

Interaktive Darstellung zeitbasierter geographischer Daten

DIPLOMARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieur

im Rahmen des Studiums

Medieninformatik

eingereicht von

Christian Lendl

Matrikelnummer 0425042

an der
Fakultät für Informatik der Technischen Universität Wien

Betreuung
Betreuer: Ao. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Peter Purgathofer

Wien, 05.05.2010

(Unterschrift Verfasser/in)

(Unterschrift Betreuer/in)

Erklärung zur Verfassung dieser Arbeit

Christian Lendl, BSc.
Gärtnergasse 6/E
2103 Langenzersdorf

Hiermit erkläre ich, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst habe, dass ich die verwendeten Quellen und Hilfsmittel vollständig angegeben und jene Stellen der Arbeit – einschließlich Tabellen, Karten und Abbildungen –, die anderen Werken oder dem Internet in Wortlaut oder Sinn entnommen sind, unter Angabe ihrer Quelle als Entlehnung kenntlich gemacht habe.

Langenzersdorf, im Mai 2010

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei meinen Eltern Peter und Gabriele für die Unterstützung und Motivation bedanken. Viele Denkanstöße und oftmals richtungsweisende Anmerkungen waren ein äußerst wichtiger und nicht wegzudenkender Faktor bei der Absolvierung dieses Studiums. Gar nicht zustande gekommen wäre diese Arbeit ohne Norbert, mit dessen kreativer Hilfe die Idee zu McCentury geboren wurde, aus der sich in weiterer Folge das zugrundeliegende Thema dieses Werkes entwickelt hat. Nicht zu vergessen ist auch der immer für Motivation sorgende „Diplomarbeits-Battle“.

Besonders bedanken möchte ich mich bei „Frau Professor“ Eleonore, deren sprachliche Gewandtheit und scharfzüngige Kommentare immerzu neue Sichtweisen aufzeigen und dazu anregen, differenziert an Herausforderungen heranzugehen. Und am wichtigsten: gesagte und geschriebene Sätze auch mit Aussagen zu belegen.

Kurzfassung

Die Visualisierung zeitbasierter geographischer Daten gewinnt mit steigender Verwendung von Karten wie Google Maps oder OpenStreetMap immer mehr an Bedeutung. Eines der wichtigsten Anwendungsfelder interaktiver Darstellung sind historische Daten. Werden diese in Form eines interaktiven historischen Atlanten intelligent aufbereitet und ansprechend präsentiert, ergeben sich gegenüber klassischen Papier-Versionen eine Reihe von Vorteilen – insbesondere beim Einsatz im Geschichtsunterricht und der Verwendung in Museen. Es gibt derzeit eine Reihe von Systemen zur Visualisierung solcher Daten – beispielsweise *TimeMap* oder *ConflictHistory* – die allesamt einzelne Aspekte der zeitbasierten Darstellung herausgreifen, andere wiederum vernachlässigen oder gänzlich außer Acht lassen. Ein genereller Ansatz zum Umgang mit zeitbasierten Geodaten fehlt – besonders die Kombination von zeitlicher und geographischer Interaktion bedarf einer Weiterentwicklung. Die Vielfalt an unterschiedlichen Daten, für die eine solche Visualisierung geeignet wäre, ist immens. Neben den bereits erwähnten historischen Daten lassen sich auch Wirtschaftsdaten, kontinuierliche Messdaten oder Echtzeitdaten in ansprechender Weise darstellen. Eine interaktive Darstellung bringt jedoch auch Probleme und Herausforderungen mit sich. Eine der größten ist die Visualisierung von Unsicherheit. Eine allgemeingültige Methode, fehlendes Wissen über die darzustellenden Daten zu visualisieren, ist noch nicht gefunden. Daneben spielt auch die automatisierte Beschriftung – ein „klassisches“ Problem der computerunterstützten Kartographie, das durch Interaktivität an Komplexität gewinnt – eine wichtige Rolle.

Alle diese Aspekte innerhalb des Rahmens einer Diplomarbeit zu einem neu entwickelten System zu verarbeiten, ist nicht möglich – diese Arbeit stellt jedoch eine wissenschaftlich fundierte Basis für weitere Entwicklungen und Folgeprojekte dar.

Abstract

The visualization of time-based geospatial data becomes more important as the use of maps like *Google Maps* or *OpenStreetMap* increases. One of the most important types of data that can be displayed on such a map is historical information. If this data is preprocessed intelligently and presented appealingly as an interactive historical atlas, a number of advantages result compared to the classical paper version, especially when used in history lessons at school or in a museum. There are a number of systems for visualization of such data, e.g. *TimeMap* or *ConflictHistory*. All of these systems single out certain aspects of time-based visualization, while neglecting or ignoring others. A general approach for handling time-base geospatial data has yet to be developed. The combination of time-based and geographical interaction in particular requires further development. The variety of data suitable for this kind of visualization is immense. In addition to historic data, economic data, continuously measured data, and real-time data can be displayed in an attractive manner. However, interactive visualization also brings problems and challenges. One of the biggest challenges is the visualization of uncertainty. A general approach to visualizing deficient or ambiguous data has not yet been established. Another challenge is the automated placement of map labels. This is a classic problem of computer-aided cartography that gains in complexity as a consequence of interactivity.

Of course, not all of these aspects can be processed into a newly developed system within the scope of a master's thesis. This thesis nonetheless represents a scientifically soundly based foundation for further developments and follow-up projects.

Inhaltsverzeichnis

Erklärung zur Verfassung dieser Arbeit	II
Danksagung	III
Kurzfassung	IV
Abstract.....	V
Inhaltsverzeichnis.....	VI
1 Einleitung	1
2 Problemstellung.....	4
2.1 Kriterien für eine interaktive Geschichtskarte	5
2.2 Nutzen einer interaktiven Geschichtskarte	6
3 Karten	15
3.1 Geschichtskarten	15
3.2 Digitale Karten	20
3.3 Online-Karten	21
3.4 Zusammenfassung	27
4 Zeitleisten	29
4.1 SIMILE Timeline	29
4.2 Timeline	31
4.3 Zusammenfassung	32
5 Aktuelle Projekte.....	33
5.1 TimeMap.....	33
5.2 DIGMAP	37
5.3 ConflictHistory	41
5.4 Universitätsbibliothek Mainz	42
5.5 Online Bibliotheken	44
5.6 Exkurs: Karten im TV	51
5.7 Zusammenfassung	54
6 Kategorien der zeitbasierten Geoinformation	56

7 Probleme und Herausforderungen.....	60
7.1 Dreidimensionale Daten.....	64
7.2 Unsicherheit	65
7.3 Automatisierte Beschriftung.....	75
7.4 Zusammenfassung	79
8 Fazit	80
8.1 Ausblick	81
Abbildungsverzeichnis	83
Tabellenverzeichnis	85
Glossar	86
Literaturverzeichnis.....	88

Status- und Funktionsbezeichnungen für Personen in dieser Arbeit gelten (sofern nicht eine bestimmte Form explizit gekennzeichnet ist) unabhängig von ihrem grammatischen Geschlecht für weibliche und männliche Personen gleichermaßen.

1 Einleitung

Die Präsentation zeitbasierter geographischer¹ Daten ist für sich gesehen nichts Neues. Im Jahr 1877 erschien die erste Ausgabe des *Historischen Weltatlas* von Friedrich Wilhelm Putzger, einem Realschullehrer aus Sachsen². Dieser hatte die Vermittlung von historischem Wissen anhand von Karten zum Ziel. Geschichtskarten selbst gibt es schon seit der Epoche des Renaissance-Humanismus (siehe Kapitel 3.1).

Eine der bekanntesten und beeindruckendsten Darstellungen von zeitbasierten geographischen Daten ist die Visualisierung des Russland-Feldzuges von Napoleon (1812), die 1869 von Charles Joseph Minard angefertigt wurde. Darin wird der zeitliche und (vereinfacht) geographische Verlauf des Feldzuges auf anschauliche Weise dargestellt.

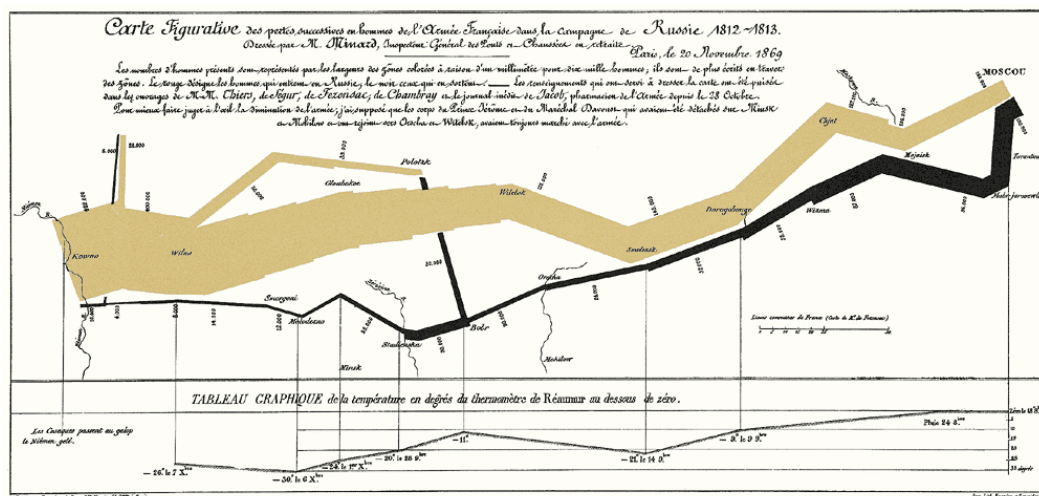


Abbildung 1 – Darstellung des Russland-Feldzuges 1812 von Charles Joseph Minard
 (Quelle: http://www.edwardtufte.com/tufte/graphics/minard_lg.gif)

¹ Laut dem Rat der deutschen Rechtschreibung sind sowohl *Geographie* als auch *Geografie* zulässig (Rat für deutsche Rechtschreibung, 2006, S. 30). Das Präsidium der deutschen Gesellschaft für Geographie hat sich jedoch einstimmig für die Schreibweise *Geographie* ausgesprochen (Schallhorn, 2003, S. 2), weshalb diese auch in der vorliegenden Arbeit verwendet wird. Dies gilt ebenso für sprachlich verwandte Begriffe (*Kartographie*, etc.).

² vgl. Putzger (2006, S. 3)

Insgesamt sind in Minards Visualisierung sechs Variablen dargestellt³: Die Größe der Armee (dargestellt durch die Breite der Linie), ihre Position (in zwei Dimensionen), die Richtung des Feldzuges (ebenfalls zweidimensional) und die Temperatur an verschiedenen Zeitpunkten des Rückzugs (dargestellt im unteren Teil der Graphik). Edward Tufte beschreibt diese Graphik als „*the best statistical graph ever drawn*“⁴. Obwohl diese Visualisierung bereits mehr als 140 Jahre alt ist, hat sie für die Entwicklung einer interaktiven Darstellung von zeitbasierten Geodaten noch immer prägenden Charakter. Minard hat es geschafft, mit einfachsten graphischen Mitteln eine Informationsvisualisierung zu schaffen, die eine „*reiche, zusammenhängende Geschichte*“⁵ erzählt und durch geschickte Anordnung der Elemente eine Vielzahl an Information darzustellen vermag.

Durch den stetigen Technologie-Fortschritt ergeben sich für die schon lange bestehenden Fragen der Darstellung zeitbasierter geographischer Daten neue Ansätze. Ebenso ermöglichen neue Arten der Interaktion mit Online-Karten (z.B. Google Maps) und neue Technologie-Standards (z.B. HTML5 oder GML) eine Vielzahl an Möglichkeiten speziell im Bereich der webbasierten Kartenservices.⁶

Durch die steigende Anzahl an Datenquellen im Web ist es möglich, mittels Anreicherung zeitlich-geographischer Basisdaten mit verschiedenen anderen Daten neue Einsichten zu gewinnen. Diese „Mischung“ aus Kartendarstellung und anderen Elementen wird auch als *Mashup* bezeichnet. Die Website *ProgrammableWeb*⁷ bietet einen Überblick über eine Vielzahl an *Mashups* und *APIs*⁸. Derzeit (Stand: Januar 2010) sind 4.609 Mashups gelistet, davon verwenden knapp 50%

³ vgl. Tufte (2001, S. 40)

⁴ ebd.

⁵ Bissantz (2007)

⁶ vgl. Lendl & Purgathofer (2010, S. 285)

⁷ <http://www.programmableweb.com>

⁸ Eine API (Application Programming Interface) ist eine Schnittstelle von Programmen oder Webservices zum Datenaustausch mit anderen Programmen/Services.

(2.249) die sechs gebräuchlichsten Karten-APIs⁹. Die Google Maps-API wird als meistverwendete API (1.899 Mashups) fast viermal so oft eingebunden wie die an zweiter Stelle liegende Flickr-API (497 Mashups)¹⁰. Eine Vielzahl davon verwendet die Karte als Grundlage für die Darstellung von zeitbasierten Daten.

Für ein Mashup, das zeitliche und örtliche Daten kombiniert und darstellt, gibt es viele Verwendungsmöglichkeiten. Neben der Darstellung von historischen Ereignissen (z.B. Entwicklung des Habsburger-Reiches) sind auch die Visualisierung von kontinuierlich gemessenen Daten (z.B. Visualisierung von Flugdaten) und die Präsentation von Echtzeitdaten wie Nachrichten oder Social-Media-Messages (z.B. Twitter) von Interesse. Zusätzlich können alle Arten von geolokalisierten und mit Zeitangaben versehenen Medien (z.B. Fotos, Video- oder Audio-Material) als Grundlage eines derartigen Mashups verwendet werden.¹¹

⁹ Google Maps, Microsoft Virtual Earth, Yahoo Maps, Google Earth, OpenLayers und OpenStreetMap

¹⁰ vgl. ProgrammableWeb (2010)

¹¹ vgl. Lendl & Purgathofer (2010, S. 287)

2 Problemstellung

Im Folgenden wird die Problemstellung dieser Diplomarbeit erläutert, des Weiteren werden Kriterien für eine funktionierende interaktive Geschichtskarte festgelegt (Kapitel 2.1) und der Nutzen ebendieser Karte wird an Hand verschiedener Szenarien (Kapitel 2.2) dargestellt.

Die steigende Verbreitung und Nutzung interaktiver Karten führt dazu, dass auch Gebiete, die bisher der klassischen Kartographie vorbehalten waren – beispielsweise die Darstellung historischer Ereignisse – nun für die Verwendung solcher Karten interessanter werden. Doch gerade bei der Darstellung historischer Ereignisse bzw. generell zeitbasierter geographischer Daten gibt es (bestimmte) Eigenheiten, die bei der Visualisierung mittels Karte bedacht werden müssen.

Für die Entwicklung einer interaktiven Karte zur Darstellung zeitbasierter Geodaten ist es zunächst notwendig, Einsatzmöglichkeiten bzw. Use Cases für eine solche Karte zu erfassen und Anforderungen, die sich dadurch ergeben, zu beschreiben. Für diese Diplomarbeit wurde die ursprüngliche Idee, die zur Wahl des Themas dieser Arbeit geführt hat – eine interaktive Geschichtskarte – als konkretes Entwicklungsziel gewählt, um Use Cases und Anforderungen zu erfassen.

In einem weiteren Schritt müssen die bereits bestehenden Systeme erfasst und analysiert werden. Hier wird ein besonderer Fokus auf Online-Systeme gelegt, da diese einfach zugänglich und jederzeit und überall¹² verfügbar sind. In diesem Zusammenhang werden auch frei zur Verfügung stehende Technologien¹³ analysiert, die für die Entwicklung einer online zugänglichen interaktiven Geschichtskarte verwendet werden können. Dies geschieht einerseits, um die Ressourcen bei der Entwicklung

¹² Dies bezieht sich auf in diesem Fall auf den nicht notwendigen Kauf und die Installation von Software. Voraussetzungen sind lediglich ein Computer mit Standard-Webbrowser und eine funktionierende Internetverbindung.

¹³ Dieser Begriff umfasst nicht zwingend nur Open Source Lösungen. Auch kommerzielle verfügbare kostenlose Services (beispielsweise Google Maps) werden betrachtet.

des Systems zu schonen (in dem auf bereits entwickelte und getestete Technologien zurückgegriffen wird) und andererseits, um durch den Einsatz von frei verfügbaren Lösungen die benötigten Budgetmittel gering zu halten, indem Lizenzkosten weitgehend vermieden werden.

Als nächstes muss festgelegt werden, welche Daten überhaupt mit einer solchen Visualisierung dargestellt werden können und sollen, bzw. in welcher Art und Weise (d.h. mit welchen graphischen Mitteln) sie auf der Karte angezeigt werden. Dies hängt einerseits mit den zuvor besprochenen Use Cases zusammen, andererseits haben die Daten selbst (natürlich auch) Einfluss auf die Art und Weise, in der sie visualisiert werden.

Weiters müssen die spezifischen Eigenheiten, die eine Darstellung zeitbasierter Geodaten mit sich bringt, evaluiert, und es muss der aktuelle Forschungsstand dargestellt werden. Eine Weiterentwicklung bestehender Forschungsmethoden ist innerhalb dieser Diplomarbeit nur begrenzt möglich, da jede der einzelnen Herausforderungen (siehe Kapitel 7) für sich ein umfangreiches Forschungsgebiet darstellt, das im Zuge einer Diplomarbeit nicht erschöpfend behandelt werden kann.

2.1 Kriterien für eine interaktive Geschichtskarte

Für die Evaluierung bestehender und die Gestaltung neuer Systeme gibt es unterschiedliche Herangehensweisen zur Kriterienfindung. Ein wichtiger Aspekt ist die Interaktion mit der Karte bzw. den darauf dargestellten Elementen. Folgend sind die wichtigsten Interaktionsmerkmale aufgelistet, anhand derer eine Beurteilung möglich ist:

- Basis-Navigation innerhalb der Karte (Verschieben und Vergrößern/ Verkleinern des Kartenausschnitts)
- Navigation innerhalb der Zeit
- Vergleich verschiedener Zeitpunkte bzw. -intervalle

- Veränderung des Inhalts der Karte (beispielsweise Hinzufügen neuer Daten-Layer)
- Anzeige von Zusatzinformationen (beispielsweise Erklärungstexte)

Als Referenz für die Basis-Navigation sei die schon weit verbreitete interaktive Karte von Google, *Google Maps*¹⁴, erwähnt (siehe Kapitel 3.3.1). Diese stellt derzeit in *Usability*, visueller Umsetzung und Anzahl der Verwendungsmöglichkeiten ein Referenzprodukt dar.

Neben der Bedienung der Karte sind auch inhaltsbezogene Kriterien von Bedeutung. Beispielsweise sollte es möglich sein, die Herkunft der Daten und somit auch eine qualitative Bewertung anzuzeigen – sei es durch beschreibenden Text oder graphische Lösungen (siehe dazu auch Kapitel 7.2 auf Seite 65).

Daneben fließen in die Bewertung eines solchen Services auch generelle Kriterien ein wie Benutzbarkeit (beispielsweise Übersichtlichkeit), Qualität einer Suchfunktion (beispielsweise Vollständigkeit und Relevanz der Suchergebnisse) oder Validität (Betreiber des Services, Herkunft der Daten, wissenschaftlicher Hintergrund, etc.). So ist eine interaktive Geschichtskarte mit umfangreichen Funktionen nahezu wertlos, wenn sie nur mit viel Aufwand zu bedienen ist, die Suche unvollständige Ergebnisse liefert oder der Betreiber der Karte einen zweifelhaften politischen oder wissenschaftlichen Hintergrund hat.

2.2 Nutzen einer interaktiven Geschichtskarte

Eine einfach zu bedienende interaktive Geschichtskarte findet in mehreren Bereichen Verwendung. Im Vergleich zu einer klassischen Geschichtskarte auf Papier hat sie eine Vielzahl an spezifischen Eigenheiten und Vorteilen. Die folgende Tabelle zeigt die wichtigsten

¹⁴ <http://maps.google.com>

dieser Vorteile von interaktiven Atlanten¹⁵ im Vergleich zu der herkömmlichen Papier-Version:

Papier-Atlas	Interaktiver Atlas
statisch	dynamisch
passiv	interaktiv
enthält nur Karten	enthält Karten und multimediale Elemente (z.B. Bilder, Sound, etc.)
limitiert, selektive Auswahl	komplett
fixe Auswahl des Kartenausschnitts	variabler Kartenausschnitt durch Verschieben und Vergrößern
allgemein gehalten, um möglichst viele Szenarien abzudecken	benutzerorientiert
Karte als finales Produkt	Karte als Interface

Tabelle 1 – Vergleich zwischen statischem und interaktivem Atlas
(nach (Ormeling, 1996))

Lechthaler & Stadler beschreiben die Wichtigkeit einer interaktiven Karte wie folgt¹⁶:

„Sie dient als multimedialer, interaktiver und dynamischer Informationsträger und ist dadurch ein Lehrmittel, das der Benutzer entlang vordefinierter oder selbst gewählter Pfade erforscht und so sein Wissen über räumliche Phänomene und Prozesse vertieft.“

Im Folgenden werden zwei Use Cases vorgestellt, in denen interaktive Geschichtskarten als äußerst nützlich betrachtet werden können: die Verwendung im Unterricht und der Einsatz in Museen.

2.2.1 Verwendung im Unterricht

Karten im Allgemeinen sind in allen Schulstufen Bestandteil des Unterrichts. Sie werden jedoch nicht nur in unterstützender Form verwendet, d.h. um beispielsweise historische, wirtschaftliche oder geographische Begebenheiten und Vorkommnisse besser zu verstehen.

¹⁵ Die in der Tabelle für Atlanten (= Sammlung mehrerer Geschichtskarten) aufgeführten Vorteile gelten auch für einzelne Karten.

¹⁶ Lechthaler & Stadler (2006, S. 445)

Erste Berührungspunkte mit dem Thema ergeben sich in der Volksschule im Zuge des Sach- bzw. Heimatkundeunterrichts¹⁷, im Zuge dessen werden erstmals kartographische Aspekte der Heimat-Region bzw. des Bundeslandes behandelt.

Ein allgemeines und abstrakt formuliertes Lernziel für Schüler in Bezug auf Karten definiert Gryl (2009, S. 85) in Form der *konstruktivistischen Kartenlesekompetenz*:

„Konstruktivistische Kartenlesekompetenz besteht in der Fähigkeit und Fertigkeit zur Dekonstruktion von Karten im Sinn eines didaktisch reduzierten Verständnisses von Dekonstruktion.“

Diese Definition umfasst die Fähigkeiten, Einflussfaktoren auf die Karte (z.B. Autor, soziokultureller Kontext, Diskurse) zu identifizieren und durch die Karten erzeugte Weltbilder aufzufassen und ihre Folgen abzuschätzen.

Konkretere Ziele geben die Lehrpläne der verschiedenen Schultypen an. Diese sind in Form von Bundesgesetzblättern (und entsprechenden Anhängen) definiert und enthalten auch Angaben zur Verwendung von Karten. Für die Unterstufe der AHS und Hauptschulen¹⁸ lassen sich Einsatzgebiete in den Unterrichtsfächern *Geographie und Wirtschaftskunde* (GWK) und *Geschichte und Sozialkunde/Politische Bildung* (GPB) finden, da für diese beiden Fächer *„Raum und Zeit grundlegende Koordinaten sind“*¹⁹. Jedoch werden zu Beginn unterschiedliche Räume erfasst²⁰: Während GWK eher die nähere Umgebung bzw. das Heimatland betrachtet, beschäftigt sich GPB zunächst mit der Geschichte entfernter Regionen wie beispielsweise Griechenland oder Italien (Geschichte des Altertums).

¹⁷ vgl. Beetz (2003, S. 9)

¹⁸ Diese beiden Schulformen umfassen 78% aller Schulen (Statistik Austria, 2009) und werden daher stellvertretend für alle Schulformen verwendet.

¹⁹ Beetz (2003, S. 9)

²⁰ vgl. ebd.

Generell wird der Umgang mit kartographischen Materialien nicht zum Selbstzweck, sondern in unterstützender Form angewendet²¹. Während im Fach GPB Karten keine explizite Erwähnung finden, enthält der Lehrplan für GWK mehrere Einträge, darunter beispielsweise in der ersten Klasse „*Erwerben grundlegender Informationen über die Erde mit Globus, Karten, Atlas und Bildern*“²² und in der zweiten Klasse „*Erwerben grundlegender Informationen über Städte mit Hilfe kartographischer Darstellungen*“²³. Für die Oberstufe der AHS gibt es keine spezifischen Lerninhalte in Bezug auf Karten, der Lehrplan sieht eine Verdichtung und Sicherung des in der Unterstufe erworbenen Wissens vor.²⁴

Eine interaktive Geschichtskarte wird durch die Kombination mit multimedialen Inhalten (z.B. Bilder, Video- und Audiomaterialien) für den Unterricht insofern von Bedeutung, als durch die Interaktion mit den verschiedenen Inhalten Lernprozesse gefördert werden. In diesem Zusammenhang ist auch der Begriff *kartographische Lernsoftware*²⁵ gebräuchlich. In Bezug auf die Aneignung von Wissen gibt es drei Gebiete, auf denen die Schüler durch die Karten profitieren können:²⁶

- Wissen über die dargestellte Information (z.B. geschichtliche Entwicklungen)
- Wissen über Kartographie (z.B. Topographie)
- Angewandte Kartographie (z.B. Lesen, Auswerten und Erstellen von Karten)

²¹ vgl. Trichtl (2008, S. 9f)

²² BGBl. II Nr. 133/2000

²³ ebd.

²⁴ vgl. Trichtl (2008, S. 11) und BGBl. II Nr. 277/2004

²⁵ Herzig (2003, S. 77)

²⁶ vgl. ebd.

Eine solche Lernsoftware in Form einer interaktiven Karte kann im Unterricht folgende Funktionen erfüllen:²⁷

- **Motivation**

Durch den Einsatz von Computern bzw. interaktiven Elementen können Schüler (häufig) leichter motiviert werden, aktiv am Unterricht teilzunehmen.

- **Intensivierung**

Auf Kooperation basierender Unterricht kann durch den Einsatz von Lernsoftware (noch) intensiviert werden.

- **Veranschaulichung**

Interaktive Karten können zur Visualisierung und Simulation von Phänomenen eingesetzt werden, die sich mit klassischen Unterrichtsmitteln nur schwer erklären bzw. darstellen lassen.

- **Integration**

Aus Sicht der Lehrenden kann Lernsoftware den Umgang mit unterschiedlichen Fortschritten der Schüler in Bezug auf Lerngeschwindigkeit und -interessen erleichtern. Persönliche Voraussetzungen der Schüler können besser einbezogen werden.

2.2.2 Verwendung in Museen

Eine weitere Möglichkeit der Verwendung bietet sich in Darstellung historischer Ereignisse in Museen und Ausstellungen. Zur Bereicherung einer klassischen Sammlung oder Ausstellung zu einem historischen Zeitabschnitt oder einem bestimmten Ereignis kann eine interaktive Geschichtskarte zur besseren Visualisierung dienen und den Besuchern den zeitlichen Verlauf des historischen Ereignisses näher bringen. Eine Möglichkeit zur Präsentation ist die Installation von Touchscreens, wie sie schon in mehreren Museen Verwendung finden. Wie schon bei der Verwendung im Unterricht können Karten auch hier dabei helfen, Inhalte

²⁷ vgl. Herzig (2003, S. 77)

leichter zugänglich und besser verständlich zu machen. Durch eine Kombination mit verschiedenen multimedialen Elementen (z.B. Bilder, Videos) kann eine interaktive Präsentation geschaffen werden, die bei Laien für ein besseres Verständnis der präsentierten Information sorgt²⁸.

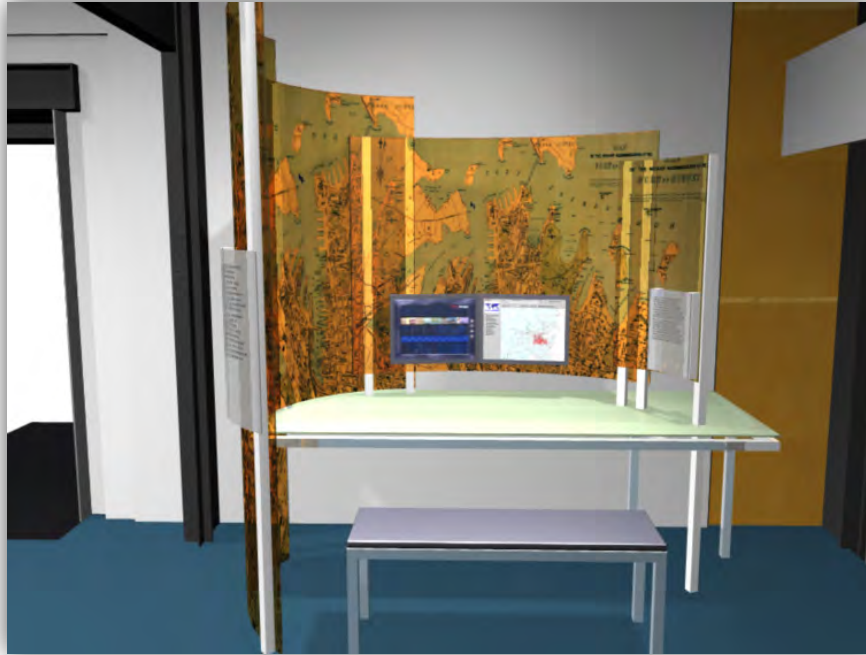


Abbildung 2 – Computergenerierte Darstellung des Terminals im Museum of Sydney
(Quelle: http://www.timemap.net/documents/presentations/2000_ecai_london/ecai_jun_2000_cities_wilson.htm, Stand: 06.01.2010)

Eine im Zuge des Projekts *TimeMap* (siehe Kapitel 5.1) entwickelte Software wird im Museum of Sydney seit dem Jahr 2000 eingesetzt. Auf einem speziell errichteten Computerterminal mit zwei Bildschirmen werden auf einer zeitbasierten interaktiven Karte historische Bilder und Karten von Sydney dargestellt. Die Museumsbesucher können historische Stadtpläne mit aktuellen vergleichen und so Informationen über die Stadtentwicklung erhalten. Neben den geographischen Informationen sind auch multimediale Inhalte wie Sounds und Videos und weiterführende Informationen zur Geschichte Sydneys abrufbar.²⁹

²⁸ vgl. Mayer (1993, S. 143)

²⁹ vgl. Wilson (2001)



Abbildung 3 – Interaktive Reliefkarte in der Eingangshalle des DHM
(Foto: Christian Lendl)

Ein weiteres Beispiel für die Verwendung von interaktiven Geschichtskarten findet sich im Deutschen Historischen Museum (DHM) in Berlin. In der Eingangshalle steht den Besuchern eine dreidimensionale Reliefkarte zur Verfügung, auf die mittels Beamer politische Karten der deutschen Geschichte projiziert werden. Über ein Terminal kann die Darstellung von den Besuchern beeinflusst werden. Sie können per Tastendruck die zeitlich nachfolgende oder vorhergehende Karte anzeigen oder eine automatische Abfolge der Karten starten bzw. stoppen.

Die Karte wurde zur Eröffnung des Museums im Jahr 2006 installiert. Die Darstellung und Steuerung der Karten erfolgt mittels Adobe Flash. Alle projizierten Karten basieren auf dem Historischen Weltatlas von Friedrich Wilhelm Putzger, einem Standardwerk unter den Geschichtsatlantiken³⁰. Ziel der Installation war und ist die Illustration der Frage „*Was ist Deutsch?*“ anhand einer Vielzahl von (politischen) Karten von der Antike

³⁰ vgl. Putzger (2006, S. 3)

bis zur Gegenwart. Die Installation stellt gleichzeitig das erste Exponat der Ausstellung sowie einen bekannten Treffpunkt für Zuseher dar.³¹



Abbildung 4 –Karte mit Zeitleiste, die auch auf die Reliefkarte im DHM projiziert wird
(Quelle: Deutsches Historisches Museum (2007))

Die Installation ist von allen Seiten einsehbar und kann somit von mehreren Besuchern zugleich benutzt werden. Sie wird von allen Besuchergruppen gleichermaßen intensiv genutzt.³² Für Interessierte bietet der Museumsshop die Möglichkeit, eine CD-ROM zu erwerben, auf der die gleiche Kartenanimation enthalten ist, die auch in der Eingangshalle Verwendung findet.

³¹ Trabold (2010)

³² ebd.

2.2.3 Weitere Anwendungsmöglichkeiten

Die freie Online-Enzyklopädie *Wikipedia*³³ zeigt, dass die Internetbenutzer großen Wert auf die Erweiterung ihres Wissens legen. Laut dem Statistik-Service *Alexa* liegt Wikipedia an sechster Stelle der zugriffsstärksten Websites weltweit (Stand: Januar 2010)³⁴. Dies schließt auch Wissen über historische Ereignisse ein, welches auf Wikipedia in Form verschiedenster Artikel und Kategorien vorhanden ist. Daraus ergibt sich ein weiterer Verwendungszweck einer interaktiven Geschichtskarte, denn die vorhandene Information ist zum Großteil nur in Form von Text dargestellt. Eine zusätzliche Darstellung ausgewählter Informationen auf einer interaktiven Karte kann in diesem Zusammenhang für ein besseres Verständnis des dargebrachten Wissens sorgen.

³³ <http://www.wikipedia.org>

³⁴ vgl. Alexa (2010)

3 Karten

Im folgenden Kapitel werden die Entwicklung und die Eigenschaften von Geschichts- und digitalen Karten im Allgemeinen dargestellt und beschrieben. Im Hinblick auf die geplante Verwendung von Online-Karten als „Träger-Medium“ für die interaktive zeitbasierte Darstellung von historischen geographischen Daten wird der aktuelle Stand der Entwicklung von Online-Karten anhand von zwei Beispielen beschrieben.

3.1 Geschichtskarten

Das Lexikon zur Geschichte der Kartographie definiert die Geschichtskarte³⁵ wie folgt:

„Die Geschichtskarte stellt (mit Absicht) einen Sachverhalt der Geschichte, d.h. der Vergangenheit, dar. Der Geschichtsatlas ist eine systematische Zusammenstellung von Geschichtskarten.“³⁶

Im Zeitalter des Renaissance-Humanismus entstanden erstmals Karten zur Geschichte des Altertums, einzelne Werke enthielten bereits Darstellungen des Mittelalters. Als Begründer der Geschichtskartographie gilt Ortelius. Seine Werke bildeten gemeinsam mit den Werken Mercators im Wesentlichen die Grundlage für alle späteren historischen Karten und Atlanten. Im 17. Jahrhundert entstanden die ersten Karten zur Geschichte des Reisens in der Neuzeit. Entscheidende Verbesserungen der Geschichtskartographie wurden durch J. M. Hase und Bourguignon D’Anville geleistet, die ihre Karten nach strengen historisch-kritischen Vorgangsweisen erstellten und bereits nach Epochen gliederten. Hase bezog in seinen Karten bereits auch die Zeit der Völkerwanderung, das

³⁵ Die Geschichtskarte wird in der Literatur mitunter auch als *historische Karte* bezeichnet. Dieser Begriff ist jedoch zweideutig, da er auch für alte, historisch wertvolle Karten verwendet wird.

³⁶ Dörflinger (1986, S. 265f)

Mittelalter und die Neuzeit ein. Die Französische Revolution und der Aufschwung der europäischen Geschichtswissenschaft sorgten für dafür, dass das 19. Jahrhundert als das klassische Zeitalter der Geschichtskartographie bezeichnet wird. Erstmals wurden auch Karten und Atlanten speziell für das Schulwesen hergestellt. Neben Frankreich nahm Deutschland eine Vorrangstellung in der Geschichtswissenschaft ein, hier wurden neben Europa auch andere Gebiete kartographisch erfasst. Auf dem Gebiet der Geschichtsatlanten für Schulen gab es erste regionale Ausgaben, die beispielsweise näher auf die österreichische Monarchie eingingen. Außerhalb Deutschlands und Frankreichs gab es nur wenige Kartographen, die qualitativ an die deutschen und französischen Standardwerke anschließen konnten.³⁷

Geschichtskarten sind spezielle Formen der Geschichtsdarstellung. Sie bündeln eine (mitunter große) Anzahl an historischen Zeitebenen und verschiedenen historischen Phänomene. Neben den drei geographischen Dimensionen (Länge, Breite, Höhe) und der vierten Dimension der Zeit können auch weitere Dimensionen (beispielsweise Wirtschaftsdaten) dargestellt werden.³⁸

³⁷ vgl. Dörflinger (1986, p. 265ff) und Putzger (2006, S. 11f)

³⁸ vgl. Böttcher (2003, S. 47)



Abbildung 5 – Geschichtskarte zur Entwicklung des Christentums
(Quelle: Barraclough (1994, S. 38))

Komplexe Karten enthalten eine Vielzahl an geographischen und zeitbasierten Informationen. Ein Beispiel hierfür stellt Abbildung 5 dar. Diese Karte visualisiert die Entwicklung des Christentums in Europa zwischen den Jahren 600 und 1500 n.Chr. Sie enthält sowohl eindimensionale Punkte (beispielsweise Klöster oder Diözesen), zweidimensionale Linien (beispielsweise Grenzen oder Bewegungspfade) und zweidimensionale Flächen (beispielsweise Ausbreitungen der einzelnen Religionsausprägungen). Diese geographischen Informationen werden kombiniert mit zeitlichen Informationen wie verschiedene Daten oder Zeit-Intervalle. Somit stellt diese Karte eine Vielzahl an zeitlichen und örtlichen Informationen dar und kann leicht zur Verwirrung des Betrachters führen, wenn keine erklärenden Informationen in Form von Begleittexten oder Hilfestellung durch Personen mit Fachwissen zur Verfügung stehen.

Geschichtskarten lassen sich nach vier Kategorien klassifizieren:

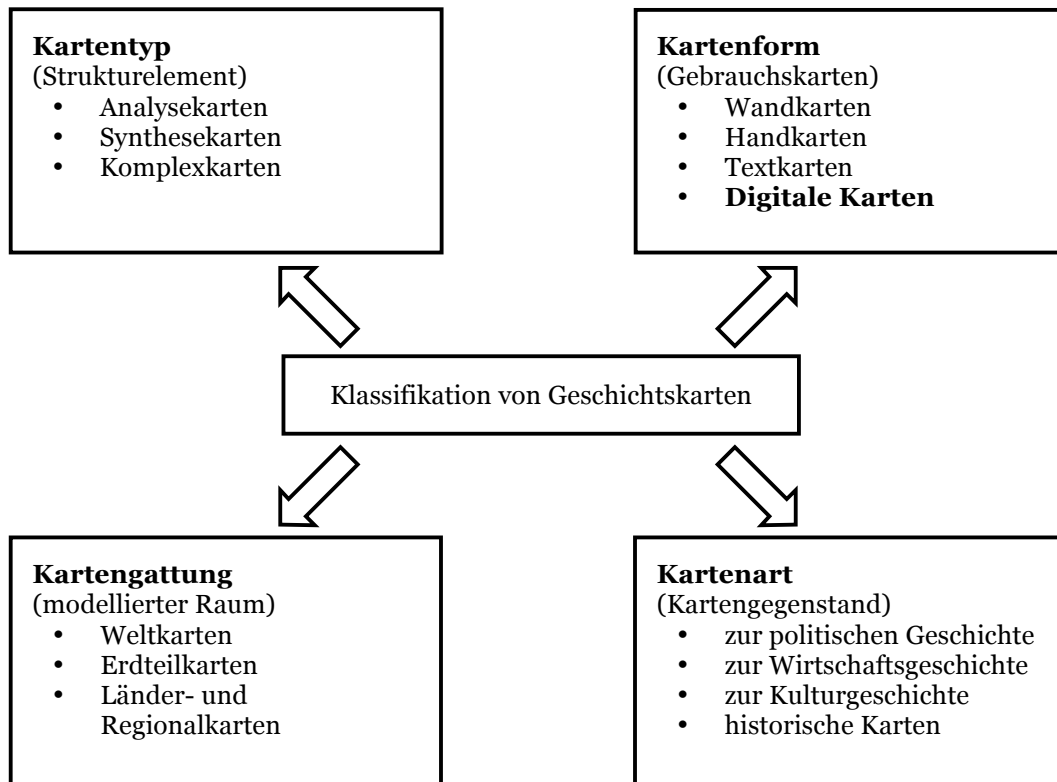


Abbildung 6 – Klassifikation von Geschichtskarten (nach Böttcher (2005, S. 176))

Die digitale Karte stellt im Vergleich zu den anderen Kartentypen und -formen die vielfältigste Art der Zeitdarstellung bereit. Sie kann im Gegensatz zu den gedruckten Karten (nahezu) grenzenlos mit zusätzlichen Daten verschiedener Art (beispielsweise Texte oder multimediale Elemente wie Bilder, Audio oder Video) in Form weiterer (Daten-)Layer erweitert werden³⁹. Des Weiteren ist eine Modifizierung im Speziellen bei Online-Karten (vgl. Kapitel 3.2) im Vergleich zu gedruckten Karten leicht möglich. Die mitunter wichtigste Eigenschaft ist jedoch die interaktive Nutzung von digitalen Karten. Darunter fallen beispielsweise Verändern der Zoom-Stufe (Vergrößern/Verkleinern), Verschieben des Kartenausschnitts und Hinzufügen bzw. Weglassen von einzelnen Layern.

Die Nutzung von Geschichtskarten im Unterricht umfasst drei Phasen⁴⁰:

³⁹ vgl. Böttcher (1997, S. 49)

⁴⁰ vgl. Putzger (2006, S. 12) und Böttcher (2003, S. 67f)

1. Die Orientierungsphase

Der „erste Blick“ auf die Karte dient einer generellen Orientierung und der Klärung der Frage „Worum geht es?“. Es werden zunächst bekannte Punkte (z.B. Orte) oder geographische Phänomene (z.B. Küstenlinien) gesucht. Hierbei kann eine digitale Karte mit einer zusätzlich vorhandenen Übersichtskarte (welche die Verortung des aktuellen Kartenausschnitts zeigt) Hilfestellung leisten. Das Informationsangebot wird erfasst und die interessanten Sachverhalte werden ausgewählt. Dies hat Einfluss auf die weitere Analyse der Karte.

2. Erschließung der Information

a. Direkte Information

Quantitative und qualitative Karteninformationen werden ermittelt. Daraus können verschiedene Zwischenergebnisse entstehen (z.B. mündliche Wiedergabe, Stichwortsammlung, etc.).

b. Indirekte Information

Die ermittelten Daten werden nach verschiedenen Aspekten (z.B. Politik, Wirtschaft, Kultur) gegliedert und nach neuen Zusammenhängen untersucht. In dieser Phase ergeben sich mitunter neue Sichtweisen, die eine erneute Analyse der Karte (mit geänderter Fragestellung) erfordern. Das Hinzuziehen von zusätzlichen Medien wie Texten, Graphiken oder multimedialen Elementen kann hierbei hilfreich sein. Bei digitalen Karten ist die Bereitstellung dieser zusätzlichen Medien in Form der bereits erwähnten Layer oder (bei Online-Karten) durch Verlinkungen leicht möglich.

3. Interpretation

Die aus der Karte und den zusätzlich herangezogenen Medien gewonnenen Informationen und Zusammenhänge werden in dieser Phase zu einer Kernaussage geformt. Wichtig ist die kritische Betrachtung, bevor eine abschließende These erstellt oder ein Fazit gezogen wird.

Diese drei Phasen sind nicht an eine zeitliche Reihenfolge gebunden, sondern sind vernetzt und von außen nicht unbedingt als getrennt erkennbar.

3.2 Digitale Karten

In verschiedenen Publikationen werden digitale Karten als *Computerkarte* oder *elektronische Karte* bezeichnet. Gemeint sind (digital erstellte) Karten, die auf einem Bildschirm angezeigt werden⁴¹. Das Ausdrucken solcher Karten ist zwar auch möglich, aber stellt nicht den primären Verwendungszweck dar. Im Allgemeinen sind elektronische Karten im eigentlichen Sinn immer Atlanten (d.h. eine Sammlung von einzelnen Karten), da durch Veränderung der dargestellten Daten (beispielsweise durch Hinzufügen neuer Daten-Layer) neue Karten entstehen⁴².

Digitale Karten lassen sich strukturell in drei Grundtypen unterteilen⁴³:

1. View-Only-Karten

Diese Karten können nur betrachtet werden und beinhalten keine Form der Interaktion. Sie stellen das am Bildschirm dargestellte Äquivalent zu gedruckten Karte dar. Ein Beispiel für solche Karten sind die digitalen Karten der Universität Mainz (siehe Kapitel 5.4).

⁴¹ vgl. Herzig (2003, S. 76)

⁴² Im Folgenden wird der Begriff digitale Karte der Einfachheit halber auch für digitale Atlanten verwendet.

⁴³ vgl. Herzig (2003, S. 77) und Mayer (1993, S. 143)

2. Interaktive Karten

Sie ermöglichen dem Nutzer das Interagieren mit der Karte, beispielsweise durch Veränderung von Kartenelementen. Ein Beispiel für eine interaktive Karte ist Google Maps (siehe Kapitel 3.3.1).

3. Analyse-Karten

Bei diesem Typ können Daten verschiedener Herkunft miteinander kombiniert werden. Damit wird dem Benutzer ermöglicht, neue Erkenntnisse zu gewinnen. Ein Beispiel für eine Analyse-Karte stellt TimeMap dar (siehe Kapitel 5.1).

3.3 Online-Karten

Online-Karten bilden eine Teilmenge der digitalen Karten und benötigen zur Darstellung in der Regel keine eigene Software, sondern sind in Websites eingebettet und somit im Browser benutzbar. Im folgenden Abschnitt werden die zwei gängigsten Online-Karten *Google Maps* und *OpenStreetMap* dargestellt. Kriterien für die Auswahl dieser Karten sind Interaktionsmöglichkeit, Möglichkeiten der Verwendung (d.h. Schnittstellen und Dokumentation) und Verbreitung. Daneben gibt es noch eine Vielzahl weiterer Kartensysteme (z.B. *Yahoo Maps*⁴⁴ oder *Bing Maps*⁴⁵), jedoch sind diese nach einer Bewertung in den aufgestellten Kriterien nicht oder nur eingeschränkt für ein solches Projekt verwendbar.

3.3.1 Google Maps

Der Internetdienstleister *Google Inc.* hat im Februar 2005⁴⁶ seinen Online-Kartendienst *Google Maps*⁴⁷ vorgestellt. Mit diesem Service ist es möglich, geographische Informationen auf verschiedene Arten von interaktiven Karten (Satellitenfotos, Gelände- und Straßenkarten) im Web

⁴⁴ <http://maps.yahoo.com>

⁴⁵ <http://www.bing.com/maps>

⁴⁶ vgl. Gibson & Schuyler (2006)

⁴⁷ <http://maps.google.com>

darzustellen. Bei der Entwicklung wurde sehr viel Wert auf die Bedienungsfreundlichkeit gelegt. So lässt sich der gewählte Kartenausschnitt beispielsweise mit der Maus verschieben (Drag & Drop), zusätzlich dazu gibt es einfach gestaltete Navigationselemente zum Verändern des Maßstabs. Die einfache Bedienung als Grund für den Erfolg von Google Maps wird vom Verleger und Softwareentwickler Tim O'Reilly folgendermaßen beschrieben⁴⁸:

„Mapping-related web services had been available for some time [...]. But Google Maps set the world on fire because of its simplicity.”

Neben der einfachen Bedienung ist auch die Möglichkeit zur eigenen Verwendung der Karte ausschlaggebend für deren Erfolg. Google Maps verfügt über eine gut dokumentierte und leistungsstarke Programmierschnittstelle (API)⁴⁹, die es Programmierern erlaubt, Google Maps für die Darstellung ihrer eigenen Daten zu verwenden und auf ihren eigenen Websites einzubinden.

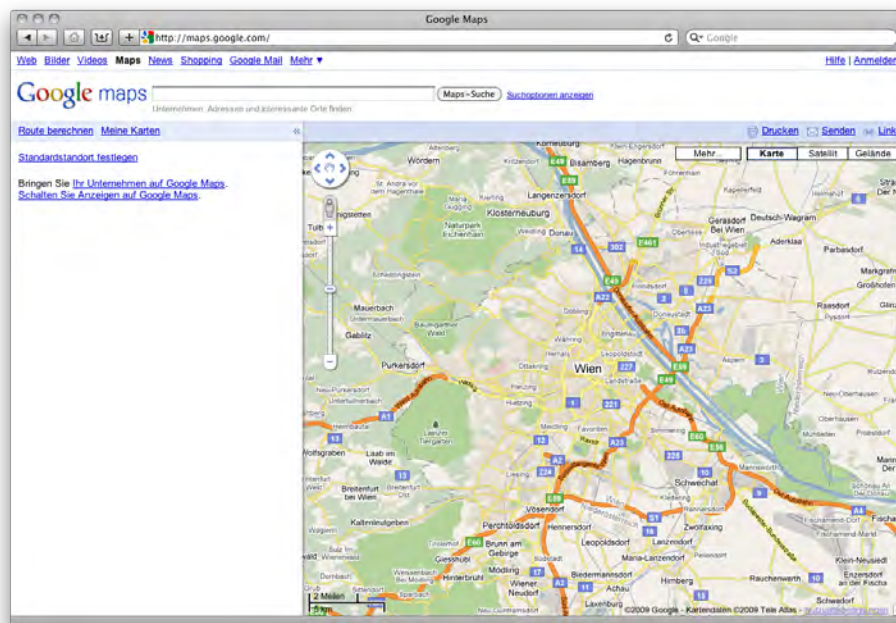


Abbildung 7 – Kartenansicht von Wien auf Google Maps
(Quelle: <http://maps.google.com>, Stand: 20.11.2009)

⁴⁸ O'Reilly (2007)

⁴⁹ <http://code.google.com/apis/maps>

Die Karten selbst sind rechtlich geschützt und dürfen beispielsweise nicht ohne den Copyright-Vermerk auf Websites eingebettet oder als Screenshot abgebildet werden (dies gilt insbesondere für Satellitenfotos).⁵⁰

Neben der Online-Karte hat Google mit *Google Earth*⁵¹ auch eine Desktop-Applikation zur Betrachtung geographischer Informationen entwickelt. Der Vorteil dieser für verschiedene Betriebssysteme entwickelten Software ist die Möglichkeit, die Erdoberfläche in einer dreidimensionalen Darstellung zu betrachten. Mit Google Earth können alle Informationen dargestellt werden, die auch auf Google Maps vorhanden sind. Zusätzlich können durch die Installation verschiedener *Plugins* zusätzliche Darstellungsformen und Informationen visualisiert werden.

Zusätzlich zu der optionalen Anzeige von historischen Karten mittels *Plugin* (siehe Kapitel 5.5.3) bietet Google Earth in der Version 5.0 auch die Möglichkeit, Satellitenbilder mit verschiedenen Aufnahmedaten zu vergleichen. Durch diese Funktion ist eine Beobachtung verschiedener Parameter wie das Wachstum von Städten oder der Rückgang von Gletschern möglich. Abbildung 8 zeigt die Veränderung des Baufortschritts eines Gebäudes in London zwischen dem 28. August 2002 und dem 31. Dezember 2006.

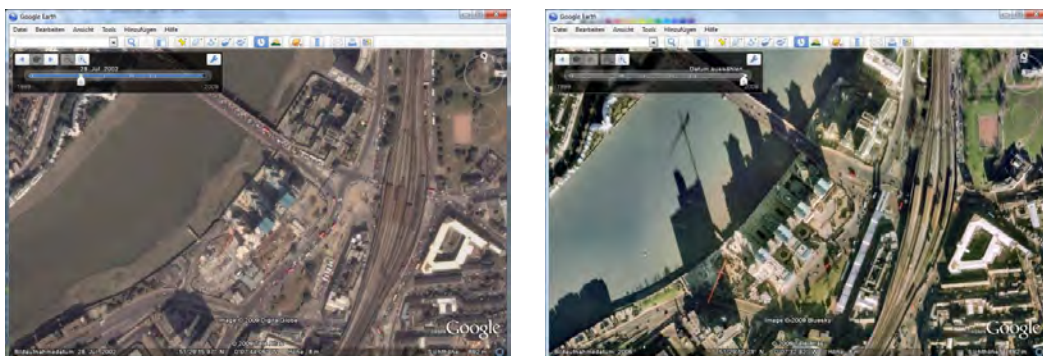


Abbildung 8 – Darstellung von Satellitenbildern aus den Jahren 2002 und 2006 in Google Earth (Quelle: Google Earth 5.0 für Windows Vista)

⁵⁰ Google Inc. (2010)

⁵¹ <http://earth.google.com>

3.3.2 OpenStreetMap

Die *OpenStreetMap*⁵² (OSM) enthält einen Großteil der Funktionen der oben dargestellten Google Maps Karte, funktioniert jedoch ähnlich wie die freie Enzyklopädie *Wikipedia*⁵³ nach dem Peer Production Modell. Ziel ist die Erstellung von Karten-Daten, die (unter bestimmten Nutzungsbedingungen) für Jedermann frei editier- und verwendbar sind. Im Gegensatz zur Google Maps Karte enthält die OSM jedoch keine Satellitenbilder oder topographische Karten.

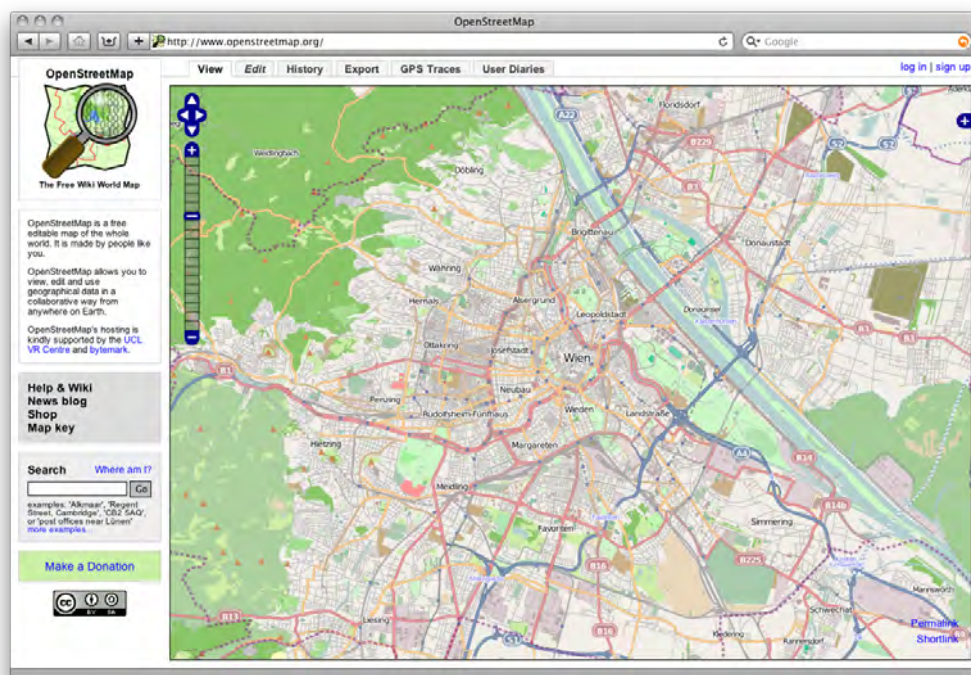


Abbildung 9 – Kartenansicht von Wien auf OpenStreetMap
(Quelle: <http://www.openstreetmap.org>, Stand: 20.11.2009)

Das Projekt wurde im Jahr 2004 am University College London (UCL) unter der Leitung von Steve Coast ins Leben gerufen. Bis zum heutigen Zeitpunkt stellt die UCL Ressourcen in Form von Servern zur Verfügung. Neben einem Kernteam, das sich der Infrastruktur widmet, gibt es eine stark steigende Anzahl an registrierten⁵⁴ Benutzern, die Daten in die OSM

⁵² <http://www.openstreetmap.org>

⁵³ <http://www.wikipedia.org>

⁵⁴ Im Gegensatz zu Wikipedia ist es hier nur registrierten Benutzern erlaubt, Daten in die OSM einzutragen oder zu ändern.

eintragen (vgl. Abbildung 10). Des Weiteren gibt es eine wachsende Gemeinde an Software-Entwicklern, die Schnittstellen und Software rund um die OSM entwickelt, um die Daten für verschiedenste Programme und Dienste zugänglich zu machen.⁵⁵

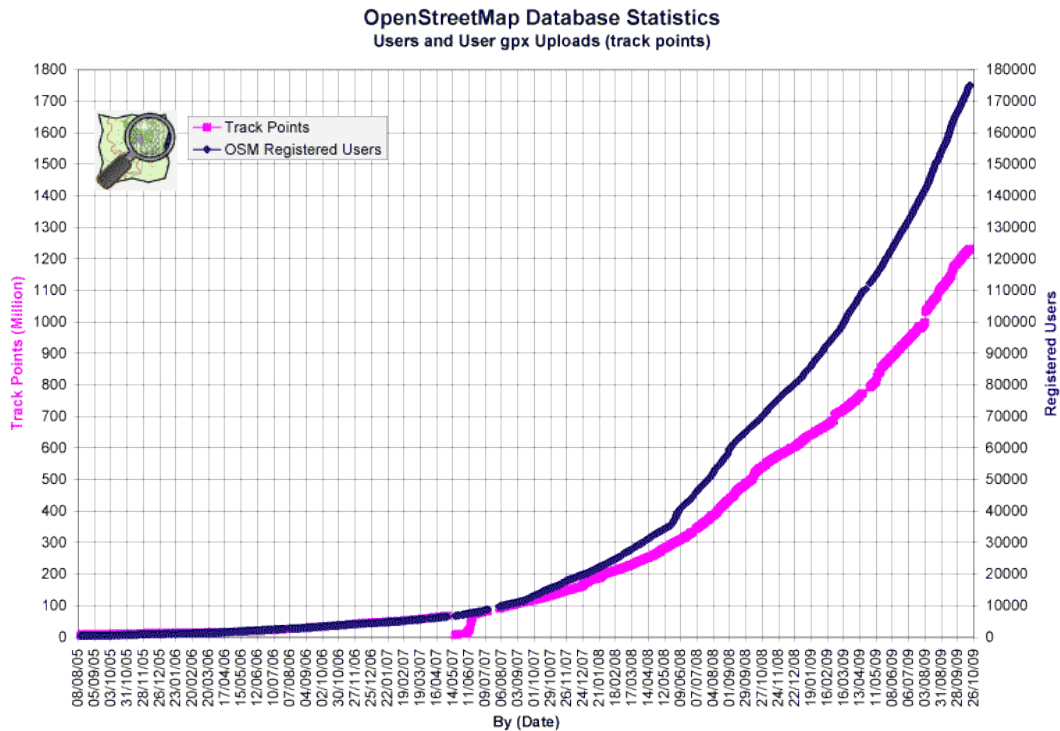


Abbildung 10 – Monatlicher Verlauf der registrierten Benutzer und eingetragenen Punkte auf der OSM (Quelle:

<http://wiki.openstreetmap.org/images/9/91/Osmdbstats1.png>, Stand: 19.11.2009)

Für Benutzer gibt es zwei Möglichkeiten, Daten in die OSM einzutragen. Zum Ersten können sie mittels GPS-Empfänger aufgezeichnete Daten im GPX-Format hochladen und mittels Online-Editor bearbeiten. Des Weiteren gab das Internetportal *Yahoo!* im Jahr 2006 die Erlaubnis, seine Satellitenbilder als Grundlage für die Kartenerstellung zu verwenden⁵⁶. Dies bedeutet, dass es den Benutzern erlaubt ist, die Satellitenbilder abzuzeichnen und so die dort enthaltenen Informationen in die OSM zu übertragen.

⁵⁵ vgl. Haklay & Weber (2008, S. 12ff)

⁵⁶ vgl. Coast (2006)

Neben den privaten Beiträgen zur Erweiterung des Kartenmaterials geben des öfteren auch Firmen oder staatliche Institutionen ihr Kartenmaterial zur Verwendung in der OSM frei. Beispiele hierfür sind der Import des TIGER-Datensatzes (Geographische Daten des US Census Bureau zu allen Straßen der USA) oder die Freigabe des gesamten Straßenmaterials der niederländischen Firma AND⁵⁷.

Neben der reinen geographischen Information sind sog. *Attribute* wichtig. Durch sie werden Linien und Flächen gewisse Bedeutungen wie Straße oder Grünfläche zugeordnet. Die Art und Anzahl an Attributen wird durch die OSM-Community festgelegt, wobei jeder registrierte Benutzer neue Attribute einbringen kann.

Änderungen werden nicht (wie z.B. bei Wikipedia) live für alle Benutzer dargestellt, sondern (aus Performance-Gründen) einmal wöchentlich in allen Zoomstufen gerendert und erscheinen erst danach in der Karte. Es ist dem Benutzer aber auch jederzeit möglich, eigene Renderings zu erstellen⁵⁸. Alle Änderungen in der OSM werden protokolliert und gespeichert, d.h. es ist in Zukunft für vollständig kartographierte Gebiete möglich, städtebauliche Veränderungen zu dokumentieren.

3.3.2.1 Darstellungsqualität der OpenStreetMap

Das Institut für Kartographie der ETH Zürich hat im Dezember 2008 die Visualisierungsqualität der OpenStreetMap⁵⁹ anhand eines Kriterienkatalogs untersucht. Folgende Kriterien wurden zur Beurteilung untersucht:⁶⁰

- Graphische Bilddichte und -differenzierbarkeit
- Lesbarkeit
- kartographische Generalisierung

⁵⁷ vgl. Haklay & Weber (2008, S. 14)

⁵⁸ vgl. ebd

⁵⁹ Untersucht wurde nur das Standard-Rendering des Rendering-Programmes *Mapnik* (<http://www.mapnik.org>)

⁶⁰ vgl. Zollinger (2008, S. 7ff)

- Minimaldimensionen
- Farben
- Symbolisierung
- Schrift

Die Untersuchung zeigte, dass durch ein automatisiertes Rendering ohne nachfolgende manuelle Bearbeitung zwangsläufig Qualitätseinbußen hingenommen werden müssen. Durch die unterschiedlich hohe Dichte an Daten (Stadt vs. ländliches Gebiet) ergeben sich zwangsläufig Kompromisse in der Darstellung, da sich die Rendering-Engine nicht an die Datendichte anpassen kann. Weiters können durch die freie zugängliche Dateneingabe Missstände in der geographischen Genauigkeit der eingegebenen Daten auftreten, was wiederum zu kartographischen Fehlern in den gerenderten Karten führt. Ein weiterer Kritikpunkt ist die Schriftdarstellung, die aufgrund eines zu unflexiblen Algorithmus bei größeren Zoomstufen als unzureichend angesehen wird. Als sehr gut gelungen werden hingegen Symbolisierung und Farbdarstellung betrachtet, die dem Nutzer die dargestellten Informationen auf verständliche Weise ohne weiteren Erklärungsbedarf näherbringen.⁶¹

3.4 Zusammenfassung

Für die Erstellung einer online verfügbaren interaktiven Geschichtskarte sind sowohl Google Maps als auch die OpenStreetMap gut geeignet. Der Vorteil von Google Maps liegt in der Anzahl der verfügbaren bereits programmierten Schnittstellen und Funktionen, die größtenteils kostenlos nutzbar sind. Hinzukommt eine breite Basis an Entwicklern, die Zusatzprogramme und -bibliotheken (weiter-) entwickeln, welche wiederum für neue Projekte einsetzbar sind. Negativ fällt die beschränkte Möglichkeit zur Weiterverwendung der erstellten Karten (beispielsweise für den Druck) auf sowie die Abhängigkeit von einem einzigen Anbieter:

⁶¹ vgl. Zollinger (2008, S. 7ff)

Sollte sich Google entscheiden, seinen Kartenservice nicht mehr kostenlos anzubieten, steht das Projekt vor einem schwerwiegenden Problem.

Die OpenStreetMap hat den großen Vorteil, dass alle Inhalte durch ihr Lizenzierungsmodell frei verfügbar und weiter verwendbar sind – es besteht keine Abhängigkeit von einem einzelnen Konzern. Durch die Möglichkeit, eigene Basiskarten mittels spezieller Render-Software zu erstellen, ist das Erscheinungsbild der Karte nahezu unbegrenzt veränder- und anpassbar. Viele Schnittstellen und Zusatzprogramme sind mittlerweile auch für die OSM verfügbar bzw. lassen sich meist leicht anpassen.

4 Zeitleisten

Eine gängige Darstellungsform der synchronistischen Geschichte ist die Zeitleiste. In digitaler Form ist diese Art der Darstellung sehr gut geeignet, um mit interaktiven Elementen versehen zu werden. Folgend werden ausgewählte Systeme behandelt⁶².

4.1 SIMILE Timeline

Die Timeline⁶³ wurde im Zuge des SIMILE-Projekts am *Massachusetts Institute of Technology (MIT)* entwickelt und ist ein *Open Source Widget* zur Visualisierung temporaler Daten.

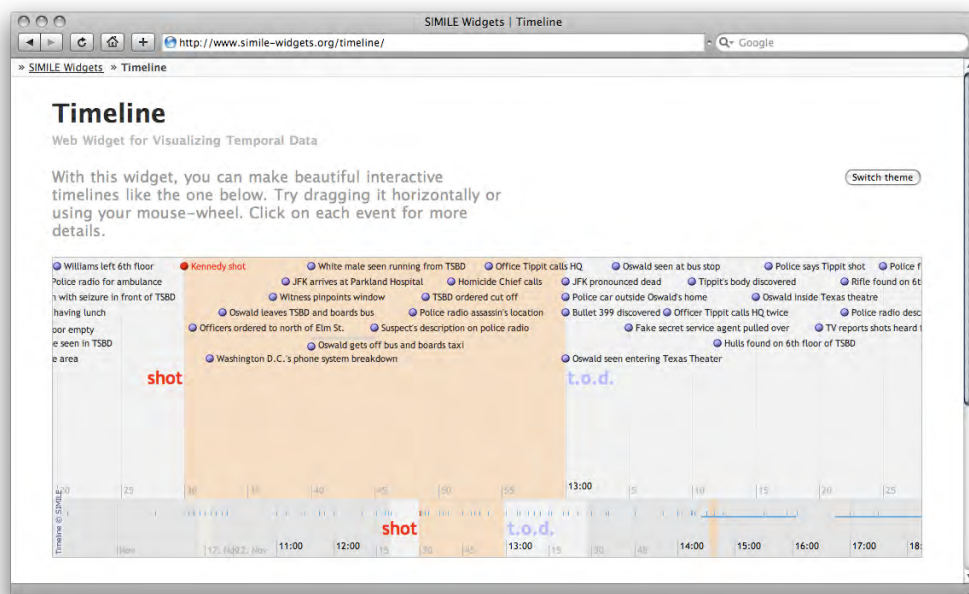


Abbildung 11 – Attentat auf John F. Kennedy, dargestellt mittels SIMILE Timeline (Quelle: <http://www.simile-widgets.org/timeline> (Screenshot), Stand: 02.04.2009)

Die Timeline setzt sich aus zwei miteinander verknüpften Zeitleisten zusammen. Eine zeigt einen größeren Zeitrahmen (z.B. mehrere Jahre), die andere Zeitleiste stellt einen Ausschnitt daraus (z.B. mehrere Monate) dar. Der Benutzer kann mit der Maus beide Zeitleisten verschieben. Durch

⁶² Die Auswahl erfolgte nach Auffindbarkeit im Web und Bedienbarkeit des Systems.

⁶³ <http://www.simile-widgets.org/timeline>

die Verknüpfung verschiebt sich die jeweils andere ebenfalls entsprechend mit.

Als Datenquelle können die Formate XML, JSON und SPARQL verwendet werden. Durch die ausführliche Dokumentation (seit September 2007 auf der Google Code Plattform⁶⁴) kann die Timeline leicht an eigene Anforderungen angepasst werden⁶⁵. Ein wissenschaftliches Projekt, das die Timeline einsetzt, ist DIGMAP (siehe Kapitel 5.1).

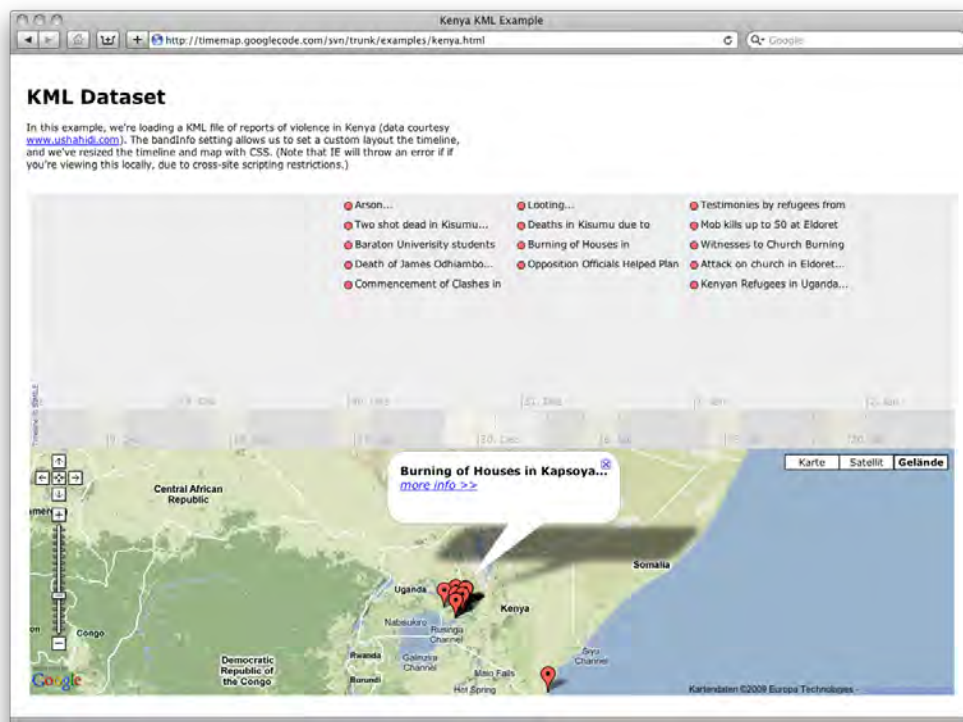


Abbildung 12 – Darstellung von Gewalttaten in Kenia auf einer Timemap
(Quelle: <http://timemap.googlecode.com/svn/trunk/examples/kenya.html>, Stand:
31.12.2009)

Eine Adaption der Timeline findet sich in dem Projekt Timemap⁶⁶ (nicht zu verwechseln mit dem Projekt *TimeMap* aus Kapitel 5.1). Dabei handelt es sich um eine Javascript Bibliothek, welche die Funktionen der Timeline mit der Google Maps API verknüpft. Damit ist es möglich, Ereignisse sowohl zeitlich als auch geographisch darzustellen. Die Bibliothek ist frei

⁶⁴ <http://code.google.com>

⁶⁵ dasjogibtsnet (2009)

⁶⁶ <http://code.google.com/p/timemap>

verwendbar (MIT Open Source Lizenz⁶⁷) und kann auch nach Belieben adaptiert und verändert werden.

4.2 Timeline

Timeline ist eine Software des Herstellers *Bee Docs*⁶⁸ für das Betriebssystem Mac OS X zur Darstellung von temporalen Ereignissen. Es ist in zwei Versionen (*Timeline* und *Timeline 3D*) erhältlich und kostenpflichtig⁶⁹. Daten können manuell eingegeben oder von vordefinierten Datenquellen (u.a. Kalender oder RSS-Feeds) importiert werden.



Abbildung 13 – Darstellung eines FlickrR-Feeds in Timeline
(Quelle: Timeline3D / eigene Darstellung)

Aufgrund des geschlossenen Systems ist nur eine Darstellung von Daten möglich, jedoch keine Anpassung oder Veränderung des Programms. Für die Kombination mit geographischen Daten ist dieses System daher nicht geeignet. Eine sekundäre Verwendungsmöglichkeit würde sich hingegen durch den Import eines RSS-Feeds von temporalen Daten⁷⁰ ergeben. Der

⁶⁷ <http://www.opensource.org/licenses/mit-license.php>

⁶⁸ <http://www.beedocs.com>

⁶⁹ Eine Vielzahl an Funktionen ist auch in der kostenlosen Version nutzbar.

⁷⁰ Ein solcher RSS-Feed ist derzeit noch nicht vorhanden, ließe sich aber als Nebenprodukt des Projekts leicht erzeugen.

User hätte dadurch die Möglichkeit, sich die temporalen Daten auf einer zwei- oder dreidimensionalen Zeitleiste anzusehen und per Link zu der entsprechenden Karte im Web zu gelangen.

4.3 Zusammenfassung

Das zur Zeit einzige System, das für die Erstellung eines interaktiven Web-Services zur Darstellung zeitbasierter Geodaten verwendbar ist, ist die Timeline des SIMILE-Projekts. Sie lässt sich leicht in bestehende Systeme integrieren und an verschiedene Datenquellen anknüpfen. Es wurden bereits Bibliotheken zur Verwendung in Kombination mit einer Google Maps Karte entwickelt, die frei verwendbar sind. Für spezielle Projekte, die mit den Standard-Funktionen nicht auskommen, ist eine Anpassung des Codes möglich, aber mitunter sehr aufwändig.

Neben den vorgestellten Projekten gibt es noch weitere Anbieter von Zeitleisten wie WikiTimeScale⁷¹ oder WikiTimeLine⁷², die aber aufgrund ihrer beschränkten Einsatzmöglichkeiten (derzeit nur als Erweiterung für MediaWiki-Systeme⁷³) für eine Verwendung nicht in Frage kommen. Abgesehen davon existieren eigens programmierte Lösungen für einzelne Projekte, deren Code aber nicht zugänglich ist oder die nur unter erheblichem Kostenaufwand für ein solches Projekt verwendbar wären.

⁷¹ <http://www.wikitimescale.org>

⁷² <http://www.chaosreligion.com/wtl/index.php5?title=WikiTimeLine>

⁷³ <http://www.mediawiki.org>

5 Aktuelle Projekte

Der aktuelle Entwicklungsstand der digitalen historischen Karten ist im Vergleich mit der generellen Entwicklung digitaler Karten noch nicht sehr weit fortgeschritten. Es gibt nur eine geringe Anzahl an Projekten, die in einem für die breite Masse brauchbaren Entwicklungsstadium sind. Diese werden im folgenden Abschnitt vorgestellt und erläutert.

5.1 TimeMap

Das Projekt *TimeMap*⁷⁴ ist seit 1997 ein Forschungsprojekt des *Archaeological Computing Laboratory* der Universität von Sydney. Ziel ist die Entwicklung einer Methode zur Darstellung räumlich-zeitlicher Daten mit Hilfe eines geographischen Informationssystems (GIS).⁷⁵

Bei Beginn des Projektes im Jahr 1997 gab es drei konkrete Forschungsziele⁷⁶:

1. Entwicklung einer Methode zur Speicherung zeitbasierter kultureller Eigenschaften
2. Entwicklung eines Interfaces zur Darstellung zeitbasierter Karten
3. Generierung von kartenbasierten Animationen zur Darstellung von zeitlichen Abläufen

Eine Entwicklung des Projekts ist eine auf Java basierende Anwendung *TMJava*. Sie ermöglicht die animierte Darstellung von zeitbasierten geographischen Daten im Browser oder als Desktop-Applikation. Zur Erstellung interaktiver Karten wurde die Software *TMWin* erstellt, welche auf den Betriebssystemen der Microsoft Windows-Plattform läuft. Sie

⁷⁴ <http://www.timemap.net>

⁷⁵ vgl. Johnson & Wilson (2003)

⁷⁶ vgl. Johnson (1997)

ermöglicht sowohl das Eingeben von eigenen Daten als auch den Zugriff auf die Datenbanken der *Electronic Cultural Atlas Initiative*⁷⁷ (ECAI).

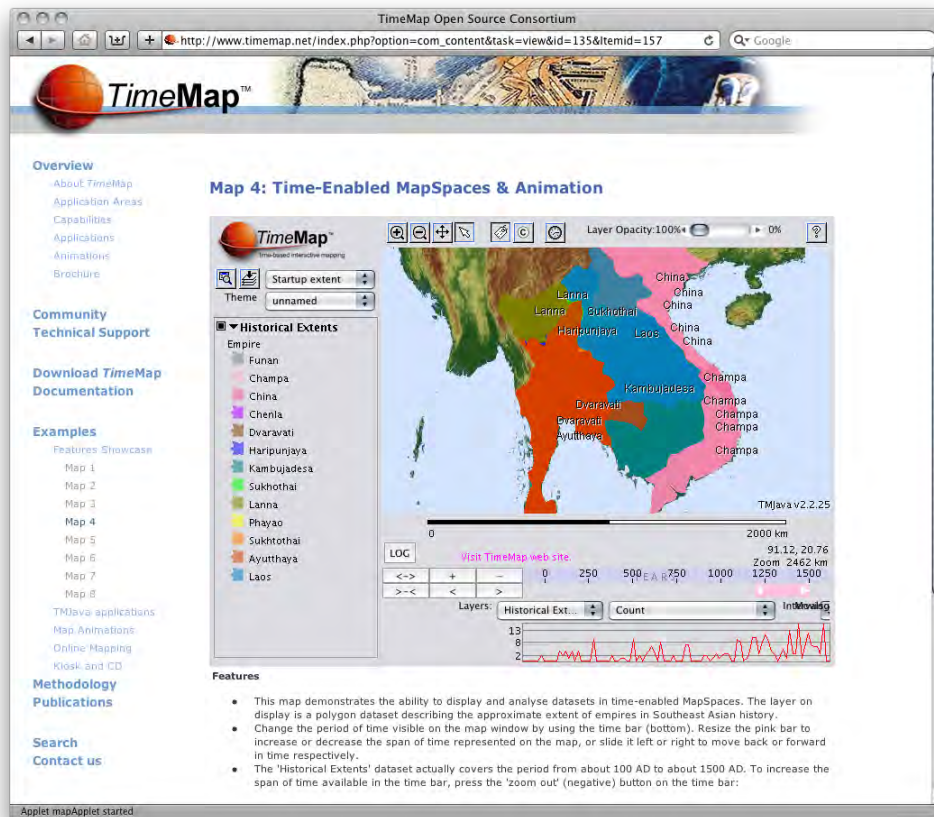


Abbildung 14 – Darstellung historischer Daten Südostasiens mittels TimeMap
(Quelle: http://timemap.net/index.php?option=com_content&task=view&id=133&Itemid=157, Stand: 03.01.2010)

Die Forschungsarbeiten wurden unter anderem durch die *David Rumsey Map Collection* (siehe Kapitel o) unterstützt⁷⁸. Mit einer dafür adaptierten Installation⁷⁹ von TMJava kann auch auf diese Kartensammlung zugegriffen werden.

Seit Juni 2007 steht TMJava als Open Source Version⁸⁰ unter der GNU GPL Lizenz frei zur Verfügung, wird aber nicht mehr aktiv weiterentwickelt (Stand: Jänner 2010). Die während des Projekts

⁷⁷ ECAI (<http://www.ecai.org>) ist ein globales Konsortium, das sich die Erstellung einer verteilten virtuellen Bibliothek für kulturelle Information in Kombination mit einem Interface zur Darstellung zeit- und ortsbasierter Daten zum Ziel gesetzt hat.

⁷⁸ vgl. Johnson (2010)

⁷⁹ <http://ecaimaps.berkeley.edu/clearinghouse>

⁸⁰ <http://sourceforge.net/projects/timemap>

entwickelten Verfahren, Methoden und die erstellte Software werden seit 2005 im Nachfolgeprojekt *Heurist*⁸¹ weiterverwendet. Heurist ist ein Online-Service zum Verwalten verschiedener Daten wie Lesezeichen, bibliographische Referenzen und anderer Daten, der auch die Möglichkeit einer Darstellung auf einer Karte und einer Zeitleiste bietet. Hierfür wird Google Maps in Kombination mit der SIMILE Zeitleiste (vgl. Kapitel 4.1) verwendet⁸².

5.1.1 Bewertung

Die im Zuge des Projektes entwickelte Software bietet eine Vielzahl an Möglichkeiten, interaktive Karten aus einer Fülle von verschiedenen Datenquellen zu erstellen und diese auch in einer für den Benutzer attraktiven Art und Weise anzubieten. Dies lässt eine Vielzahl an Einsatzmöglichkeiten (vgl. Kapitel 2.2) zu.

Das verwendete User-Interface wirkt zum jetzigen Zeitpunkt jedoch veraltet (es wird seit Juni 2007 nicht mehr weiterentwickelt) und kann mit den Interaktionsmöglichkeiten moderner Karten (z.B. Google Maps oder OSM) nicht mithalten. Die zeitliche Navigation wirkt unaufgeräumt, die Funktion mancher Elemente ist nicht ohne Weiteres erkenntlich.

Die Verwendung des Java-Frameworks erlaubt zwar die Einbindung der Applikation auf einer beliebigen Website, eine Interaktion mit anderen Elementen der Website ist jedoch ohne eine Veränderung der Applikation selbst nicht möglich.

Ein wesentliches Feature ist die Möglichkeit der Erstellung animierter Karten (siehe Abbildung 15). Die animierten Elemente auf der Karte in Verbindung mit den kontextuell eingeblendeten Zusatzinformationen und der Zeitleiste stellen historische Entwicklungen anschaulich dar. Der Benutzer kann sich die Animation wie einen Film ansehen, jederzeit aber auch anhalten oder den Zeitpunkt verschieben.

⁸¹ <http://heuristscholar.org>

⁸² vgl. Heurist (2008)

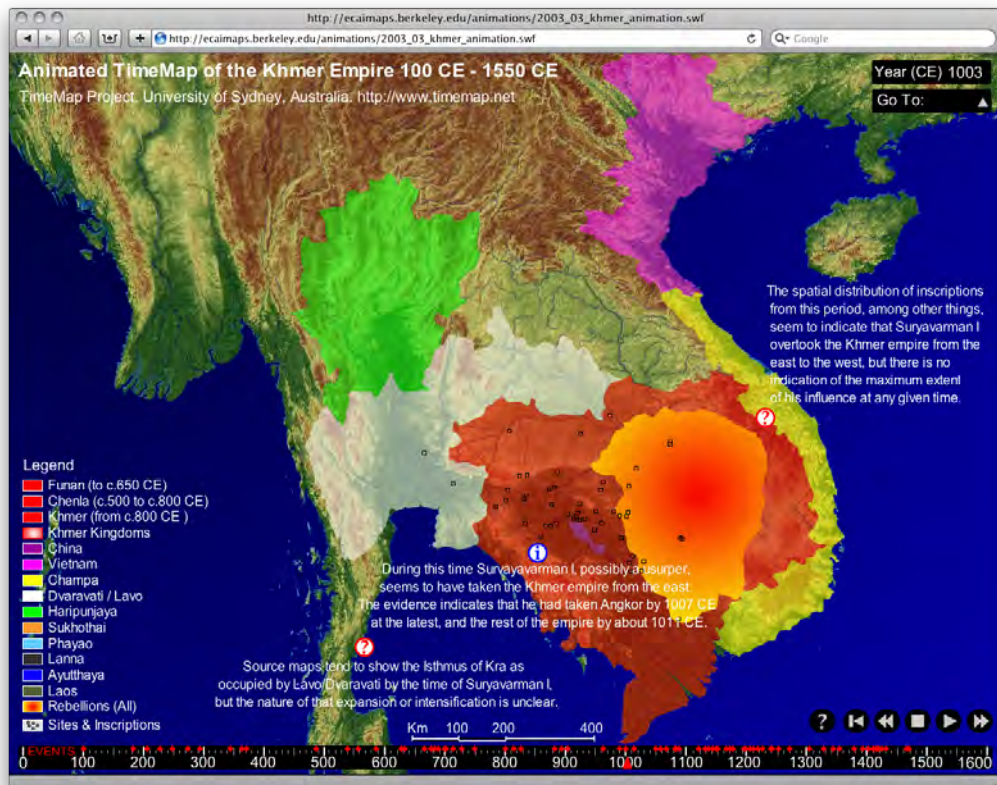


Abbildung 15 – Animierte Karte der Entwicklung des Khmer-Reiches
(Quelle: http://ecaimaps.berkeley.edu/animations/2003_03_khmer_animation.swf,
Stand: 03.01.2010)

Ein Nachteil dieser Animation ist die Verwendung des Containerformates *Adobe Flash*⁸³. Dies erfordert die Installation einer entsprechenden Software zur Betrachtung. Der Kartenausschnitt auf der Animation ist fix festgelegt und kann durch den Benutzer nicht verändert werden. Somit ist es nicht möglich, geographische Details näher zu betrachten.

⁸³ <http://www.adobe.com/flash>

5.2 DIGMAP

*DIGMAP*⁸⁴ ist ein vom EU-Programm *eContentPlus*⁸⁵ gefördertes Forschungsprojekt der Technischen Universität Lissabon in Zusammenarbeit mit der portugiesischen Nationalbibliothek in Lissabon. Ziel des von 2006 bis 2008 durchgeführten Projekts war die Entwicklung eines internetbasierten Katalogs für digitalisierte historische Karten. Ein wichtiger Aspekt war die automatisierte Anreicherung der auf den Karten vorhandenen Informationen durch dazugehörige Metadaten der europäischen Nationalbibliotheken sowie von relevanten externen Quellen.⁸⁶

Folgende Use Cases wurden in DIGMAP integriert:⁸⁷

- Quellen
Als Quellen gelten u.a. Karten, Bücher und Websites. Bei Karten werden alle relevanten geographischen Informationen in den Metadaten gespeichert.
- User Interface
Der Benutzer hat die Möglichkeit, den Kataloginhalt mittels OPAC, geographischem oder zeitlichem Zugang zu erforschen. Es ist sowohl eine gezielte Suche als auch ungezieltes Browsen möglich. Des Weiteren bietet sich die Möglichkeit, Experten (Bibliothekare) auf elektronischem Weg zu befragen und neue Quellen vorzuschlagen.
- Katalog
Der Katalog ist für die Verwaltung der Metadaten verantwortlich. Eine Erweiterung ist durch das lokale User Interface oder verschiedene standardisierte Quellen möglich.

⁸⁴ <http://www.digmap.eu>

⁸⁵ http://ec.europa.eu/information_society/activities/econtentplus

⁸⁶ vgl. Martins, et al. (2007)

⁸⁷ vgl. Pedrosa, et al. (2008)

- Thesaurus

Der Thesaurus setzt sich aus einem geographischen Lexikon und einer Autoren-Datenbank zusammen und verknüpft historische und geographische Informationen.

Im Zuge des DIGMAP-Projekts wurden mehrere Problemfälle identifiziert, die bei der Digitalisierung von historischem Kartenmaterial auftreten können und mögliche Fehlerquellen für eine Weiterverarbeitung darstellen⁸⁸:

- Die Qualität der digitalisierten Karten kann durch den Digitalisierungsprozess und alterungsbedingte Schäden an der Karte beeinträchtigt werden.
- Historische Karten unterliegen nicht den gleichen geographischen Standards wie modernes Kartenmaterial. Position, Skalierung, Symbolik und Farben können unpassend oder gar unbekannt sein.
- Historische Karten basieren oftmals auf unvollständigen oder falschen geographischen Daten.
- Texte auf historischen Karten sind für eine automatisierte Erfassung oft nicht geeignet, da sie in nicht gängiger Schriftart oder überhaupt handschriftlich verfasst worden sein können.

Zur Minimierung von Fehlern wurde eine Pipeline von Techniken entwickelt, die eine maximale Qualität von Karteninformationen und extrahierten Metadaten garantieren soll⁸⁹:

1. Restaurierung der Karten, Vorbereitung des digitalisierten Bildes für die Weiterverarbeitung
2. Segmentierung der Karte, Gruppierung von Pixeln nach Farbe und räumlicher Homogenität
3. Vektorisierung und Vergleich mit einer vorhandenen geographischen Wissensbasis

⁸⁸ vgl. Martins, et al. (2007)

⁸⁹ vgl. ebd.

4. Extrahierung von Merkmalen, Erkennung von brauchbaren Details wie Text und Symbolen auf Pixel-Ebene.
5. Begriffsklärung, Analyse und Interpretation der digitalisierten Texte und Symbole

DIGMAP setzt die bereits vorgestellte SIMILE Timeline (siehe Kapitel 4.1) im Form der *DIGMAP Map Services*⁹⁰ ein. Damit ist es möglich, historische Karten sowohl geographisch als auch zeitlich darzustellen und zu gliedern. Es ist jedoch noch keine funktionierende Interaktion zwischen Karte und Zeitleiste möglich.

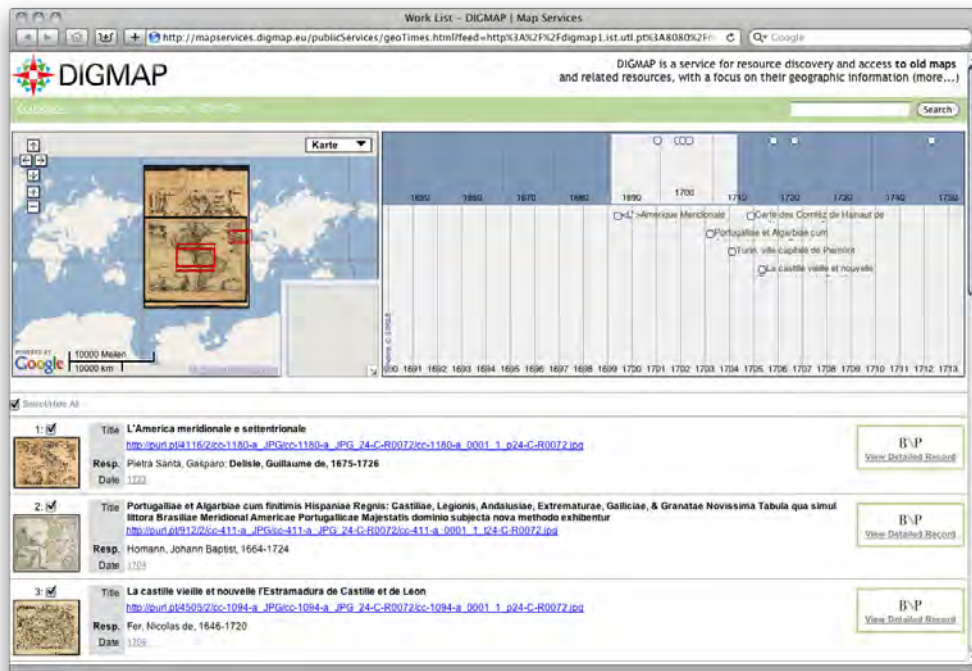


Abbildung 16 – Darstellung historischer Karten auf Karte und Zeitleiste

(Quelle: [http://mapservices.digmap.eu/publicServices/geoTimes.html?](http://mapservices.digmap.eu/publicServices/geoTimes.html?feed=http%3A%2F%2Fdigmap1.ist.utl.pt%3A8080%2Fmapservices%2Fxs%2Fexample%2FexampleGeorssFeed.xml&workList=http%3A%2F%2Fdigmap1.ist.utl.pt%3A8080%2Fmapservices%2Fxs%2Fexamples%2FexampleWorkList.xml&pageSize=&button.start=Start,Stand:31.12.2009)

[feed=http%3A%2F%2Fdigmap1.ist.utl.pt%3A8080%2Fmapservices%2Fxs%2Fexample%2FexampleGeorssFeed.xml&workList=http%3A%2F%2Fdigmap1.ist.utl.pt%3A8080%2Fmapservices%2Fxs%2Fexamples%2FexampleWorkList.xml&pageSize=&button.start=Start,Stand:31.12.2009](http://mapservices.digmap.eu/publicServices/geoTimes.html?feed=http%3A%2F%2Fdigmap1.ist.utl.pt%3A8080%2Fmapservices%2Fxs%2Fexample%2FexampleGeorssFeed.xml&workList=http%3A%2F%2Fdigmap1.ist.utl.pt%3A8080%2Fmapservices%2Fxs%2Fexamples%2FexampleWorkList.xml&pageSize=&button.start=Start,Stand:31.12.2009))

⁹⁰ <http://mapservices.digmap.eu>

5.2.1 Bewertung

Das Forschungsprojekt ist seit Dezember 2008 abgeschlossen⁹¹, daher sind keine weiteren Entwicklungen zu erwarten. Derzeit (Stand: April 2010) sind 49.143 Quellen indiziert. Die Suche nach Karten ist über einen bibliographischen, einen zeitlichen und einen geographischen Zugang möglich. Keiner der drei Zugänge verfügt jedoch über ein eigenes User Interface (z.B. eine Kartenauswahl oder eine Zeitleiste), sondern sie bieten lediglich die Möglichkeit, der Suche weitere Parameter (z.B. Jahr oder Längen-/Breitengrad) hinzuzufügen. Des Weiteren gibt es die Möglichkeit verschiedener Listenübersichten (Zeitpunkte, Autoren, Plätze und Kollektionen), aus der einzelne Einträge ausgewählt werden können. Dies ist aufgrund der Menge an Einträgen jedoch nicht sehr übersichtlich.

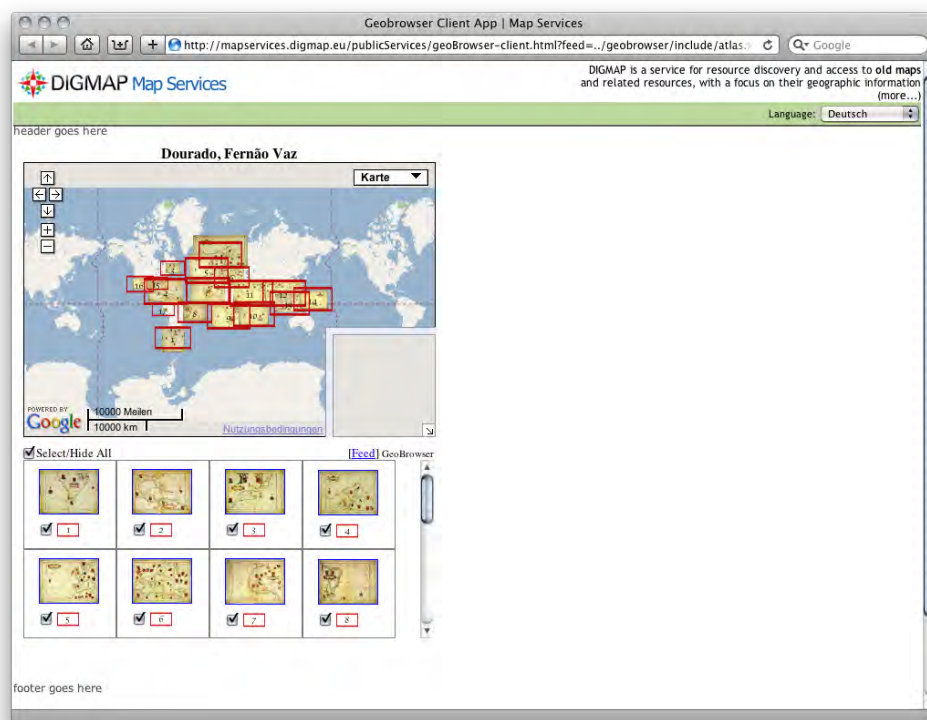


Abbildung 17 – nicht fertiggestelltes Kartenservice *DIGMAP Map Services*
(Quelle: <http://mapservices.digmap.eu/publicServices/geoBrowser-client.html?feed=../geobrowser/include/atlas.xml>; Stand: 29.09.2009)

Ein Teil der Karten ist nur in Form von Metadaten erfasst, d.h. die Karten selbst sind nicht einsehbar. Die Auflösung der auf dem DIGMAP-Portal

⁹¹ vgl. Santos (2008)

selbst abrufbaren Karten ist für eine detaillierte Betrachtung zu gering, einzelne Suchergebnisse verweisen auf externe Anbieter, die hochauflösendes Kartenmaterial zur Verfügung stellen.

Generell ist das Webportal als nicht userfreundlich zu bezeichnen, viele Elemente sind noch fehlerhaft oder nur teilweise umgesetzt. Ein Beispiel dafür zeigt Abbildung 17. Bei dieser Kartenapplikation sind digitalisierte historische Karten auf einer interaktiven Karte (Google Map) platziert. Header und Footer sind nur durch Platzhalter gekennzeichnet (siehe Abbildung 17) und aus der derzeit umgesetzten Funktionalität der Applikation lässt sich für den Benutzer kein *Use Case* ableiten.

5.3 ConflictHistory

Im Vergleich zu den bereits vorgestellten Projekten hat ConflictHistory⁹² weder einen erkennbaren wissenschaftlichen Background noch einen vergleichbar langen Entwicklungszeitraum. Bei diesem Web-Service handelt es sich um ein *Mashup*, das – wie bereits in der Einleitung besprochen – verschiedene Datenquellen miteinander verbindet und daraus ein neues Service für einen bestimmten Zweck erschafft.



Abbildung 18 – Darstellung von Konflikten des 2. Weltkriegs auf ConflictHistory
(Quelle: <http://www.conflicthistory.com>, Stand: 26.01.2010)

⁹² <http://www.conflicthistory.com>

Im Fall von ConflictHistory werden FreeBase⁹³, Wikipedia und GoogleMaps kombiniert, um die Geschichte von Konflikten der Menschheit darzustellen. Für die temporale Navigation ist eine einfache Zeitleiste vorhanden, die über Pfeile oder durch Verschieben der Zeit-Markierung gesteuert werden kann.

5.3.1 Bewertung

Im Gegensatz zu TimeMap, welches ein komplettes Framework zur Erstellung von Karten mit zeitbasierten geolokalisierten Daten darstellt, verfügt ConflictHistory nur über einen sehr eingeschränkten Funktionsumfang. Es ist lediglich möglich, sich die bereits im System vorhandenen Daten anzusehen. Dafür ist die Präsentation und Interaktion durch die Verwendung von bereits etablierten Systemen wie GoogleMaps und die geschickte Kombination mit anderen Elementen (wie der Zeitleiste) umso besser gelöst – hier hat TimeMap das Nachsehen. ConflictHistory ist nicht im wissenschaftlichen Bereich angesiedelt, sondern dient mit seinem geradezu spielerischen Zugang zu den dargestellten historischen Daten der „groben“ Information des durchschnittlichen Internetbenutzers. Ein detaillierter und tiefergehender Informationsbedarf über einzelne geschichtliche Vorkommnisse kann allerdings nicht gedeckt werden, hierfür muss der Benutzer andere Web-Services in Anspruch nehmen.

5.4 Universitätsbibliothek Mainz

Der Server für digitale historische Karten der Universität Mainz⁹⁴ bietet *„digitale Grundkarten hoher Qualität zur persönlichen Nutzung“*⁹⁵. Zu spezifischen historischen Themen kann sich der Benutzer Karten ansehen, die jeweils einem bestimmten Zeitpunkt oder Zeitraum zugeordnet sind (siehe Abbildung 19). Über einen Link ist es möglich, zum nächsten

⁹³ Freebase (<http://www.freebase.com>) ist eine frei zugängliche Datenbank, die Daten zu verschiedensten Themengebieten enthält.

⁹⁴ <http://www.ieg-maps.uni-mainz.de>

⁹⁵ Kunz (2008a)

Zeitpunkt bzw. -raum zu gelangen. Dies gestattet dem Benutzer, historische Entwicklungen zu verfolgen.

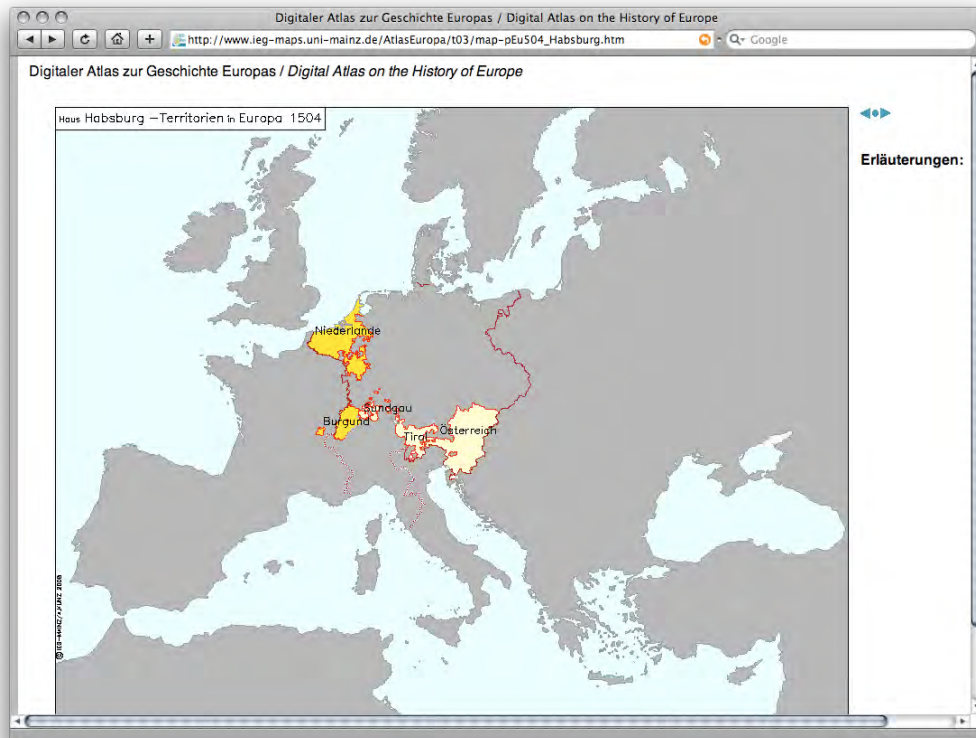


Abbildung 19 – Darstellung der Habsburg-Territorien in Europa aus dem Jahr 1504
(Quelle: http://www.ieg-maps.uni-mainz.de/AtlasEuropa/to3/map-pEu504_Habsburg.htm, Stand: 13.04.2009)

5.4.1 Bewertung

Im Gegensatz zu den anderen vorgestellten Anbietern bietet die Universität Mainz als einziger neu erstellte Geschichtskarten an – alle übrigen Anbieter widmen sich nur dem Digitalisieren von historischen Karten.

Die erstellten Karten sind von hoher kartographischer Qualität und eignen sich sehr gut für Recherchen. Die Karten sind als Bilddateien im GIF-Format gespeichert, können jedoch in verschiedenen Größen und Formaten heruntergeladen werden (darunter auch PostScript, was eine Weiterverwendung der Daten ermöglicht). Die Nutzungsbedingungen für

alle Karten erlauben das kostenlose Herunterladen nur für den privaten Gebrauch, jede weitere Nutzung ist kostenpflichtig⁹⁶.

Für einzelne ausgewählte Themengebiete sind animierte Karten⁹⁷ vorhanden, welche eine animierte Darstellung der Entwicklung dieser Themengebiete (z.B. Eisenbahnlinien in Deutschland) zeigen. Die Animation ist über (animierte) GIF-Bilder umgesetzt, was dem Benutzer keine Möglichkeit gibt, bei einem bestimmten Zeitpunkt zu stoppen oder in der zeitlichen Reihenfolge zu einer vorherigen Karte zurückzukehren.

Derzeit im Aufbau (Stand: Oktober 2009) befindet sich ein *Digitaler Atlas zur Geschichte Europas seit 1500*. Dieser ist ein Forschungsprojekt des Instituts für Europäische Geschichte der Johannes Gutenberg Universität Mainz⁹⁸ und umfasst vier Bereiche:⁹⁹

1. Die politische Landkarte Europas
2. Die religiös-konfessionelle Landkarte Europas
3. Die dynastische Landkarte Europas
4. Bevölkerung, Wirtschaft und Gesellschaft in Europa

5.5 Online Bibliotheken

Es gibt derzeit eine Vielzahl von Anbietern digitaler historischer Karten, hinter denen sowohl private Personen als auch öffentliche Institutionen stehen. Sie gehören nicht direkt der gleichen Kategorie wie die zuvor behandelten Karten an, da sie keine gerenderten Geschichtskarten enthalten, sondern nur digitalisierte historische Karten. Einige verfügen jedoch über gewisse Funktionen und Eigenheiten, die eine Betrachtung ausgewählter Services sinnvoll macht. Im Folgenden sind die wichtigsten¹⁰⁰ Anbieter beschrieben.

⁹⁶ vgl. Kunz (2008b)

⁹⁷ <http://www.ieg-maps.uni-mainz.de/mapA-K.htm>

⁹⁸ <http://www.uni-mainz.de>

⁹⁹ vgl. Kunz (2008c)

¹⁰⁰ Die Kriterien für die Auswahl waren Kartenanzahl, wissenschaftlicher Hintergrund, Benutzbarkeit und Auffindbarkeit.

5.5.1 Harvard Map Collection

Die Bibliothek der Universität Harvard besitzt eine Sammlung von über 500.000 Karten und ca. 6.000 Atlanten vorwiegend zu amerikanischer Geschichte, von denen ein Teil auch in digitalisierter Form als *Harvard Map Collection Digital Maps*¹⁰¹ verfügbar ist. Eine Vielzahl dieser digitalisierten Karten wird realen Koordinaten zugeordnet und ist somit in der *Harvard Geospatial Library*¹⁰², einer geographischen Datenbank für historische Karten, verfügbar.

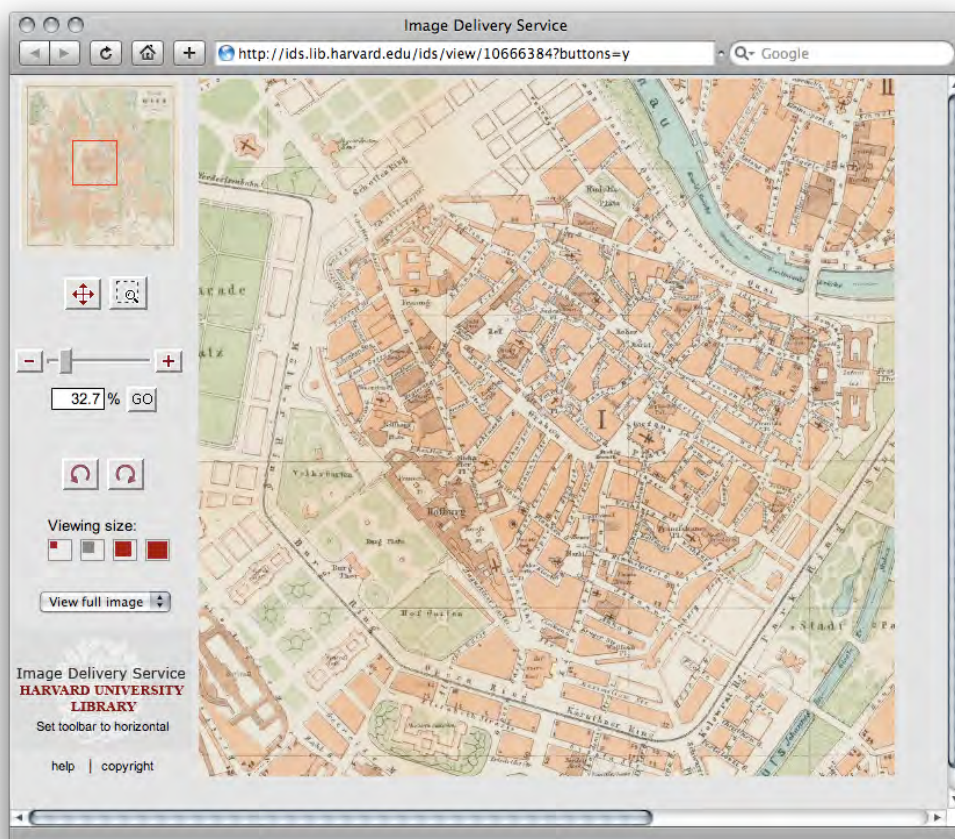


Abbildung 20 – Plan von Wien aus dem Jahr 1868
(Quelle: <http://ids.lib.harvard.edu/ids/view/10666384?buttons=y>, Stand: 13.04.2009)

Über eine interaktive Karte kann der Benutzer den geographischen Suchbereich eingrenzen und dann in Kombination mit einer Stichwortsuche aus den für den ausgewählten Bereich verfügbaren Karten

¹⁰¹ <http://hcl.harvard.edu/libraries/maps/collections/digital.html>

¹⁰² <http://dixon.hul.harvard.edu:8080/HGL/hgl.jsp>

auswählen und in Form von Layern auf die gewählte Karte anzeigen lassen. Diese Technik ermöglicht auch den direkten Vergleich mehrerer historischer Karten. Des Weiteren ist ein Download der ausgewählten historischen Karten in Form von hochauflösenden Bildern (Format *TIF* oder *JPEG2000*) möglich. Im Download enthalten sind die geographischen Informationen zur Zuordnung der Karten im Format TFW, welche eine Weiterverarbeitung in verschiedenen Programmen ermöglicht.

5.5.1.1 Bewertung

Die Suche erfolgt in zwei Schritten. Zunächst muss der Benutzer auf einer Weltkarte einen Kartenausschnitt wählen (durch Vergrößern/Verschieben oder mittels Suche nach Ortsnamen), der den geographischen Suchbereich festlegt. Danach kann er über Suchbegriffe nach historischen Karten suchen oder sich die für den gewählten Kartenausschnitt verfügbaren Daten anzeigen lassen¹⁰³. Die Qualität der digitalisierten Karten genügt den höchsten Ansprüchen. Die Bedienung der Karte erfolgt für den Benutzer intuitiv. Durch die Darstellung verschiedener historischer Karten in Layern können verschiedene Epochen miteinander verglichen werden. Es ist jedoch nicht möglich, die enthaltenen historischen Informationen zu extrahieren bzw. zu vergleichen oder in zeitlicher Abfolge auf der Karte darzustellen.

¹⁰³ Alternativ dazu ist auch eine Auflistung von verfügbaren Datenquellen möglich.

5.5.2 Staats- und Universitätsbibliothek Bremen

Die Staats- und Universitätsbibliothek Bremen hat ihren Bestand von ca. 3.800 historischen Karten im Zeitraum von 1997 bis 2003 digitalisiert und stellt diesen in Form einer Website¹⁰⁴ zur Verfügung. Die Karten sind detailliert verschlagwortet und auch geographisch indiziert, was eine Suche sowohl nach (historischen und aktuellen) Ortsnamen als auch nach Themengebieten ermöglicht.¹⁰⁵

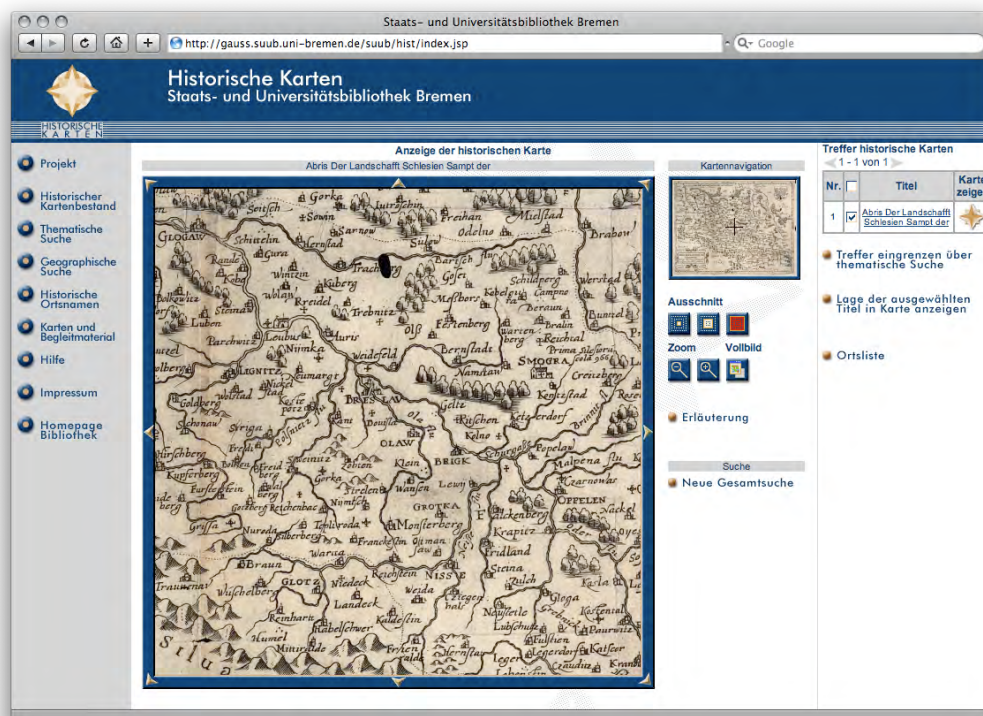


Abbildung 21 – Darstellung einer historische Karte Schlesiens aus dem Jahr 1610 (Quelle: <http://gauss.suub.uni-bremen.de/suub/hist/index.jsp>, Stand: 13.04.2009)

5.5.2.1 Bewertung

Es ist möglich, den Kartenausschnitt zu vergrößern und zu verschieben. Da es sich jedoch um digitalisierte historische Karten handelt, ist ein Gegenüberstellung von verschiedenen Zeitpunkten oder -räumen nicht möglich. Eine detaillierte Beschreibung der Karten ist nur bei einer

¹⁰⁴ <http://gauss.suub.uni-bremen.de>

¹⁰⁵ vgl. Huesmann (2003)

geringen Anzahl von Karten norddeutscher Städte vorhanden¹⁰⁶. Die geographische Suchfunktion ist nur eingeschränkt brauchbar, da Suchergebnisse nicht direkt in der dargestellten Karte angezeigt werden, sondern nach Festlegung des geographischen Suchbereichs immer eine thematische Suche erfolgen muss.

Für die Städte Bremen, Bremerhaven und das Gebiet Nordwestdeutschland ist es möglich, Kartenmaterial verschiedener Epochen darzustellen¹⁰⁷ und Begleitmaterial (Fotographien, Erläuterungen, eingescannte Dokumente) anzusehen. Eine Navigation durch die Epochen ist möglich, jedoch sind die Karten in Qualität und Eigenschaften (z.B. Maßstab) sehr unterschiedlich und lassen keinen direkten Vergleich zu (siehe Abbildung 22). Eine Beobachtung einzelner Parameter über die Zeit ist nur sehr schwer möglich. Eine Vergrößerung der Karten ist ebenso unmöglich wie ein Download, was das System für eine detaillierte Recherche unbrauchbar macht.



Abbildung 22 – Historische Karten der Stadt Bremen aus den Jahren 1598 und 1712
(Quelle: http://gauss.suub.uni-bremen.de/html/mm/bremen/elsm_kt_ii_216.jpg und
http://gauss.suub.uni-bremen.de/html/mm/umgeb/kt_i_55.jpg; Stand: 13.10.2009)

¹⁰⁶ vgl. Huesmann (2003)

¹⁰⁷ <http://gauss.suub.uni-bremen.de/html/mm>

5.5.3 David Rumsey Map Collection

Neben den universitären Kartensammlungen ist auch eine private Sammlung von Bedeutung. Der US-Amerikaner David Rumsey hat im Jahr 1997 angefangen, seine seit den 1980er Jahren aufgebaute Sammlung historischer Karten zu digitalisieren und in Form von hochauflösenden Bildern auf einer Website¹⁰⁸ öffentlich zugänglich zur Verfügung zu stellen. Derzeit (Stand: April 2010) sind über 22.000 Karten digital verfügbar. Jede digitale Karte ist detailliert beschrieben und verschlagwortet. Der dargestellte Kartenausschnitt lässt sich vergrößern und verschieben. Zudem gibt es die Möglichkeit, die Karte als JPEG-Bild herunter zu laden.

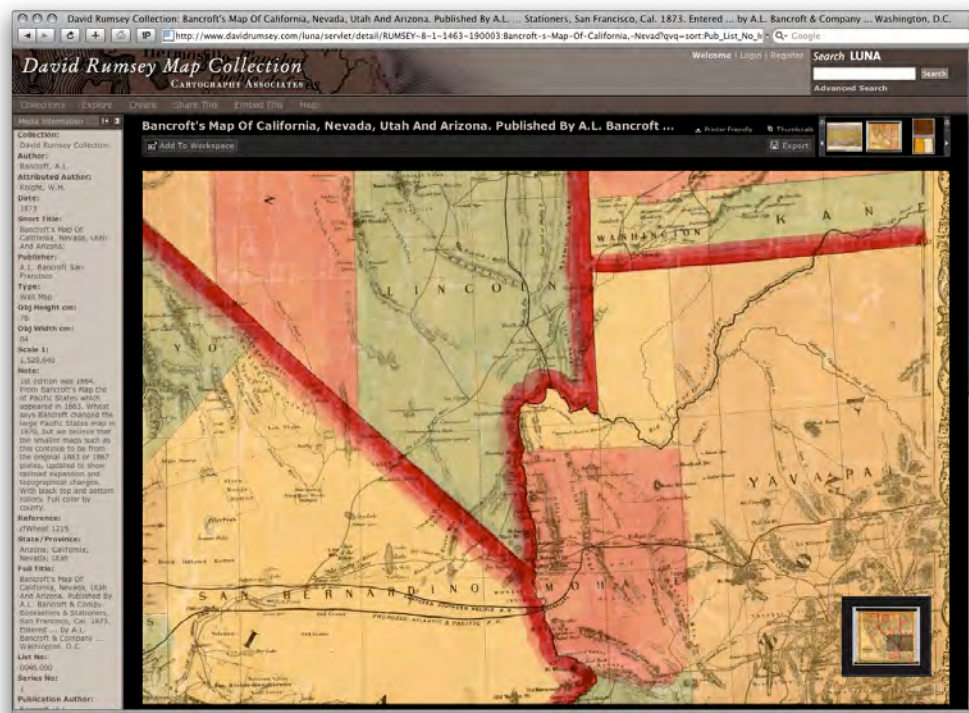


Abbildung 23 – Darstellung der US-Bundesstaaten Kalifornien, Nevada, Utah und Arizona aus 1873

(Quelle: http://www.davidrumsey.com/luna/servlet/detail/RUMSEY~8~1~1463~190003:Bancroft-s-Map-Of-California,-Nevad?qvq=sort:Pub_List_No_InitialSort;lc:RUMSEY~8~1&mi=4&trs=20042, Stand: 31.03.2009)

¹⁰⁸ <http://www.davidrumsey.com>

Die David Rumsey Map Collection ist in der Version 5 der geographischen Visualisierungssoftware *Google Earth* in Form eines Plugins¹⁰⁹ integriert. Ausgewählte historische Karten können als optional zuschaltbarer Layer über der Standard-Karte dargestellt werden. Dies ermöglicht einen direkten Vergleich zwischen der historischen und der aktuellen Karte und visualisiert verschiedene Parameter wie Wachstum von Städten, Verschiebung von Landesgrenzen oder menschliche Eingriffe in die Natur (z.B. Flussbegradigungen).

Des Weiteren gibt es eine dazugehörige Website¹¹⁰, die eine Google Map Karte enthält, auf der die in Google Earth integrierten Karten ebenfalls dargestellt werden. Im Gegensatz zu Google Earth ist dafür die Installation einer Software nicht notwendig, da die Website für die Verwendung in aktuellen Browsern ausgelegt ist.

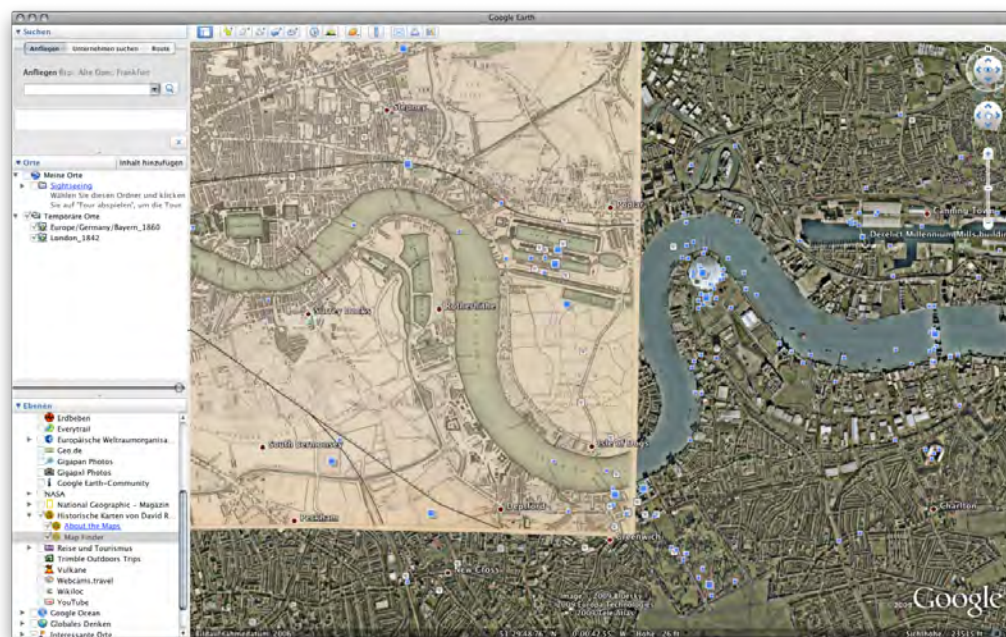


Abbildung 24 – Darstellung einer historischen Karte von London aus dem Jahr 1842 auf der aktuellen Standard-Karte von Google Earth
(Quelle: Google Earth 5.0 für Mac OS X)

¹⁰⁹ <http://www.davidrumsey.com/rumseycollection.kmz>

¹¹⁰ <http://rumsey.geogarage.com>

5.5.3.1 Bewertung

Während die Kartensammlung der David Rumsey Map Collection ähnlich der bereits dargestellten Projekte nur die Möglichkeit bietet, historische Karten zu betrachten und herunter zu laden, gibt die Google Earth-Erweiterung dem Benutzer eine Fülle an Möglichkeiten, interaktiv mit der historischen Karte zu arbeiten. Die historischen Karten sind bereits mit den Satellitenbildern abgeglichen und ausgerichtet, um eine möglichst genaue geographische Positionierung zu erreichen und somit einen Vergleich mit den aktuellen Karten zuzulassen. Jede Karte ist mit dem entsprechenden Datenbankeintrag verlinkt, sodass der Benutzer jederzeit weiterführende Informationen zur Karte finden und diese auch unter der Creative Commons Lizenz „BY-NC-SA“¹¹¹ in hoher Auflösung herunterladen kann. Ausgewählte Karten aus der Sammlung sind auch in dem Social Network *Second Life*¹¹² inkludiert und können dort betrachtet werden.¹¹³

5.6 Exkurs: Karten im TV

Karten zu historischen und aktuellen Ereignissen haben eine lange Tradition. Mitte des 20. Jahrhunderts – in der Epoche des Schwarzweiß-Fernsehens – wurden Karten noch aus unterschiedlich grauen Kartons ausgeschnitten auf mit Klebefolie und -bändern auf schwarzen Karton aufgeklebt. Beschriftungen wurden mittels Anreibe-Buchstaben aufgebracht. Karten und Schriften wurden mit einem speziellen Kopierverfahren auf Fotopapier gebracht und auf Inserts aufgebracht. Diese wurden abgefilmt und eingeblendet. Durch Über- und Insich-Blendungen wurden bewegte Inserts erstellt und dadurch Animationen vorgetäuscht. So konnten auch beispielsweise Säulendiagramme durch mit das händische Wegziehen (mit schwarzen Handschuhen) von mit schwarzem Samt bespannten Kartons animiert „wachsen“. Mit dem Einzug des Farbfernsehens in den 1970er Jahren änderten sich zunächst

¹¹¹ Cartography Associates (2008)

¹¹² <http://www.secondlife.com>

¹¹³ vgl. Naone (2008)

nur die Folien – anstatt der verschiedenen Graufolien wurden Farbfolien verwendet. Verdrängt wurden die händisch hergestellten Karten durch den Einzug der Paintbox, des ersten computerunterstützten Systems für graphische Präsentationen. Seit den 1990er Jahren erfolgt der komplette Arbeitsablauf digital. Als Vorlage dienen seit jeher Geschichtskarten und Atlanten.¹¹⁴

Im Folgenden sind zwei Beispiele für TV-Formate, die Karten in verschiedensten Darstellungsformen verwenden, näher erläutert.

5.6.1 ARTE – Mit offenen Karten

Die Sendereihe *Mit offenen Karten* (franz. *Le Dessous des cartes*) ist ein wöchentliches Sendeformat des französisch-deutschen Senders ARTE, das seit 1990 auf Französisch und seit 1992 auch auf Deutsch ausgestrahlt wird. Während der zehnminütigen Sendezeit werden komplexe Sachverhalte aus Wirtschaft, Geschichte und Politik anhand von Karten und -animationen dargestellt.¹¹⁵

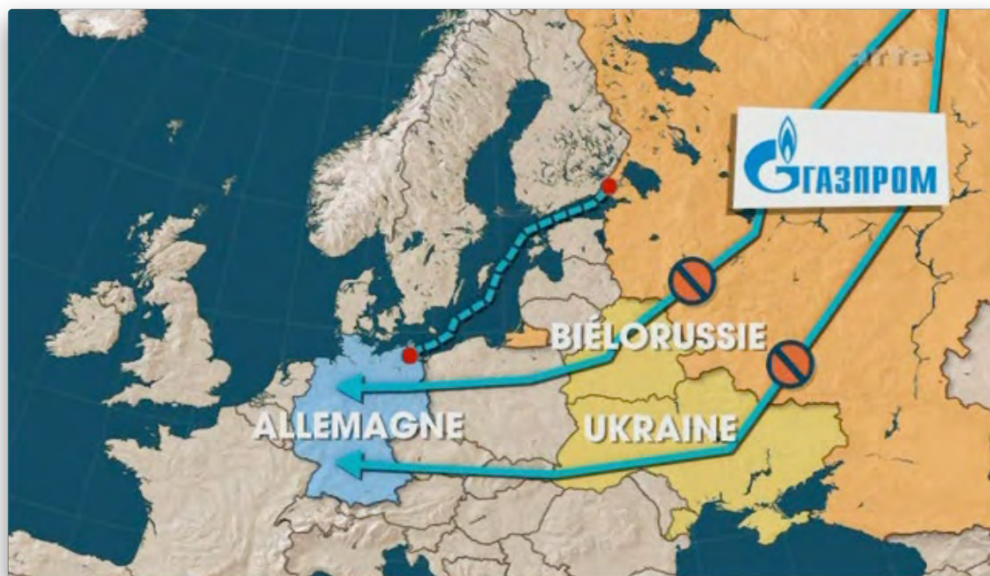


Abbildung 25 – Kartenanimation über russische Gaspipelines
(Quelle: ARTE: Mit offenen Karten – Die Ostseepipeline, Sendung vom 17.10.2007 um 23:00 Uhr)

¹¹⁴ vgl. Wagner (2009)

¹¹⁵ vgl. Wikipedia: Mit offenen Karten (2009)

Die Animationen in den Karten sind sehr schlicht gehalten – zumeist werden graphische Elemente nur ein- oder ausgeblendet oder bestimmte Kartenteile farblich hervorgehoben. Dieser Stil ist den klassischen gedruckten Karten in Atlanten sehr ähnlich und unterstützt das Verständnis des gesprochenen Textes.

5.6.2 ZDF – ZDF-History

ZDF-History ist ein Sendeformat des deutschen öffentlich-rechtlichen Senders ZDF, das seit 2000 wöchentlich ausgestrahlt wird. Inhalt sind vorwiegend geschichtliche Ereignisse und Personen, ein Schwerpunkt liegt dabei auf Zeitgeschichte.¹¹⁶ Verantwortlich für die Sendereihe ist der Journalist und Moderator *Prof. Dr. Guido Knopp*. Die Dokumentationen sind mit 2,5 bis 7 Mio. Zuschauer pro Sendung sehr erfolgreich und werden auch zur Prime Time¹¹⁷ gesendet. Sie sind jedoch unter Geschichtswissenschaftlern umstritten, da oftmals eine starke Konzentration auf einzelne Akteure erfolge, historische Ereignisse zum Teil nur oberflächlich betrachtet und Einzelschicksale verallgemeinert würden.¹¹⁸

Die eingesetzten Kartenanimationen dienen augenscheinlich nur dem besseren Verständnis der (historischen) Vorgänge und der Visualisierung von geographischen und geopolitischen Zusammenhängen. Eine genauere Betrachtung der Karteninformation ist nicht zielführend, da eine dementsprechende Genauigkeit nicht gegeben ist. Im Gegensatz zu der Sendung *Mit offenen Karten* (siehe Kapitel 5.6.1) werden anstatt klassischen (d.h. wie auch in Atlanten gebräuchlich) Karten mit statischen Symbolen und Bewegungsdarstellung durch Pfeile Kameraflüge über Karten mit Terrain-Darstellung und dynamische Bewegungsdarstellungen verwendet. Dies geht zu Lasten des Informationsgehalts, ist jedoch für den nicht unmittelbar an den Fakten interessierten Zuschauer

¹¹⁶ vgl. Wikipedia: ZDF-History (2009)

¹¹⁷ Die Prime Time (auch Hauptsendezeit) liegt in Österreich und Deutschland zwischen 20:15 Uhr und ca. 22:00 Uhr und hat die höchste Anzahl an Fernsehzuschauern.

¹¹⁸ vgl. Näpel (2003, S. 221ff)

ansehnlicher und spannender. Die Gestaltung der Kartenanimationen geht einher mit der generellen Ausrichtung der Dokumentationsreihe – hierfür wurde bereits mehrfach der Begriff *Dokutainment*¹¹⁹ verwendet.



Abbildung 26 – Kartenanimation des Frontverlaufs (Frankreich 1944) im 2. Weltkrieg
(Quelle: ZDF: „Die Wehrmacht – Eine Bilanz. Teil 5: Kampf bis zum Untergang“,
Sendung vom 11.12.2007 um 20:15 Uhr)

5.7 Zusammenfassung

Die in diesem Kapitel erwähnten Services für historische Karten decken jeweils nur einen Teil dessen ab, was für eine brauchbare Darstellung von historischen Ereignissen (für die in Kapitel 2.2 erwähnten Verwendungsmöglichkeiten) notwendig ist. Die unterschiedlichen Anbieter haben einzelne gute Ansätze für die interaktive Darstellung von historischen geographischen Daten, jedoch erfüllt kein Service alle Anforderungen einer interaktiven historischen Karte.

¹¹⁹ Kunstwort aus Dokumentation und Entertainment, vgl. Näpel (2003, S.235)

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die vorgestellten Services in Bezug auf die wichtigsten Parameter:

Name	Interaktivität der Karte ¹²⁰	Vergleich möglich	Anzahl an Karten	Download
TimeMap	Interaktion mit Zeitleiste und Karte möglich	nein	keine Daten vorhanden	-
DIGMAP	unvollständig, da Entwicklung eingestellt	nein	49.143	Ja (niedrige Qualität)
Conflict History	Alle Möglichkeiten von Google Maps verwendbar, inkl. zeitlicher Navigation	nein	keine Daten vorhanden	-
Harvard Map Collection	kein Verschieben der Karte mit der Maus möglich	nein	506.000	Ja (hohe Qualität)
Universitätsbib. Bremen	kein Verschieben der Karte mit der Maus möglich	ja ¹²¹	3.800	Ja (niedrige Qualität)
Universitätsbib. Mainz	keine (nur GIF-Bilder)	nein	> 1.000 ¹²²	Ja (hohe Qualität)
David Rumsey Map Collection	kein Verschieben der Karte mit der Maus möglich	nein	21.000	Ja (hohe Qualität)
David Rumsey Layer auf Google Earth	Alle Möglichkeiten von Google Earth verwendbar, allerdings keine zeitliche Navigation	begrenzt ¹²³	21.000	Ja (hohe Qualität)

Tabelle 2 – Vergleich der beschriebenen Kartenapplikationen

¹²⁰ Als Maßstab dient die interaktive Karte von Google Maps

¹²¹ Zu ausgewählten Themen sind Karten verschiedener Epochen verfügbar

¹²² Eine genaue Anzahl ist nicht angeführt, die angegebene Zahl beruht auf einer Schätzung.

¹²³ Historische Karten sind mit einer aktuellen Satellitenkarte vergleichbar

6 Kategorien der zeitbasierten Geoinformation

Um die Herausforderungen und Probleme der interaktiven Darstellung zeitbasierter Geoinformation aufzeigen und Lösungsansätze entwickeln zu können, ist es zunächst wichtig, die verschiedenen Arten von Daten zu erfassen und in Kategorien zu unterteilen.

Eine Möglichkeit der Kategorisierung ist die Darstellung der verschiedenen Dimensionen von räumlicher und zeitlicher Information. Die folgende Tabelle zeigt eine Kombination aus räumlichen und zeitbasierten Daten. Sie basiert auf der Annahme, dass alle räumlichen Daten höchstens zweidimensional sind und die Daten allgemein in genügend hoher Genauigkeit vorliegen.

	Eindimensional (Punkt)	Zweidimensional (Linie)	Zweidimensional (Fläche)
1 Zeitpunkt	Statusänderung (z.B. Einnahme einer Stadt)	Grenzverlaufsänderung (z.B. Frontverlauf während eines Krieges)	Territoriale Veränderung (z.B. Auflösung der DDR)
2 Zeitpunkte	z.B. Bevölkerungswachstum, Wirtschaftsdaten	z.B. Truppenbewegungen	z.B. Völkerwanderungen
n Zeitpunkte	Spezialfall von „2 Zeitpunkte“		
Intervall	z.B. Kontinuierliche Messdaten	Nur darstellbar, wenn räumliche Auflösung der Daten größer als Auflösung der Darstellung (z.B. Netzwerk von Sensoren)	

Tabelle 3 – Kombination aus zeitlichen und räumlichen Daten
(Quelle: (Lendl & Purgathofer, 2010))

Die Darstellung eines Intervalls in Form von Linien oder Flächen ist nur möglich, wenn die räumliche Auflösung (Datendichte) höher ist als die Auflösung der Darstellung. Andernfalls können die Daten nicht korrekt wiedergegeben werden beziehungsweise können Fehler in der Darstellung auftreten, die eine unzureichende Interpretation zur Folge haben. Dies ist

vergleichbar mit dem Nyquist-Shannon-Abtasttheorem¹²⁴ in der Signalverarbeitung. Neben den drei Dimensionen der räumlichen Darstellung enthalten klassische (gedruckte) Geschichtskarten und -atlanten wie der Historische Weltatlas von Putzger noch weitere Darstellungselemente, die als zusätzliche Informationsdimensionen angesehen werden können. Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht über diese Elemente:

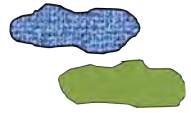
Kartenelement	Signatur	Bedeutung
Punkt		Einzelerscheinungen
Linie		Grenzen, Bewegungsrichtungen
Farbe		Gebietsausdehnungen, Ordnung
Fläche		Mengen- und Artenunterschiede
Symbol		Bildhafte Darstellung historischer Ereignisse
Schrift	KGR. SACHSEN Kfm. Sachsen Dresden	Objektbenennung; Schriftart und -größe als Ordnungsfaktor

Tabelle 4 – Darstellungselemente in Geschichtskarten
(Quelle: (Putzger, 2006, p. 12) und (Böttcher, 2005, p. 186))

Eine weitere Möglichkeit zur Kategorisierung stellt die Auflistung der verschiedenen Datenquellen dar. Einige Beispiele wurden in der Einleitung schon erwähnt, die folgende Auflistung stellt eine Übersicht der für eine interaktive Visualisierung gebräuchlichsten Daten dar¹²⁵:

¹²⁴ Das Theorem besagt, dass ein kontinuierliches Signal mindestens mit der doppelten Maximalfrequenz abgetastet werden muss, um aus dem erhaltenen zeitdiskreten Signal das Ursprungssignal wieder herzustellen (vgl. Nyquist, 2002).

¹²⁵ vgl. Lendl & Purgathofer (2010, S. 2f)

- **Historische Daten**

Diese Daten spielen bei der Darstellung auf Karten die größte Rolle. Die darin enthaltenen Informationen dienen jedoch nicht nur der Darstellung der politischen Verteilung (Staatsgebiete, Veränderungen durch Kriege, etc.) zu verschiedenen Zeitpunkten (wie sie in den meisten Geschichtskarten üblich ist), sondern auch beispielsweise der Entwicklung der verschiedenen Religionen, Sprachen oder Kulturen. Ein Beispiel für die interaktive Darstellung historischer Daten ist ConflictHistory (siehe Kapitel 5.3).

- **Wirtschaftsdaten**

Sofern Wirtschaftsdaten auch in sinnvoller Art und Weise geolokalisierbar sind, bietet sich auch dafür eine Darstellung auf (oder in Kombination mit) einer Karte an. Regionale Zusammenhänge und Veränderungen über die Zeit hinweg lassen sich dadurch mitunter leichter erkennen als durch Graphiken und Diagramme alleine.

- **Kontinuierliche Messdaten**

Die Visualisierung von Messdaten auf interaktiven Karten stellt einen interessanten Verwendungszweck dar, der – äquivalent zu den Wirtschaftsdaten – gegenüber der ausschließlichen Verwendung von Diagrammen zusätzliche Interpretationsmöglichkeiten bietet. Beispielsweise können von GPS-Trackern aufgezeichnete Daten (Punkte, Routen) angezeigt und mit anderen Daten kombiniert werden. Ein vereinfachtes Beispiel für die kartenbasierte Darstellung kontinuierlicher Messdaten ist GMaps Flight Tracker¹²⁶. Mit diesem Mashup werden Flugdaten und -bewegungen verschiedener Linienflüge in Echtzeit visualisiert.

¹²⁶ <http://www.gmapsflighttracker.com>

- **Echtzeitdaten**

Durch die Darstellung von Echtzeitdaten wie Nachrichten (Schlagzeilen) oder Social Media Messages (z.B. Twitter¹²⁷) können räumliche Zusammenhänge visualisiert und leichter analysiert werden. Ein einfaches Beispiel für diese Art der Darstellung ist der Service TwitterMap¹²⁸, welcher geolokalisierte Tweets in Echtzeit auf einer Karte anzeigt.

- **Geolokalisierte Daten mit Zeitstempel**

Die Zahl an mobilen Multimedia-Endgeräten mit GPS-Empfänger nimmt immer mehr zu. Somit werden auch immer häufiger die produzierten Medien wie Bilder, Videos oder Audio-Files mit Geodaten versehen. Diese können ebenfalls auf Karten dargestellt werden. Beispielsweise bieten zwei der größten Foto-Communities, Flickr¹²⁹ und Panoramio¹³⁰, ihren Benutzern die Möglichkeit, sich geolokalisierte Bilder auf einer Karte anzuzeigen.

¹²⁷ Internet-Service (<http://www.twitter.com>), der das öffentliche Posten von kurzen (bis 140 Zeichen) Textnachrichten (sog. *Tweets*) ermöglicht, die auch geokodiert werden können.

¹²⁸ <http://www.twittermap.de>

¹²⁹ <http://www.flickr.com>

¹³⁰ <http://www.panoramio.com>

7 Probleme und Herausforderungen

Bevor Daten – ganz egal welcher Art – einem Publikum (z.B. Zuseher oder Internetbenutzer) über eine Visualisierung (Graphik, Karte, Animation, etc.) zugänglich gemacht werden, muss sich der Ersteller dieser Visualisierung mit dem Zielpublikum befassen und analysieren, wie viel Informationsgehalt dieses Publikum verträgt und in welcher Form er die darzustellenden Daten präsentiert, um den gewünschten Effekt zu erreichen. Die folgenden Fragen stellen einen Auszug aus diesem Prozess dar¹³¹:

- Welche Nachricht soll übermittelt werden?
- Welches Vorwissen bringt das Publikum über das darzustellende Thema mit?
- Wie komplex ist das Thema bzw. wie lange kann die Aufmerksamkeit des Publikums gehalten werden?
- Wird die Graphik benutzt, um zu untersuchen, oder (nur), um Wissen zu vermitteln?

Schon 1992 – lange vor der erfolgreichen Verbreitung von interaktiven Karten¹³² – hat Daniel Dorling Grundlegendes zur interaktiven Visualisierung von Raum und Zeit beschrieben:

„To animate means to create the illusion of movement. [...] There is no reason why the map should remain fixed while the action is played upon it. [...] We need to learn from the experience of film and documentary makers and from the computer games market, and to use their tools.”¹³³

Die Referenz auf die Filmemacher bezieht sich auf die Tatsache, dass diese die Fähigkeit besitzen sollten, ihr Publikum mit dem produzierten Film zu

¹³¹ vgl. Dohrling (1992, S. 216)

¹³² Beispielsweise wurde Google Maps im Jahr 2005 vorgestellt (siehe Kapitel 3.3.1)

¹³³ Dohrling (1992, S. 215)

unterhalten. Eine interessante Animation weist Parallelen dazu auf. Auch sie muss es durch ihre Gestaltung und visuelle Aufmachung schaffen, die Aufmerksamkeit des Betrachters über einen gewissen Zeitraum zu halten, um – in diesem Fall – die in ihr enthaltene Information zu übermitteln.

In seinem Paper beschreibt Dorling drei verschiedene Arten der Animation von zeitbasierten räumlichen Daten¹³⁴:

1. **Animation des Raumes**

Diese Animationsart bezieht sich auf die Interaktion mit der Karte selbst und beinhaltet das Verschieben des Karteninhalts und das Zoomen. Die Einordnung dieser Interaktionsmethoden als „Animation“ wird durch die Geschwindigkeit und Gleichmäßigkeit der Änderung des Karteninhalts rechtfertigt. Ein gutes Beispiel für eine gelungene Animation stellt die bereits mehrfach erwähnte Online-Karte *Google Maps* dar.

2. **Animation der Zeit**

Zumeist wird Bewegung eingesetzt, um Veränderungen in der Zeit zu visualisieren. Dies hat auch einen starken Bezug zur Real-Welt, da Bewegung im physikalischen Sinn eine Ortsveränderung in der Zeit darstellt. Sie muss jedoch gleichmäßig und nachvollziehbar sein, um sie für den Betrachter verständlich zu machen. Im Gegensatz dazu ist beispielsweise die reine Visualisierung von Zeit über Farbe nicht zielführend, da es hier keinen Bezug zur Real-Welt gibt und eine solche Animation vom Betrachter nur schwer nachvollzogen werden kann.

3. **Dreidimensionale Animation**

Diese Animationsart benutzt Bewegung, Perspektive, Schattierung und Schatten, um die auf einem Computerbildschirm (ohne Zusatzeinrichtung) fehlende dritte Dimension zu kompensieren¹³⁵. Werden sowohl Zeit als auch Raum in der Animation zugleich

¹³⁴ vgl. Dohrling (1992, S. 215ff)

¹³⁵ In der Kartographie ist dies ein gebräuchliches Mittel und wird in mehreren Publikation auch als „2 1/2 D“ (Dohrling, 1992, S. 221) bezeichnet.

verändert, ist die Darstellung einer dritten Dimension oftmals unumgänglich.

Kartenanimationen, bei denen der Benutzer die Möglichkeit hat, sich Details anzeigen zu lassen (z.B. durch Vergrößern eines bestimmten Kartenausschnitts), stellen insofern ein Problem dar, als der Benutzer sich nicht gleichzeitig auf das Detail und „das große Ganze“ konzentrieren kann¹³⁶. Durch das Zoomen verliert der Benutzer die Übersicht, wo genau er sich auf der Karte befindet (sowohl zeitlich als auch räumlich). Es kann das Gefühl aufkommen, etwas außerhalb des gewählten Ausschnitts zu verpassen. Um diesem Problem entgegen zu wirken, ist es sinnvoll, eine räumliche und zeitliche Übersicht – unabhängig vom gewählten Ausschnitt und Zeitpunkt – bereitzustellen.

Um den Raum zu animieren, ist es oftmals hilfreich, die Zeit einzufrieren – und umgekehrt¹³⁷. Das heißt beispielsweise, wenn Elemente auf der Karte animiert oder bewegt werden, sollte der Kartenausschnitt selbst nicht verändert werden. Bei sehr komplexen darzustellenden Inhalten geht dadurch aber mitunter Information verloren (z.B. durch fehlende Übersicht oder unzureichende Details). Die Alternative – vorgefertigte Sequenzen von Animationen zu verschiedenen Detail-Ansichten – bedingt, dass der Benutzer sich mit der vom Produzenten der Sequenzen getätigten Auswahl zufrieden geben muss und sich eine große Menge an Sequenzen ansehen muss, um alle Inhalte aufzunehmen. Eine Lösung ist eine interaktive Karte (sowohl zeitlich als auch räumlich), bei der der Betrachter selbst Herr über den dargestellten Detailgrad und Ausschnitt ist.

Für die Entwicklung von Interaktionsmethoden für Karten und die darauf visualisierten Daten sollte – unabhängig von allen anderen Prinzipien

¹³⁶ vgl. Dohrling (1992, S. 221)

¹³⁷ vgl. ebd.

oder Guidelines – das *Visual Information Seeking Mantra*¹³⁸ von Ben Shneiderman als Grundsatz dienen:

Overview first, zoom and filter, then details-on-demand

Insgesamt definiert Shneiderman sieben abstrakte Schritte, die bei der Visualisierung von Information vorhanden sein sollten¹³⁹. Diese können auch auf die Darstellung von zeitbasierten Geodaten auf (interaktiven) Karten angewendet werden:

1. **Überblick** (Overview)

Zu Beginn sollte ein Überblick über die darzustellenden Daten geboten werden. Dies kann beispielsweise in Form einer Übersichtskarte geschehen, welche die Informationen für einen Zeitpunkt (idealerweise Anfangs- oder Endzeitpunkt) der gewählten Epoche zeigt.

2. **Vergrößern** (Zoom)

Der Benutzer kann sich durch Vergrößern und Verschieben des Kartenausschnitts auf ein Gebiet beschränken, das ihn interessiert.

3. **Filtern** (Filter)

Sofern mehrere Datenlayer (z.B. verschiedene politische Einflussgebiete) vorhanden sind, können in diesem Schritt alle für den Benutzer nicht interessanten Layer ausgeblendet werden.

4. **Details auf Abruf anzeigen** (Details-on-demand)

Zu den einzelnen Elementen sollen bei Bedarf weitere Informationen angezeigt werden können. Dies kann bei interaktiven Karten beispielsweise in Form von erklärenden Texten oder multimedialen Elementen geschehen.

5. **Beziehungen darstellen** (Relate)

Sofern zwischen den einzelnen Elementen Beziehungen bestehen, sollen diese optional angezeigt werden können. Dies können

¹³⁸ vgl. Shneiderman (1996, S. 337)

¹³⁹ vgl. ebd.

beispielsweise politische Auswirkungen (z.B. Einflussnahme von Staaten untereinander) oder auch zeitliche/räumliche Beziehungen (z.B. Bewegungen oder territoriale Veränderungen über einen bestimmten Zeitraum) sein.

6. **Verlauf speichern** (History)

Alle vom Benutzer durchgeführten Aktionen sollen gespeichert werden, um die Rücknahme einzelner Schritte (sog. *Undo*), die automatisierte Wiedergabe der bisherigen Schritte (Playback) oder eine progressive Verfeinerung der Schritte zu ermöglichen.

7. **Daten extrahieren** (Extract)

Eine Extraktion der ausgewählten und visualisierten Daten soll ermöglicht werden. Bei Online-Karten wäre dies beispielsweise über die Generierung eines Links umsetzbar, der direkt zu dem Ergebnis führt, ohne dass die vorhergehenden Schritte nochmals durchgeführt werden müssen.

Unter Zuhilfenahme der entwickelten Taxonomie (siehe Tabelle 3 auf Seite 56) wurde eine Reihe von Problemen bzw. Herausforderungen¹⁴⁰ in Bezug auf die interaktive Darstellung von zeitbasierten Geoinformationen ausgearbeitet. Diese werden in den folgenden Unterkapiteln näher beschrieben.

7.1 **Dreidimensionale Daten**

Die vorgestellte Kategorisierung (siehe Tabelle 3 auf Seite 56) ist nur für zweidimensionale Daten ausgelegt. Für die Darstellung einer dritten Dimension (auf zweidimensionalen Karten) muss erst noch eine passende Taxonomie bzw. Darstellungsform gefunden werden. Beispielsweise kann die zeitabhängige Position bzw. Flugroute von Flugzeugen leicht auf Karten dargestellt werden, eine zusätzliche Visualisierung der Flughöhe verlangt nach neuen Formen der Darstellungsart.

¹⁴⁰ vgl. Lendl & Purgathofer (2010, S. 290)

Bei topographischen Karten wird die dritte Dimension in Form von Höhenschichtlinien (sog. *Isohypsen*) und auch unterschiedlichen Farben (beispielsweise für Gewässertiefen) dargestellt.

7.2 Unsicherheit

Gerade bei historischen Daten ist oftmals eine zufriedenstellende Genauigkeit nicht gegeben. Je weiter historische Ereignisse zurückliegen, desto ungenauer werden die in den Quellen auffindbaren zeitlichen (und oftmals auch räumlichen) Informationen. Während Ereignisse des letzten Jahrhunderts oft auf die Minute genau dokumentiert sind, können solche aus der Epoche des Altertums manchmal nur auf Jahrzehnte oder gar Jahrhunderte genau datiert werden. Gerade bei verschiedenen Ereignissen, die zum gleichen Zeitpunkt stattfanden, aber unterschiedlich genau dokumentiert sind, ist es wichtig, diese fehlende Genauigkeit bzw. Unsicherheit¹⁴¹ in die Visualisierung einfließen zu lassen. Dies gilt sowohl für die zeitliche als auch für die räumliche Darstellung. Voraussetzung ist natürlich, dass eine eventuelle Unsicherheit überhaupt bekannt ist bzw. bestenfalls sogar gemessen werden kann¹⁴².

Werden Daten ohne jeglichen Hinweis auf deren Genauigkeit visualisiert, besteht die Gefahr, dass der Betrachter eine hinreichende Genauigkeit voraussetzt und ohne kritische Beobachtung mit den dargestellten Daten weiterarbeitet. Somit hat eine mögliche Unsicherheit der Information starken Einfluss auf den Prozess der Analyse und Interpretation und somit auch auf die daraus gezogenen Schlüsse bzw. getroffenen Entscheidungen¹⁴³. Es stellt sich jedoch auch die Frage, in welchem Ausmaß die Visualisierung von Unsicherheit die Entscheidungen von Benutzern beeinflusst und ob die getroffenen Entscheidungen besser und

¹⁴¹ In der Literatur sind auch die Begriffe *Datenqualität*, *Verlässlichkeit* und *Fehler* zu finden. Diese werden oftmals mehrdeutig verwendet (vgl. MacEachren, et al. (2005, S. 140)).

¹⁴² Wenn die Ungenauigkeit bekannt bzw. messbar ist, wird der Begriff *Fehler* verwendet, bei ungewisser Ungenauigkeit ist der Begriff *Unsicherheit* passend (vgl. MacEachren, et al. (2005, S. 140)).

¹⁴³ vgl. MacEachren, et al. (2005, S. 140)

korrekter sind¹⁴⁴. Die Spannweite des Einflusses reicht von der bloßen Zurkenntnisnahme der Unsicherheit bis zum In-Frage-Stellen der gesamten Visualisierung. Einfluss darauf hat in großem Maße auch das Vorwissen des Benutzers: Während Experten mit dem Hinweis auf fehlende Genauigkeit zumeist gut umzugehen wissen, führt er bei Laien mitunter zu Missverständnissen und falschen Interpretationen. Diese haben auch die Tendenz, bei der Entscheidungsfindung weniger auf statistische Daten und mehr auf heuristische Methoden zurückzugreifen¹⁴⁵.

Es gibt zwei Denkmodelle, die Unsicherheit von Daten darzustellen¹⁴⁶: Einerseits können Daten mit hoher Genauigkeit als solche gekennzeichnet werden (positive Darstellung), andererseits können Daten mit fehlender Genauigkeit oder Fehler als unsicher gekennzeichnet werden (negative Darstellung).

Der Begriff Unsicherheit wird in der Literatur mehrdeutig verwendet. Es finden sich verschiedene Definitionen, die eine Vielzahl von Begriffen mit einbezieht¹⁴⁷ :

- Genauigkeit/Fehler
Differenz zwischen der Beobachtung und der Realität. Beispiel: 50 Panzer wurden beobachtet, waren jedoch größtenteils Attrappen.
- Präzision
Exaktheit der Messung. Beispiel: Auflösung eines Satellitenbildes
- Vollständigkeit
Ausmaß der vollständigen Erfassung aller Daten. Beispiel: In einer Sammlung von Tagesmeldungen zum Frontverlauf einer kriegerischen Auseinandersetzung fehlt eine solche Meldung.

¹⁴⁴ vgl. MacEachren, et al. (2005, S. 141 und 155)

¹⁴⁵ vgl. ebd. (S. 141)

¹⁴⁶ vgl. ebd. (S. 140)

¹⁴⁷ vgl. Pang (2001, S. 2f), MacEachren, et al. (2005, S. 143ff) und Thomson, et al. (2004, S. 7f)

- Abstammung/Wechselbeziehung/Objektivität
Ausmaß der Abhängigkeit einer Quelle von anderen Quellen/Institutionen/ Personen/usw. bzw. auch Weg der Information bis zur Dokumentation. Beispiel: Die Information über ein bestimmtes Ereignis ist durch mehrere Stellen gegangen, bevor sie dokumentiert wurde. Hier ist eine (beabsichtigte oder unbeabsichtigte) Verfälschung der Information möglich¹⁴⁸.
- Validität/Verlässlichkeit/Vertraulichkeit
Ausmaß an Vertrauen, das man einer Quelle zuschreiben kann. Beispiel: Eine Quelle hat schon mehrmals falsche Informationen geliefert, daher wird sie als wenig vertrauenswürdig eingestuft.
- Aktualität
Zeitspanne zwischen tatsächlichem Ereignis und der Dokumentation. Beispiel: Ein Vorfall wird erst nach mehreren Monaten dokumentiert. Eine lückenlose und fehlerfreie Dokumentation ist in diesem Fall nur schwer möglich.
- Weitere Begriffe, die in der Literatur verwendet werden:
Rauschen, Qualität, Glaubwürdigkeit, Konsistenz

Unsicherheit ist nur einer der Faktoren, welche die Entscheidungsfindung auf Basis von zeitbasierten geographischen Daten beeinflussen können. Abbildung 27 zeigt eine Übersicht über alle Faktoren, die unter dem Überbegriff des unvollständigen Wissens zusammengefasst werden können.

¹⁴⁸ Ein bekanntes Beispiel hierfür ist das Kinderspiel *Stille Post*.

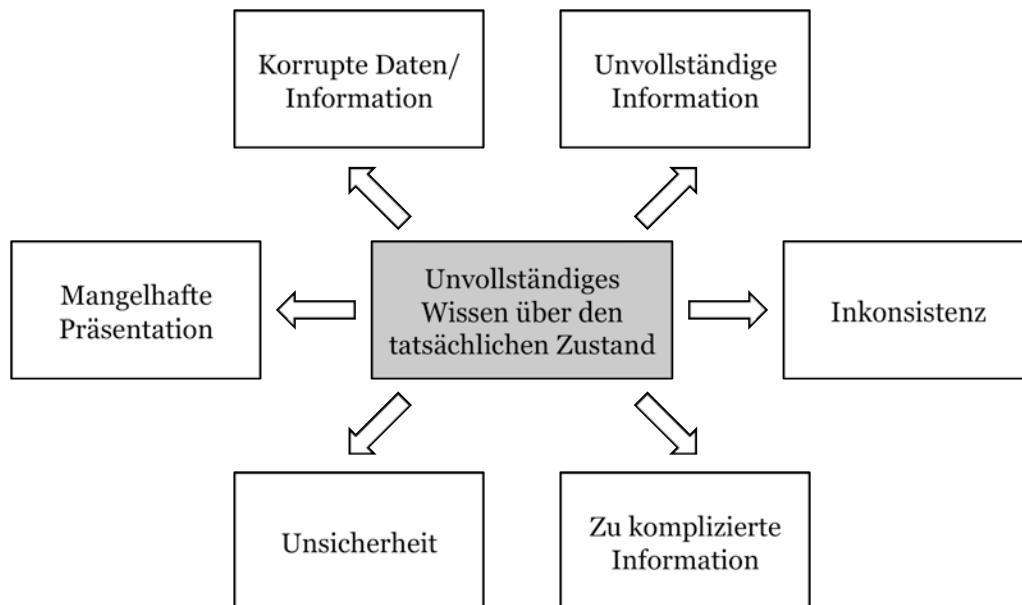


Abbildung 27 – Taxonomie zum unvollständigen Wissen
(nach Gershon (1998) und MacEachren et al. (2005, p. 145))

Die mangelhafte Präsentation stellt eine besonders kritische Komponente¹⁴⁹ dar, da sie alle zuvor gemachten Schritte (Datenaufbereitung und -analyse, usw.) zunichte machen kann. Mit einer schlechten Visualisierung (beispielsweise der Wahl von unpassenden Symbolen oder Designelementen) kann die dargestellte Unsicherheit verfälscht und der Betrachter in die Irre geführt werden, was sich auch auf die aufgrund der aus der Darstellung gezogenen Schlüsse und darauf basierend getroffenen Entscheidungen auswirken kann.

Für die Darstellung von Unsicherheit gibt es verschiedene Möglichkeiten. Einerseits kann die Unsicherheit selbst dargestellt werden, andererseits kann sie in die Visualisierung kodiert einfließen. Bei der ersten Methode wird sie in Form von Transparenz, Nebel oder Unschärfe, etc. auf die darunter liegenden Daten eingebracht, bei der Kodierung werden die graphischen Primitive¹⁵⁰ selbst so modifiziert, sodass eine getrennte Betrachtung der Daten und deren Unsicherheit nicht mehr möglich ist.¹⁵¹ Die Veränderung der graphischen Primitive kann auf verschiedene Arten

¹⁴⁹ vgl. MacEachren, et al. (2005, S. 145) und Thomson, et al. (2004, S. 6)

¹⁵⁰ Dabei handelt es sich um geometrische Elemente (beispielsweise Punkte, Linien, Polygone, Kreise), mit Hilfe derer die darzustellenden Daten visualisiert werden.

¹⁵¹ vgl. Pang (2001, S. 5)

erfolgen. Beispiele dafür sind¹⁵²: Variation der Dicke der Konturlinie, Abbildung der Unsicherheit durch verschiedene Punkte im HSV-Farbraum, Schraffierungen oder Verschiebung des Fokus (Unschärfe).

Die Darstellung basiert zum Teil auf traditionellen kartographische Richtlinien¹⁵³. So werden in der Literatur verschiedene Grade von Unsicherheit durch Variation von Farbe (Farbwert, Sättigung, Helligkeit), Textur, Schärfe oder auch Transparenz visualisiert. Beispielsweise kann ein sichere Quelle durch einen reineren Farbton (entspricht höherer Farbsättigung) bzw. eine unsichere Quelle durch eine niedrigere Farbsättigung bzw. ein „Ausgrauen“ dargestellt werden.

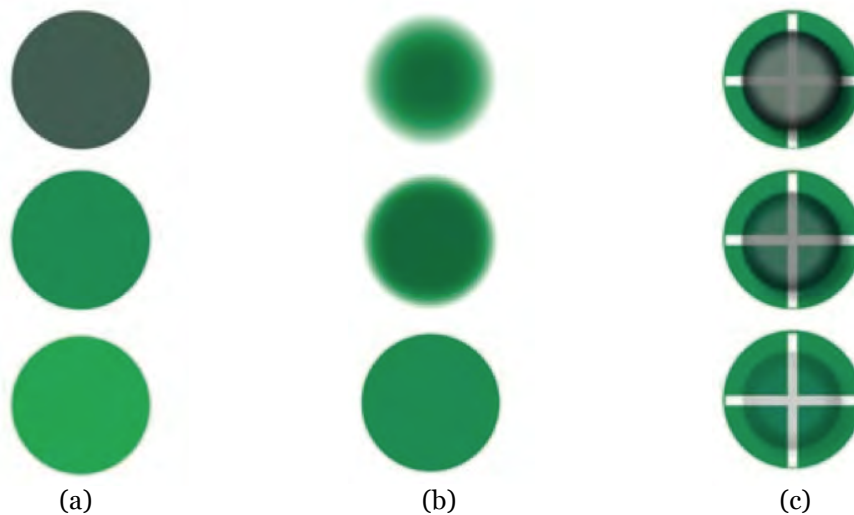


Abbildung 28 – Visualisierung der Unsicherheit eines Punktes mittels Variation von (a) Farbsättigung, (b) Kanten-Schärfe und (c) Transparenz (Quelle: MacEachren, et al. (2005, S. 148))

Eine weit verbreitete Variante ist die Verwendung von Skalaren¹⁵⁴. Diese visualisieren beispielsweise Fehler, Differenzen oder Wahrscheinlichkeiten.

¹⁵² vgl. Pang (2001, S. 5)

¹⁵³ vgl. MacEachren, et al. (2005, S. 146f)

¹⁵⁴ vgl. Pang (2001, S. 4)

Ein weiteres Mittel zur Darstellung von Unsicherheit ist Animation. Die Herausforderung hierbei ist die Generierung von gleichmäßigen Übergängen zwischen verschiedenen Einzelbildern¹⁵⁵. Dabei werden neue Bilder berechnet, um eine flüssige Darstellung zu erreichen. Nahezu 90% der Einzelbilder einer Animation sind interpolierte Bilder. Die Art der Interpolation ist von großer Bedeutung für die Qualität der Animation, beispielsweise führt lineare Interpolation häufig zu Differenzen bei den Eigenschaften der Darstellung.¹⁵⁶ Werden die Eigenschaften der dargestellten Daten durch die Animation (bzw. durch den Übergang) verfälscht, kann dies zu falschen Interpretationen durch den Betrachter führen.¹⁵⁷ Während der frühen Phasen der Betrachtung (vgl. Kapitel 3.1) kann die Animation von Unsicherheit eine große Hilfe bei der explorativen Analyse der Daten darstellen. Durch die Animation können sich verändernde Grade an Unsicherheit visualisiert werden.¹⁵⁸ Die Animationen können einerseits als einmal erstellte Sequenz in der Visualisierung eingebaut werden (vergleichbar mit einem Film, der vor- und zurückspulbar ist), andererseits auch in Echtzeit generiert werden¹⁵⁹. Dies ist zwar rechenintensiver, erfordert jedoch keine neuerliche Erstellung der Filmsequenzen bei einer Änderung der Daten.

Die Schwierigkeit der Visualisierung steigt mit der Fülle an dargestellter Unsicherheit und mit der Dimensionalität der Daten. Je mehr Dimensionen dargestellt werden sollen, desto komplexere Visualisierungen müssen gewählt werden. Die folgende Tabelle 5 gibt eine grobe Übersicht über den Zusammenhang von Dimensionalität der Daten

¹⁵⁵ Eine Animation ist in diesem Zusammenhang wie ein Film zu sehen, der aus verschiedenen Einzelbildern (engl. *Frames*) besteht. Der Ausgangszustand der Animation bildet das erste Einzelbild, der Endzustand das letzte. Diese beiden Bilder sind durch Daten belegt, alle dazwischen liegenden Bilder werden daraus berechnet (interpoliert).

¹⁵⁶ vgl. Ehlschlaeger, et al. (1997, S. 391f)

¹⁵⁷ vgl. ebd. (S. 387)

¹⁵⁸ vgl. ebd. (S. 390f)

¹⁵⁹ vgl. Pang, A. (2001, S. 5)

und Repräsentation der Unsicherheit. Kombinationen, für die noch keine brauchbaren Visualisierungen existieren, sind mit „?“ gekennzeichnet.

	Skalar	Paare	n-Tupel	Verteilung
0D	Glyphe	Glyphe	Glyphe	Histogramm
1D	Änderung der Kontur	Box Plot	?	Gestapelte Histogramme
2D	Transparenz, Nebel, Textur, etc.	Isoflächen-Paare, Animation	?	Spezielle Visualisierungen (z.B. Klimadaten)
3D	Spezielle Visualisierungen (z.B. Ocean Modelling)	?	?	?

Tabelle 5 - Dimensionalität der Daten vs. Beispiele für die Darstellung von Unsicherheit (nach Pang (2001, S. 6))

Bei der Darstellung von Unsicherheit gibt es eine Reihe von Herausforderungen, die zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht bzw. nicht ausreichend betrachtet wurden:¹⁶⁰

- Verstehen der verschiedenen Bestandteile der Unsicherheit und ihrer Zusammenhänge zu den verschiedenen Wissensgebieten, Benutzern und Bedürfnissen
- Verstehen, wie sich die Kenntnis über unsichere Information auf die Informationsanalyse und die Entscheidungsfindung auswirkt
- Verstehen, wie die Visualisierung von Unsicherheit die explorative Analyse unterstützt
- Entwicklung repräsentativer Methoden für die Darstellung unterschiedlicher Arten von Unsicherheit
- Entwicklung von Methoden und Werkzeugen zur Interaktion mit der Darstellung von Unsicherheit
- Beurteilung von Nützlichkeit und Benutzbarkeit von Feststellung und Darstellung von Unsicherheit bzw. der dafür verwendeten Interaktionsmethoden und -werkzeuge

¹⁶⁰ vgl. MacEachren, et al. (2005, S. 140 und 155f)

Es zeigt sich, dass die Visualisierung der Unsicherheit von zeitbasierten Geodaten von gleicher Wichtigkeit ist wie die Daten selbst. Je komplexer die Daten werden bzw. je höher deren Dimensionalität wird, desto schwieriger ist auch die Visualisierung der Unsicherheit. Im Bereich der Visualisierung von Unsicherheit gibt es verschiedene Forschungsprojekte, im Gegensatz dazu ist die Verständlichkeit und Usability dieser Visualisierungen – d.h. die Frage, ob der Betrachter sie auch versteht und entsprechend nutzen kann – noch weit weniger erforscht¹⁶¹.

7.2.1 Interpolation

Die Interpolation ist nicht nur bei der Animation von Unsicherheit von Bedeutung, sondern auch bei der Darstellung von Veränderungen zwischen zusammenhängenden Ereignissen. Oftmals sind zwei zusammenhängende Ereignisse (beispielsweise Beginn und Ende einer Völkerwanderung) durch nichtlineare Bewegungsänderungen miteinander verbunden. Die Methode der linearen Interpolation¹⁶² ist hier nicht in jedem Fall brauchbar, um die dazwischenliegenden Punkte zu visualisieren. Dies geht mit der Tatsache einher, dass die dazwischenliegenden Punkte meist nicht restlos bekannt sind. Dennoch muss eine Methode gefunden werden, die einerseits den Zusammenhang von Start- und Endpunkt darstellt und andererseits auch die fehlende Gewissheit über die genaue Lage der dazwischenliegenden Punkte visualisiert. Dies stellt eine Sonderform der Unsicherheit dar.

¹⁶¹ vgl. MacEachren, et al. (2005, S. 152)

¹⁶² Vereinfacht gesagt werden die beiden Punkte durch eine gerade Linie miteinander verbunden, die den Bewegungsvektor darstellt.

7.2.2 Objektivität und multiple Quellen

Historische Ereignisse sind in den seltensten Fällen rein objektiv dokumentiert. Quellen wie Bücher, Aufzeichnungen und auch alte Karten sind immer mit der Gefahr einer Verfälschung durch subjektive Sichtweisen oder (absichtliche) Manipulation behaftet. Ebenso kommt es vor, dass verschiedene Quellen aus unterschiedlichen Ländern oder Kulturen über ein und dasselbe historische Ereignis differenzierte, manchmal auch widersprüchliche Angaben enthalten. Die Objektivität einer Quelle bzw. unterschiedliche Interpretationen desselben Ereignisses sollten in der Visualisierung berücksichtigt und in verständlicher Form dargestellt werden.

Die Objektivität stellt eine besondere Form der zuvor besprochenen Unsicherheit dar und kann auch mit ihren Mitteln visualisiert werden. Bei komplexen Sachverhalten ist es jedoch nicht vermeidbar, textliche Anmerkungen auf der Karte bzw. der Kartenlegende zu platzieren, welche die Rahmenbedingungen für die dargestellten Daten erklären. Beispielsweise ist beim Vergleich mehrerer Quellen, die unterschiedliche Daten zum gleichen (historischen) Ereignis enthalten, eine textliche Erklärung notwendig, um dem Betrachter der Karte überhaupt ein Arbeiten mit der Karte zu ermöglichen. Auf der Karte selbst können verschiedene Quellen als unterschiedliche Layer dargestellt werden. Zusätzlich dazu wäre eine Visualisierung der Unterschiede bzw. Gemeinsamkeiten zwischen den beiden Layern möglich und für den Betrachter sinnvoll.

Gerade bei historischen Quellen ist eine ausführliche Vorarbeit in Form der Quellenaufbereitung und -analyse notwendig. Die Darstellung auf der Karte baut auf diesen Schritten auf, eine aufwändige Visualisierung kann eine gründliche Quellenanalyse und Auseinandersetzung mit der Herkunft der Daten jedoch nicht ersetzen, sondern nur deren Erkenntnisse darstellen. Die Quellenanalyse selbst ist ein bedeutender Teil der

Geschichtswissenschaften und kann in dieser Arbeit nicht erschöpfend betrachtet werden – sie ist eine Voraussetzung, um historische Daten überhaupt erst auf Karten darstellen zu können.

Es ist jedoch auch möglich, Karten für die Quellenanalyse selbst einzusetzen. Ein Beispiel hierfür ist die Software *Map Analyst*¹⁶³, die am Institut für Kartographie der ETH Zürich entwickelt wurde. Historischen Karten können mit deren Hilfe hinsichtlich ihrer geographischen Genauigkeit analysiert werden. Mittels Vergleich zu einer aktuellen Referenzkarte lassen sich über Vektoren (siehe Abbildung 29a) oder Gitter (siehe Abbildung 29b/c) Abweichungen dargestellter Elemente (Städte, Grenzen, usw.) von den realen Begebenheiten visualisieren – je länger der Vektor (bzw. je verzerrter das Gitter), desto größer die Abweichung. Dazu müssen auf der historischen Karte mehrere Referenzpunkte gewählt werden, die auf der aktuellen Vergleichskarte ebenfalls vorhanden sind (beispielsweise Brücken oder markante topographische Eigenheiten). Anhand dieser Punkte berechnet die Software die Unterschiede zwischen zu vergleichenden Karten.

Es lassen sich aber auch mehrere historische Karten untereinander vergleichen¹⁶⁴. So kann festgestellt werden, ob zwischen verschiedenen historischen Karten ein Zusammenhang besteht. Bei starker Ähnlichkeit der Vektoren bzw. weitgehender Übereinstimmung der Gitter (siehe Abbildung 29c) ist eine hohe Wahrscheinlichkeit gegeben, dass eine Karte der anderen als Vorlage gedient hat oder beide von derselben Quelle abstammen bzw. in sonstigem Zusammenhang stehen.

¹⁶³ <http://mapanalyst.cartography.ch>

¹⁶⁴ Die in Abbildung 29 visualisierten Analysen von drei historischer Karten der Schweiz (*Carte vom Thurgau* (1789), *Die Landgraafschafft Thurgeu* (undatiert) und *Atlas Suisse* (1796-1802)) wurden von Martin Rickenbacher mit Hilfe von Map Analyst durchgeführt (siehe Rickenbacher (2007) und Jenny (2009, S. 11-15)) und dankenswerterweise zur Verfügung gestellt.

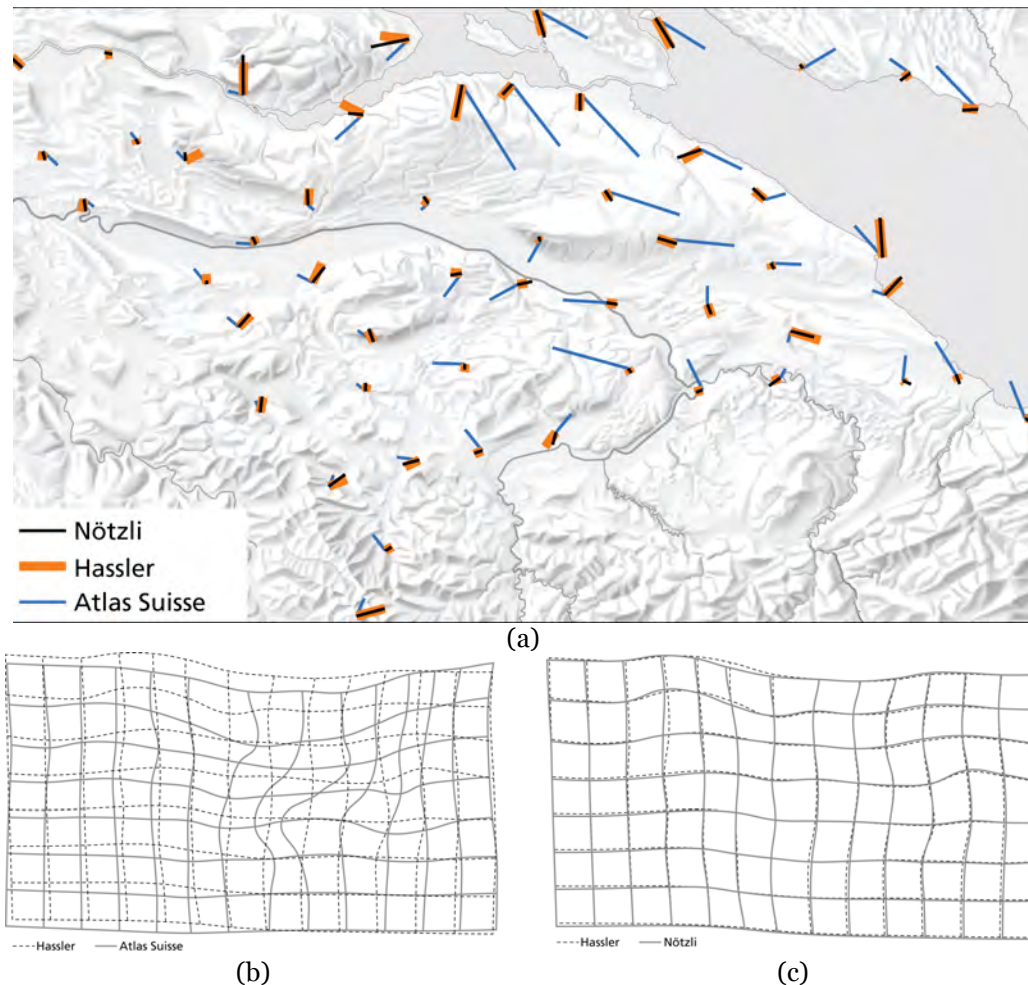


Abbildung 29 – Vergleich verschiedener historischer Karten. (a) zeigt die Vektoren aller drei Karten im Vergleich zu einer aktuellen Referenzkarte, (b) und (c) veranschaulichen die Übereinstimmung zwischen den historischen Karten (Quelle: Rickenbacher (2007) und Jenny (2009, S. 14f))

7.3 Automatisierte Beschriftung

Die automatisierte Beschriftung, d.h. Platzierung von Textelementen¹⁶⁵ auf einer Karte ist kein triviales Problem. Es wird in der Literatur als „Name Placement Problem“¹⁶⁶ bezeichnet und stellt eine der wichtigsten Herausforderungen in der computerunterstützten Kartographie dar¹⁶⁷. Erst durch den Einsatz von Computern in den 1980er Jahren wurden erstmals brauchbare Erfolge erzielt, die sich auch mit der durch jahrzehntelange Erfahrung ausgereiften manuell durchgeführten

¹⁶⁵ Alternativ zu Textelementen können auch Graphiken als Beschriftung dienen (beispielsweise Flaggen zur Kennzeichnung von Staatsgebieten).

¹⁶⁶ vgl. Doerschler & Freeman (1992, S. 68)

¹⁶⁷ vgl. Doddi, et al. (1997, S. 148)

Platzierung von Beschriftungselementen messen konnte¹⁶⁸. Eine gute Platzierung der Beschriftung erleichtert das Verständnis und erhöht die Ästhetik der Karte¹⁶⁹.

Die Platzierung der Beschriftung muss so erfolgen, dass der Text selbst keine wichtigen Details auf der Karte verdeckt oder in anderer Art und Weise das Verständnis der Karte negativ beeinträchtigt¹⁷⁰. Des Weiteren muss auf Lesbarkeit geachtet werden, d.h. ein ausreichender Kontrast zwischen Text- und Hintergrundfarbe sollte gegeben sein. Nicht nur der Textinhalt gibt Auskunft über bestimmte Merkmale der Karte, sondern auch die Gestaltung dieses Textes (siehe Tabelle 4 auf Seite 57). Beispielsweise kann die Schriftgröße Auskunft über die Einwohnerzahl einer Stadt geben. Wenn es notwendig ist, gleich lautende Beschriftungen mehrmals auf einer Karte zu platzieren (beispielsweise bei langen Routen oder komplexen territorialen Veränderungen), muss darauf geachtet werden, dass der Grundsatz „so wenig wie möglich, so viel wie nötig“ beachtet wird.



Abbildung 30 – Beispiel für eine misslungene automatische Beschriftung
(Quelle: [http://timemap.net/index.php?option=com_content
&task=view&id=133&Itemid=157](http://timemap.net/index.php?option=com_content&task=view&id=133&Itemid=157), Stand: 03.01.2010)

¹⁶⁸ vgl. Doerschler & Freeman (1992, S. 68)

¹⁶⁹ vgl. Imhof (1975, S. 128)

¹⁷⁰ vgl. ebd. (S. 129)

Abbildung 30 zeigt eine zum Teil misslungene automatische Beschriftung. Gleiche Textelemente wurde zu häufig und in zu geringem Abstand platziert (z.B. „China“), andere sind durch ihre Platzierung nur schwer lesbar (z.B. „Ayutthaya“).

Algorithmen zur Platzierung von Beschriftungen müssen drei Aufgaben beherrschen¹⁷¹: Sie müssen sowohl Flächen (z.B. Staatsgebiete), Linien (z.B. Frontverläufe) als auch Punkte (z.B. Städte) gleichzeitig und in gleicher Qualität beschriften können. Diese drei Aufgaben haben eine gemeinsame Herausforderung: Beschriftungen dürfen sich nicht überlappen. Folgende Punkte müssen bei der automatisierten Beschriftung in Betracht gezogen werden¹⁷²:

- Verhinderung gegenseitiger Überlappung von Beschriftungen bzw. Verdeckung von kartographischen Details durch die Beschriftung
- Eindeutige Zuordnung von Beschriftungen zu den Kartenelementen, welche sie kennzeichnen
- Beachtung von definierten Präferenzen bei einer Liste an möglichen Positionen der Beschriftung
- Anzahl der nicht beschrifteten Punkte
- Lesbarkeit hat gegenüber der ästhetischen Platzierung von Beschriftungen zumeist Vorrang
- Einhaltung kartographischer Konventionen und Standards

Die Komplexität des Beschriftungsvorganges nimmt mit der Anzahl der auf der Karte platzierten (bzw. zu beschriftenden) Elemente zu. Im Gegensatz dazu nimmt die Freiheit für die Platzierung des Textes rapide ab, je mehr Elemente zu beschriften sind.

Bei der Entwicklung von Algorithmen zur automatisierten Beschriftung von Karten gibt es verschiedene Ansätze. Es gibt prozedurale Methoden,

¹⁷¹ vgl. Doddi, et al. (1997, S. 148)

¹⁷² vgl. Doddi, et al. (1997, S. 149), Doerschler & Freeman (1992, S. 68) und Imhof (1975, S. 129f)

die nach vorbestimmten Regeln arbeiten (beispielsweise Doerschler & Freeman, 1992) oder andere, die eine Variante der Tiefensuche (*Depth-First-Search*) anwenden (beispielsweise Ebinger & Goulette, 1989). Daneben wurden Algorithmen entwickelt, die mittels Funktionen die am besten passende Position einer Beschriftung (aus einer vordefinierten Menge an möglichen Positionen) finden – unter Berücksichtigung der in der Nähe liegenden Beschriftungen (beispielsweise Edmondson et al., 1996).

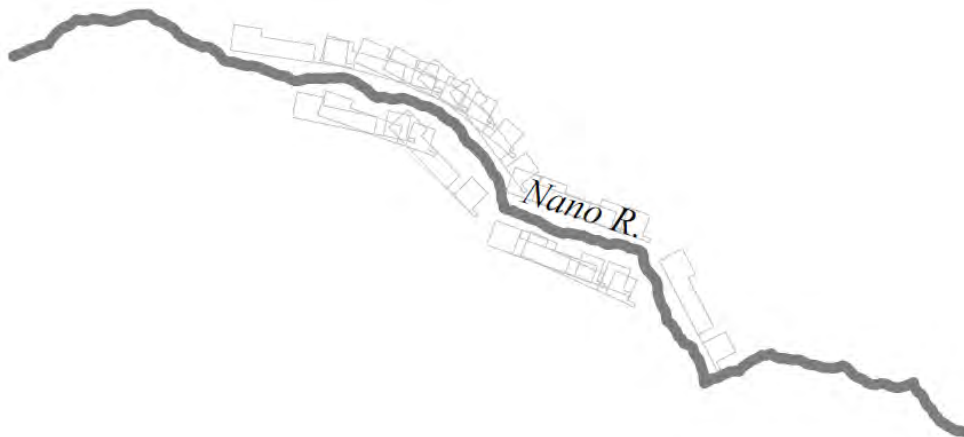


Abbildung 31 – Generierte Beschriftungs-Positionen für eine Linie
(Quelle: Edmondson, et al. (1996, S. 12))

Die Platzierung von Beschriftungen gewinnt noch an Bedeutung, wenn es sich um eine interaktive Karte handelt und der Benutzer beispielsweise die Möglichkeit hat, den Kartenausschnitt (und somit den vorhandenen Text) zu vergrößern oder sich verschiedene Daten-Layer auf der Karte anzeigen zu lassen. Durch die Aktionen des Benutzers ändern sich (je nach Art der Interaktion) Kartenmaßstab, -inhalt und -ausschnitt¹⁷³. Dies erfordert laufend eine neuerliche Beschriftung auch der bereits vorhandenen Elemente (sog. *Backtracking*¹⁷⁴), um Verdeckungen zu vermeiden und Lesbarkeit für alle beschrifteten Elemente zu gewährleisten. Durch die Interaktivität ist es aber auch möglich, einzelne Beschriftungen wegzulassen und erst anzuzeigen, wenn der Benutzer mit dem Maus-Cursor darüber fährt.

¹⁷³ vgl. Ellsiepen (2001, S. 17)

¹⁷⁴ vgl. Doerschler & Freeman (1992, S. 72)

7.4 Zusammenfassung

Bei der Visualisierung von zeitbasierten Geodaten gibt es eine Reihe von Herausforderungen und Problemen, die noch nicht zufriedenstellend gelöst sind. Für die Darstellung von mehr als drei Dimensionen auf einer zweidimensionalen Karte ist ein Rückgriff auf klassische Kartographische Stilmittel (beispielsweise unterschiedliche Farbwerte für verschiedene Ausprägungen der dritten Dimension) oder eine Erweiterung der Visualisierung durch zusätzliche Ansichten notwendig.

Ein großer Forschungsbereich ist die Darstellung von Unsicherheit. Hierfür gibt es eine Vielzahl von Ansätzen, die jedoch alle eines gemeinsam haben: Eine umfassende Analyse im Vorfeld der Visualisierung ist zwingend notwendig. Gerade bei historischen Daten ist eine detaillierte Quellenanalyse und -bewertung unumgänglich und von größter Wichtigkeit. Sie kann die nachfolgende Stufe der Visualisierung sehr vereinfachen.

Eine kartographische Herausforderung, die es auch für zeitbasierte Geodaten zu meistern gilt, ist die automatisierte Beschriftung von Elementen. Wie auch bei der Darstellung von Unsicherheit gibt es verschiedene Ansätze und Algorithmen, die je nach Datendichte und Ziel der Visualisierung unterschiedlich gute Ergebnisse liefern.

Zu allen erwähnten Herausforderungen kommt noch die Komponente der Interaktivität hinzu. Viele Forschungsansätze kommen aus der klassischen Kartographie bzw. stammen aus einer Zeit, als es die Interaktionsmöglichkeiten einer modernen und weit verbreiteten Karte (beispielsweise Google Maps) nicht oder nur ansatzweise gab. Durch neue Interaktionsformen müssen bereits entwickelte Lösungsansätze für die besprochenen Probleme und Herausforderungen neu evaluiert und angepasst werden.

8 Fazit

Die Entwicklung eines interaktiven Systems zur Darstellung zeitbasierter Geodaten – beispielsweise eines interaktiven Geschichtsatlanten – mag auf den ersten Blick sehr einfach wirken: Man nehme fertig entwickelte Komponenten wie die Google Maps Karte und die SIMILE Timeline, binde diese gemeinsam in ein Web-Portal ein und befülle dieses mit Daten. Mit dieser Quick-and-Dirty Methode wäre es möglich, innerhalb kurzer Zeit ein funktionierendes System auf die Beine zu stellen – das jedoch nur für eine oberflächliche und sehr vereinfachte Darstellung zeitbasierter Geodaten verwendbar ist.

Das ursprüngliche Ziel dieser Diplomarbeit – die Erstellung eines interaktiven historischen Atlanten – kann unter Berücksichtigung der in Kapitel 7 dargestellten Probleme und Herausforderungen nicht in einem für Diplomarbeiten üblichen Ausmaß wissenschaftlich korrekt und fundiert erarbeitet und gelöst werden. Diese Arbeit stellt jedoch durch durchgeführte Analysen hinsichtlich Technologie, Wissensstand und Herausforderungen eine solide Basis für weitere Arbeiten dar – beispielsweise innerhalb eines Forschungsprojektes bzw. für eine Dissertation.

Die Analyse der derzeit vorhandenen Technologien zeigt die Möglichkeiten auf, die derzeit verfügbare Systeme bieten. Daraus lässt sich erschließen, wie viel mit vorhanden Technologien und Systemen geschaffen werden kann und was bei der Erstellung einer interaktiven Darstellung neu entwickelt und programmiert werden muss. Durch die Evaluierung der Mitbewerber lassen sich Benchmarks setzen und einzelne vorhandene Funktionen und Lösungsansätze gezielt analysieren und weiterentwickeln. Die Darstellung der Probleme und Herausforderungen in Kombination mit dem derzeitigen Forschungsstand gibt schlussendlich konkrete Ziele vor, die bei einer weiteren Forschung berücksichtigt und in die Forschungsziele integriert werden müssen.

8.1 Ausblick

Abgesehen von der Entwicklung eines Systems zur interaktiven (zweidimensionalen) Darstellung zeitbasierter Geodaten gibt es – unabhängig von den erläuterten Problemen und Herausforderungen – noch weitere Aspekte, denen in zukünftigen Forschungsarbeiten Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte:

Die **OpenStreetMap** speichert jede Version (d.h. jede Veränderung und Erweiterung der Daten) separat ab. Ist ein Gebiet vollständig kartographiert (d.h. sind alle kartographischen Details erfasst), spiegelt jede weitere Veränderung (unter der Annahme, dass keine Fehler vorhanden sind) eine Veränderung des kartographierten Gebiets wider. Beispielsweise ist es so möglich, das Wachstum von Städten (bzw. Stadtentwicklungsgebieten) zu dokumentieren. Die für eine Visualisierung notwendigen Daten sind alle vorhanden (in den Datenbanken der OSM), eine entsprechende Visualisierung des Städtewachstums bzw. der Gebietsveränderung wäre ein interessantes und ergiebiges Forschungsthema.

Für die Gegenüberstellung verschiedener Epochen ist auch eine Darstellung mehrere Epochen in Form **verschiedener Layer** auf einer Karte von Interesse. Damit lassen sich dieselben geographischen Gebiete zu verschiedenen Zeitpunkten miteinander vergleichen – beispielsweise verschiedene Schlachten an demselben Ort oder verschiedene Stadien der Entwicklung einer Stadt. Diese Darstellung ist bei klassischen Geschichtskarten in Papierform bereits üblich (siehe beispielsweise Abbildung 5 auf Seite 17), kann durch die Darstellung auf einer interaktiven Karte aber noch massiv aufgewertet werden.

Zur Erweiterung der Dokumentation historischer oder tagesaktueller Events können verschiedene Archive und Nachrichtenquellen automatisch durchsucht und deren Inhalte aggregiert und zusätzlich zu der visualisierten Information auf der Karte dargestellt werden – beispielsweise als Zusatzinformation oder direkt, wenn eine Geokodierung

möglich ist. Bei tagesaktuellen Geschehnissen gibt es bereits erste Ansätze, hier ist jedoch auch die Archivierung und kontextuelle Darstellung interessant – denn aus allen tagesaktuellen Meldungen werden irgendwann historische Ereignisse¹⁷⁵.

Ein weiteres interessantes Forschungsfeld ist die Darstellung von zeitbasierten Geodaten auf **dreidimensionalen Karten** (beispielsweise mit Hilfe von Google Earth). Zusätzlich zu den besprochenen Möglichkeiten der zweidimensionalen Darstellung lassen sich auch die Einflüsse topographischer Eigenschaften auf historische Ereignisse besser und verständlicher visualisieren. Ein Beispiel hierfür ist die Darstellung der Frontverläufe der Isonzo-Schlachten zwischen Österreich-Ungarn und Italien während des Ersten Weltkriegs. Diese fanden in gebirgigen Regionen – teilweise im Hochgebirge – statt und hatten aufgrund der Lage eine Reihe von Eigenheiten, die mit einer dreidimensionalen Darstellung sehr eindrücklich erklärt werden können und im Gegensatz zu zweidimensionalen Visualisierungen auf einen Teil der erklärenden Texte verzichten können.

Ein weiteres Feature dreidimensionaler Karten sind **Kameraflüge**. In Kombination mit einer animierten Visualisierung der darzustellenden Daten ergeben sich damit neue Möglichkeiten der interaktiven Darstellung, die bis jetzt nur mit speziell erzeugten und nicht veränderbaren Visualisierungen möglich waren. Ein Beispiel hierfür sind die Kameraflüge in TV-Dokumentationen wie *ZDF-History* (siehe Kapitel 5.6).

Die erläuterten Ausblicke stellen nur einen Ausschnitt der interessanten Möglichkeiten zur weiteren Forschung dar und sollen die Größe des Spektrums verdeutlichen, das dieses Forschungsgebiet enthält.

¹⁷⁵ Inwiefern diese zu einem späteren Zeitpunkt für Historiker interessant sein werden, lässt sich jetzt noch nicht festlegen. Es ist jedoch klar, dass nicht jede erfasste tagesaktuelle Meldung von historischem Interesse sein wird.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Darstellung des Russland-Feldzuges 1812 von Charles Joseph Minard (Quelle: http://www.edwardtufte.com/tufte/graphics/minard_lg.gif).....	1
Abbildung 2 – Computergenerierte Darstellung des Terminals im Museum of Sydney (Quelle: http://www.timemap.net/documents/presentations/2000_ecai_london/ecai_jun_2000_cities_wilson.htm , Stand: 06.01.2010)	11
Abbildung 3 – Interaktive Reliefkarte in der Eingangshalle des DHM (Foto: Christian Lendl)	12
Abbildung 4 – Karte mit Zeitleiste, die auch auf die Reliefkarte im DHM projiziert wird (Quelle: Deutsches Historisches Museum (2007)).....	13
Abbildung 5 – Geschichtskarte zur Entwicklung des Christentums (Quelle: Barraclough (1994, S. 38)).....	17
Abbildung 6 – Klassifikation von Geschichtskarten (nach Böttcher (2005, S. 176)).....	18
Abbildung 7 – Kartenansicht von Wien auf Google Maps (Quelle: http://maps.google.com , Stand: 20.11.2009)	22
Abbildung 8 – Darstellung von Satellitenbildern aus den Jahren 2002 und 2006 in Google Earth (Quelle: Google Earth 5.0 für Windows Vista).....	23
Abbildung 9 – Kartenansicht von Wien auf OpenStreetMap (Quelle: http://www.openstreetmap.org , Stand: 20.11.2009)	24
Abbildung 10 – Monatlicher Verlauf der registrierten Benutzer und eingetragenen Punkte auf der OSM (Quelle: http://wiki.openstreetmap.org/images/9/91/Osmdbstats1.png , Stand: 19.11.2009)	25
Abbildung 11 – Attentat auf John F. Kennedy, dargestellt mittels SIMILE Timeline (Quelle: http://www.simile-widgets.org/timeline (Screenshot), Stand: 02.04.2009).....	29
Abbildung 12 – Darstellung von Gewalttaten in Kenia auf einer Timemap (Quelle: http://timemap.googlecode.com/svn/trunk/examples/kenya.html , Stand: 31.12.2009)	30
Abbildung 13 – Darstellung eines Flickr-Feeds in Timeline (Quelle: Timeline3D / eigene Darstellung)	31
Abbildung 14 – Darstellung historischer Daten Südasiens mittels TimeMap (Quelle: http://timemap.net/index.php?option=com_content&task=view&id=133&Itemid=157 , Stand: 03.01.2010)	34
Abbildung 15 – Animierte Karte der Entwicklung des Khmer-Reiches (Quelle: http://ecaimaps.berkeley.edu/animations/2003_03_khmer_animation.swf , Stand: 03.01.2010)	36
Abbildung 16 – Darstellung historischer Karten auf Karte und Zeitleiste (Quelle: http://mapservices.digmap.eu/publicServices/geoTimes.html?feed=http%3A%2F%2Fdigmap1.ist.utl.pt%3A8080%2Fmapservices%2Fxs%2Fexamples%2FexampleGeorssFeed.xml&workList=http%3A%2F%2Fdigmap1.ist.utl.pt%3A8080%2Fmapservices%2Fxs%2Fexamples%2FexampleWorkList.xml&pageSize=&button.start=Start , Stand: 31.12.2009).....	39

Abbildung 17 – nicht fertiggestelltes Kartenservice <i>DIGMAP Map Services</i> (Quelle: http://mapservices.digmap.eu/publicServices/geoBrowser-client.html?feed=../geobrowser/include/atlas.xml ; Stand: 29.09.2009)...	40
Abbildung 18 – Darstellung von Konflikten des 2. Weltkriegs auf ConflictHistory (Quelle: http://www.conflicthistory.com , Stand: 26.01.2010)	41
Abbildung 19 – Darstellung der Habsburg-Territorien in Europa aus dem Jahr 1504 (Quelle: http://www.ieg-maps.uni-mainz.de/AtlasEuropa/to3/map-pEu504_Habsburg.htm , Stand: 13.04.2009)	43
Abbildung 20 – Plan von Wien aus dem Jahr 1868 (Quelle: http://ids.lib.harvard.edu/ids/view/10666384?buttons=y , Stand: 13.04.2009)	45
Abbildung 21 – Darstellung einer historische Karte Schlesiens aus dem Jahr 1610 (Quelle: http://gauss.suub.uni-bremen.de/suub/hist/index.jsp , Stand: 13.04.2009)	47
Abbildung 22 – Historische Karten der Stadt Bremen aus den Jahren 1598 und 1712 (Quelle: http://gauss.suub.uni-bremen.de/html/mm/bremen/elsm_kt_ii_216.jpg und http://gauss.suub.uni-bremen.de/html/mm/umgeb/kt_i_55.jpg ; Stand: 13.10.2009)	48
Abbildung 23 – Darstellung der US-Bundesstaaten Kalifornien, Nevada, Utah und Arizona aus 1873 (Quelle: http://www.davidrumsey.com/luna/servlet/detail/RUMSEY~8~1~1463~190003:Bancroft-s-Map-Of-California,-Nevad?qvq=sort:Pub_List_No_InitialSort;lc:RUMSEY~8~1&mi=4&trs=20042 , Stand: 31.03.2009)	49
Abbildung 24 – Darstellung einer historischen Karte von London aus dem Jahr 1842 auf der aktuellen Standard-Karte von Google Earth (Quelle: Google Earth 5.0 für Mac OS X)	50
Abbildung 25 – Kartenanimation über russische Gaspipelines (Quelle: ARTE: Mit offenen Karten – Die Ostseepipeline, Sendung vom 17.10.2007 um 23:00 Uhr)	52
Abbildung 26 – Kartenanimation des Frontverlaufs (Frankreich 1944) im 2. Weltkrieg (Quelle: ZDF: „Die Wehrmacht – Eine Bilanz. Teil 5: Kampf bis zum Untergang“, Sendung vom 11.12.2007 um 20:15 Uhr)	54
Abbildung 27 – Taxonomie zum unvollständigen Wissen (nach Gershon (1998) und MacEachren et al. (2005, p. 145))	68
Abbildung 28 – Visualisierung der Unsicherheit eines Punktes mittels Variation von (a) Farbsättigung, (b) Kanten-Schärfe und (c) Transparenz (Quelle: MacEachren, et al. (2005, S. 148))	69
Abbildung 29 – Vergleich verschiedener historischer Karten. (a) zeigt die Vektoren aller drei Karten im Vergleich zu einer aktuellen Referenzkarte, (b) und (c) veranschaulichen die Übereinstimmung zwischen den historischen Karten (Quelle: Rickenbacher (2007) und Jenny (2009, S. 14f))	75
Abbildung 30 – Beispiel für eine misslungene automatische Beschriftung (Quelle: http://timemap.net/index.php?option=com_content&task=view&id=133&Itemid=157 , Stand: 03.01.2010)	76
Abbildung 31 – Generierte Beschriftungs-Positionen für eine Linie (Quelle: Edmondson, et al. (1996, S. 12))	78

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Vergleich zwischen statischem und interaktivem Atlas (nach (Ormeling, 1996))	7
Tabelle 2 – Vergleich der beschriebenen Kartenapplikationen.....	55
Tabelle 3 – Kombination aus zeitlichen und räumlichen Daten (Quelle: (Lendl & Purgathofer, 2010))	56
Tabelle 4 – Darstellungselemente in Geschichtskarten (Quelle: (Putzger, 2006, p. 12) und (Böttcher, 2005, p. 186))	57
Tabelle 5 - Dimensionalität der Daten vs. Beispiele für die Darstellung von Unsicherheit (nach Pang (2001, S. 6))	71

Glossar

API	Application Programming Interface, Programmierschnittstelle einer Software zur Anbindung an andere Programme
Backtracking	Neuerliche Berechnung bereits visualisierter Daten bei veränderter Anzahl der Daten (beispielsweise bei Beschriftungen)
Computerkarte	(Historische) Karte, die auf einem Computer erstellt und auf einem Bildschirm dargestellt wird (auch: <i>digitale Karte</i> oder <i>elektronische Karte</i>)
Creative Commons	Gesellschaft, die verschiedene Standard-Verträge zur Verbreitung von Inhalten im Internet bietet.
Dokutainment	Kunstwort aus Dokumentation und Entertainment, das für Dokumentationen mit breiten Zielpublikum und angepasstem Unterhaltungswert verwendet wird
Download	Übertragung von auf einem anderen Computer gespeicherten Daten via Netzwerk oder Internet
Drag & Drop	Interaktionsform mit Maus oder Trackpad, bei der Elemente angeklickt und mit gedrückter Maus- oder Trackpadtaste bewegt werden (Drag). Am Zielort wird die Maustaste losgelassen (Drop).
Footer	Fußzeile auf Webseiten oder in Print-Medien
Geschichtsatlas	Sammlung von <i>Geschichtskarten</i> (als Buch oder auch am Computer)
Geschichtskarte	Geographische Karte, die historische Ereignisse/Daten darstellt
GIF	Graphics Interchange Format, Bildformat
GIS	Geographisches Informations System, System zur Bearbeitung und Darstellung geographischer Daten
GPS	Global Positioning System, Satellitengestütztes Navigations- und Ortungssystem
GPS-Logger	GPS-Empfänger, der in regelmäßigen Abständen die genaue geographische Position ermittelt und somit Lage und Pfad eines zurückgelegten Weges speichert
Header	Kopfzeile auf Webseiten oder in Print-Medien, Bereich für Metadaten (in Dateien bzw. bei der Datenübertragung)
Historische Karte	Alte geographische Karte mit historischem Wert; (seltener) aktuelle Karte mit historischen Daten (siehe <i>Geschichtskarte</i>)
HTML5	5. Version der Auszeichnungssprache HTML (<i>Hypertext Markup Language</i>), beschreibt Struktur und Aussehen von Websites
JPEG	Joint Photographic Experts Group, Bildformat
KML	Keyhole Markup Language, Auszeichnungssprache zur Beschreibung von Geodaten (entwickelt von Google Inc.)
Layer	Schicht oder Bildebene
Mashup	Website (oder Programm), welche verschiedene Datenquellen verbindet und ein neues Service für einen bestimmten Verwendungszweck schafft.

OPAC	Online Public Access Catalogue, Online zugänglicher Bibliothekskatalog
Open Source	Oberbegriff für frei verwendbare und zumeist kostenlose Software, deren Quellcode öffentlich zugänglich ist und weiterentwickelt werden kann
OSM	OpenStreetMap
PDF	Portable Document Format, gängiges Dokumentenformat
Plugin	Optionales Modul für eine Software, das deren Funktionalität erweitert (auch: <i>Plug-In</i>)
PostScript	Seitenbeschreibungssprache für den Druck von Dokumenten
Prime Time	Sendezeit im TV mit den höchsten Einschaltquoten; im deutschsprachigen Gebiet zwischen 20h und 22h (auch <i>Hauptabend-programm</i>)
TFW	TIFF World, Dateiformat für georeferenzierte Rasterdaten
TIF	Tagged Image File Format (auch <i>TIFF</i>), Bildformat
Undo	Zurücknahme eines Arbeitsschrittes (engl. <i>rückgängig machen</i>) innerhalb einer Software, setzt die Speicherung aller Arbeitsschritte voraus
Usability	Benutzerfreundlichkeit eines Produkts bzw. einer Software
Use Case	Anwendungsfall eines Produkts bzw. einer Software
Widget	Kleines Programm oder Teil einer Website, der zum dargestellten Inhalt passende Zusatzinformationen aus einer externen Quelle anzeigt
Wiki	Sammlung von Websites, die von den Benutzern selbst geändert werden kann
Zeitgeschichte	Geschichtliche Epoche, behandelt den Zeitraum des 20. Jahrhunderts

Literaturverzeichnis

- Alexa. (2010): Site Info for wikipedia.org.
<http://www.alexacom/siteinfo/wikipedia.org> (Abgerufen am 08.01.2010)
- Böttcher, C. (1997): Die Darstellung von Zeit auf Geschichtskarten. In: *Geschichte lernen* (Heft 59), S. 48-52
- Böttcher, C. (2005): Die Karte. In H.-J. Pandel [Hrsg.], *Handbuch Medien im Geschichtsunterricht* (S. 170-196). Schwalbach: Wochenschau-Verlag
- Böttcher, C. (2003): Theoretische und praktische Aspekte zur Schulgeschichtskartographie. In: Deutsche Gesellschaft für Geographie, *Aspekte zur Gestaltung und Nutzung von Karten für den Schulunterricht* (S. 41-68). Berlin: Kirschbaum Verlag
- Barracough, G. (1994): "Times" Concise Atlas of World History. London, UK: Times Books
- Beetz, E. (2003): Fächerübergreifende Ausbildung der Schüler/innen in Kartenverständnis und Kartennutzung. In: Deutsche Gesellschaft für Geographie, *Kartographische Schriften, Band 8* (S. 9-15). Bonn: Kirschbaum Verlag
- Bissantz, N. (2007): Ivy League Rock and Roll – ein Tag bei Edward Tufte.
<http://blog.bissantz.de/ein-tag-bei-tufte> (Abgerufen am 11.04.2010)
- Cartography Associates (2008): David Rumsey Historical Map Collection.
<http://www.davidrumsey.com/index4.html> (Abgerufen am 19.11.2009)
- Coast, S. (2006): OpenGeoData. Yahoo! aerial imagery in OSM :
<http://www.opengeodata.org/2006/12/04/yahoo-aerial-imagery-in-osm/>
(Abgerufen am 19.11.2009)
- Dörflinger, J. (1986): Geschichtskarte. In: I. Kretschmer, J. Dörflinger, & F. Wawrik, *Lexikon zur Geschichte der Kartographie* (S. 265-268). Wien: Deuticke
- dasjogibtsnet (2009). Timeline Documentation. simile-widgets. Free, Open-Source Data Visualization Web Widgets, and More:
<http://code.google.com/p/simile-widgets/wiki/Timeline> (Abgerufen am 31.12.2009)
- Deutsches Historisches Museum (2007): Deutschland und Europa. Politische Karten von der Antike bis Heute. *CD-ROM (Version 1.3)* . Berlin: Deutsches Historisches Museum
- Doddi, S., Marathe, M. V., Mirzaian, A., Moret, B. M., & Zhu, B. (1997): Map Labelling and its Generalizations. In: *Proceedings of the eighth annual ACM-SIAM symposium on Discrete algorithms* (S. 148-157). New Orleans, United States : SIAM
- Doerschler, J. S., & Freeman, H. (January 1992): A Rule-Based System for Dense-Map Name Placement. In: *Communications of the ACM* , Vol. 35 (No. 1), S. 68-79
- Dohrling, D. (1992): Stretching Space and Splicing Time: From Cartographic Animation to Interactive Visualization. In: *Cartography and Geographic Information Systems* , Vol. 19 (No. 4), S. 215-227 & 267-270

- Ebinger, L. R., & Goulette, A. M. (1989): Automated Names Placement in a Non-Interactive Environment. In: *Auto-Carto* , 9, S. 205-214
- Edmondson, S., Christensen, J., Marks, J., & Shieber, S. M. (1996): A General Cartographic Labeling Algorithm. In: *Cartographica* , Vol. 33 (No. 4), S. 13-23
- Ehlschlaeger, C. R., Shortridge, A. M., & Goodchild, M. F. (1997): Visualizing Spatial Data Uncertainty Using Animation. In: *Computers & Geosciences* , Vol. 23 (No. 4), S. 387-395
- Ellsiepen, M. (2001): *Formalisierung kartographischen Wissens zur Schriftplatzierung in topographischen Karten. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Grades Doktor-Ingenieur der Hohen Landwirtschaftlichen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelm-Universität zu Bonn.* Bonn.
- Gahegan, M., & Ehlers, M. (2000): A Framework for Modeling of Uncertainty in an Integrated Geographic Information System. In: *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* (Vol. 55), S. 176-188
- Gershon, N. (1998): Visualization of an Imperfect World. In: *IEEE Computer Graphics and Applications* , Vol. 18 (No. 4), S. 43-45
- Gibson, R., & Schuyler, E. (2006): *Google Maps Hacks. Tips & Tricks for Geographic Searching and Remixing.* Sebastopol: O'Reilly
- Google Inc. (2010): *Nutzungsbedingungen für Google Maps.*
http://maps.google.de/help/terms_maps.html (Abgerufen am 07.01.2010)
- Gryl, I. (2009): *Kartenlesekompetenz: Ein Beitrag zum konstruktivistischen Geographieunterricht.* Wien: Institut für Geographie und Regionalforschung der Universität Wien
- Haklay, M., & Weber, P. (2008): OpenStreetMap: user-generated street maps. In: *IEEE Pervasive Computing* , Vol. 7 (No. 4), S. 12-18
- Herzig, R. (2003): Kartographische Lernsoftware - Konkurrent für Printmedium Karte? In *Deutsche Gesellschaft für Geographie, Aspekte zur Gestaltung und Nutzung von Karten für den Schulunterricht* (S. 76-100). Berlin: Kirschbaum Verlag
- Heurist (2008): *Heurist Resource Database - Map and Timeline.*
<http://heuristscholar.org/heurist/mapper> (Abgerufen am 06.01.2010)
- Huesmann, S. (2003): DFG-Projekt. Retrospektive Digitalisierung des historischen Kartenbestandes der Staats- und Universitätsbibliothek Bremen.
<http://gauss.suub.uni-bremen.de/html/projekt.html> (Abgerufen am 13.04.2009)
- Imhof, E. (1975): Positioning Names on Maps. In: *The American Cartographer*, Vol. 2 (No. 2), S. 128-144
- Jenny, B. (2009): Alte Karten als historische Quelle - wie lässt sich die geometrische Genauigkeit des Karteninhalts abschätzen? In: *Karten, Kartographie und Geschichte – Von der Visualisierung der Macht zur Macht der Visualisierung* (S. 127-144). Zürich: Koller, C.; Jucker-Kupper, P.
- Johnson, I. (1997): Mapping the fourth dimension: the TimeMap project. In: *Proceedings of the 1997 Computer Applications in Archaeology.* Birmingham: BAR International Series

- Johnson, I. (2010): TimeMap: Time-based Interactive Mapping. <http://www.timemap.net> (Abgerufen am 06.01.2010)
- Johnson, I., & Wilson, A. (2003): The TimeMap Project: Developing Time-Based GIS Display for Cultural Data. In: *Journal of GIS in Archaeology* (Volume I), S. 125-135
- Kunz, A. (2008a): IEG-MAPS. Server für digitale historische Karten. <http://www.ieg-maps.uni-mainz.de> (Abgerufen am 13.10.2009)
- Kunz, A. (2008b): Digitaler Atlas zur Geschichte Europas seit 1500. <http://www.ieg-maps.uni-mainz.de/AtlasEuropa> (Abgerufen am 13.10.2009)
- Kunz, A. (2008c): IEG-Maps. Nutzungsrecht. <http://www.ieg-maps.uni-mainz.de/nutz.htm> (Abgerufen am 13.04.2009)
- Lechthaler, M., & Stadler, A. (2006): "Cross Media" gerechte Kartengraphik in einem AIS. In: *CORP 2006 & Geomultimedia06 Proceedings* (S. 443-452). Wien: Manfred Schrenk
- Lendl, C., & Purgathofer, P. (2010): Challenges in Interactive Time-Based Information Visualization. In: *Proceedings of the 5th International Workshop on Digital Approaches in Cartographic Heritage* (S. 285-291). Wien: Institut für Kartographie der TU Wien
- MacEachren, A. M., Robinson, A., Hopper, S., Gardner, S., Murray, R., Gagehan, M., et al. (2005): Visualizing Geospatial Information Uncertainty: What We Know and What We Need to Know. In: *Cartography and Geographic Information Science*, Vol. 32 (No. 3), S. 139-160
- Martins, B., Borbinha, J., Pedrosa, G., & Freire, N. (2007): Geographically-Aware Information Retrieval for Collections of Digitized Historical Maps. In: *Proceedings of the 4th ACM workshop on Geographical information retrieval* (S. 39-42). Lisbon: ACM
- Mayer, F. (1993): Thematische Kartographie heute - Impulse/Zukunftsaspekte. In: W. Kainz [Hrsg.], *GIS und Kartographie - Tagungsband zum Wiener Symposium 1991* (S. 137-150). Wien: Institut für Geographie der Universität Wien
- Näpel, O. (2003): Historisches Lernen durch 'Dokutainment'? - Ein geschichtsdidaktischer Aufriss. Chancen und Grenzen einer neuen Ästhetik populärer Geschichtsdokumentation, analysiert am Beispiel der Sendereihen Guido Knopps. In: *Zeitschrift für Geschichtsdidaktik* (Vol. 2), S. 213-244
- Naone, E. (2008). Historical Maps in Second Life. In: *Technology Review. Published by MIT*. Online unter <http://www.technologyreview.com/infotech/20357> (Abgerufen am 10.01.2010)
- O'Reilly, T. (2007): What is Web 2.0: Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software. In: *Communications & Strategies* (No. 1), S. 17-37
- Ormeling, F. (1996): Functionality of Electronic School Atlases. In: *Seminar on Electronic Atlases II, ICA Proceedings on National and Regional Atlases*, (S. 33-39). Prag
- Pang, A. (2001): Visualizing Uncertainty in Geo-spatial Data. Computer Science Department. Santa Cruz: University of California

- Pedrosa, G., Luzio, J., Mangiunhas, H., & Martins, B. (2008): DIGMAP: A Service for Searching and Browsing Old Maps. In: *Proceedings of the 8th ACM/IEEE-CS joint conference on Digital libraries* (S. 431). Pittsburgh: ACM
- ProgrammableWeb (2010): ProgrammableWeb API-Directory. <http://www.programmableweb.com/apis/directory> (Abgerufen am 26.01.2010)
- Putzger, F. W. (2006): Putzger. Historischer Weltatlas - Kartenausgabe (103. Auflage). Berlin: Cornelsen Verlag
- Rat für deutsche Rechtschreibung (2006): Deutsche Rechtschreibung. Regeln und Wörterverzeichnis. München, Mannheim
- Rickenbacher, M. (2007): Ferdinand Rudolf Hassler und die Vermessung der Schweiz 1791-1803. In: *Cartographica Helvetica*, Vol. 36, S. 11-25
- Santos, F. (2008): DIGMAP. <http://digmap.eu/doku.php> (Abgerufen am 29.09.2009)
- Schallhorn, E. (2003): Geographie oder Geografie? Bretten: Verband deutscher Schulgeographen
- Shneiderman, B. (1996): The Eyes Have It: A Task by Data Type Taxonomy for Information Visualization. 1996 *IEEE Symposium on Visual Languages* (S. 336-343). Boulder, Colorado: IEEE.
- Statistik Austria (2009): Schulen, Klassen, Schülerinnen und Schüler und Lehrerinnen und Lehrer 1970/71 - 2008/09. http://www.statistik.at/web_de/statistiken/bildung_und_kultur/formales_bildungswesen/schulen_schulbesuch/020948.html (07.01.2010)
- Trabold, R. (2010): Interaktive Karte im DHM. Interview per E-Mail am 15. Februar 2010. (Interviewer: Christian Lendl)
- Trichtl, W. (2008): topografische Karten in der Schule: Grundlagen der Kartografie als Schlüssel zum selbständigen Wissenserwerb. Wien: Diplomarbeit
- Tufte, E. R. (2001): *The Visual Display of Quantitative Information* (2. Edition ed.). Cheshire, Connecticut: Graphics Press
- Wagner, W. (2009): Verwendung von Karten im Fernsehen. Interview per E-Mail am 20. April 2010 (Interviewer: Christian Lendl)
- Wikipedia (2009): Mit offenen Karten. http://de.wikipedia.org/wiki/Mit_offenen_Karten (Abgerufen am 21.12.2009)
- Wikipedia (2009): ZDF-History. <http://de.wikipedia.org/wiki/ZDF-History> (Abgerufen am 21.12.2009)
- Wilson, A. (2001): Sydney Timemap: Integrating Historical Resources Using GIS. In: *History and Computing*, Vol. 1 (No. 13), S. 45-68
- Zollinger, S. (2008): Kartenkritik an OpenStreetMap. Eine systematische Beurteilung der durch Mapnik visualisierten freien Weltkarte mit Fokus auf die Schweiz. Zürich: ETH Zürich.