

Visualisierung personalisierter Geodaten – Erstellung eines geographischen Lebenslaufs

Nathanael Siering

Hochschule für Technik und Wirtschaft, Berlin · nathanael@siering.net

Full paper double blind review

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit stellt einen Einblick in die Masterthesis des Autors, „Erstellung eines geographischen Lebenslaufs durch Aggregation und Visualisierung von Geodaten“ dar, welche die Entwicklung von Konzepten und Implementierung eines Prototypen zur Aggregation und Visualisierung personalisierter Geodaten unter Einsatz der Methode Design Thinking behandelt.

Hierfür werden zunächst der Forschungsstand und bisherige Visualisierungsansätze untersucht. Es folgt eine Analyse der Nutzerbedürfnisse. Darauf basierend werden mehrere Visualisierungskonzepte mit verschiedenen Zielsetzungen erarbeitet sowie in diesem Zusammenhang auftretende Herausforderungen erläutert, ein besonderes Augenmerk liegt auf der Visualisierung des Zusammenhangs von Raum und Zeit. Es folgt die Dokumentation der Implementierung des Prototypen. Abschließend werden die Ergebnisse zusammengefasst und ein Ausblick über mögliche Weiterentwicklungen gegeben.

1 Einleitung

Geodätische Vermessungen, Soziale Netzwerke, Mobilfunkdaten – die Vermessung der Welt schreitet voran. Kontinuierlich werden Unmengen von geographischen Daten erzeugt und verarbeitet. Viele dieser Daten betreffen natürliche oder politische Landvermessungen oder beschäftigen sich mit der Erfassung von Nutzflächen oder Gebäuden. Daneben werden aber spätestens seit der weitreichenden Verbreitung von Smartphones und sozialen Netzwerken in den letzten Jahren große Mengen an personalisierten Geodaten gespeichert.

Ob Fotos oder Statusnachrichten, Check-ins oder Teilnahmen an Veranstaltungen – in relativ strukturierter Form werden in verschiedenen Quellen Informationen darüber aufgezeichnet, an welchem Ort sich der Einzelne zu einem bestimmten Zeitpunkt aufgehalten hat.

Diese Arbeit beschäftigt sich damit, wie diese personalisierten Geodaten aus verschiedenen Quellen zusammengeführt werden können, um aus dieser Datensammlung anschließend durch angemessene Visualisierungen Informationen gewinnen zu können. Es soll ermöglicht werden, einen persönlichen geographischen Lebenslauf zu erstellen.

Dem Visualisierungsprozess von WARE (2004) folgend, erfordert das Vorhaben, möglichst alle auffindbaren Geodaten eines Benutzers zu visualisieren, Lösungen für drei Aufgabenstellungen:

1. Aggregation

Die Daten müssen aus verschiedenen Quellen zusammengesammelt werden.

2. Verarbeitung

Anschließend müssen diese Datensätze in eine gleichartige Struktur gebracht werden, um sie verarbeiten zu können.

3. Visualisierung

Es müssen Ansätze zur Darstellung entwickelt werden, um aus diesen Daten visuell Informationen ablesen zu können.

Ziel dieser Arbeit ist die Erarbeitung eines Systems, das – basierend auf den Bedürfnissen der späteren Nutzer – den Anwender in die Lage versetzt, seine an verschiedenen Stellen angefallenen personalisierten Geodaten zu sammeln und in einer Form darzustellen, aus der er Erkenntnisse über Schwerpunkte seines Lebens ableiten kann. Dieses System soll als mobile Anwendung konzipiert werden. Den Kern stellen dabei die Visualisierungskonzepte dar, wobei vor allem auch der Aspekt der Visualisierung des Zusammenhangs von Raum und Zeit behandelt wird.

2 Forschungsstand

Mit dem Problem der raumzeitlichen Darstellung von Geodaten setzt sich ATZL (2013) auseinander, die »echtzeitliche Multimediadaten« verschiedener Organisationen zusammenführt und unter Angabe des Ortes, der Zeit sowie des aufzeichnenden Geräts auf einer Online-Plattform visualisiert. GREGAT, FRIEDRICH & SCHOMACKER (2013) versuchen, im Kontext der Augmented Reality auf einer zweidimensionalen Karte dynamische Abläufe durch 3D-Objekte darzustellen. Die schlechte Abbildbarkeit von Veränderungen und Entwicklungen wird bereits von ARNBERGER (1977) beschrieben („So ist auf der Karte [...] der Ablauf der Dinge gestoppt worden, wie wenn man aus einem Kinofilm ein einziges Bild herausgreift, um es länger und eingehender betrachten und analysieren zu können. Die Dynamik lässt sich nunmehr nur noch deuten, und zwar aus der Physiognomik der Figuren und Gegenstände und ihren räumlichen Verhältnissen zueinander.“) und mit Lösungsansätzen wie Pfeilen, Signaturen (Positionssymbole) oder Helligkeitswerten beantwortet („Im allgemeinen gilt die Regel ‚je älter, desto schwerer und dichter bzw. desto dunkler und satter‘“). Dabei bleibt er jedoch im analogen kartographischen Kontext. Erst mit der Geoinformatik kommen weitere Visualisierungsmöglichkeiten etwa durch Animationen auf.

2006, also noch vor der großen Verbreitung der Smartphones, entwickeln KANJO et al. (2008) mit *MobGeoSens* ein Hard- und Softwaresystem zur Aufzeichnung, Verarbeitung und Visualisierung personalisierter Geodaten. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Darstellung von abgegrenzten Umgebungsdaten (z. B. Geräuschpegel auf dem Weg zwischen Wohnung und Arbeit).

Die Mehrzahl der zum Thema Geovisualisierung veröffentlichten Texte beschäftigen sich mit verschiedenartigen Ansätzen zur zwei- oder dreidimensionalen Visualisierung von Landschafts- oder Fachdaten oder im Rahmen von Location-based Services (LBS). Mit der konkreten Visualisierung langfristig aufgezeichneter personalisierter Geodaten beschäftigt sich dabei jedoch keiner der untersuchten Artikel. Dieses Feld wird vor allem außerhalb des wissenschaftlichen Kontextes bearbeitet; namentlich findet eine Visualisierung personalisierter Geodaten oft in dem Zusammenhang statt, in dem sie erhoben werden.

Dabei unterscheiden sich die Ansätze vielerorts wie in iPhoto oder bei Facebook nur wenig (Abb. 1): Meist werden diejenigen Orte auf einer Karte markiert, in denen etwa Fotos aufgenommen wurden. Wird eine weniger detaillierte Zoomstufe gewählt, werden mehrere Markierer zu einem einzigen zusammengefasst. In mobilen Anwendungen findet meist eine sehr viel begrenztere oder rein sprachliche Ortsangabe statt. Auf eine Zeit und Ort verbindende Darstellung wird so gut wie immer verzichtet.



Abb. 1: Visualisierung besuchter Orte in iPhoto



Abb. 2: Raumzeitliche Visualisierung im Google Standortverlauf

Eine Ausnahme stellt der Google Standortverlauf (*Google Location History*) dar, welcher bis zu dessen Abschaltung im Dezember 2013 durch das *Google Location History Dashboard* ergänzt wurde. Im Standortverlauf werden für ein ausgewähltes Datum sämtliche erfassten Punkte angezeigt und mit Linien verbunden (Abb. 2). Der letzte bekannte Standort wird durch eine Stecknadel symbolisiert.

Daneben existieren weitere eher spielerische Ansätze wie Fog of World¹.

3 Anwendungsfälle

Im Rahmen der Thesis werden verschiedene Design Thinking-Methoden angewendet, unter anderem das *Persona Framework*. Dazu wurden mehrere Personen über ihre Bedürfnisse und Einstellungen befragt, um anschließend aus den dabei erworbenen Einsichten zwei Personas zu entwickeln: Zum einen Timm, 25 Jahre, *Narzisst* und Selbstdarsteller, der als „Digital Native“ seine Meinungen und Aktivitäten, in Erwartung von Reaktionen und Bewunderung öffentlich macht. Sein Ziel ist es, herauszufinden, welche (geographischen) Trends es in seinem Leben gibt, welche Gegenden er erreicht hat, wo er sich wann aufgehalten hat, welche Orte – möglicherweise überraschend – wichtig für ihn sind, ob es Häufungen von Orten gibt, an denen er Bilder macht oder Statusnachrichten verfasst. Die zweite Persona ist Tobias, 29 Jahre, *Musiker*, für den wichtig ist zu sehen, an welchen Orten er wie oft gespielt hat, wie viel Zeit seit seinem letzten Besuch vergangen ist und wie der zeitliche Ablauf seiner Touren aussieht.

¹ <http://de.fogofworld.com>

4 Visualisierung

TUFTE (2006) fordert in Bezug auf Visualisierungen „Graphical Excellence“ ein: Grafische Visualisierungen sollen demnach unter anderem „die Daten zeigen; [...] vermeiden, die Aussagen der Daten zu verfälschen; große Datensammlungen vereinheitlichen; das Auge ermutigen, verschiedene Teile der Daten zu vergleichen; [...] einem vernünftigen, klaren Zweck dienen: Beschreibung, Erforschung, Aufgliederung oder Dekoration“. Überflüssige, ausschließlich dekorative Elemente lehnt er dabei allerdings als ablenkenden „Chartjunk“ ab.

4.1 Datenherkunft

4.1.1 Kriterien und Anforderungen an die Datenqualität

Die zu visualisierenden Geodaten müssen, um verarbeitet werden zu können, folgende Eigenschaften aufweisen:

Zeit: Der Datensatz muss einen Zeitstempel beinhalten. Dies ist notwendig, um den korrekten zeitlichen Ablauf der Datensätze abzubilden.

Ort: Die wichtigste Eigenschaft von Geodaten ist die Ortsangabe. Entsprechend ist ihr Vorhandensein essenziell. Je nach Datenquelle findet sich ein unterschiedlicher räumlicher Detaillierungsgrad, dessen Berücksichtigung für einige Visualisierungen wichtig ist. Diese Auflösung muss im Datensatz festgehalten werden.

Personenbezug: Um eine einer einzelnen Person zuordenbaren Datensammlung zu erstellen und anschließend zu visualisieren, muss sichergestellt werden, dass der Datensatz zu dieser Einzelperson gehört. Diese Eigenschaft wird sich zumeist daraus ergeben, dass die Datenquellen jeweils klar einem Benutzer zugeordnet werden können.

Ereignis: Als fakultative Eigenschaft kann weiterhin auch noch ein Ereignis mitgegeben werden. Dieses definiert sich zum einen aus der Art des Objektes, an das die Daten angehängt wurden – etwa Fotos oder Statusnachrichten, s. u. –, zum Anderen aus seiner Quelle. Datensätze ohne Ereignis können der Datenbasis für die Visualisierung in den meisten Fällen ebenfalls zuträglich sein.

Als Abkürzung wird der Begriff des **ZOPE**-Prinzips genutzt. Wichtig ist für alle Kriterien auch eine gewisse Genauigkeit, Daten wie „August 2012“ oder „In der Nähe von Berlin“ sind qualitativ nicht ausreichend.

Einige Datenquellen beziehen ihren Ortsfaktor durch eine automatische Standortbestimmung, meist via Assisted GPS. Ein weiterer Teil der aggregierbaren Daten wurde vom Nutzer geographisch zugeordnet. Dabei ist die Genauigkeit von diesen Eingaben abhängig. Wird etwa ein Status nur mit der zugehörigen Stadt markiert, sind die dahinterliegenden Koordinaten weniger aussagekräftig als bei Angabe der vollen Adresse. Selbiges gilt in diesem Fall für den Zeitpunkt des Eintrags – ein tagesgenauer Punkt ist für Detailansichten, in denen mehrere Einzeldatensätze angezeigt werden, nicht nutzbar.

Die Eigenschaft »Ereignis« bezeichnet dabei zunächst das Objekt, an das die Ort- und Zeitdaten angebunden sind. Diese Quelldaten sind von unterschiedlich Qualität und Aussagekraft und lassen sich nach bisherigem Stand in vier Kategorien unterteilen:

Foto: Bilder, meist direkt oder indirekt durch Satellitennavigation verortet.

Statusnachricht: In sozialen Netzwerken veröffentlichte Textnachrichten, ebenfalls durch Satellitennavigation automatisch oder per Hand verortet.

Check-in: Aktive Bekanntgabe des Besuchs eines bestimmten Ortes. Der Ort stellt dabei einen strukturierten Datensatz mit einer festen Adresse dar, die Messungenauigkeiten weniger wahrscheinlich macht.

Veranstaltungsteilnahme: Bekanntmachung der Teilnahme an einer Veranstaltung. Diese hat häufig einen fest zugewiesenen Ort und einen definierten Zeitraum, was sowohl die Zuordnung anderer Datensätze als auch die Verknüpfung mit anderen teilnehmenden Personen ermöglicht.

4.1.2 Untersuchung potenzieller Datenquellen

Fotos: Für die Metadaten in Bildern sind im Standard EXIF 2.3 unter anderem Felder für Datum und Uhrzeit sowie für eine GPS-Position vorgesehen. Sind die Fotos bereits auf dem visualisierenden Gerät vorhanden, kann auf diese recht einfach zugegriffen werden. Bilder, die aus externen Quellen hinzugefügt werden, müssen entsprechend erst zugänglich gemacht werden, etwa durch Bereitstellung einer Webschnittstelle oder durch Verknüpfung mit einem externen Synchronisationsdienst wie Dropbox.

GPX-Daten: Mithilfe von GPS-Loggern bzw. GPS-Trackern ist es möglich, in festgelegten Zeitintervallen nach oder zurückgelegter Wegstrecke GPS-Punkte aufzuzeichnen. Das zur Speicherung dieser Wegstrecken genutzte GPS Exchange Format sieht pro Wegpunkt zunächst die geographischen Daten, optional aber auch Zeitdaten, vor. Für die GPX-Dateien gilt das Selbe wie für nicht auf dem Gerät gespeicherte Fotos: Zunächst müssen sie dem visualisierenden Gerät bekannt gemacht werden.

Facebook: Über die Graph API bietet Facebook eine Programmierschnittstelle an, über die – nach Zustimmung des Nutzers – viele Daten, darunter auch ortsbasierte, abrufbar sind. Die Angabe des Ortes findet dabei innerhalb des *location*- oder *place*-Parameters statt, über den eine Ortsbezeichnung, Längen-/Breitengrade sowie Felder für Stadt, Bundesland (bzw. Region), Land, Straße und Postleitzahl ermittelbar sind. Ein Ortsbezug kann verschiedenen nutzerspezifischen Datensätzen angehängt werden, darunter Statusmeldungen, Fotos oder Veranstaltungen. Die API ermöglicht es, direkt alle verfügbaren ortsbezogenen Datensätze eines Nutzers abzufragen. Dabei werden aber längst nicht alle bei Facebook vorliegenden Geodaten auch zur Verfügung gestellt.

Google+: Auch in Google+ sind verschiedene Aktionen möglich, in denen Geodaten des Nutzers gespeichert werden. Durch die API ist der Abruf von verschiedenen sogenannten Momenten und Aktivitäten möglich, die etwa Statusnachrichten oder Check-ins beinhalten. Auch ist der Abruf des aktuellen, also letzten bekannten Ortes eines Nutzers möglich. Auch hier gilt, dass Google selbst deutlich mehr Daten sammelt, als es verfügbar macht.

Andere: Weitere, spezialisiertere Dienste, geben ebenfalls die Möglichkeit, über APIs auf Datensätze mit angehängten Geodaten zuzugreifen. Speziell genannt seien Twitter, Flickr und Foursquare, die innerhalb ihrer Möglichkeiten recht großzügig Daten verfügbar machen.

4.2 Datennormalisierung

Sobald Geodaten nicht nur nach ihrer räumlichen, sondern auch nach ihrer zeitlichen Struktur visualisiert werden, ergibt sich bei unterbrochenen Aufzeichnungen ein Problem. Einige der im Folgenden beschriebenen Visualisierungsformen sind nur möglich, wenn die Datensammlung gleichmäßig dokumentierte Daten umfasst: Sind etwa am Urlaubsort an einem Tag ungleich mehr Bilder entstanden als im Rest des Jahres in der Heimat, ergibt sich vor allem bei räumlichen Darstellungen, die jeden Datensatz gleichbehandeln, ein verzerrtes Bild, wie viel Zeit an welchem Ort verbracht wurde.

Während bei detaillierten Ansichten durchaus jedes Datum berücksichtigt werden kann, müssen bei größeren zeitlichen Abständen Daten zusammengefasst werden. Bis zur Ansicht einer gewissen Detailtiefe sind alle im Folgenden aufgeführten Visualisierungen mit täglichen Datensätzen gut darstellbar. Innerhalb eines Tages gibt es – üblicherweise – nicht mehr als eine große Richtungsveränderung. Mehrere Datensätze, die auf denselben Tag und Ort verweisen, können also zu einem virtuellen Punkt zusammengefasst werden.

Es ist nicht notwendig, den Betrachtungszeitraum für die Zusammenfassung auf weniger als einen Tag zu reduzieren, da die an einem Tag erzeugten Geodaten im Allgemeinen überschaubar dargestellt werden können. Aus Tagesdatensätzen können Wochen-, Monats- oder gar Jahresdatensätze errechnet werden – wobei die Aussagekraft der Datensätze desto weiter sinkt, je länger der zusammengefasste Zeitraum ist.

4.3 Visualisierungskonzepte

Im Rahmen der Thesis wurden fünf Visualisierungen für verschiedene Nutzerbedürfnisse entwickelt. Diese Arbeit beleuchtet im Folgenden zwei von ihnen näher.

4.3.1 Tourkarte

Tobias, der Musiker, produziert im Jahr einige Dutzend Datensätze, die aber als Veranstaltungen eine klare Datenstruktur aufweisen. An Tagen mit Auftritt gibt es einen Datensatz, für dazwischenliegende Tage keine. Aus der Darstellung soll sich ablesen lassen, welche Orte häufig bereist wurden und wie viel Zeit seit dem letzten Besuch vergangen ist. Die Zeit zwischen den Auftritten zu interpolieren ergibt keinen Sinn, da der allgemeine Aufenthalt nicht von Belang ist und sich Tobias entweder zwischen den Auftrittsorten oder an seinem Heimatort befindet.

Die Grundlage für diese Visualisierung stellt eine Bildschirmkarte dar. Auf der Karte abgebildet sind Kreise, die anhand ihrer Größe die Anzahl gespielter Konzerte aufzeigen. Je nach Maßstab werden mehrere Kreise zusammengefasst.

Die Sättigung der Kreisfarbe gibt an, wie weit der letzte Besuch zeitlich zurückliegt. Auf diese Weise kann also sowohl gezeigt werden, wie oft Tobias an einem Ort war, als auch, wie viel Zeit seitdem vergangen ist. Zukünftige Ereignisse können ebenfalls angezeigt werden. Hierbei wird die Farbe der Ereignisse jedoch grün statt rot dargestellt (in Abb. 3 mit einem weißen X markiert) – je näher der Zeitpunkt dem aktuellen Datum liegt, desto intensiver erfolgt hier die Farbgebung. So können auf einen Blick Notwendigkeiten erkannt werden, sich wieder zu bestimmten Orten zu wenden.

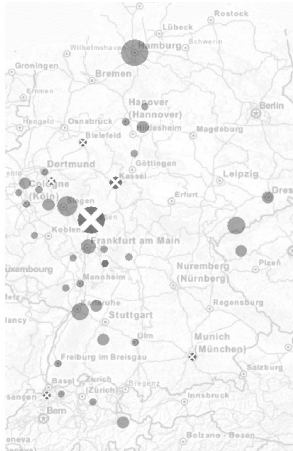


Abb. 3: Tourkarte in Übersichts-Ansicht

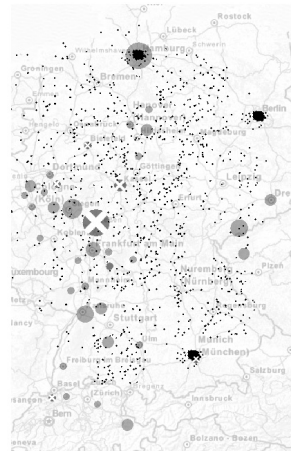


Abb. 4: Tourkarte mit Fan-Standorten

Anhand dieser Darstellung ist für Tobias nicht nur ersichtlich, welche Orte er längere Zeit nicht besucht hat oder wohin es in näherer Zukunft geht, sondern auch welche Gebiete überhaupt noch nicht besucht wurden.

Eine erweiterte Variante ist vorstellbar: Da anhand der Facebook-Seite nicht nur die Veranstaltungen, sondern auch die Fans ermittelbar sind, kann – sofern hier öffentlich verfügbare Daten vorliegen – angezeigt werden, wo diese Fans wohnen. Abbildung 4 illustriert die Möglichkeit, für die Band unerschlossene Gebiete aufzuzeigen.

4.3.2 Kreisdiagramm

Timm, der Narzisst, hat den Wunsch, geographische Trends in seinem Leben zu erkennen und festzustellen, an welchen Orten er sich besonders häufig aufhält. Hier soll ein Kreisdiagramm genau diese Darstellung ermöglichen.

TUFTE (2013) lehnt Kreisdiagramme aufgrund der mangelhaften aus ihnen hervorgehenden Informationen und der schlechten Vergleichbarkeit ab. Dennoch gibt es Informationen, bei denen die Visualisierung durch ein Tortendiagramm Sinn ergibt; dazu gehört die relative Aufteilung von Werten. Werden hier zu viele unterschiedliche Werte verglichen, geht die Überschaubarkeit tatsächlich schnell verloren. Eine übersichtliche Anzahl von Gruppierungen, etwa die in einem Parlament vertretenen Parteien, lassen sich hieraus jedoch gut ablesen. Als Anzahl gut erfassbarer Gruppen taucht in der Literatur wiederkehrend die Zahl 7 auf (AL-ASSAF 1998, JONES 2006, DENSCOMBE 2010), was der Millerschen Zahl entspricht (7 ± 2 , vgl. MILLER 1955).

Ein Tortendiagramm kann hier – als Ergänzung zu anderen Visualisierungsformen – dazu genutzt werden, in verschiedenen Detailtiefen die geographische Verteilung über einen gewählten Zeitraum darzustellen. Dabei wird gezeigt, wo der Benutzer im jeweiligen Zeitraum wie viel Zeit verbracht hat. Je nach Ebene wird die Verteilung nach Kontinenten, Subkontinenten, Ländern, Regionen oder Stadtteilen abgebildet.

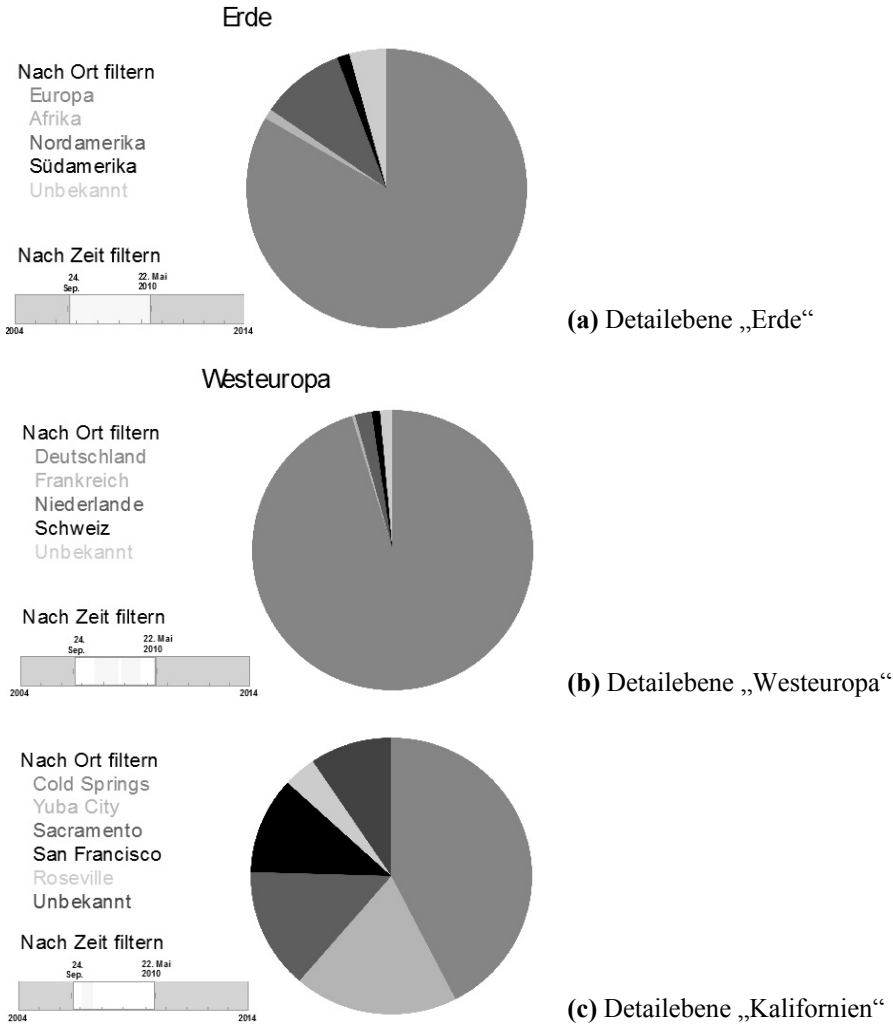


Abb. 5: Visualisierung der Ortsverteilung mithilfe eines Kreisdiagramms

Ein Klick auf ein Tortenstück oder die zugehörige Beschriftung führt in die nächste Detailebene. Wird etwa bei der Kontinentverteilung Europa ausgewählt, zeigt sich im nächsten die Aufteilung nach verschiedenen logischen Regionen Europas (Mitteleuropa, Skandinavien, Südeuropa, Osteuropa, Westeuropa). Eine weitere Unterteilung nach Ländern findet bei einem weiteren Klick statt.

Nach der Auswahl wird überprüft, welche Einteilung sinnvoll ist. Wurde beispielsweise in Nordamerika nur Kalifornien besucht, entfällt nach einem Klick auf den Kontinent die Auswahl nach Land und Bundesstaat und es wird direkt die Übersicht nach Landkreisen oder Städten angezeigt.

Es ist also notwendig, für jede jeweils zu visualisierende Datenmenge eine Aufteilung zu finden, die maximal sieben, idealerweise höchstens fünf Segmente beinhaltet. Dazu muss für die gewählte Menge anzuzeigender Datensätze für jede mögliche Detailstufe (z. B. Stadtteil, Stadt, Kreis, Bundesland, Land, Region, Kontinent) ermittelt werden, ob sich die Daten in entsprechend wenige Teile teilen lassen. Ist dies nicht der Fall, wird die nächstgrößere Auflösung geprüft.

In einer als Filter eingesetzten Zeitleiste wird durch farbliche Markierung angezeigt, welche Zeiträume tatsächlich Daten für die aktuelle Darstellung bereithalten.

Diese Visualisierung macht Timm zwar sehr anschaulich, wie große Teile seines Lebens oder eines bestimmten Zeitraums er in welchen Gegenden verbracht hat, allerdings ist dabei die geographische Komponente nicht intuitiv erfassbar – es ist ein gewisses Vorwissen und eine bewusste Abstraktion notwendig, um anhand der Bezeichner eine geographische Einordnung zu erkennen. Durch die jeweils klare räumliche Einschränkung kann über die Zeitleiste abgelesen werden, welche Zeiten in der gewählten Gegend verbracht wurden.

5 Implementierung eines Prototypen

Entwickelt wurde der Prototyp mithilfe von Xamarin.iOS als iPhone-App, unter Zuhilfenahme des Entwurfsmusters MVVM. Dabei wurde auf eine größtmögliche Plattformunabhängigkeit geachtet.

Technisch gesehen wird zwischen Zope- und VirtualZope-Objekten unterschieden. Während Erstere die tatsächlich beschriebenen Einzeleinträge aus Ort, Zeit und angehängtem Ereignis darstellen, gibt es für jeden Tag ein VirtualZope-Objekt, das aus seinem Datum, einem Ort sowie der zeitlichen Genauigkeit besteht. Den VirtualZope-Objekten sind die zu ihrem Datum gehörigen Zope-Objekte bekannt.

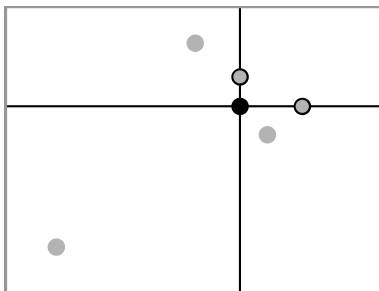


Abb. 6: Berechnung des Mittelpunkts mehrerer Ortsangaben

Die Berechnung ist dabei relativ einfach: Gibt es exakt einen Eintrag zu einem Datum, so gelten dessen Orts- und Zeitangaben auch für das entsprechende VirtualZope-Objekt. Finden sich zu dem Datum mehrere Einträge, wird aus den Ortsangaben der Mittelpunkt berechnet. Dazu wird aus jeweils dem Median des Längen- und des Breitengrads ein neuer Punkt erzeugt.

Abbildung 6 illustriert die Funktionsweise der Berechnung: Durch Auswahl der jeweils mittleren Punkte (grau mit schwarzem Rand) in Längen- und Breitengrad ergibt sich ein neuer Punkt (schwarz), der sich in räumlicher Nähe der Mehrheit der Punkte befindet, den Ausreißer aber ignoriert.

Sind für ein Datum keine Zope-Datensätze bekannt, werden diese auf einfache Weise interpoliert. Dafür wird auf Basis eines bekannten Punktes ein Eintrag für einen unbekanntes Punkt erzeugt, wobei auch die Eigenschaft der zeitlichen Genauigkeit gesetzt wird, die sich als Anzahl der Tage seit dem letzten bekannten Aufenthalt definiert. Nur VirtualZope-

Objekte mit einem Lag-Wert von 0 sind also genau. Je nach Visualisierungsform kann die Entscheidung getroffen werden, bis zu welcher Genauigkeit Daten auch angezeigt werden sollen.

6 Fazit und Ausblick

Ziel der Arbeit war die Erarbeitung eines Systems zur Sammlung und Visualisierung persönlicher Geodaten.

Bei der Recherche der bisherigen Sachlage wurde deutlich, dass es in diesem speziellen Bereich bislang wenig Forschungsergebnisse gibt und Ansätze vor allem außerhalb der Wissenschaft bekannt sind. Die Hauptherausforderung, die Abhängigkeit von Zeit und Ort in einer Darstellung abzubilden, ist bereits seit Langem bekannt und immer noch unzureichend gelöst.

Während die Aggregation und Normalisierung der Daten zumindest in der Theorie relativ unproblematisch zu lösen war, mussten für die Visualisierung zur Erkenntnis unterschiedlicher Sachverhalte unterschiedliche Ansätze gefunden werden. Die verschiedenen Visualisierungen sind zu unterschiedlichen Aussagen in der Lage. Die Idee, eine einzige Visualisierungsvariante, mit der alle Bedürfnisse abgedeckt werden, zu schaffen, stellte sich als nicht praktikabel heraus. Die daraus gewonnene Erkenntnis, dass eine Visualisierung immer zweckgebunden sein sollte, ist eine eigentlich bereits von Tufte geforderte Eigenschaft der Graphical Excellence.

Es wurde in erster Linie ein System gezeigt, das personalisierte Daten sammelt, verarbeitet und auf verschiedene Arten visualisiert. Dieses System lässt Erweiterungen in viele Richtungen zu, die den Rahmen der Arbeit gesprengt hätten, aber in Folgearbeiten entwickelt werden könnten, als Beispiele seien genannt:

Weitere Visualisierungen: Um weitere Erkenntnisse aus dieser Datenbasis zu erhalten, könnte eine Plattform geschaffen werden, die Nutzern oder anderen Entwicklern die Möglichkeit gibt, selbst Visualisierungen zu entwickeln. Hierbei müsste allerdings auf die engen Richtlinien des Datenschutzes Rücksicht genommen werden. Der Ausbau zu einem „Sozialen Netzwerk für Visualisierungen“ erscheint möglich, etwa auch durch Verknüpfungen der Visualisierungen untereinander.

Ereignisvisualisierung: Unter den hier und in der Thesis vorgestellten Methoden ist, weil oft der Ort-Zeit-Bezug im Vordergrund stand, die Visualisierung von Ereignissen nur nebensächlich behandelt worden. Hier sind Ergänzungen zu den anderen Visualisierungen möglich, etwa die Darstellung der zeitlich und räumlich zu einer Veranstaltung gehörigen Texte und Fotos.

Wegrekonstruktion: Insbesondere in den Visualisierungen mit Karten als Grundlage könnten statt gerader Striche als Verbindungen auch die real zurückgelegten Strecken eingeblendet werden. In Zeiten von Open Data stehen die Verbindungsdaten vieler Bahn- oder Fluglinien zur Verfügung. Aus den Zeitpunkten und Abständen verschiedener Einzelpunkte ließe sich zumindest teilweise die tatsächliche Strecke rekonstruieren und anzeigen.

Tagging: Die umfangreiche Sammlung der Zeit-Ort-Daten einer Person, ermöglicht es, auch umgekehrt Geotags an Objekte zu hängen. Findet sich etwa ein Foto ohne Georeferenz, während der Aufenthalt des Nutzers zu diesem Zeitpunkt aus anderen Quellen bekannt ist, kann das Foto nachträglich mit einem Ort versehen werden.

Empfehlungsdienst: Je mehr Ortsaufenthalte und andere Verknüpfungen wie Freundschaften oder aus Veranstaltungsteilnahmen abgeleitete Interessen bekannt sind, desto mehr Informationen können aus diesen Daten gewonnen werden. So ist ein System vorstellbar, das ortsbezogene und auf allgemeinen Bewertungen basierende Empfehlungsdienste um aus den Geodaten des Nutzers und seiner Freunde gewonnene Erkenntnisse erweitert und so deutlich persönlichere Empfehlungen generiert, welche Veranstaltung oder welches Restaurant im Umkreis besucht werden könnte.

Freundefinder: Umgekehrt ließe sich ein System, das den Aufenthaltsort vieler Menschen analysiert, dazu einsetzen, Leute miteinander bekannt zu machen. Sind zwei Personen regelmäßig gleichzeitig am selben Ort, können diese einander vorgestellt werden.

Literatur

- AL-ASSAF, A. F. (1998), *Managed Core Quality: A Practical Guide*. Boca Raton.
- ARNBERGER, E. (1977), *Thematische Kartographie*. Braunschweig.
- ATZL, C. (2013), Nutzerzentrierte Präsentation mobiler Multimedia-Inhalte in Raum und Zeit – Local C&C View. In: STROBL, J. et al. (Hrsg.), *Angewandte Geoinformatik 2013*. Berlin/Offenbach.
- DENSCOMBE, M. (2010), *The Good Research Guide for small-scale social research projects*. New York.
- GREGAT, R., FRIEDRICH, M. & SCHOMACKER, R. (2013), Mobile Augmented Reality Technologien zur Visualisierung von dynamischen Abläufen auf Karten. In: STROBL, J. et al. (Hrsg.), *Angewandte Geoinformatik 2013*. Berlin/Offenbach.
- JONES, M. (2006), *CIM Coursebook 06/07 Customer Communications*. Oxford.
- KANJO, E. (2008), MobGeoSen: facilitating personal geosensor data collection and visualization using mobile phones. *Pers Ubiquit Comput*, 12.
- SIERING, N. (2014), *Erstellung eines geographischen Lebenslaufs durch Aggregation und Visualisierung von Geodaten*. Berlin.
- TUFTE, E. R. (2006), *The Visual Display of Quantitative Information*. Cheshire.
- TUFTE, E. R. (2013), <https://twitter.com/EdwardTufte/status/289208399621672960> (16.03.2015).
- WARE, C. (2004), *Information Visualization: Perception for Design*. San Francisco.