an Freizeitkarten im Web herangezogen wurde, kann festgestellt werden, dass sich diese Produktfamilie im Bereich von niedriger zu mittel- bis hochgradiger Interaktivität bewegt. Die Klassifikationen sollen auch aufzeigen, welche Funktionen von Interaktivität nicht umgesetzt wurden, und dadurch zur Frage führen, ob diese *fehlen*, oder ob deren Verwendung für den intendierten Zweck der Karte überhaupt sinnvoll wäre oder nicht. In Anbetracht der Zielgruppe, die definitiv ungeübte Nutzer enthält, ist es für Freizeitkarten durchaus angebracht, keinen zu hohen Grad an Interaktivität aufzuweisen. Durch die Mobilität der Nutzer beim Besuch des

Zielgebietes wird allerdings ein relativ hohes Mindestmaß an Interaktivität vorgegeben. (vgl. Brown, 2001: 123) Ebenso gilt es die Ansätze zu bedenken, dass Interaktivität prinzipiell zu einem ästhetischeren Gesamtbild einer Karte beiträgt. (vgl. Räber, Jenny, 2001: 5) Ein Mittel, um zu definieren, ob eine Karte ihren Verwendungszweck erfüllt ist die Verortung im Map Use Cube nach Kraak und MacEachren. (vgl. MacEachren, Kraak, 1997: 338) Definiert man den *Standardzweck einer typischen Tourismus- und Freizeitkarte* kann man diesen im Map Use Cube folgenderweise verorten: Da die Karte einer möglichst breiten Öffentlichkeit zur Verfügung stehen soll ist sie am oberen Public-Ende der Audience-Skala zu verorten. Die Karte soll dem Benutzer größtenteils Unbekanntes vermitteln, befindet sich auf der Audience-Achse also eher vorne im Würfel. Der Grad der Interaktivität ist schließlich in Anbetracht der Anforderungen an und durch den Benutzer mittig einzuordnen. Durch einen mittleren Grad an Interaktivität ist die Gefahr geringer den Nutzer zu überfordern, gleichzeitig stehen ihm aber alle Funktionen zur Verfügung, die er braucht. Erst dadurch erfüllt die Interaktivität ihren Nutzen als Katalysator des Verwendungszweckes. Die Karte *Freizeitregion Elsbeere Wienerwald* lässt sich nahe diesem *Standardzweck* verorten, mit einer Tendenz zu höherer Interaktivität.

Die Kategorisierung nach den Typologien Cramptons und Persson, Buchroithner, Gartner, zeigte auch auf, dass weitere Funktionen umgesetzt werden hätten können, um die Interaktivität zu steigern. Es konnte, auch durch die Miteinbeziehung der Best Practice Beispiele, gezeigt werden, dass die Interaktion mit den Daten bzw. dem Primärmodell in Form von Datenbankabfragen und Schwellenwertmanipulationen mit dem Geobrowser Google Earth nicht umgesetzt werden kann. Auch Goodchild kritisierte das grundlegende Fehlen von Analysefunktionen in Google Earth, und hob hervor, dass es sich bei diesem Geobrowser - in Abgrenzung zum ESRI ArcGIS Explorer - um ein reines Visualisierungswerkzeug handelt. (vgl. Goodchild, 2008: 37) Im Rahmen des Verwendungszweckes *Freizeitkarte*, und des Erreichens mittelhoher Interaktivität durch Umsetzung der möglichen Funktionen, stellt dies allerdings kein Manko dar. Dies kann untermauert werden durch Goodchilds Argument: „[...] [I]t seems inevitable that any attempt to integrate analytic power into geobrowsers will lead to much more problematic user interfaces, and fall far short of the child of ten standard.“ (Goodchild, 2008: 37) Insofern lässt sich feststellen, dass der Geobrowser Google Earth als Umsetzungsmethode für qualitativ hochwertige, ausreichend interaktive Freizeitkarten geeignet ist.

7. Conclusio

7.1 Resümee

Nach umfangreicher Betrachtung des Themenkomplexes *kartografische Interaktivität* lässt sich ein kurzes Resümee ziehen, um gewonnene Erkenntnisse zu reflektieren und die Klärung der Forschungsfrage zu illustrieren. Interaktivität ist nicht mit Interaktion gleich zu setzen. Letzter Begriff durchlief im Rahmen der abendländischen Kulturgeschichte mehrere Deutungswandlungen und bezeichnet heute die triadische Kommunikation auf zwischenmenschlicher Ebene. Interaktivität hingegen ist ein Fachwort der Computertechnologie und bezeichnet die dialogisierende Kommunikation mit einer Maschine. Für die Kartografie bedeutet Interaktivität, dass der Benutzer eine Karte als Interface für diese Art der Kommunikation nutzt. Dies stellte für die Disziplin einen revolutionären Schritt dar, der nicht nur die Praxis der angewandten Kartografie radikal veränderte, sondern auch einen enormen Schub an neuen Umsetzungsmöglichkeiten brachte, die allerdings noch nicht gänzlich konzeptuell erfasst sind. Alte Richtlinien und Konzepte müssen in Anbetracht von Interaktivität neu überdacht werden. So muss beispielsweise das kartografische Kommunikationsgesetz ergänzt werden, um die Kommunikation zwischen Karte und Nutzer, und auch um die Kommunikation zwischen Nutzer und Nutzer über die Karte, abbilden zu können.

Dass ein Bruch mit alten Konventionen erforderlich ist, demonstrierte unter anderem Monmonier, am Beispiel einer interaktiven Darstellung von Zensusdaten. (vgl. Monmonier, 2000) Seit dem Aufkommen der *Cybercartography* findet eine permanente Erweiterung der Anwendungsmöglichkeiten und Konzeptualisierung von Interaktivität in der Kartografie statt. Bis heute schaffen Autoren zahlreiche Ansätze der Kategorisierung von Interaktivität, in denen meistens nach höheren und niedrigeren Funktionen unterschieden wird. Dieser Interaktivitätsgrad gilt dabei als Messlatte für die Fähigkeiten der potentiellen Benutzer einer Anwendung. Es wurde versucht einige dieser Konzepte darzulegen und aus der Schnittmenge dieser eine simple dreiteilige Kategorisierung von Interaktivitätsfunktionen zu illustrieren, zum Zwecke der Veranschaulichung des Wirkungsspektrums von Interaktivität in der Kartografie. Dabei werden drei Grundfunktionen definiert: Räumliche Interaktivität, Grafisch-manipulatorische Interaktivität und Interaktiver Informationsaustausch.

Ebenso wurde auf die Interaktivität der Kartenrandausstattung als bedeutendes Interfaceelement hingewiesen.

Das Internet stellt heutzutage die Grundbedingung von Interaktivität in Karten dar, sei es als Kommunikations- oder Distributionskanal. Die moderne Kartografie macht sich die fundamentalen Eigenschaften Ortlosigkeit, Interaktivität und Multimedialität (vgl. Schmid, 1998) zu nutze, trifft dabei allerdings auf neue Gefahren und Hindernisse, die es nun für den Kartografen zu umgehen gilt. Webkarten können statisch oder dynamisch sein, und in beiden Fällen entweder interaktiv oder auch nicht. (vgl. Kraak, 2001: 4) Nicht-interaktive statische Karten, also einfache Grafikdateien, sind im WWW am häufigsten aufzufinden. In diesem breiten Spektrum stellen dreidimensionale Virtual Reality-Umgebungen die anspruchsvollste Ausdrucksform der modernen Kartografie dar, für die Interaktivität eine Grundvoraussetzung ist. Ziel dieser Anwendungen ist die Vermittlung eines möglichst realistischen Abbildes geografischer Gegebenheiten und die Einbindung des Benutzers und seiner Aktionen in die *virtuelle Welt*. Die Verknüpfung von realer und virtueller Welt findet durch Augmented Reality statt, welche theoretisch wiederum ermöglicht traditionelle Papierkarten einzubinden.

Interaktivität beeinflusst die kartografischen Gestaltungsprinzipien. Allein die Tatsache, dass ein Kartenabbild nicht mehr starr und unveränderlich ist, bedingt eine Revision, zumindest eine Adaption, traditioneller Theorien. In Anbetracht der Zeichentheorie, die drei Dimensionen von Zeichen nennt, ergeben sich neue Schlüsse, wenn man Interaktivität als Meta-Variable berücksichtigt. Die Syntax zwischen den Kartenzeichen muss Interaktivität berücksichtigen, und die Zeichen selbst sollten intuitiv auf ihre Interaktivität hinweisen. Alle traditionellen Gestaltungselemente einer Karte, wie Punkte, Linien, Flächen und Halbtöne können interaktiv sein. Auch hier bedarf es jedoch eines theoretischen Fundaments zur Eignung der jeweiligen Elemente. Interaktive Signaturen müssen nicht nur durch ihre grafische Variation Informationen vermitteln, sondern auch ihre Interaktivität verdeutlichen, und dürfen trotz aller Manipulationen des Benutzers nicht das Gesamtgefüge eines Kartenabbildes stören. Die Erstellung interaktiver Karten erlaubt dem Kartografen große Freiheiten bei der Wahl seiner Gestaltungsmittel. Durch die elektronische Umsetzung und die multimedialen Eigenschaften des Internets vervielfältigten sich die Formate möglicher Inhalte. Somit übernimmt der Kartograf

Aufgaben des Web-Designers und baut Texte, Bilder, Audiosignale und Videos in seine Anwendungen ein. Auch diese Elemente wurden in der Kartografie als Wissenschaft konzeptuell erfasst, da es essentiell ist eine Theorie hinter die Verwendung dieser Inhalte zu stellen (vgl. Dransch, 1999: 41). In dieser Arbeit wurden vor allem deren Eigenschaften bezüglich der Variation von Gestaltvariablen, als auch deren Eignung zur Umsetzung intendierter Ziele des Kartografen dokumentiert.

Es existiert eine Vielzahl an technischen Umsetzungsmethoden interaktiver Karten, die sich oftmals ergänzen und kombiniert werden können. Sie können nach dem Ort der Informationsverarbeitung, entweder client- oder serverseitig beziehungsweise einer Kombination aus beiden, kategorisiert werden. Sowohl client- als auch serverseitige Informationsverarbeitung besitzen immanente Vor- und Nachteile. Die Wahl der Umsetzungsmethode durch den Hersteller einer Kartenapplikation wird durch das Abwägen von Für und Wider dieser Eigenschaften beeinflusst. In der vorliegenden Arbeit wurden die gängigsten technischen Umsetzungsmethoden kurz vorgestellt und deren Potential zur Implementierung von Interaktivität näher beleuchtet. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf der Methode Geobrowser, welches das primäre Untersuchungsobjekt laut im Forschungsaufbau definierter Hypothese darstellt.

Die Forschungsfrage lautet, ob sich mittels Geobrowser *gute* interaktive Karten umsetzen lassen. Hierzu musste geklärt werden, was man überhaupt unter einer *guten Karte* zu verstehen hat. Als Ausgangspunkt hierzu dient ein ergänztes Modell von Kraak, der darin vier Einflussfaktoren auf Webkarten nennt: Hersteller, Benutzer, Umgebung und Inhalt. (vgl. Kraak, 2001: 6) Diese vier Faktoren beeinflussen sich auch gegenseitig und weisen ganz individuelle Anforderungen und Grenzen auf. Der Schnittpunkt zwischen den einzelnen Faktoren und der Karte ist der Verwendungszweck. Dabei wird von dem von Fraser Taylor geprägten Paradigma ausgegangen, dass die moderne Kartografie nachfragegebunden ist und der Benutzer ultimativ den Zweck einer Karte vorgibt. (vgl. Taylor, 2005: 542) Der Hersteller muss somit Umgebung und Inhalt seinem Ziel - zum Beispiel Gewinnmaximierung - entsprechend nutzen, um die Karte als Zweckmittel für den Nutzer attraktiv zu machen. Der User ist Maß aller Dinge und stellt individuelle Anforderungen an Usability, Design, Aktualität, Auffindbarkeit, Wirtschaftlichkeit und

Unterhaltung. Cartwright und Peterson ergänzen die Anforderungen an kartografische Produkte um Interaktivität als Grundvoraussetzung. (vgl. Cartwright, Peterson, 1999: 2) Unterhaltung ist für Kartenleser als Gütekriterium nicht unerheblich, da geografische Information im WWW wie jedes andere Populärmedium konsumiert wird. In diesem Rahmen entwickelte Cartwright den „Gaming Metaphor Approach“, der Edutainment-Leitsätze mit Kartografie verbindet. (vgl. Cartwright, 2004)

Interaktivität ist kein Selbstzweck, sondern in manchen Fällen eine Grundbedingung eines bestimmten Anwendungszweckes. Zudem soll sie als Katalysator des Verwendungszweckes einer Karte dienen. Als erstes *Gütekriterium* kann daher gefolgert werden, dass *gute Interaktivität* dazu beiträgt den Zweck einer Karte effizienter und effektiver zu erfüllen. Ein theoretisches Grundgerüst für die Einordnung von Verwendungszwecken stellen MacEachren und Kraak mit dem „Map Use Cube“ zur Verfügung. Dieser bildet einen dreidimensionalen Abbildungsraum mit den Dimensionsachsen „Audience, Data Relations“ und „Interaction“, in dem Standard-Zwecke verortet sind. Diese dienen als Referenz für die Verortung von Produkten, durch die Differenzen in der Ausprägung zwischen tatsächlichen Eigenschaften und intendiertem Zweck aufgezeigt werden können. Der Interaction-Achse kommt besondere Bedeutung zu. Die Entwickler des Modells gingen davon aus, dass die Entwicklung in der Kartografie dazu führt, dass in Zukunft alle Verwendungszwecke durch hohe Interaktivität gekennzeichnet sein werden. (vgl. Kraak, MacEachren, 1997: 337)

Der ausschlaggebende Punkt am Map Use Cube ist die grundlegende Feststellung, dass Interaktivität als ein qualitatives Maß bestimmt werden kann. Dadurch ist es möglich kartografische Anwendungen untereinander zu vergleichen, und vor allem Rückschlüsse zwischen dem Grad der Interaktivität und anderen Variablen zu ziehen. Das richtige oder gute Maß an Interaktivität hängt von der Zielgruppe ab. Es müssen sämtliche Funktionen von Interaktivität ermöglicht werden, die der Benutzer braucht, es dürfen aber auch nur so viele sein, dass die Usability nicht darunter leidet, und er überfordert ist. Das bedeutet also, dass nicht allein die Höhe des Grades an Interaktivität die Güte einer Karte bestimmt, sondern die Kongruenz zwischen Anforderung und umgesetzten Grad an Interaktivität. Tourismuskarten dienen dem Zweck die Leser davon zu überzeugen, dass sich der Zeit- und

Kostenaufwand, ein Gebiet physisch zu besuchen, lohnt. Ihr Zweck ist also einer großen Öffentlichkeit groÙteils Unbekanntes möglichst ansprechend zu präsentieren. Das notwendige MaÙ an Interaktivität hängt von der Mobilität des Besuchers am Zielort ab. (vgl. Brown, 2001: 123f) Dies gilt für lokale Applikationen; Mobile touristische Anwendungen dienen einem gänzlich anderem Zweck, nämlich der Navigation und Orientierung des sich bereits im Zielraum befindlichen Nutzers.

Um von einer guten interaktiven Karte sprechen zu können gilt also bis jetzt:

- Sie muss den allgemeinen theoretisch fundierten Regeln zur Erstellung von (interaktiven) Karten folgen.
- Die Interaktivität muss dabei helfen, den Verwendungszweck der Karte zu erfüllen.
- Sie muss ihrem intendierten Verwendungszweck entsprechen, auch was das AusmaÙ der Interaktivität betrifft.

Daher ist es in einem weiteren Schritt notwendig ein MaÙ der Interaktivität zu generieren.

Die Qualität einer Karte zu bestimmen wirft methodologische Fragen auf. Gartner fasste verschiedenste Ansätze in der Kartografie zusammen, wodurch hohe Qualität definiert werden kann. (vgl. Gartner, 1998: 30) Dabei kann man von zwei Deutungsvarianten ausgehen, nämlich einem Absolutwert an Qualität, dem sich ein Produkt nähern kann, und der individuellen Interpretation von Qualität, bei der ein unumstößlicher Absolutwert verneint wird. Eine mögliche Lesart von Qualität ist die Ästhetik einer Karte, die laut Rber und Jenny (vgl. Rber, Jenny, 2001) durch Interaktivität positiv unterstützt wird. Ästhetik ist schwierig objektiv zu messen, andere Gütekriterien lassen sich jedoch leichter empirisch ermitteln. Die Wurzeln dazu liegen in der *quantitativen Revolution* der Geografie in den 1950er Jahren. Nachdem quantitative Forschungen gute Ergebnisse lieferten, die zur Thesenbildung beitrugen, wandte man sich in der Kartografie auch qualitativen Untersuchung zu, die Elzakker in „Functional Map Use Research“ und „Perceptual and Cognitive Research“ einteilt. (vgl. Elzakker, 2004: 23) Mit der Entstehung elektronischer Karten kam es erstmals auch zu Untersuchungen der menschlichen Interaktion mit Geodaten, aus der Leitsätze und empirische Messdaten gewonnen wurden. Diese Messdaten bilden Implikationen zur objektiven Bewertung von *guter* beziehungsweise *hoher* Interaktivität. Untersuchungen mit menschlichen Probanden unterliegen jedoch auch Kritik, so sind sie zeit- und arbeitsintensiv und führen oft nur

zu sehr eng begrenzten Schlüssen in einem spezifischen Kontext. (vgl. Hearst, 1993) Verschiedene Forscher entwickelten Typologien, anhand derer sich durch eine Gegenüberstellung von Produkten mit einer bestimmten Palette an Interaktivitätsfunktionen, Potenzial und Schwächen aufdecken lassen und ein universell vergleichbares Maß für Interaktivität konstruiert wird. (vgl. Crampton, 2002; vgl. Persson, Gartner, Buchroithner, 2006) Die Typologien nach Crampton und nach Persson, Gartner und Buchroithner wurden schließlich an einigen Beispielen, darunter die im Rahmen der Arbeit erstellte Karte *Freizeitregion Elsbeere Wienerwald*, angewandt.

Krygier entwickelte ein Konzept der informellen Evaluation, welches formelle Evaluation miteinschließt, aber auch die Bedeutung informeller Abläufe hervorhebt, um letztendlich das Ziel einer gesteigerten Qualität des Endproduktes zu erreichen. (vgl. Krygier, 1999: 250) Diesem Konzept und weiteren theoretisch fundierten Design-Prinzipien folgend wurde die Karte *Freizeitregion Elsbeere Wienerwald* erstellt. Entsprechend der Eingangshypothese entstand dabei eine für den Geobrowser Google Earth konzipierte Freizeitkarte. Anhand dieser wurden die im theoretischen Teil der Arbeit dargelegten Aussagen exemplarisch illustriert. Um zu messen, ob es sich bei dem Beispiel um eine *gute* interaktive Karte handelt wurde sie den Interaktivitäts-Typologien nach Crampton und Persson, Gartner, Buchroithner gegenübergestellt. Dadurch konnte ein mittlerer bis hoher Grad an Interaktivität für die Karte *Freizeitregion Elsbeere Wienerwald* festgestellt werden. Ein Vergleich mit mehreren Best Practice Beispielen festigte diese Erkenntnis. Als Stärken der Anwendung wurden die Interaktionsmöglichkeiten mit der 3D-Umgebung und der temporalen Dimension erkannt, als offenes Potenzial stellte sich die Interaktion mit den Daten heraus. Des Weiteren brachte die Untersuchung mehrerer Beispiele hervor, dass touristische Freizeitkarten in der Praxis ein niedriges bis mittleres Maß an Interaktivität aufweisen, und dass Geobrowser vor allem aufgrund der dreidimensionalen Visualisierungsmöglichkeiten eingesetzt werden. Für das Modell des Map Use Cube wurde, durch Berücksichtigung verschiedener spezifischer Anforderungen, ein *Standardzweck Freizeitkarte* definiert. Eine Einordnung der Karte *Freizeitregion Elsbeere Wienerwald* in dieses Modell verdeutlichte, dass die im Beispiel angewandte Interaktivität ihren Sinn als Katalysator des Verwendungszweckes erfüllt. Dadurch ließ sich die Ausgangshypothese bestätigen.

7.2 Forschungsergebnis

Die eingangs formulierten Forschungsfragen

- Was bedeutet Interaktivität im Allgemeinen?
- Was bedeutet Interaktivität in der Kartografie?
- Welche Methoden zur Erstellung interaktiver Karten gibt es?
- Was ist der Sinn und Zweck von Interaktivität?
- Wie soll Interaktivität in Freizeitkarten umgesetzt werden?
- Wie kann Interaktivität gemessen werden?

konnten geklärt werden. Eine Definition von Interaktivität, abgegrenzt vom Begriff der Interaktion, konnte erörtert werden. Anschließend wurde die Sonderstellung des Begriffes im konzeptuellen Rahmengebäude der Kartografie als Wissenschaft, und die historische Bedeutung für die Praxis der Kartenerstellung illustriert. Es wurde gezeigt, dass einerseits traditionelle Konzepte in der interaktiven Kartografie übernommen werden müssen, und andererseits Platz für neue Paradigmen geschaffen werden muss. Die umfangreichen, und in Verbindung mit den sich rasant entwickelnden Möglichkeiten der elektronischen Datenverarbeitung stehenden, Umsetzungsmethoden von Interaktivität in der Kartografie konnten exemplarisch illustriert werden. Der Sinn und Zweck von Interaktivität zeigte sich auf zwei Arten. Zum einen dient das Konzept, wie jedes andere vernünftig umgesetzte Mittel in der Kartenerstellung, als Mittel zur Steigerung der Effizienz von Karten, und somit als Katalysator des Verwendungszweckes. Zum zweiten gilt Interaktivität bei vielen Anwendungen als Grundvoraussetzung, ohne die der Zweck einer Anwendung erst gar nicht erfüllt werden kann. Im Falle von Freizeitkarten hängt das Ausmaß der Interaktivität einerseits vom Ausmaß der Mobilität der Besucher im dargestellten Zielgebiet ab, andererseits von den Fähigkeiten der Kartenbenutzer als Zielgruppe. Im Rahmen der Arbeit konnte am praktischen Beispiel illustriert werden, wie sich ein messbarer Wert von Interaktivität konstituieren lässt, und als Gütekriterium für eine Karte interpretiert werden kann.

Die Hypothese

„Mithilfe von Geobrowsern lassen sich die Anforderungen an eine gelungene interaktive Karte effizient, kostengünstig und qualitativ ausreichend hochwertig umsetzen, speziell mit dem Produkt Google Earth.“

konnte bestätigt werden. Dazu war es nötig zu klären, was Geobrowser sind, und welche Möglichkeiten sie bieten. Es stellte sich heraus, dass der meistbenutzte Geobrowser, Google Earth, eine leicht erlernbare und kostengünstige Umsetzungsmethode darstellt, welche für Kartografen einerseits großes kreatives Potenzial zulässt, andererseits wiederum fundamentale Grenzen der Machbarkeit gewisser Funktionen besitzt. Außerdem war es notwendig auf den Begriff der Qualität von Karten einzugehen, und zu zeigen, was eine *gute Karte* ausmachen kann, welche Anforderungen an sie gestellt werden, und wie diese erfüllt werden können. Das praktische Beispiel einer interaktiven Karte diente schließlich dazu diesen Anforderungen gegenübergestellt zu werden, und konnte sie erfüllen.

7.3 Schlussfolgerungen, aufgegriffene Fragen und mögliche Lösungen

Im Rahmen der Untersuchung kam es zu zahlreichen Fragen, die aufgegriffen und zu beantworten versucht wurden. Diese sollen im Folgenden zusammengefasst werden, mit dem Ziel einen Ausblick auf weitere Forschung und Entwicklungen zu geben und Lösungsansätze für konzeptionelle, methodologische und praktische Probleme bezüglich Interaktivität in der Kartografie zu liefern.

Was ist der Unterschied zwischen Interaktion und Interaktivität?

In der Kartografie kommt es oft zu keiner klaren Trennung zwischen den Begriffen Interaktion und Interaktivität, wobei eine konsequente Unterscheidung das Prinzip dieses Begriffspaares vor Augen führen würde. Betrachtet man die Kartografie als Kommunikationswissenschaft, so ist es unabdingbar zwischen dialogisierender Kommunikation zwischen Mensch und Maschine und Handlungen auf zwischenmenschlicher Basis zu differenzieren.

Wie wird Interaktivität in der Kartografie definiert und kategorisiert?

Obwohl interaktive Karten in den letzten zwei Jahrzehnten die Theorie und Praxis der Kartographie fundamental veränderten, fehlt es bis heute an einer allgemein gängigen Klassifizierung und Konzeptualisierung der Funktionen und Ausprägungen

von kartografischer Interaktivität. Es gibt dutzende Ansätze, die verschiedenste Kategorien und Einteilungen des Begriffes bilden, jedoch oft mit dem Vermerk, dass eine vollständige Erfassung aller Ausprägungen von Interaktivität in der Kartografie schwierig ist. Dies mag sicher auch daran liegen, dass die Theorie, im Rahmen der rasanten Entwicklung der letzten beiden Jahrzehnte, der Praxis hinterherläuft. Jegliche Klassifizierung kann bereits morgen überholt sein, da das kreative Potenzial in der modernen Kartografie längst nicht ausgeschöpft ist, und ständig durch neue Methoden und Techniken neu angeregt wird.

Wie wirkt sich Interaktivität auf kartografische Gestaltungsmittel aus?

Bei der Betrachtung des Einflusses von Interaktivität auf kartografische Gestaltungsmittel gilt es zwei Punkte zu beachten. Erstens wirkt sich Interaktivität auf die grafischen Variablen der traditionellen Gestaltungsmittel aus. Diese müssen intuitiv als interaktiv erkennbar sein. Es gilt hierbei Regeln zu definieren, inwiefern sich verschiedenste Gestaltungsmittel zur Umsetzung von Interaktivität eignen. Zudem muss man bedenken, dass Interaktivität selbst als Meta-Variable einer Signatur angesehen werden kann. Der zweite Punkt ist die enge Verknüpfung zwischen Interaktivität und Multimedia. Durch die Weiterentwicklung von Kartografie zur *Cybercartography*, die mittels verschiedenster Medien alle Sinne des Menschen anspricht, erweiterte sich auch das Spektrum der möglichen Gestaltungsmittel einer Karte exponentiell. Es ist Aufgabe der Kartografie auch für diese Elemente Variablen zu definieren und die Auswirkung der Variation dieser empirisch zu erforschen. Ein angesprochenes Beispiel möglicher weiterer Forschung ist der Einfluss von Tönen und Audiosignalen auf die subjektive Verortung von Objekten bei lokalen und mobilen Anwendungen. Auch die Untersuchung von taktilen und olfaktorischen Variablen bietet interessante Perspektiven.

Wie trägt die Messung von Interaktivität zur Evaluierung von Karten bei?

Die Messung und Evaluierung von Interaktivität beziehungsweise einzelner Funktionen findet auf verschiedenen Wegen statt. Neben empirischen Untersuchungen mit realen Testpersonen gibt es die Methode der Kategorisierung einer Anwendung durch vorher definierte Typologien. Im Gegensatz zu den erstgenannten bringen diese kein *Maß der Güte* per se zu Tage, sondern ein *Maß der Interaktivität*, welches als ermittelter Wert einem dem Zweck der Karte entsprechenden Optimalwert gegenübergestellt werden kann. Ein weiterer Vorteil der

Anwendung dieses Konzeptes ist die Vorantreibung der Theoriefindung. Die Erschaffer der vorgestellten Typologien streichen hervor, dass die Anwendung am konkreten praktischen Beispiel Stärken und Schwachpunkte verschiedener interaktiver Kartenanwendungen aufzeigt, und somit direkt zu Richtlinien der Erstellung interaktiver Produkte führt. Den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit wohnt durchaus die Intention inne, hierzu einen Beitrag zu leisten. Als weiterführendes Forschungsziel wäre es wünschenswert die theoretischen Erkenntnisse durch empirische Untersuchungen mit realen Nutzern zu überprüfen.

Was ist der optimale Grad an Interaktivität für Freizeitkarten?

Das Spektrum der Interaktivität von Freizeitkarten reicht von nicht vorhanden (nicht interaktiv) zu mittlerer bis hoher Interaktivität. Grundlegend gilt dabei, dass aufgrund der Anforderungen durch Ziele und Fähigkeiten der Zielgruppe ein mittlerer Grad zu empfehlen ist - abhängig von der vorhergesehenen Mobilität im Zielgebiet. Dies darf jedoch nicht als in Stein gemeißelt angesehen werden. Die Vision einer *Ubiquitous Cartography* wird immer mehr zur Realität. Inzwischen trägt ein Großteil der Bevölkerung in Form eines Smartphones permanent einen Zugang zum Internet in der Hosentasche. Die Menschen gewöhnen sich immer mehr daran komplexe Aufgaben mittels interaktiver technischer Hilfsmittel zu lösen. Im Gegenzug werden Produkt- und Interfacedesign immer anwenderzentrierter und intuitiver. Der Trend weist, wie von Cartwright und Kraak vorhergesagt, eindeutig dazu hin, dass der Grad an Interaktivität in kartografischen Produkten - und daher natürlich auch in Tourismus- und Freizeitkarten - steigen wird. (MacEachren, Kraak, 1997: 337)

Wie wird Google Earth im Falle von Freizeitkarten genutzt?

Google Earth besitzt kaum analytische Werkzeuge, und findet daher in erster Linie als Visualisierungswerkzeug Nutzen und Verwendung. Im Falle von Freizeitkarten ist dies durchaus vorteilhaft, ist deren primärer Zweck doch die anspruchsvolle Präsentation eines Tourismusgebietes. Besucht man die Google Earth Gallery findet man auffallend viele Inhalte mit touristischem Bezug. Der große Vorteil des Programmes liegt dabei in der dreidimensionalen Darstellung. Der Großteil der Best Practice Beispiele greift auf Google Earth als Mittel zur dreidimensionalen Visualisierung touristisch relevanter Gegebenheiten zurück. Dies macht durchaus Sinn, da die dreidimensionale Betrachtung wesentlich realitätsnaher, und auch leichter zu interpretieren ist. Für ungeübte Kartenleser stellt es eine Herausforderung

dar aus einem Wegverlauf über zahlreiche Höhenlinien ein realistisches Bild der Herausforderung zu generieren. In der 3D-Umgebung genügt oft ein Blick, um den Verlauf eines Weges über eine Bergflanke zu erkennen. Mittelfristig wird es wahrscheinlich eine stereoskopische Variante von Google Earth geben, da sowohl Computerbildschirme, als auch Fernseher eine Entwicklung hin zur standardmäßigen 3D-Darstellung erfahren.

Welche Wege gibt es die Vorteile lokaler und mobiler Anwendungen zu verbinden?

Zurzeit gibt es eine klare Trennung zwischen den Verwendungszwecken lokaler und mobiler Freizeitkarten. Lokale Anwendungen dienen dazu, dem potentiellen Besucher von zuhause aus ein Tourismusgebiet möglichst attraktiv zu präsentieren, und sollen ihn zu einem Besuch veranlassen. Mobile Anwendungen sollen ihm eine praktische Hilfestellung sein, während er sich schon im Zielgebiet befindet, und ihm beim Orientieren und Navigieren unterstützen. Im gegenwärtigen Zustand dient auch die *Freizeitregion Elsbeere Wienerwald* der Produktpräsentation. Eine Umgestaltung zur mobilen Variante wäre vorstellbar, und würde potentielle Besucher noch stärker an die Marke binden. Dazu müssten jedoch einige Funktionen und Darstellungen grundlegend geändert werden, um die Anforderungen eines kleinen Bildschirms zu erfüllen. Kraak und Brown gingen 2001 davon aus, dass PDAs mit WAP-Technologie die nächste große Revolution in der Kartografie herbeiführen werden. (vgl. Kraak, Brown, 2001: 171f) Inzwischen ist die Technik in einem bedeutendem Maß vorangeschritten. Ein großer Teil der Bevölkerung besitzt persönliche Smartphones mit Internetzugang. Diese Geräte sind zum Teil *Augmented Reality-fähig* und geben dem *Cyberspace* im realen Raum ein Zuhause. Weite Verbreitung finden auch Tablet-PCs, die für viele Anwendungen den optimalen Ausgleich zwischen Mobilität und Bildschirmgröße, bei voller Konnektivität und Funktionalität, liefern könnten, jedoch leider nicht *outdoor-geeignet* sind. Die traditionelle Wanderkarte aus Papier scheint in vielen Belangen doch noch unabstreitbare Vorteile zu besitzen. Könnte man aus ihr ein internetfähiges, multimedia-taugliches Produkt machen wäre sie die beste Lösung für die Verbindung zwischen attraktiver Präsentation und Praktikabilität im Freizeitbereich. Es ist daher abzuwarten, wie sich die Massentauglichkeit des elektronischen Papiers entwickelt. Dieses würde für die Kartografie zur Zeit noch eine Art Zauberformel darstellen, die es vermag viele Probleme mobiler Anwendungen zu lösen. In Anbetracht der rasanten technologischen Entwicklung wird es wohl viele bald überraschen, wenn der Zauber Wirklichkeit geworden ist.

Literaturverzeichnis

Monographien:

- Barfield Woodrow, Furness Thomas, 1995: Virtual environments and advanced interface design. Oxford. Oxford University Press.
- Bertin Jaques, 1974: Graphische Semiologie. Berlin, New York. Walter de Gruyter.
- Bonsiepe Gui, 1996: Interface. Mannheim. Bollmann
- Frau-Meigs Divina, 2006: Media Education. A Kit for Teachers, Students, Parents and Professionals. Paris. UNESCO
- Hake Günter, Grünreich Dieter, Meng Liqiu, 2002: Kartographie. Berlin. Walter de Gruyter
- Issing Ludwig, Klimsa Paul, 1995: Information und Lernen mit Multimedia. Weinheim. Beltz
- MacEachren Alan, 1995: How maps work. New York. Guilford Press
- Nielsen Jakob, 1993: Usability Engineering. San Diego, London, San Francisco. Academic Press
- Norman Donald, 1990: The design of everyday things. New York. Doubleday
- Powers Shelley, 2007: Einführung in JavaScript. Übersetzt aus dem Englischen ins Deutsche von Demmig Thomas. Köln. O'Reilly
- Reppesgaard Lars, 2008: Das Google Imperium. Hamburg. Murmann
- Rörig Horst, 2006: Die Mär vom Mehr. Strategien der Interaktivität Begriff, Geschichte, Funktionsmuster. Berlin. LIT
- Schweibenz Werner, Thissen Frank, 2002: Qualität im Web: Benutzerfreundliche Webseiten durch Usability Evaluation. Berlin. Springer. Reihe X.media.press
- Shapiro Carl, Varian Hal, 1999: Information Rules: a strategical guide to the network economy. Boston. Harvard Business School Press
- Sherman Chris, Price Gary, 2001: The Invisible Web: Uncovering Information Sources Search Engines Can't See. Medford. Information Today
- Shneidermann Ben, 1998: Designing the user interface. Strategies for effective human-computer interaction. 3. Auflage. Reading. Adison-Wesley Longman
- Thielsch Meinald, 2008: Ästhetik von Websites. Wahrnehmung von Ästhetik und deren Beziehung zu Inhalt, Usability und Persönlichkeitsmerkmalen. Münster. MV

Wilhelmy Herbert, 1996: Kartographie in Stichworten. Zug. Ferdinand Hirt AG. Reihe Hirt's Stichwörterbücher.

Beiträge in Sammelwerken:

Asche Hartmut, 2001: Kartographische Informationsverarbeitung in Datennetzen - Prinzipien, Produkte, Perspektiven. In: Hermann Christian, Asche Hartmut(Hg.): Web.Mapping 1. Raumbezogene Information und Kommunikation im Internet. Heidelberg. Wichmann. S. 3-17

Borchert Axel, 1999: Multimedia Atlas Concepts. In: Cartwright William, Peterson Michael, Gartner Georg(Hg.): Multimedia Cartography. Berlin, Heidelberg, New York. Springer. 1. Auflage. S. 75-86

Brodie Ken, Kraak Menno-Jan, Kitchin Rob, Gillings Mark, Haklay Mordechai, Dykes Jason, 2002: Geography in VR. In: Fisher Peter, Unwin David(Hg.): Virtual Reality in Geography. London, New York. Taylor and Francis. S. 7-16

Brodie Ken, El-Khalili Nuha, 2002: Web-based virtual environments. In: Fisher Peter, Unwin David(Hg.): Virtual Reality in Geography. London, New York. Taylor and Francis. S. 35-46

Brown Allan, 2001: Web maps and tourists. In: Kraak Menno-Jan, Brown Allen(Hg.): Web Cartography: Developments and Prospects. London, New York. Taylor and Francis Group. S. 123-133

Buziek Gerd, 1999: Dynamic Elements of Multimedia Cartography. In: Cartwright William, Peterson Michael, Gartner Georg(Hg.): Multimedia Cartography. Berlin, Heidelberg, New York. Springer. 1. Auflage. S. 231-244

Buziek Gerd, Döllner Jürgen, 1999: Concept and implementation of an interactive, cartographic virtual reality system. In: Proceedings of the 19th International Cartographic Conference, August 1999, Ottawa, Canada. ICC. S. 88-99

Cartwright William, 1999: Development of Multimedia. In: Cartwright William, Peterson Michael, Gartner Georg(Hg.): Multimedia Cartography. Berlin, Heidelberg, New York. Springer. 1. Auflage. S. 11-26

Cartwright William, Peterson Michael, 1999: Multimedia Cartography. In: Cartwright William, Peterson Michael, Gartner Georg(Hg.): Multimedia Cartography. Berlin, Heidelberg, New York. Springer. 1. Auflage. S. 1-10

Cartwright William, 2004: Exploring and Discovering Geographical Facts Using Geographical Storytelling. In: Anastasiou Pauline, Trist Karen(Hg.): Image Text and Sound 2004: The Yet Unseen: Rendering Stories. Melbourne. RMIT Publishing. S. 207-226

- Cartwright William, Peterson Michael, Gartner Georg, 2006: New Media: From Discrete, to Distributed, to Mobile, to Ubiquitous. In: Stefanakis Emmanuel, Peterson Michael, Armenakis Costas, Delis Vasilis(Hg.): Geographic Hypermedia. Concepts and Systems. Berlin, Heidelberg, New York. Springer. S. 22-36
- Crampton Jeremy, 1999: Online Mapping: Theoretical Context and Practical Applications. In: Cartwright William, Peterson Michael, Gartner Georg(Hg.): Multimedia Cartography. Berlin, Heidelberg, New York. Springer. 1. Auflage. S. 291-304
- Crawford Chris, 1990: Lessons from Computer Games Design. In: Laurel Brenda(Hg.): The Art of Human-Computer Interface Design. Reading. Addison-Wesley. S. 103-111
- DiBiase David, MacEachren Alan, Krygier John, Reeves Catherine, Brenner Alan, 1991: Animated cartographic visualization in earth science. In: Proceedings of the 15th International Cartographic Conference, September-Oktober 1991, Bournemouth, UK. ICC. S. 223-232
- Dickmann Frank, 2005: Effectiveness and efficiency of tourism maps in the World Wide Web and their potential for mobile map services. In: Meng Liqiu, Zipf Alexander, Reichenbacher Tumasch(Hg.): Map-based mobile services. Theories, Methods and Implementations. Berlin, Heidelberg, New York. Springer. S. 42-53
- Ditz Robert, Gartner Georg, 2001: About the applicability of interactivity for selected methods of thematic cartography. In: Mapping the 21st Century - The 20th Int. Cartographic Conference. Scientific and Technical Program Committee LOC for ICC 2001 Beijing China. Peking. S. 1833 - 1842
- Dodge Martin, 2002: Explorations in AlphaWorld. The geography of 3D virtual worlds on the internet. In: Fisher Peter, Unwin David(Hg.): Virtual Reality in Geography. London, New York. Taylor and Francis. S. 305-331
- Dransch Doris, 1999: Theoretical Issues in Multimedia Cartography. In: Cartwright William, Peterson Michael, Gartner Georg(Hg.): Multimedia Cartography. Berlin, Heidelberg, New York. Springer. 1. Auflage. S. 41-48
- Fritz Jürgen, 1997: Edutainment - Neue Formen des Spielens und Lernens?. In: Fritz Jürgen, Fehr Wolfgang(Hg.): Handbuch Medien: Computerspiele. Bonn. Bundeszentrale für politische Bildung.
- Fuhrmann Sven, Kuhn Werner, 1999: Interface Design. Issues for interactive animated maps. In: Proceedings of the 19th International Cartographic Conference, August 1999, Ottawa, Canada. ICC. S. 26-37

- Gammack Rex, 1999: New Web Map Design Challenges: Interactive Web Products for the World Wide Web. In: Cartwright William, Peterson Michael, Gartner Georg(Hg.): Multimedia Cartography. Berlin, Heidelberg, New York. Springer. 1. Auflage. S. 155-172
- Gartner Georg, 1999: Multimedia GIS and the Web. In: Cartwright William, Peterson Michael, Gartner Georg(Hg.): Multimedia Cartography. Berlin, Heidelberg, New York. Springer. 1. Auflage. S. 305-314
- Grolig Bernd, Schenk Andreas, Waldik Dirk, 2001: Stand und Tendenzen zur Visualisierung von Geoinformationssystemen im WWW. In: Hermann Christian, Asche Hartmut(Hg.): Web.Mapping 1. Raumbezogene Information und Kommunikation im Internet. Heidelberg. Wichmann. S. 46-67
- Hearst Marti, 1999: User Interfaces and Visualization. In: Baeza-Yates Ricardo, Ribeiro-Neto Berthier(Hg.): Modern Information Retrieval. New York. ACM Press. S. 257-323
- Klamma Ralf, Spaniol Marc, Jarke Matthias, Cao Yiwei, Jansen Michael, Toubekis Georgios, 2006: Standards for Geographic Hypermedia: MPEG, OGC and co. In: Stefanakis Emmanuel, Peterson Michael, Armenakis Costas, Delis Vasilis(Hg.): Geographic Hypermedia. Concepts and Systems. Berlin, Heidelberg, New York. Springer. S. 233-256
- Kraak Menno-Jan, 2001: Settings and needs for web cartography. In: Kraak Menno-Jan, Brown Allen(Hg.): Web Cartography: Developments and Prospects. London, New York. Taylor and Francis Group. S. 1-7
- Kraak Menno-Jan, 2001: Cartographic Principles. In: Kraak Menno-Jan, Brown Allen(Hg.): Web Cartography: Developments and Prospects. London, New York. Taylor and Francis Group. S. 53-71
- Kraak Menno-Jan, Brown Allan, 2001: Outlook. In: Kraak Menno-Jan, Brown Allen(Hg.): Web Cartography: Developments and Prospects. London, New York. Taylor and Francis Group. S. 171-175
- Kraak Menno-Jan, 2002: Visual exploration of virtual environments. In: Fisher Peter, Unwin David(Hg.): Virtual Reality in Geography. London, New York. Taylor and Francis. S. 58-67
- Krygier John, 1999: Cartographic multimedia and praxis in human geography and the social sciences. In: Cartwright William, Peterson Michael, Gartner Georg(Hg.): Multimedia Cartography. Berlin, Heidelberg, New York. Springer. 1. Auflage. S. 245-256

- Lindgard Gitte, Brown Allison, Brohnster Adam, 2005: Interface Design Challenges in Virtual Space. In: Taylor DR Fraser(Hg.): Cybercartography: Theory and Practice. Amsterdam, London, Oxford. Elsevier. Reihe Modern Cartography Band 4. S. 211-230
- MacEachren Alan, 1994: Visualisation in Modern Cartography. Setting the agenda. In: MacEachren Alan, Taylor DR Fraser(Hg.): Visualization in Modern Cartography. New York. Pergamon. Reihe Modern Geography Band 2. S. 1-12
- Miller Suzette, 1999: Design of Multimedia Mapping Products. In: Cartwright William, Peterson Michael, Gartner Georg(Hg.): Multimedia Cartography. Berlin, Heidelberg, New York. Springer. 1. Auflage. S. 51-64
- Monmonier Mark, 2005: POMP and Circumstance: Plain Old Map Products in a Cybercartographic World. In: Taylor DR Fraser(Hg.): Cybercartography: Theory and Practice. Amsterdam, London, Oxford. Elsevier. Reihe Modern Cartography Band 4. S. 15-34
- Moore Kate, 1999: VRML and Java for Interactive 3D Cartography. In: Cartwright William, Peterson Michael, Gartner Georg(Hg.): Multimedia Cartography. Berlin, Heidelberg, New York. Springer. 1. Auflage. S. 205-217
- Persson Donata, Gartner Georg, Buchroithner Manfred, 2006: Towards a Typology of Interactivity Functions for Visual Map Exploration. In: Stefanakis Emmanuel, Peterson Michael, Armenakis Costas, Delis Vasilis(Hg.): Geographic Hypermedia. Concepts and Systems. Berlin, Heidelberg, New York. Springer. S. 275-292
- Peterson Michael, 1999: Elements of Multimedia Cartography. In: Cartwright William, Peterson Michael, Gartner Georg(Hg.): Multimedia Cartography. Berlin, Heidelberg, New York. Springer. 1. Auflage. S. 31-40
- Peterson Michael, 2006: Hypermedia Maps and the Internet. In: Stefanakis Emmanuel, Peterson Michael, Armenakis Costas, Delis Vasilis(Hg.): Geographic Hypermedia. Concepts and Systems. Berlin, Heidelberg, New York. Springer. S. 121-136
- Ramos Christhiane da Silva, Cartwright William, 2006: Atlases from Paper to Digital Medium. In: Stefanakis Emmanuel, Peterson Michael, Armenakis Costas, Delis Vasilis(Hg.): Geographic Hypermedia. Concepts and Systems. Berlin, Heidelberg, New York. Springer. S. 97-120
- Scharl Arno, 2007: Towards the Geospatial Web: Media Platforms for Managing Geotagged Knowledge Repositories. In: Scharl Arno, Tochtermann Klaus: The geospatial web: how geobrowsers, social software and the Web 2.0 are shaping the Network Society. London. Springer. Reihe Advanced Information and Knowledge Processing Series. S. 3-14

- Schenk Andreas, 2001: Flash - neue Wege zur kartographischen Visualisierung. In: Hermann Christian, Asche Hartmut(Hg.): Web.Mapping 1. Raumbezogene Information und Kommunikation im Internet. Heidelberg. Wichmann.
- Schmidt Dirk, Rinner Claus, 2001: Intelligent, interaktiv und internetfähig - Die neue Kartengeneration. In: Hermann Christian, Asche Hartmut(Hg.): Web.Mapping 1. Raumbezogene Information und Kommunikation im Internet. Heidelberg. Wichmann. S. 90-99
- Schulmeister Rolf, 2004: Didaktisches Design aus hochschuldidaktischer Sicht. Ein Plädoyer für offene Lernsituationen. In: Rinn Ulrike, Meister Dorothee(Hg.): Didaktik und Neue Medien. Konzepte und Anwendungen in der Hochschule. Münster. Waxmann. Reihe Medien in der Wissenschaft: Band 21. S. 19-49
- Spiess Ernst, 1996: Attraktive Karten - Ein Plädoyer für gute Kartengrafik. In: Kartographie im Umbruch - neue Herausforderungen, neue Technologien. Beiträge zum Kartographiekongress Interlaken 96
- Stähler Patrick, 2001: Von Geographischen Informationssystemen zu Webmapping-Applikationen - eine ökonomische Analyse. In: Hermann Christian, Asche Hartmut(Hg.): Web.Mapping 1. Raumbezogene Information und Kommunikation im Internet. Heidelberg. Wichmann. S. 155-166
- Swanson James, 1999: The Cartographic Possibilities of VRML. In: Cartwright William, Peterson Michael, Gartner Georg(Hg.): Multimedia Cartography. Berlin, Heidelberg, New York. Springer. 1. Auflage. S. 181-194
- Taylor DR Fraser, 2005: Remaining Challenges and the future of Cybercartography. In: Taylor DR Fraser(Hg.): Cybercartography: Theory and Practice. Amsterdam, London, Oxford. Elsevier. Reihe Modern Cartography Band 4. S. 541-560
- Urquhart Karen, Miller Sanford, Cartwright William, 2004: A user-centered research approach to designing useful geospatial representations for LBS. In: Proceedings of the 2nd Symposium on LBS and TeleCartography, Jänner 2004, Wien, Österreich.
- van den Worm Jeroen, 2001: Web map design in practice. In: Kraak Menno-Jan(Hg.): Web Cartography: Developments and Prospects. London, New York. Taylor and Francis Group. S. 87-108
- van Elzakker Corné, 2001: Use of Maps on the web. In: Kraak Menno-Jan, Brown Allen(Hg.): Web Cartography: Developments and Prospects. London, New York. Taylor and Francis Group. S. 21-36
- Vasconcellos Regina Araujo de Almeida, 1993: Representing the geographical space for visually handicapped students: A case study on map use. In: Proceedings of the 16th International Cartographic Conference, Mai 1993, Köln, Deutschland. ICC. S. 993-1004

Waldik Dirk, 2001: In: Hermann Christian, Asche Hartmut(Hg.): Web.Mapping 1. Raumbezogene Information und Kommunikation im Internet. Heidelberg. Wichmann. S. 3-17

Wealands Karen, 2006: In Pursuit of Usefulness: Resetting the Design Focus for Mobile Geographic Hypermedia Systems. In: Stefanakis Emmanuel, Peterson Michael, Armenakis Costas, Delis Vasilis(Hg.): Geographic Hypermedia. Concepts and Systems. Berlin, Heidelberg, New York. Springer. S. 137-154

Yom Miriam, 2002: Utility und Usability im Mobile Commerce. In: Silberer Günter, Wohlfahrt Jens, Wilhelm Thorsten(Hg.): Mobile Commerce. Grundlagen, Geschäftsmodelle, Erfolgsfaktoren. Wiesbaden. Gabler. S.173-184

Beiträge in Periodika:

Abend Pablo, Thielmann Tristan, 2011: Die Erde als Interface. Ein Google Earth Rundgang. In: Richterich Annika, Schabacher Gabriele(Hg.): Raum als Interface. Siegen. Universitätsverlag Siegen. Reihe Massenmedien und Kommunikation Ausgabe 187/188. S. 127-144

Andrienko Natalia, Andrienko Gennady, Voss Hans, Bernardo Fatima, Hipolito Joana, Kretchmer Ursula, 2002: Testing the Usability of Interactive Maps in CommonGIS. In: Cartography and Geographic Information Science. Gaithersburg. American Congress on Surveying and Mapping. Ausgabe 29/4. S. 325-342

Cartwright William, 1997: New Media and their Application to the Production of Map Products. In: Computers and Geosciences. Elsevier. Ausgabe 23/4. S. 447-456

Cartwright William, Crampton Jeremy, Gartner Georg, Miller Suzette, Mitchell Kirk, Siekierska Eva, Wood Jo, 2001: Geospatial Information Visualization User Interface Issues. In: Cartography and Geographic Information Science. Gaithersburg. American Congress on Surveying and Mapping: Ausgabe 28/1. S. 61-75

Crampton Jeremy, 2002: Interactivity Types in Geographic Visualization. In: Cartography and Geographic Information Science. Gaithersburg. American Congress on Surveying and Mapping: Ausgabe 29/2. S. 85-98

Dransch Doris, 1995: Temporale und non-temporale Computer-Animation in der Kartographie. In: Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen. Berlin. Fachbereich Geowissenschaften Freie Universität Berlin. Band 15

Gartner Georg, 1998: About the quality of maps. In: Cartographic Perspectives. North American Cartographic Information Society. Ausgabe 30. S. 38-46

Goodchild Michael, 2008: The use cases of digital earth. In: International Journal of Digital Earth. Taylor and Francis. Ausgabe 1/1. S. 31-42

- Halle Michael, 1997: Autostereoscopic displays and computer graphics. In: Computer Graphics. ACM SIGGRAPH. Ausgabe 31/2. S. 58-62
- Harrower Mark, Keller Peter, Hocking Diana, 1997: Cartography on the Internet: Thoughts and a preliminary user survey. In: Cartographic Perspectives. North American Cartographic Information Society. Ausgabe 26
- Harrower Mark, MacEachren Alan, Griffin Amy, 2000: Design and assessment of a geographic visualization tool to support earth science learning. In: Cartography and Geographic Information Science. Gaithersburg. American Congress on Surveying and Mapping. Ausgabe 27/4. S. 279-293
- Jones M.T., 2007: Google's Geospatial Organizing Principle. In: Computer Graphics and Applications. IEEE Computer Society. Ausgabe 27/4. S. 8-13
- Kelnhöfer Fritz, Ditz Robert, 1997: Interaktive Atlanten - Eine neue Dimension der kartographischen Informationsvermittlung. In: Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft. Band 139. S. 277-312
- MacEachren Alan, Kraak Menno-Jan, 1997: Exploratory Cartographic Visualization: Advancing the Agenda. In: Computers and Geosciences. Elsevier. Ausgabe 23/4. S. 335-343
- Negroponte Nicholas, 1995: Digital Videodiscs: Either Format is Wrong. In: Wired. Ausgabe 3/06. S. 222
- Reeves Thomas, 1992: Evaluating Schools Infused with Technology. In: Education and Urban Society. Ausgabe 24/4. S. 519-534
- Riedl Andreas, 1999: Neue Medien und deren Einfluss auf die Kartographie. In: Kretschmer Ingrid, Kriz Karel(Hg.): 25 Jahre Studiengang Kartografie. Wien. Institut für Geographie und Regionalforschung der Universität Wien. Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, Band 12. S. 57-67
- Riedl Andreas, 2000: Virtuelle Globen in der Geovisualisierung. In: Kretschmer Ingrid, Kriz Karel(Hg.): Virtuelle Globen in der Geovisualisierung. Wien. Institut für Geographie und Regionalforschung der Universität Wien. Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, Band 13. S. 13-139
- Riedl Andreas, 2008: Entwicklung und Perspektiven von taktilen Hypergloben. In: Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft. Ausgabe 150. Wien. Österreichische Geographische Gesellschaft. S. 339-356
- van Elzakker Corné, 2004: The use of maps in the exploration of geographic data. Dissertation Nr. 116 an der University of Twente. In: Utrechtse Geografische Studies. Utrecht. University of Utrecht. Ausgabe 326.

Online-Quellen:

- Bleckmann Marc, 2007: Objektorientierung in JavaScript. Seminar an der FH Wedel WS 2007. <http://www.fh-wedel.de/~si/seminare/ws07/Ausarbeitung/11.javascript/index.html> [23.08.2011]
- Craglia Max, Goodchild Michael, Annoni Alessandro, Camara Gilberto, Gould Michael, Kuhn Werner, Mark David, Masser Ian, Maguire David, Liang Steve, Parsons Ed, 2008: Next-Generation Digital Earth: A position paper from the Vespucci Initiative for the Advancement of Geographic Information Science. In: International Journal of Spatial Data Infrastructure Research. Joint Research Center of the European Commission. Ausgabe 3. S. 146-167. <http://ijmdir.jrc.ec.europa.eu/index.php/ijmdir/article/viewFile/119/99> [04.09.2011]
- Dransch Doris, 1997: Funktionen der Medien bei der Visualisierung georäumlicher Daten. In: geoinformatik_online. Institut für Geoinformatik, Westfälische Wilhelms-Universität Münster. Ausgabe 97/3. http://gio.uni-muenster.de/beitraege/ausg3_97/dransch/dransch.htm [02.09.2011]
- Goodchild Michael, 2007: Citizens as Voluntary Sensors: Spatial Data Infrastructure in the World Wide Web 2.0. In: International Journal of Spatial Data Infrastructure Research. Joint Research Center of the European Commission. Ausgabe 2. S. 24-32. <http://ijmdir.jrc.ec.europa.eu/index.php/ijmdir/article/viewFile/119/99> [04.09.2011]
- Heidmann Frank, 2009: Radical Maps: Interaktive Karten und Geovisualisierungen zur Exploration und Kommunikation von komplexen Daten in sozialen, ökonomischen und ökologischen Kontexten. Vortrag am 8. Symposium für Informationsdesign, Oktober 2009, Stuttgart, Deutschland. Zusammenfassung unter <http://www.idsymposium.de/2009/programm.html#c102> [10.9.2011]
- Heidmann Frank, 2010: Designing for User Experience in eScience. Nutzerzentrierte Entwicklung neuer Interaktions- und Visualisierungsformate für das Datenmanagement. Vortrag am Potsdamer I-Science Tag 23.-24.März 2010, Potsdam, Deutschland. http://informationswissenschaften.fh-potsdam.de/fileadmin/FB5/Dokumente/forschung/tagungen/i-science/Vortrag_eScience_final-1.pdf [10.09.2011]
- Krygier John, 1994: Sound and Geographic Visualization. In: MacEachren Alan, Taylor DR Fraser(Hg.): Visualization in Modern Cartography. New York. Pergamon. Reihe Modern Geography Band 2. S. 149-166 http://krygier.owu.edu/krygier_html/krysound.html [27.08.2010]

MacEachren Alan, Kraak Menno-Jan, Verbree Edward, 1999: Cartographic issues in the design and application of geospatial virtual environments. In: Proceedings of the 19th International Cartographic Conference, August 14-21 1999, Ottawa, Canada. <http://www.geovista.psu.edu/publications/ica/ica99/index.html> - [14.06.2010]

Mori Masahiro, 1970: Bukimi no tani. In: Energy. Ausgabe 7/4. S. 33-35. Übersetzt aus dem Japanischen ins Englische von MacDorman Karl, Minato Takahashi. <http://www.androidscience.com/theuncannyvalley/proceedings2005/uncannyvalley.html> [22.10.2010]

Nielsen Jakob, 1995-2011: The Alertbox: Current Issues in Web Usability. <http://www.useit.com/alertbox> [17.01.2008]

Räber Stefan, Jenny Bernhard, 2001: Attraktive Webkarten - ein Plädoyer für gute Kartengrafik. Zürich. Institut für Kartographie der ETH Zürich. http://jenny.cartography.ch/pdf/2001_Raeber_WebMapping.pdf [27.01.2011]

Schmid Beat, 1998: Medienkonvergenz - Folgen für das Design von Informationsobjekten. Vortrag an der Konferenz der Swiss Computer Graphics Association, des Verbandes der Wirtschafts-Informatiker der Schweiz, des Schweizerischen Werkbundes, Oktober 1998, Zürich, Schweiz. Institut für Medien- und Kommunikationsmanagement der Universität St. Gallen. <http://www.alexandria.unisg.ch/Publications/9461/L-de> [24.03.2010]

Schmitt Stefan, 2011: 3-D ohne Brille. In: Die Zeit. Hamburg. Ausgabe 2011/10. <http://www.zeit.de/2011/10/3D-ohne-Brille> [17.06. 2011]

Dissertationen und Diplomarbeiten:

Cron Juliane, 2006: Graphische Benutzeroberflächen interaktiver Atlanten. Konzept zur Strukturierung und praktischen Umsetzung der Funktionalität. Diplomarbeit an der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden

Häberling Christian, 2003: Topographische 3D-Karten. Thesen für kartographische Gestaltungsansätze. Dissertation Nr. 15379 an der ETH Zürich.

Nachschlagewerke und Kataloge:

ISO, 1998: ISO 4201-11: 1998 Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) -Part 11: Guidance on usability

DIN, 1999: Deutsche Fassung EN ISO 9241-11: 1998 Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeit mit Bildschirmgeräten - Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit

Internet-Links:

ESRI (Environmental Systems Research Institute), 2007: ArcGIS 9.2 Desktop Help. <http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/> [15.05.2009]

ESRI (Environmental Systems Research Institute), 2009: ArcGIS 9.3 Desktop Help. <http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.1/index.cfm?id=220&pid=209&topicname=About%20creating%20interactive%20maps> [22.01.2011]

Google Inc., 2011a: Products. <http://www.google.de/intl/de/earth/explore/products/desktop.html> [04.09.2011]

Google Inc., 2001b: KML Reference. <http://code.google.com/intl/en/apis/kml/documentation/kmlreference.html> [18.08.2011]

Google Inc., 2011c: KML FAQ. <http://code.google.com/intl/de-DE/apis/kml/faq.html> [14.10.2011]

Google Inc.: KML Extension 2.2. <http://www.google.com/kml/ext/2.2> [04.09.2011]

Locr. <http://de.locr.com> [22.01.2010]

Open Geospatial Consortium: XML Schema 2.2. <http://schemas.opengis.net/kml/2.2.0/ogckml22.xsd> [04.09.2011]

Österreich Werbung. <http://www.austria.info> [12.10.2011]

Panoramio. <http://www.panoramio.com> [10.04.2010]

Picassa. <http://picassa.google.com> [22.11.2011]

Qype.at. <http://www.qype.at> [22.11.2011]

Swiss Knife Valley AG. <http://flash.swissknifevalley.ch> [12.10.2011]

Tiscover. com Mein Bett in den Alpen. <http://www.tiscover.com> [22.11.2011]

Tourismus- und Kulturportal des Landes Niederösterreich. <http://www.outdooractive.com/live/Alpregio-Regionskarte/Niederoesterreich> [12.10.2011]

Tourismusverband Tiroler Oberland & Kaunertal. http://www.webtrail.at/webtrail_tirol/website/index.php?id=199&wfile=map/wwkarte_info_fr.php&loc=4&lang=de [12.10.2011]

Touristisches Web-GIS des Luftkurortes Lam. <http://cms.lam.de/Interaktiv/TouristischesWebGIS/tabid/3781/language/de-DE/Default.aspx> [12.10.2011]

Tripadvisor. <http://www.tripadvisor.com> [22.11.2011]

Wetter.at. <http://www.wetter.at> [04.09.2011]

Wetter.tv. <http://at.wetter.tv/de> [22.11.2011]

Wikipedia. <http://www.wikipedia.org> [22.11.2011]

Abbildungsverzeichnis:

Ich habe mich bemüht, sämtliche Inhaber der Bildrechte ausfindig zu machen und ihre Zustimmung zur Verwendung der Bilder in dieser Arbeit eingeholt. Sollte dennoch eine Urheberrechtsverletzung bekannt werden, ersuche ich um Meldung bei mir.

Abbildung 1 - Grundmodelle von Kommunikation und Interaktion, nach Rörig 2006, S. 6f

Abbildung 2 - Interaktivität als dialogische Kommunikation über das Medium Computer, nach Rörig 2006 S. 113

Abbildung 3 - Interaktivität als objektgesteuerte Input/Output-Kommunikation mit der Maschine, nach Rörig 2006, S. 115

Abbildung 4 - Das Kartografische Kommunikationsgesetz nach Hake, Grünreich, Meng 2002, S. 22

Abbildung 5 - Zusätzliche Kanäle in der kartographischen Kommunikation bei Nutzung von Interaktivität

Abbildung 6 - Beispiel für eine Zensuskarte mit Schwellenwertmanipulation, nach Monmonier 2000, S. 30

Abbildung 7 - Klassifizierung von Webkarten in Anlehnung an Kraak, 2001

Abbildung 8 - Interaktivitätsgrade von Virtual Reality, nach Brodli et al., 2002, S. 10

Abbildung 9 - "The Spectrum of VR", nach Brodli und El-Khalili, 2002, S. 35

Abbildung 10 - Mobile Tagging in einem RandMacNally Straßenatlas als Interface zu zusätzlichen Informationen

Abbildung 11- „Abstract Sound Variables“, nach Krygier, 1994

Abbildung 12 - Mögliche Kurvenverläufe der Beziehung zwischen Interaktivität und Bandbreite nach Crampton, 1999, S. 301

Abbildung 13 - KML-Klassenhierarchie in Version 2.2, abstrakte Elemente in Klammern, Quelle: Google, 2011b

Abbildung 14 - "What makes web maps special?" nach Kraak, 2001, S. 5, ergänzt um Wechselbeziehungen

Abbildung 15 - Der Map Use Cube nach MacEachren, Kraak, 1997, S. 338

Abbildung 16 - Karte der Region Elsbeere Wienerwald, Quelle: Reinberg und Partner, 2007, <http://www.elsbeere-wienerwald.at/grafiken/regionskarte.jpg>

Abbildung 17 - Transparente ÖK50 als Hintergrundkarte in der Applikation „Freizeitregion Elsbeere Wienerwald“

Abbildung 18 - Animation der Minimal- und Maximalvariante des WIR-Rundwanderweges

Abbildung 19 - Erstellte Signaturen (Elsbeere, Burg, Gipfel, Kirche, Museum)

Abbildung 20 - 3D-Modell der Burg Neulengbach in Google Earth

Abbildung 21 - Videoquiz in der Applikation Freizeitregion Elsbeere Wienerwald

Abbildung 22 - Erstellte Piktogramme für linienhafte Objekte, Videoquiz, 3D-Modelle, Hintergrundkarten und Regionslogo

Abbildung 23 - Darstellung des Zielgebietes bei Aktivierung aller Ebenen

Abbildung 24 - Fehlerhafte Darstellung von linienartigen Objekten in Google Earth

Abbildung 25 - Kartenrandausstattung bei Google Earth.

Abbildung 26 - ALPregio Interaktive Wanderkarte des Tourismusportals Niederösterreich, Darstellung des Gebietes der Region Elsbeere Wienerwald

Abbildung 27 - Interaktive Österreich-Karte der Österreich-Werbung, Darstellung der Region Elsbeere Wienerwald

Abbildung 28 - Flash-basierte Karte des „Swiss Knife Valley“

Abbildung 29 - „Touristisches Web-GIS des Luftkurortes Lam“, in Google Earth

Abbildung 30 - Interaktive Freizeitkarte „Tiroler Oberland Ferienparadies“

Abbildung 31 - Erreichter Grad der maximal umsetzbaren Funktionen und Kategorien von Interaktivität der betrachteten Beispiele nach den Typologien nach Crampton, 2002 und Persson, Gartner, Buchroithner 2006

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 - Typologie von Interaktivitätsfunktionen nach Crampton, 2002, S. 90f

Tabelle 2 - Typologie von Interaktivitätsfunktionen, nach Persson, Gartner, Buchroithner, 2006, S. 277f

Tabelle 3 - Funktionen verschiedener Medien nach Dransch, 1997

Tabelle 4 - Auffindbarkeit der Homepage der Region Elsbeere Wienerwald

Tabelle 5 - Typologie von Interaktivitätsfunktionen nach Crampton, 2002, S. 90f - erweitert um Hervorhebung der Funktionen des praktischen Beispiels „Freizeitregion Elsbeere Wienerwald“

Tabelle 6 - Typologie von Interaktivitätsfunktionen, nach Persson, Gartner, Buchroithner, 2006, S. 277f - erweitert um Hervorhebung der Funktionen des praktischen Beispiels „Freizeitregion Elsbeere Wienerwald“

Tabelle 7 - Typologie von Interaktivitätsfunktionen nach Crampton, 2002, S. 90f, umgesetzte Funktionen des Beispiels Interaktive Karte des Tourismusportals Niederösterreich

Tabelle 8 - Typologie von Interaktivitätsfunktionen, nach Persson, Gartner, Buchroithner, 2006, S. 277f, umgesetzte Funktionen des Beispiels Interaktive Karte des Tourismusportals Niederösterreich

Tabelle 9 - Typologie von Interaktivitätsfunktionen nach Crampton, 2002, S. 90f, umgesetzte Funktionen des Beispiels Interaktive Österreich-Karte der Österreich Werbung

Tabelle 10 - Typologie von Interaktivitätsfunktionen, nach Persson, Gartner, Buchroithner, 2006, S. 277f, umgesetzte Funktionen des Beispiels Interaktive Österreich-Karte der Österreich Werbung

Tabelle 11 - Typologie von Interaktivitätsfunktionen nach Crampton, 2002, S. 90f, umgesetzte Funktionen des Beispiels „Swiss Knife Valley“

Tabelle 12 - Typologie von Interaktivitätsfunktionen, nach Persson, Gartner, Buchroithner, 2006, S. 277f, umgesetzte Funktionen des Beispiels „Swiss Knife Valley“

Tabelle 13 - Typologie von Interaktivitätsfunktionen nach Crampton, 2002, S. 90f, umgesetzte Funktionen des Beispiels „Touristisches Web-GIS des Luftkurortes Lam“

Tabelle 14 - Typologie von Interaktivitätsfunktionen, nach Persson, Gartner, Buchroithner, 2006, S. 277f, umgesetzte Funktionen des Beispiels „Touristisches Web-GIS des Luftkurortes Lam“

Tabelle 13 - Typologie von Interaktivitätsfunktionen nach Crampton, 2002, S. 90f, umgesetzte Funktionen des Beispiels „Tiroler Oberland Ferienparadies“

Tabelle 14 - Typologie von Interaktivitätsfunktionen, nach Persson, Gartner, Buchroithner, 2006, S. 277f, umgesetzte Funktionen des Beispiels „Tiroler Oberland Ferienparadies“

Appendix

Bilddatenbank der Applikation „Freizeitregion Elsbeere Wienerwald“

Bild	Copyright	URL
Regionslogo	Region Elsbeere Wienerwald	http://www.elsbeere-wienerwald.at/grafiken/kopfzeile_hp_neu.jpg
Elsbeere	Obstbaumschule Schreiber	http://www.schreiber-baum.at/images/obst/wildobst/elsbeere_400x300.jpg
Kletterwand	Thomas Schulreich	
Buchbergwarte	Thomas Schulreich	
Schoenbeckmühle	Thomas Schulreich	
Wienerwaldmuseum	Thomas Schulreich	
Hotel Wienerwald	Thomas Schulreich	
Herz Jesu Kapelle	Thomas Schulreich	
Wienerwalddom	Thomas Schulreich	
Gasthaus Knoedler	Thomas Schulreich	
Gasthaus Hack	Thomas Schulreich	
WIR-RWW	Thomas Schulreich	
Gasthaus Zum Goldenen Loewen	Thomas Schulreich	
Schani Onkel	Thomas Schulreich	
Gasthof Gnasmueller	Thomas Schulreich	
Buchberg Schutzhaus	Thomas Schulreich	
Gasthaus Winter	Thomas Schulreich	
Gasthof Fink	Thomas Schulreich	
Landgasthof Katharina	Karin Sperlbauer	http://www.sperlbauer.at/Bilder/Zimmer.jpg
Landesgarten	Thomas Schulreich	
Sternwarte	Verein Antares	http://www.turbo.at/antares/antares_ng/lib/exe/fetch.php?cache=&media=gebaeude_sternwarte:luftbild2-noe-sternwarte.jpg
Weinheber	Josef Weinheber Gesellschaft	http://www.weinheber.at/images/stories/selbstportraetb.jpg
Audenhaus	Thomas Schulreich	
Kirchstetten Kirche	Thomas Schulreich	
Totzenbach Kirche	Thomas Schulreich	
Kirche Maria Anzbach	Thomas Schulreich	
Kirche Pyhra	Thomas Schulreich	
Kirche Boenheimkirchen	Thomas Schulreich	
Kirche Lanzendorf	Thomas Schulreich	
Roemerweg Huegelgrab	Thomas Schulreich	
Totzenbach Wasserschloss	Thomas Schulreich	
Ruine St Caecilia	Thomas Schulreich	
Kohlreithberg	Thomas Schulreich	

Boenheimkirchen	Thomas Schulreich	
Maria Anzbach	Thomas Schulreich	
Burg Neulengbach	Thomas Schulreich	
Asperhofen	Thomas Schulreich	
Eichgraben1	Gemeinde EThomas Schulreichgraben	http://www.eichgraben.at
Kirchstetten	Thomas Schulreich	
Neulengbach	Thomas Schulreich	
Pyhra	Marktgemeinde Pyhra	http://www.pyhra.gv.at/tourismus/allgemein.htm
LFS Pyhra	LFS Pyhra	http://www.lfs-pyhra.ac.at/de/angebote/hofladen/
Bio Bauernhof Vonwald	Johann Vonwald	http://www.vonwald.net/
Nutzhof	Fam. Zöchling	http://www.nutzhof.at
Gösenhof	Gottfried Büchinger	http://www.niederoesterreich.at/buechinger
Fam Mayer	Veronika Mayer	http://www.elsbeere.at
Pieringer	Franz Pieringer	http://members.aon.at/pieringer/
Priesching	Andreas Priesching	http://www.holzkuenstler.at
Hausihof	Martin Hausmann	http://www.hausihof.at
Jakobsweg	Thomas Schulreich	
Schiele	Thomas Schulreich	
Kirche Neulengbach	Thomas Schulreich	
Schloss Wald	Thomas Schulreich	
Hegerberg Panorama	Thomas Schulreich	
Hegerberg Schutzhaus	Thomas Schulreich	
Jubilaeumswarte	Thomas Schulreich	
Schoepfl	Thomas Schulreich	
Schoepfl Schutzhaus	Thomas Schulreich	
Brand	Gemeinde Brand-Laaben	http://www.brand-laaben.at
Kasten		
Michelbach		
Stoessing		
Gasthaus Taverne	Manfred Steinkellner	http://www.vinothek-am-finsteregg.at
Gwoerth Wirt	Thomas Schulreich	
Landgasthof Linde	Fam. Geidel	http://www.landgasthof-zur-linde.at
Hotel Post	Hotel Zur Post - Familie Steinberger GesmbH & Co KG	http://www.hotelpost-laaben.at
Laabnerhof	Robert Geidel	http://www.laabnerhof.at
Gasthaus Fenzl	Thomas Schulreich	
Pedros	Pedros Landhaus	http://www.pedros.at
Pedros Hotel	Pedros Landhaus	http://www.pedros.at
Gasthof Pree	Gasthof Pree	http://www.gasthofpree.at
Weingartl Breitenecker	Heribert Breitenecker	http://www.weingartl.com
Villa Berging	Fam. Woitzuck	www.villaberging.com

Pension Eibel	Marktgemeinde Böheimkirchen	http://www.boeheimkirchen.eu
BB Braunsteiner	Rosemarie Braunsteiner	http://www.bbbb.eu.tf/
Goldammer Museum	Thomas Schulreich	
Kirche St Christophen	Thomas Schulreich	
Kirche Kasten	Thomas Schulreich	
Kirche Stoessing	Thomas Schulreich	
Kirche Brand	Thomas Schulreich	
Wirtshaus Klammhoehe	Thomas Schulreich	
Kirche Asperhofen	Thomas Schulreich	
Gasthaus Koeck	Thomas Schulreich	
Seebachstubn	Thomas Schulreich	
Alte Dorfschmiede	Thomas Schulreich	
Gasthof Grassmann	Thomas Schulreich	
Kirche Michelbach	Thomas Schulreich	
Lashofer Jausenstation	Thomas Schulreich	

Thomas Schulreich
Lanzendorf 18
3071 Böheimkirchen

Tel.: 0650/88 44 958
Email: thomas.schulreich@gmx.at



Lebenslauf

Persönliche Informationen:

Geburtsdatum: 7. März 1984
Geburtsort: Stockerau
Staatsbürgerschaft: Österreich

Schulbildung:

1990 – 1994: Josef Wondrak Volksschule, Stockerau
1994 – 1998: Sprach- und Berufsorientierte Europahauptschule, Stockerau
1998 – 2003: HTL Hollabrunn, Abteilung Wirtschaftsingenieurwesen, Sparte Betriebsmanagement
Reifeprüfung 2003 mit „Gutem Erfolg“ bestanden

Zivildienst:

2003/2004 - Niederösterreichischer Landesverband für Sachwalterschaft: Buchhaltung, sowie Besuchsdienste bei psychisch Kranken und geistig Behinderten

Universitäre Ausbildung:

2004 - 2012: Universität Wien, Institut für Geographie und Regionalforschung
2. Studienabschnitt im Studiengang Kartographie & Geoinformation.

Arbeitstätigkeiten:

2006: Fa. Rudolf Leiner, Beschäftigung als Handelsarbeiter
2010: Lionbridge Global Sourcing Solutions Inc., Telearbeit im Rahmen des Online Mapping Project
2010: LT Logistik- und Transport GmbH, Zeitungskolporteur
2010: Universität für Bodenkultur, Durchführung von Haushaltsinterviews im Rahmen des Projekt PAMMOS
2010-2012: Fa. Würth HandelsGesmbH, Abteilung Pricing
2011: Kartierung und Vermessung von Wanderwegen in der LEADER-Region Elsbeere Wienerwald im Auftrag des Technischen Büro für Landschaftsplanung und Landschaftsökologie DI Helmut Gaubmann

Praktika & Voluntariate:

1999: Krankenhaus Stockerau, Reparatur- und Wartungsarbeiten
2001: Fa. Haas Waffelmaschinen, Konstruktions- und Recherhearbeiten
2006: Fa. Ericsson Austria, Programmieren und IT-Netzwerk-Arbeiten
2007: Fa. Würth HandelsGesmbH, Logistikabteilung
2008: Fa. Ericsson Austria, Buchhaltung
2008: Vermessungsbüro Dipl.Ing. Andreas Theimer, Vermessungsarbeiten
2009, 2010: ESL Advanced Information Technology, Mitarbeit bei Projekt POPLAR

Zusatzqualifikationen:

MTM: Einführungsseminar & UAS Analysiersystem
TÜV-Seminar Qualitäts-, Umwelt-, und Arbeitssicherheitsmanagementsysteme
REFA Grundschein
SAP R/3 - Grundkurs
Führerschein Klasse B

Fremdsprachenkenntnisse:

Englisch Maturaniveau
2008: Metropolitan College of New York: Intensive English Language Program

Software-Kenntnisse:

Microsoft Office-Paket
ESRI ArcGIS
Adobe Photoshop & Illustrator
Adobe Dreamweaver
Maxon Cinema 4D

Thomas Schulreich