



Joachim Schwarzgruber, BSc

Zeitabhängige Darstellung der Lebenswege historischer Geodäten / Kartografen in einem Web-GIS

MASTERARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades

Master of Science

Masterstudium Geomatics Science

eingereicht an der

Technischen Universität Graz

Betreuer

Norbert Bartelme, Ao.Univ.-Prof.i.R. Dr.phil. tit.Univ.-Prof.

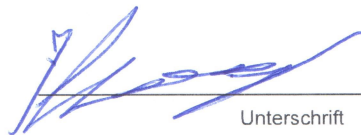
Institut für Geodäsie

EIDESSTÄTTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Das in TUGRAZonline hochgeladene Textdokument ist mit der vorliegenden Masterarbeit identisch.

21.1.2019

Datum



Unterschrift

Vorwort

Im Rahmen der Lehrveranstaltung 'Geschichte des Vermessungswesens und der Kartographie' kam ich mit diesem interessanten Themengebiet in Berührung und ich konnte mir sehr bald vorstellen, meine Masterarbeit mit einem Bezug zur historischen Entwicklung der Vermessung und Kartografie zu verfassen. Die ansprechende Gestaltung der Vorlesung und die spürbare Begeisterung des Vortragenden bestätigten mir die Richtigkeit dieses Vorsatzes. Den Schwerpunkt meines Studiums legte ich in den Bereich des Katasters, da ich auch meine zukünftige berufliche Tätigkeit in diesem Gebiet sehe. Mit dieser Masterarbeit war es glücklicherweise möglich, mich nochmals mit einer etwas anderen Materie zu beschäftigen.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich als erstes bei meinem Betreuer, Prof. Norbert Bartelme, bedanken. Prof. Bartelme hat einerseits bei mir das Interesse für das Themengebiet dieser Masterarbeit geweckt und mich andererseits bei der Bearbeitung dieses Projekts äußerst verständnisvoll unterstützt und begleitet. Keine Frage war ihm zu unbedeutend oder zu naiv. Gerne nahm er sich Zeit für Besprechungen und beantwortete meine E-Mails fast schneller, als ich sie schrieb.

Bei der Suche nach Ressourcen zur Realisierung dieser Arbeit stellte mir Dr. Johannes Scholz großzügig Mittel des Instituts zur Verfügung und gab mir hilfreiche Hinweise, wie die Umsetzung gerade auch mit Open Source-Werkzeugen gelingen kann.

Ein besonderer Dank gilt auch meinen Eltern, die mich von klein auf zum Lernen motivierten und mir unbeschreiblich viel auf meinen Lebensweg mitgegeben haben. Das benötigte Durchhaltevermögen und die Disziplin, welche für die Erstellung dieser Masterarbeit unentbehrlich war, verdanke ich nicht zuletzt auch ihnen.

Meine liebe Frau hat mich durch die herausfordernde Zeit dieser Masterarbeit getragen. Sie hatte viel Verständnis für meine Verzweiflung, wenn etwas nicht funktionierte und glaubte immer daran, dass ich es schaffen werde. In den vielen Stunden der Masterarbeit kümmerte sie sich alleine um die Kinder und entschuldigte großzügig meine geistige Abwesenheit bei Tag und bei Nacht.

Ein herzliches Dankeschön geht auch an meine Schwester Barbara, die sich bereit erklärte, meine Rechtschreibfehler in diesem Dokument aufzuzeigen.

Vielen Dank auch an Sylvester Miya, M.Sc. für die Hilfe bei der Erstellung des englischsprachigen Abstracts.

Zusammenfassung

Bei der Entstehung neuer wissenschaftlicher Ansätze und der Weiterentwicklung des Wissensstandes spielten die Lebenswege von Wissenschaftlern und der damit verbundene mögliche Wissenstransfer seit jeher eine entscheidende Rolle. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, eine Möglichkeit für die Darstellung der Lebenswege von Geodäten und Kartografen der Vergangenheit zu schaffen. Basierend auf einer Geodatenbank wurde ein Web-GIS erstellt. Zusätzlich wurden Formulare erzeugt, um Datensätze in die Geodatenbank einzupflegen. Um die Karte zu realisieren, wurden die Open Source-Werkzeuge 'Geoserver' und 'OpenLayers' eingesetzt. Durch Animation wurde eine Verbindung zwischen der geografischen Position und der zeitlichen Dimension geschaffen. Am Beispiel von Gerhard Mercator konnte gezeigt werden, dass die animierte Visualisierung in einem Web-GIS eine gute Möglichkeit zur Veranschaulichung eines Lebenswegs ist. Des Weiteren konnte es als taugliches Werkzeug für die Frage nach möglichen Treffen verschiedener Personen befunden werden.

Abstract

The emergence of new scientific applications as well as the advancement of scientific know-how have always been heavily impacted and influenced by the livelihood of scientists and the transfer of knowledge. It is, therefore, the aim of this thesis to present findings on the roles the lives and paths taken by geodesists and cartographers of the past played in the evolution of the science of Geodesy. This thesis pegged its findings on a geodatabase and a Web-GIS that was created. In addition forms were developed for the purpose of data record entry into the geodatabase. To generate the map, the open source tools 'GeoServer' and 'OpenLayers' were employed. A link between the geographical position and the temporal dimension was created by animated visualizations. Using Gerhard Mercator as an example, it was shown that animated visualization in a Web-GIS is a convenient and ideal way to illustrate a life path. Furthermore, it was found to be a useful tool for the question of possible meetings of different people.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	III
Danksagung	IV
Zusammenfassung	V
Abstract	V
Abbildungsverzeichnis	IX
Tabellenverzeichnis	XI
Abkürzungsverzeichnis	XII
1 Problemstellung und Zielsetzung	1
2 Grundlagen	4
2.1 <i>Darstellung von zeitabhängigen geografischen Phänomenen</i>	4
2.2 <i>Animation von Karten</i>	6
2.3 <i>Web-GIS</i>	7
2.3.1 Allgemeines	7
2.3.2 Struktur	7
2.3.2.1 statische Webseiten / anklickbare Karten	7
2.3.2.2 interaktive statische Webseiten.....	8
2.3.2.3 Client-Anwendung	8
2.3.2.4 dynamische Webseiten	8
2.3.2.5 Geodateninfrastruktur (Geoportal)	9
2.4 <i>Datenbanken</i>	10
2.4.1 Allgemeines	10
2.4.2 Datenbankmanagementsysteme (DBMS).....	10
2.4.3 räumliche Daten in Datenbanken	11
2.5 <i>Lizenzen</i>	11
3 Vorarbeiten anderer Autoren	13
3.1 <i>HGIS de las Indias</i>	13
3.2 <i>vitaemaps</i>	14
3.3 <i>weitere Beispiele</i>	15

4	Konzept	18
4.1	<i>Übersicht</i>	18
4.2	<i>Datenbankkonzept</i>	19
4.3	<i>Darstellung der Daten</i>	21
4.4	<i>Datenmutation</i>	24
5	Umsetzung	25
5.1	<i>Datenverwaltung</i>	25
5.1.1	PostgreSQL-Datenbank mit PostGIS-Erweiterung.....	25
5.1.2	Erstellung von HTML-Formularen für die Dateneingabe.....	30
5.2	<i>Darstellung der Daten</i>	32
5.2.1	Aufbereitung der Daten mit Geoserver.....	32
5.2.2	Aufbau einer zeitlich animierten Karte mit OpenLayers.....	33
5.3	<i>Veröffentlichung mittels Website</i>	35
5.3.1	Integration der Bestandteile in eine Website.....	35
5.3.2	Nutzung der Dienste von Microsoft Azure.....	36
5.3.2.1	Website als Web-App veröffentlichen.....	36
5.3.2.2	Website mittels Virtual Machine (VM) veröffentlichen.....	37
5.4	<i>Einarbeitung eines Beispieldatensatzes (Gerhard Mercator)</i>	38
5.4.1	Ziel und Vorgehensweise.....	38
5.4.2	Das Leben des Gerhard Mercator.....	39
5.4.3	Gliederung in Lebensabschnitte.....	42
5.4.4	technische Herausforderungen.....	45
5.5	<i>Eingesetzte Hardware (inkl. Betriebssystem)</i>	45
5.6	<i>Weitere eingesetzte Software</i>	46
5.6.1	pgAdmin III.....	46
5.6.2	NetBeans IDE.....	47
5.6.3	XAMPP.....	48
5.6.4	FileZilla.....	49
5.6.5	Webbrowser.....	50
6	Ergebnis	51

7	Beurteilung des Ergebnisses und Ausblick.....	55
7.1	<i>Möglichkeiten</i>	55
7.2	<i>Einschränkungen</i>	57
7.3	<i>Möglichkeiten zur zukünftigen Erweiterung.....</i>	<i>58</i>
7.3.1	Benutzerfreundlichere Dateneingabe	58
7.3.2	Verbesserung der Darstellung	58
7.3.3	Pop-up Fenster bei Klick auf Karteninhalte	58
7.3.4	Responsive Design.....	59
7.3.5	Zugang zur Datenbank schützen.....	59
7.3.6	Einrichten der Anwendung auf einem geeigneten Server	59
8	Fazit.....	60
	Literaturverzeichnis	62

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Mobilität der Wissenschaftler um 1600 (Quelle: Bartelme N., 2017).....	2
Abbildung 2-1: zeitliche Dimension bei unterschiedlichen Anwendungen (Quelle: Bill, 2016).....	4
Abbildung 3-1: Screenshot der Website https://www.hgis-indias.net/index.php/webgis	13
Abbildung 3-2: Screenshot von vitaemaps, übernommen aus: Krimbacher (2011).....	14
Abbildung 3-3: Ausschnitt aus einer historischen Karte (http://www.visionofbritain.org.uk/maps)	15
Abbildung 3-4: Kartensuche auf www.davidrumsey.com	16
Abbildung 3-5: Screenshot aus einem 3D-Flug über San Francisco (www.davidrumsey.com)	17
Abbildung 4-1: Konzept Übersicht.....	18
Abbildung 4-2: Entity-Relationship-Modell (ER-Modell)	20
Abbildung 4-3: Vor-/Nachteile OpenLayers	21
Abbildung 4-4: Vor-/Nachteile Leaflet.....	22
Abbildung 4-5: Vor-/Nachteile ArcGIS und weitere Möglichkeiten	23
Abbildung 5-1: Geoserver, Benutzeroberfläche	32
Abbildung 5-2: Beispiel einer zeitlich animierten Karte von OpenLayers.....	34
Abbildung 5-3: Gliederung der Website	35
Abbildung 5-4: Screenshot der Startoberfläche von Microsoft Azure.....	36
Abbildung 5-5: Portät von Mercator aus CRANE, N. (2005), aus 1. Farbteil	38
Abbildung 5-6: Mercators Karte der nördlichen Polarregion aus CRANE, N. (2005), aus 2. Farbteil	39
Abbildung 5-7: Teil der Weltkarte in Mercator-Projektion aus CRANE, N. (2005), aus 1. Farbteil	40
Abbildung 5-8: Benutzeroberfläche von pgAdmin III.....	46
Abbildung 5-9: Oberfläche Netbeans IDE	47
Abbildung 5-10: Oberfläche von XAMPP	48
Abbildung 5-11: Oberfläche von FileZilla	49
Abbildung 6-1: Screenshot der Webseite hgis-geodaeten.azurewebsites.net ..	51
Abbildung 6-2: Tabelle mit den Details zu den möglichen Treffen (Auszug).....	53

Abbildung 6-3: Darstellung eines möglichen Treffens	53
Abbildung 6-4: Steuerung der Farbe des Symbols in Geoserver	53
Abbildung 7-1: Lebensweg von Mercator ohne zeitliche Unterscheidung.....	55
Abbildung 7-2: Ausgewählte Jahre des Lebenswegs von Mercator.....	56

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1: Erläuterung zu den Interaktionen in Abbildung 5-1	19
Tabelle 5-1: Aufbau der Relation 'pers'	26
Tabelle 5-2: Aufbau der Relation 'lebensabschn'	27
Tabelle 5-3: Aufbau der Relation 'treffen'	28
Tabelle 5-4: Aufbau der Relation 'qualitaet_datum'	28
Tabelle 5-5: Aufbau der Relation 'qualitaet_ort'	29
Tabelle 5-6: Aufbau der Relation 'geonames'	29
Tabelle 5-7: Inhalt der Relation 'qualitaet_Datum'	30
Tabelle 5-8: Inhalt der Relation 'qualitaet_Ort'	30
Tabelle 5-9: Lebensstationen des Gerhard Mercator	42
Tabelle 5-10: Inhalt der Relation 'qualitaet_Datum'	43
Tabelle 5-11: Inhalt der Relation 'qualitaet_Ort'	44
Tabelle 6-1: Hintergrundkarten	52

Abkürzungsverzeichnis

API	Application Programming Interface
CSS	Cascading Style Sheet
DB	Datenbank
DBMS	Datenbankmanagementsystem
GIS	Geo-Informationssystem
GPLv2	General Public License version 2
HGIS	historisches GIS
HTML	Hypertext Markup Language
ID	Identifikator
IDE	integrated development environment
IP	Internet Protocol
o.D.	ohne Datum
OGC	Open Geospatial Consortium
PHP	Hypertext Preprocessor
SLD	Styled Layer Descriptor
SQL	Structured Query Language
WMS	Web Map Service
WFS	Web Feature Service
XML	Extensible Markup Language

1 Problemstellung und Zielsetzung

Die Geschichte der Vermessung und Kartografie reicht im weiteren Sinne zurück bis zu Felsskizzen und kartenähnlichen Darstellungen, welche vor mehreren Jahrtausenden erstellt worden waren. Aus der Zeit der städtischen Hochkulturen Mesopotamiens sind Vermessungen von Grundstücken dokumentiert und auch die Ägypter benötigten die Kunst des Messens für die Errichtung ihrer Bauwerke. Im antiken Griechenland wurde bereits ein Tunnel mit beidseitigem Vortrieb errichtet, was hohe Anforderungen an die Vermessung stellte. Ptolemäus und Marinus beschäftigten sich schon um ca. 150 n.Chr. mit den Schwierigkeiten der Abbildung einer Kugeloberfläche auf einer Ebene und erstellten erste Projektionen.

Zur Zeit des römischen Reichs wurde sowohl Vermessung als auch Kartografie betrieben. Die Vermessungen wurden einerseits für Bauwerke, andererseits für Grundstücke benötigt. Ein großes kartografisches Projekt aus dieser Zeit ist die Erstellung einer Karte der gesamten bekannten Welt. Marcus Vipsanius Agrippa (64-12 v.Chr.) überwachte dieses Projekt und kann somit als ein namentlich bekannter Kartograf dieser Zeit gesehen werden.

Aus dem weiteren Verlauf der Geschichte sind auch kartografische Arbeiten aus Arabien und Ostasien bekannt und auch in Europa entstanden im Früh- und Hochmittelalter weitere kartografische Werke. Ab dem Zeitalter der Entdecker sind auch die Metadaten der Karten immer genauer bekannt und es ist besser nachvollziehbar, wo und wie der Transfer von Wissen stattgefunden hat.

Ab dem 16. Jahrhundert wurde auch die Forschung im Bereich der Geodäsie stärker vorangetrieben. Die Mobilität der Wissenschaftler nahm weiter zu und so war die Verbreitung von Erkenntnissen immer besser möglich. Einige Begegnungen bedeutender Wissenschaftler, welche sich auch mit kartografischen und geodätischen Themengebieten beschäftigten, sind dokumentiert. Als Beispiel soll hier die Zeit von Johannes Kepler in Prag angeführt werden, in welcher er um 1600 auch gemeinsam mit Tycho Brahe arbeitete und bedeutende astronomische Wissensbestände übernehmen konnte.



Abbildung 1-1: Mobilität der Wissenschaftler um 1600 (Quelle: Bartelme N., 2017)

Wenn nun die unterschiedlichen Lebenswege in eine Karte eingezeichnet werden (siehe Abbildung 1-1), ist erkennbar, wer sich an einem Ort aufhielt, an dem auch der Lebensweg eines anderen Wissenschaftlers vorbeiführte. Um jedoch den Verdacht eines Treffens genauer zu untersuchen, ist es notwendig, die Darstellung in Abhängigkeit der Zeit zu ermöglichen. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass die historischen Daten meist mit einer Unsicherheit behaftet sind. Um bei der Analyse der Daten eine bessere Einschätzung vornehmen zu können, ist es daher wichtig, bei der Erfassung auch Aussagen über die Qualität der Daten machen zu können. Neben der visuellen Betrachtung der Lebenswege können auch automatisierte Analysen für die Auswertung zur

Verfügung gestellt werden. Durch die Betrachtung möglichst aller Lebensstationen von Geodäten und Kartografen zu einem Zeitpunkt kann auch eine Aussage gemacht werden, wo ein mögliches Zentrum der betreffenden Wissenschaftsgebiete gewesen sein könnte.

Die Darstellungsmöglichkeit soll so aufgebaut werden, dass einem größeren Kreis von Betrachtern der Zugang ermöglicht werden kann.

Der Begriff 'Geodät' wird im Rahmen dieser Arbeit eher breit verwendet. Das heutige Berufsfeld der Geodäten befasst sich sowohl mit Plänen, welche nur ein Grundstück darstellen, als auch mit GNSS-Messungen, bei denen ein Teil des Messmittels in mehreren 10'000 km Entfernung um die Erde kreist. Die von Johannes Kepler formulierten Keplergesetze sind für die Satellitengeodäsie von großer Bedeutung, auch wenn Kepler zu seiner Zeit kaum als Geodät wahrgenommen worden wäre.

Als Kartografen werden sowohl Personen verstanden, welche Karten erstellten und dafür geografische Gebiete durchzogen, als auch Wissenschaftler, welche sich mit den Möglichkeiten der Darstellungen auseinandersetzten oder Projekte zur Erstellung von Karten leiteten.

2 Grundlagen

2.1 Darstellung von zeitabhängigen geografischen Phänomenen

Die Darstellung der Zeit in einem GIS kann gemäß Bill (2016) als eine weitere Dimension betrachtet werden. Wenn also bei einer zweidimensionalen Geometrie noch eine zeitliche Angabe hinzugefügt wird, entsteht ein Geoobjekt mit der Dimension '2D+Zeit'. Dies kann gerade bei historischen Informationssystemen interessant sein. Handelt es sich bereits um ein dreidimensionales Objekt (z.B. 3D-Stadtmodell) bei welchem nun die Veränderung durch die Zeit hinzugefügt wird, entsteht daraus ein '4D-Objekt'. In den meisten GIS-Anwendungen kommt dem räumlichen Bezug die größte Bedeutung zu. Oftmals handelt es sich um eher statische Datenbestände, welche laufend oder periodisch aktualisiert werden und bei denen meist nur der neuste Stand von Interesse ist. Wenn jedoch zusätzlich eine Entwicklung untersucht werden soll oder wenn die Veränderung eines Objektes Gegenstand von Analysen sein soll, kommt der zeitlichen Dimension eine immer wichtigere Rolle zu. Ein Anwendungsbereich von zeitlich animierten GIS ist auch die Darstellung von Fahrzeugtrajektorien, je nach Bedarf auch in Echtzeit.

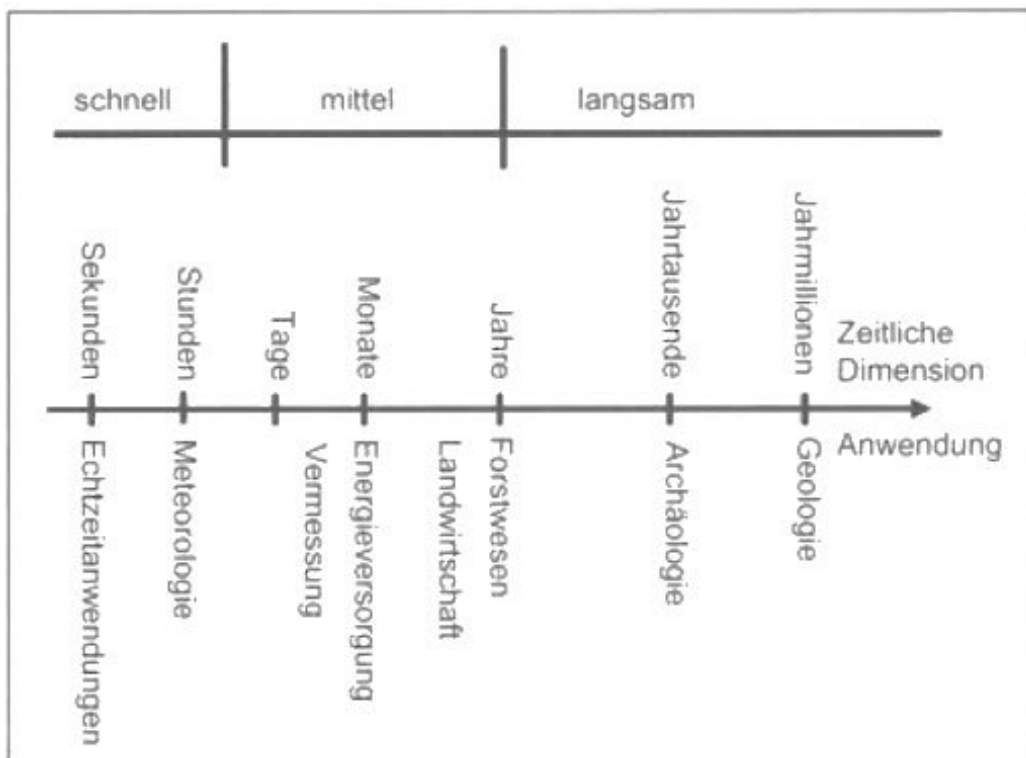


Abbildung 2-1: zeitliche Dimension bei unterschiedlichen Anwendungen (Quelle: Bill, 2016)

Die Dimension der Zeit kann in sehr unterschiedlicher Skalierung in Erscheinung treten: Bei geologischen oder klimatischen Veränderungen wird typischerweise ein Zeitraum von mehreren hundert Jahren (oder größer) betrachtet, während bei meteorologischen Voraussagen teilweise Zeiträume von wenigen Stunden interessieren (siehe Abbildung 2-1). Bei der räumlichen Modellierung von Objekten kann zwischen Punkten, Linien und Flächen unterschieden werden. Bei der zeitlichen Dimension finden wir eine ähnliche Unterscheidung dadurch, ob dem Objekt ein Zeitpunkt oder eine Zeitdauer zugewiesen wird. Bei großräumigen Fragestellungen, bei welchen auch die Uhrzeit eine Rolle spielt, ist zusätzlich die Festlegung des zeitlichen Bezugssystems wichtig (Universal Time, Lokale Uhrzeit, mitteleuropäische Zeit, usw.).

In einem GIS mit zeitlicher Dimension lassen sich auch temporale Abfragen erstellen, welche zusätzlich mit den bekannten räumlichen Analysen kombiniert werden können. Eine temporale Abfrage könnte zum Beispiel den vorangehenden Zustand betreffen oder alle Objekte markieren, deren Zeitdauer sich mit der Zeitdauer eines anderen Objekts überlagern.

Auch bei der Steuerung der zeitlichen Dimension in einer Anzeige gibt es Analogien zur räumlichen Navigation. So kann man auf einer Karte meist entweder durch Eingabe von räumlichen Daten oder durch den sogenannten 'Pan'-Befehl zu einem bestimmten Ort navigieren. Für eine Veränderung des dargestellten Zeitpunkts kann entsprechend die Eingabe eines Zeitpunkts oder die Verschiebung eines Schiebereglers (Time-Slider) verwendet werden.

Bei der Ausgabe eines zeitlichen Phänomens in einer Karte kann unterschieden werden zwischen Zeitscheibenschnappschüssen und Grundkarten mit Überlagerungen. Um die Komplexität der Darstellung zu klassifizieren, führt Bill (2016) den Begriff der Ordnung der Zeitanimation ein. Bei einer Zeitanimation erster Ordnung verändert sich nur die Zeit, bei einem Fall zweiter Ordnung werden zusätzlich noch Attribute des Objektes variiert, während bei einer Zeitanimation dritter Ordnung alle drei Charakteristika Zeit, Raum und Thema verändert werden.

2.2 Animation von Karten

Die Animation von Karten kann in temporale und nicht-temporale Animation unterteilt werden (siehe Bartelme & Rautz). Bei temporalen Animationen werden die Objekte anhand zeitlicher Daten verändert. Bei nicht-temporalen Animationen wird der Karteninhalt hervorgehoben oder andere Parameter wie z.B. der angezeigte Ausschnitt verändert. Grundsätzlich können bei Grafikobjekten im Rahmen einer Animation folgende Attribute verändert werden: Position, Form, Größe, Ausrichtung, Farbe, Wert, Textur. Bei Animationen ist es wichtig zu bedenken, was für den Betrachter hilfreich ist und was eher störend oder ablenkend ist.

2.3 Web-GIS

2.3.1 Allgemeines

Seip, Zehner & Korduan (2017, S. 36) definieren ein Web-GIS folgendermaßen:

"Nach derzeitigem Stand der Technologie kann man ausdrücken, dass ein Web-GIS nach der Definition fast einem herkömmlichen Geo-Informationssystem entspricht, nur dass zusätzlich das Internet bzw. dessen Technologie als Datenübertragungsmedium genutzt wird."

Dies bedeutet, dass ein Web-GIS heutzutage nicht mehr nur ein Online-Auskunftssystem ist, sondern vielmehr auch komplexere Abfragen sowie Datenmutationen vorgenommen werden können. Die Stärke eines Web-GIS liegt besonders in der großen Zahl an Nutzern, die erreicht werden kann. Gegenüber einem Desktop-GIS muss ein stärkeres Augenmerk auf die Sicherheit gerichtet werden.

Bei einem Web-GIS ist es wichtig, zwischen Client und Server zu unterscheiden. Der Client ist auf der Seite des Nutzers und ruft Inhalte vom Server ab. Ob beim Client nur ein einfacher Webbrowser ausreicht oder ob ein Programm installiert sein muss, ist von der Struktur des Web-GIS abhängig.

2.3.2 Struktur

In Seip et al. (2017) werden einige typische Anwendungen und ihre Realisierungen angeführt und beschrieben. Die Beispiele unterscheiden sich durch die verwendete Struktur, durch die mögliche Funktionalität und im Aufwand des Aufbaus. Im Folgenden sind nun einige dieser Beispiele erläutert:

2.3.2.1 statische Webseiten / anklickbare Karten

Es werden z.B. mit einem Desktop-GIS Karten erzeugt und als Raster-Dateien abgespeichert. Sinnvollerweise wird eine Übersichtskarte und mehrere Detailkarten erstellt. In jeder Karte können nun Bereiche definiert werden, welche bei einem Klick zu einer weiteren Karte, einem Foto oder einem Dokument führen. Ein Web-GIS mit statischen Webseiten ist mit wenig Aufwand realisiert, bei Änderungen ist dafür der Aufwand relativ hoch. Die Ansichtsmöglichkeiten sind stark eingeschränkt.

2.3.2.2 interaktive statische Webseiten

Wenn ein Web-GIS mittels interaktiver statischer Webseite aufgebaut ist, wird ein externer Geodatenprovider eingesetzt, um die Hintergrunddaten zu liefern. Ein möglicher Geodatenprovider ist Google Maps. Google Maps ist für den nichtkommerziellen Gebrauch frei, d.h. die Anzahl Zugriffe ist beim kostenlosen Zugang beschränkt. Die eigenen Daten werden mit vordefinierten Funktionen hinzugefügt. Mit Java-Script können weitere interaktive Optionen (z.B. Pop-Ups) realisiert werden. Mit dieser Methode kann ein Web-GIS auch mit wenig Aufwand realisiert werden.

2.3.2.3 Client-Anwendung

Bei einer Client-Anwendung muss der Nutzer ein Plug-In installieren. Dies erfolgt zwar fast automatisch, kann aber trotzdem User davon abhalten, mit der Betrachtung fortzufahren. Soll der Nutzer nicht nur die Möglichkeit haben, den Inhalt des Web-GIS zu betrachten, sondern auch dazu Stellung zu nehmen, kann dies über Formularfunktionen realisiert werden.

2.3.2.4 dynamische Webseiten

Es besteht die Möglichkeit, die angezeigten Karten immer auf Anfrage von einem Kartenserver erzeugen zu lassen. Dies ist besonders bei großen Datenmengen ein Vorteil, da dann nur der benötigte Ausschnitt in der benötigten Zoomstufe geladen wird. Zusätzlich können bei der Anfrage an den Kartenserver (z.B. Geoserver) weitere Kriterien mitgesendet werden, so dass räumliche Abfragemöglichkeiten bestehen. Clientseitig ist nur ein Webbrowser notwendig, da die Kartendaten als Bilder in eine Webseite integriert werden. Bei dieser Variante muss jedoch ein Kartenserver mit den entsprechenden Komponenten zur Verfügung stehen.

2.3.2.5 Geodateninfrastruktur (Geoportal)

Um ein Geoportal zu realisieren, wie dies in Verwaltungen oft anzutreffen ist, wird eine umfangreiche Infrastruktur benötigt und es ist ein großer Aufwand für Errichtung und Unterhalt zu erwarten. Oftmals liegen die Daten in unterschiedlichen Formaten vor und sollen teilweise als Raster- teilweise als Vektordaten an das Geoportal gesendet werden. Es wird meist mit großen Datenmengen gearbeitet, deshalb muss auch großer Wert auf Datenbanken gelegt werden. Gerade die Kombination von Daten aus unterschiedlichen Quellen bietet aber eine gute Chance für zusätzlichen Informationsgewinn.

2.4 Datenbanken

2.4.1 Allgemeines

Eine treffende Beschreibung von Datenbanken gibt Zehnder (2005, S. 25):

"In einer Datenbank werden typischerweise viele gleichartige Datensätze zu einem bestimmten Aufgabenbereich abgespeichert, "

Von der Struktur her besteht eine Datenbank aus einer oder mehreren Relationen (zweidimensionale Tabellen), welche wiederum aus Tupel (Zeilen mit den Daten) bestehen. Jede Spalte der Relation enthält ein Attribut. Die Relationen können voneinander abhängig sein. Dies bedeutet, dass Attribute von unterschiedlichen Relationen zusammenhängen. Um jedes Tupel jeweils einer Relation voneinander unterscheiden zu können, wird ein Identifikationsschlüssel eingeführt.

Um Redundanzen zu vermeiden, wird im Relationenmodell ein Normalisierungsprozess durchgeführt. Eine Datenbank, welche Redundanzen aufweist, benötigt mehr Speicherplatz als eigentlich notwendig wäre und ist anfälliger auf Inkonsistenzen. Allerdings erläutert Zehnder (2005, S. 116), dass es bei der Realisierung einer Datenbank manchmal sinnvoller ist, ein praktisches Datenschema einem perfekten Datenschema vorzuziehen. Dies kann bedeuten, dass kleinere Redundanzen in Kauf genommen werden um das Schema zu vereinfachen oder um Abfragen übersichtlicher zu gestalten.

2.4.2 Datenbankmanagementsysteme (DBMS)

Für den Zugriff auf die eigentlichen Daten wird ein Datenbankmanagementsystem (DBMS) benötigt. Beim DBMS handelt es sich um eine Software, welche installiert wird, und welche durch die Möglichkeit von Befehlseingaben und evtl. grafischen Oberflächen die Erstellung und Verwaltung einer Datenbank ermöglicht.

2.4.3 räumliche Daten in Datenbanken

Räumliche Daten stellen insofern eine Besonderheit dar, als beispielsweise zur Beschreibung der Position eines Punktes zumindest ein Koordinatenpaar (im 2-dimensionalen Fall) und die Angabe des räumlichen Referenzsystems notwendig sind. Damit nun räumliche Daten in einem DBMS besser verwaltet werden können, sind Erweiterungen zu den DBMS verfügbar. Durch diese Erweiterungen ist nicht nur die Speicherung von Punkten, Linien und Flächen (und allenfalls komplexen Geometrien) möglich, sondern auch die Auswertung von räumlichen Daten mit Funktionen für räumliche Operationen.

2.5 Lizenzen

Die Verwendung von Inhalten und Software unterliegt auch im Open Source-Bereich Lizenzbedingungen. Die meisten Lizenzen, welche in diesem Bereich zur Anwendung kommen, sind auf der Webseite der Open Source Initiative (<https://opensource.org/licenses>) detailliert erläutert. In der nachfolgenden Auflistung werden die Lizenzen, mit welchen sich in der vorliegenden Arbeit Berührungspunkte ergaben, vorgestellt und die wichtigsten Merkmale angeführt.

GNU GPLv2 (GNU General Public License, Version 2)

Sowohl Kopieren, Weiterverbreiten und Verändern des Produkts ist erlaubt. Allerdings unter bestimmten Voraussetzung wie Kennzeichnung des Copyrights oder Hinweis auf den Haftungsausschluss.

2-Clause BSD (auch als 'Simplified BSD License' oder 'FreeBSD License' bezeichnet)

Auch Produkte, welche unter dieser Lizenz laufen, dürfen verändert oder auch unverändert kopiert und weiterverbreitet werden. Die Voraussetzung ist ebenfalls die Weitergabe der Lizenzbedingungen und des Haftungsausschlusses. Die PostgreSQL License ist sehr ähnlich zur BSD-Lizenz.

CDDL v1.0 (Common Development and Distribution License 1.0)

Die Verwendung, Veränderung und Weitergabe ist auch hier erlaubt, allerdings verfällt die Lizenz, wenn der Nutzer gegen den Ersteller wegen eines Patentstreits vorgeht.

ODbL (Open Data Commons Open Database License)

Diese Lizenz ist für Datenbankinhalte und erlaubt das Teilen, Weiterverarbeiten und Verändern des Produkts. Bedingungen sind, dass auf die Quelle und ihre Lizenz hingewiesen wird, dass daraus erzeugte Produkte wiederum die ODbL-Lizenz erhalten und dass Produkte bei der Weitergabe nicht bezüglich Nutzung stärker eingeschränkt werden.

CC

Die Organisation 'Creative Commons' veröffentlichte verschiedene Standardlizenzen. So kann eine CC-Lizenz mit verschiedenen Zusätzen versehen werden um gewisse Beschränkungen festzuhalten.

Mit dem Zusatz BY wird kenntlich gemacht, dass der Name des Urhebers bei weiterer Veröffentlichung genannt werden muss.

NC steht für 'non-commercial' und verbietet jegliche kommerzielle Nutzung.

ND ist die Kurzform von 'no derivatives'. Dadurch wird eine Veränderung des Objekts untersagt.

Der Zusatz 'SA' bedeutet 'Share Alike' und fordert zusätzlich, dass ein daraus erzeugtes Produkt unter den gleichen Bedingungen geteilt wird.

3 Vorarbeiten anderer Autoren

3.1 HGIS de las Indias

Im Rahmen des Projekts 'HGIS de las Indias' der Grazer Karl-Franzens-Universität wurde ein Web-GIS erstellt (siehe Abbildung 3-1: Screenshot der Website <https://www.hgis-indias.net/index.php/webgis>), in welchem historische Daten mit zeitlicher Animation dargestellt sind. Für die Umsetzung wurde das proprietäre Produkt ArcGIS der Firma ESRI eingesetzt. Weil das behandelte Gebiet Mittel- und Südamerika ist, wurde die Website (www.hgis-indias.net) in spanischer Sprache gestaltet. Die bisherigen wissenschaftlichen Veröffentlichungen zu diesem Projekt befassen sich jedoch stärker mit dem Karteninhalt als mit den technischen Aspekten des Web-GIS.

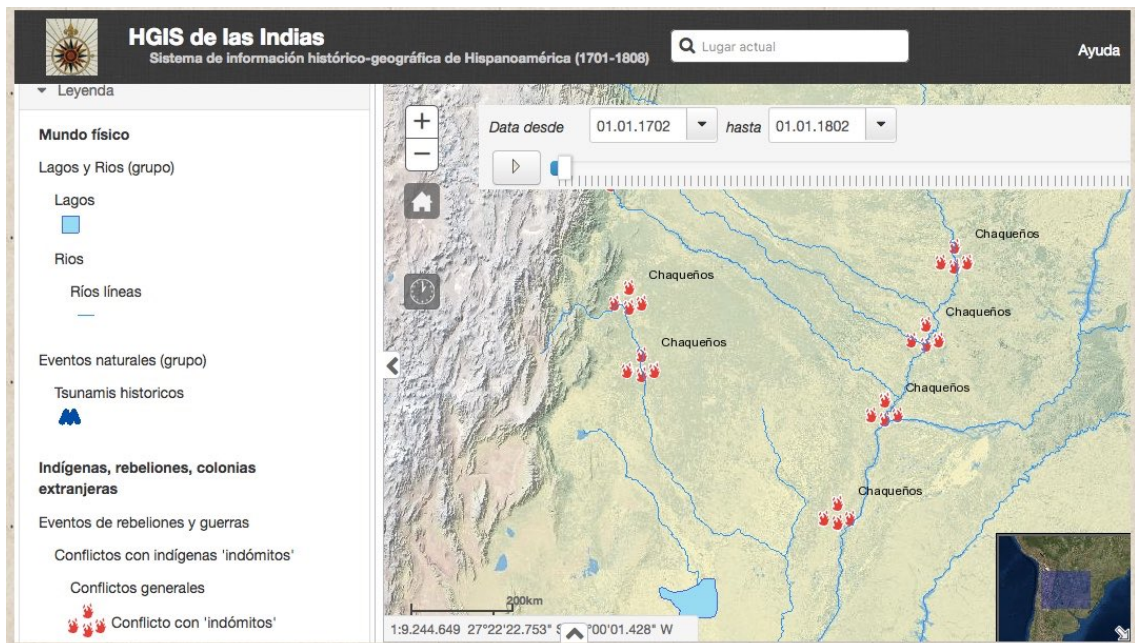


Abbildung 3-1: Screenshot der Website <https://www.hgis-indias.net/index.php/webgis>

Im Unterschied zur vorliegenden Arbeit ist hgis-indias sowohl geografisch als auch zeitlich klar begrenzt. Es wird eine große Themenvielfalt behandelt und neben Punktsymbolen und Linienelementen auch flächenhafte Strukturen dargestellt.

3.2 vitaemaps

Im Rahmen seiner Bakkalaureatsarbeit erarbeitete Andreas Krimbacher, M.Sc. am Institut für Geoinformation der Technischen Universität Graz eine Möglichkeit zur Darstellung von georeferenzierten Biografien (siehe Abbildung 3-2: Screenshot von vitaemaps, übernommen aus: Krimbacher (2011)). Vom technischen Aspekt her wurde eine PostgreSQL-Datenbank mit PostGIS-Erweiterung eingesetzt und die Darstellung mit OpenLayers realisiert.

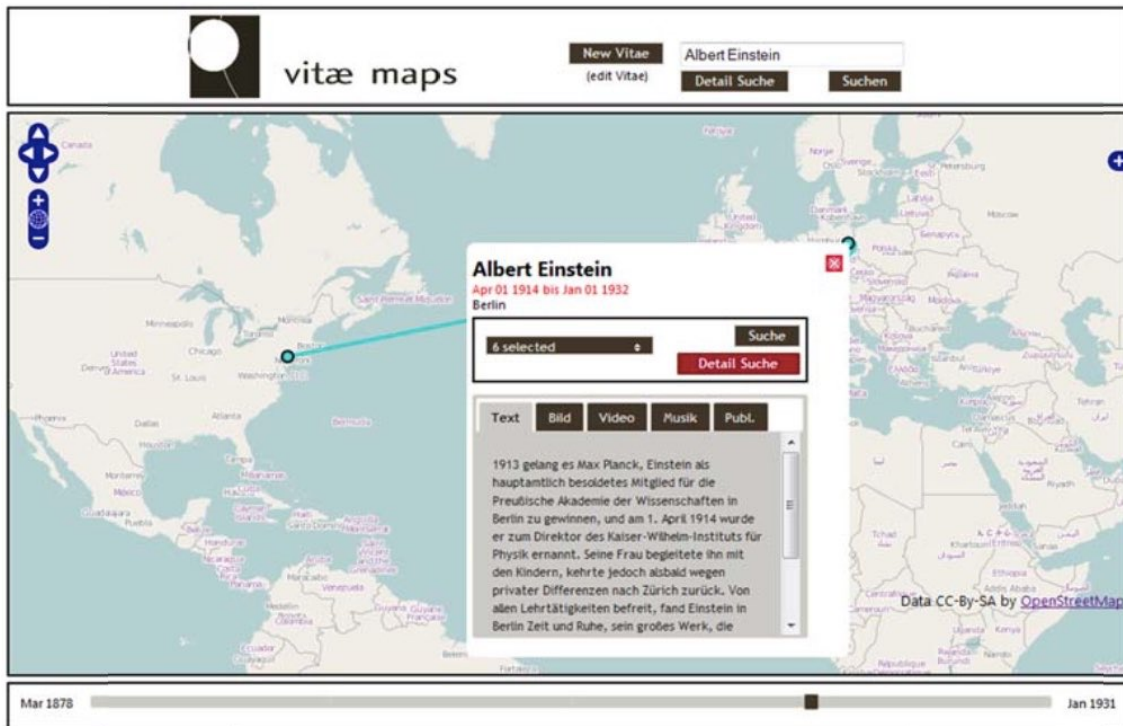


Abbildung 3-2: Screenshot von vitaemaps, übernommen aus: Krimbacher (2011)

Die Arbeit weist von den eingesetzten Werkzeugen als auch vom Inhalt her einige Parallelen zur vorliegenden Arbeit auf. So wurde sowohl eine PostGIS-Datenbank als auch OpenLayers verwendet. In der vorliegenden Arbeit wird ein stärkeres Augenmerk auf den Umgang mit historischen Daten und die Entdeckung von möglichen Treffen gelegt. Bei vitaemaps werden umfangreiche Möglichkeiten zur Erfassung von zusätzlichen Daten (Text, Bilder, Videos, Musik, Publikationen) angeboten, welche in der vorliegenden Arbeit (noch) nicht realisiert sind.

3.3 weitere Beispiele

Auf Wikipedia findet sich eine weitere Liste mit historischen GIS (https://en.wikipedia.org/wiki/Historical_geographic_information_system). Zum Zeitpunkt der Abfrage funktionierten einige der dort aufgeführten Links nicht. Wenn jedoch der entsprechende Begriff bei einer Internet-Suchmaschine eingegeben wird, gelangt man dennoch zu den Projekten. Einige Projekte stellen digitalisierte und georeferenzierte historische Karten eines Staates zur Verfügung (z.B. Großbritannien, China, Niederlande, Deutschland, Belgien).



Abbildung 3-3: Ausschnitt aus einer historischen Karte
(<http://www.visionofbritain.org.uk/maps>)

Ergänzend dazu finden sich teilweise auch Statistiken zu verschiedensten Themengebieten wie Bevölkerung oder Landnutzung. In vielen Fällen ist die zeitliche Dimension begrenzt auf eine Anzahl an Jahreszahlen und die Veränderung der Zeit geschieht nicht durch eine Animation, sondern durch einen manuellen Wechsel des Zeitpunkts. Die einzelnen Kartenblätter werden teilweise auch zum Download angeboten. Mit Hilfe dieser GIS werden die historischen Karten einem großen Publikum präsentiert. Während beim Projekt dieser

Masterarbeit die Veränderung der geografischen Position weniger Personen im Zentrum der Betrachtung stehen, ist es bei einem HGIS eines Staates die Veränderung der Landschaft, welche im Vordergrund steht.

In Abbildung 3-3 ist als Beispiel ein Ausschnitt einer historischen Karte Großbritanniens zu sehen. Dieses Kartenwerk bestand ursprünglich aus 114 Kartenblättern und wurde im Maßstab 1:63'360 (1 Inch auf der Karte entspricht so 1 Meile in der Natur) erstellt. Der Vorteil in einem GIS liegt nun darin, dass die einzelnen Blätter zu einer flächendeckenden Karte zusammengefügt sind.

Auch die größte private Kartensammlung, die 'David Rumsey Map Collection' (<https://www.davidrumsey.com/>) kann als historisches GIS bezeichnet werden. Sie umfasst ca. 85'000 historische Karten aus der ganzen Welt. Besonders nützlich ist hier die in Abbildung 3-4 gezeigte Suchfunktion. Bei dieser Suche kann ein Kartenausschnitt gewählt werden und mit einem Schieberegler ein Zeitfenster definiert werden. Als zusätzliche Suchkriterien sind auch noch Stichworte und Maßstabsangaben möglich.

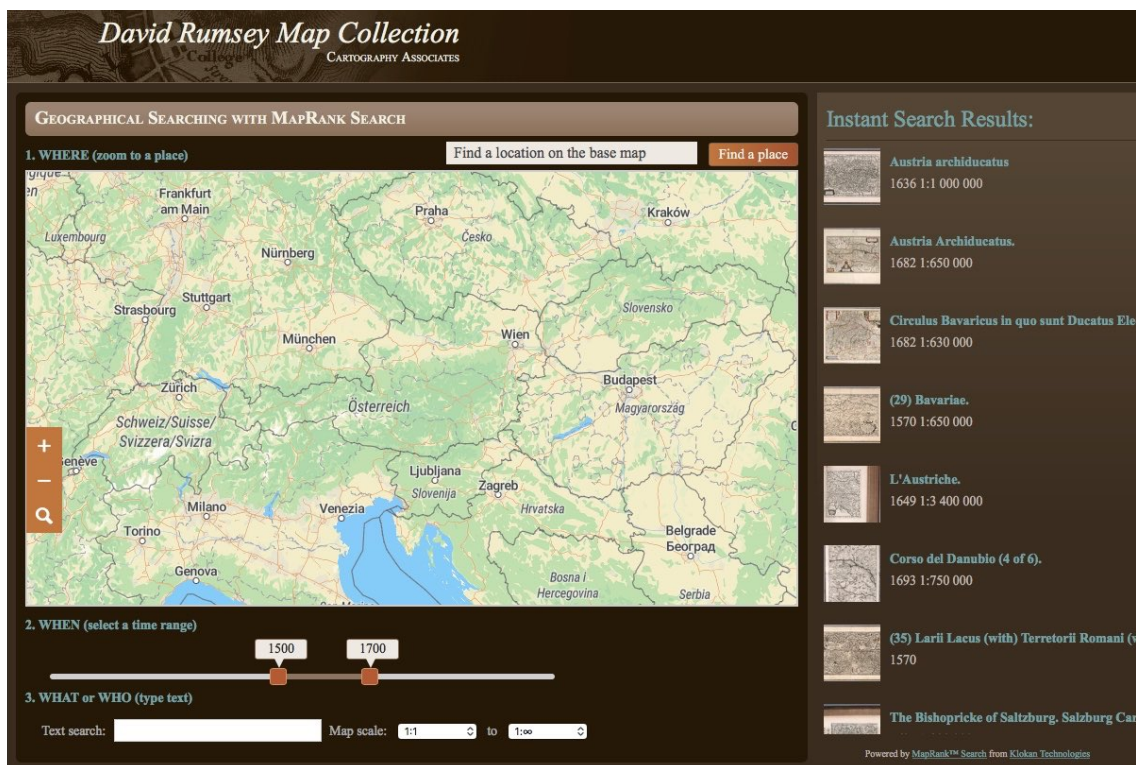


Abbildung 3-4: Kartensuche auf www.davidrumsey.com

Ein besonderes Highlight in der Sammlung von David Rumsey sind historische Karten, welche mit einem aktuellen digitalen Geländemodell (DGM) kombiniert wurden. So lassen sich die historischen Karten aus unterschiedlichsten

Perspektiven betrachten und es sind auch 3D-Flüge durch die Landschaften der Vergangenheit möglich. Ein Printscreen von einem solchen 3D-Flug über San Francisco anfangs des 20. Jahrhunderts ist in Abbildung 3-5 zu sehen. Der 3D-Flug ist ein Beispiel für eine Animation in einem historischen Geo-Informationssystem. Im Gegensatz zur vorliegenden Arbeit ist diese Animation jedoch nicht-temporal, da keine Veränderung in der zeitlichen Dimension vorgenommen wird.



Abbildung 3-5: Screenshot aus einem 3D-Flug über San Francisco (www.davidrumsey.com)

4 Konzept

4.1 Übersicht

Um die Zielsetzung zu erreichen, wurde ein Konzept mit einer Client-Server-Struktur ausgearbeitet. Die Übersicht dazu ist in Abbildung 4-1 dargestellt. Durch die Veröffentlichung der Website wird einem großen Personenkreis der Zugang ermöglicht. Diese Website enthält einen Kartenbereich, in welchem eine oder mehrere Hintergrundkarten und die Lebenswege und Lebensstationen von historischen Personen dargestellt werden. Um die Personendaten zu verwalten, soll eine Geodatenbank aufgebaut werden. Ein Kartenserver wird so konfiguriert, dass er aus dieser Geodatenbank Karten zur Verfügung stellt, welche auf der Website integriert werden. Mittels HTML-Formularen können Daten in die Geodatenbank eingepflegt werden.

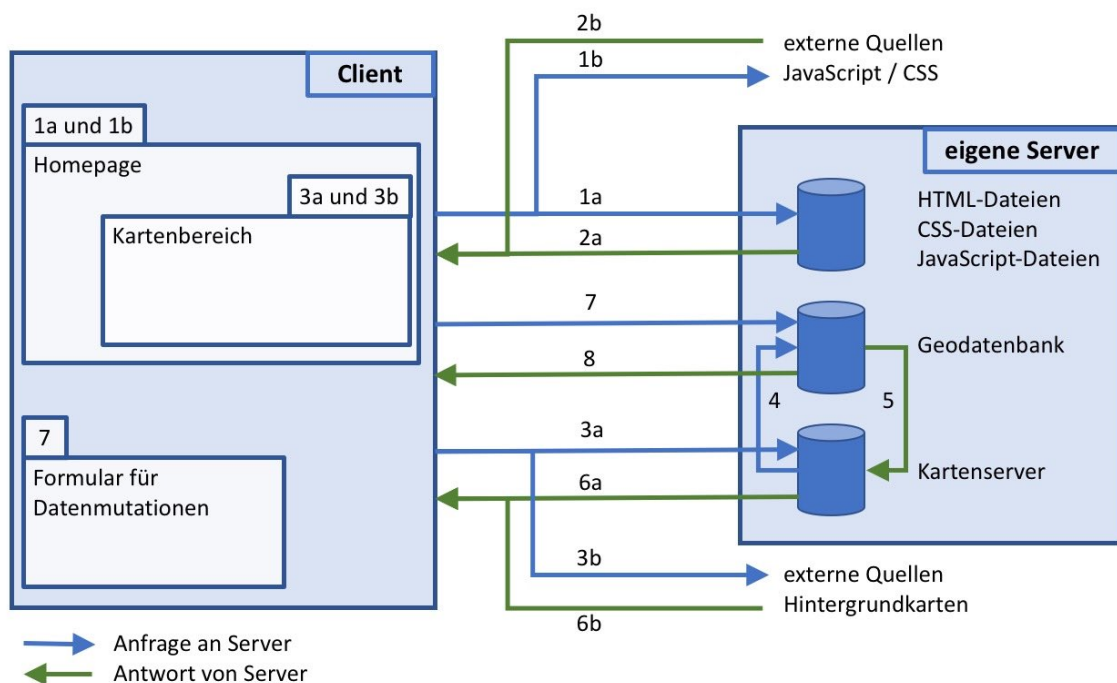


Abbildung 4-1: Konzept Übersicht

In der untenstehenden Tabelle 4-1 sind die einzelnen Interaktionen noch genauer erläutert. Die Einbindung externer Quellen von JavaScripts und CSS-Dateien ist normalerweise nicht notwendig, kann jedoch Vereinfachungen anbieten, je nachdem, welcher Weg zur Darstellung der Karten in der Website gewählt wird.

Tabelle 4-1: Erläuterung zu den Interaktionen in Abbildung 5-1

1a	Inhalt der Website inkl. JavaScript
1b	Externe JavaScript-Bibliotheken und externe CSS
2a	Antwort auf 1a
2b	Antwort auf 1b
3a	GetMap-Request an eigenen Kartenserver
3b	GetMap-Request an externe Quellen
4	Abfrage der darzustellenden Daten
5	Antwort auf 4
6a	Antwort auf 3a
6b	Antwort auf 3b
7	Datenbankabfrage mittels PHP / SQL
8	Antwort auf 7

4.2 Datenbankkonzept

In einem Entity-Relationship-Modell wurden die benötigten Relationen und die Beziehungen untereinander dargestellt (Abbildung 4-2: Entity-Relationship-Modell (ER-Modell)). Erwähnenswert ist, dass es teilweise doppelte Verbindungen zwischen zwei Relationen gibt. Diese kommen daher, dass bei einem Datensatz zwei Datumsangaben mit der jeweiligen Qualität zu erfassen sind. Die doppelte Verbindung zwischen 'lebensabschn' und 'treffen' ist dadurch begründet, dass ein Treffen jeweils aus zwei Lebensabschnitten besteht. Die Verbindung zwischen 'pers' und 'lebensabschn' könnte auch als 1:m-Beziehung definiert werden. Somit müsste jeder Person mindestens ein Lebensabschnitt zugewiesen sein. Da dies während dem Vorgang der Dateneingabe jedoch nicht immer so ist, wird auf diese Restriktion verzichtet.

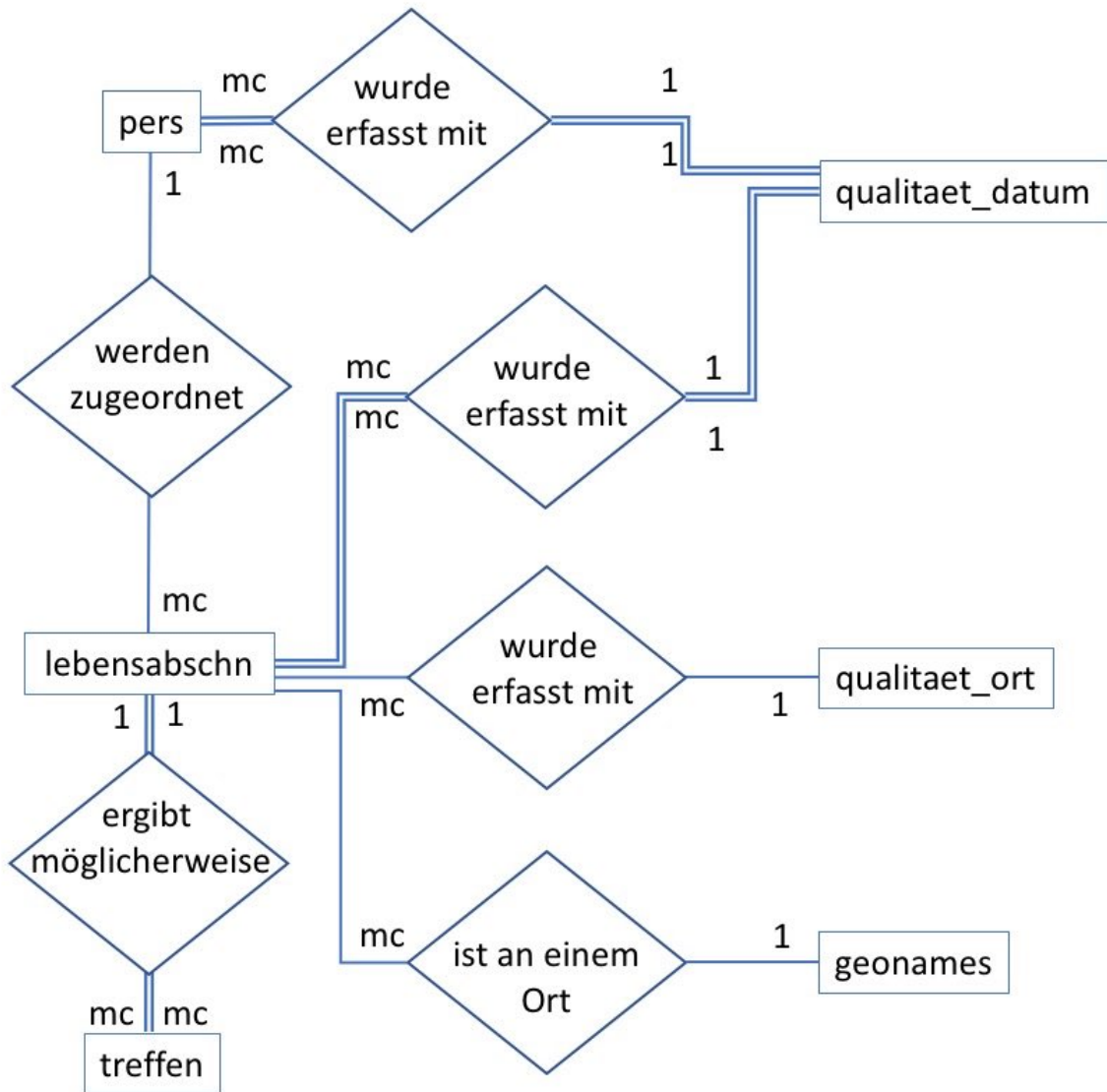


Abbildung 4-2: Entity-Relationship-Modell (ER-Modell)

4.3 Darstellung der Daten

Es gibt eine Vielzahl von Möglichkeiten, Karteninhalte in Websites zu integrieren. Soll jedoch die Karte temporal animiert werden, wird die Auswahl bereits deutlich kleiner. Im Rahmen der Konzeptfindung wurden besonders die Möglichkeiten mit ArcGIS, OpenLayers und Leaflet betrachtet. Die Vor- und Nachteile der jeweiligen Lösung sind in den nachfolgenden Abbildungen (Abbildung 4-3, Abbildung 4-4 und Abbildung 4-5) dargestellt.

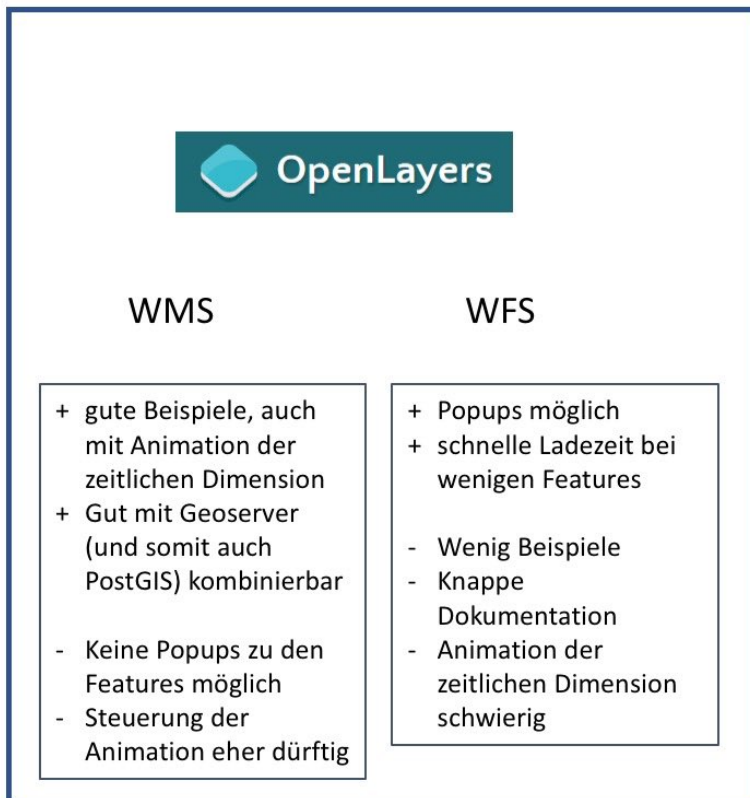


Abbildung 4-3: Vor-/Nachteile OpenLayers

Bei einer Umsetzung mit OpenLayers sind vor allem die zahlreichen Beispiele (zumindest mit Web Map Services) hilfreich (<https://openlayers.org/en/latest/examples/>). Darunter befindet sich auch ein Beispiel mit zeitlicher Animation (siehe Abbildung 5-2). Jedoch sind nicht alle Beispiele mit der neusten Version kompatibel. Ein Time-Slider steht in der neusten Version nicht zur Verfügung. Da bei der Verwendung eines WMS Rasterdaten übermittelt werden, ergibt sich als logische Konsequenz, dass die Features nicht mehr anklickbar sind.

Anhand eines Tutorials (https://www.youtube.com/watch?v=U_x8KBCge0w, abgerufen am 03.12.2018) wurde die Möglichkeit getestet, die Lebenswege und

Lebensstationen ohne Geoserver mittels Leaflet darzustellen. Dieser vielversprechende Lösungsansatz scheiterte jedoch daran, dass bei der zeitlichen Animation nur ein Datum gewählt werden kann, ab welchem ein Feature in der Karte erscheint. Leider gibt es aber bisher keine Möglichkeit, dass ein Feature ab einem gewissen Datum wieder ausgeblendet wird.

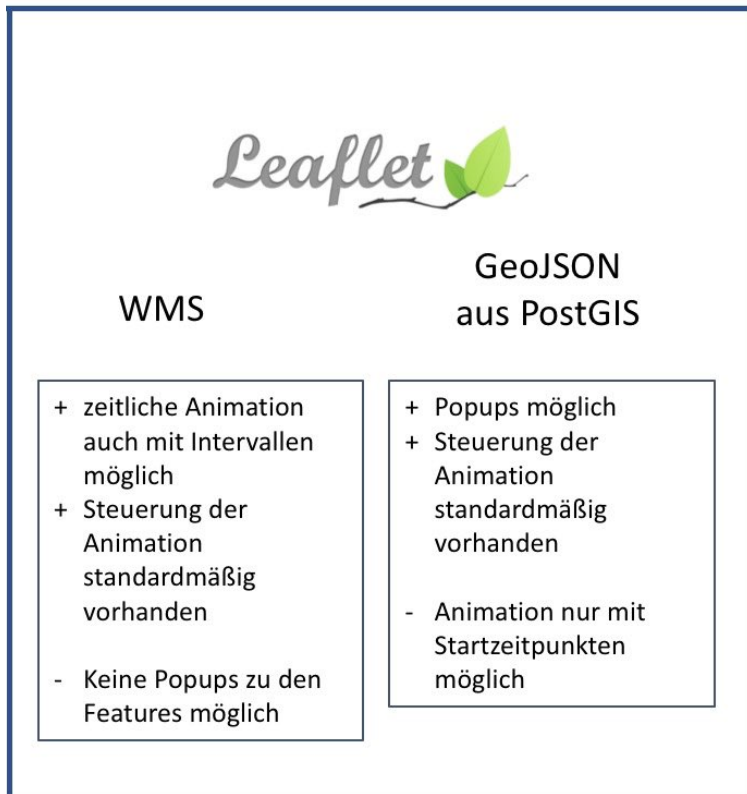


Abbildung 4-4: Vor-/Nachteile Leaflet

Die zeitliche Animation von Karten mit ArcGIS-Produkten ist gerade auch für Personen, welche noch wenig Programmier-Erfahrung haben, ein leichter Weg. ArcGIS bietet auch einen Service an, um eingegebene Orte zu geocodieren. Bei diesem Ansatz kann die Karte in der Desktop-Version gestaltet werden und anschließend eine Export-Funktion gewählt werden, um die gewählten Inhalte und Einstellungen in ein Web-GIS zu exportieren. Dies konnte jedoch nicht mehr getestet werden, weil dafür eine kostenpflichtige Server-Lizenz notwendig ist und diese für die vorliegende Arbeit nicht verfügbar war.

Bei weiteren Möglichkeiten für die Erstellung von animierten Karten wurde nur anhand der Beschreibung ein Vergleich zu den bereits beschriebenen Lösungen hergestellt. Mapbox bietet einen kostenlosen Zugang bis zu einem bestimmten Ausmaß der Nutzung an, während carto eine gratis-Möglichkeit für Studierende zulässt.




 <ul style="list-style-type: none"> + einfache Erstellung + Gut mit PostGIS kombinierbar + Steuerung der Animation standardmäßig vorhanden + Popups möglich + Gute Gestaltungsmöglichkeiten - Kostenpflichtige Serverlizenz notwendig 	<p>weitere Möglichkeiten (nicht abschließend):</p>  
--	---

Abbildung 4-5: Vor-/Nachteile ArcGIS und weitere Möglichkeiten

Nach dem Vergleich der verschiedenen Möglichkeiten fiel die Entscheidung für den OpenLayers-Ansatz mit WMS. Für die Realisierung wird als Kartenserver die Software Geoserver eingesetzt.

Im Zusammenhang mit der Darstellung der Daten spielt auch das Koordinatensystem eine wichtige Rolle. Für die Speicherung der Daten wurde das System WGS 1984 mit der Einheit Grad verwendet (EPSG-Code 4326). Die Verwendung von Breiten- und Längengrad lassen auf den ersten Blick erkennen, ob ein Koordinatenpaar plausibel ist. Für die Darstellung der Daten kommt das System WGS 1984 Web Mercator (auxiliary sphere) mit der Einheit Meter zum Zug (EPSG-Code 3857). Durch die Verwendung der Mercator-Projektion wird ein gewohntes Bild vermittelt, da diese Projektion bei vielen Web-Anwendungen eingesetzt wird. Bei Berechnungen ist die Einheit Meter vorteilhaft. Dazu muss eine kleine, berechnete Strecke unabhängig ihrer Richtung unter Berücksichtigung der geographischen Breite reduziert werden. Durch die Verwendung einer Kugel statt eines Rotationsellipsoides entstehen zwar Ungenauigkeiten, diese sind aber für die vorliegende Anwendung vernachlässigbar.

4.4 Datenmutation

Damit dem Nutzer die Eingabe oder Änderung von Daten in die Geodatenbank ermöglicht werden kann, ist es sinnvoll, HTML-Formulare zu erstellen. Der Inhalt der Formulare kann anschließend an die Datenbank gesendet werden und in die entsprechende Tabelle eingetragen werden. Direkt anschließend an die Dateneingabe sollen auch die Geometrie-Objekte erstellt werden. Da es für den Nutzer komfortabler ist, einen Ort anhand des Namens statt anhand von Koordinaten zu lokalisieren, muss eine Funktion zur Geocodierung verfügbar sein. Eine entsprechende Möglichkeit wurde mit der cities1000-Tabelle von Geonames (<http://www.geonames.org>) gefunden. Mit den Funktionen von PostGIS soll aus den Ortsdaten ein Punktobjekt erstellt werden und die einzelnen Lebensstationen zu einem Lebensweg zusammengefügt werden. Bei der Eingabe einer Lebensstation soll geprüft werden, ob in diesem Zeitraum ein Treffen mit einer anderen Person möglich gewesen ist.

Die Formulare sollen so gestaltet sein, dass auch bestehende Datensätze ergänzt oder geändert werden können. Schließlich ist auch die Möglichkeit zu schaffen, Datensätze zu löschen.

5 Umsetzung

5.1 Datenverwaltung

5.1.1 PostgreSQL-Datenbank mit PostGIS-Erweiterung

Mit der Installation von pgAdmin ist die Erstellung einer PostgreSQL-Datenbank intuitiv durchführbar. Die Serververbindung wird entweder zu localhost (IP-Adresse 127.0.0.1) oder zum entsprechenden Server hergestellt. Bei der Verwendung von Microsoft Azure kann auf der Seite der PostgreSQL-Datenbank die Serveradresse nachgeschaut werden.

Mit dem SQL-Befehl 'CREATE EXTENSION postgis;' wird die PostGIS-Erweiterung aktiviert. Nur mit der Erweiterung ist die Verwendung von räumlichen Datentypen und Funktionen möglich.

Ein Datum ('date') wird in PostgreSQL im Format 'jjjj-mm-dd' verwaltet. Da dies für einen Nutzer eine ungewohnte Eingabe ist, werden Datumsangaben im Formular als 'dd.mm.jjjj' entgegengenommen und in das von der Datenbank verlangte Format umgeformt. Wird ein Datum aus der Datenbank abgefragt und angezeigt, muss die umgekehrte Veränderung vorgenommen werden.

Um die Eingabe weiter zu vereinfachen, wird die Möglichkeit geboten, bei einem Datum nur die Jahreszahl einzugeben. Dies ist vor allem dann sinnvoll, wenn kein genaues Datum verfügbar ist. Da in der Datenbank die Datumsangaben nur in einem einheitlichen Format verwaltet werden können, wird eine Eingabe im Format 'jjjj' mit einer fiktiven Tages- und Monatsangabe ergänzt. Bei einem Start- oder Geburtsdatum wird als Ergänzung '01.01.' hinzugefügt, während bei einem End- oder Todesdatum die Eingabe um die Zeichenfolge '31.12.' erweitert wird. Die erfassten Qualitätsattribute verändern die Darstellung eines Lebensweges oder eines Lebensabschnitts nicht. Sie dienen lediglich dazu, bei späteren Auswertungen eine Information zur Verfügung zu stellen, wie genau eine Angabe bekannt ist.

Die Abbildung 4-2: Entity-Relationship-Modell (ER-Modell) zeigt den Aufbau der Datenbank. Nachfolgend werden nun die einzelnen Tabellen genauer definiert.

Tabelle 5-1: Aufbau der Relation 'pers'

Relation 'pers':		
Attributname	Typ	Bemerkung
sid	serial (integer)	Primärschlüssel, wird automatisch vergeben
nachname	char (max. 50)	
vorname	char (max. 50)	
geburtsdatum	date (jjjj-mm-dd)	
q_geburtsdatum	integer	Fremdschlüssel (qualitaet_datum)
todesdatum	date (jjjj-mm-dd)	
q_todesdatum	integer	Fremdschlüssel (qualitaet_datum)
lgeom	geometry (LineString,4326)	

Bei der Verwendung eines Attributs mit dem Typ 'serial' wird jedes Mal, wenn ein Datensatz hinzugefügt wird, die nächsthöhere Ganzzahl verwendet. Somit ist dies ideal für den Einsatz als Primärschlüssel. Sowohl Geburts- als auch Todesdatum werden mit einem Qualitätsattribut versehen. Für diese Qualitätsangabe soll nur eine begrenzte Auswahl an Möglichkeiten zur Verfügung stehen. Deshalb wird als Fremdschlüssel das Attribut 'qid' der Qualitätstabelle verwendet.

Das Geometrieobjekt 'lgeom' wird mit dem Befehl 'ST_MakeLine' aus den Einträgen der Tabelle 'lebensabschn' erstellt. Das Geometrie-Objekt wird bei jeder Veränderung eines Lebensabschnittes der betreffenden Person neu erzeugt. Bei der Erstellung der Tabelle muss das Koordinatensystem angegeben werden.

Tabelle 5-2: Aufbau der Relation 'lebensabschn'

Relation 'lebensabschn':		
Attributname	Typ	Bemerkung
la_id	serial (integer)	Primärschlüssel, wird automatisch vergeben
pers_id	integer	Fremdschlüssel (pers)
start	date (jjjj-mm-dd)	
q_start	integer	Fremdschlüssel (qualitaet_datum)
ende	date (jjjj-mm-dd)	
q_ende	integer	Fremdschlüssel (qualitaet_datum)
ort	char (max. 50)	
q_ort	integer	Fremdschlüssel (qualitaet_ort)
geonameid	integer	Fremdschlüssel (geonames)
geom	geometry (Point,4326)	

In der Relation 'lebensabschn' sind wiederum alle Qualitätsmerkmale als Fremdschlüssel definiert. Das Geometrieobjekt ist in diesem Fall ein Punkt. Diese Geometrie wird aus der Angabe des Breiten- und Längengrades mit dem Befehl 'ST_MakePoint' generiert. Die Koordinaten stammen dabei aus der Tabelle 'geonames'. Wie hier ersichtlich ist, wird sowohl der Ortsname als auch das Geometrieobjekt zusätzlich zur geonameid gespeichert. Dadurch entsteht eine Redundanz. Im Falle der redundant gespeicherten Koordinaten ist es so, dass sonst die Geometrie jedes Mal aus einer anderen Tabelle neu erzeugt werden müsste. Die Redundanz wird also zugunsten einer vereinfachten Abfrage und einmaliger Berechnung in Kauf genommen. Die redundant gespeicherte Ortsbezeichnung wird dadurch begründet, dass bei dieser Variante ein Administrator den Namen eines Ortes zu einem bestimmten Eintrag manipulieren kann, ohne dass dadurch die Geonames-Tabelle verändert werden muss. Dies kann hilfreich sein, wenn die Ortsbezeichnung in der Geonames-Tabelle nicht in der gewünschten Sprache ist.

Tabelle 5-3: Aufbau der Relation 'treffen'

Relation 'treffen':		
Attributname	Typ	Bemerkung
sid_treffen	serial	Primärschlüssel, wird automatisch vergeben
la_id1	integer	Fremdschlüssel (lebensabschn)
la_id2	integer	Fremdschlüssel (lebensabschn)
start	date (jjjj-mm-dd)	
ende	date (jjjj-mm-dd)	
distanz1_2	double precision	in Kilometer
geom	geometry(Point,4326)	

Die Tabelle 'treffen' wird vollständig ohne diesbezügliche Nutzereingaben ausgefüllt. Ein Eintrag wird angelegt, sobald alle folgenden Voraussetzungen erfüllt sind:

- zwei Lebensabschnitte überlappen oder berühren sich zeitlich
- die beiden Lebensabschnitte sind unterschiedlichen Personen zugeordnet
- die Distanz (Luftlinie) zwischen den beiden Orten ist nicht mehr als 100 km
- keiner der beiden Orte hat das Qualitätsmerkmal 'unbekannt'

Das Start- bzw. Enddatum bezeichnet den Zeitraum, in welchem sich die betreffenden Lebensabschnitte überlappen. In der zeitlichen Animation soll das mögliche Treffen während diesem Zeitraum angezeigt werden. Die Entfernung wird mittels 'ST_Distance()*cos([Breitengrad in Radiant])' berechnet und mitgespeichert, da dieses Attribut in die Darstellung einfließen kann. Es wird ein neuer Ort als Geometrie-Objekt abgespeichert. Dieser Ort bezeichnet die Mitte zwischen den beiden betroffenen Lebensabschnitten. Dafür wird der Befehl 'ST_Centroid' eingesetzt.

Tabelle 5-4: Aufbau der Relation 'qualitaet_datum'

Relation 'qualitaet_datum':	
Attributname	Typ
qid	integer
q_beschreibung	char (max. 20)

Tabelle 5-5: Aufbau der Relation 'qualitaet_ort'

Relation 'qualitaet_ort':	
Attributname	Typ
qid	integer
q_beschreibung	char (max. 20)

Die beiden Qualitätstabellen sollten sich nicht ändern und dienen ausschließlich dazu, die Möglichkeiten zur Bezeichnung der Qualität eines erfassten Datums oder Ortes einzuschränken.

Tabelle 5-6: Aufbau der Relation 'geonames'

Relation 'geonames':	
Attributname	Typ
geonameid	integer
name	char (max. 200)
asciiname	char (max. 200)
alternatenames	char (max. 4000)
latitude	numeric(10,7)
longitude	numeric(10,7)
country	char (max. 2)

Die Tabelle 'geonames' wurde von der Website www.geonames.org heruntergeladen und die nicht verwendeten Attribute gelöscht. geonames.org stellt die Daten unter einer cc-by licence (creative commons attributions license) (siehe Kapitel 2.5 Lizenzen) zur Verfügung, mit der Bedingung, dass bei der Verwendung auf www.geonames.org hingewiesen wird. Die Tabelle trägt die Geonames-Bezeichnung cities1000 und enthält weltweit alle Städte/Orte mit mehr als 1000 Einwohnern und alle Orte, welche eine eigene administrative Einheit sind. Sie umfasst knapp 130'000 Einträge. Grundsätzlich sollten keine Veränderungen an dieser Tabelle notwendig sein. Da es oft mehrere Bezeichnungen für ein geografisches Objekt geben kann, ist beim Attribut 'name' die englische Schreibweise gespeichert, falls eine solche existiert. Bei kleineren

Orten ohne englische Bezeichnung können im Attribut 'name' auch Umlaute vorkommen. Für alle Ortsnamen steht deshalb in der Spalte 'asciiname' eine Version ohne Sonderzeichen zur Verfügung. Im Attribut 'alternatenames' wird dann der Name in anderen Sprachen gespeichert oder allenfalls auch Bezeichnungen, welche zu einer früheren Zeit gebräuchlich waren.

Die Relation 'qualitaet_Datum' sollte nicht verändert werden und enthält folgende Daten:

Tabelle 5-7: Inhalt der Relation 'qualitaet_Datum'

qid	q_beschreibung
1	Datum bekannt
2	Jahr bekannt
3	Jahr ca. bekannt
4	nicht vorher
5	nicht nachher
6	unbekannt

Die Relation 'qualitaet_Ort' sollte ebenfalls unverändert bleiben. Sie besteht aus den folgenden Einträgen:

Tabelle 5-8: Inhalt der Relation 'qualitaet_Ort'

qid	q_beschreibung
1	genau bekannt
2	Region bekannt
3	Land bekannt
4	unbekannt

5.1.2 Erstellung von HTML-Formularen für die Dateneingabe

HTML5 bietet einige nützliche Hilfestellungen für die Erstellung von Formularen an. Dazu gehört beispielsweise die Möglichkeit, ein Feldtyp als date (=Datum) zu definieren. Da dies aber je nach Browser bei einem Datum, welches weit zurückliegt, nicht sehr handlich ist, wurde im vorliegenden Projekt darauf verzichtet. Eingesetzt wurde hingegen die Option, Nutzereingaben mit einem vorgegebenen pattern (=Muster) zu vergleichen und das Absenden erst zu

ermöglichen, wenn alle Eingaben diesem Muster entsprechen. Bei Feldern für die Datumseingabe wurde nun ein pattern definiert, welches nur Eingaben im Format 'dd.mm.jjjj' oder 'jjjj' akzeptiert und zudem nur bei Tagen nur Werte zwischen 01 und 31, bei Monaten nur zwischen 01 und 12 und bei Jahren nur zwischen 1000 und 2999. Da dies noch nicht alle Fehler abdeckt, wird vor dem Absenden trotzdem mit einem JavaScript überprüft, ob das Datum gültig ist. In diesem Schritt wird auch geprüft, ob sich aus den Werten von Geburts- und Todesdatum ein plausibles Alter errechnen lässt. Bei einem Lebensabschnitt wird sichergestellt, dass das Startdatum nicht vor dem Enddatum liegt. Bei Lebensabschnitten wäre als zusätzliche Überprüfung denkbar, dass der Lebensabschnitt innerhalb der Lebensdauer liegen muss. Da jedoch beim Lebensabschnitt z.B. mit dem Qualitätsmerkmal 'nicht nachher' eine Begründung für das späte Ende vorliegen kann, wurde auf diese Restriktion verzichtet. Wenn alle Daten genau bekannt sind, könnte auch eine Einschränkung dahingehend gemacht werden, dass sich die Lebensabschnitte nicht überlappen dürfen. Weil die historischen Daten aber immer mit einer gewissen Unsicherheit behaftet sind, erscheint auch dies nicht sinnvoll. Die Qualitätsmerkmale werden jeweils als Auswahllisten zur Verfügung gestellt. Um einen Datensatz zu ändern, wird eine Suche und/oder Auswahlmöglichkeit angeboten. Anschließend werden die bereits erfassten Daten in den Formularfeldern angezeigt und können verändert werden. Bei der Erfassung von Namen wird mittels Muster verhindert, dass Umlaute und Sonderzeichen eingegeben werden, da ansonsten die Datenverwaltung komplizierter würde.

Da die Anbindung an die Datenbank mittels PHP erfolgt, sind auch die Formulare in PHP-Files ausgelagert. Formulare, welche bei mehreren Datenbankmutationen verwendet werden können, sind als Funktionen in ein separates File ausgelagert, damit Code-Teile möglichst nicht redundant vorliegen.

5.2 Darstellung der Daten

5.2.1 Aufbereitung der Daten mit Geoserver

Um Geoserver für die Erstellung von Kartendaten verwenden zu können, muss das Programm auf einem Server installiert sein. Für die Installation ist eine Java-Umgebung und Tomcat Voraussetzung. Auf einer übersichtlichen Benutzeroberfläche (siehe Abbildung 5-1) kann nun die gesamte Konfiguration festgelegt werden. Die PostGIS-Datenbank wird als Datenspeicher festgelegt und anschließend werden die Layer und die gewünschten Darstellungsstile gewählt. Stile können im Format SLD (XML Schema, definiert durch OGC) definiert werden. Wenn ein individueller Stil eingegeben wird, kann beispielsweise auch die Farbe von einem Attribut abhängig gemacht werden. Dies wurde bei der Darstellung der möglichen Treffen genutzt, um durch die Farbe die Entfernung der beiden Lebensabschnitte abschätzbar zu machen.

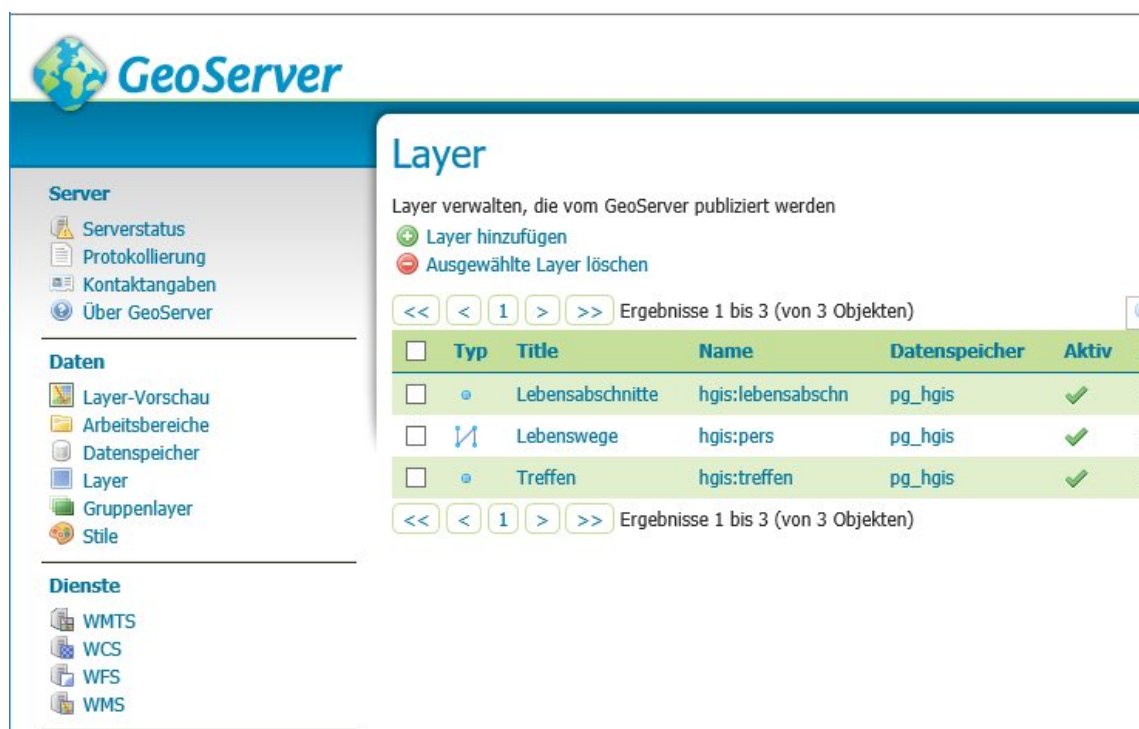


Abbildung 5-1: Geoserver, Benutzeroberfläche

Bei der Layer-Einstellung kann die Dimension 'Time' aktiviert werden und ausgewählt werden, welches Attribut den Zeitpunkt definiert resp. welche Attribute das Zeitintervall definieren. Wenn nun eine Karte mit zeitlicher Dimension angefordert wird, lässt Geoserver sowohl eine Abfrage anhand eines Zeitpunkts als auch anhand einer Zeitspanne zu. Zudem kann eine

Datumsangabe entweder in voller Genauigkeit (0.001 Sekunden) oder vereinfacht (z.B. nur eine Jahreszahl) erfolgen. Im vorliegenden Projekt wurde die Animation so konfiguriert, dass alle zwei Sekunden eine neue Karte angezeigt wird. Je nach gewählter Geschwindigkeit wird ein Zeitraum von 1,2,5 oder 10 Jahren angezeigt. Ein Feature wird genau dann angezeigt, wenn sich der gespeicherte Zeitraum mit dem zur Anzeige angeforderten Zeitraum überlagert. Der Lebensweg einer Person wird während der gesamten Lebensdauer angezeigt. Ein Lebensabschnitt wird hingegen nur angezeigt, wenn sich die Person im angezeigten Zeitraum zumindest teilweise dort aufgehalten hat. Da bei dieser Konfiguration der Lebensweg in mehreren aufeinanderfolgenden Bildern gleichbleibt, wird dieser Layer nicht in jedem Frame neu geladen. Zum einen kann so die Ladezeit etwas verkürzt werden, zum anderen verschwindet das Wissen einer Person meist nicht unmittelbar nach dem Ableben derselben. Geoserver bietet bei einem WMS auch die Möglichkeit an, dass Tiles vorberechnet und gespeichert werden. Mit diesem Schritt kann die Zeit von der Abfrage bis zur Übermittlung des entsprechenden Tiles verkürzt werden. Da jedoch bei einer zeitabhängigen Darstellung jedes Tile für jeden Zeitpunkt und für jede Zoomstufe erzeugt werden müsste, ist dies im vorliegenden Fall nicht zielführend.

eingesetzte Version:	2.14.1
Lizenzierung:	GNU GPLv2
Quelle/weitere Informationen:	http://geoserver.org

5.2.2 Aufbau einer zeitlich animierten Karte mit OpenLayers

Um eine Karte mittels OpenLayers in eine Webseite zu integrieren, wird im HTML-Code ein 'div'-Element mit einem Identifikator (ID) eingebaut. Die JavaScript-Bibliothek wird entweder mittels Link eingebunden (wird für Produktionsumgebungen nicht empfohlen) oder die Bibliothek wird heruntergeladen und als Skript integriert. In einem weiteren JavaScript wird dann die Karte definiert und als Ziel auf die ID des 'div'-Elements der Website verwiesen. Sowohl die Hintergrundkarten als auch die von Geoserver bereitgestellten Layer werden nun in das Kartenelement eingebunden. Damit die

Karten einen bestimmten Zeitpunkt oder Zeitabschnitt darstellen, wird in die Geoserver-Anfrage das Attribut 'TIME' integriert.

Mit Hilfe von Java-Script werden nun diejenigen Layer, welche zeitabhängig dargestellt werden sollen, in einem bestimmten Zeitintervall erneuert und dabei jeweils das 'TIME'-Attribut für einen neuen Zeitraum geändert. Mit den Steuerungselementen (Start, Pause, Stop, Geschwindigkeit) kann die Animation den individuellen Wünschen angepasst werden.

Als Ausgangspunkt konnte das von OpenLayers zur Verfügung gestellte Beispiel (siehe Abbildung 5-2, Quelle: <https://openlayers.org/en/latest/examples/wms-time.html?q=time>) verwendet werden.

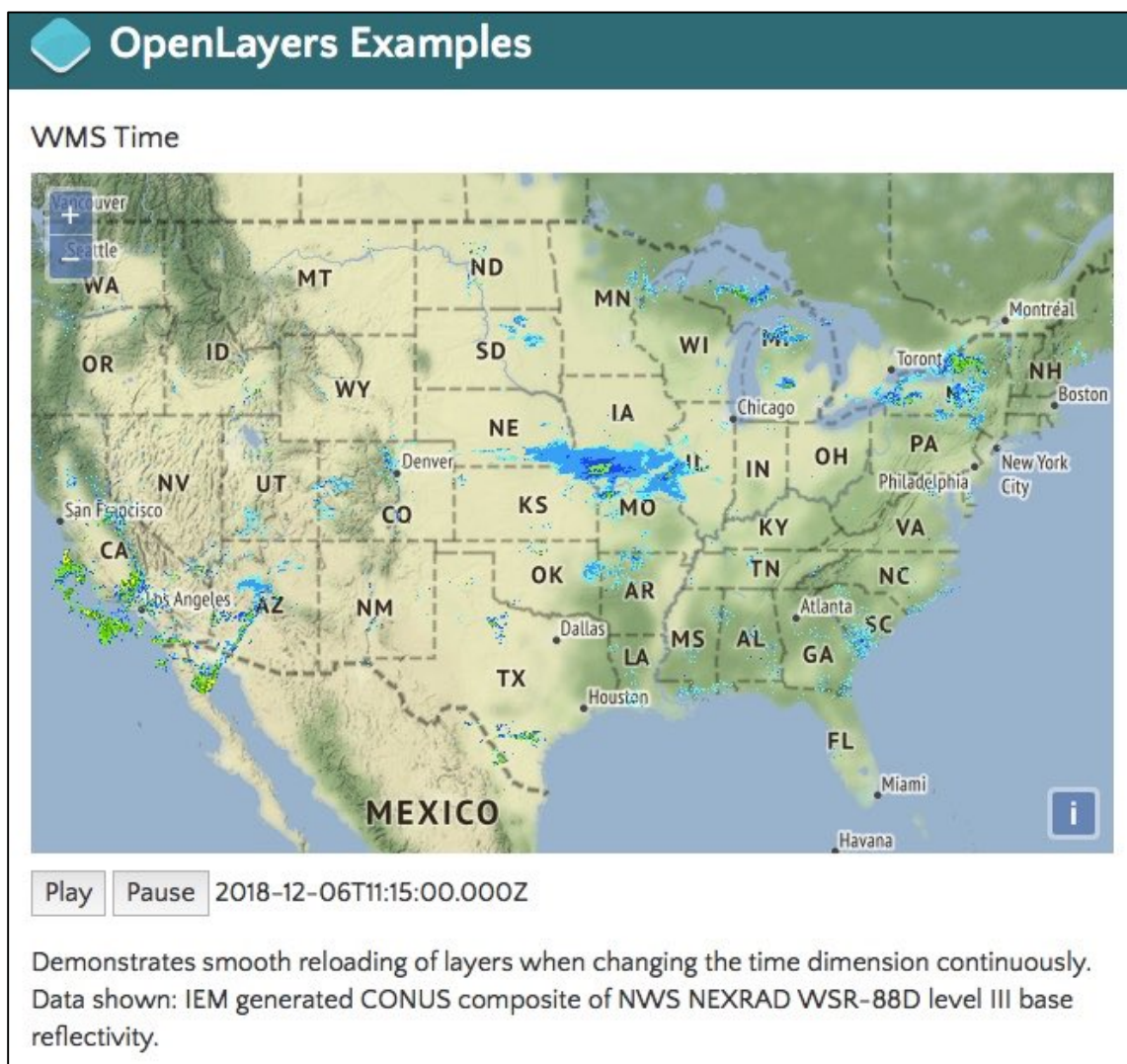


Abbildung 5-2: Beispiel einer zeitlich animierten Karte von OpenLayers

eingesetzte Version:

v5.2.0

Lizenzierung:

2-Clause BSD

Quelle/weitere Informationen:

<https://openlayers.org>

5.3 Veröffentlichung mittels Website

5.3.1 Integration der Bestandteile in eine Website

Die Homepage wird aufgeteilt in einen Header mit einem Titel, einem Navigationsbereich auf der linken Seite und einem Hauptbereich, welcher für den eigentlichen Inhalt zur Verfügung steht (siehe Abbildung 5-3). Im Hauptbereich der Startseite befindet sich das Kartenfenster mit den Elementen zur Steuerung der Animation, einer Liste der erfassten Personen und einer Legende.

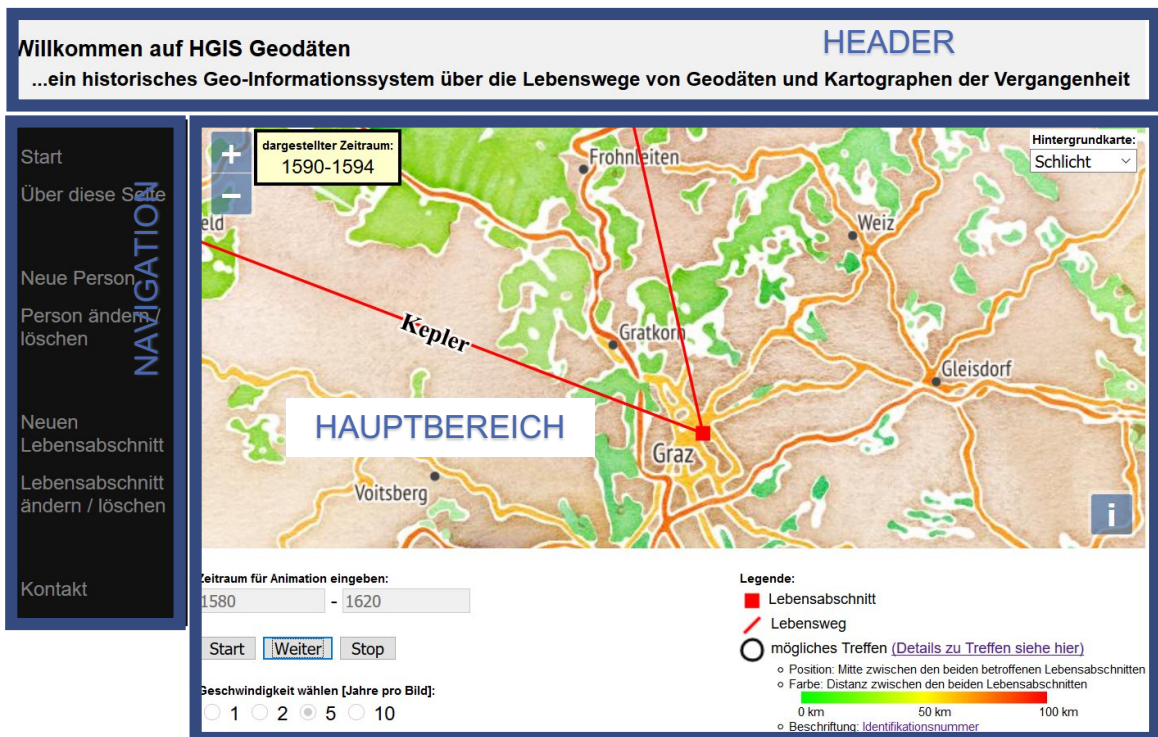


Abbildung 5-3: Gliederung der Website

Über die Navigation gelangt man zur Seite 'Über diese Seite / Hilfe' mit einer Beschreibung der Nutzung und des Inhalts der Seite. Dies soll einem unerfahrenen Anwender den Umgang mit der Website erleichtern.

In der Navigation sind noch die Möglichkeiten zur Mutation von bestehenden Personendaten und den zugehörigen Lebensabschnitten vorhanden sowie ein Link 'Kontakt' über welchen ein Mail an den Administrator gesendet werden kann. Damit jederzeit auf die Startseite zurückgekehrt werden kann, findet sich auch ein entsprechender Eintrag dazu in der Navigation.

5.3.2 Nutzung der Dienste von Microsoft Azure

5.3.2.1 Website als Web-App veröffentlichen

Die einfachste Möglichkeit, eine Website auf Microsoft Azure zu veröffentlichen, ist der Dienst 'Web-App' (siehe Abbildung 5-4). Dazu muss ein App Service-Plan ausgewählt werden. Die Service-Pläne unterscheiden sich durch Verfügbarkeit, Speicher, Arbeitsspeicher, der Anzahl Azure-Compute-Einheiten und dem daraus folgenden Preis (ständige Verfügbarkeit ab 47,02 € pro Monat). Innerhalb eines Service-Plans können mehrere Web-Apps erstellt werden. Für eine bessere Übersicht wurde eine Web-App für Geoserver erstellt (hgis-geoserver) und eine weitere Web-App für die Website (hgis-geodaeten). Die Internetseiten sind jeweils mit der zusätzlichen Endung '.azurewebseiten.net' erreichbar. Damit Geoserver funktioniert, muss bei den App-Einstellungen Java und Tomcat aktiviert werden. Um Kosten zu sparen, kann im Testbetrieb der Service-Plan immer auf einen kostenlosen Plan gewechselt werden, wenn die Verfügbarkeit gerade nicht benötigt wird (die Abrechnung erfolgt sekundengenau).

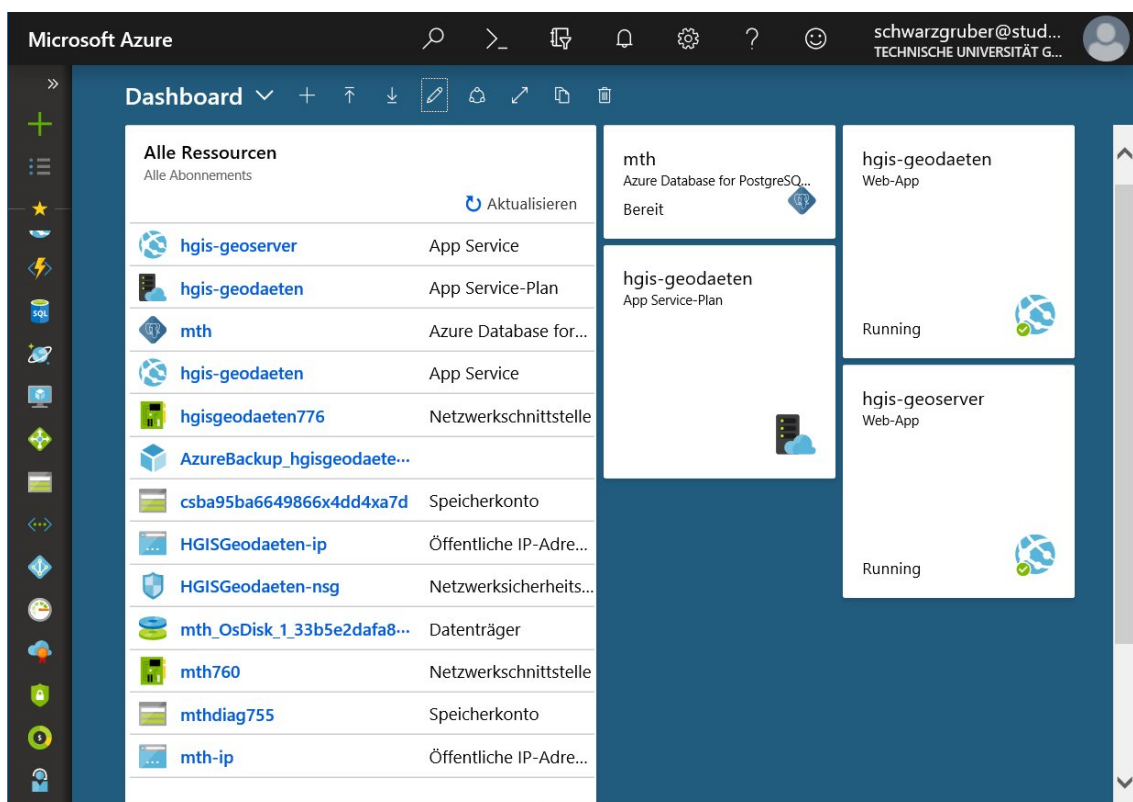


Abbildung 5-4: Screenshot der Startoberfläche von Microsoft Azure

5.3.2.2 Website mittels Virtual Machine (VM) veröffentlichen

Eine Alternative zur Veröffentlichung bietet die Nutzung eines virtuellen Rechners an. Dies wurde im Rahmen der vorliegenden Masterarbeit nicht getestet. Ein Vorteil wäre die niedrigeren Kosten (ab 11,29 € pro Monat), andererseits erfordert das Einrichten mehr Aufwand und Know-How.

5.4 Einarbeitung eines Beispieldatensatzes (Gerhard Mercator)

5.4.1 Ziel und Vorgehensweise

Um die Vorteile einer animierten Darstellung eines Lebenswegs veranschaulichen zu können, wurde der Lebensweg des Kartografen Gerhard Mercator ins vorliegende Projekt eingearbeitet. Zudem konnte bei dieser Gelegenheit auch die Funktionalität der Webseite anhand eines realen Datensatzes getestet werden.

Um möglichst exakte Daten über die Lebenszeit von Mercator einzuarbeiten, wurde die Biografie 'Der Weltbeschreiber' von Nicholas Crane (ins Deutsche übersetzt von Harald Stadler) verwendet.

Da bei einem einzigen Lebensweg keine Treffen analysiert werden können, wurden zusätzlich die in Abbildung 1-1 gezeigten Lebenswege (Tycho Brahe, Johannes Kepler, Nikolaus Kopernikus) erfasst, jedoch nur auf Basis der jeweiligen Artikel auf Wikipedia (www.wikipedia.org). Da diese Artikel lediglich als eine grobe Zusammenfassung zu sehen sind, wird an dieser Stelle nicht weiter darauf eingegangen.



Abbildung 5-5: Portät von Mercator aus CRANE, N. (2005), aus 1. Farbteil

5.4.2 Das Leben des Gerhard Mercator

Gerhard Mercator wurde am 5. März 1512 mit dem Namen 'Gerhard Kremer' in Rupelmonde geboren. Er studierte in Löwen bis zum akademischen Grad des Magisters. Ungefähr ab diesem Zeitpunkt nannte er sich 'Gerardus Mercator'. Aus kartografischer Sicht begann er seine Laufbahn als Kupferstecher für einen Erdglobus. Die Abbildung der Erdoberfläche auf einem Globus blieb auch in seinem weiteren Wirken immer ein wichtiges Thema, so dass er sich z.B. auch im Alter von 62 Jahren noch mit einem Globus porträtieren ließ (siehe Abbildung 5-5).



Abbildung 5-6: Mercators Karte der nördlichen Polarregion aus CRANE, N. (2005), aus 2. Farbteil

Ab 1537 erstellte Mercator regionale Karten, Weltkarten, Erd- und Himmelsgloben. Mercator lebte zu einer Zeit, in der ständig neue Informationen über die Kontinente und deren Gestalt bekannt wurden. Einerseits bedeutete dies, dass auch unbekannte Teile irgendwie dargestellt werden mussten (z.B. die nördliche Polarregion, siehe Abbildung 5-6), andererseits mussten andauernd neue, aktuellere Karten und Globen erstellt werden. Zudem war das Bewusstsein auch damals schon vorhanden, dass jede Karte eine Geschichte erzählte. So konnte eine Karte rasch auch eine politische Botschaft enthalten, je nachdem

welche Teile besonders betont wurden und welche Wappen in welcher Größe und an welcher Stelle positioniert waren. So war gerade in einer politisch schwierigen Zeit die Nachfrage nach Karten immer wieder groß.



Abbildung 5-7: Teil der Weltkarte in Mercator-Projektion aus CRANE, N. (2005), aus 1. Farbteil

Eine der ganz großen Entdeckungen Mercators war seine Projektion. Zu seiner Zeit war bereits bekannt, dass sich ein Schiff mit einer konstanten Peilung nicht auf der kürzesten Verbindung zwischen zwei Häfen bewegte, sondern auf einer sogenannten Loxodrome fuhr. Die Reise entlang einer Loxodrome war zwar länger, dafür aber leichter zu navigieren. Mercator war der erste, der Loxodromen auf einem Globus abbildete. Im Bestreben die Loxodromen auch auf Karten einzuzeichnen, entwickelte er eine Projektion, in welcher die Loxodromen als gerade Linien dargestellt waren. Für einen Seefahrer bedeutete dies, dass er aus der Karte das Azimut für eine konstante Peilung direkt ablesen konnte. Diese Projektion trägt heute den Namen Mercator-Projektion und gilt gerade im Bereich der Internet-Karten als Standard. Abbildung 5-7 zeigt einen Teil der Weltkarte Mercators in seiner neuen Projektion. In seiner zweiten Lebenshälfte widmete er dem Werk 'Kosmographie' viel Zeit. Dieses umfangreiche Werk enthielt eine große Sammlung an Karten, welche systematisch die gesamte Welt abdecken sollten. Dabei war Mercator darauf bedacht, die Gebiete je nach Interesse in Übersichtskarten und Regionalkarten zu unterteilen und so einen unterschiedlichen Detaillierungsgrad zu erzeugen. Bei den Regionalkarten achtete er auf einen möglichst einheitlichen Maßstab und auf eine ausreichende Überlappung. Von Mercator stammt der Begriff 'Atlas' für eine solch systematische Kartensammlung.

Die Lebensdauer von 82 Jahren war für das 16. Jahrhundert außergewöhnlich lang. Während Mercator in den ersten 42 Lebensjahren den Ort relativ häufig wechselte, blieb er in seinem späteren Leben bis auf zwei Vermessungsaufträge in der Stadt Duisburg. Insgesamt spielte sich das Leben von Mercator in etwa in einem Umkreis von 300 km Durchmesser im Gebiet der heutigen Staaten Belgien, Niederlande, Deutschland und Frankreich ab.

Zu seiner Lebenszeit erhielt Mercator viel Lob für seine Kunst im Instrumentenbau und für seine Fertigkeit als Kupferstecher. Der Wert einer systematischen Kartensammlung und seiner durchdachten Projektion wurde erst nach seiner Lebenszeit erkannt.

5.4.3 Gliederung in Lebensabschnitte

Aus der Biographie wurde die Tabelle 5-9: Lebensstationen des Gerhard Mercator abgeleitet. Diese Tabelle soll die Basis für die Erfassung der Lebensabschnitte bilden. Das Kapitel 7.1 enthält mehrere Kartendarstellungen mit dem Lebensweg von Mercator mit den in Tabelle 5-9 angeführten Lebensstationen.

Tabelle 5-9: Lebensstationen des Gerhard Mercator

Ort	Qualität der Ortsangabe:	Start:	Qualität der Zeitangabe (Start):	Referenz (Seitenzahl im Buch CRANE, N. (2005))	Ende:	Qualität der Zeitangabe (Ende):	Grund des Aufenthalts:
Rupelmonde	1	05.03.1512	1	s.12	30.04.1512	2	Geburt
Gangelt	1	01.05.1512	2	s.13	31.12.1517	5	Heimatort
Rupelmonde	1	01.01.1518	5	s.25	31.12.1526	2	bessere wirtschaftl. Aussichten
's-Hertogenbosch	1	01.01.1527	2	s.37 / s.48	30.06.1530	2	Hochschule
Löwen	1	01.07.1530	2	s.48	31.12.1533	5	Universität
Antwerpen	1	01.11.1532	4	s.57	31.12.1534	5	Forschung
Löwen	1	01.10.1534	4	s.75	30.06.1542	3	Forschung, Arbeit
Gent	1	01.01.1542	3	s.159	31.12.1542	3	Vermessungsarbeiten
Löwen	1	01.07.1542	3	s.75	31.10.1543	2	Forschung, Arbeit
Brüssel	1	01.11.1543	2	s.159	30.11.1543	2	evtl. Lösung Grenzstreit
Löwen	1	01.12.1543	2	s.159	31.01.1544	2	Wohn- und Arbeitsort
Rupelmonde	1	01.02.1544	2	s.162	31.09.1544	2	Tod des Onkels, dann Kerker
Löwen	1	01.10.1544	2	s.170	31.12.1548	2	Wohn- und Arbeitsort

Brüssel	1	01.10.1548	4	s.176	30.06.1549	5	Kurzbesuch beim Kaiser
Löwen	1	01.01.1549	2	s.176	31.12.1552	5	Wohn- und Arbeitsort
Duisburg	1	01.01.1552	4	s.183	31.12.1554	5	neuer Wohn- und Arbeitsort
Frankfurt	1	01.01.1554	4	s.191	31.12.1554	5	Buchmesse
Duisburg	1	01.01.1555	5	s.191	31.12.1559	4	Wohn- und Arbeitsort
Grenze Grafschaft Mark - Herzogtum Westfalen	2	01.01.1560	4	s.201	31.12.1561	5	Vermessung der Grenze
Duisburg	1	01.02.1560	4	s.201	20.05.1564	5	Wohn- und Arbeitsort
Region Lothringen	2	01.04.1564	4	s.216	30.09.1564	5	Vermessung zur Erstellung einer Karte
Duisburg	1	01.08.1564	4	s.216	02.12.1594	1	Wohn- und Arbeitsort

Die Tabellen mit den Beschreibungen der einzelnen Qualitätsstufen sind im Kapitel 5.1.1 bereits abgebildet. Zur leichteren Interpretation der Tabelle 5-9: Lebensstationen des Gerhard Mercator werden sie an dieser Stelle nochmals wiedergegeben.

Tabelle 5-10: Inhalt der Relation 'qualitaet_Datum'

qid	q_beschreibung
1	Datum bekannt
2	Jahr bekannt
3	Jahr ca. bekannt
4	nicht vorher
5	nicht nachher
6	unbekannt

Tabelle 5-11: Inhalt der Relation 'qualitaet_Ort'

qid	q_beschreibung
1	genau bekannt
2	Region bekannt
3	Land bekannt
4	unbekannt

Bei der Zusammenstellung der Tabelle 5-9 wurde darauf geachtet, dass möglichst lange Lebensabschnitte entstehen. Wenn zum Beispiel aus den Aufzeichnungen hervorgeht, dass Mercator im Jahr 1552 von Löwen nach Duisburg umgezogen ist, wurde einerseits der Lebensabschnitt in Löwen bis zum 31.12.1552 definiert und mit dem Qualitätsmerkmal (Ende) 'nicht nachher' ausgestattet, andererseits wurde der Beginn des Lebensabschnitts in Duisburg mit 01.01.1552 markiert und als Qualitätsmerkmal 'nicht vorher' gewählt. Da bei der Darstellung die maximale Auflösung 1 Jahr beträgt, ändert dies nichts an der Darstellung. Bei der Suche nach möglichen Treffen mit anderen Personen, kann die Wahl des Datums aber sehr wohl einen Unterschied ausmachen. Wenn die Lebensabschnitte möglichst großzügig angegeben werden, können eher mehr mögliche Treffen erkannt werden. Bei jedem erkannten 'möglichen Treffen' ist immer eine individuelle Beurteilung notwendig, mit welcher Wahrscheinlichkeit es tatsächlich zu einem Treffen gekommen ist.

Die Qualität der Ortsangaben ist im Leben von Mercator sehr gut. Es ist fast immer der genaue Aufenthaltsort bekannt. Ausnahmen bilden hierbei die Vermessungsarbeiten an der Grenze Westfalens und in Lothringen. Bei großräumigen Vermessungen ist eine genaue Ortsdefinition selten zielführend. In diesen Fällen wird ein möglichst zentraler Ort ausgewählt, bei welchem dann das Qualitätsattribut 'Region bekannt' mitgespeichert wird. Die Darstellung wird dadurch nicht verändert, jedoch kann bei späteren Analysen das Qualitätsattribut in die Schlussfolgerung einfließen.

5.4.4 technische Herausforderungen

Von der technischen Seite her gilt es zu bemerken, dass der relativ kleine Ort Rupelmonde nicht in der cities1000-Tabelle von geonames enthalten ist. Da Rupelmonde verwaltungstechnisch in die Gemeinde Kruibeke integriert ist, wurde somit als Ort Kruibeke verwendet. Dies führt zu einer kleinen Ungenauigkeit in der Darstellung auf der Karte. Bei der Ortsbezeichnung Löwen stellen zum einen der Umlaut und zum anderen die unterschiedliche Bezeichnung des Ortes in verschiedenen Sprachen kleinere Hürden dar. Bei der Eingabe des Ortsnamens wird darauf hingewiesen, dass Umlaute durch die jeweiligen um ein 'e' ergänzten Grundvokale zu ersetzen sind. Da bei den alternativen Bezeichnungen für den Ort 'Leuven' auch 'Loewen' gespeichert ist, wird so die richtige Stadt gefunden. Eine besondere Schwierigkeit bringt die Bezeichnung des Orts 's-Hertogenbosch' mit sich, weil er mit einem Hochkomma beginnt. Da beim Eintragen in die Datenbank ebenfalls Hochkommas verwendet werden, muss der Ausdruck vorher so verändert werden, dass es zu keiner Störung mehr kommt. Dies konnte mit dem php-Befehl `pg_real_escape()` erreicht werden.

5.5 Eingesetzte Hardware (inkl. Betriebssystem)

Die Programmierarbeiten und als lokale Testumgebung wurde ein Lenovo Yoga 510 mit Windows 10 Home (64-Bit) verwendet. Als Kennzahlen seien der 2.9 GHz Prozessor und 8.0 GB installierter RAM angeführt. Die Performance des Geräts ist beim Einsatz als Testumgebung mit Geoserver von Bedeutung, da die angefragten Daten bei einem leistungsfähigen Gerät schneller aufbereitet sind.

5.6 Weitere eingesetzte Software

5.6.1 pgAdmin III

Zur Administration der PostgreSQL-Datenbank wurde die Open Source Software pgAdmin III eingesetzt. In Abbildung 5-8 ist die übersichtliche Benutzeroberfläche abgebildet. Von dieser Oberfläche aus können die einzelnen Bestandteile und Eigenschaften einer Datenbank erstellt und bearbeitet werden. Zudem kann auch ein SQL-Editor aufgerufen werden. In diesem Editor können entweder Files mit vorgespeicherten SQL-Befehlen eingesetzt werden oder neue Befehle erstellt und angewendet werden.

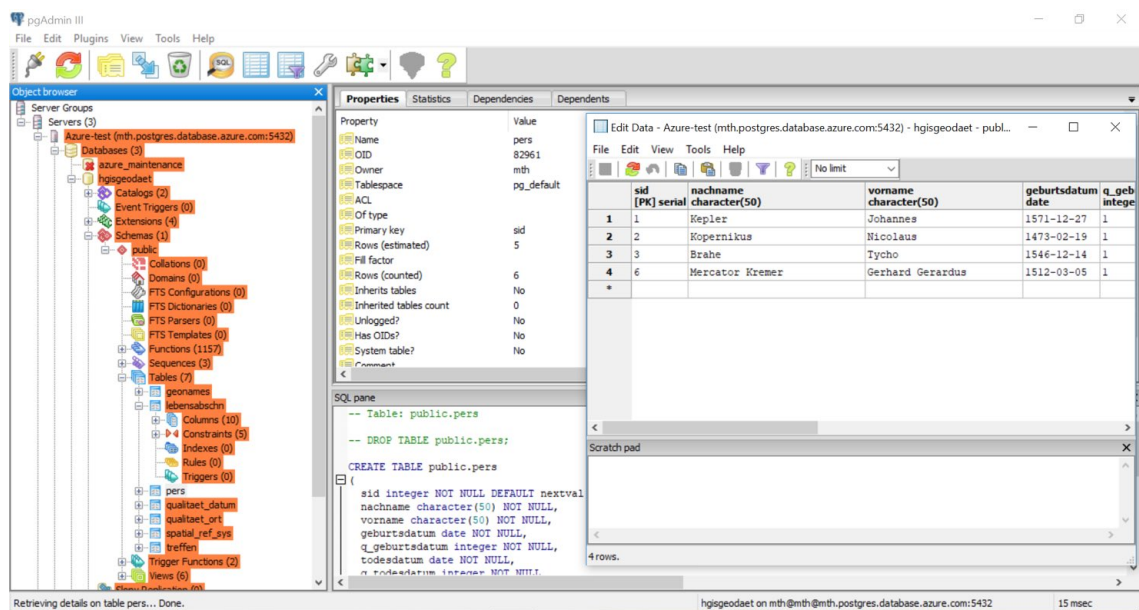


Abbildung 5-8: Benutzeroberfläche von pgAdmin III

eingesetzte Version:

1.22.2

Lizenzierung:

PostgreSQL Licence

Quelle/weitere Informationen:

<https://www.pgadmin.org>

5.6.2 NetBeans IDE

Diese kostenlose Entwicklungsumgebung wurde verwendet um jeglichen Programmcode zu erstellen oder zu bearbeiten. NetBeans IDE weist eine benutzerfreundliche Oberfläche auf und unterstützt die Programmierarbeiten mit Autovervollständigung und farblicher Hervorhebung zusammengehörender Syntax.

eingesetzte Version:

8.2.Ink

Lizenzierung:

CDDL v1.0 or GNU GPLv2 with

Classpath Exception

Quelle/weitere Informationen:

<https://netbeans.org>

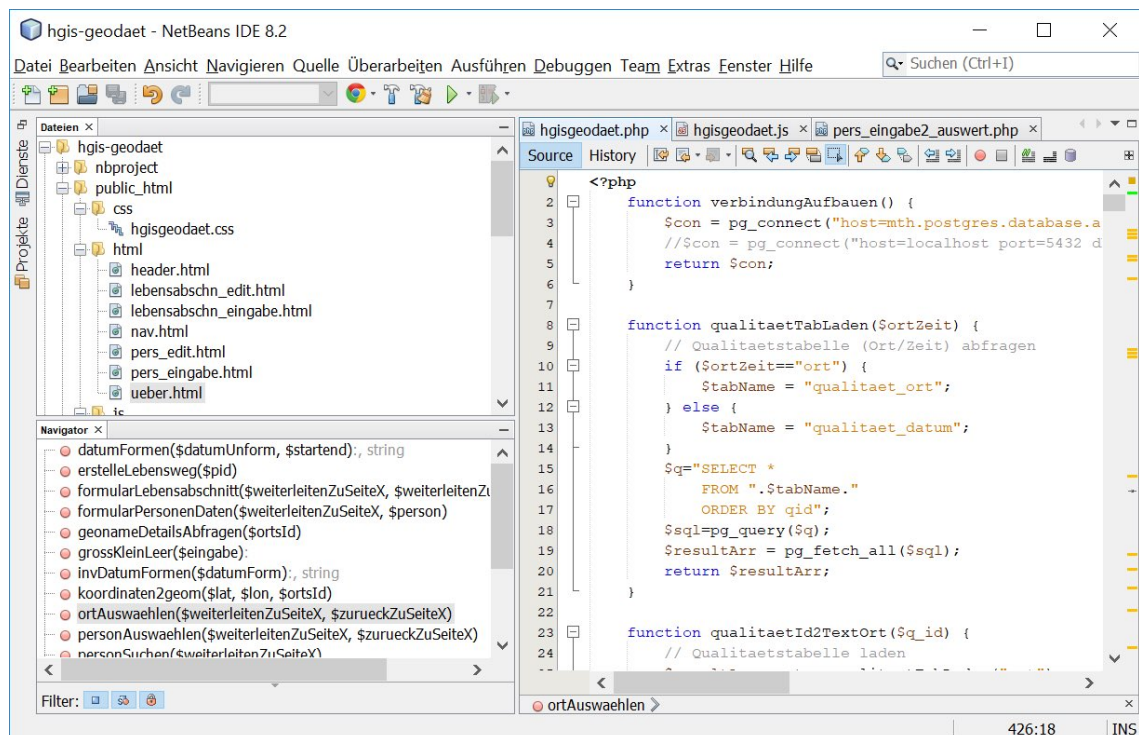


Abbildung 5-9: Oberfläche Netbeans IDE

5.6.3 XAMPP

Dieser vorkonfigurierte Web- und Datenbankserver wurde eingesetzt, um PHP-Skripts lokal zu testen. X steht als Platzhalter für das Betriebssystem (der Server kann auf Windows, Linux oder Mac verwendet werden), A steht für den kostenlosen und häufig eingesetzten Webserver Apache, M steht für die unterstützten Datenbankmanagementsysteme MySQL oder MariaDB und die beiden P stehen für die Programmiersprachen PHP und Perl. Im Zusammenhang mit der vorliegenden Arbeit wurde nur der Apache Webserver mittels PHP angesprochen. Dafür wird der virtuelle Server per Knopfdruck gestartet und gestoppt. Zusätzlich wird in einem Fenster ein Protokoll geführt (Abbildung 5-10).

eingesetzte Version: v3.2.2

Lizenzierung: GNU GPLv2 (die enthaltenen Software-Komponenten jedoch nicht zwingend)

Quelle/weitere Informationen: <https://www.apachefriends.org>

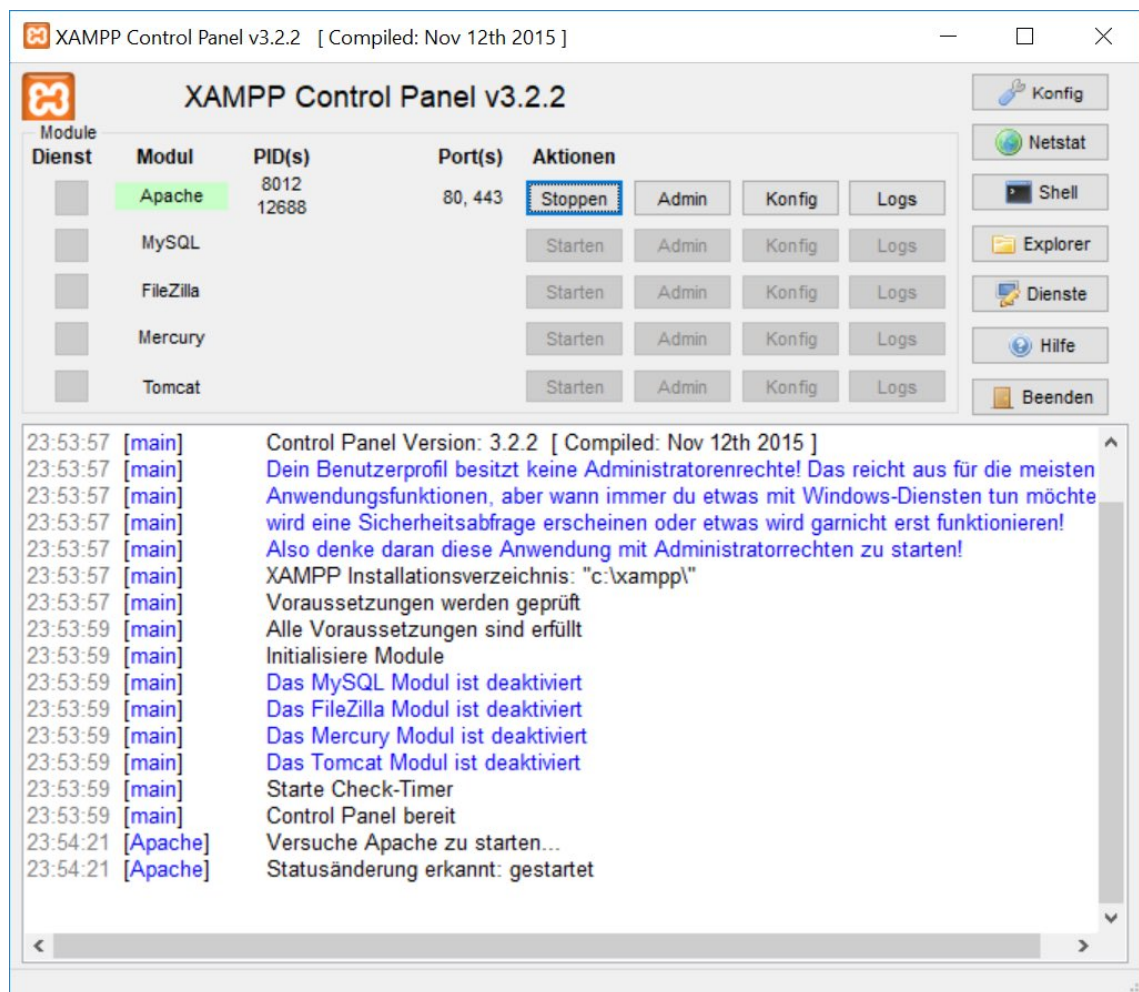


Abbildung 5-10: Oberfläche von XAMPP

5.6.4 FileZilla

Mit FileZilla lassen sich Dokumente einfach auf einen Server transferieren. Deshalb wurde der Upload der Dokumente auf Microsoft Azure mit FileZilla vorgenommen (siehe Abbildung 5-11). Um die Verbindung mit dem Server herzustellen, werden die Zugangsdaten benötigt. Diese können von Microsoft Azure heruntergeladen werden.

eingesetzte Version: 3.2.7.1

Lizenzierung: GNU GPLv2

Quelle/weitere Informationen: <https://filezilla-project.org>

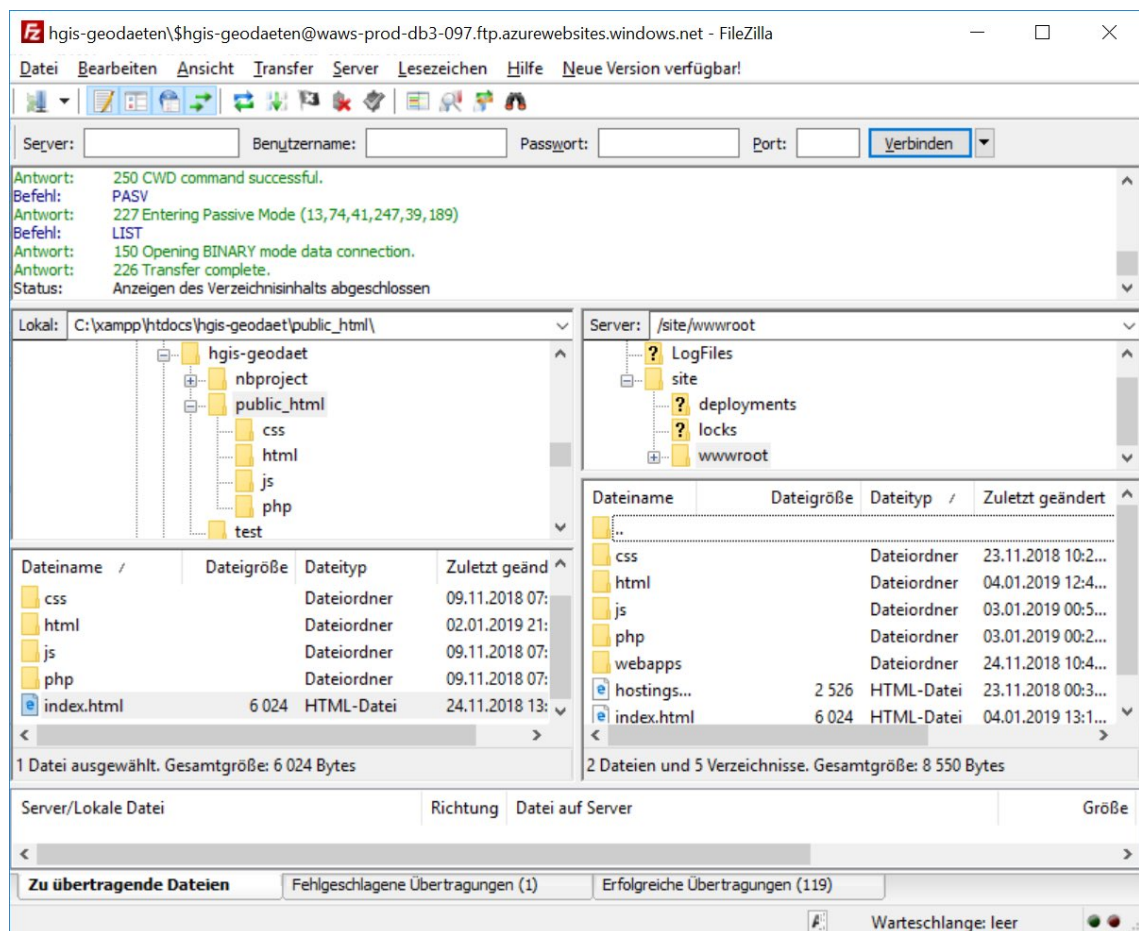


Abbildung 5-11: Oberfläche von FileZilla

5.6.5 Webbrowser

Für die Entwicklung der Website und die anschließenden Tests wurden folgende Browser verwendet:

Internet Explorer 11 (Version 11.407.17134.0, 64-Bit)

Google Chrome (Version 70.0.3538.110, 64-Bit)

Firefox (Developer Edition) (Version 64.0b11 64-Bit)

Gemäß aktueller Browserstatistik ('Meistgenutzte Browser weltweit - September 2018 | Statista', o.D.) wird für ca. 90 % der Internetnutzung einer der genannten Browser (ohne Berücksichtigung der Version) verwendet.

6 Ergebnis

Das Ergebnis präsentiert sich in Form einer Website mit einem interaktiven Kartenfenster (siehe Abbildung 6-1). Zusätzlich wurde eine Datenbank erstellt, in welche sich Lebenswege von Geodäten und Kartografen durch entsprechende Formulare der Website einpflegen lassen.

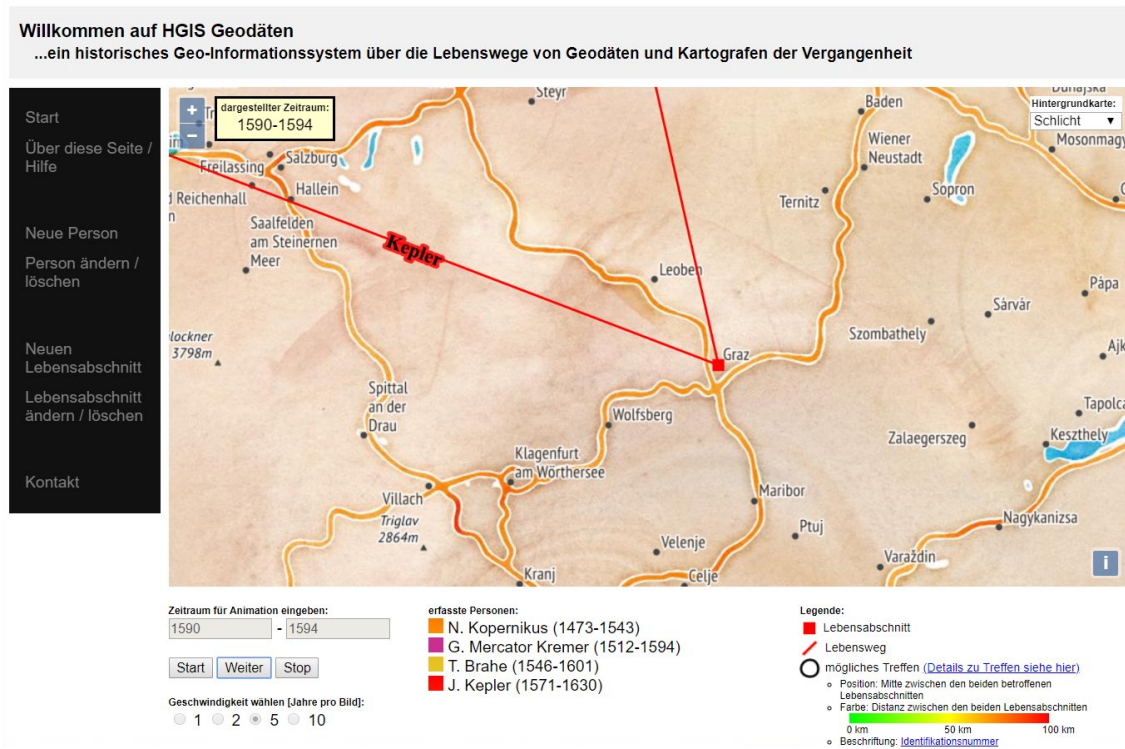






Abbildung 6-1: Screenshot der Webseite hgis-geodaeten.azurewebsites.net

Bei der Karte kann mithilfe einer Auswahlliste (in der Kartendarstellung oben rechts) aus vier verschiedenen Hintergrundkarten ausgewählt werden (siehe Tabelle 6-1: Hintergrundkarten). Für viele Internetnutzer ist OpenStreetMap ein vertrauter Anblick und gehört somit zu den Standardwerken dazu. Um die Lebenswege besser hervorzuheben, wird auch eine etwas blässere Version angeboten. Die Hintergrundkarte 'schlicht' ähnelt vom Erscheinungsbild her einer alten Landkarte und wurde deshalb als Standardhintergrund gesetzt. Die Möglichkeit, ein Terrain einzublenden, kann besonders in den Alpen sehenswerte Resultate erzeugen. Bei den Möglichkeiten 'Schlicht' und 'Terrain' sind ursprünglich keine Ortsbezeichnung eingeblendet. Diese Labels werden jedoch von der gleichen Quelle angeboten und wurden somit integriert.

Tabelle 6-1: Hintergrundkarten

OpenStreetMap	OpenStreetMap blass	Schlicht	Terrain
			
Standardkarte von OSM	carto.com basemaps	maps.stamen.com watercolor	maps.stamen.com terrain
Lizenz: Data: ODbL	Lizenz: Design: non- commercial use only Data: ODbL	Lizenz: Design: CC BY 3.0 Data: CC BY SA	Lizenz: Design: CC BY 3.0 Data: ODbL

Bei der Animation kann sowohl der Zeitraum als auch die Geschwindigkeit vom Nutzer eingestellt werden. Die Animation kann unterbrochen werden, wenn sich der Betrachter beispielsweise eine Situation detaillierter anschauen möchte. Während der Animation wird angezeigt, welcher Zeitraum gerade dargestellt wird. Der Kartenausschnitt kann beliebig gewählt werden und selbst während der Animation verändert werden, sofern die Performance diese zulässt. Bei der Eingabe des Zeitraums wird überprüft, ob nur Ziffern eingegeben wurden und falls dies nicht der Fall ist, folgt ein dementsprechender Hinweis.

Die Lebenswege, die Lebensabschnitte und die möglichen Treffen werden in der Kartendarstellung animiert angezeigt. Die Lebenswege sind zusätzlich mit dem Namen des Wissenschaftlers beschriftet. Mögliche Treffen werden automatisch erkannt und über die Identifikationsnummer (wird in der Karte bei einem Maßstab größer als 1:5'000'000 dargestellt) können in einer separaten Liste weitere Details dazu betrachtet werden (siehe Abbildung 6-2). Zudem gibt die Farbe des Symbols bereits Auskunft über die räumliche Entfernung der beiden Lebensabschnitte (siehe Abbildung 6-3). Die farbliche Darstellung wird in Geoserver über die OGC-Funktion 'Interpolate' gesteuert (siehe Abbildung 6-4).

Details zu den möglichen Treffen:

ID	Distanz	Person 1					
		Ort	Qualität Ort	Start	Qualität Start	Ende	Qualität Ende
1	0 km	Tycho Brahe					
		Prague	genau bekannt	01.09.1598	Jahr bekannt	24.10.1601	Datum bekannt

Abbildung 6-2: Tabelle mit den Details zu den möglichen Treffen (Auszug)

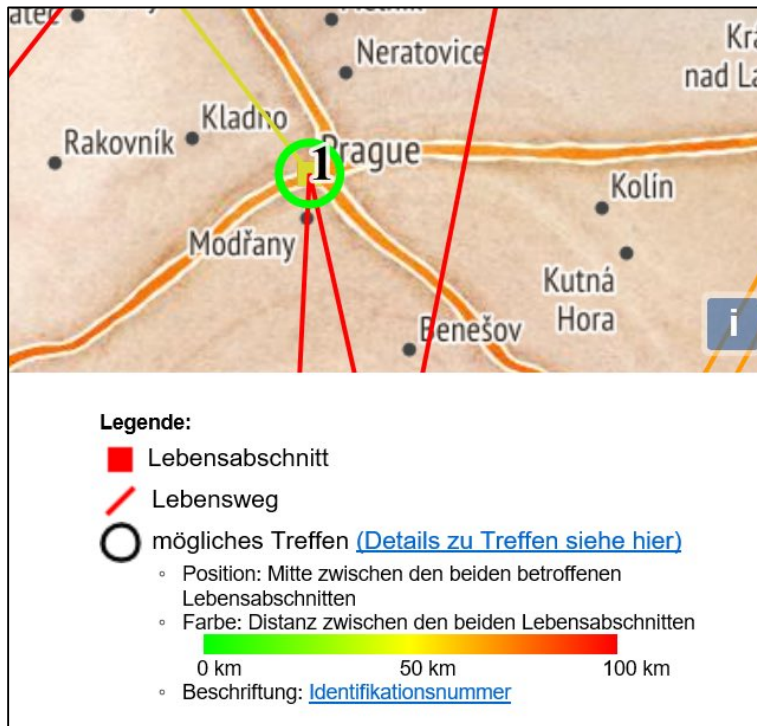


Abbildung 6-3: Darstellung eines möglichen Treffens

```

<Abstract>A 30 pixel circle without fill, color depends on distance</Abstract>
<PointSymbolizer>
  <Graphic>
    <Mark>
      <WellKnownName>circle</WellKnownName>
      <Stroke>
        <CssParameter name="stroke">
          <ogc:Function name="Interpolate">
            <ogc:PropertyName>distanz1_2</ogc:PropertyName>
            <ogc:Literal>0</ogc:Literal><ogc:Literal>#00ff00</ogc:Literal>
            <ogc:Literal>50</ogc:Literal><ogc:Literal>#ffff00</ogc:Literal>
            <ogc:Literal>100</ogc:Literal><ogc:Literal>#ff0000</ogc:Literal>
            <ogc:Literal>color</ogc:Literal>
          </ogc:Function>
        </CssParameter>
        <CssParameter name="stroke-width">4</CssParameter>
      </Stroke>
    </Mark>
  </Graphic>
</PointSymbolizer>
    
```

Abbildung 6-4: Steuerung der Farbe des Symbols in Geoserver

Bei den Möglichkeiten der Datenbankmutation werden zum einen Hilfestellungen angeboten (Tipps zur Personensuche oder zur Ortssuche), zum anderen wird die Eingabe möglichst gut geprüft um die Datenbank gegen Inkonsistenzen zu schützen. Bei der Suche nach dem richtigen Ort für einen Lebensabschnitt

werden durch die alternativen Namensbezeichnungen der Geonames-Datenbank auch wenig geläufige Bezeichnungen gefunden. Damit die Ortsbezeichnungen sicher den Nutzervorstellungen entsprechen, werden alle möglichen Lösungen in einer Auswahlliste vorgeschlagen, aus welcher der Nutzer, allenfalls auch unter Betrachtung der Koordinaten des Ortes, die definitive Entscheidung trifft.

Durch den Einsatz eines Kartenservers wird eine Veränderung der Datenbank bereits beim nächsten Nachladen der Karte berücksichtigt (sofern keine veraltete Karte im Cache liegt). Dadurch wird bei einer Veränderung der Datenbank sehr schnell erkennbar, ob das gewünschte Ergebnis erzielt wurde.

7 Beurteilung des Ergebnisses und Ausblick

7.1 Möglichkeiten

Mit dem erzielten Ergebnis wird die Zielsetzung erreicht. Es steht ein Werkzeug zur Verfügung, mit welchem die Lebenswege von mehreren Personen erfasst, visualisiert und analysiert werden können. Dabei kann der Nutzer je nach Wunsch die Parameter der Kartenanimation verändern. Nach einer kurzen Einarbeitungszeit sollte es für jeden möglich sein, neue Lebenswege und Lebensstationen zu erfassen und somit den Datenbestand auszubauen. Aufgrund der Qualitätsattribute, welche bei der Dateneingabe mitgespeichert werden können, ist der Umgang mit den Unsicherheiten der historischen Daten sowohl bei der Eingabe als auch bei der Auswertung leichter.

Am Beispiel des Lebenswegs von Mercator wird deutlich, wie schwierig aus einer Darstellung ohne zeitliche Unterscheidung (siehe Abbildung 7-1: Lebensweg von Mercator ohne zeitliche Unterscheidung) eine sinnvolle Interpretation ist.

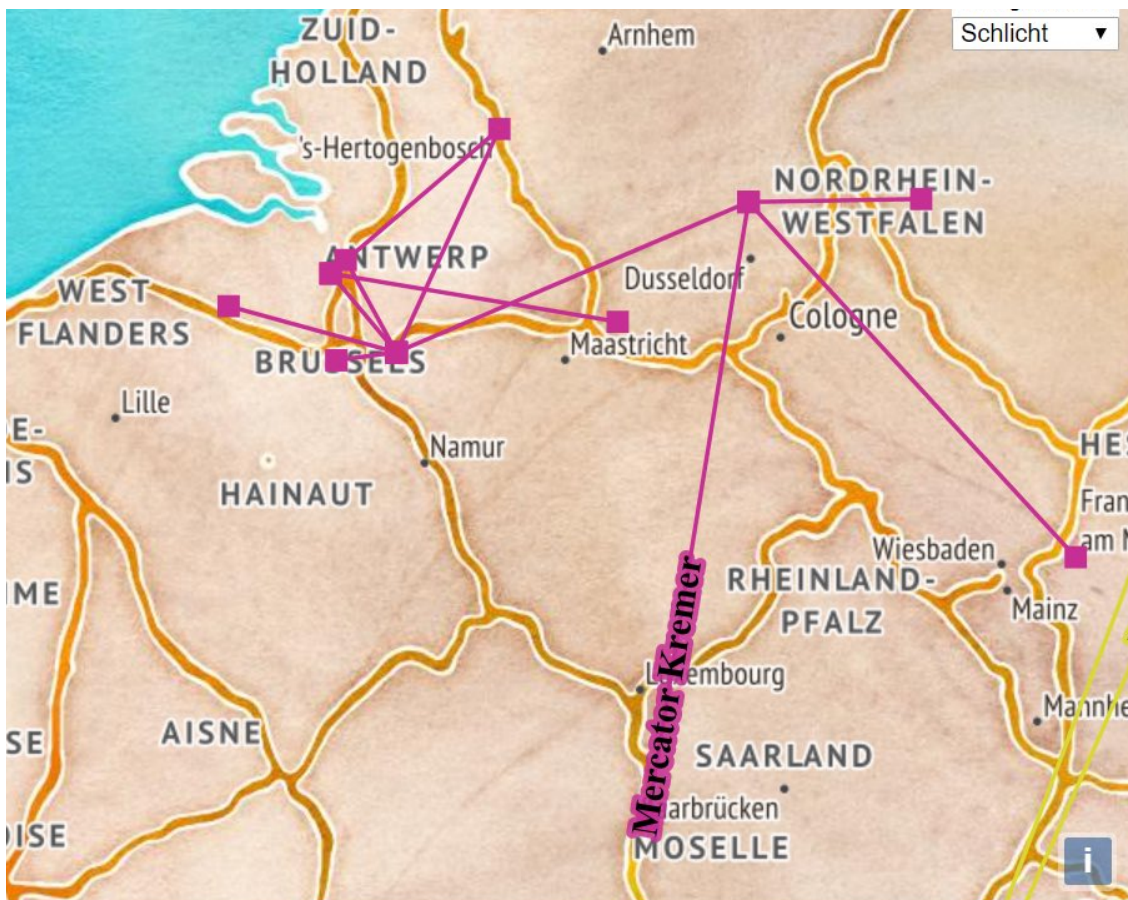


Abbildung 7-1: Lebensweg von Mercator ohne zeitliche Unterscheidung

Natürlich könnte die zeitliche Unterscheidung auch durch zusätzliche Beschriftungen auf der Karte realisiert werden. Die Lösung mit einer Animation ist jedoch intuitiver und veranschaulicht den Inhalt besser. Um den Effekt der Animation auch an dieser Stelle anzudeuten, wird in Abbildung 7-2 eine Zusammenstellung ausgewählter Jahre aus dem Leben von Mercator gezeigt.

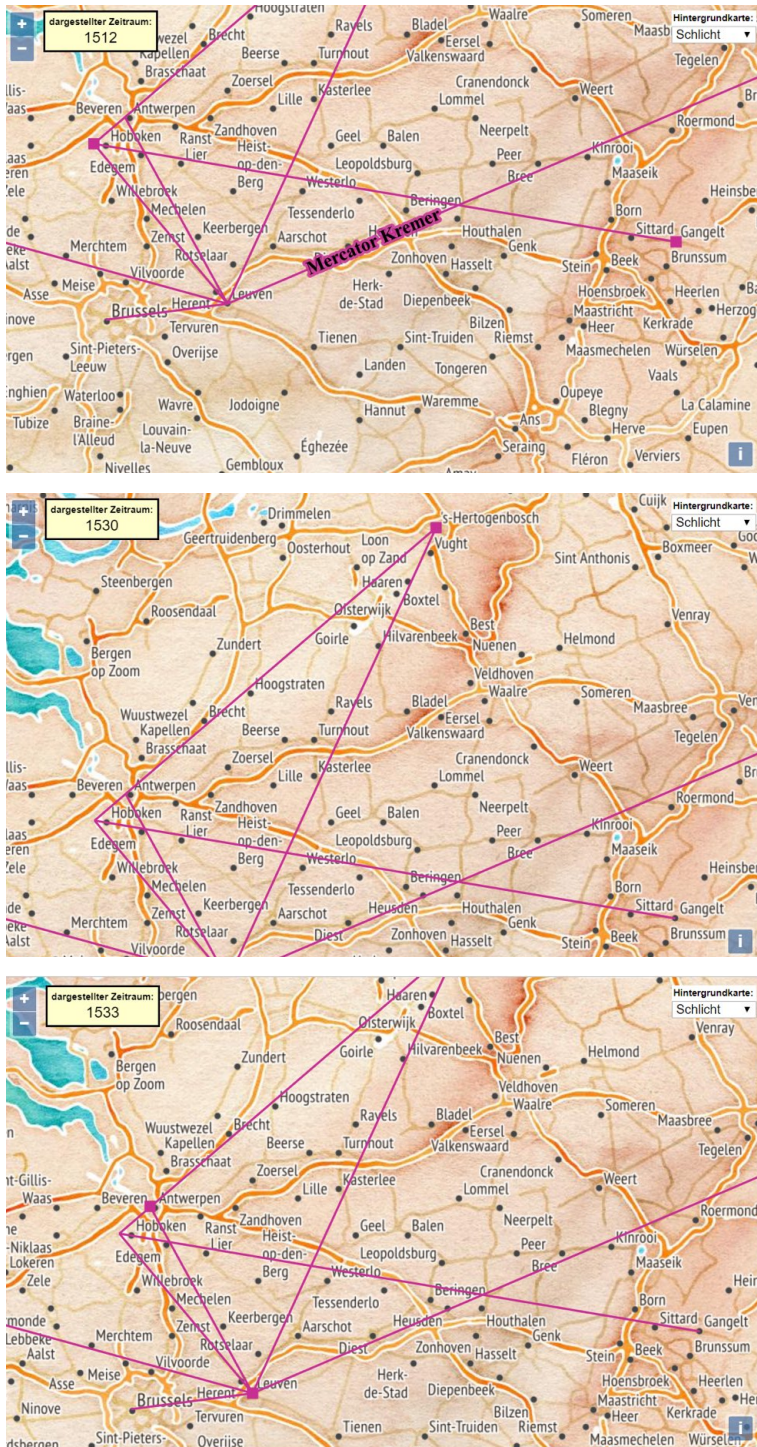


Abbildung 7-2: Ausgewählte Jahre des Lebenswegs von Mercator

7.2 Einschränkungen

Wenn analysiert werden soll, wie Wissen transferiert worden sein könnte, gilt es zu bedenken, dass persönliche Treffen nur eine Möglichkeit darstellen. Weitere Optionen, wie zum Beispiel der Austausch über Briefwechsel, wird in der vorliegenden Arbeit nicht betrachtet.

Bei der Erfassung der Lebensstationen ist die Ortssuche auf die Einträge in der Geonames-Datenbank beschränkt. Falls unbedingt ein Ort verwendet werden sollte, welcher in dieser Liste nicht enthalten ist, muss der Administrator mittels Datenbankmanipulation einen Ort in der entsprechenden Tabelle hinzufügen. Die ausgeführten Tests wurden nicht mit allen verfügbaren Browsern gemacht (z.B. Safari, Microsoft Edge). Somit könnten beim Einsatz eines solchen Browsers Fehler auftreten. Auch bei sehr alten Browsern ist die Kompatibilität nicht gegeben. Die Kartendarstellung und Teile der Dateneingabe funktionieren nicht, wenn JavaScript durch den Nutzer deaktiviert ist.

Die automatisierte Beschriftung von Linienelementen stellt in der Kartografie grundsätzlich eine Herausforderung dar. Geoserver bietet einige Optionen zur Verbesserung der Platzierung der Beschriftung an. Mit vielen Tests wurde versucht, ein optimales Ergebnis zu erzielen. Teilweise wird die Beschriftung durch Geoserver in einer Zoomstufe weggelassen, um Konflikte in der Darstellung zu vermeiden. Wenn viele Personen erfasst sind, werden die Farben mehrfach verwendet und es wird für den Nutzer immer schwieriger, die einzelnen Lebenswege zu unterscheiden. Eine zusätzliche Hilfe kann hier die Liste der erfassten Personen sein, welche sich unterhalb des Kartenfensters befindet und nebst Namen und Geburts-/Todesjahr auch die Farbe der Darstellung enthält.

7.3 Möglichkeiten zur zukünftigen Erweiterung

7.3.1 Benutzerfreundlichere Dateneingabe

Die Dateneingabe kann mit Verwendung der Ajax-Technologie noch benutzerfreundlicher und übersichtlicher gestaltet werden. Des Weiteren könnte es hilfreich sein, bei der Ortssuche zusätzlich zur Liste eine Kartendarstellung anzubieten, auf welcher alle gefundenen Orte dargestellt sind, welche mit dem eingegebenen Namen übereinstimmen. Dabei könnte auch die Möglichkeit geschaffen werden, Orte zu erfassen, welche nicht in der Geonames-Datenbank vorhanden sind.

7.3.2 Verbesserung der Darstellung

Eine Verbesserung der Darstellung könnte erzielt werden, wenn eine bessere Lösung für die Beschriftung der Lebenswege gefunden würde. In manchen Situationen wäre es hilfreich, wenn auch die Lebensabschnitte beschriftet wären. Damit die Beschriftungen die Karte jedoch nicht unnötig belasten, sollte die Realisierung mit einem zusätzlichen Steuerelement zum Ein- und Ausschalten erfolgen. Bei einer großen Anzahl erfasster Personen wäre es möglicherweise interessant, die Darstellung bestimmter Lebenswege mithilfe von Checkboxen aus- und einzuschalten.

7.3.3 Pop-up Fenster bei Klick auf Karteninhalte

Da die Anzeige der Lebenswege, Lebensstationen und Treffen auf der Karte mittels WMS realisiert sind, ist es nicht möglich, die Features anzuklicken. In einem Pop-up-Fenster könnten weitere Informationen zum Feature angezeigt werden. Um solche Pop-up-Fenster zu realisieren, könnte statt WMS der Service WFS (Web Feature Service) angewendet werden. Geoserver bietet diese Möglichkeit ebenfalls an. Bei einer solchen Veränderung stellt sich die Frage, welche Attribute im Fenster angezeigt werden sollen. Möglicherweise ist es sinnvoll, zusätzliche Daten zu diesem Zweck zu erfassen. Dies bedeutete dann aber auch eine Erweiterung der Tabelle in der Datenbank.

7.3.4 Responsive Design

Die Anzeige der Website ist auf einen Laptop-Bildschirm mit einer Auflösung von ca. 1152 x 720 dpi optimiert. Bei der Erstellung von Websites wird heutzutage viel Wert daraufgelegt, dass es auf jedem Gerät optimal dargestellt wird, sei dies nun ein Handydisplay oder ein Fernseher. Dafür ist eine Anpassung und Erweiterung der CSS-Datei notwendig.

7.3.5 Zugang zur Datenbank schützen

Um eine missbräuchliche Veränderung der Daten zu verhindern, sollten die Funktionen zur Datenbankeingabe durch ein Passwort geschützt werden. Für nicht-registrierte Besucher könnte eine weitere Möglichkeit geschaffen werden, um Daten über historische Personen mitzuteilen.

7.3.6 Einrichten der Anwendung auf einem geeigneten Server

Die Verwendung von Microsoft Azure ist aufgrund der Kosten eher nicht als Dauerlösung anzusehen. Beim Wechsel auf eine Alternative ist zu beachten, dass die Rechenleistung in etwa der von Azure zur Verfügung gestellten Leistung entsprechen sollte, um eine flüssige Animation zu ermöglichen. Eine alternative Möglichkeit für eine flüssige Darstellung ist eine Erweiterung des Codes, so dass vor dem Start der Animation bereits alle notwendigen Daten auf den Client geladen werden.

8 Fazit

Abschließend kann gesagt werden, dass die Darstellung eines Lebenswegs in einer Karte mit temporaler Animation hilfreiche Aufschlüsse darüber geben kann, woher ein Wissenschaftler die Grundlagen oder wichtige Impulse seiner Forschungsarbeit bezogen haben könnte. Aufgrund der Visualisierung können begründete Vermutungen abgeleitet werden, wie der Transfer von Wissen zustande gekommen ist. Da bei der Erfassung zusätzliche Qualitätsattribute gespeichert werden, ist es auch möglich, eine Aussage zu machen, wie wahrscheinlich nun die Begegnung zweier Wissenschaftler ist. Bei der Analyse der Daten ist zu bedenken, dass auch die Ergebnisse einer Analyse nicht besser sind, als die ursprüngliche Qualität der Daten. Daher ist es sinnvoll, Lebenswege auf der Basis von ausführlichen Biografien in die Datenbank einzuarbeiten, wie dies im Rahmen der vorliegenden Arbeit mit dem Lebensweg von Mercator geschehen ist.

Die Eingabe der Daten mittels HTML-Formulare ist zweckmäßig, da so einige wichtige Einschränkungen automatisch und sofort überprüft werden können. Die gewählten Werkzeuge leisten einen guten Dienst, wenngleich die Verwendung von Rasterdaten besonders den Nachteil mit sich bringt, dass die Features in der Karte nicht anklickbar sind. Hier liegt aus Sicht des Autors das größte Verbesserungspotential. Wenn sowohl Lebenswege als auch die einzelnen Lebensabschnitte in der Karte anklickbar wären, könnten in einem Pop-up-Fenster weitere Informationen angezeigt werden. Als weitere Informationen kommen detailliertere Angaben zum Aufenthaltsort, möglicherweise auch mit Bildmaterial sowie auch die mitgespeicherten Qualitätsattribute der Orts- und Zeitangaben in Frage.

Bei der Eingabe der Orte wird sich erst bei der Erfassung von weiteren Lebenswegen zeigen, ob die in der cities1000-Tabelle (von geonames.org) gespeicherten Orte ausreichend sind und ob die Suchmöglichkeiten von der Bedienungsfreundlichkeit her genügen.

Leider war es nicht möglich, ein Web-GIS auf der Basis von ArcGIS zu testen. Aufgrund der verfügbaren Informationen ist davon auszugehen, dass bei der Verwendung von ArcGIS einerseits Pop-Up-Fenster leichter zu realisieren wären, andererseits die Animationssteuerung einfacher und intuitiver umgesetzt werden könnte. Bei einer Anwendung, bei welcher keine zahlenden Kunden

zufrieden gestellt werden müssen, stehen die Kosten jedoch kaum in einem günstigen Verhältnis zum Mehrwert.

Der wissenschaftliche Wert dieser Arbeit liegt weniger in einer neuen Erkenntnis über die Geschichte der Vermessung, als vielmehr darin, dass im Rahmen dieser Arbeit ein Werkzeug geschaffen wurde, mit dem neue Erkenntnisse ermöglicht werden. Eine mögliche Fortsetzung dieser Arbeit ist nun die Einarbeitung von weiteren Biografien und der Analyse der sich zeitlich überlappenden Lebenswege.

Literaturverzeichnis

- Meistgenutzte Browser weltweit – September 2018 | Statista. (o.D.). Abgerufen 3. Dezember, 2018, von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/158095/umfrage/meistgenutzte-browser-im-internet-weltweit/>
- Bartelme, N. (2017) *Skriptum der Lehrveranstaltung 'Geschichte der Vermessung und der Kartographie'*. Technische Universität Graz.
- Bartelme, N., & Rautz, K. Animation. In *Skriptum der Lehrveranstaltung 'Visualisierung von Geoinformation'*. Technische Universität Graz.
- Bill, R. (2016). *Grundlagen der Geo-Informationssysteme*. Berlin, Deutschland: Wichmann.
- Boenigk, C., & Burger, R. (o.D.). PostgreSQL, das fortschrittlichste Open Source Datenbanksystem. Abgerufen 3. Dezember, 2018, von <http://www.postgresql.de>
- Bühler, P., Schlaich, P., & Sinner, D. (2018a). *HTML5 und CSS3: Semantik – Design – Responsive Layouts*. Berlin, Deutschland: Springer Berlin Heidelberg.
- Bühler, P., Schlaich, P., & Sinner, D. (2018b). *Webtechnologien: JavaScript – PHP – Datenbank*. Berlin, Deutschland: Springer Berlin Heidelberg.
- Crane, N. (2005). *Der Weltbeschreiber: Gelehrter, Ketzer, Kosmograph – wie die Karten des Gerhard Mercator die Welt veränderten*. München, Deutschland: Droemer.
- FileZilla – The free FTP solution. (o.D.). Abgerufen 27. November, 2018, von <https://filezilla-project.org>
- Geonames. (o.D.). Abgerufen 27. November, 2018, von <http://www.geonames.org>
- GeoServer. (o.D.). Abgerufen 27. November, 2018, von <http://geoserver.org/>
- GI Geoinformatik GmbH. (2017). *ArcGIS 10.5: Das deutschsprachige Handbuch für ArcGIS Desktop Basic und Standard inklusive Einstieg in ArcGIS Online*. Berlin, Deutschland: Wichmann.
- Krimbacher, A. (2011). *vitaemaps, georeferenzierte Biografien*. Technische Universität Graz, Österreich: Bakkalaureatsarbeit am Institut für Geodäsie (unveröffentlicht).
- Microsoft. (o.D.). Microsoft Azure: Cloud Computing-Plattform und -Dienste. Abgerufen 27. November, 2018, von <https://azure.microsoft.com/de-de/>
- NetBeans. (o.D.). Abgerufen 27. November, 2018, von <https://netbeans.org>
- Open Source Initiative. (o.D.). Licenses & Standards | Open Source Initiative. Abgerufen 12. Dezember, 2018, von <https://opensource.org/licenses>
- OpenLayers. (o.D.). Abgerufen 27. November, 2018, von <https://openlayers.org/>
- pgAdmin - PostgreSQL Tools. (o.D.). Abgerufen 27. November, 2018, von <https://www.pgadmin.org>

- PostGIS Developers. (o.D.). PostGIS — Spatial and Geographic Objects for PostgreSQL. Abgerufen 3. Dezember, 2018, von <https://postgis.net>
- Rumsey, D. (o.D.). David Rumsey Historical Map Collection | The Collection. Abgerufen 4. Januar, 2019, von <https://www.davidrumsey.com/>
- Seip, C., Zehner, M. L., & Korduan, P. (2017). *Web-GIS: Grundlagen, Anwendungen und Implementierungsbeispiele*. Berlin, Deutschland: Wichmann Herbert.
- Stangl, W., & Stangl, P. (2016, 6. September). HGIS de las indias, WebGIS. Abgerufen 27. November, 2018, von <https://www.hgis-indias.net/index.php/webgis>
- University of Portsmouth and others. (o.D.). A Vision of Britain through Time | Your national on-line library for local history | Maps, Statistics, Travel Writing and more. Abgerufen 4. Januar, 2019, von <http://www.visionofbritain.org.uk>
- Verband DHd - 'Digital Humanities im deutschsprachigen Raum'. (o.D.). HGIS de las Indias | digital humanities im deutschsprachigen Raum. Abgerufen 1. Dezember, 2018, von <https://dig-hum.de/forschung/projekt/hgis-de-las-indias>
- Wikipedia contributors. (2018, 17. Dezember). Historical geographic information system – Wikipedia. Abgerufen 4. Januar, 2019, von https://en.wikipedia.org/wiki/Historical_geographic_information_system
- Wise, S. (2013). *GIS Fundamentals, Second Edition*. Boca Raton, USA: Taylor & Francis.
- XAMPP Installers and Downloads for Apache Friends. (o.D.). Abgerufen 27. November, 2018, von <https://www.apachefriends.org/index.html>
- Zehnder, C. A. (2005). *Informationssysteme und Datenbanken*. Zürich, Schweiz: Vdf, Hochsch.-Verlag an der ETH.