

Abschlussbericht



<http://enviroinfo.eu/ak-uis>

www.ak-uis.de

Umweltinformationssysteme 2016 "Umweltbeobachtung – Nah und Fern"

**23. Workshop des Arbeitskreises „Umweltinformationssysteme“
der Fachgruppe „Informatik im Umweltschutz“ der
Gesellschaft für Informatik (GI),
veranstaltet an der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur
Leipzig am 2. und 3. Juni 2016**

Mit Unterstützung von



Diese Veröffentlichung kann von der **Webseite des Arbeitskreises** unter folgender Adresse bezogen werden:

<http://www.ak-uis.de/download/Abschlussberichte/2016-Leipzig-final.pdf>

Dieser Bericht wird nach Erscheinen in der europäischen Literaturdatenbank **ICT ensure** referenziert.

Sie finden diese Datenbank unter folgende Adresse: <http://www.iai.kit.edu/ei-lit>

Die Herausgeber übernehmen keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die in den Beiträgen geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen der Herausgeber übereinstimmen.

Herausgeber: Ulrike Freitag (Condat AG, Berlin),
Friedhelm Hosenfeld (DigSyLand, Husby)
Sprecher(in) des Arbeitskreises "UIS" der GI

Redaktion: Ulrike Freitag, Friedel Hosenfeld, Gerlinde Knetsch

Berlin, 1. November 2016

ISSN: 1613-0073 Vol. 1781, urn:nbn:de:0074-1781-4

Vorwort

Die Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig (HTWK) war am 02. und 03. Juni 2016 Gastgeberin des Workshops unter dem Oberthema „Umweltbeobachtung - Nah und Fern“. Der Arbeitskreis Umweltinformationssysteme der Gesellschaft für Informatik (GI) veranstaltete diesen 23. Workshop unter reger Beteiligung der rund 35 Teilnehmenden mit 18 Vorträgen, die aktuelle Aspekte der Umweltinformatik und insbesondere der Umweltinformationssysteme präsentierten und zur Diskussion stellten.

Erfreulicherweise ist es mit der vorliegenden Publikation wiederum gelungen, mit Unterstützung des Umweltbundesamtes eine Auswahl der Beiträge in ausgearbeiteter Form zusammenzustellen.

Die Ausrichtung des Workshops wurde in diesem Jahr von Prof. Dr.-Ing. Thomas Kudraß an der HTWK durchgeführt. Die inhaltliche Vorbereitung übernahm in gewohnter Weise die Sprecherin des Arbeitskreises Ulrike Freitag (Condat AG), wesentlich unterstützt von Dr. Andreas Abecker (Disy GmbH).

Nach der Begrüßung durch Prof. Kudraß sowie einer kurzen Einführung in den Arbeitskreis durch dessen Sprecher Friedhelm Hosenfeld (DigSyLand) stellte Prof. Dr. Gesine Grande (Rektorin HTWK Leipzig) die gastgebende Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig vor und verdeutlichte dabei nicht nur die Vielfältigkeit der Studienfächer, sondern ging auch auf Anknüpfungspunkte mit den Themen des Arbeitskreises ein.

Der auch im Umweltbereich stärker wachsenden Bedeutung von mobilen Geräten wurde mit zwei Vortragseinheiten zu den Themen „Mobile Sensing“ und „Mobile Anwendungen“ Rechnung getragen. Dabei ging es sowohl um die Nutzung der vielfältigen Sensoren, über die aktuelle Smartphones verfügen, als auch um unterschiedliche Aspekte des Crowd-Sourcing – auch unter dem Blickwinkel der *Citizen Science* -, z.B. zur Meldung von Tier- und Pflanzenfunden. Diese Anwendungen ermöglichen nicht nur die Erhebung wichtiger Daten durch Freiwillige, sondern sprechen auch neue Gruppen von Interessierten an, erzeugen so Aufmerksamkeit für Umwelt und Naturschutz. Mobile Apps zum Einsatz von Freiwilligen in Krisensituationen sowie mit Hilfe von Mobile Sensing im

Hochwasserschutz erfuhren zusätzliche Aktualität durch die in weiten Teilen Deutschlands auftretenden Hochwasserereignisse während des Workshops.

Generell war die Anwendungsdomäne Wasser auf dem Workshop stark vertreten, so dass im vorliegenden Band verschiedene Informationssysteme vorgestellt werden, die die Öffentlichkeit und interessierte Fachleute über Trinkwasserqualität, über die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und Nährstoffbelastungen in Gewässern und über Grundwasser unterrichten. Der Aspekt der Datenanalyse wurde anhand von Fernerkundungsdaten für das Monitoring von Oberflächengewässern beleuchtet.

Auch zur Thematik Wald und Forst wurden interessante Ansätze vorgestellt, von denen der Beitrag über Entwurfsmuster für Apps in der Forstwirtschaft in diesen Band aufgenommen werden konnte.

Wieder aufgegriffen wurde schließlich der Big-Data-Aspekt von Umweltdaten, der bereits vor zwei Jahren im Fokus stand, dieses Mal unter anderem mit der Perspektive der Geodaten als Spatial Big Data Architektur.

Nicht von allen Vorträgen des Workshops liegen ausgearbeitete Textfassungen vor. Die Foliensätze aller freigegebenen Vorträge der beiden Workshops stehen jedoch zum Download auf der Homepage des Arbeitskreises <http://www.ak-uis.de/> zur Verfügung.

Dort finden sich unter anderem auch Links auf die Tagungsbände der Workshops vorangegangener Jahre. Diese sind ebenfalls in dem internationalen Literaturinformationssystem ict-ensure (<https://www.iai.kit.edu/ictensure/>) „Informationssystem für Nachhaltige Umweltinformatik“ referenziert und recherchierbar.

Dipl.-Inform. F.Hosenfeld,

Sprecher(in) des Arbeitskreises „Umweltinformationssysteme“

Dipl.-Ing U. Freitag

Dr. G. Knetsch,

Umweltbundesamt,
Fachgebiet
Informationssysteme
Chemikaliensicherheit

Inhaltsverzeichnis

Beitrag A: Frank Fuchs-Kittowski, Daniel Faust, Christian Gruner, Robert Kärner, Sascha Tash	3
Mobile Sensing von Umweltdaten zur Unterstützung der Indoor-Navigation am Beispiel U-Bahn... 3	
Beitrag B: Simon Burkard, Bernd Pfützner, Ruben Müller, Frank Fuchs-Kittowski	21
Mobile Sensing zur Hochwasservorhersage in kleinen Einzugsgebieten..... 21	
Beitrag C: Thomas Gutzke, Marco Stelzer, Alina Gutzke	40
www.Wasserqualität-Online.de – Das WebGIS-basierte, deutschlandweite Bürgerportal..... 40	
Beitrag D: Friedhelm Hosenfeld, Johannes Tiffert, Michael Trepel.....	56
Wasserkörper- und Nährstoffinformationssystem Schleswig-Holstein	56
Beitrag E: Martin Schmieder, Jürgen Moßgraber	67
Komplexe Auswertung von Fachinformationen am Beispiel der Fachanwendung Grundwasser Baden-Württemberg	67
Beitrag F: Thomas Bahr, Nicolai Holzer	75
Automatisierte Zeitreihenanalyse von Fernerkundungsdaten für das Monitoring von Oberflächengewässern.....	75
Beitrag G: Andreas Abecker, Torsten Brauer, Johannes Kutterer, Karsten Schnitter, Jens Nimis, Patrick Wiener	82
Überlegungen zu einer Spatial Big Data Architektur im BigGIS Projekt	82
Beitrag H: Christine Müller	102
Entwurfsmuster in Android-Apps am Beispiel von Apps für die Forstwirtschaft.....	102
Beitrag I: Daniel Kimmig, Wolfgang Schillinger, Thorsten Schlachter, Clemens Döpmeier, Carsten Hibbeler, Lars Koch, Kurt Weissenbach	117
LUPO mobil - Konzepte und technologische Einblicke in die App „Meine Umwelt“	117
Beitrag J: Michael Jendreck, Ulrich Meissen, Michel Rösler, Eridy Lukau, Frank Fuchs-Kittowski ..	129
ENSURE - Erhöhung der Resilienz durch die Einbindung freiwilliger Helfer in Krisensituationen ..	129

**Beitrag A: Frank Fuchs-Kittowski, Daniel Faust, Christian Gruner,
Robert Kärner, Sascha Tash**

Mobile Sensing von Umweltdaten zur Unterstützung der Indoor-Navigation am Beispiel U-Bahn

Frank Fuchs-Kittowski, HTW Berlin, FH FOKUS, frank.fuchs-kittowski@htw-berlin.de

Daniel Faust, Fraunhofer FOKUS, daniel.faust@fokus.fraunhofer.de

Christian Gruner, HTW Berlin, s0530708@htw-berlin.de

Robert Kärner, HTW Berlin, s0530606@htw-berlin.de

Sascha Tash, HTW Berlin, s0531678@htw-berlin.de

Abstract

This paper presents an underground navigation app “mUvi”. For the indoor navigation of underground users, it only exploits the information from the environment of the user, collected by the internal sensors of the user’s smartphone. Based on an experimental study on the use of smartphone sensors for underground navigation the mobile app uses a combination of microphone and two additional sensors for a robust positioning and navigation of underground users.

Zusammenfassung

Dieser Beitrag präsentiert die U-Bahn-Navigations-App „mUvi“, die für die Indoor-Navigationsunterstützung eines U-Bahn-Nutzers ausschließlich die von den Smartphone-internen Sensoren gesammelten Informationen verwendet. Basierend auf einer Untersuchung zu den Einsatzmöglichkeiten von Smartphone-Sensoren für die U-Bahn-Navigation verwendet die App eine Kombination aus Mikrofon und zwei weiteren Sensoren für die Positionsbestimmung.

1 Einleitung

In den letzten Jahren hat die enorme Verbreitung von leistungsstarken mobilen Endgeräten (Smartphones, Tablets etc.), die mit einer Vielzahl an eingebauten

Sensoren ausgestattet sind - wie Bewegungs- und Ortssensoren (Beschleunigungssensor, Gyroskop, Magnetsensor, Drucksensor), optische Sensoren (Lichtsensor, Näherungssensor, Bildsensor) und akustische Sensoren (Mikrophone) - einen neuen Trend für die Sammlung von Daten aus der umgebenden Umwelt ermöglicht: Mobile Sensing (MS) [Ganti et al., 2011]. Inzwischen existiert bereits eine große Anzahl neuartiger MS-Anwendungen für unterschiedlichste Anwendungsbereiche, wie Smart Cities, öffentliche Sicherheit, Verkehrsplanung und Umwelt-Monitoring [McGrath & Scanail 2013, S. 55].

Dieser Beitrag präsentiert eine MS-Anwendung für den Bereich Indoor-Navigation [Namiot, 2015] am Beispiel der U-Bahn. Diese MS-Anwendung nutzt für die Positionierung und die Navigation von Nutzern in der U-Bahn nur die internen Sensoren des mobilen Geräts. D.h. auf der Basis der durch die Sensoren gesammelten Daten über die Umwelt des Nutzers kann dessen Position im U-Bahn-Netz bestimmt und die Navigation realisiert werden.

Der Beitrag ist wie folgt strukturiert: Im folgenden Kapitel 2 wird das Anwendungsszenario "Mobile U-Bahn-Navigation" beschrieben und verwandte Ansätze diskutiert. Basierend auf einer Untersuchung zu den theoretischen und praktischen Einsatzmöglichkeiten von Smartphone-Sensoren für die U-Bahn-Navigation (Kapitel 3) wird in Kapitel 4 das Konzept der U-Bahn-Navigations-App "mUvi" präsentiert, die vorwiegend das Mikrofon des Smartphones in Kombination mit zwei weiteren Sensoren für die Positionsbestimmung und Navigation verwendet.

2 Anwendungsszenario und verwandte Arbeiten

In diesem Kapitel werden das Anwendungsszenario "Mobile U-Bahn-Navigation" definiert und verwandte Ansätze für mobile Anwendungen zur U-Bahn-Navigation diskutiert.

2.1 Anwendungsszenario „Mobile U-Bahn-Navigation“

Navigationssysteme haben primär die Aufgabe, mit Hilfe von Positionsbestimmung einen Nutzer von einem bestimmten Startort zu einem bestimmten Zielort zu führen [Wendel, 2007]. Die Wahl des Weges kann dabei meist über Parameter durch den Nutzer bestimmt werden, z.B. kürzester Weg, schnellster Weg, Vermeidung von Mautgebühren, Minimierung der Anzahl der Umstiege o.ä. Während der Bewegung

des Nutzers vom Start- zum Zielort kann der Nutzer ggf. mit Zusatzinformationen unterstützt werden, z.B. zurückgelegte/verbleibende Strecke/Zeit, interessante Orte auf der Strecke, Möglichkeiten zum Umsteigen/Abkürzen etc.

U-Bahn(en) werden weltweit täglich von vielen Millionen Menschen genutzt. Viele U-Bahn-Nutzer sind Touristen, die eine ständige Orientierungs- und Navigations-Unterstützung benötigen, wobei eine solche Unterstützung auch zwischen den Stationen erforderlich ist. Aber auch Nutzer, die häufig mit der U-Bahn fahren, könnten Interesse an einer Unterstützung haben, z.B. Wecker-Funktion die rechtzeitig über das Umsteigen oder das Erreichen der Zielstation informiert. Nur wenige U-Bahn-Betreiber bieten derzeit eine (offene) Schnittstelle an, mit der unterstützende Informationen zur Orientierung und Navigation während der U-Bahn-Fahrt abgerufen werden könnten.

Die wesentlichen Kernfunktionen, die eine U-Bahn-Navigations-App zur Unterstützung der o.g. Anwendergruppen aufweisen sollte, sind damit zum einen die Möglichkeit, das der Nutzer seinen Zielbahnhof (und ggf. auch seinen Startbahnhof) eingeben kann, an dem er Aussteigen möchte. Zum anderen sollte die App den Nutzer darüber benachrichtigen, wenn er Aussteigen (Zielbahnhof erreicht) oder Umsteigen (Wechsel der U-Bahn-Linie) muss. Während der Fahrt kann die App dem Nutzer ggf. mit Zusatzinformationen versorgen, z.B. Anzahl der noch zum Ziel zurückzulegenden Stationen, Name der aktuellen/nächsten Station usw. Zudem könnte die App den Nutzer auch darüber informieren, wenn er ggf. in die falsche Richtung oder gar mit der falschen U-Bahn-Linie unterwegs ist.

2.2 Verwandte Arbeiten

2.2.1 Mobile Indoor-Navigation

Mobile Navigations-Apps für Smartphones spielen aufgrund der rasanten Entwicklung des Smartphone-Marktes eine wichtige Rolle für die Industrie im Bereich ortsbezogener Dienste. Die meisten Navigations-Apps nutzen das Satelliten-basierte Global Positioning System (GPS), das aber aufgrund der Abschirmung durch Gebäude und Hindernisse auf dem Weg der Signalausbreitung nicht in Innenräumen genutzt werden kann [Namiot, 2015], insbesondere nicht in U-Bahn-Tunneln. Daher sind für die Positionsbestimmung in der U-Bahn andere Systeme oder Sensoren erforderlich.

In den letzten Jahren wurden zahlreiche neue Technologien und Verfahren zur Realisierung einer automatischen Lokalisierung von Personen oder Objekten

innerhalb von Gebäuden oder überbauten Bereichen (indoor-Positionierungssysteme) entwickelt [Brachmann, 2012], [Namiot, 2015]. Aufgrund der komplexen Umgebungsbedingungen in Indoor-Szenarien ist jedoch derzeit noch keine Positionierungstechnologie allgemein verfügbar [Blankenbach, 2014], insbesondere nicht für große Gebäude [Kessel, 2013]. Zudem wäre im Falle der U-Bahn-Navigation die Installation von erforderlicher Hardware, z.B. Beacons [Sheinker et al., 2016], im gesamten U-Bahn-Netz zu aufwendig.

Sinnvoller wäre es (mobile) Geräte für die Indoor-Positionsbestimmung zu nutzen, die die Mehrzahl der Nutzer der U-Bahn bereits mit sich führen, z.B. Smartphones. Durch die rasante Weiterentwicklung verfügen heutige Smartphones über zahlreiche Sensoren [Guo et al., 2014], [Guo et al., 2015] und „Mobile Sensing-Anwendungen“, die die von diesen eingebauten Sensoren erfassten Daten nutzen, wurden bereits für viele Anwendungsbereiche entwickelt, z.B. Gesundheit, Transport, Umweltüberwachung, Smart Home und soziale Netzwerke [Lane et al., 2010]. Die standardmäßig in den Smartphones eingebauten Sensoren, wie Bewegungs- und Ortssensoren (Beschleunigungssensor, Gyroskop, Magnetsensor, Drucksensor), optische Sensoren (Lichtsensor, Näherungssensor, Bildsensor), akustische Sensoren (Mikrophone) sowie Umweltsensoren [McGrath & Scanaill, 2013], könnten - anstelle des GPS oder aufwendiger Indoor-Systeme - auch für die Positionsbestimmung und die Navigation während einer U-Bahn-Fahrt eingesetzt werden.

Die Entwicklung von Indoor-Navigations-Anwendungen, die nur auf den Fähigkeiten moderner Smartphones basieren, ist derzeit Gegenstand intensiver Forschung. Erste Forschungsprototypen nutzen allerdings nicht nur die in Smartphones eingebauten Sensoren, sondern sind auf die Verfügbarkeit einer Internet-Verbindung angewiesen und/oder basieren auf digitalen Karten des Indoor-Bereichs, z.B. [Carboni et al., 2015] und [Ehrlich, 2014]. Die hier beschriebene Anwendung verzichtet auf eine Internet-Verbindung und benötigt kein Kartenmaterial, sondern ist nur auf die internen Sensoren des Smartphones angewiesen.

2.2.2 Mobile Apps zur U-Bahn-Navigation

In der Literatur finden sich - neben Arbeiten zur Nutzung von Smartphone-Sensoren zur Indoor-Navigation für Fußgänger (z.B. [Ehrlich, 2014]) – auch bereits mobile Apps zur U-Bahn-Navigation. Diese Ansätze verwenden den Beschleunigungssensor

[Domhan, 2013; Li, et al. 2015] oder das Barometer (Drucksensor) [Wagner, 2012] für die Positionsbestimmung und Navigation in der U-Bahn.

Die mobile App „MetroNap“ ist für New York verfügbar und nutzt den Beschleunigungssensor von Smartphones [Domhan, 2013]. Die App erlaubt es dem Nutzer Start- und Zielstation anzugeben, informiert über die Position auf der Strecke über eine Kartenansicht und benachrichtigt den Nutzer beim Erreichen des Zielbahnhofs. Über den Beschleunigungssensor erkennt die App das Erreichen der nächsten Station (Stopp) und zählt die zurückgelegten Stationen. Diese Android-App hat zahlreiche positive Bewertungen im Google-Play-Store. Ein zentrales Problem ist jedoch, dass die App nicht zwischen ungewünschten Zwischenstopps und gewünschten Halts in einem Bahnhof unterscheiden kann, so dass bei einem Zwischenstopp auf der Strecke zwischen 2 Bahnhöfen die App nicht mehr korrekt die Stationen zählt und den Nutzer zu früh benachrichtigt und auffordert, den Zug zu verlassen.

Im Rahmen einer Bachelor-Arbeit an der Beuth-Hochschule für Technik (BHT) Berlin wurde am Beispiel der Berliner U-Bahn-Linie 5 der Einsatz des Luftdrucksensors (Barometer) im Smartphone in Hinblick auf dessen Eignung für eine U-Bahn-Navigationsanwendung untersucht [Karpakova, 2012]. Dabei konnten signifikante Druckunterschiede gemessen und Höhenunterschiede zwischen zwei aufeinanderfolgenden U-Bahn-Stationen berechnet werden. Dies ermöglicht die Identifizierung einer U-Bahnstation auf einer bestimmten Strecke [Wagner, 2012]. Das zentrale Problem dieser Anwendung ist darin zu sehen, dass bisher nur wenige Smartphones über einen Luftdrucksensor verfügen und vor allem, dass die meisten U-Bahn-Strecken kaum Höhenunterschiede zwischen den Stationen aufweisen, die mit einem Luftdrucksensor gemessen werden könnten.

Die dargestellten existierenden Ansätze verwendeten den Beschleunigungssensor [Domhan, 2013], [Li et al., 2015] oder das Barometer (Drucksensor) [Wagner, 2012] für die Positionsbestimmung und Navigation in der U-Bahn. Diese Arbeit untersucht aber auch den Nutzen weiterer Sensoren, wie z.B. den Beschleunigungssensor, das Gyroskop, den Magnetsensor, das Mikrofon, das Barometer oder den Lichtsensor und präsentiert eine neue Lösung, die das Mikrophone verwendet und dieses mit weiteren Sensoren kombiniert.

3 Ergebnisse - Einsatzmöglichkeiten und Eignung der Sensoren

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse einer Literaturstudie zum Identifizieren von (theoretischen) Einsatzmöglichkeiten für den Anwendungsfall „Mobile U-Bahn-Navigation“ sowie der empirischen Studie zur Bewertung der praktischen Einsatzmöglichkeiten während Fahrten mit der U-Bahn der in Smartphones standardmäßig eingebauten Sensoren vorgestellt.

3.1 Luftdrucksensor (Barometer)

Der Luftdrucksensor (Barometer) bestimmt den Luftdruck des Aufenthaltsortes. Der Luftdruck ist dabei von der Höhe der Messung abhängig.

Für den Anwendungsfall „Mobile U-Bahn-Navigation“ könnten Druck- und damit Höhenunterschiede während der Fahrt zwischen zwei Stationen gemessen und für die Positionierung genutzt werden. Beispielsweise ermöglichen die Unterschiede in der Höhe eine Positionierung basierend auf dem Höhenprofil der gefahrenen Strecke (vgl. [Karpakova, 2012]). Alternativ könnten auch Druck- bzw. Höhenunterschiede zwischen Bahnhöfen (Differenz) für die Positionsbestimmung genutzt werden. Eine potenzielle Begrenzung für diesen Ansatz ist darin zu sehen, dass nicht alle Linien ein markantes Höhenprofil aufweisen bzw. eine Vielzahl an U-Bahn-Linien flach verlaufen und somit keine oder nur kaum Druckunterschiede und damit Höhenunterschiede messbar sind.

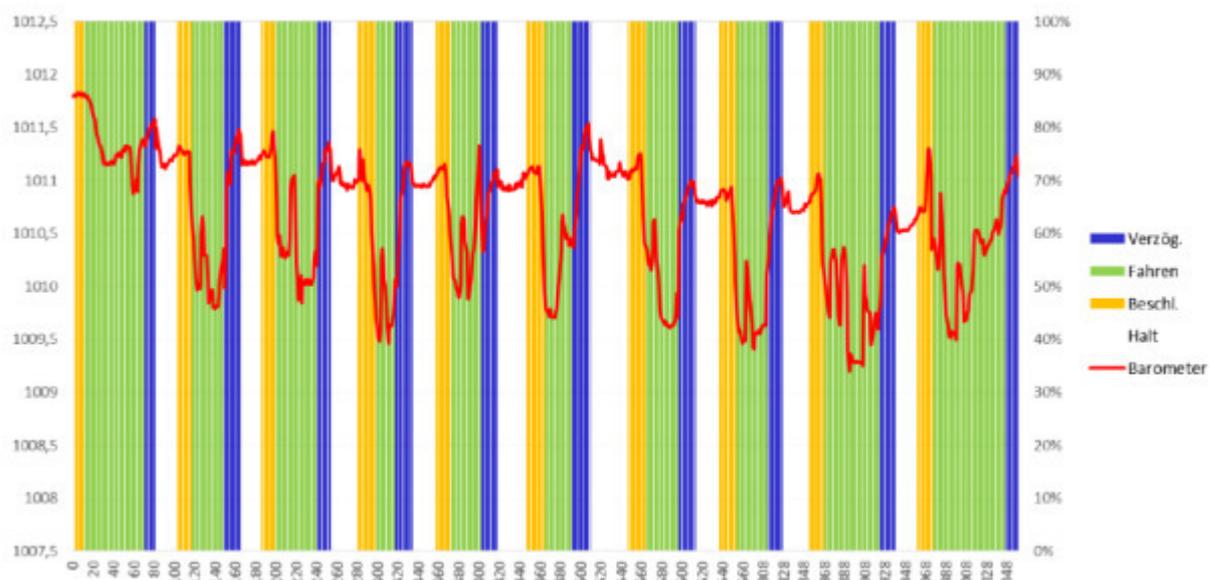


Abbildung A-1: Ergebnisse – Luftdrucksensor (Barometer)

Bei den vorgenommenen Messungen mit dem Luftdrucksensor (Barometer) waren Druckunterschiede zwischen Stationen – Phase „Fahren“ - nicht immer messbar bzw. vorhanden. Dies ist darauf zurückzuführen, dass es auf den meisten Strecken der Berliner U-Bahn (mit Ausnahme der Linie U5) kaum Höhenunterschiede gibt. Dennoch sind bei der Auswertung der Messdaten deutliche Muster erkennbar. Über den Luftdrucksensor konnten starke Schwankungen (Peaks) beim Einfahren in – Phase „Verzögern/Bremsen“ - und dem Ausfahren aus – Phase „Beschleunigung“ - dem Bahnhof gemessen werden (siehe Abbildung A-1).

Da der Luftdruck - während des „Fahren“ - über die Haltestellen (Bahnhöfe) hinweg ziemlich konstant bzw. Druckunterschiede zwischen Stationen nicht immer vorhanden oder wahrnehmbar sind, scheint die ursprüngliche Verwendung dieses Sensors zur Stationserkennung kaum sinnvoll zu sein. Auffällig sind jedoch die starken Schwankungen (Peaks) beim Anfahren (Beschleunigen) und Anhalten (Bremsen) im Bahnhof. Daher wird eine sinnvolle praktische Einsatzmöglichkeit für den Luftdrucksensor in der Erkennung der Phasen „Anfahren“ und „Bremsen“ gesehen.

3.2 Beschleunigungssensor

Der Beschleunigungssensor (Accelerometer) berechnet die Beschleunigung für jede der drei Achsen des Smartphones in der SI-Einheit m/s^2 . Dabei wird im Sensor die auf eine bewegliche Masse wirkende Trägheitskraft gemessen [Liu, 2013].

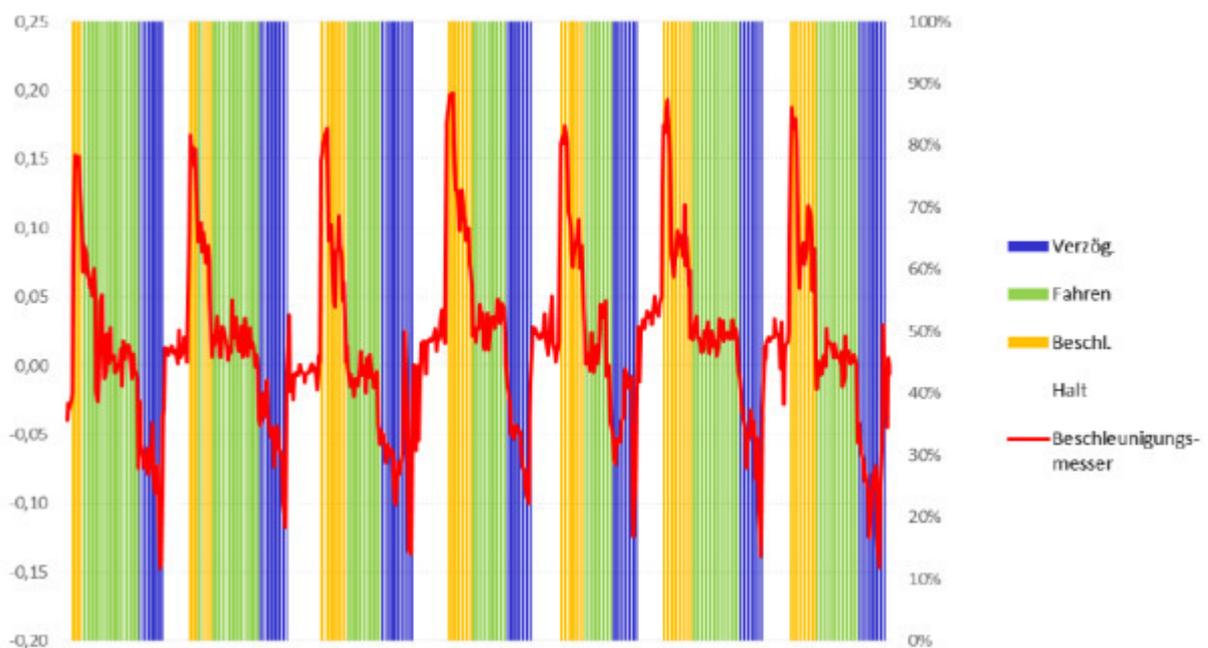


Abbildung A-2: Ergebnisse - Beschleunigungssensor (accelerometer)

Für den Anwendungsfall „Mobile U-Bahn-Navigation“ könnte dieser Sensor das Fahren und das Halten des Zuges erkennen. Damit ließen sich die Haltestellen (Stopp) bestimmen, da das Halten der Bahn als Stopp in den einzelnen Stationen auf der Strecke interpretiert werden kann. Darüber hinaus könnte der Sensor messen, ob und wie schnell sich das Fahrzeug in eine bestimmte Richtung bewegt. Somit könnten die Bewegung in eine bestimmte Richtung sowie Besonderheiten wie Verzögerungen oder Kurvenfahrten erkannt werden. Ein Problem und damit eine Einschränkung für das Erkennen der Haltestellen („nächste Station“) stellt das unplanmäßige Halten auf der Strecke zwischen zwei Stationen dar. Zudem können die Messungen nicht in den exakt gleichen Zeitabständen durchgeführt werden, was zu Ungenauigkeiten führt.

Die erhobenen Messreihen während der U-Bahnfahrt zeigen – erwartungsgemäß – signifikante Ausschläge (Peaks) beim Anfahren des Zuges („Beschleunigen“) und beim Bremsen („Verzögerung“), d.h. Ausschläge in die positive Richtung beim „Beschleunigen“ und in die negative Richtung beim „Bremsen“ (siehe Abbildung A-2).

Um diese Ergebnisse zu erzielen, war aber eine gleichbleibende Position des Geräts sicherzustellen. Daher wurde während der Messung das Smartphone senkrecht zur Beschleunigungsrichtung des Fahrzeugs gehalten, um so direkt die Beschleunigungswerte ablesen zu können. Die Werte wurden somit unter stark optimierten Testbedingungen gewonnen. Für die praktische Anwendung ist dieser Sensor alleine daher ungeeignet, da er im praktischen Einsatz - aufgrund der unbekanntenen Lage des Geräts - kaum verlässliche Daten liefert.

Eine Lösung dieses Problems wäre die Kombination des Beschleunigungssensors mit dem Lagesensor bzw. Gyroskop. Mit den Daten des Gyroskops können die Lageänderungen erkannt und darüber die Werte des Beschleunigungssensors zurückgerechnet und die Beschleunigung gemessen werden. Auf dieser Basis könnten Unterschiede zwischen „Halt“ und den anderen Phasen genau identifiziert werden.

3.3 Magnetsensor

Der Magnetsensor bzw. digitale Kompass (Fluxgate-Magnetometer) ist ein Sensor, der zur vektoriellen Bestimmung des Magnetfeldes der Erde dient und die Himmelsrichtung bestimmen kann. Er richtet sich nach dem magnetischen Nordpol [Liu, 2013].

Vor allem könnte bei der „U-Bahn-Navigation“ die Bestimmung der Himmelsrichtung ein sinnvolles Hilfsmittel darstellen, um festzustellen, ob sich der Zug in die richtige

Richtung fortbewegt. Eine weitere Einsatzmöglichkeit besteht in der Verfolgung der Fahrtrichtungsänderungen über den Verlauf einer Fahrt zwischen zwei Stationen. Diese Kurve könnte mit einem Streckenprofil zur Bestimmung des gefahrenen Streckenabschnittes abgeglichen werden. Somit können die angefahrenen Stationen (und Streckenabschnitte) genau bestimmt werden. Ein Problem bei der Benutzung des Kompasses in der U-Bahn sind aber störende Einflüsse auf das Magnetfeld, z.B. zahlreiche Metallkonstruktionen im U-Bahntunnel, insb. während der Fahrt.

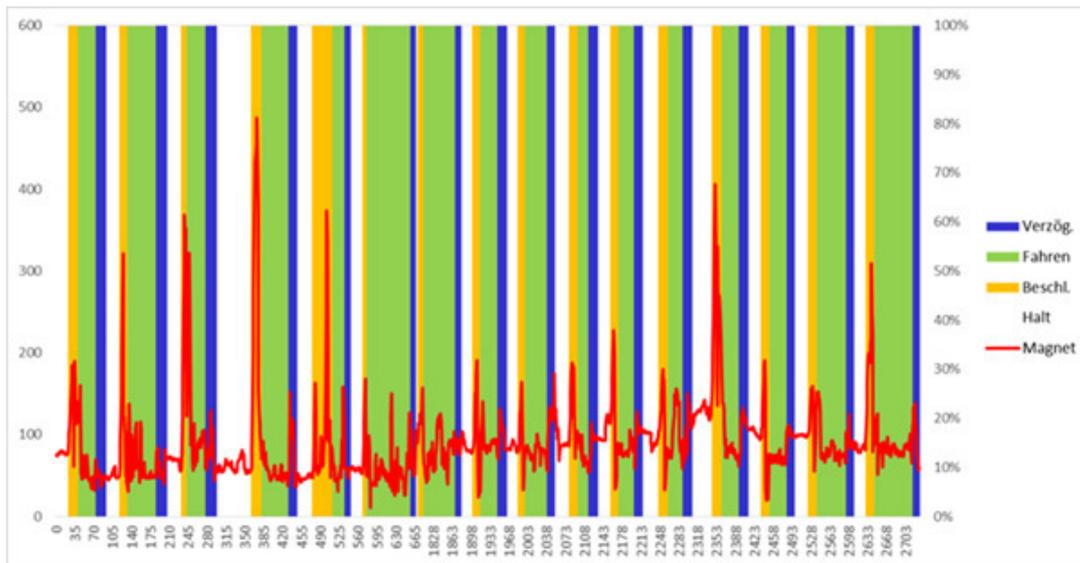


Abbildung A-3: Ergebnisse - Magnetsensor (magnetometer)

Beim Messen mit dem Magnetsensor während der U-Bahnfahrt war das Magnetfeld der Erde und damit die Fahrtrichtung kaum wahrnehmbar. Zudem kam es zu häufigen Störungen, insbesondere durch Metallkonstruktionen im U-Bahntunnel, der Elektronik im Fahrgastraum und insbesondere durch die E-Motoren der U-Bahn. Die erhobenen Messergebnisse zeigen aber starke Magnetfelder (Peaks) beim Ausfahren aus dem Bahnhof – Phase „Beschleunigen“ und teilweise auch beim Einfahren in den Bahnhof – Phase „Bremsen/Verzögern“, die durch die Aktivität der E-Motoren der U-Bahn erzeugt wurden (siehe Abbildung A-3).

Die ursprüngliche Einsatzmöglichkeit dieses Sensors zur Fahrtrichtungserkennung erscheint aufgrund der Störeinflüsse wenig sinnvoll. Allerdings können die noch auf die Fahrtrichtungserkennung störend ausgewirkten starken Magnetfelder der E-Motoren in der Beschleunigungsphase sinnvoll für das Erkennen des Abfahrens aus einem Bahnhof („Beschleunigen“) genutzt werden, da der Antrieb für kurze Zeit ein starkes Magnetfeld erzeugt, welches durch den Sensor wahrgenommen wird.

3.4 Mikrofon

Das Mikrofon ist ein Schallwandler, der Luftschall als sogenannte Schallwechseldruckschwingungen in entsprechende elektrische Spannungsänderungen als Mikrofonsignal umwandelt.

Für den Anwendungsfall „U-Bahn-Navigation“ könnte das Mikrofon verschiedene typische Geräusche erkennen. Zum einen könnten für bestimmte Stationen typische Sprach-Ansagen etc. (z.B. „Alexanderplatz“) erkannt werden und somit helfen, Rückschlüsse auf die aktuelle Position des Fahrzeuges zu ziehen. Weitere markante, erkennbare Geräusche sind bspw. Warnsignale, das einheitliche Schließen der Türen oder auch die Motorengeräusche. Es wird aber vermutet, dass das Mikrofon aufgrund störender Geräusche in der Umgebung (insb. laut sprechende Passagiere etc.) für den praktischen Einsatz - zur Erkennung von Umgebungsgeräuschen - eher nicht geeignet ist. Zudem wird der Sensor ohne aktive Nutzung des Smartphones bzw. bei Nicht-Benutzung in der Hosentasche oder Handtasche vermutlich kaum praktisch einsetzbar sein, da die Schallwellen zu stark gedämpft würden.

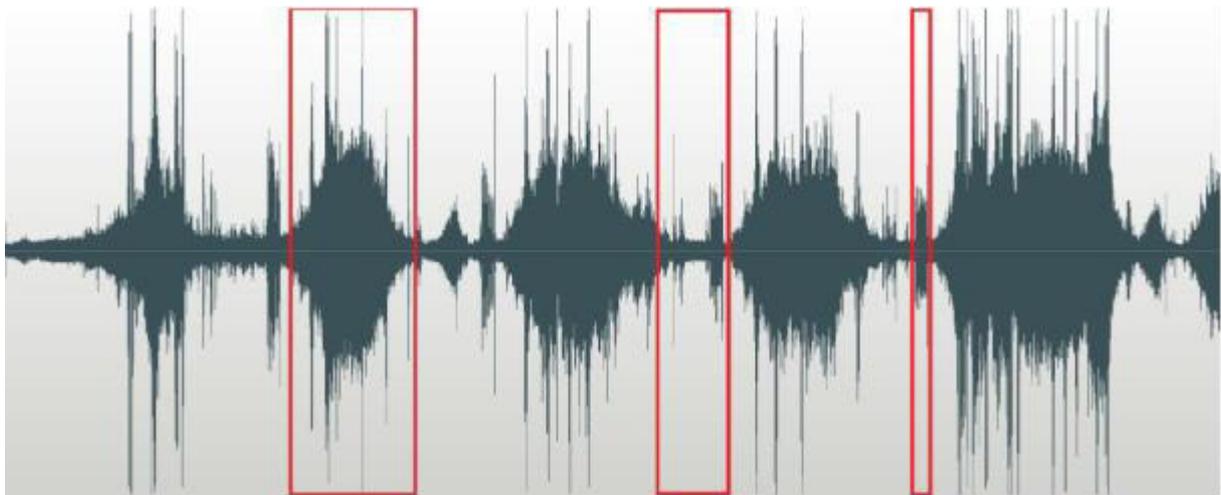


Abbildung A-4: Ergebnisse – Mikrofon (microphone)

Die Messung und Analyse von Aufnahmen mit dem Mikrofon zeigte zum einen, dass eine Spracherkennung aufgrund der vielen Störungen in der lauten Umgebung kaum möglich ist. Zum anderen zeigen aber die Messdaten auch, dass die Erkennung spezieller Geräusche möglich ist sowie anhand der Umgebungslautstärke markante Unterschiede zwischen „Halt“ und „Fahren“ erkennbar sind.

In Abbildung A-4 ist ein Ausschnitt einer typischen Fahrt mit Halt an sechs Stationen abgebildet. Es bestehen klare Unterschiede in der Lautstärke zwischen der Zugfahrt

bzw. „Fahren“ (erstes Rechteck) und den Stationen bzw. „Halt“ (zweites Rechteck). Kurz vor Fahrtbeginn ist außerdem ein kurzer Ausschlag (Peak) zu sehen, der das spezielle Geräusch „Warnsignal“ während des Türschließvorgangs zeigt. Daraus lässt sich ableiten, dass das Mikrofon in der Praxis eingesetzt werden kann, um anhand der Umgebungslautstärke die Phasen „Fahrt“ und „Halt“ zu erkennen.

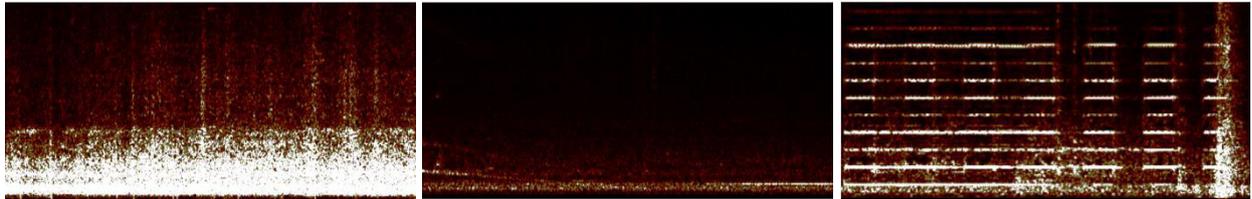


Abbildung A-5: Ergebnisse – Mikrofon (microphone) - Frequenzspektr

Werden die erfassten Audiodaten einer zeitlichen Frequenzanalyse mittels Temporal Fast Fourier Transform (TFFT) - einem Algorithmus zur Berechnung der Frequenzwerte aus PCM-Audiodaten – unterzogen, ergeben sich weitere Erkenntnisse. Abbildung A-5 zeigt das Frequenzspektrum: während einer Zugfahrt (links), bei Halt im Bahnhof (mittig) sowie des rhythmischen Warntons bei Türschließvorgang (rechts). In den Frequenzspektr „während einer Zugfahrt“ (links) und „bei Halt im Bahnhof“ (mittig) lässt sich erkennen, dass hauptsächlich tiefe Frequenzen zwischen 60 Hz und 250 Hz (unten angeordnet) für den großen Lautstärkeunterschied verantwortlich sind. In dem Frequenzspektrum „rhythmischer Warnton“ (rechts) sind mehrere übereinander gelegte Frequenzen zu erkennen, die etwa denselben Abstand zueinander haben. Die Frequenzen weichen zwischen den U-Bahn-Baureihen leicht voneinander ab. Jedoch sind die Frequenzen 322 Hz, 667 Hz sowie 2347 Hz durchgehend vertreten. Mit einer Mustererkennung für rhythmische Töne auf diesen Frequenzen kann von der App somit das Verlassen des Bahnhofs bestimmt werden.

Im Ergebnis der Untersuchung des Mikrofonsensors wird als eine sinnvolle praktische Einsatzmöglichkeit das Erkennen (mittels Audioanalyse) von „Fahrt“ und „Halt“ (im tiefen Frequenzbereich zwischen 60 Hz und 250 Hz) sowie das Erkennen des speziellen Geräuschs „rhythmischer Warnton bei Türschließvorgang“ (in den Frequenzen 322 Hz, 667 Hz sowie 2347 Hz) festgestellt.

3.5 Lichtsensor

Der Lichtsensor (Photodetektor oder optischer Detektor) kann einen Lichtimpuls in ein messbares elektrisches Signal umwandeln. Er misst die Lichtstärke (in Lux) und kann somit optische Signale verarbeiten.

Der Einsatz des Lichtsensors könnte sinnvoll sein, wenn sich Lichtverhältnisse markant ändern. Während einer U-Bahnfahrt ist dies im Bereich der Fenster der Fall, wenn die U-Bahn in eine Station einfährt oder wenn sie von der unterirdischen Fahrt auf die oberirdische wechselt. Somit könnte über den Lichtsensor festgestellt werden, ob sich die Bahn in einem Bahnhof bzw. Station („heller“) und auf der Fahrtstrecke („dunkler“) befindet. Der Einsatz des Lichtsensors in der Praxis bereitet wahrscheinlich größere Probleme, da eine Benutzung direkt am Fenster nicht garantiert werden kann und auch nicht erzwungen werden soll.

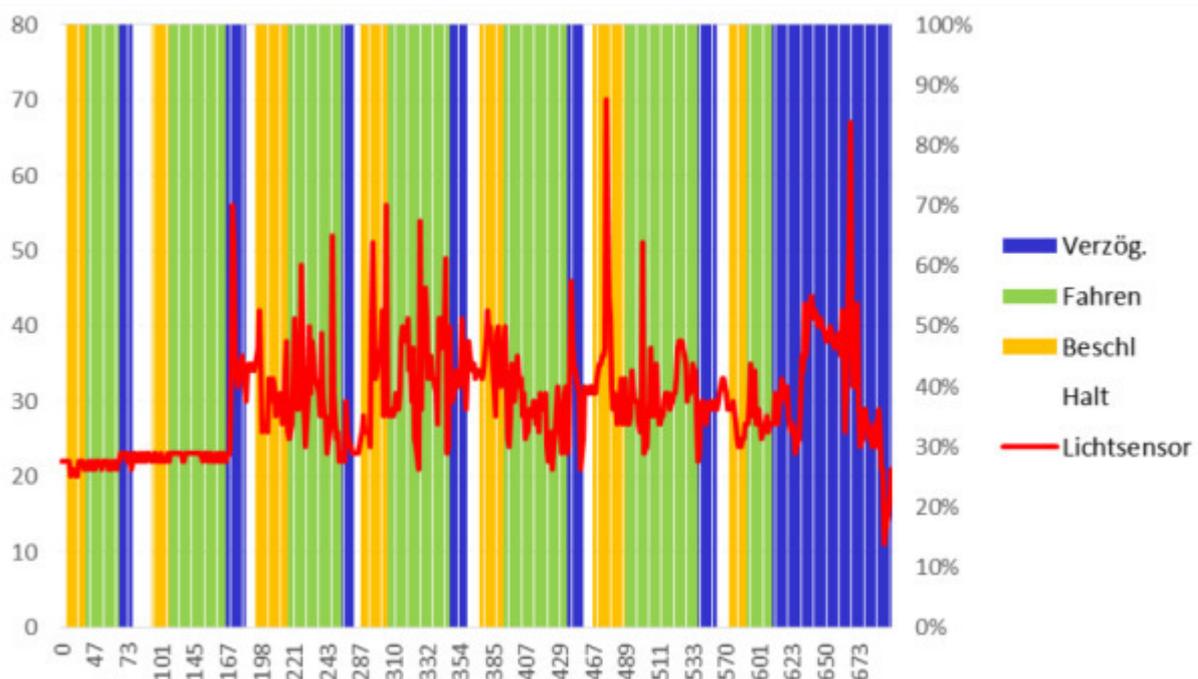


Abbildung A-6: Ergebnisse - Lichtsensor (light sensor)

Die Mess-Ergebnisse des Lichtsensors zeigen nur schwankende, ungenaue Werte, wobei keine signifikanten Eigenschaften oder Muster erkennbar sind. In dem in Abbildung A-6 dargestellten Ausschnitt bleiben in den ersten beiden Abschnitten, in denen die Fahrt unterirdisch verlief, die Werte relativ konstant (unabhängig von Fahrphasen oder Position des Zuges), da aufgrund der Beleuchtung im Fahrgastraum sich die Lichtverhältnisse kaum ändern. Bei der folgenden oberirdischen Zugfahrt

schwanken die Werte stark, wobei auch hier keine Korrelation zu Fahrphasen oder Position des Zuges erkennbar ist.

Da durch den Lichtsensor in der Praxis kaum Helligkeits-Unterschiede wahrgenommen wurden, kann für diesen Sensor keine sinnvolle praktische Einsatzmöglichkeit aufgezeigt werden. Zudem würde eine Messung signifikanter Helligkeitsunterschiede zumindest während einer unterirdischen Tunnelfahrt erfordern, dass das mobile Endgerät dauerhaft, während der gesamten Fahrt in einer bestimmten Position (Kamera zum Fenster) gehalten wird. Somit ist dieser Sensor für den praktischen Einsatz nicht geeignet.

4 Konzeption und Entwicklung der U-Bahn-Navigations-App

Auf Basis dieser Erkenntnisse wurde die mobile U-Bahn-Navigations-App „mUvi“ entwickelt, die primär das Mikrophon des Smartphones in Kombination mit dem Magnetsensor und der Uhr für die Positionsbestimmung und Navigation nutzt. Im Folgenden werden zunächst die Funktionsweise der App aus Nutzersicht (Abbildung A-7) und anschließend die Positionsbestimmung anhand der Sensoren beschrieben.

4.1 Funktionsweise der App aus Nutzersicht

Im Hauptmenü der App geben die Nutzenden die Start- und Ziel-U-Bahn-Station der Fahrt an. In der Navigationsoberfläche erhält die Nutzenden dann Informationen über ihre aktuelle Position auf der Strecke (Name der aktuellen oder nächsten Station) und die Anzahl der Stationen bis zum Ziel. Man erhält eine Benachrichtigung (Warnung), sobald der Zug die Station vor der Zielstation verlassen hat (d.h. in den Modus „Fahrt“ nach dem „Halt“ in der Station vor der Zielstation gewechselt ist).

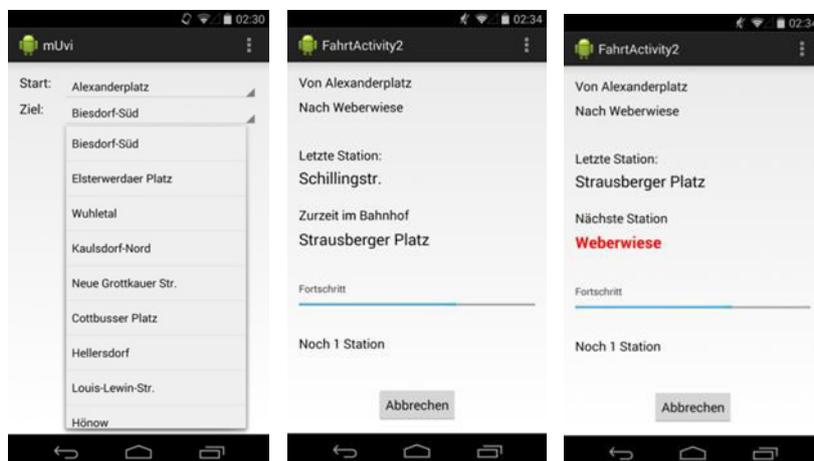


Abbildung A-7: Screenshots: Hauptmenü (links) & Navigation-Interface (mittig & rechts)

4.2 Sensor-basierte Positionsbestimmung

Zur Positionsbestimmung werden die internen Sensoren Mikrofon, Magnetsensor und Uhr genutzt und miteinander kombiniert.

Die „mUvi“-App unterzieht die mit dem Mikrofon aufgenommenen Umgebungsgeräusche einer Frequenzanalyse zur Erkennung der Phasen „Beschleunigen“, „Fahrt“, „Bremsen“ und „Halt“ in drei Schritten: Zuerst werden die Roh-Audio-Daten aufgenommen. Danach werden durch eine Fourier-Transformation diese PCM-Daten in ihre Bestandteile (Frequenzspektrum) zerlegt, so dass der Pegel der Frequenz berechnet werden kann. Schließlich werden die gewonnenen Pegeldata gespeichert und ausgewertet. Aufgrund der Zunahme oder Abnahme von gemessenen Lautstärken im Vergleich zu der zuvor gemessenen Referenzlautstärke wird auf die Phasen „Halt“ (leiser als zuvor) oder „Fahrt“ (lauter als zuvor) geschlossen. Dieser Vorgang wird so oft wiederholt, bis der Zug an der Ziel-Station angekommen ist.

Zudem wird der Magnetsensor genutzt, um über eine Feldstärkenanalyse der E-Motoren des Fahrzeuges die Fahrterkennung zu verbessern. Dabei wird anhand von Differenzen im gemessenen Magnetfeld die Beschleunigung erkannt. Darüber hinaus wird die Uhr des Smartphones als „Timer“ genutzt. Hierfür wurden im Vorfeld die typischen Fahr- und Stoppzeiten zwischen den Stationen bestimmt, indem das Streckennetz mit einer ausreichend großen Menge an Fahrten zeitlich vermessen wurde. Da die Fahr- und Stoppzeiten zwischen den Stationen meist relativ gleichbleiben, kann über vergangene Fahrzeit bei einer Fahrt zwischen zwei Stationen eine Wahrscheinlichkeit für die Ankunft im nächsten Bahnhof prognostiziert werden.

Zur Kombination der Sensoren wurde ein Algorithmus entwickelt, der das Prinzip des gewichteten arithmetischen Mittels verwendet [Heuser, 1990]: Dabei wurden die drei Sensoren für die drei Fahrphasen (Zustände) – Beschleunigen, Fahren, Bremsen - jeweils unterschiedlich gewichtet, womit jeweils zuverlässigere Sensoren einen größeren Einfluss auf das Ergebnis haben [Gabler & Ganninger, 2010]. Dabei erhält das Mikrofon für alle drei Fahrphasen eine hohe Gewichtung. Der Fahrzeitsensor (Timer) erhält eine hohe Gewichtung nur in der Phase des „Fahrens“ und auch nur für die Zeit, die markant unterhalb der erforderlichen Fahrzeit liegt. Der Magnetsensor

erhält eine hohe Gewichtung in der Beschleunigungsphase, da er diese zuverlässig erkennt.

5 Zusammenfassung

In diesem Beitrag wurde das Anwendungsszenario „Mobile U-Bahn-Navigation“ motiviert und der Bedarf an dessen Unterstützung durch eine mobile U-Bahn-Navigations-App, die ausschließlich geräteinterne Sensoren zur Erfassung von Daten aus der Umwelt verwendet, diskutiert. Zudem wurden verwandte Ansätze für mobile Anwendungen zur mobilen U-Bahn-Navigation diskutiert und aus den analysierten Schwachstellen Anforderungen an eine neuartige mobile Anwendung abgeleitet.

Die Ergebnisse einer Literaturstudie zu den Einsatzmöglichkeiten sowie einer empirischen Studie zur praktischen Eignung von in Smartphone standardmäßig eingebauten Sensoren zeigten, dass für den Anwendungsfall „Mobile U-Bahn-Navigation“ geräteinterne Sensoren für Navigations-App nutzbar sind und das Szenario in der Praxis realisierbar ist. Allerdings zeigte die empirische Analyse, dass in der Praxis andere Sensoren sinnvoll einsetzbar sind, als in der theoretischen Analyse ursprünglich konzipiert. Dies hat seine Ursache darin, dass die aus der Literaturanalyse herausgearbeiteten und abgeleiteten Messgrößen durch die Sensoren in der Praxis (während einer U-Bahnfahrt) meist gar nicht erfasst wurden. Stattdessen wurden in der Praxis andere Phänomene gemessen. Z.B. wurde durch den Magnetsensor die Aktivität des Motors anstelle des Magnetfeldes der Erde (Fahrtrichtung des Zuges) erfasst.

Die Auswertung der Ergebnisse ergab, dass der Sensor „Mikrofon“ am besten geeignet ist, um die Position des Nutzers zu erkennen. Magnetsensor und Barometer hingegen sind nur bedingt sowie Beschleunigungssensor und Lichtsensor nicht sinnvoll für die Positionserkennung einsetzbar. Auf Basis dieser Erkenntnisse wurde eine mobile U-Bahn-Navigations-App „mUvi“ konzipiert und entwickelt, die das Mikrofon des Smartphones für die Positionsbestimmung und Navigation nutzt. Durch die Kombination des Mikrophone-basierten Ansatzes mit weiteren Sensoren (Uhr, Magnetsensor etc.) kann eine noch höhere Genauigkeit und Verlässlichkeit erzielt werden.

Um das entwickelte Verfahren zukünftig weiter zu verbessern, werden derzeit verschiedene Klassifizierungsverfahren untersucht, um einzelne Streckenabschnitte (Strecke zwischen zwei Stationen) der U-Bahn erkennen zu können [Gruner, 2016].

6 Literaturverzeichnis

[Blankenbach, 2014]

Blankenbach, J. (2014): Indoor-Positionierung. In: Kummer et al. (2014): Das Deutsche Vermessungs- und Geoinformationswesen – Band 2015. Wichmann Verlag, Heidelberg, S. 1019-1020.

[Brachmann, 2012]

Brachmann, F. (2012): A comparative analysis of standardized technologies for providing indoor geolocation functionality. In: 13th IEEE International Symposium on Computational Intelligence and Informatics CINTI.

[Carboni et al., 2015]

Carboni, Davide; Manchinu, Andrea; Marotto, Valentina; Piras, Andrea; Serra, Alberto (2015): Infrastructure-free indoor navigation: a case study. In: Journal of Location Based Services, Vol. 9, No. 1, S. 33-54.

[Domhan, 2013]

Domhan, Tobias (2013): MetroNap

<http://www.aptoide.com/app/com.tdomhan.metronap/metro-nap-app-for-nyc-subway>

(Letzter Zugriff: 04.08.2013)

[Ehrlich, 2014]

Ehrlich, C. Real (2014): Smartphone-basierte Innenraumpositionierung von Fußgängern. In: 26. Forum Bauinformatik – 26. Forum Geoinformatik 2014. Shaker Verlag, S. 219-227.

[Gabler & Ganninger, 2010]

Gabler, S.; Ganninger, M. (2010): Gewichtung - Handbuch der sozialwissenschaftlichen Datenanalyse. Verlag für Sozialwissenschaften, S. 143-164.

[Ganti et al., 2011]

Ganti, R. K.; Ye, F.; Lei, H. (2011): Mobile crowdsensing: Current state and future challenges. In: IEEE Communications Magazine, Vol. 49, Nr. 11, S. 32-39.

[Gruner, 2016]

Gruner, Christian (2016): Einsatz von Klassifikationsverfahren für die mobile U-Bahn-Navigation. Master-Arbeit, HTW Berlin, Berlin,

[Guo et al., 2014]

Guo, Bin; Yu, Zhiwen; Zhou, Xingshe; Zhang, Daqing (2014): From participatory sensing to mobile crowd sensing. In Proceedings of PERCOM Workshops. S. 593–598.

[Guo et al., 2015]

Guo, Bin; Wang, Zhu; Yu, Zhiwen; Wang, Yu; Yen, Neil Y.; Huang, Runhe; Zhou, Xingshe(2015) Mobile Crowd Sensing and Computing: The Review of an Emerging Human-Powered Sensing Paradigm. In: ACM Computing Surveys, Vol. 48, No. 1, Article 7 (August 2015), DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/2794400>.

[Heuser, 1990]

Heuser, H. (1990): Lehrbuch der Analysis, Teil 1, 8. Auflage. Stuttgart: Teubner.

[Karpakova, 2012]

Karpakova, Elizaveta (2012): Untersuchung der Sensordaten einer mobilen Navigationsanwendung unter dem Betriebssystem Android. Bachelorarbeit. Beuth Hochschule für Technik (BHT), Berlin.

[Kessel, 2013]

Kessel, Moritz (2013): Bereitstellung von Umgebungsinformationen und Positionsdaten für ortsbezogene Dienste in Gebäuden. Dissertation, TU München (TUM), München.

[Lane et al., 2010]

Lane, N. D.; Miluzzo, E.; Lu, H.; Peebles, D.; Choudhury, T.; Campbell, A. T. (2010): A survey of mobile phone sensing. In: Comm. Mag., Vol. 48 Nr. 9, S. 140-150.

[Li et al., 2015]

Li, Xiujuan; Zhou, Yan; Xiong, Hanjiang (2015): 3D Indoor Location on Mobile Phones Using Embedded Sensors and Close-Range Photogrammetry. In: Georg Gartner, Haosheng Huang (Hrsg.): Progress in Location-Based Services. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography, Berlin/Heidelberg, Springer, S. 79-90.

[Liu, 2013]

Liu, Ming (2013): A Study of Mobile Sensing Using Smartphones. In: International Journal of Distributed Sensor Networks, Vol. 2013, Article ID 272916, doi:10.1155/2013/272916.

[McGrath & Scanail, 2013]

McGrath, Michael J.; Scanail, Cliodhna Ni (2013): Sensor Technologies - Healthcare, Wellness and Environmental Applications. Apress.

[Namiot, 2015]

Namiot, Dmitry (2015): On Indoor Positioning. In: International Journal of Open Information Technologies, Vol. 3, Nr. 3, S. 23-26.

[Sheinker et al., 2016]

Sheinker, Arie; Ginzburg, Boris; Salomonski, Nizan; Frumkis, Lev; Kaplan, Ben-Zion; Moldwin, Mark B. (2016): A method for indoor navigation based on magnetic beacons using smartphones and tablets. In: Measurement, Volume 81, Elsevier, S. 197–209.

[Wagner, 2012]

Wagner, Roland (2012): Indoor and underground orientation and navigation by using the barometer sensor. In: DroidCon 2012. <http://lanyrd.com/2012/droidconde/sqhr/>.

[Wendel, 2007]

Wendel, Jan (2007): Integrierte Navigationssysteme - Sensordatenfusion, GPS und Inertiale Navigation. De Gruyter Oldenbourg, München.

Beitrag B: Simon Burkard, Bernd Pfützner, Ruben Müller, Frank Fuchs-Kittowski

Mobile Sensing zur Hochwasservorhersage in kleinen Einzugsgebieten

Simon Burkard, HTW Berlin, s.burkard@htw-berlin.de
Bernd Pfützner, BAH Berlin, bernd.pfuetzner@bah-berlin.de
Ruben Müller, BAH Berlin, ruben.mueller@bah-berlin.de
Frank Fuchs-Kittowski, HTW Berlin, frank.fuchs-kittowski@htw-berlin.de

Abstract

For small drainage basins flood forecasting is particularly difficult and uncertain. By incorporating additional information that are captured and collected by volunteers with help of their smartphones (*Volunteered Geographic Information, VGI*), flood forecasting systems can be improved and forecast uncertainties can be minimized. This paper presents and discusses different concepts and methods for measuring relevant hydrological parameters with mobile smartphone sensors. In this context, the focus is on describing various image-based approaches for water gauge measurements.

1 Motivation - Verbesserung der Hochwasservorhersage in kleinen Einzugsgebieten durch Bürgerbeteiligung bei Datenerhebung

Hochwasser gehören zu den Naturgefahren, die die zivile Bevölkerung direkt bedrohen und regelmäßig große materielle Schäden verursachen. Die entstandenen Schäden haben dabei aufgrund der Auswirkungen des Klimawandels und einer erhöhten Verwundbarkeit (Vulnerabilität) in den letzten Jahrzehnten stark zugenommen [Müller, 2010]. Es ist anzunehmen, dass dieser Trend anhalten und die Intensität von Hochwasser weiter zunehmen wird [Neumayer et al., 2011].

Im Rahmen des Hochwasserrisikomanagements sind daher verlässliche und frühzeitige Vorhersage- und Frühwarnsysteme von großer Bedeutung, um zielgerichtete Schutzmaßnahmen zu ermöglichen. Als Entscheidungsgrundlage für

Maßnahmen des Katastrophenschutzes dienen dabei hydrologische und hydraulische Prognosemodelle. Darauf basierende Hochwasservorhersagen sind allerdings meist unsicher und fehlerbehaftet. Gründe dafür sind Modellunschärfen, unsichere Niederschlagsvorhersagen sowie zeitlich und räumlich ungenügend vorhandene hydrologische Eingangsgrößen. Insbesondere für kleine Gewässer sind Vorhersagen schwierig, da oftmals eine sehr schnelle Gebietsreaktion erfolgt und daher nur sehr geringe Vorwarnzeiten verbleiben.

Durch zusätzliche Informationen, beispielsweise zusätzliche Wasserstandmessungen entlang des Flusses, können diese wichtigen Datensätze erweitert und die Prognosemodelle aktualisiert werden, um somit die Vorhersageunsicherheiten zu verringern. Mobiles Crowdsourcing – die Erfassung von Daten durch Freiwillige mittels ihrer eigenen mobilen Endgeräte (Smartphones, Tablets etc.) - scheint ein geeignetes Mittel zu sein, um solche zusätzlichen Eingangsdaten zu sammeln [Fuchs-Kittowski et al., 2015]. Oftmals werden die ortsbezogenen Daten, die Bürger freiwillig mittels ihrer eigenen, privaten mobilen Endgeräten und der darin eingebauten Sensoren sammeln und zur weiteren Nutzung bereitstellen, als VGI-Daten (*Volunteered Geographic Information*) bezeichnet [Goodchild, 2007]. Das Erfassen dieser Daten durch Freiwillige wäre dabei nicht mit Zusatzkosten verbunden, eine kostenintensive Installation stationärer automatischer Messgeräte entfällt. Zur Messdurchführung können Freiwillige proaktiv koordiniert und beauftragt werden (*Mobile Tasking*), um an relevanten Messstandorten Daten aufzunehmen und zu übermitteln (*Mobile Sensing*). Auf diese Weise kann eine räumliche und zeitliche Verdichtung von Eingangsinformationen erfolgen, mit dem Potenzial, die Modellprognosen zu verbessern und den verantwortlichen Behörden somit eine fundierte Entscheidungsgrundlage für Hochwasserschutzmaßnahmen zu liefern. Gleichzeitig werden durch die Einbeziehung der Bevölkerung in die Datenerhebung die Bürger verstärkt für Hochwassergefahren sensibilisiert und können aktiv dazu beitragen, die Hochwasservorhersage zu verbessern. Ämter und Einsatzzentralen können entlastet werden.

In diesem Beitrag sollen Methoden zur Messung des Wasserstandes unter Nutzung der in Smartphones integrierten Sensoren (*Mobile Sensing*) und deren Einbettung in ein Hochwasserprognosesystem zur Unterstützung des Hochwassermanagements in kleinen Einzugsgebieten auf Basis mobiler VGI-Daten präsentiert werden.

Der Beitrag ist wie folgt strukturiert: Nach einem kurzen Überblick über den aktuellen Stand der Wissenschaft und Technik (Kapitel 2) wird die konzeptionelle Architektur einer solchen VGI-basierten Hochwassermanagementplattform skizziert und die beteiligten Funktionskomponenten beschrieben (Kapitel 3). Die Komponente zur mobilen Datenerfassung (*Mobile Sensing*) wird danach detaillierter präsentiert. Insbesondere verschiedene Methoden zur Messung des Wasserstandes unter Nutzung der in Smartphones integrierten Sensoren werden dabei vorgestellt (Kapitel 4). Eine abschließende Zusammenfassung bietet einen Ausblick auf künftige Entwicklungen im Rahmen der vorgestellten Plattform (Kapitel 5).

2 Stand der Forschung und Technik

2.1 Mobiles Crowdsourcing und VGI im Katastrophenschutz

Beim mobilen Crowdsourcing werden mobile Endgeräte für die Sammlung von Daten sowie die Koordination der an der Datensammlung freiwillig Beteiligten eingesetzt. Die Kernidee beim mobilen Crowdsourcing ist, dass normale Bürger befähigt werden, Daten über sich und die sie umgebende Umwelt mit ihren eigenen mobilen Endgeräten zu sammeln und zu teilen. Die Beteiligten tragen die Daten freiwillig, zu ihrem eigenen Nutzen oder zum Nutzer einer Gemeinschaft (Community) bei. Dabei wird keine aufgabenspezifische Spezialhardware verwendet, sondern normale, für den Massenmarkt verfügbare mobile Endgeräte, wie Smartphones und Tablets. Oft handelt es sich um orts- oder raumbezogene, häufig auch zeitbezogene Messwerte, Daten oder Informationen [Fuchs-Kittowski, 2014].

Eng verwandt mit dem Begriff des Mobilien Crowdsourcing sind Konzepte wie Volunteered Geographic Information (VGI [Goodchild 2007]), *Public Participatory GIS* (PPGIS [Sieber, 2006]) und *Participatory Sensing* (PS [Burke et al., 2006]). Allen Konzepten gemeinsam ist der freiwillige und gemeinschaftliche Charakter des Datenerfassungs- und Datenteilungsprozesses.

Es sind bereits viele unterschiedliche mobile Crowdsourcing-Anwendungen bekannt, insb. im Natur-, Umwelt- und Katastrophenschutz. Im Katastrophenschutz kann mobiles Crowdsourcing effektiv unterstützend während und nach einer Katastrophe eingesetzt werden. Beispielsweise können während einer Katastrophe die Bewohner sowie

Rettungs- und Einsatzkräfte in einem Katastrophengebiet Informationen über die aktuelle Lage sammeln, so dass Hilfs- und Rettungskräfte gezielter eingesetzt werden können. Nach einer Natur-Katastrophe (wie Hochwasser, Sturm, Starkregen) ist bspw. das Finden, Dokumentieren und Bewerten von Schäden (wie umgeknickte Bäume, überflutete Wege oder umgeknickte Strommasten) eine wichtige Aufgabe, um die begrenzten Ressourcen gezielter und schneller für die Reparatur und Schadensbehebung einsetzen zu können, sowie die tatsächlich aufgetretenen Schäden aktueller und umfassender auswerten zu können [Abecker et al., 2012].

Mobile Crowdsourcing-Anwendungen wurden bereits mehrfach erfolgreich in Katastrophensituationen eingesetzt, in denen allerdings die Genauigkeit und Qualität der Informationen von untergeordneter Bedeutung war. VGI-Daten kamen so beispielsweise bei Flutkatastrophen und Überschwemmungen zum Einsatz [Chen et al., 2012; De Longueville et al., 2010; Poser et al., 2010], bei Flächenbränden [Goodchild et al., 2010], Erdbeben [Yates et al., 2011] oder auch bei schweren Stürmen [Huang et al., 2010]. In dem in Kapitel 3 präsentierten System sollen VGI-Daten unter anderem zur Aktualisierung und Validierung von Prognosemodellen eingesetzt werden. Ein stärkerer Fokus liegt daher hier auf der Genauigkeit und Qualität der erhobenen Daten mittels Methoden der mobilen Datenerfassung.

2.2 Durchflussmessung und Mobile Sensing zur Hochwasservorhersage

Zum Zweck der Hochwasservorhersage sind insbesondere hydrologische Daten von Bedeutung, welche zur Messung des Durchflusses genutzt werden können. Durchflussmessungen sind in der Hydrometrie meist indirekt und basieren bei bekanntem Flussquerschnittsprofil auf Messungen der Fließgeschwindigkeit und des Wasserstandes [Herschy, 2008]. Ansätze zur automatischen Messung von Durchflüssen anhand von Bildaufnahmen existieren bereits. Diese basieren beispielsweise auf Fernerkundungsmethoden, mit welchen mittels Luftaufnahmen der Wasserstand in einem Gewässer abgeschätzt werden kann [Smith et al., 2008]. Ein weiteres Beispiel ist die Nutzung von fest installierten Kameras zur bildbasierten Messung des Wasserstandes anhand von Markern oder Lattenpegeln [Iwahashi et al., 2006; Kim et al., 2014; Lo et al., 2015; Royem et al., 2012]. Auch der Versuch, den aktuellen Wasserstand an analogen Lattenpegeln durch Passanten manuell ablesen zu lassen, wurde erfolgreich getestet [Lowry et al., 2013]. Der Wasserstand wird dabei per SMS zur Auswertung an Datenserver gesendet.

Die Erfassung der Daten durch die Nutzer muss nicht zwangsläufig über die manuelle Eingabe der Daten in das mobile Endgerät erfolgen, z.B. in ein Formular, sondern ist auch automatisiert über in das Gerät bereits eingebaute Sensoren möglich. Für die Erfassung und Erzeugung von Daten durch die Nutzer mit den in ihren eigenen mobilen Geräten eingebauten oder verbundenen Sensoren hat sich der Begriff „Mobiles Sensing“ etabliert [Fuchs-Kittowski, 2014].

Eine mobile Sensing-Anwendung speziell zur automatischen bildbasierten Pegelüberwachung wurde von [KISTERS, 2014] entwickelt. Zur robusten Messung erfordert diese allerdings spezielle Pegellatten sowie ideale sonstige Rahmenbedingungen (ausreichend Helligkeit, geringe Entfernung zur Pegellatte).

Die sensorbasierte Bestimmung von Wasserstandlinien mittels mobiler Geräte kann durch die Kenntnis der genauen eigenen Position im 3D-Raum erleichtert werden. Daher sind auch Forschungsbereiche der *Mobile Augmented Reality* und des mobilen *3D Tracking* zur Positionsbestimmung von Interesse. Diese Forschungszweige sind noch relativ neu, allerdings existieren bereits mehrere Ansätze und Technologien zur bildbasierten Schätzung der eigenen Position im 3D Raum, welche hinsichtlich Genauigkeit die Lokalisierung mittels GPS-Signal übertreffen [Amin et al., 2015]. Existierende Anwendungen, die solche Technologien zur VGI-basierten Bestimmung hydrologischer Daten einsetzen, sind aktuell nicht bekannt.

Während es zahlreiche mobile Anwendungen für die Information über Wasserstände an Gewässern gibt (z.B. Pegel¹, Pegelstand², Pegel-Online³, Pegelstände⁴, Meine Pegel⁵), existieren nur sehr wenige mobile Apps für die Erfassung der Pegelstände durch seine Nutzer. Bspw. wurden im Forschungsprojekt MAGUN mobile Anwendungen für die Erfassung aktueller Wasserstände und historischer Hochwassermarken entwickelt [Fuchs-Kittowski et al., 2012], welche aber nicht flächendeckend eingesetzt werden. Das Projekt *WeSenseIt* hat sich zum Ziel gesetzt, eine vollständige Plattform zur bürgerbasierten Dokumentation und Beobachtung von Wasserständen und Überschwemmungen zu konzipieren und zu testen [Lanfranchi et al., 2014; WeSenseIt, 2014].

¹ <https://play.google.com/store/apps/details?id=de.posts.Pegel>

² <https://play.google.com/store/apps/details?id=info.pegelstand.pegelstandnoebasic>

³ <https://play.google.com/store/apps/details?id=org.cirrus.mobi.pegel>

⁴ https://play.google.com/store/apps/details?id=com.lifestream_creations.pegelmelder

⁵ <https://play.google.com/store/apps/details?id=de.hochwasserzentralen.app&hl=de>

Smartphones sowie diverse sonstige kostengünstige Sensoren sollen dabei zur Messung von Wasserstand und Fließgeschwindigkeit hydrologischer Daten eingesetzt werden. Angaben zur Robustheit und Qualität der gemessenen Daten sind nicht dokumentiert. In dieser Plattform sind die gemessenen Daten zudem nicht zur unmittelbaren Einbettung in ein Prognosemodell bestimmt, d.h. eine Integration der Daten oder Prozesse in konkrete Einsatzszenarien – wie Hochwassermanagement – fehlt.

3 Konzeptionelle Architektur eines VGI-basierten Prognosesystems

In diesem Abschnitt wird die konzeptionelle Architektur eines VGI-basierten Hochwasserprognosesystems beschrieben. In Abbildung B-1 sind funktionalen Komponenten grob skizziert. Neben einem angepassten, klassischen Hochwasserprognosesystem und einer zentralen Hochwassermanagementsoftware zählen dazu insbesondere Komponenten zum Mobile Tasking und Mobile Sensing.

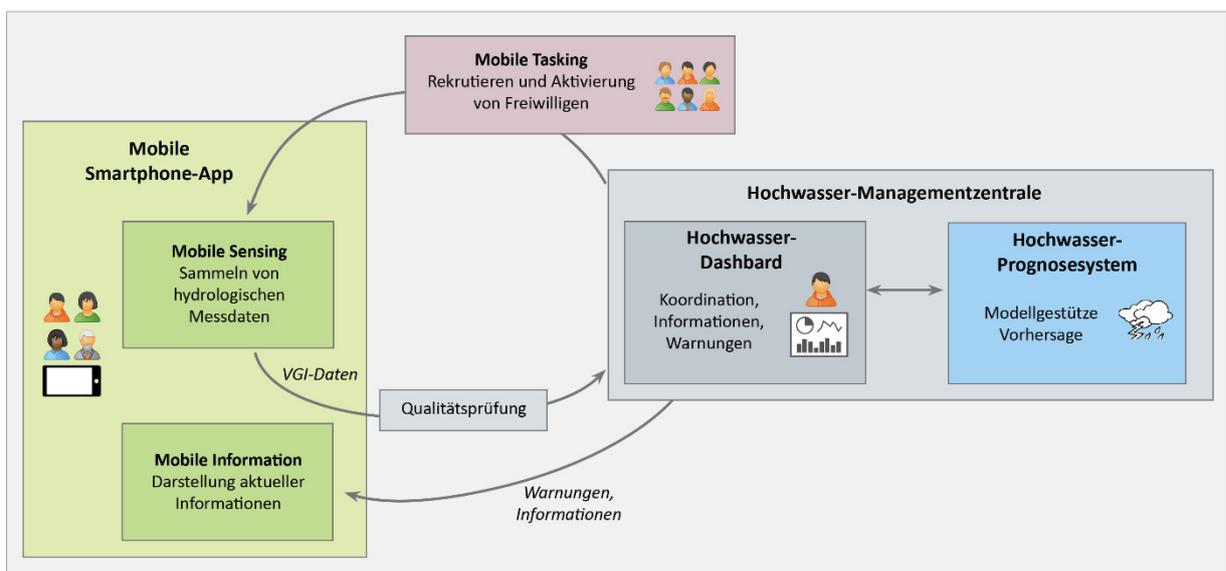


Abbildung B-1: Konzeptionelle Architektur einer VGI-basierten Hochwassermanagementplattform

3.1 Mobile Tasking und Mobile Sensing

Nutzer der Plattform sollen die Möglichkeit haben, selbstständig zu entscheiden, ob und in welcher Form sie Messdaten aufnehmen und bereitstellen wollen. Zusätzlich sollen sie aber auch proaktiv koordiniert und mit speziellen Datensammelaufgaben beauftragt werden können (Mobile Tasking). Nutzer können sich hierfür mit Angabe

persönlicher Präferenzen und gewünschtem Grad der Anonymität (z.B. Standortfreigabe, Angabe von Realnamen) bei der Plattform registrieren. Mit Hilfe von Benachrichtigungen auf ihre Smartphones können sie anschließend durch die Managementzentrale gebeten werden, hydrologische Messungen mit vorgegebenen Modalitäten (Zeit, Ort, Art der Daten) durchzuführen. Es steht den Nutzern dann freilich offen, eine solche Datensammelaufgabe anzunehmen oder abzulehnen.

Die Messungen selbst sollen nicht an beliebigen, frei wählbaren Standorten durchgeführt werden. Stattdessen werden in einer Standortanalyse Messstellen im Einzugsgebiet des Gewässers im Vorfeld identifiziert und hinsichtlich ihrer Eignung als Messstandort bewertet.

An den gewählten Messstandorten werden schließlich mittels einer Smartphone-Anwendung hydrologische Daten gemessen (Mobile Sensing). Über das mobile Handydatennetz bzw. mittels WLAN können die gemessenen Daten anschließend an eine zentrale Serverplattform zur weiteren Verarbeitung übermittelt werden.

Zur Messung sollen idealerweise die im Gerät integrierten Sensoren genutzt werden. Dazu zählen GPS-Sensoren zur groben Positionsbestimmung (Genauigkeit bis zu 5-10 Meter), aber auch Neigungssensoren des Geräts (Kompass, Beschleunigungssensoren, Magnetometer) zur Bestimmung der Blickrichtung des Geräts sowie die im Smartphone integrierte Kamera zur Bildaufnahme. Der Einsatz dieser Sensoren, insbesondere zur Messung von Wasserständen, wird im Kapitel 4 genauer erläutert. Auch die Verwendung externer Messsensoren ist prinzipiell möglich, beispielsweise der Betrieb von privaten Wetterstationen zur Messung der Niederschlagsmengen. Der Schwerpunkt in dieser Plattform liegt allerdings in der Verwendung von Smartphones zur unmittelbaren Datenerfassung.

3.2 Hochwasserprognosesystem

Eine Problematik von nutzergenerierten Daten besteht darin, dass die Qualität und Genauigkeit der aufgenommenen Daten stark schwanken kann. Bevor die gemessenen hydrologischen Daten letztlich als Eingangsgrößen dem Prognosesystem zur Verfügung gestellt werden, ist daher eine automatische Qualitäts- und Plausibilitätsprüfung der eingehenden Daten notwendig. Durch einen gegenseitigen räumlichen und zeitlichen Abgleich der VGI-Datensätze können dabei fehlerhafte Eingangsdaten („Ausreißer“) identifiziert und eliminiert werden. Aufbauend

auf einer klassischen modellgestützten Vorhersage kann das Prognosesystem anschließend mittels der verfügbaren VGI-Daten das zugrundeliegende Modell ergänzen bzw. validieren und optimieren und eine verbesserte Hochwasservorhersage liefern.

3.3 Hochwassermanagementzentrale

Eine zentrale Managementsoftware mit grafischer Benutzeroberfläche (Dashboard) koordiniert alle notwendigen Komponenten und verarbeitet und visualisiert die prognostizierten Hochwasserdaten. Sind Warnstufen für das betroffene Gebiet im Vorfeld festgelegt worden, können über die Plattform gegebenenfalls Hochwasserwarnungen generiert, und anschließend betroffenen Stellen informiert werden. Die erwähnte mobile Smartphone-Anwendung kann dabei als Empfänger dieser Warnungen dienen. Betroffene Bürger können somit per Push-Benachrichtigung auf ihr Smartphone individuell, ortsbasiert und zeitnah gewarnt werden. Die Managementsoftware dient auch der Koordination von Einsätzen während eines Hochwasserereignisses. Über das Dashboard kann die aktuelle Hochwassersituation vor Ort erfasst und Einsatzkräfte koordiniert werden. Außerdem ermöglicht das Dashboard die Koordinierung und Beauftragung der App-Nutzer zum Sammeln von Messdaten.

4 Mobile Sensing

Mit Hilfe einer mobilen Smartphone-Anwendung können bestimmte Messparameter von Freiwilligen gemessen und der Plattform zur Verfügung gestellt werden. Relevante Messparameter sind in Abbildung B-2 dargestellt. Die Auswahl der letztendlich realisierbaren Messgrößen ergibt sich aus einer Abwägung zwischen den Parametern, die einen Mehrgewinn für das hydrologische Prognosemodell bieten und der technischen Realisierbarkeit von robusten mobilen Messmethoden für diese Parameter.

4.1 Übersicht über relevante Messgrößen und Messmethoden

Der Wasserstand und die Fließgeschwindigkeit des Gewässers an definierten Messstellen sind entscheidende Eingangsgröße für das hydrologische Prognosesystem, da beide Messgrößen für die unmittelbare Messung des Durchflusses relevant sind. Eine aussagekräftige Messung der Fließgeschwindigkeit ist allerdings mittels einer rein Smartphone-basierten Messung sehr schwierig. Eine grobe manuelle Schätzung der Fließgeschwindigkeit des Gewässers durch den Nutzer ist zwar möglich (z.B. Angabe

„Fluss fließt sehr schnell“ oder „Fluss fließt nur sehr langsam“). Eine Angabe der Geschwindigkeit ohne physikalische Maßeinheit (z.B. Meter pro Sekunde) ist allerdings als Eingangsgröße für das Prognosesystem nicht sinnvoll. Auch eine bildbasierte Schätzung mittels Smartphone-Kamera wäre denkbar [Kwonkyu et al., 2015]. Ein derartiger Ansatz ist jedoch recht aufwändig und erfordert eine im Vorfeld bekannte feste Aufnahmeposition. Außerdem kann dadurch lediglich eine grobe Schätzung der Fließgeschwindigkeit an der Oberfläche erfolgen.

Zur mobilen Messung des Wasserstandes existieren mehrere Ansätze. Diese Möglichkeiten der Wasserstandmessung werden im anschließenden Kapitel 4.2 ausführlich vorgestellt.

Messgrößen	Manuelle Messung	Automatische Messung
 Wasserstand	Schätzung oder Ablesen analoger Messpegel	IMU-basierte oder bildbasierte Erkennung (mit/ohne Nutzerinteraktion)
 Fließgeschwindigkeit	Grobe Schätzung („schnell“, „langsam“)	Bildbasierte Messung der Oberflächenfließgeschwindigkeit
 Niederschlagsintensität	Grobe Schätzung („regnet nicht“, „regnet leicht“, „regnet stark“)	Bildbasierte Schätzung oder Wetterstationen mit Regensensor
 Schneehöhe	Grobe Schätzung	
 Lokalisierung Ausuferung	Manuelle Bestimmung mit GPS-basierter Lokalisierung	
 Fotos & Videos zur Lageinschätzung	Aufnahme mittels Smartphone-Kamera	

Abbildung B-2: Relevante Messgrößen und mögliche Messmethoden

Weitere relevante Messgrößen sind die aktuelle Niederschlagsintensität und die Schneehöhe. Für beide Parameter sind automatische robuste Messmethoden mittels Smartphone ebenfalls schwierig umzusetzen. Zwar ist eine bildbasierte Schätzung der aktuellen Regenintensität möglich [Garg et al., 2007], allerdings wäre das Ergebnis der Schätzung oft fehlerhaft. Auch der Einsatz von Wetterstationen mit Regensensoren ist im Rahmen dieser Plattform nicht schwerpunktmäßig vorgesehen. Stattdessen soll eine manuelle Schätzung der Niederschlagsintensität durch die App-Nutzer erfolgen.

Allein die grobe Schätzung der Intensität („es regnet nicht“; „es regnet leicht“; „es regnet stark“), verbunden mit dem per GPS-Signal ermittelten Standort des Nutzers ist hilfreich zur angestrebten verbesserten Lokalisierung von Starkniederschlagszellen.

Auch die Schneehöhe soll lediglich durch grobe Schätzung durch die Nutzer ermittelt werden. Die grobe Kenntnis der Schneeverhältnisse mit hoher räumlicher Auflösung ermöglicht somit eine Schätzung des Wasservorrats der Schneedecke im Einzugsgebiet. Als Eingangsparameter für das Vorhersagemodell kann diese Schätzung von großem Nutzen sein.

Neben diesen quantitativ messbaren Größen können außerdem Foto- und kurze Videoaufnahmen mittels der im Smartphone integrierten Kamera erfolgen. Diese Aufnahmen können auf dem Hochwasser-Dashboard kartenbasiert dargestellt werden und unterstützen die Einsatzkräfte bei der Beurteilung und Dokumentation der Hochwassersituation vor Ort. Dieser Ansatz kann auch zur Meldung und Lokalisierung von möglichen Ausuferungen eingesetzt werden. Nutzer können somit an neuralgischen Schlüsselstellen im Hochwasserfall überprüfen, ob es zu einer Ausuferung kam, und mittels Bildaufnahme das Ausmaß der Ausuferung übermitteln und dokumentieren.

4.2 Methoden zur mobilen Messung des Wasserstands

Das Hauptaugenmerk bei der Entwicklung der Mobile Sensing-Anwendung liegt in der Implementierung von geeigneten Methoden zur mobilen Smartphone-basierten Messung des Wasserstandes an zuvor festgelegten Messstandorten (z.B. Brücken). Dabei stehen verschiedenartige Methoden zur Auswahl (siehe Abbildung B-3).

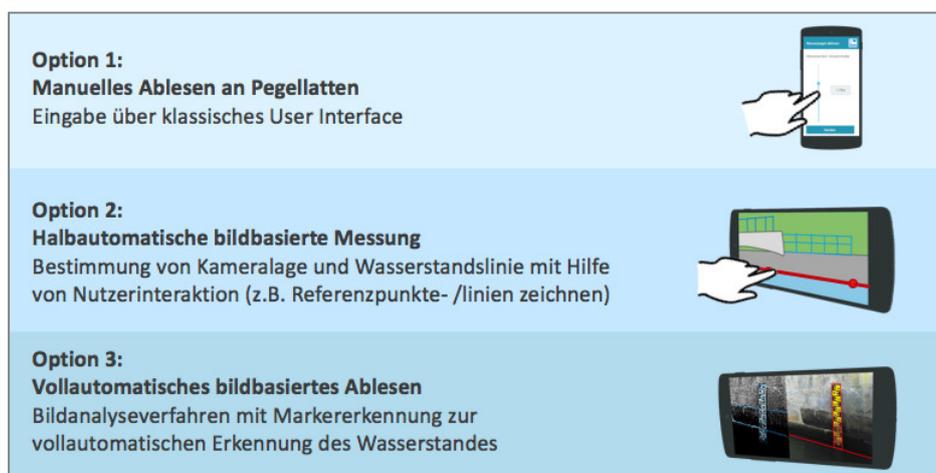


Abbildung B-3: Optionen zur mobilen Wasserstandmessung

4.2.1 Manuelles Ablesen an Pegellatten

Im einfachsten Fall kann die Messung des Wasserstandes erfolgen, indem der Nutzer diesen an einer vorhandenen analogen Pegellatte abliest und den Wert über ein klassisches Interface (z.B. Slider oder Texteingabefeld) in die Smartphone-Anwendung eingibt. Diese Methode wäre recht robust. Der Messung erfolgt dann unabhängig der im Smartphone integrierten Sensorik und wäre auch bei ungünstigen Lichtverhältnissen und Witterungsbedingungen möglich. Das Vorhandensein von entsprechenden sichtbaren analogen Pegellatten am Messstandort ist allerdings hierfür Voraussetzung.

4.2.2 Halbautomatische Bildbasierte Messung

Durch Mithilfe des Nutzers bei der Messdurchführung mittels entsprechender Nutzerinteraktion - beispielsweise durch das Einzeichnen von Punktreferenzen - kann eine recht robuste bildbasierte Wasserstandmessung realisiert werden.

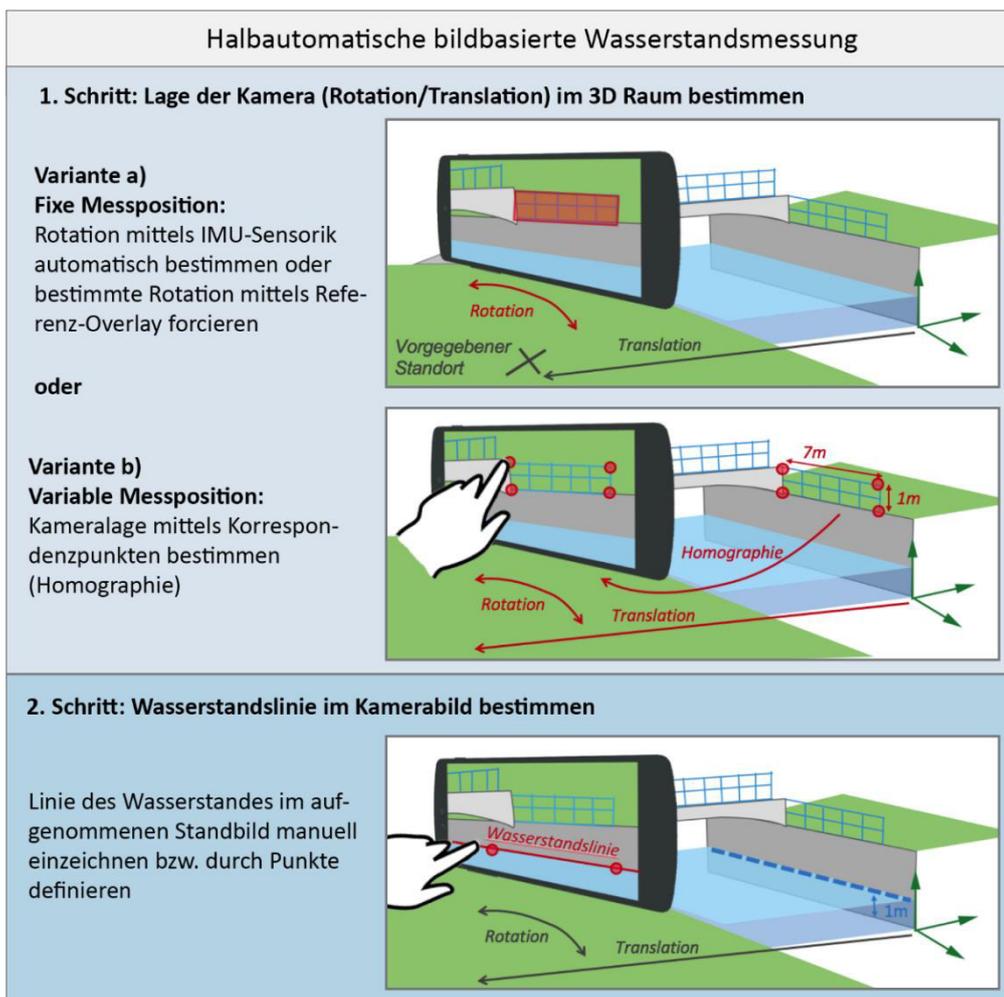


Abbildung B-4: Messmethoden zur manuellen und automatischen bildbasierten Wasserstandmessung

Da die Messungen zudem an vorgegebenen Messstandorten erfolgen und das Querschnittsprofil des Flusses an diesen Stellen ohnehin zur Durchflussberechnung vorab bekannt sein muss, kann außerdem vorausgesetzt werden, dass die gesamte dreidimensionale Geometrie der Bauwerke an diesen Standorten – beispielsweise Höhe und Breite eines Brückengeländers oder einer Flussbegrenzungsmauer - bekannt sind. Dieses Kenntnis kann bei der Entwicklung von entsprechenden Messmethoden genutzt werden. Ziel dieser Methoden soll es dann sein, die Lage der Wasserstandlinie in diesem bekannten 3D Raum zu bestimmen.

Dies kann, wie in Abbildung B-4 dargestellt, in zwei Schritten erfolgen. In einem ersten Schritt muss zunächst die Position und Orientierung der Kamera (Kamerakoordinatensystem) in der fixen 3D Umgebung (Weltkoordinatensystem) bestimmt werden. Die Lage der Kamera im Weltkoordinatensystem ist dabei allgemein durch sechs Freiheitsgrade definiert: drei Freiheitsgrade der Orientierung (Rotation) und drei Freiheitsgrade der Position (Translation). Anschließend kann in einem zweiten Schritt im aufgenommenen zweidimensionalen Standbild die Wasserstandlinie - beispielsweise an einer Flussbegrenzungsmauer – eingezeichnet und bestimmt werden. Sind schließlich die Position der Wasserstandlinie im Kamerabild, die intrinsischen Parameter der Kameraprojektion, die Lage der Kamera im 3D Raum, sowie die Struktur der 3D Welt bekannt, so kann auch die Lage der Wasserstandlinie im 3D Raum des Weltkoordinatensystems und somit auch die absolute Höhe des Wasserstandes berechnet werden.

Bestimmung der Kameralage

Die räumliche Lage der Kamera im Weltkoordinatensystem kann auf unterschiedliche Weise bestimmt werden, je nachdem ob ein fixer oder variabler Standpunkt zur Aufnahme des Kamerabildes vorgesehen ist.

Eine einfache Methode zur Bestimmung der Kameralage besteht darin, für den jeweiligen Messstandort eine fixe Messposition festzulegen. Die Translation der Kamera wäre somit vorbestimmt. Diese fixe Aufnahmeposition kann z.B. mittels Marker am Boden oder Marker am Brückengeländer gekennzeichnet werden. Erfolgt die Bildaufnahme immer von dieser Stelle aus und wird zudem eine nahezu konstante Aufnahmehöhe über dem Boden vorausgesetzt, ist nur noch die Orientierung (Rotation) der

Kamera variabel. Die Lage der Kamera wird dann nur noch durch drei Freiheitsgrade beschrieben. Diese Kamerarotation im Weltkoordinatensystem kann dabei automatisch mittels der im Smartphone eingebauten IMU-Sensorik (Magnetometer, Accelerometer, Gyroskop) zum Zeitpunkt der Bildaufnahme bestimmt werden. Alternativ kann neben der fixen Messposition auch eine fixe Kameraorientierung vorgegeben bzw. forciert werden. Dazu können bei jedem Messstandort individuelle Referenzlinien, beispielsweise Umrisse des Brückengeländers, als visuelles Overlay an fixer Position im Kamerabild angezeigt werden. Sorgt der Nutzer durch entsprechende Rotation der Kamera dafür, dass das visuelle Overlay mit der Abbildung des realen Objekts übereinstimmt, so wird eine immer gleiche und im Voraus festlegbare Orientierung der Kamera erzwungen.

Sollen sowohl Position als auch Orientierung der Kamera während der Bildaufnahme variabel bleiben, kann das Prinzip der Homographie zur Bestimmung der räumlichen Kameralage genutzt werden. Eine Homographie beschreibt allgemein die Beziehung zwischen zwei Ebenen im dreidimensionalen Raum. Eine Ebene ist in diesem Fall durch die Bildebene der Kamera gegeben. Als zweite Ebene kann eine Ebene im 3D Raum definiert werden, auf welche der Wasserstand abgemessen werden soll (Wasserstandmesseebene). Diese verläuft in der Regel orthogonal zur Wasseroberfläche und beinhaltet beispielsweise die Oberfläche eines Brückengeländers oder einer vertikalen Flussbegrenzungsmauer. Der Schnittpunkt zwischen dieser zweiten Ebene und der Wasseroberfläche ist dann die Wasserstandlinie. Ist die Homographie zwischen dieser Wasserstandmesseebene und der Bildebene bekannt, kann daraus ebenfalls die räumliche Position und Orientierung der Kamera im Weltkoordinatensystem direkt abgeleitet werden.

Zur Bestimmung der Homographie werden mindestens vier korrespondierende Punkte in beiden Ebenen benötigt. In der Wasserstandmesseebene können dies beispielsweise markante Eckpunkte eines in der Ebene liegenden Brückengeländers oder auch Eckpunkte eines künstlich angebrachten Markers sein. Durch die bekannte Geometrie des 3D Raumes sind die Koordinaten dieser Punkte im Voraus bekannt. Die entsprechenden korrespondierenden Punkte in der Bildebene, also im aufgenommenen Kamerabild, können dann nach Aufnahme des Bildes manuell durch den Nutzer im Kamera-

Standbild eingezeichnet werden. Alternativ könnte freilich auch eine bildbasierte Erkennung der Korrespondenzpunkte im Kamerabild erfolgen, was insbesondere bei Verwendung eines speziellen künstlichen Markers denkbar und realisierbar wäre.

Bestimmung der Wasserstandlinie

Ist die räumliche Lage der Kamera bekannt, wird im aufgenommenen Kamerabild die Lage der Wasserstandlinie erfasst. Dies kann im einfachsten Fall manuell erfolgen, indem der Nutzer die Linie durch das Einzeichnen von zwei Punkten im Kamerabild bestimmt.

4.2.3 Vollautomatische bildbasierte Wasserstandmessung

Als weitere Option der mobilen Wasserstandmessung ist eine vollautomatische bildbasierte Messmethode denkbar. Die generelle Idee dabei ist, dass nach Aufnahme eines Kamerabildes von variabler Messposition aus ein Bildanalysealgorithmus ohne weitere Nutzerhilfe automatisch den Wasserstand auf Basis des aufgenommenen Bildes bestimmt. Voraussetzung für die Umsetzung dieser Methode ist das Vorhandensein eines entsprechenden Markers. Dies kann eine gut sichtbare Pegellatte oder ein zusätzlicher künstlicher Marker sein. Mittels klassischen Markerkennungsalgorithmen oder mittels speziell angepassten Farbbandanalysen oder Texterkennungsalgorithmen kann somit der Marker bzw. die noch sichtbare Fläche des Markers bestimmt werden, um daraus die Lage der Wasserstandlinie zu erkennen und die Höhe des Wasserstandes zu bestimmen.

Ein derartiges vollautomatisches Verfahren kann unter idealen Voraussetzungen hohe Messgenauigkeiten ermöglichen, ist allerdings nicht immer ausreichend robust und oft sehr fehleranfällig, da insbesondere aufgrund der baulichen Gegebenheiten und Lichtverhältnisse (z.B. Schattenwurf oder Dunkelheit) der Marker bzw. die Pegellatte oft nicht ausreichend sichtbar oder die Kante der Wasserstandlinie nicht stark genug ausgeprägt sind. Andere sichtbaren Texturen sind dann im aufgenommenen Kamerabild oft markanter abgebildet und stören die visuelle Markererkennung.

5 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Beitrag wurde das Konzept eines VGI-basierten Hochwasserprognosesystems zur Unterstützung des Hochwassermanagements in kleinen Einzugsgebieten vorgestellt. Dabei wurde insbesondere die Komponente des Mobile Sensing genauer

präsentiert, also die Entwicklung von geeigneten Messmethoden, um relevante Messparameter wie den Wasserstand mit Hilfe einer mobilen Smartphone-Anwendung zu erfassen. Der Einsatz dieser mobilen Messverfahren erhöht die Dichte an verfügbaren hydrologischen und meteorologischen Informationen und kann somit die Hochwasserprognose verbessern.

Im nächsten Schritt sollen die vorgestellten Funktionskomponenten und die mobilen Messverfahren, insbesondere zur Messung des Wasserstandes, implementiert und evaluiert werden. Erst dann ist eine Aussage möglich, mit welcher Robustheit und Genauigkeit der Wasserstand mit den präsentierten Methoden gemessen werden kann. In einer anschließenden Pilotphase kann schließlich auch die generelle Praktikabilität und Effizienz des VGI-Ansatzes im Rahmen des Hochwassermanagements beurteilt werden.

6 Literaturverzeichnis

[Amin, 2015]

Amin, D.; Govilkar, S.: Comparative Study of Augmented Reality SDK'S. International Journal on Computational Sciences & Applications (IJCSA), 2015, S. 11-26.

[Burke, 2006]

Burke, J.; Estrin, D.; Hansen, M.; Ramanathan, N.; Reddy, S.; Srivastava, M. B.: Participatory sensing. In: Workshop on World-Sensor-Web (WSW'06): Mobile Device Centric Sensor Networks and Applications, 2006, S. 117-134.

[Chen, 2012]

Chen, C.; Carolina, N.; Ractham, P.: Lessons Learned from the Use of Social Media in Combating a Crisis: A case Study of 2011 Thailand Fodding Disaster. ICIS 2012 Proceedings, 2012, S. 1-17.

[De Longueville, 2010]

De Longueville, B.; Annoni, A.; Schade, S.; Ostlaender, N.; Whitmore, C.: Digital Earth's Nervous System for crisis events: real-time Sensor Web Enablement of Volunteered Geographic Information. International Journal of Digital Earth, 2010, S. 242-259.

[Fuchs-Kittowski et al., 2012]

Fuchs-Kittowski, F.; Simroth, S.; Himberger, S.; Fischer, F.; Schley, M.: A content platform for smartphone-based mobile augmented reality, Proceedings of the 26. International Conference on Informatics for Environmental Protection (EnviroInfo2012), Shaker, Aachen, 2012, S. 403-412.

[Fuchs-Kittowski, 2014]

Fuchs-Kittowski, F.: Mobiles Crowdsourcing und Sensing. WISU – Das Wirtschaftsstudium - Zeitschrift für Ausbildung, Prüfung, Berufseinstieg und Fortbildung, 2014, S. 1031-1038.

[Fuchs-Kittowski et al., 2015]

Fuchs-Kittowski, F.; Pfützner, B.; Preuß, T.; Fischer, F.; Beck, T.; Bartusch, S.: Mobiles Crowdsourcing von Pegeldata. In: Umweltinformationssysteme - Big Data, Open Data, Data Variety, UBA-Dokumentationen 58/2015, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2015, S. 251-268.

[Garg, 2007]

Garg, K.; Nayar, S. K.: Vision and rain. International Journal of Computer Vision, Vol. 75, 2007, S. 3-27.

[Goodchild, 2007]

Goodchild, M. F.: Citizens as Voluntary Sensors: Spatial Data Infrastructure in the World of Web 2.0. International Journal of Spatial Data Infrastructures Research, Vol. 2, 2007, S. 24-32.

[Goodchild, 2010]

Goodchild, M. F.; Glennon, J. A.: Crowdsourcing geographic information for disaster response: a research frontier. International Journal of Digital Earth, Vol. 3, 2010, S. 231-241.

[Hersch, 2008]

Hersch, R. W.: Streamflow Measurement, CRC Press, Reading (UK), Third Edition, 2008.

[Huang, 2010]

Huang, C.-M., Chan, E., Hyder, A.: Web 2.0 and Internet Social Networking: A New tool for Disaster Management? - Lessons from Taiwan. BMC Medical Informatics and Decision Making, Vol. 10, 2010, S. 57

[Iwahashi, 2006]

Iwahashi, M., Udomsiri, S., Imai, Y., Fukuma, S.: Water level detection for river surveillance utilizing JP2K wavelet transform. IEEE Asia-Pacific Conference on Circuits and Systems, Proceedings, APCCAS, 2006, S. 1741-1744.

[Kim, 2014]

Kim, Y., Park, H., Lee, C., Kim, D., Seo, M.: Development of a Cloud-based Image Water Level Gauge Development of River Eye system. INPRA, Vol. 2, 2014, S. 22-29.

[KISTERS, 2014]

KISTERS: Einfach smart: App für Pegelmessung auf Knopfdruck. 2014, https://www.kisters.de/fileadmin/user_upload/Wasser/Produkte/WISKI/Produktblaetter/MobileWaterTracker_de_mail.pdf, (Zugriff: 30.06.2016).

[Kwonkyu et al., 2015]

Kwonkyu, Y.; Byungman, Y.; Seokmin, L.: Surface Image Velocity Measurement System for Wide Rivers Using Smartphones. E-proceedings of the 36th IAHR World Congress, The Hague, Netherlands, 2015.

[Lanfranchi et al., 2014]

Lanfranchi, V; Wrigley, S.; Ireson, N; Wehn, U.; Ciravegna, F.: Citizens' Observatories for Situation Awareness in Flooding. ISCRAM 2014 11th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management, 2014, S.154-154.

[Lo, 2015]

Lo, S. W., Wu, J. H., Lin, F. P., Hsu, C. H.: Visual sensing for urban flood monitoring. Sensors, Vol. 15, 2015, S. 20006-20029.

[Lowry, 2013]

Lowry, C. S., Fienen, M. N.: CrowdHydrology: Crowdsourcing hydrologic data and engaging citizen scientists. GroundWater, Vol. 51, 2013, S. 151-156.

[Müller, 2010]

Müller, U.: Hochwasserrisikomanagement: Theorie und Praxis. Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden, 2010.

[Neumayer, 2011]

Neumayer, E., Barthel, F.: Normalizing economic loss from natural disasters: A global analysis. *Global Environmental Change*, Vol. 21, 2011, S. 13-24.

[Poser, 2010]

Poser, K., Dransch, D.: Volunteered geographic information for disaster management with application to rapid flood damage estimation. *Geomatica*, Vol. 64, 2010, S. 89-98.

[Royem, 2012]

Royem, A. A., Mui, C. K., Fuka, D. R., Walter, M. T.: Technical Note: Proposing a low-tech, affordable, accurate stream stage monitoring system. *Transactions of the ASABE*, Vol. 55, 2012, S. 2237-2242.

[Sieber, 2006]

Sieber, R.: Public Participation Geographic Information Systems: A Literature Review and Framework. *Annals of the Association of American Geographers*, Vol. 96, 2006, S. 491-507.

[Smith, 2008]

Smith, L. C., Pavelsky, T. M.: Estimation of river discharge, propagation speed, and hydraulic geometry from space: Lena River, Siberia. *Water Resources Research*, Vol. 44, 2008.

[WeSenseIt, 2014]

WeSenseIt: Sensor Data: Sensors, Citizens, Information and Models. 2014, <http://we-senseit.eu/wp-content/uploads/2014/12/data.pdf>, (Zugriff: 30.06.2016).

[Yates, 2011]

Yates, D., Paquette, S.: Emergency knowledge management and social media technologies: A case study of the 2010 Haitian earthquake. *International Journal of Information Management*, Vol. 31, 2011, S. 6-13.

Beitrag C: Thomas Gutzke, Marco Stelzer, Alina Gutzke

**www.Wasserqualität-Online.de – Das WebGIS-basierte,
deutschlandweite Bürgerportal**

Thomas Gutzke, envi-systems GmbH, gutzke@envi-systems.com
Marco Stelzer, envi-systems GmbH, stelzer@envi-systems.com
Alina Gutzke, envi-systems GmbH, a.gutzke@envi-systems.com

Abstract

Requirements on the quality of drinking water – based on the Drinking Water Ordinance (Trinkwasserverordnung) – are quite high in Germany. The given standards issue big challenges to the majority of the estimated 6.200 water suppliers.

One part of that statutory requirements demands the publication of the drinking water quality for the public by every supplier at regular intervals for every of their clearly defined water supply areas. Conditional to size and therefore technical capabilities of the suppliers the complexity of this task is extreme and sometimes not accomplished to the full extent.

This article describes the development and technical background of a unique GIS-based web portal that addresses to all German water suppliers as well as all end-consumers. Suppliers can perform their publication obligations in a convenient way and the public finds easily access to their requested information about drinking water quality all over Germany.

Zusammenfassung

Die Anforderungen an die Qualität des Trinkwassers sind in Deutschland hoch. Die rechtliche Grundlage hierfür bildet hierfür insbesondere die Trinkwasserverordnung. Die darin enthaltenen Vorgaben stellen für den Großteil der über 6.200 deutschen Wasserversorger eine große Herausforderung dar.

Dies betrifft auch die in der Trinkwasserverordnung geforderte regelmäßige Bereitstellung der Trinkwasserqualität für die Öffentlichkeit. Der Aufwand hierfür ist – abhängig von Größe und technischen Möglichkeiten der Wasserversorger – hoch. Vielfach werden diesen Anforderungen nicht im vollem Umfang nachgekommen. Zudem werden Methoden eingesetzt, die zwar zielführend, jedoch nicht zeitgemäß (z.B. die Veröffentlichung von Informationen in Papierform per Aushang an öffentlichen Gebäuden) und letztendlich sehr zeitaufwändig (manuelle Zuordnung von Analyseergebnissen) sind.

In Deutschland existierte bislang keine einheitliche Abfragemöglichkeit, die sowohl den Aufgaben der Wasserversorger als auch den Ansprüchen der Endverbraucher gerecht wird. Was zunächst als „Spielwiese“ von einigen kreativen Köpfen der envi-systems GmbH konzipiert und prototypisch umgesetzt wurde, wurde in den letzten zwei Jahren intensiv weiterentwickelt. Ziel ist es dabei, ein Webportal zu schaffen, das es jedem deutschen Wasserversorger ermöglicht, mit geringem Aufwand vollumfänglich seiner Veröffentlichungspflicht nachzukommen und das es auf der anderen Seite dem Bürger möglich macht, einfach und schnell an die Qualitätswerte seines Trinkwassers zu gelangen – unabhängig davon, ob für das Zuhause, den Arbeitsplatz oder den Urlaubsort.

Die Aspekte „Umweltschutz“ und „Nachhaltigkeit“ gehören zu den treibenden Kräften dieses Projekts. Der Endverbraucher hat durch das Wissen über die Qualität seines Trinkwassers die Möglichkeit, Haushaltsgeräte optimal einzustellen. So können für Spül-/Waschmaschinen, Kaffeevollautomaten etc. entsprechend der Wasserhärte des verwendeten Wassers die Wasch-/Reinigungsmittel korrekt dosiert werden. Dadurch können diese Geräte umweltschonend (z.B. verringerte Salzbelastung des Abwassers) und wirtschaftlich betrieben und zugleich deren Lebensdauer erhöht werden.

1 Einführung

In Deutschland wird die kontinuierliche Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser in ausreichender Menge und hoher Qualität durch die regional zuständigen Wasserversorgungsunternehmen sichergestellt. Die Qualität des Trinkwassers – dem Lebensmittel Nr. 1 – wird regelmäßig durch akkreditierte Labore überprüft. Der

Mindestumfang der zu beprobenden Parameter wird dabei durch die Trinkwasserverordnung vorgegeben.

Jeder Wasserversorger ist durch die Trinkwasserverordnung ([TrinkwV, 2001] gemäß §21, Abs.1) bzw. die EU-Trinkwasserrichtlinie ([Richtlinie 98/83/EG, 1998], Artikel 13, Satz 2) dazu verpflichtet, seinen Bürgern mindestens einmal jährlich Auskunft über die Qualität des bereitgestellten Trinkwassers zu erteilen – mit einer repräsentativen Trinkwasseranalyse (TWA) für jedes seiner Wasserversorgungsgebiete (WVG).

Da sich WVG in der Regel nicht an politischen Grenzen oder Postleitzahlengebiete halten, reicht es in den meisten Fällen nicht aus, TWA separat für Stadtteile oder Wohngebiete auszugeben, wie es viele Wasserversorger bislang tun. Der korrekte Weg kann nur über eine „gebäudescharfe“ Suchabfrage erfolgen, die für jedes Gebäude mit einer postalischen Adresse die entsprechende TWA ausgibt.

2 Die aktuelle Situation

Für die interessierte Öffentlichkeit gestaltet sich die Suche nach ausgewählten Trinkwasserparametern in der Praxis meist sehr aufwändig. Fährt man beispielsweise mit Kleinkindern in den Urlaub und will sich über die Nitratbelastung, den Calcium-/Magnesiumgehalt oder z.B. über die Wasserhärte informieren, so besteht häufig schon die erste Hürde darin, den für die entsprechende Region zuständigen Wasserversorger ausfindig zu machen.

Ist dieses Hindernis überwunden, muss der Nutzer die für ihn (sein Gebäude) repräsentative Trinkwasseranalyse herausfinden, wobei sich hier fast jeder Wasserversorger eine eigene Lösung erarbeitet hat.

Wie eine im Vorfeld von Studenten der TU Darmstadt durchgeführte Studie (im Rahmen einer Übung zur Lehrveranstaltung „Umweltinformationssysteme“; fehlende Versorger wurden von envi-systems im Januar 2015 ergänzend recherchiert) zeigt, sind die von den Versorgern veröffentlichten Analyseergebnisse häufig nicht auf dem aktuellen Stand und die Inhalte unterscheiden sich hinsichtlich Parameterumfang, Parameterbezeichnung, verwendete Einheiten etc. zum Teil sehr stark (siehe Abbildung C-1).

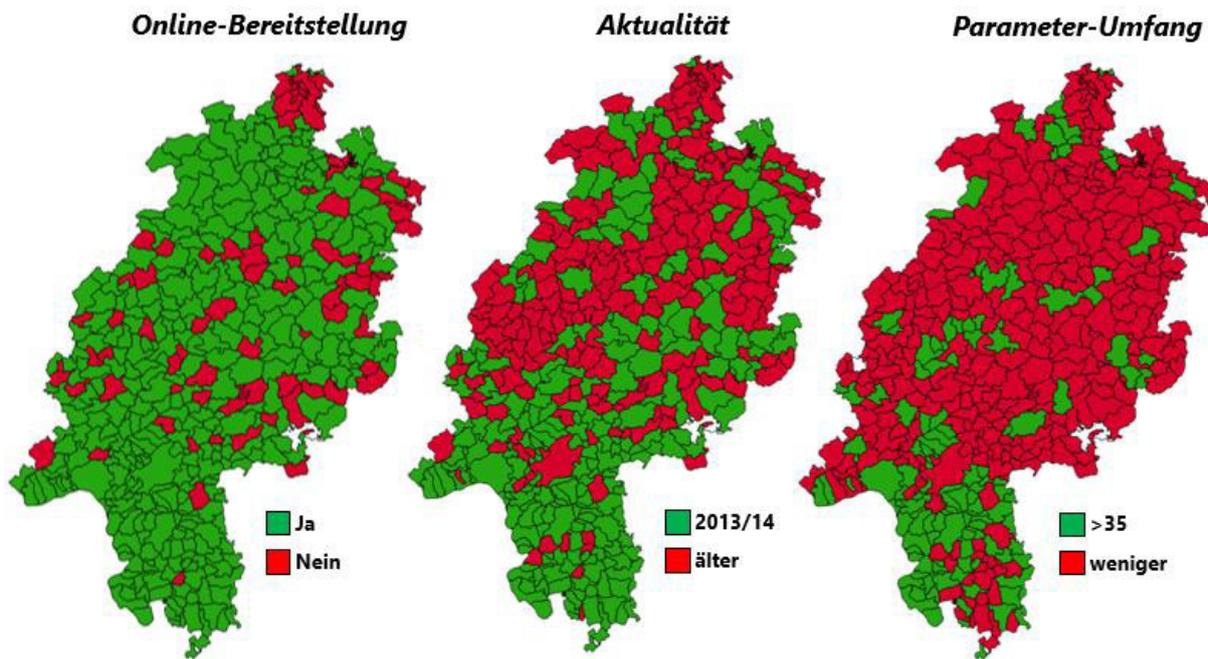


Abbildung C-1: Veröffentlichung von Trinkwasseranalysen in Hessen (Stand 2014)

Eine zentrale Datenabfragestelle existiert in Deutschland nicht – auch nicht auf Länderebene, da hierfür laut Trinkwasserversorgung allein der jeweilige Versorger zuständig ist. Erschwerend kommt hinzu, dass in jedem Bundesland individuell festgelegt wird, über welche Systeme und Schnittstellen die Analyseergebnisse zwischen dem Analysen-ausführenden Labor, dem Versorger und den jeweils zuständigen Behörden ausgetauscht werden. Die Versorger erhalten derzeit ihre Analyseergebnisse vom Labor meist in ausgedruckter Form bzw. als PDF-Dokument und stellen diese der Öffentlichkeit auf den unterschiedlichsten Wegen (Aushang an öffentlichem Gebäude, Veröffentlichung in kommunaler Zeitung, auf der eigenen Homepage etc.) und in uneinheitlichen Qualitätsstufen bereit.

3 Zielsetzung

Ziel ist es, mit dem Bürgerportal www.Wasserqualität-Online.de (WQO) den Wasserversorgern in Deutschland eine kostenfreie Plattform zur Verfügung zu stellen, die sie nutzen können, um der Veröffentlichungspflicht nach §21 der Trinkwasserverordnung vollumfänglich und aufwandsarm nachzukommen. Dadurch entsteht für die Bürger ein zentraler, deutschlandweiter Zugriff auf alle Trinkwasseranalysen.

WQO ist untergliedert in einen anmeldepflichtigen Bereich für Wasserversorger, in dem die relevanten Daten abgelegt werden und einem öffentlich zugänglichen Bürgerbereich, über den die Adress-Suchanfrage und das damit verbundene Aufrufen der Trinkwasseranalyse als PDF erfolgt.

Um eine gebäudescharfe Suchabfrage zu ermöglichen, muss der Wasserversorger lediglich im internen Bereich die folgenden Informationen hinterlegen:

- einmalig die Grenzen seiner Wasserversorgungsgebiete (WVG)
 - a) als Shape-Datei (Upload)
 - b) durch manuelle Digitalisierung (wird derzeit noch aufgebaut)
- einmal pro Jahr seine Analysen
 - c) als PDF

In einem ersten Schritt werden die Trinkwasseranalysen vom Betreiber als PDF-Dokument hochgeladen und im System hinterlegt. In naher Zukunft soll neben einer manuellen Probenerfassung auch der Probenimport über die gängigen Landesschnittstellen (SEBAM, TEIS3, GruWaH, Labdüs, NLGA, Octoware, TwistWEB etc.) erfolgen. Das System erzeugt auf dieser Basis einheitliche formatierte Trinkwasseranalysen, die von den Bürgern wieder als PDF-Dokumente abgefragt werden können.

Daraufhin verlinkt der Wasserversorger einmalig von seiner Homepage auf WQO. Der Bürger/Kunde gibt auf WQO die gesuchte Adresse ein und erhält die gültige Analyse im PDF-Format.

Die Teilnahme an WQO erfolgt auf freiwilliger Basis, die Daten werden von den Wasserversorgern selbst eingestellt und auf aktuellem Stand gehalten. Die Datenhoheit verbleibt dabei bei dem jeweils einbringenden Eigentümer der Daten.

Die Nutzung von WQO sowie die Einbindung der adressgenauen Suchabfrage auf der versorgereigenen Homepage sind für alle Datenbereitsteller, als auch für die Datenbezieher kostenfrei.

4 Softwaresystem GW-Manager

Für Wasserversorger, die das Softwaresystem GW-Manager für das gesamte hausinterne Datenmanagement im Einsatz haben, ist die jährliche Aktualisierung der

Trinkwasseranalysen noch einfacher: Nach Bereitstellung der (umfassenden) Untersuchung durch das beauftragte Labor, ist die Probe lediglich zu prüfen und ggf. freizugeben. Am nächsten Tag ist die entsprechende Probe mit den gewünschten Parametern auf WQO für die Bürger einsehbar.

Zum Hintergrund: Der GW-Manager wurde von 2000 bis 2006 im Rahmen des Pilotprojekts Grundwasser-Online entwickelt und wird seit 2006 von der Firma envi-systems weiterentwickelt. Allein in Hessen nutzen bereits über 100 Wasserversorger den GW-Manager für das interne Datenmanagement. Seit 2010 ist es möglich, alle wasserwirtschaftlich relevanten Daten (alle Qualitätsdaten, Fördermengen, Wasserstände, sowie Klimadaten) zentral zu pflegen und über entsprechende Zugriffsberechtigungen weiteren Prozessbeteiligten (Wasserversorger, Labore, Behörden) automatisiert zugänglich zu machen. Auf diese Weise werden seit 2011 die hessischen Landkreise Fulda, Bergstraße, Waldeck-Frankenberg, der Main-Taunus-Kreis sowie der Main-Kinzig-Kreis flächendeckend und mit aktiver Beteiligung der jeweiligen Prozessbeteiligten überwacht.

5 Eingesetzte Technologien

6.1 Mapserver

Mapserver dienen der Generierung von Kartenmaterial, welches aus raumbezogenen Daten bezogen wird. Die dabei digital gespeicherten Informationen können Vektor- und Rasterformate beinhalten. Die aus dem Renderprozess entstandenen Bilder werden über einen Webserver (z.B.: Apache oder IIS) an den jeweiligen Client übertragen. Damit der Mapserver mit dem Webserver kommunizieren kann, existiert eine Schnittstelle namens CGI (Common Gateway Interface). Der in Wasserqualität-Online zum Einsatz kommende Karten-Server ist der UMN MapServer, welcher ein Projekt der University of Minnesota ist.

Der UMN MapServer ist eine kostenfreie Open Source Plattform, durch die räumliche Daten und interaktive Kartenanwendungen im Web veröffentlicht werden können. Der Server läuft auf fast jedem Betriebssystem (UNIX, Linux, Windows, Max OS X), was ein wesentlicher Vorteil gegenüber anderen Produkten ist. Anders als alternative Produkte, ist das UMN-Projekt kein komplettes GIS, sondern bietet nur die technischen Kernelemente. Die eigentliche Web-Anwendung muss eigens entwickelt werden.

Das UMN MapServer Installationspaket besteht aus dem Mapserver und einem Webserver, der die Informationen an das Internet weiterleitet. Das Basissystem des UMN beinhaltet mehrere Komponenten. Die wichtigsten Komponenten sind das Mapfile, die CGI- (Common Gateway Interface) und die MapScript-Anwendung. Im Mapfile werden die grundlegenden Konfigurationen des Mapservers beschrieben, um z.B. die Raster- sowie Vektordaten überhaupt vom Server verarbeitet werden können, wird in ihm der hierarchische Aufbau der Gesamtkarte (Basis- und Zusatzlayer) definiert. Die Schnittstelle zu den jeweiligen Programmiersprachen stellt die MapScript Applikation dar. So kann eine große Zahl der meistbenutzten Web-Technologien, wie PHP, Perl, Python, Ruby, Tcl, Java und .NET, verwendet werden. Eine ebenfalls sehr entscheidende Komponente ist das CGI-Programm, das einen Standard für den Datenaustausch zwischen dem Webserver und dem Mapserver zuständig ist. Nur so ist die Möglichkeit gegeben, Daten und Bilder über das HTTP-Protokoll an den Bürger zu senden. Der UMN MapServer wird über den Webserver mittels geeigneter Parametrisierung aufgerufen.

Demnach kann ein lokaler Aufruf beispielsweise wie folgt aussehen:

http://127.0.0.1/cgi-bin/mapserv.exe?PARAMETER_1=xyz&PARAMETER_2=xyz&...

Die Parameterliste beinhaltet unter anderem die Angabe, wo sich das Mapfile befindet, in dem weitere Einzelheiten zur Konfiguration enthalten sind. Auch das Kartenmaterial wird hierüber geladen. Es gibt zwei grundsätzliche Arten von Kartenlayern. Der Basislayer bildet die Grundkarte auf der untersten Ebene und wird oftmals mit Rasterdaten (informationslose Bilder, wie TIFF) realisiert. Alle weiteren Ebenen darauf sind Zusatzlayer und meist informationsreiche Vektordaten (meist Shape Dateien).

Der Mapserver wird mit zwei verschiedenen Basislayern (OpenStreetMap und Bing Maps) implementiert, die kostenfrei verwendet werden können. Da der UMN MapServer in der Dokumentation und auch in den Beispielen oftmals mit OpenStreetMap in Verbindung gebracht wird, fällt die Wahl auch auf dieses Kartenmaterial.

Damit auch eigene Daten, welche meist Vektordaten sind, verwendet werden können, muss das Mapfile korrekt aufgebaut sein. Da dessen Aufbau mit mehreren Kartenebenen sehr komplex werden kann, wird zur Generierung ein DesktopGIS

namens Quantum GIS (QGIS) verwendet. Die Software ist kostenlos und die einzige, welche eine Mapfile für den UMN MapServer erstellen kann.

Über ein HTML-Template, das ebenfalls in der Mapfile vermerkt werden muss, können mit Hilfe von HTML und JavaScript einfache Programmierungen vorgenommen werden. Damit die Karte aber interaktiv einsetzbar ist, müssen zusätzliche JavaScript Bibliotheken eingesetzt werden. Openlayers bietet für den Mapserver viele funktionale Erweiterungen, wie eine Scrollbar und Layerselektion, an. Diese und andere externe Bibliotheken finden im Projekt Verwendung.

Für den UMN MapServer und dessen Datenverwaltung werden alle führenden DBMS (SQL-Server, Oracle, MySQL und PostgreSQL) angeboten. Eine weitere Komponente zwischen der Datenbank und dem Server dient der Speicherung raumbezogener Daten und bietet weitere Funktionalitäten an. PostgreSQL mit PostGIS zusammen werden als Geodatenbank bezeichnet, die über das MapScript mit dem Mapserver verbunden werden können. Durch diese Methode ist es möglich, dynamisch Kartenmaterial hinzuzufügen oder zu manipulieren.

Die in Verbindung mit dem UMN MapServer verwendete Programmiersprache ist PHP. Durch Verwendung des PHP basierenden Frameworks CodeIgniter werden eine gute Performance, essentielle Sicherheitsaspekte und eine bessere Wartungsmöglichkeit des Projektes gewährleistet. Das kostenfreie und öffentlich zugängliche Framework basiert auf dem Pattern MVC zur strukturierten Entwicklung von umfangreicher Softwarelösungen.

6.2 Webserver

Der Apache Webserver, welcher vorwiegend in Zusammenhang mit dem UMN MapServer Verwendung findet, besitzt zwei Hauptaufgaben. Zum einen kompiliert er den im Wurzelverzeichnis und den darunterliegenden Programmcode, was zur Erstellung dynamischer Webseiten führt. Zum anderen überträgt er diese zusammen mit den vom Mapserver erstellten Bildinformationen über das HTTP-Protokoll an den Client. Durch die Verbindung beider Server herrscht vor allem im zweiten Aufgabenbereich eine enge Zusammenarbeit. Bevor es dem Webserver möglich ist, die bereits beschriebenen Funktionalitäten des UMN MapServers zu verwenden, muss dieser in der Apache Konfigurationsdatei registriert werden. Dadurch erkennt der Webserver die spezielle Anfrage und leitet diese an den Kartenserver weiter.

6.3 Datengrundlage

Als Datengrundlage können verschiedene Technologien eingesetzt werden. Grundlegend wird zwischen Rasterformaten und Vektorformaten unterschieden, welche jeweils Vor- und Nachteile besitzen. Im Folgenden wird die Technologie basierend auf vektorisierten Informationen näher erläutert, da diese für Wasserqualität-Online zum Einsatz kommt:

Vektorgrafiken basieren – anders als Rastergrafiken – nicht auf einem Pixelraster, in dem jedem Bildpunkt ein Farbwert zugeordnet ist, sondern auf Objekten wie Punkte, Linien oder Flächen, die durch x- und y-Koordinaten definiert sind. Zusätzlich können die einzelnen grafischen Objekte mit Attributinformationen, wie z.B. der Fläche oder Gebietsnummer des Grundstücks, versehen werden. Da Vektordaten eine hohe Genauigkeit besitzen, werden sie vorwiegend in einem Maßstab zwischen 1:5.000 und 1:10.000 verwendet. Häufig zum Einsatz kommende Formate für vektorisierte Daten sind CSV (Character-Separated Values), GML (Graph Modelling Language), KML (Keyhole Markup Language) und SHP (ESRI Shape). Letzteres besteht meist aus drei zusammenhängenden Dateien (.shp, .shx und .dbf) und wird neben GML oftmals beim Austausch von georeferenzierten Daten verwendet.

Vektorisierte Daten bieten neben der hohen Punktgenauigkeit und einem effizienten Zugriff zudem den Vorteil, dass die Informationen wenig Speicherplatz benötigen. Da eine hohe Genauigkeit der Informationen für eine exakte Bestimmung der Wasserversorgungsgebiete von großer Wichtigkeit ist, wird bei der Auswahl der Technologie hierauf großen Wert gelegt. Zudem verwenden viele Wasserversorger bereits das vektorisierte Shape-Dateienformat aus dem Hause ESRI. Aus diesen Gründen wird eine Datenbanktechnologie ausgewählt, die sowohl vektorisierte Daten verwalten kann, als auch das ESRI Shape-Dateienformat unterstützt.

6.4 Datenbanktechnologie

Damit eine angemessene und performante Datenbankstruktur entsteht, müssen die abzulegenden Informationen betrachtet und eingestuft werden. Hierbei wird von raumbezogenen und herkömmlichen (benutzerorientierten) Daten unterschieden. Da bereits eine Datenbank mit verschiedenen Informationen besteht, diese aber nur unter Umständen mit dem UMN MapServer verwendet werden kann, wird ein Hybrid System konzipiert. Die in der Abbildung veranschaulichten Komponenten beziehen sich nicht

auf das Gesamtsystem, sondern beschränken sich auf die Datenbankstruktur und dessen Schnittstellen.

Das Kartenmaterial wird in einer PostgreSQL Datenbank abgelegt. Damit die raumbezogenen Daten importiert sowie ausgelesen werden können, ist es erforderlich, eine Erweiterung namens „PostGIS“ zwischen der Datenbank und dem Mapserver einzurichten. Diese Erweiterung sorgt nicht nur für eine ordnungsgemäße Umwandlung des Kartenmaterials, sondern bietet auch SQL Funktionen an, um die Informationen abzurufen und zu manipulieren. Alle weiteren Daten, wie die Trinkwasseranalysen und die Benutzerinformationen der Wasserversorgungsunternehmen, sind bereits in einer Microsoft SQL-Server Datenbank abgelegt. Um den SQL-Server beizubehalten, wird die PostgreSQL Datenbank parallel zugeschaltet und beim Programmieren separat behandelt (siehe Abbildung C-2).

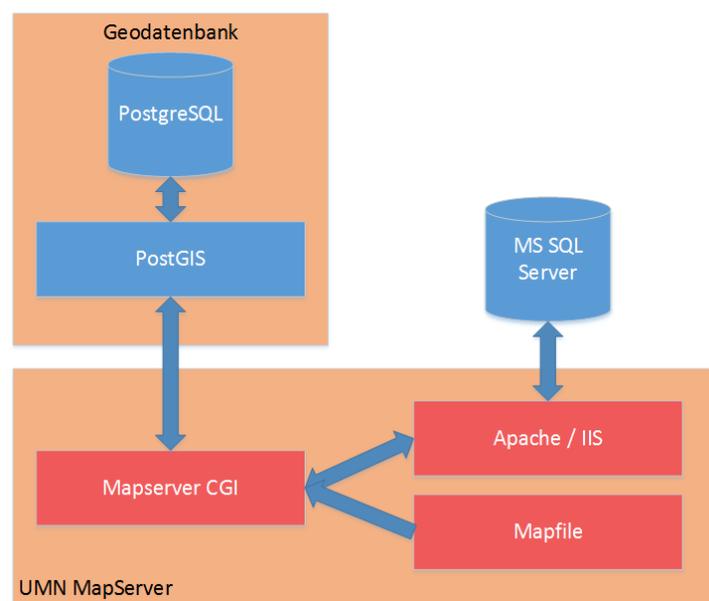


Abbildung C-2: Datenbankstruktur: Hybrid System

Die hier beschriebene Hybriddatenbankstruktur findet vor allem deswegen Verwendung, da sie es erlaubt, georeferenzierte- und Standarddaten sauber voneinander getrennt zu halten. Die Funktion, die es möglich macht, raumbezogene Daten zu verwalten, kann ohne Erweiterung nicht abgedeckt werden. Die hierfür bevorzugte und weit verbreitete Variante ist es, PostGIS in Zusammenarbeit mit der PostgreSQL Datenbank zu betreiben. Die Dokumentationen in diesem Bereich sind klar und weitreichend. Dennoch ist es erwähnenswert, dass nicht nur PostgreSQL in

Zusammenhang mit PostGIS zum Erfolg führen kann. MS SQL Server- oder MySQL Datenbanken bieten ebenfalls die Option, raumbezogene Daten abzulegen. Jedoch gibt es mit diesen Datenbanksystemen verschiedene Einschränkungen im Bereich der Funktionalität und Stabilität. So unterstützt zum Beispiel eine MySQL Datenbank keine Raster-Vektor-Vergleiche und erlaubt es nicht, Projektionsumwandlungen durchzuführen, was elementar für diese Projektidee ist. Aufgrund der Tatsache, dass PostGIS auf PostgreSQL abgestimmt ist und eine Kombination dieser beiden Technologien mit dem UMN MapServer ausgezeichnet harmoniert, gibt es im Bereich der Datenbank im Zusammenhang mit Geodaten wenig auftretende Problematiken. Da die Entwicklung mit einer PostgreSQL fremden Datenbank somit mehr Aufwand nach sich zieht und es ohnehin wünschenswert ist, die unterschiedlichen Daten voneinander zu trennen, wird eine Hybridlösung gewählt. Dies zieht bei der Umsetzung mit der Programmiersprache PHP keine Konsequenzen nach sich und kann ohne größeres Problem implementiert werden.

6.5 Javascript-Libraries

Ein ebenfalls elementarer Bestandteil des webGIS beinhaltet diverse Javascript- und JQuery-Libraries. So ist zum Beispiel OpenLayers unter der Verwendung des UMN MapServers unverzichtbar. OpenLayers ist eine Open Source Javascript Bibliothek, die es ermöglicht, den statischen Inhalt eines Kartenservers auf eine dynamische Art darzustellen. Die Programmschnittstelle lässt es zu, serverunabhängig die Webanwendung zu entwickeln. OpenLayers bringt viele Funktionen mit und kann in wenigen Schritten zusammen mit dem UMN MapServer verwendet werden. Folgende für dieses Projekt relevanten Funktionalitäten werden unabhängig vom Kartenserver geboten:

- Weitreichende Navigationsfunktionen
- Layerverwaltung
- Projektionskonvertierungen
- Einbindung von gängigem Kartenmaterial (OSM, Google Maps, Bing)
- Koordinatenabfragen
- Speicherung des aktuellen Kartenausschnitts

OpenLayers und die davon bereitgestellten Funktionen finden überwiegend deshalb Verwendung, da es mit der Javascript Bibliothek ohne weiteres möglich ist, dem Benutzer eine interaktive Karte bereitzustellen. Die Vielfalt an Funktionalitäten decken bereits bestimmte Anforderungen, wie das Abspeichern von Kartenausschnitten, ab. Dennoch können die genannten Funktionalitäten auch im MapScript Modus unterstützt werden.

6.6 UMN MapServer

Mit denen im vorherigen Kapitel beschriebenen Technologien ist es nun möglich, die Gesamtarchitektur zu beschreiben und somit zu bestimmen, welche Komponenten auf welche Art miteinander kommunizieren.

Der Mapserver und dessen modulare Einheiten bestimmen den Kern der Architektur (siehe Abbildung C-3). Nach einer erfolgreichen Anfrage des Clients über einen HTTP-Request im öffentlichen Bürgerbereich (Bereich der allen Bürgern zur Abfrage von Trinkwasseranalysen dient), werden neben den HTML- und CSS-Inhalten ebenfalls essentielle Javascript-Libraries, wie etwa die Karteninitialisierung mit Hilfe des Open Source Frameworks OpenLayers, geladen. Im Zuge der Karteninitialisierung werden ebenfalls die beiden Basislayer (OpenStreetMap und Microsoft Bing) sowie alle Wasserversorgungsgebiete durch den Import aller Mapfiles geladen und auf Abruf bereitgestellt. Die Basislayer werden dabei nicht als eigene Datenquelle geladen, sondern durch einen externen Kartenserver des jeweiligen Anbieters (OSM oder Microsoft) dazugeschaltet. In den Mapfiles selbst kann statisches Kartenmaterial oder eine Datenbankverbindung definiert werden und muss mit einem HTML-Template in Verbindung gebracht werden. Letzteres ermöglicht es, die von den Wasserversorgern im internen Bereich (in dem Wasserversorger ihre Wasserversorgungsgebiete mittels Shape-Dateien definieren und diesen Trinkwasseranalysen zuordnen) hochgeladenen Shape-Dateien, welche beim Upload im Dateiensystem auf dem Server hinterlegt wurden, dynamisch aus einer PostgreSQL Datenbank auszulesen. Dieses Vorgehen erfordert in einem vorausgehenden Schritt, die durch den Upload übertragenen und bereits erwähnten Hauptdateien (.shp, .shx und .dbf) mit Hilfe der Erweiterung PostGIS durch eine mitgelieferte Konsolenanwendung in die Datenbank (PostgreSQL) zu überführen. Die dort hinterlegten Daten sind relationaler Art und beschreiben den „Geometry-Type“ Polygon.

Nach der Initialisierung und abgeschlossenem Laden des Inhaltes wird dem Anwender die Option geboten, im Bürgerbereich Trinkwasseranalysen mittels Suchanfrage abzurufen. Gibt der Anwender eine Anfrage, z.B. „Darmstadt An der Eschollmühle 28“, ab, wird dieser Parameter an den Geodienst namens Nominatim (ein Geodienst von OpenStreetMap) versendet. Dieser gibt, falls existent, ein oder mehrere Ergebnisse zurück. Die Koordinaten aus den eben erworbenen Ergebnissen mit der wertvollsten Heuristik werden mit weiteren Parametern über eine asynchrone Javascript Anfrage (AJAX-Request) an den Wasserqualität-Online-Server übermittelt. Dort erfolgreich eingetroffen, wird mittels einer SQL Query über die Programmiersprache PHP eben diese Koordinate auf einer Überschneidung der existierenden Polygone (alle Wasserversorgungsgebiete werden als Polygon bzw. Multipolygon abgebildet) geprüft. Für einen erfolgreichen Befund ist es erforderlich, die Existenz einer Trinkwasseranalyse (im Dateiensystem als PDF hinterlegt) zu überprüfen. Eine erfolgreiche Anfrage liefert neben den eben beschriebenen Informationen (z.B. Ablageort der Trinkwasseranalyse) auch zusätzliche Daten über den Wasserversorger (Daten die der MS SQL Server Datenbank entnommen werden) an den Client zurück. Danach wird es dem Anwender ermöglicht, die Trinkwasseranalyse im PDF-Format zu öffnen. Die Darstellung und der Informationsgehalt, welche von dem UMN-MapServer organisiert werden, kann dabei zwischen verschiedenen Web Services variieren. Der in diesem Projekt zum Einsatz kommende Dienst bezieht sich lediglich auf den Web-Map-Service (WMS).

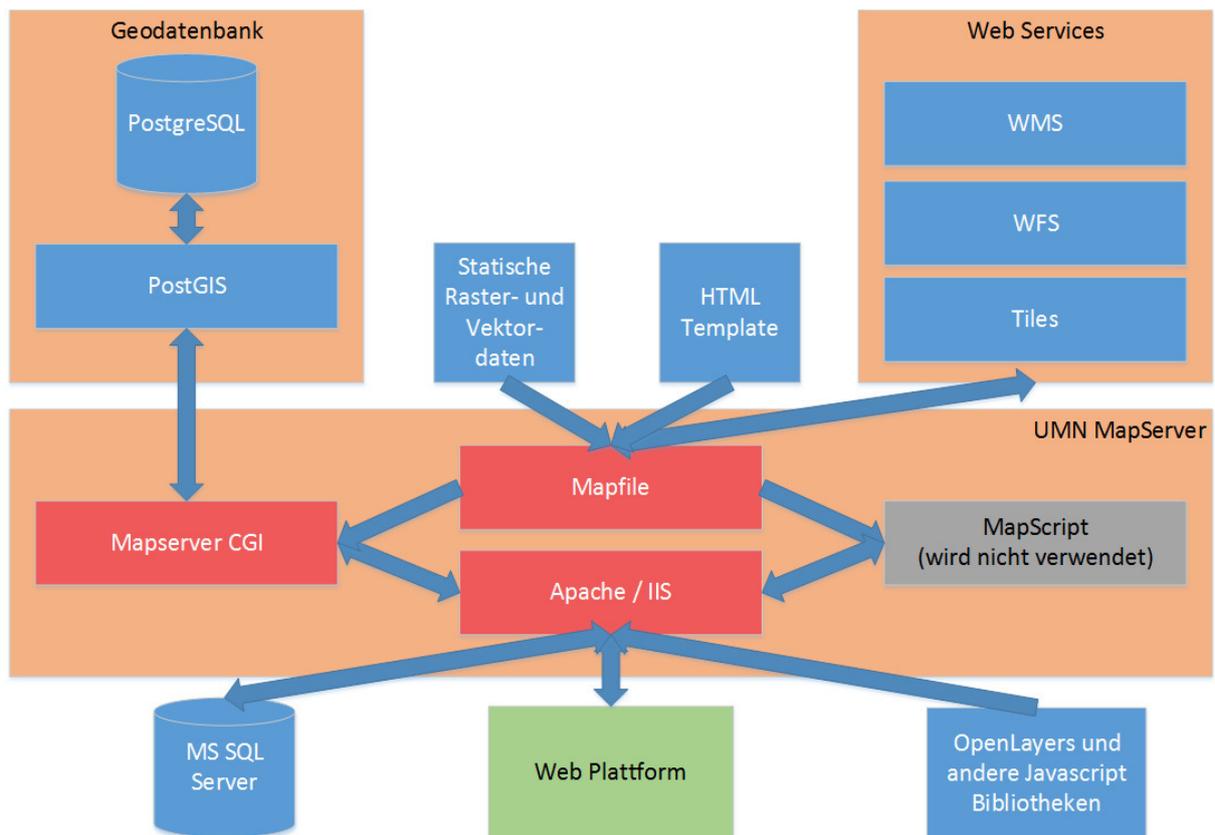


Abbildung C-3: Gesamtarchitektur des webGIS auf Basis des UMN MapServer

6 Datensicherheit

Die Anmeldung von Wasserversorgern im internen Bereich erfolgt auf WQO über individuelle, selbst gewählte Zugangsdaten (Benutzername und Passwort). Pro Wasserversorger gibt es einen Zugang, der Zugriff ausschließlich auf die Daten des entsprechenden Versorgers ermöglicht.

Nach Registrierung eines neuen Wasserversorgers wird dieser zunächst von der envi-systems als Systempfleger für den weiteren Betrieb freigeschaltet, um Missbrauch des Portals auszuschließen.

envi-systems verpflichtet sich, das Internetportal regelmäßig zu pflegen und zu warten. Hierzu gehören u. a.:

- mindestens wöchentliche (i. d. R. tägliche) Sicherung der Datenbanken sowie
- allgemeine Pflege und Sicherung des Servers (z. B. Aktualisierung des Betriebssystems, Schutz vor Viren und unerlaubtem Zugriff).

envi-systems versichert in den für alle Beteiligten geltenden Nutzungsbedingungen, mit den von den Wasserversorgern übermittelten Daten sorgsam umzugehen, sie nur für das Bürgerportal WQO zu nutzen und die Daten nicht an Dritte weiterzugeben. Das Portal WQO wird auf einem Server in Deutschland betrieben, der von einem in Deutschland ansässigen Internetprovider gehostet wird.

Trotz größter Sorgfalt können envi-systems als Systempfleger und beteiligte Wasserversorger nicht für die Vollständigkeit und Richtigkeit der angegebenen Daten garantieren. Sie haften nur für Vorsatz und grobe Fahrlässigkeit.

7 Fazit und Ausblick

Das Projekt WQO ist seit Oktober 2015 im Live-Betrieb und wird bereits jetzt von 70 Wasserversorgern (Stand Juni 2016) und Endverbrauchern positiv angenommen (siehe Abbildung C-4).

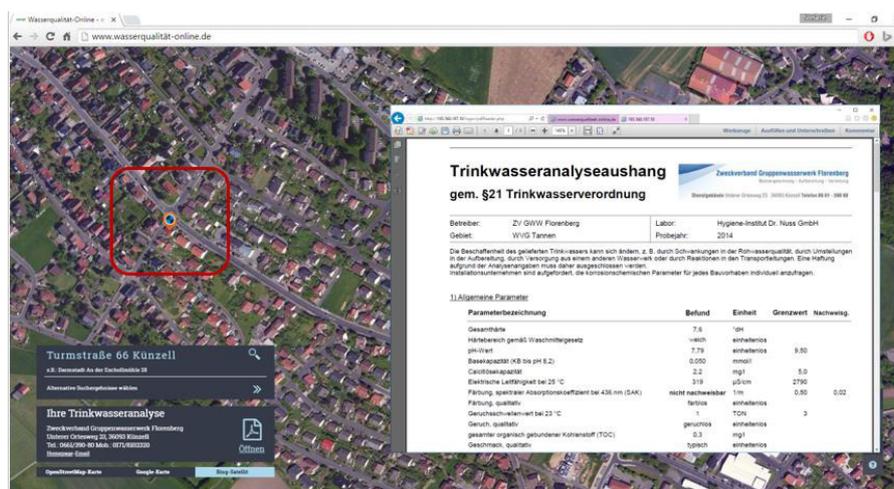


Abbildung C-4: Suchanfrage im Bürgerbereich mit Trinkwasseranalyseausgang

Für die Zukunft ist es erstrebenswert, eine möglichst große Abdeckung der deutschen Wasserversorger zu erreichen und stets aktuellen Content zu vermitteln. Aus diesem Grund soll eine Erinnerungsfunktionalität („letzter Upload >12 Monate“) eingerichtet werden, die garantiert, dass die Versorger regelmäßig aktuelle Analysen hochladen. Zudem ist die Umsetzung einer App in Planung.

8 Literaturverzeichnis

[Richtlinie 98/83/EG, 1998]

RICHTLINIE 98/83/EG DES RATES vom 3. November 1998 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch; <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1998:330:0032:0054:de:PDF>

(Letzter Zugriff: 04.08.2016)

[TrinkwV, 2001]

Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch, (Trinkwasserverordnung - TrinkwV 2001); 21.05.2001

https://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/trinkwv_2001/gesamt.pdf (Letzter Zugriff: 04.08.2016)

Beitrag D: Friedhelm Hosenfeld, Johannes Tiffert, Michael Trepel

Wasserkörper- und Nährstoffinformationssystem Schleswig-Holstein

Friedhelm Hosenfeld
Institut für Digitale Systemanalyse & Landschaftsdiagnose (DigSyLand),
hosenfeld@digsyland.de

Johannes Tiffert
Institut für Digitale Systemanalyse & Landschaftsdiagnose (DigSyLand),
tiffert@digsyland.de

Dr. Michael Trepel
Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume
des Landes Schleswig-Holstein (MELUR-SH)
Michael.Trepel@melur.landsh.de

Abstract

The waterbody and nutrient information system Schleswig-Holstein presents water monitoring data to the public. The portal was publicly released in March 2016 and offers a variety of search and evaluation functions. Among others it meets the demands of interest groups like the farmers' association for data about nutrient concentrations like phosphor and nitrogen in ground and surface water bodies in order to recognize the need for local action. In addition to information about nutrients, reports on water bodies according to the EC Water Framework Directive (WFD) can be retrieved. The information system is based on the presentation and evaluation platform Cadenza Web.

Zusammenfassung

Vorgestellt wird das Wasserkörper- und Nährstoffinformationssystem Schleswig-Holstein, das seit März 2016 online verfügbar ist. Mit diesem Portal werden Monitoring-Daten der Gewässerüberwachung für die Öffentlichkeit mit komfortablen Recherche- und Auswertungsfunktionen bereitgestellt. Unter anderem erfüllt das System damit die

Nachfrage von Interessengruppen wie etwa dem Bauernverband nach Daten über Nährstoffkonzentrationen wie Phosphor und Stickstoff in Grundwasser- und Oberflächenwasserkörpern, um Notwendigkeiten für lokalen Handlungsbedarf erkennen zu können. Zusätzlich werden Informationen zu Wasserkörpern gemäß der EG-Wasser-rahmenrichtlinie (WRRL) präsentiert.

Als technische Basis dient die Auswertungsplattform Disy CadenzaWeb im neuen Rechenzentrum RZ² des zentralen Landes-IT-Dienstleisters Dataport.

1 Überblick

1.1 Motivation und Grundlagen

Das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (MELUR-SH) konzipierte gemeinsam mit dem Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR-SH) einen benutzerfreundlichen Zugang, mit dem Ergebnisse der Gewässerüberwachung im Internet bereitgestellt werden können.

Zudem äußerte der Bauernverband im Rahmen der Allianz für den Gewässerschutz den Wunsch, Daten zu den Nährstoffen (z.B. Phosphor und Stickstoff) in den Gewässern einfacher als bisher einsehen zu können. Insbesondere sollte lokal erkennbar sein, wo ein Handlungsbedarf zur Verringerung der Nährstoffeinträge besteht.

Die folgenden Themen sollten im Wasserkörper- und Nährstoffinformationssystem angeboten werden:

- Daten zu Nährstoffkonzentrationen und Nährstofffrachten, die an den Messstellen in Schleswig-Holstein erhoben werden.
- Steckbriefe mit Angaben gemäß den Vorgaben der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) für die einzelnen Wasserkörper der Gewässerkategorien Fließgewässer, Seen, Küstengewässer und Grundwasser
- Räumliche Darstellung der Messstellen nach vorgegebenen Kriterien
- Grafische Darstellung von Zeitreihen der einzelnen Parameter
- Angaben zu Gewässerrandstreifen

Dabei sollte für die Nährstoffdaten sowohl eine Auswahl von Messstellen auf der Karte als auch eine Recherche nach verschiedenen Kriterien umgesetzt werden. Als Datenbasis dienen die im LLUR für die WRRL und andere behördlichen Aufgaben erhobenen Daten, die automatisiert immer aktuell und qualitätsgesichert in die Internet-Datenbank übertragen werden.

Der technisch-operative Betrieb sollte möglichst weitgehend beim IT-Dienstleister des Landes Dataport zentralisiert werden.

Die Anwendung sollte im Web bereitstehen, um die Nutzung ohne clientseitige Zusatzsoftware zu ermöglichen. Als Plattform zur Umsetzung bot sich daher die MELUR-Servicearea an, ein Rechenzentrumsbereich, der auf die Anforderungen des MELUR-Ressorts zugeschnitten wurden [Hübner et al. 2013]. Dort wurde auf der Basis der Auswerte- und Präsentationssoftware CadanzaWeb bereits der Energieatlas Schleswig-Holstein für den behördeninternen Zugriff aufgebaut [Hosenfeld & Albrecht 2015]. In der Servicearea steht aber CadanzaWeb zusätzlich zur behördeninternen Nutzung auch in einem Internet-Segment zur Verfügung, so dass auf die gleiche Infrastruktur aufgesetzt werden konnte.

2 Informationsangebot des Wasserkörper- und Nährstoffinformationssystems

Das Informationsangebot des Wasserkörper- und Nährstoffinformationssystems gliedert sich in verschiedene Bereiche, die unterschiedliche Themenschwerpunkte adressieren.

2.1 WRRL-Wasserkörpersteckbriefe

In dem Bereich Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) können Steckbriefe mit ausgewählten berichtspflichtigen Angaben für die Wasserkörper Schleswig-Holsteins als dynamisch erzeugte PDF-Dateien abgerufen werden. Dabei werden alle Gewässerkategorien Fließgewässer, Übergangsgewässer, Seen, Küstengewässer und Grundwasser abgedeckt. Die Steckbriefe enthalten Stammdaten zu dem jeweiligen Wasserkörper sowie Angaben zur Bewertung des ökologischen Zustands oder Potenzials und des chemischen Zustands für die Wasserkörper bzw. des mengenmäßigen und chemischen Zustands der Grundwasserkörper. Weiterhin enthält der Steckbrief Angaben zu umgesetzten und geplanten Maßnahmen. Die Steckbriefe werden alle

sechs Jahre fortgeschrieben. Berichtsdaten, die im Landesamt in der zentralen Datenbank gehalten und gepflegt werden, werden dabei automatisch in die Internet-Plattform übernommen.

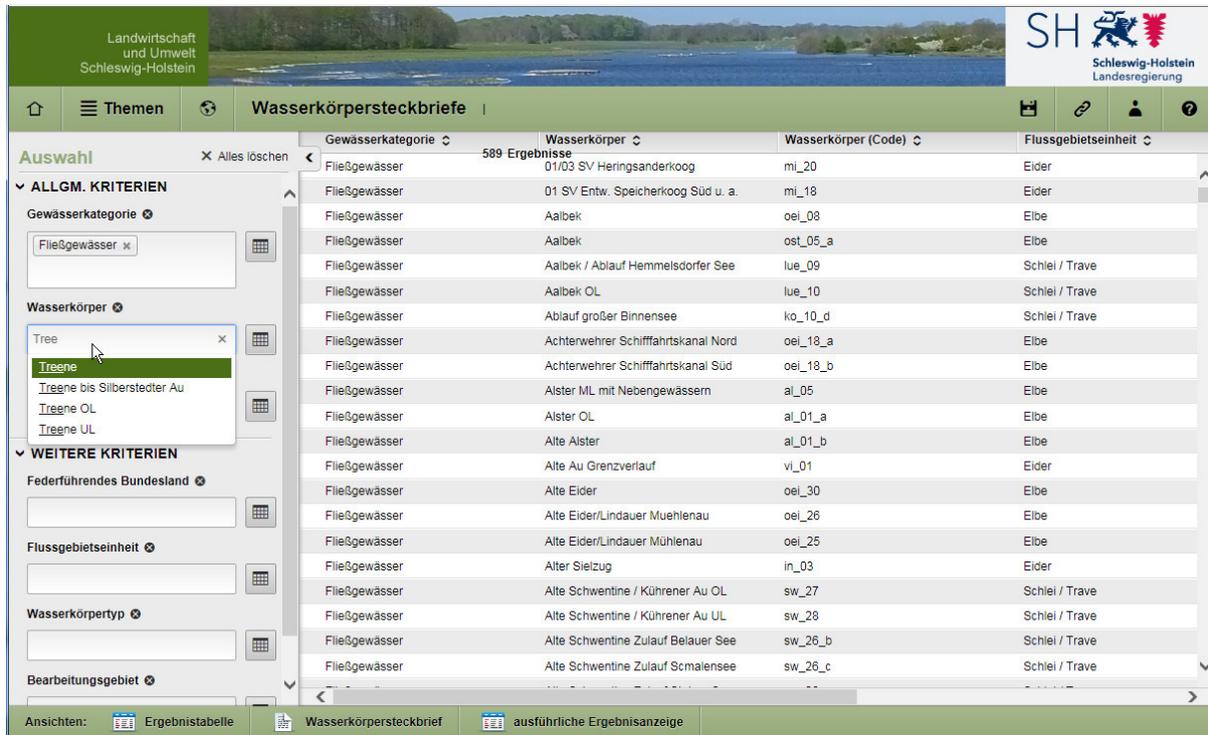


Abbildung D-1: Auswahl von Wasserkörpern nach unterschiedlichen Kriterien

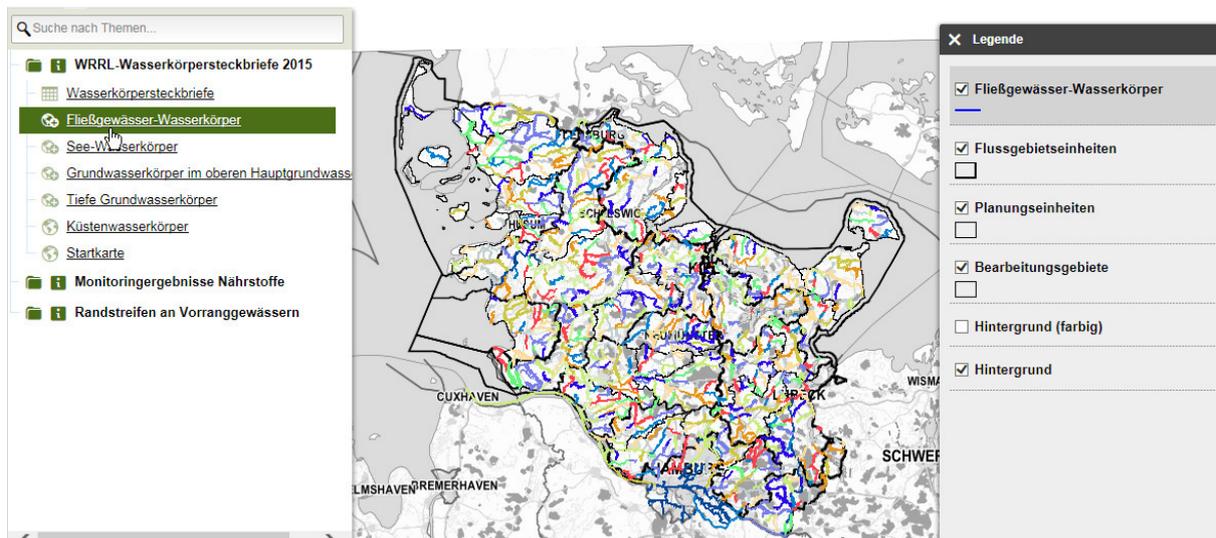


Abbildung D-2: Auswahl von Wasserkörpern auf der Karte

Die gewünschten Wasserkörper können nach verschiedenen Kriterien aus einer Tabellen basierten Recherche (siehe Abbildung D-1) oder aus einer Karte (siehe Abbildung D-2) ausgewählt werden.

2.2 Nährstoffkonzentrationen

Der Bereich Nährstoffe enthält die Monitoringergebnisse für Grundwasser, Fließgewässer und Seen. Abgefragt werden können die Nährstoffkonzentrationen zu den jeweiligen Probenahmeterminen und Jahresmittelwerte. Die Auswahl erfolgt tabellarisch durch Auswahl einer Messstelle und die gewünschten Nährstoffe oder kartographisch durch Auswahl einer Messstelle. Die Ergebnisse werden als Tabelle oder Grafik angeboten. Beides kann für die Weiterverarbeitung exportiert werden.

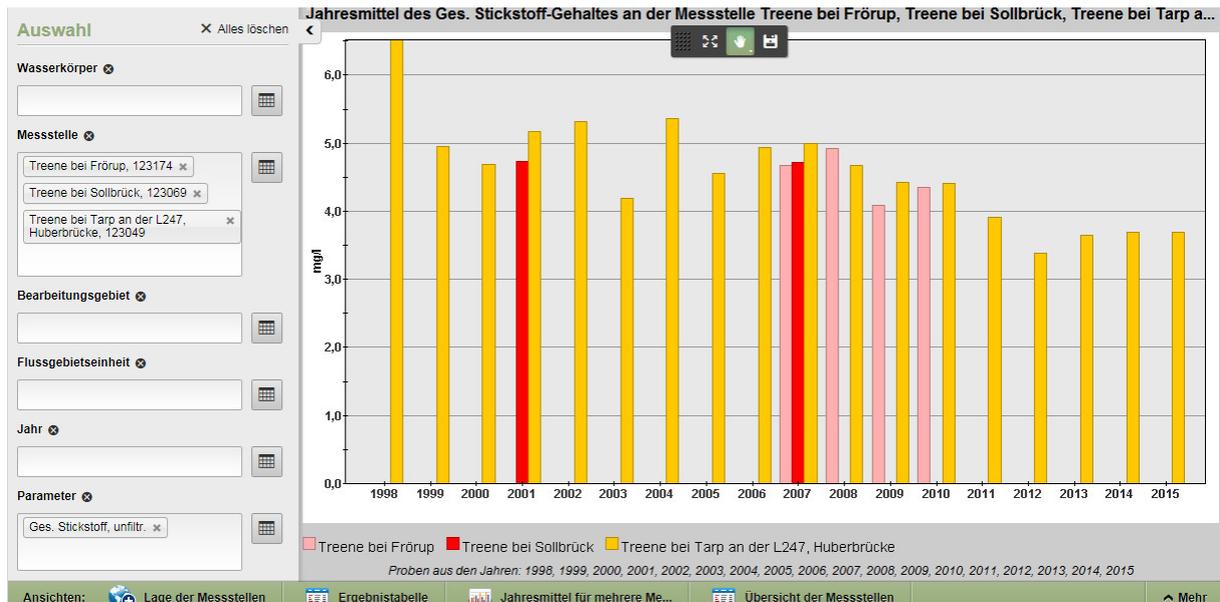


Abbildung D-3: Grafische Darstellung der gewünschten Parameter

Die Monitoringergebnisse der Grundwassermessstellen sind besonders für das Erkennen von örtlichen Betroffenheiten in den Grundwasserkörpern im nicht guten chemischen Zustand von Interesse. Die Anwendung unterstützt damit das vom Land geförderte Beratungsprojekt und trägt zur Umsetzung der in Novellierung befindlichen Düngeverordnung bei.

Als Standardfunktionalität von CadenzaWeb werden bereits bei der Zusammenstellung der Recherche Kriterien die gefundenen Ergebnisse tabellarisch ausgegeben (s. Abbildung D-1).

Die gefundenen Tabellendaten können als Excel-Datei zur weiteren Bearbeitung und Analyse abgespeichert werden. Zudem können für durchgeführte Recherchen sogenannte Permalinks vergeben werden: Web-Adressen (URLs), die später wieder aufgerufen und auch an Dritte weitergegeben werden können.

Zudem wird die Darstellung der recherchierten Messstellen auf der Karte angeboten, um diese dort bei Bedarf mit anderen Themen zu kombinieren. Informationen sowie die vorbereiteten grafischen Auswertungen zur Messstelle können per Mausklick bequem abgerufen werden.

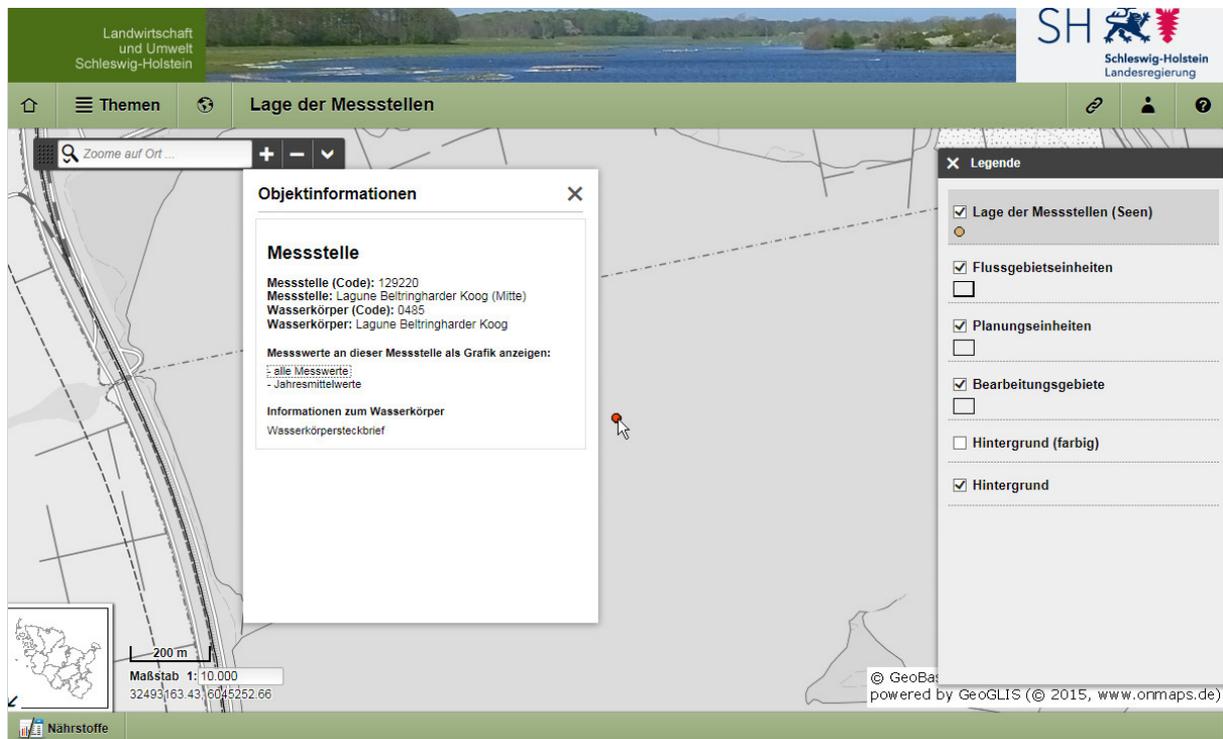


Abbildung D-3: Abfrage von Messstellen auf der Karte

2.3 Nährstofffrachten

Die Nährstofffrachten aus dem Binnenland in Nord- und Ostsee sowie Elbe werden im Bereich Fließgewässer als Jahreswerte angeboten. Hierdurch wird für die Öffentlichkeit ersichtlich, ob die Anforderungen des Meeresschutzes an die Nährstoffeinträge erreicht werden.

2.4 Gewässerrandstreifen

Im Bereich Randstreifen werden Informationen zum Bestand dauerhafter Gewässerrandstreifen an den Vorranggewässern mit Stand Januar 2016 angeboten. Interessierte können die vorhandenen Randstreifen je Vorranggewässer abfragen. Aktuell sind an 43 % der Ufer der Vorrangfließgewässer dauerhafte Gewässerrandstreifen erfasst.

3 Technische Grundlagen

3.1 Präsentations- und Auswertungsplattform im Rechenzentrum RZ²

Bereits 2014 wurde von den Landesbehörden des Umweltressorts gemeinsam mit Dataport, dem zentralen Dienstleister des Landes und weiteren Dienstleistern im neuen Dataport-Rechenzentrum RZ² die sogenannte MELUR-Servicearea konzipiert und in ersten Ansätzen umgesetzt. Diese sollte Daten und Informationen des MELUR-Ressorts wahlweise sowohl behördenintern als auch im Internet komfortabel zugänglich machen.

Innerhalb der MELUR-Servicearea werden Internet-Anwendungen und nur Landesnetz-intern zugängliche Anwendungen in unterschiedlichen Zonen verwaltet, die durch Sicherheitsmechanismen wie Firewalls voneinander getrennt sind. Jede dieser Zonen ist in drei Umgebungen aufgeteilt (s. Abb. D-5):

- Test- und Entwicklungsumgebung
- Qualitätssicherungsumgebung (QS)
- Produktionsumgebung

Als geeignete Präsentations- und Auswertungsplattform zur Realisierung von internen und externen Web-Anwendungen wurde Cadenza Web identifiziert. Disy Cadenza wird im Landwirtschafts- und Umweltressort in mehreren Fachabteilungen bereits seit vielen Jahren erfolgreich zur Auswertung von Umweltdaten eingesetzt, so dass sowohl auf die technischen Grundlagen als auch das erforderliche Know How aufgebaut werden konnte. Unter anderem unterstützt Cadenza die Erfüllung von Auswertungsaufgaben und Berichtspflichten für die EG Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) [Hosenfeld et al. 2012a] sowie das Management von Naturschutzmaßnahmen [Hosenfeld et al. 2012b], die Umsetzung der Umgebungslärmrichtlinie in Schleswig-Holstein [Hosenfeld et al. 2015] und den Energieatlas Schleswig-Holstein [Hosenfeld & Albrecht 2015].

Mit dem Energieatlas als behördeninterner und den Hochwasserkarten als Internet-Anwendung gingen 2014 die beiden ersten Cadenza-Anwendungen der MELUR-Servicearea online.

Damit waren die geeigneten Voraussetzungen für die Umsetzung des Wasserkörper- und Nährstoffinformationssystems als für die Öffentlichkeit zugängliche Web-Anwendung auf der gleichen Basis geschaffen worden.

Die Software Cadenza kann in einer Installation mehrere sogenannter Repositories bedienen, die einerseits sowohl als getrennte Fachauskunftssysteme genutzt werden können, andererseits aber auch miteinander verknüpft und für integrative Auswertungen eingesetzt werden können.

Die Steuerung der Zugänge erfolgt über eine Rechte- und Rollenverwaltung.

3.2 Datenmanagement / Datenflüsse

Die Datenhaltung findet im Oracle-RDBMS statt, das als Standard innerhalb der Landesverwaltung eingesetzt wird.

Die für die Öffentlichkeit im Wasserkörper- und Nährstoffatlas präsentierten Daten stellen einen Auszug der von den Behörden für Ihre Aufgabenerfüllung erforderlichen Daten dar. Dabei werden einerseits operative Daten andererseits als Besonderheit aber auch im Rahmen der WRRL-Berichterstattung erzeugte Berichtsstände verwendet.

3.2.1 Berichtsstände

Für die Berichterstattung gemäß WRRL werden auf nationaler Ebene von der LAWA (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser) Datenformate in Form von Schablonen vorgegeben, die zur Abgabe von Daten zu festgelegten Zeitpunkten genutzt werden.

Mit Hilfe der WRRL-Bewertungsdatenbank [vgl. Hosenfeld et al 2012a]] ist es innerhalb des LLUR möglich, diese Berichtsstände in der internen Datenbank abzulegen und für Auswertungen verfügbar zu machen. Zusätzlich kann spezifiziert werden, ob es sich um interne Zwischenstände oder für die Öffentlichkeit freigegebene Daten handelt. Damit können Auswertungen auf definierten Datenständen durchgeführt werden, die den an die LAWA und EU gelieferten Daten entsprechen. Im Gegensatz dazu werden die operativen Daten fortlaufend aktualisiert.

Innerhalb der Wasserkörper-Steckbriefe kann so eine mit der offiziellen Berichterstattung konsistenter Darstellung erfolgen, während die Nährstoffinformationen fortlaufend ergänzt werden und den Zugang zu aktuellen

Zeitreihen bieten. In jedem Fall werden aber nur geprüfte und freigegebene Daten präsentiert.

3.2.2 ETL-Prozesse zur Datenzusammenstellung

Die in der internen Produktiv-Datenbank im LLUR verwalteten Fachdaten werden mit Hilfe von ETL-Prozessen (ETL: Extraktion, Transformation, Laden) in einer Staging-Datenbank nach den Anforderungen des Wasserkörper- und Nährstoffinformationssystems zusammengestellt (s. Abb. 5). Die ETL-Prozesse stellen sicher, dass nur freigegebene Daten übertragen werden und führen gegebenenfalls Aggregationen und andere Operationen durch. Mit der nächtlichen Ausführung der ETL-Prozesse stehen im Internet immer die aktuellen Daten zur Präsentation und Recherche zur Verfügung.

Mit Hilfe einer Cadenza-Test-Instanz innerhalb des LLUR ist der Zugriff auf die Staging-Datenbank und damit die fachliche Prüfung der präsentierten Informationen innerhalb des LLUR und anderer Behörden des Ressorts möglich (s. Abb. D-5).

Aus der LLUR-Staging-Datenbank werden die Daten per Export und Import in die Instanzen der Internet-Datenbank übernommen.

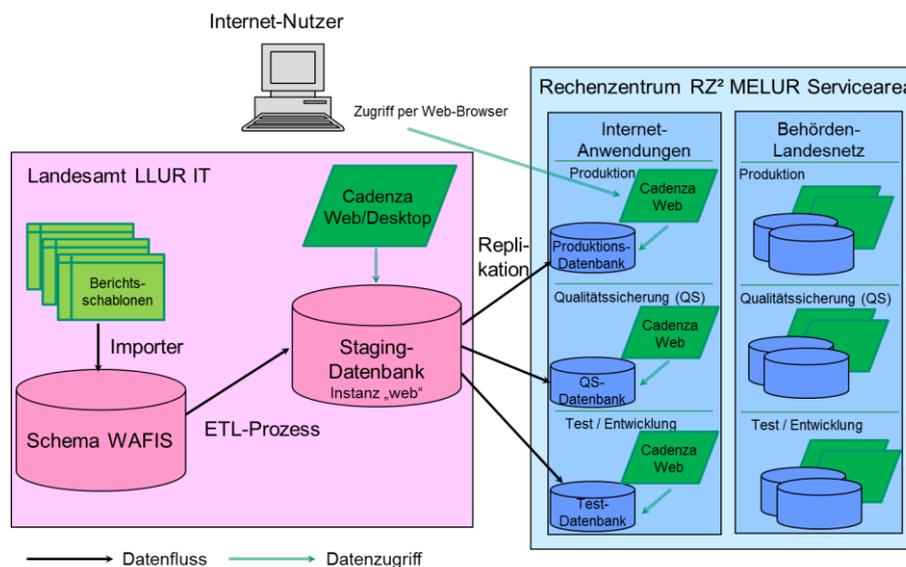


Abbildung D-5: Im Rahmen des Wasserkörper- und Nährstoffinformationssystems umgesetzter Datenfluss zur Bereitstellung der Daten

4 Zusammenfassung und Ausblick

Mit dem Wasserkörper- und Nährstoffinformationssystem stellt Schleswig-Holstein einen bedienungsfreundlichen Zugang zu Umweltinformationen bereit, der von Interessengruppen wie beispielsweise dem Bauernverband aktiv nachgefragt wurde. Auf diese Weise werden Handlungsbedarf und Fortschritte bei der Umsetzung der europäischen Wasserrichtlinien für die Öffentlichkeit ersichtlich.

Mit dem angebotenen Instrument konnten bereits vorhandene Komponenten wie die CadanzaWeb-Auswertungsplattform und die von den Umweltbehörden für ihre Aufgabenwahrnehmung erhobenen und verwalteten Daten genutzt werden, um die Anforderungen zu erfüllen.

Neben den bereits Ende 2014 freigegebenen Anwendungen Energieatlas und Hochwasserkarten nahm zusätzlich zum Wasserkörper- und Nährstoffinformationssystem auch das Anlagenkataster der Entsorgungsanlagen in Schleswig-Holstein, das der Öffentlichkeit die Recherche nach Abfallentsorgungsanlagen ermöglicht, 2016 den Produktivbetrieb auf der gleichen Plattform auf.

Die Weiterentwicklung dieses Angebots erfolgt in Zusammenarbeit mit Bauernverband, Landesverband der Wasser- und Bodenverbände und den Naturschutzverbänden. Durch den flexiblen Aufbau der Cadanza-Plattform sind inhaltliche Erweiterungen in der Regel konfigurativ zu erreichen, ohne dass grundsätzliche Entwicklungsarbeiten erforderlich sind.

Die Anwendung ist unter der folgenden Adresse zu finden:
<http://www.schleswig-holstein.de/wanis>

5 Literaturverzeichnis

[Hübner et al. 2013]

Hübner, H.; Kumer, D.; Albrecht, M. & Kazakos, W. (2013): Konzeption und Aufbau eines Data Warehouses für die Umweltverwaltung Schleswig-Holstein. Vortrag beim 20. Workshop des Arbeitskreises „Umweltinformationssysteme“ der Fachgruppe „Informatik im Umweltschutz“, veranstaltet an der Hochschule für Technik und Wirtschaft in Berlin in Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt am 23. und 24. Mai 2013.
<http://www.ak-uis.de/ws2013/Vortraege.zip> (do12-Huebner-DwhMELUR.pdf)

[Hosenfeld et al. 2012a]

Hosenfeld, F.; Lietz, J. & Trepel, M. (2012): Entwicklung einer Bewertungsdatenbank zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Schleswig-Holstein. In: Umweltbundesamt: Umweltinformationssysteme - Informationsgewinnung und Datenaufbereitung für maritime Informationssysteme, 22. Workshop des Arbeitskreises „Umweltinformationssysteme“ der Fachgruppe „Informatik im Umweltschutz“, Elsfleth, 2011, UBA Texte 03/12, pp. 69 - 78.

[Hosenfeld et al. 2012b]

Hosenfeld, F.; Kleinbub, J.; Krüger, K.; Kumer, D.; Langner, K. & Rinker, A. (2012): Development of a Database Supporting the Management of Nature Conservation Measures in Schleswig-Holstein. In: H.-K. Arndt, G. Knetsch, W. Pillmann (Eds.): Light up the Ideas of Environmental Informatics, Dessau 2012, pp. 623 – 629.

[Hosenfeld et al. 2015]

Hosenfeld, F.; Gliessmann, L. & Rinker, A. (2015): Kartenservice Umgebungslärm Schleswig-Holstein. In: Umweltbundesamt: Umweltinformationssysteme - Big Data – Open Data – Data Variety.und Datenaufbereitung für maritime Informationssysteme, Ergebnisse des 21. und 22. Workshops des Arbeitskreises „Umweltinformationssysteme“ der Fachgruppe „Informatik im Umweltschutz“, DOKUMENTATIONEN 58/2015, pp. 35 - 45.

http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/doku_58_2015_umweltinformationssysteme_1.pdf (Letzter Zugriff: 04.08.2016)

[Hosenfeld & Albrecht, 2015]

Hosenfeld, F. & Albrecht, M. (2015): Energieatlas Schleswig-Holstein. In: Umweltbundesamt: Umweltinformationssysteme - Big Data – Open Data – Data Variety.und Datenaufbereitung für maritime Informationssysteme, Ergebnisse des 21. und 22. Workshops des Arbeitskreises „Umweltinformationssysteme“ der Fachgruppe „Informatik im Umweltschutz“, DOKUMENTATIONEN 58/2015, pp. 140 - 153. http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/doku_58_2015_umweltinformationssysteme_1.pdf (Letzter Zugriff: 04.08.2016)

Beitrag E: Martin Schmieder, Jürgen Moßgraber

Komplexe Auswertung von Fachinformationen am Beispiel der Fachanwendung Grundwasser Baden-Württemberg

Martin Schmieder, Jürgen Moßgraber,
Fraunhofer Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB,
martin.schmieder@iosb.fraunhofer.de ,
<mailto:juergen.mossgraber@iosb.fraunhofer.de>

Abstract

Advanced reporting obligations and stricter legal regulations increase the requirements on modern environmental information systems. Specialized applications have to support new ways of analysis and representation of the collected data in order to gain new insights. The article presents the thematic application for groundwater management in Baden-Württemberg, which is tailored to the needs of the users in the environmental agencies. Three typical use cases are described: calculation and visualization of the influence of geothermal drilling on the groundwater temperature, trend analysis on groundwater quality data according to legal regulations, new diagrams to clearly visualize and compare fluctuations of groundwater levels.

1 Einleitung

Erweiterte Berichtspflichten und strengere gesetzliche Vorgaben erhöhen die Anforderungen an moderne Umweltinformationssysteme. Es sind maßgeschneiderte Fachanwendungen erforderlich, die neuartige Auswertungen der erfassten Daten ermöglichen. Es ist nun nicht mehr ausreichend, einfache Datenkurven von Messwerten zu zeichnen, stattdessen müssen Daten kombiniert und in komplexen Darstellungen präsentiert werden, die neue Einblicke ermöglichen.

Im Bereich der Wasserwirtschaft sind in Deutschland viele unterschiedliche IT-Systeme im Einsatz, die neben der Datenhaltung ein Standard-Repertoire statistischer Auswertungen anbieten. Dabei stehen meist Zeitreihenanalysen der Messergebnisse

im Vordergrund. Oft ist ein Geoinformationssystem (GIS) für Kartenvisualisierungen (z.B. zur Schadstoffkonzentration) integriert oder kann extern angebunden werden [Fischer-Stabel, 2013]. Export- und Import-Schnittstellen z.B. zu Labordatensystemen und Office-Anwendungen sind wesentlich für Datenaustausch, Weiterverarbeitung und Berichtspflichten. Entscheidend für die Akzeptanz eines Systems ist aber, dass es die typischen Aufgaben bei Umweltbehörden oder Ingenieurbüros optimal unterstützt, um z.B. rasch den Trendverlauf gefährdender Parameter nach den Maßgaben der Grundwasserverordnung [BMJV, 2010] zu bewerten oder die Auswirkungen geothermischer Bohrungen auf das Grundwasser beurteilen zu können. Solche Fragestellungen lassen sich mit generischen Datenbankanwendungen oft nicht auf einfache Weise beantworten.

Der Artikel stellt die Fachanwendung Grundwasser in Baden-Württemberg vor, die dem Sachbearbeiter in dieser Hinsicht weitreichende Unterstützung bietet. Es werden drei Anwendungsfälle exemplarisch beschrieben.

2 Die Fachanwendung Grundwasser

Die Fachanwendung Grundwasser (Grundwasserdatenbank GWDB) ist ein flexibles Datenhaltungs- und Auswertewerkzeug für Grundwasserdaten. Sie ist auf allen Ebenen der Umweltverwaltung Baden-Württembergs sowie bei der dortigen Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz LUBW seit vielen Jahren im produktiven Einsatz [LUBW, 2015] [Schuhmann, 2015]. Seit einigen Jahren ist die Fachanwendung auch bei Deponiebetreibern des Landes für Eigenüberwachungsaufgaben und Berichtspflichten der Abfallwirtschaft im Einsatz.

Als Gewässerinformationssystem ist die Fachanwendung Grundwasser eine Ausprägung der Produktlinie WaterFrame® des Fraunhofer-Instituts für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung (Fraunhofer IOSB). Es handelt sich dabei um eine Familie von in JAVA programmierten Datenbankanwendungen auf der Basis gemeinsamer Grundbausteine und Frameworks. Weitere Ausprägungen und fachliche Erweiterungen (u.a. für Oberflächengewässer) wurden im Rahmen der FIS Gewässer-Kooperation zwischen Baden-Württemberg, Bayern und Thüringen entwickelt [Stumpp, 2014] [Schmieder, 2014].

Die Fachanwendung Grundwasser ist ein Modul im Umweltinformationssystem Baden-Württemberg und nutzt die in diesem Umfeld bereitgestellten Dienste. Insbesondere wird durch die Einbindung von Cadenza/GISterm der Firma Disy die integrierte Datenselektion und Kartendarstellung ermöglicht [Disy, 2016].

In Baden-Württemberg werden über die Fachanwendung Grundwasser in erster Linie die folgenden Datenkategorien verwaltet und ausgewertet:

- Stammdaten zu Brunnen, Quellen und weiteren Grundwassermessstellen (ca. 90.000 Objekte) sowie zu geothermischen Anlagen (ca. 25.000 Objekte).
- Qualitative (chemisch-physikalische) Messwerte aus Grundwasseranalysen. Das Landesmessnetz umfasst ca. 150.000 Analysen mit ca. 3,3 Millionen Einzelwerten.
- Quantitative Messwerte zu Grundwasserständen, Quellschüttungen, Sickerwasser- und Niederschlagsmengen etc. im Umfang von ca. 20 Millionen.

Hinzu kommen spezielle Stammdaten und Messwerte im Deponiebereich.

In jedem der genannten Bereiche werden teilweise komplexe Auswertungen benötigt, um Diagramme, Karten und Berichte zu erstellen. Drei Anwendungsfälle werden in den folgenden Abschnitten exemplarisch vorgestellt. Bei den Stammdaten wird im Bereich Geothermie die Berechnung und Kartendarstellung von Temperaturfeldern beschrieben. Qualitative Messwerte werden beispielsweise durch Trendanalysen nach Vorgaben der Grundwasserverordnung ausgewertet. Im Bereich der quantitativen Messwerte wird anhand der Visualisierung von Nass- und Trockenperioden ein Beispiel für die vielfältigen Möglichkeiten bei Diagrammdarstellungen gegeben.

3 Temperaturfeldberechnung

Grundwasserwärmepumpen werden in Baden-Württemberg zunehmend für Heiz- und Kühlzwecke im privaten und gewerblichen Bereich eingesetzt. Dazu wird Grundwasser gefördert, dem mittels Wärmetauscher Energie entzogen (zum Heizen) bzw. zugeführt (zum Kühlen) wird. Anschließend wird das thermisch veränderte Grundwasser wieder in denselben Grundwasserleiter zurückgegeben. Die dabei entstehende Temperaturfahne in Richtung des Grundwasserabstroms birgt ein Konfliktpotenzial, da sie sich in der Regel über mehrere Nachbargrundstücke erstreckt. Im Zuge des Genehmigungsverfahrens für geothermische Anlagen ist es daher erforderlich, ein

Temperaturfeldprofil des Grundwassers zu erstellen. Hierbei werden Linien gleicher Temperaturdifferenz berechnet. Diese sogenannten Isothermen bilden das Temperaturfeld und werden auf die Fließrichtung des Grundwassers ausgerichtet. Abbildung E-1 zeigt ein Temperaturfeld, das mittels der Fachanwendung Grundwasser berechnet und direkt im dort integrierten GIS dargestellt wurde. Die Temperaturdifferenz nimmt von Rot nach Blau ab.

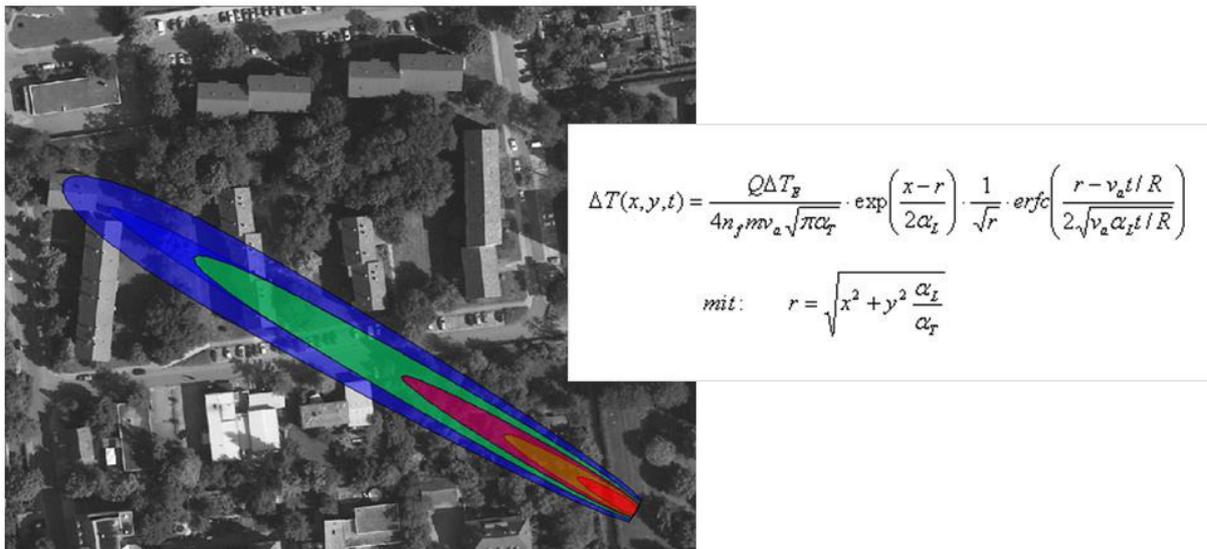


Abbildung E-1: Temperaturfeld und Berechnungsformel

Grundlage für die Berechnung und Bewertung von Temperaturfeldern ist ein vom Umweltministerium Baden-Württemberg herausgegebener Leitfaden [UM BW, 2009]. Das dort beschriebene Verfahren ist für kleinere Anlagen (Energieentzug bis ca. 45.000 kWh pro Jahr) geeignet. Neben anlagespezifischen Parametern (z.B. Infiltrationsrate und Differenz zwischen Einleit- und unbeeinflusster Grundwassertemperatur) gehen in die Berechnung Größen ein, die den Grundwasserleiter charakterisieren. Als Ergebnis erhält man an der Koordinate (x, y) die gesuchte Isotherme als Differenz zur Grundwassertemperatur.

In der Anwendung wurde ein eigenes Fachobjekt „Temperaturfeld“ eingeführt, das alle für die Berechnung notwendigen Parameter umfasst und geothermischen Anlagen zugeordnet wird. Es steuert die Berechnung der relevanten Isothermen, deren Polygonzüge wie bei anderen Geo-Themen (z.B. Grundwassereinzugsgebiet) als Geometrie in der Datenbank abgelegt werden und sich somit gemeinsam mit anderen Themen in Karten darstellen lassen. Einer geothermischen Anlage lassen sich

zugleich mehrere Temperaturfeld-Instanzen zuordnen, die sich in den Berechnungsparametern und den resultierenden Isothermen unterscheiden.

4 Trendanalyse zur Grundwasserverordnung

Die Grundwasserverordnung (GrwV) vom 9. November 2010 schreibt in § 10 für die als gefährdet eingestuftem Grundwasserkörper die Ermittlung und Bewertung der Konzentrationstrends für bestimmte Parameter wie z.B. den Nitratgehalt vor [BMJV, 2010]. Als zulässige Methoden sind spezifiziert:

- eine lineare Regression nach dem gaußschen Prinzip der kleinsten quadratischen Abweichung gekoppelt mit einem Ausreißer-Test
- ein Mann-Kendall-Test als parameterfreier, robuster Trendtest

Als Betrachtungszeitraum werden in der GrwV gleitende Sechs-Jahres-Intervalle zu Grunde gelegt. Für jedes Intervall wird nach den angegebenen Methoden der Trend ermittelt und dessen Steigung als Zeitreihe eingetragen. Der Übergang von einem steigenden in einen fallenden Trend (oder umgekehrt) wird als Trendumkehr bezeichnet und lässt sich aus einem Nulldurchgang dieser Zeitreihe bestimmen.

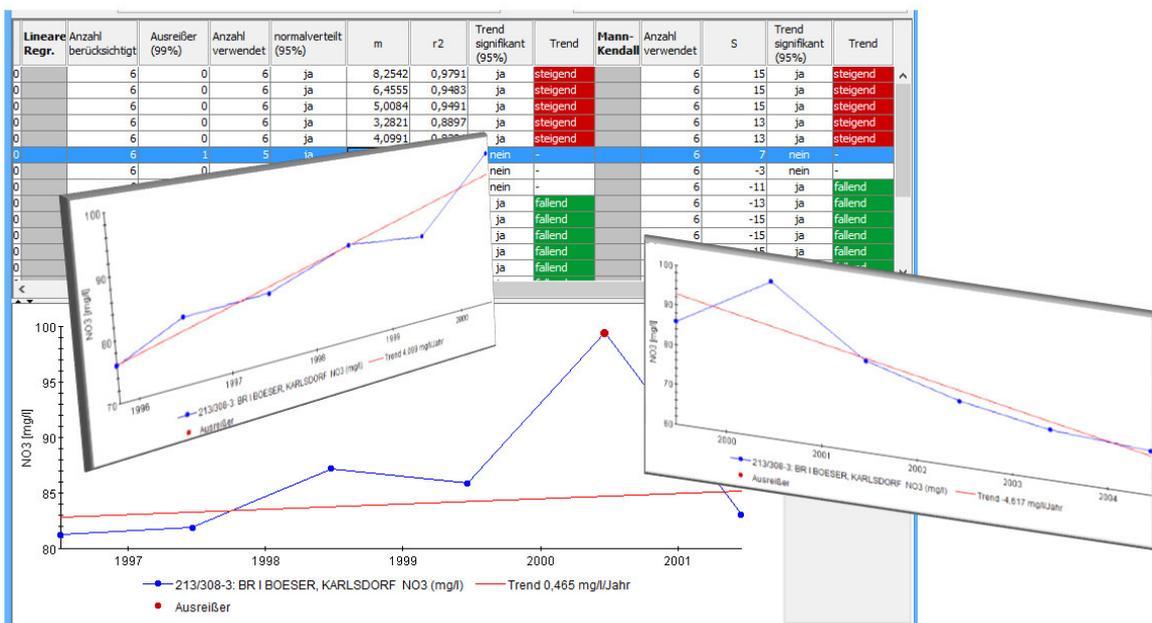


Abbildung E-2: Trendanalyse mit der Fachanwendung Grundwasser

Abbildung E-2 zeigt die Umsetzung in der Fachanwendung Grundwasser. Es werden beide Methoden mit einem gewählten Datenkollektiv parallel durchgeführt und das

Ergebnis in einer Kombination aus Tabelle und Diagrammen dargestellt. Durch farblich markierte Zellen (rot: steigender Trend, grün: fallender Trend) ist eine Trendumkehr sofort erkennbar.

5 Diagramme der Nass- und Trockenperioden

Im Bereich der Diagramme erlaubt die Fachanwendung Grundwasser sehr unterschiedliche Darstellungsweisen. Die klassische Darstellung von Messwerten als Zeitreihen mit oder ohne Trendgerade ist oft nicht ausreichend. Die in Abbildung E-3 für eine Messstelle exemplarisch dargestellte Diagrammform „Nass- und Trockenperioden“ wurde durch die LUBW neu entwickelt, um sehr anschaulich Perioden mit unter- bzw. überdurchschnittlichen Grundwasserständen sichtbar zu machen.

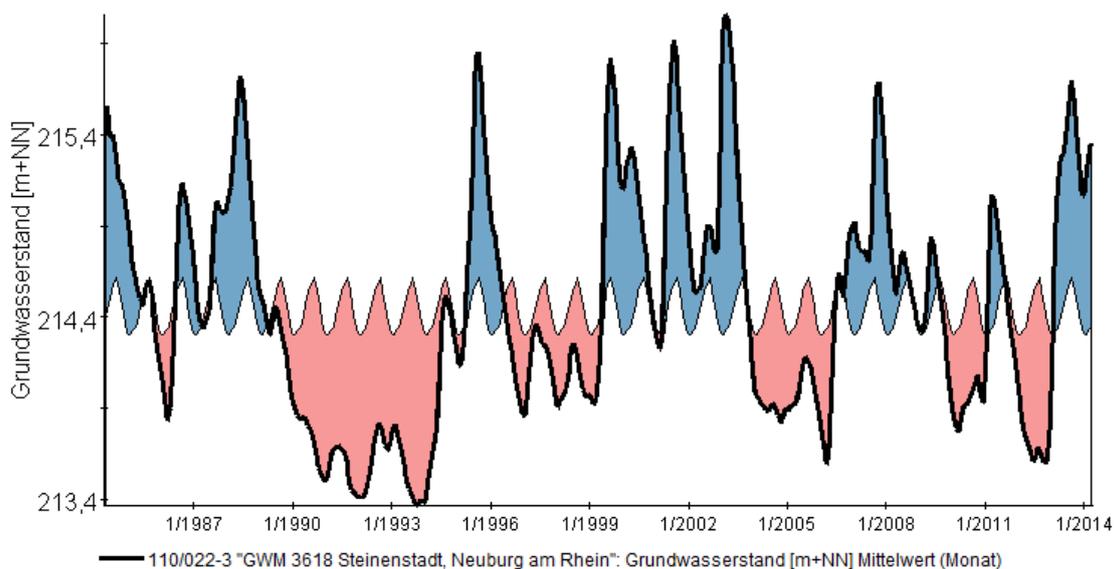


Abbildung E-3: Diagramm zur Darstellung von Nass- und Trockenperioden

Der fett gezeichnete Kurvenverlauf visualisiert monatliche Mittelwerte der Grundwasserstände an der Messstelle im betrachteten Zeitraum. Zusätzlich sind im mittleren Bereich des Diagramms die langjährigen Monatsmittelwerte des Grundwasserstands zu sehen, die sich in jährlichem Rhythmus wiederholen. Kurvenbereiche, in denen die langjährigen Werte überschritten sind, sind blau gefärbt, eine Unterschreitung wird rot gekennzeichnet. Mit dieser Darstellungsform sind Abfolge, Dauer und Intensität von Nass- und Trockenperioden sehr deutlich erkennbar.

Diese Diagrammform wurde in der Fachanwendung nicht fest ausprogrammiert, sondern lässt sich dort mit dem Konfigurationswerkzeug Diagramm-Assistent interaktiv erstellen und als Vorlage abspeichern. Sie findet sich mittlerweile auch im Internetangebot „Grundwasserstände und Quellschüttungen“ (GuQ) der LUBW [LUBW, 2016]. Die dort veröffentlichten Diagramme werden anhand der Fachanwendung Grundwasser erstellt und regelmäßig aktualisiert.

6 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Artikel wurden neuartige Auswertemöglichkeiten gezeigt, die exemplarisch aktuelle Anforderungen in diesem Bereich widerspiegeln. Neuartige Visualisierungen wie die Diagrammform „Nass- und Trockenperioden“ bieten schnellere Einsichten in die relevanten Fragestellungen.

In Zukunft stellt sich vermehrt die Frage, wie nun diese Erkenntnisse auch in Richtung des Bürgers transportiert werden können. Hierzu müssen die Daten in verständlicher Form auf Webseiten zur allgemeinen Verfügung gestellt werden. Es ist zu prüfen, inwiefern sich andere Darstellungsarten als die aktuell gebräuchlichen Kurvenverläufe für die Zielgruppe eignen.

7 Literaturverzeichnis

[BMJV, 2010]

Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz: Verordnung zum Schutz des Grundwassers. http://www.gesetze-im-internet.de/grwv_2010/index.html

[Disy, 2016]

Disy Informationssysteme GmbH: Cadenza.

<http://www.disy.net/produkte/cadenza.html>

[Fischer-Stabel, 2013]

Peter Fischer-Stabel (Hrsg.): Umweltinformationssysteme. Grundlegende Konzepte und Anwendungen. Wichmann, Heidelberg, 2013

[LUBW, 2015]

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: Grundwasser-Überwachungsprogramm. Ergebnisse der Beprobung 2014. Reihe Grundwasserschutz Bd. 51. Karlsruhe, 2015.

[LUBW, 2016]

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: Grundwasserstände und Quellschüttungen.

<http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/2702/>

[Schmieder, 2014]

Schmieder, Martin et al.: GWDB Neue Entwicklungen in der WIBAS-Fachanwendung Grundwasser. In: Weissenbach, K. et al. (Hrsg.): Umweltinformationssystem Baden-Württemberg F+E-Vorhaben MAF-UIS Moderne anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung für Umweltinformationssysteme, Phase II 2012/14, KIT Scientific Reports 7665, Karlsruhe, 2014

[Schuhmann, 2015]

Schuhmann, Dieter; Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: Handbuch „Grundwasserdatenbank“. LUBW-Fachbroschüre. Karlsruhe, 2015

[Stumpp, 2014]

Stumpp, Jörg; Hilbring Desiree et al.: WaterFrame® Neue Entwicklungen in den Gewässerinformationssystemen in Baden-Württemberg, Thüringen und Bayern. In: Weissenbach, K. et al. (Hrsg.): Umweltinformationssystem Baden-Württemberg F+E-Vorhaben MAF-UIS Moderne anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung für Umweltinformationssysteme, Phase II 2012/14, KIT Scientific Reports 7665, Karlsruhe, 2014

[UM BW, 2009]

Umweltministerium Baden-Württemberg: Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Grundwasserwärmepumpen. Stuttgart, 2009.

Beitrag F: Thomas Bahr, Nicolai Holzer

**Automatisierte Zeitreihenanalyse von
Fernerkundungsdaten für das Monitoring von
Oberflächengewässern**

Thomas Bahr, Nicolai Holzer,
Harris Corporation, Talhofstraße 32a, 82205 Gilching, Germany,
Thomas.Bahr@harris.com, Nicolai.Holzer@harris.com

Abstract

Since 2012, the state of California faces an extreme drought, which impacts water supply in many ways. Advanced remote sensing is an important technology to better assess water resources, monitor drought conditions and water supplies, plan for drought response and mitigation, and measure drought impacts. In the present case study latest time series analysis capabilities are used to examine surface water in reservoirs located along the western flank of the Sierra Nevada region of California. [Bahr, Holzer, 2016]

Zusammenfassung

Seit 2012 herrscht im U.S.-Bundesstaat Kalifornien eine extreme Dürre, welche sich insbesondere auf die Trink- und Brauchwasservorräte auswirkt – u. a. mit fatalen Folgen für die Landwirtschaft. Die heutige, satellitengestützte Fernerkundung verfügt über vielfältige Technologien, die es erlauben, Oberflächengewässer und ihre Veränderungen präzise zu erfassen, Trockenperioden zu beobachten, Planungen für die Folgen einer Dürre sowie die Schadensminderung zu unterstützen, und Auswirkungen von Dürreperioden abzuschätzen. In dieser Fallstudie wurden modernste Auswertungsmöglichkeiten für Fernerkundungs-Zeitreihen genutzt, um Oberflächenveränderungen von Wasserreservoirs entlang der westlichen Flanke der Region Sierra Nevada zu untersuchen.

1 Fallstudie

Diese Fallstudie wurde mit dem kommerziellen Fernerkundungs-Softwarepaket ENVI 5.3 [ENVI, 2015] durchgeführt. Die Integration speziell angepasster Prozesse sowie die Automatisierung werden mittels der wissenschaftlichen Programmiersprache IDL (Interactive Data Language [IDL8.5, 2015]) realisiert. Auf diese Weise werden die Analysefunktionalitäten von ENVI über die objektorientierte und IDL-basierte ENVITask-Schnittstelle für einen operationellen Einsatz eingebunden.

Eine Zeitreihe von Landsat-Satellitenbilddaten (L-5 TM, L-7 ETM+, L-8 OLI) wurde für das Untersuchungsgebiet für den Zeitraum von 1999 bis 2015 beschafft. Die Bilder wurden jeweils im Oktober aufgenommen, entsprechend den Pegeltiefständen des Wasserreservoirs am Ende der Bewässerungsperiode. Die Zeitreihe wurde über die Webseite des USGS EarthExplorer bezogen und ist bereits auf ein gemeinsames Koordinatensystem (UTM Zone 10N, WGS-84) referenziert (s. Abbildung F-1).

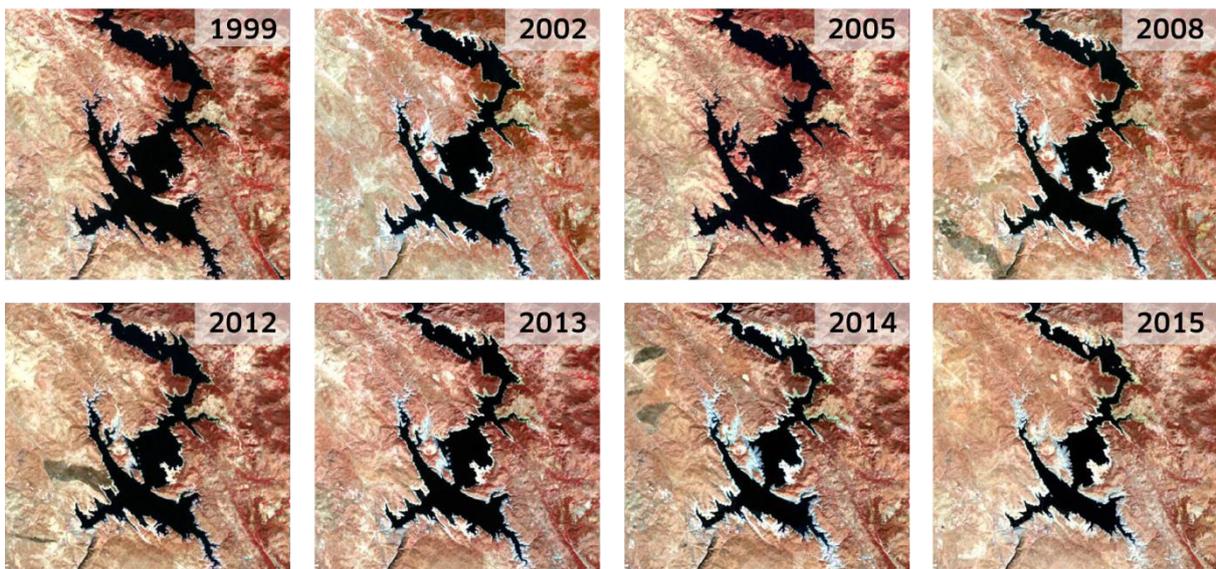


Abbildung F-1: Zeitreihe von Landsat Satellitenbilddaten (L-5 TM, L-7 ETM+, L-8 OLI) von 1999-2015 (Oktober-Aufnahmen). Der Ausschnitt zeigt das Don Pedro Reservoir in Kalifornien.

Vorverarbeitung

Die nachfolgenden ENVITasks wurden für die Vorverarbeitung der 17 Landsat-Szenen genutzt:

- Lückenfüllung mittels Triangulation für die Landsat-7 ETM+ Bilddaten mit defektem Scanline-Korrektor (SLC-off).

- Zuschnitt auf die gleiche geographische Ausdehnung.
- Radiometrische Korrektur: Berechnung der Top-Of-Atmosphäre (TOA) Reflektanz.
- Atmosphärenkorrektur mittels QUAC[®], welches die Parameter zur Atmosphärenkorrektur direkt anhand der spektralen Diversität der Pixelwerte in der Bildszene ableitet und keiner weiteren Eingangsparameter bedarf. Damit eignet sich QUAC[®] besonders für den automatisierten, operationellen Einsatz.

Klassifizierung

Die Bildklassifizierung wurde mit den folgenden ENVITasks durchgeführt (s. Abbildung F-2):

- Anwendung des modifizierten normalisierten differentiellen Wasserindex MNDWI (Modified Normalized Difference Water Index [Xu, 2006]) zur Verstärkung offener Wasserflächen und zur Reduzierung des Bildrauschens, das auf Bebauung, Vegetation und Erdboden zurückzuführen ist.
- Klassifizierung der MNDWI-Indexbilder durch Schwellwertbildung, um offene Wasserflächen zu extrahieren.

Bereinigung der Klassifikationsergebnisse mittels Aggregation.

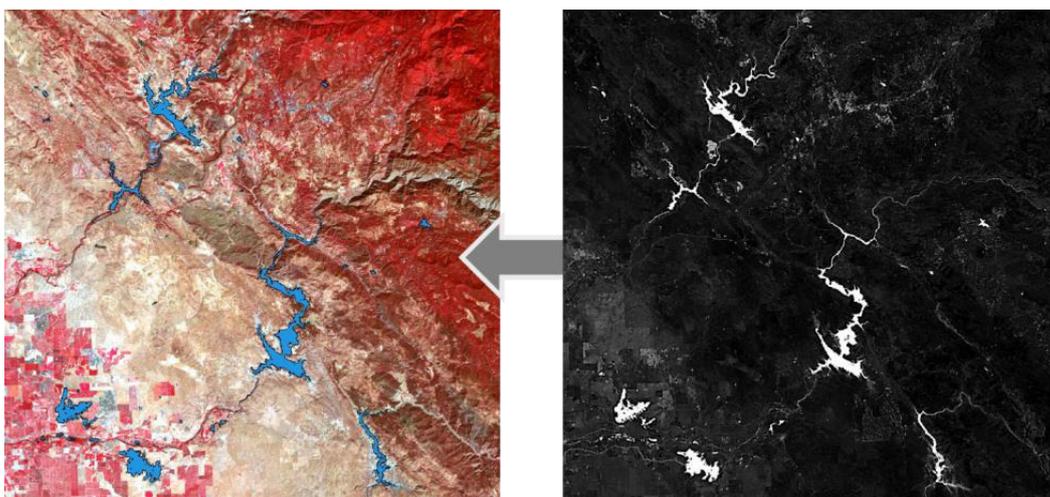


Abbildung F-2: Rechts: Modifizierter normalisierter differentieller Wasserindex MNDWI (MNDWI, Xu 2006) zur Verstärkung offener Wasserflächen (Ausschnitt). Links: Klassifizierte Wasserflächen auf einem Landsat-Falschfarbenkomposit von 2015 (RGB=543).

Analyse & Weiterverarbeitung

Die Analyse und Weiterverarbeitung bestand aus den nachfolgenden Schritten (s. Abbildung F-3):

- Grafische Darstellung des Ausmaßes der zeitlichen Veränderung der Oberflächengewässer und Zuordnung zu den täglichen Pegelständen des Don Pedro Wasserreservoirs (Station DNP, betrieben durch die CDEC [CDEC, 2016]).
- Animation der klassifizierten Zeitreihe und Export in ein Standard-Videodatenformat.
- Export der klassifizierten Wasserflächen in Vektorebenen für eine weitere Auswertung in einem GIS-System.

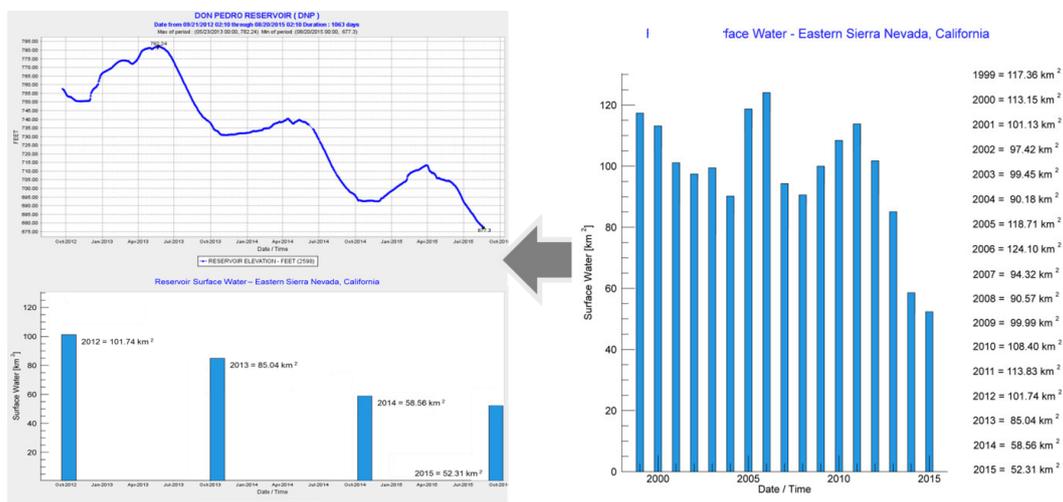


Abbildung F-3: Rechts: Zeitreihe der Ausdehnung der Oberflächengewässer im Untersuchungsgebiet pro Jahr; Links: Trend der Zeitreihe 2012 bis 2015 mit den täglichen Pegelständen des Don Pedro Reservoirs (Station DNP, betrieben durch die CDEC).

2 Automatisierung und operative Umsetzung

Die hier vorgestellten, automatisierten, räumlich-zeitlichen Analysen können in fast jeden, bereits existierenden, georäumlichen Arbeitsablauf für operative Anwendungen eingebettet werden.

In diesem Fallbeispiel wurden drei Integrationsmöglichkeiten implementiert:

- **Einsatz in einem Dienste-basierten Informationssystem, hier auf Grundlage von ArcGIS®:**

Auf diese Weise können Unternehmen über deren Portal for ArcGIS® Webseite auf die Anwendung zugreifen. Zur Ausführung wird ein angepasstes ArcGIS® Skriptwerkzeug genutzt. Eine Python-Skriptdatei übernimmt die Parameter von der Nutzerschnittstelle und führt das vorkompilierte IDL-Programm aus. Dieses IDL-Programm dient wiederum als Schnittstelle zwischen der Python-Skriptdatei und den relevanten ENVITasks (s. Abbildung F-4).

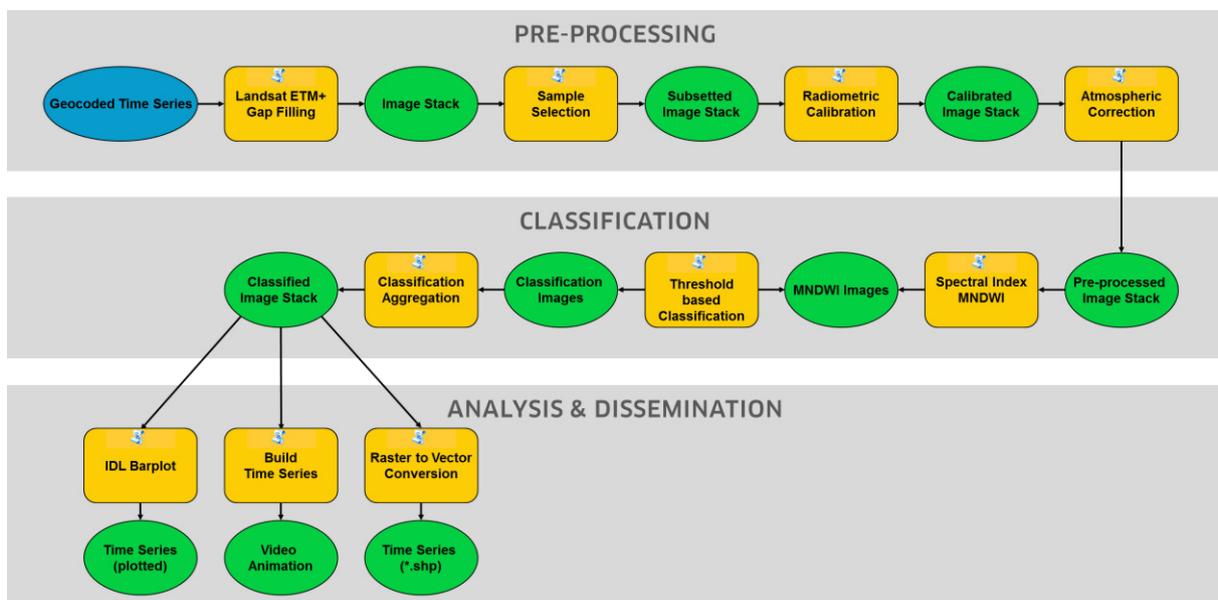


Abbildung F-4: IDL-basierte Implementierung einer automatisierten, räumlich-zeitlichen Analyse mittels Fernerkundungsdaten im ArcGIS® ModelBuilder.

- **Veröffentlichung der räumlich-zeitlichen Analyse-Tasks als REST-basierter Webservice unter Verwendung der ENVI Services Engine (ESE):**

Die ESE als Cloud-basierte Geodaten-Lösung ermöglicht den Online-Zugriff auf die Bild- und Datenanalysefunktionen von ENVI und kann in beliebigen IT-Infrastrukturen von Unternehmen eingesetzt werden. Zu diesem Zweck wurde der gesamte IDL-Code in einer einzigen, benutzerdefinierten ENVITask gekapselt.

- **Allgemeine Integration in bereits vorhandene Geodaten-Arbeitsabläufe unter Verwendung der bi-direktionalen Programmierschnittstelle zwischen IDL und Python:**

Dieser Ansatz erlaubt den Aufruf von IDL-Code in Python auf einer vom Benutzer festgelegten Plattform.

Weitere Informationen zur Umsetzung sowie Beispielcode sind in [Bahr, Holzer, 2016] beschrieben.

3 Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse dieser Fallstudie bestätigen den dramatischen Rückgang hinsichtlich der Ausdehnung von Oberflächengewässern im Untersuchungsgebiet als Folge der außergewöhnlichen Dürre, die besonders in den Jahren 2012 bis 2015 einen Großteil des kalifornischen Staatsgebietes betroffen hat. Dementsprechend zeigt die auf Landsat-Daten gestützte Zeitreihenanalyse einen einheitlichen Trend mit den täglichen Pegelständen des Don Pedro Reservoirs (Station DNP, betrieben durch die CDEC [CDEC, 2016]).

Die einfache Implementierung in Online-Dienste mit den Technologien von Harris und ESRI ermöglicht den Einsatz maßgeschneiderter, individueller Analysen für nutzerdefinierte Gebiete on-the-fly.

4 Literaturverzeichnis

[Bahr, Holzer, 2016]

Thomas Bahr, Nicolai Holzer; 2016: AUTOMATISIERTE ZEITREIHENANALYSE VON FERNERKUNDUNGSDATEN FÜR DAS MONITORING VON OBERFLÄCHENGEWÄSSERN auf dem 23. Workshop des AK UIS, 2.-3. Juni 2016, Leipzig

http://www.ak-uis.de/ws2016/beitraege/ws2016_b10_Holzer_ENVI_TimeSeries.pdf

(Letzter Zugriff: 03.08.2016)

[ENVI, 2015]

ENVI -5.3 Release Notes; 2015

<http://www.harrisgeospatial.com/Support/HelpArticlesDetail/TabId/219/ArtMID/900/ArticleID/14544/ENVI-53-Release-Notes.aspx> (Letzter Zugriff: 03.08.2016)

[IDL8.5, 2015]

Interactive Data Language 8.5 Release Notes, 2015

<http://www.exelisvis.com/Support/HelpArticlesDetail/TabId/219/ArtMID/900/ArticleID/14541/IDL-85-Release-Notes.aspx> (Letzter Zugriff: 03.08.2016)

[Landsat, 2016]

NASA: Landsat Science: About - Landsat Then and Now

http://landsat.gsfc.nasa.gov/?page_id=2 (Letzter Zugriff: 03.08.2016)

[CDEC, 2016]

California Data Exchange Center, Website: <http://cdec.water.ca.gov/index.html>

(Letzter Zugriff: 03.08.2016)

[Xu, 2006]

Hanqiu Xu, 2006: Modification of Normalized Difference Water Index (NDWI) to Enhance Open Water Features in Remotely Sensed Imagery in International Journal of [Remote Sensing](#) 27(14):3025–3033 · July 2006;

https://www.researchgate.net/publication/232724072_Modification_of_Normalized_Difference_Water_Index_NDWI_to_Enhance_Open_Water_Features_in_Remotely_Sensed_Imagery (Letzter Zugriff: 03.08.2016)

**Beitrag G: Andreas Abecker, Torsten Brauer, Johannes Kutterer,
Karsten Schnitter, Jens Nimis, Patrick Wiener**

Überlegungen zu einer Spatial Big Data Architektur im BigGIS Projekt

Andreas Abecker¹, Torsten Brauer¹, Johannes Kutterer¹, Karsten Schnitter¹,
Jens Nimis², Patrick Wiener²

¹ disy Informationssysteme GmbH, vname.nname@disy.net

² Hochschule Karlsruhe - Technik und Wirtschaft, vname.nname@hs-karlsruhe.de

Abstract

In the recent years, a number of data-management and data-analytics applications and technologies under the label “big data” has found much interest among academics and practitioners. From our point of view, the respective researchers and commercial providers, up to now, neglected to a large extent both the spatial dimension of potential big-data applications and their usage potential in the area of environment protection and environment management. Hence, the RTD project BigGIS investigates methods and tools for “Spatial Big Data” in three environment-related application scenarios. In this paper, some basic definitions and considerations are explained, the three application scenarios of BigGIS are presented and some initial insights regarding software architectures for Spatial Big Data solutions in the area of geo data and environmental applications are presented.

Zusammenfassung

Unter der Überschrift “Big Data” machen in den vergangenen Jahren eine Reihe neuartiger Anwendungen und Technologien für Datenmanagement und -analyse viel von sich reden, in Wissenschaft und Praxis. In der Wahrnehmung der Autoren wurden dabei bisher sowohl die räumliche Komponente möglicher Big Data Anwendungen als auch Anwendungsideen im Kontext Umweltschutz und -verwaltung eher stiefmütterlich

behandelt. Daher werden im BMBF-Projekt BigGIS anhand dreier Anwendungsszenarien im Umweltbereich Methoden und Techniken für „Spatial Big Data“ untersucht. Der vorliegende Beitrag erläutert einige grundlegende Begriffe und Überlegungen, stellt die Anwendungsszenarien in BigGIS vor und skizziert einige erste Einsichten zur Umsetzung von Spatial Big Data Lösungen im Geo-/Umweltdatenbereich.

1 Motivation und Überblick

1.1 Motivation

Geoinformationssysteme (GIS) – bzw. allgemeiner: räumliche Visualisierungen und Datenanalysen innerhalb von Geodateninfrastrukturen (GDI) – werden seit Langem für die Verarbeitung räumlicher Daten (also Daten mit Orts- bzw. Raumbezug) in vielfältigen Anwendungsgebieten in der öffentlichen Verwaltung, wie Stadtplanung, Flurneuordnung, Verkehrsplanung, Raum- und Umweltplanung oder auch im Feuer- und Katastrophenschutz sowie im Umwelt- und Naturschutz verwendet. Hinzu kommt in jüngerer Zeit eine wachsende Anzahl von Geodatennutzungen in der Privatwirtschaft, mit zunehmender kommerzieller Bedeutung in Anwendungsgebieten wie Logistik, Landwirtschaft, Geomarketing, Standort- und Gebietsplanung, lokationsbasierten Informations- und Werbediensten etc. Zu den Kernfunktionen der verwendeten IKT-Systeme gehören neben der Erfassung der Daten auch räumliche Abfragen sowie die Visualisierung und die Interpolation von Attributwerten in der Fläche aus wenigen Messwerten. Mithilfe von GIS können beispielsweise Umweltschutzbehörden herausfinden, welche Biotope im Fall eines Chemieunfalls, bei einem Hochwasser oder einem Waldbrand tangiert sind. Im Feuer- und Katastrophenschutz werden GIS in Lageinformations- und Einsatzunterstützungssystemen eingesetzt, um betroffene Areale und potenzielle Maßnahmen aus den verfügbaren Informationen abzuleiten oder um Evakuierungen zu koordinieren.

In jüngerer Zeit wird von solchen GIS zunehmend erwartet, dass sie rapide anwachsende Datenmengen im Tera- bis Petabytebereich an Archivdaten und aktuellen Fernerkundungsdaten zusammen mit vielfältigen Geodaten, historischen und aktuellen Sensordaten (Zeitreihendaten) sowie Meldungen von Bürgern integriert und zeitnah nutzbar machen. So wurde im Katastrophenmanagement beispielsweise die *„International Charter Space and Major Disasters“* etabliert, die im Katastrophenfall weltweit von den Hilfsorganisationen aktiviert werden kann. Wird die Charta aktiviert,

werden die Sensoren geeigneter Satelliten so programmiert, dass sie beim folgenden Überflug über das Krisengebiet entsprechende Aufnahmen liefern.

Weiterhin sollen zukünftige GIS nicht mehr nur Abfragen auf vergangenen Informationen ermöglichen, sondern ebenfalls die Prognose *zukünftiger* Entwicklungen, z.B. von Sensor-werten sowie deren Abhängigkeiten, um Entwicklungen und zukünftige Probleme zu erkennen und vorausschauendes Handeln zu ermöglichen. Bedingt wird diese Entwicklung durch die zunehmende Verbreitung kostengünstiger vernetzter Sensoren (mobile Sensorik bis hin zu einfachen Mobiltelefonen), mit denen auch die Öffentlichkeit direkt und unkompliziert Daten beitragen kann, sowie durch die zunehmende Bedeutung noch unstrukturierter Daten in Form von Fernerkundungsdaten (von Satelliten, u.a. aus dem im Aufbau befindlichen Programm COPERNICUS, Flugzeugen und UAS (*Unmanned Aerial Systems*)). Zudem gewinnen bodengestützte Fernerkundungssensoren wie kommunale Sensorsysteme in Form von Überwachungskameras und Befahrungsdaten mit Laserscannern, sowie bildgebende Systeme an Bedeutung. Darüber hinaus existieren immer mehr textuelle Informationen sowie auch annotierte Fotografien mit geo-temporalen Bezügen, insbesondere im Social Web. Diese zusätzlichen Informationsquellen erlauben prinzipiell die Modellierung kausaler Zusammenhänge und robustere, multivariate Verfahren zur Approximation, Prognose, und Maßnahmenableitung. GIS stehen durch diese Entwicklungen vor Herausforderungen in allen vier Dimensionen, die definitorisch für das neue Technologiefeld Big Data sind: *Volume, Variety, Velocity, Veracity*.

Solchen Fragestellungen widmet sich das FuE-Verbundprojekt BigGIS, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen des Förderschwerpunkts „Big Data“ unterstützt wird.

1.2 Überblick zum BigGIS-Projekt

Ziel des im April 2015 gestarteten BMBF-Forschungsvorhabens **BigGIS** („Prädiktive und präskriptive Geoinformationssysteme basierend auf hochdimensionalen geo-temporalen Datenstrukturen“) ist die Erforschung, prototypische Umsetzung und Evaluierung von Techniken, Modellen und Methoden, die in vielfältigen Anwendungsfällen Entscheidungen auf Basis von großen Mengen an zeitlich-strukturierten Geo-

daten aus unterschiedlichen Quellen (wie insbesondere Fernerkundung, Crowdsourcing und dem Social Web, aber auch aus Legacy-Systemen zur Geodatenverarbeitung) unterstützen.

Mit dem zu schaffenden System soll die integrierte Verwaltung, Analyse und Visualisierung von zeitlichen und räumlichen, strukturierten und unstrukturierten Daten verbessert bzw. überhaupt erst möglich gemacht werden. Auf Basis dieser Daten sollen **deskriptive, prädiktive und präskriptive Analysen** unterstützt werden. Die Verarbeitung der Daten in dem zu entwickelnden System soll dabei schnell genug erfolgen, um z.B. auch die Gesundheits- und Umweltsicherung im Katastrophenfall zu unterstützen. Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten werden getrieben von den praktischen Erfordernissen dreier konkreter Anwendungsszenarien:

Katastrophenschutz: Entscheidungsunterstützung bei komplexen Schadenslagen am Beispiel von Schadgas-Situationen.

Umweltmonitoring: Umweltmanagement am Beispiel des Managements invasiver Tier- und Pflanzenarten mit Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit (wie z.B. Eichen-Prozessionsspinner, Asiatische Tigermücke und Beifußblättrige Ambrosie).

Smart City und Gesundheit: Die Förderung der Gesundheit von Menschen in Städten am Beispiel der Umwelteinflüsse Feinstaub und Temperatur.

Im BigGIS-**Projektkonsortium** arbeiten folgende Organisationen zusammen:

- FZI Forschungszentrum Informatik am Karlsruher Institut für Technologie
 - Shared Research Group „Corporate Services and Systems“ (Prof. Thomas Setzer): Projektkoordination, deskriptive und präskriptive Analysen
 - Abteilung „Logistics and Supply Chain Optimization“ (Prof. Stefan Nickel): Präskriptive Analysen, Anwendungsfokus auf dem Szenario Smart City und Gesundheit
 - Abteilung „Wissensmanagement“ (Prof. Rudi Studer): Metadaten, semantische Technologien, Crowdsourcing (nutzergenerierte Inhalte)
- Universität Konstanz, Lehrstuhl „Datenanalyse und Visualisierung“ (Prof. Daniel Keim):
 - Visual Analytics für räumliche und zeitliche Big Data

- Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft, Fachgebiet Datenbanksysteme und Webtechnologien (Prof. Jens Nimis):
 - Gesamtarchitektur für das Projekt, Infrastrukturmanagement
- Disy Informationssysteme GmbH, Karlsruhe
 - Experten für GIS und räumliche Datenanalyse, GDI, Software-Integration, Experten für Anwendungen der Umweltverwaltung; Anwendungsfokus auf dem Szenario Umweltmanagement
- Exasol AG, Nürnberg:
 - Datenbankexperten, In-Memory-Datenbanken, Cluster Computing, Kompressionsalgorithmen
- EFTAS Fernerkundung Technologietransfer GmbH, Münster:
 - Erzeugung und Analyse von Fernerkundungsdaten von Satelliten und UAS; Anwendungsfokus auf dem Szenario Katastrophenschutz
- Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), Karlsruhe:
 - Datenbereitstellung für alle Szenarien, Anforderungsgeber und Evaluationspartner aus Sicht der öffentlichen Verwaltung, Anwendungsfokus auf dem Szenario Umweltmanagement

Weitere assoziierte Partner für die Szenarien Katastrophenschutz und Smart City sind das THW Karlsruhe und die Stadtverwaltung Karlsruhe.

1.3 Aufbau dieses Beitrags

Im Folgenden wird zunächst (Kapitel 2) der Begriff Spatial Big Data etwas näher beleuchtet. Nach einer Arbeitsdefinition für Big Data folgen deren Erweiterung zum Begriff Spatial Big Data, einige Argumente, wieso wir eine wachsende Bedeutung für diese Thematik erwarten, sowie eine Auflistung einiger interessanter Werkzeuge für Spatial Big Data. Danach (Kapitel 3) werden die drei Anwendungsszenarien im BigGIS-Projekt mit ihren Datenquellen und Zielsetzungen erläutert. In Kapitel 4 werden anhand einer noch unvollständigen und allgemeinen Architekturskizze zu BigGIS

einige erste Erkenntnisse und Überlegungen zur Software-Architektur für Spatial Big Data erläutert. Mit Kapitel 5 folgt eine kurze Zusammenfassung.

2 Zum Begriff Spatial Big Data

2.1 Arbeitsdefinition Spatial Big Data

Wie es schon bei früheren IT-Trends der Fall war, ist der Begriff **Big Data** nicht klar wissenschaftlich-technisch definiert, sondern entsteht aus der Zusammenschau weit- hin akzeptierter Zielsetzungen und Charakterisierungen aus dem Marketing großer IT- und Beratungsfirmen mit einem gewissen Vorrat an modernen Technologien und Lösungsansätzen.⁶ Darauf basierend, schlagen wir folgende **Arbeitsdefinition** vor:

Man redet von einer Big Data Anwendung, wenn in mindestens einer der Dimensionen

- **Volume** (Datenmenge, z.B. im Bereich von Terabyte aufwärts)
- **Velocity** (Geschwindigkeit der Datenentstehung, z.B. Tausende von Sensor-Messwerten pro Sekunde)
- **Variety** (Heterogenität von Daten, entstehend z.B. aus der Kombination unstrukturierter und (semi-) strukturierter Daten)
- **Veracity** (Zuverlässigkeit der Daten, z.B. bei Nutzung von Social Media Inhalten)

Ausprägungen vorliegen, die eine effiziente und effektive Verarbeitung und Nutzung der Daten mit konventionellen Methoden des Datenmanagements und der Datenanalyse auf konventioneller Hardware unmöglich machen. Dann kommen neue Methoden der Datenverarbeitung zum Einsatz, wie insbesondere In-Memory Datenbanken, NoSQL und Graph-Datenbanken, Parallelisierung in Clustern durch den MapReduce Ansatz und moderne Verfahren der Datenstromanalyse.

Auch wenn hier einige Begriffe „fließend“ oder auch kontextabhängig sind („konventionelle Hardware“) bzw. sich auf den Entstehungszeitpunkt der Big Data Begrifflichkeit ab etwa 2005 bzw. im engeren Sinne ab 2011 beziehen („neue Methoden“), lassen sich mit dieser Arbeitsdefinition Big Data Fragestellungen gut identifizieren.

⁶ Vgl. [BITKOM, 2014], siehe auch https://de.wikipedia.org/wiki/Big_Data oder <https://www.gi.de/service/in-formatiklexikon/detailansicht/article/big-data.html>

Die Zielsetzungen, die man in Big Data Projekten verfolgt, entsprechen überwiegend denen, die man bereits in den Bereichen Data Mining, Text Mining und Business Intelligence verfolgt hat, nur unter Verwendung der oben erwähnten neuen Technologien zum Umgang mit den genannten „4 V“ – und zusätzlich häufig unter Hinzukommen eines starken (Nah-)Echtzeitaspekts.

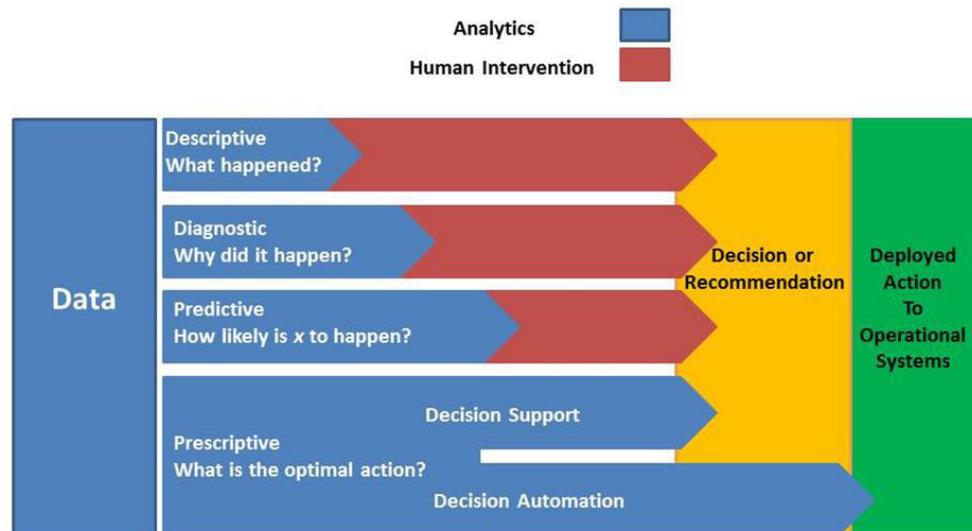


Abbildung G-1: Analytics von der Deskription bis zur Präsription, angelehnt an Gartner

(Quelle: <http://www.sv-europe.com/blog/10-reasons-organisation-ready-prescriptive-analytics/>)

Die grundlegenden Analysefragestellungen sind in Abbildung G-1 gegenübergestellt:

- **Deskriptive** Analysen stellen interessante Zusammenhänge und Abläufe dar und modellieren sie mit geeigneten Methoden.
- **Diagnostische** Analysen leiten die unterliegenden Kausalzusammenhänge ab.
- **Prädiktive** Verfahren erzeugen Prognosen und Vorhersagen aus Modellen und Kausalzusammenhängen.
- **Präsriptive** Verfahren erzeugen aus Beobachtungen, Modellen und Vorhersagen entscheidungsunterstützende oder sogar -automatisierende Algorithmen.

Im weiteren Verlauf fassen wir für die Darstellung von BigGIS die deskriptiven und die diagnostischen Fragestellungen in einer Kategorie zusammen.

Wichtig ist in der Grafik der durch die Aufteilung von roten und blauen Balken dargestellte Zusammenhang zwischen Aufgaben, die i.d.R. menschliche Interaktion erfordern und solchen, die sich automatisch ausführen lassen. In der Literatur zu Big Data werden häufig Systeme vorgestellt, die bspw. unter Zuhilfenahme von Methoden der Erkennung komplexer Ereignisse (Complex Event Processing, CEP) Überwachungs- und Steuerungsprobleme *vollautomatisch* lösen. Dabei sollte man nicht übersehen, dass normalerweise *vor* der Installation eines solchen Systems (in der Grafik weiter unten angesiedelt) erst die sehr viel stärker manuellen Stufen (in der Grafik weiter oben) des Systemverstehens, der Modellbildung und dann der Definition von Ereignismustern stehen.

Wir erweitern nun den Begriff Big Data zum Begriff **Spatial Big Data**, wenn in einem Big Data Problem eine signifikante örtliche oder räumliche Komponente – in den Daten und/oder bei ihren Auswertungen – vorliegt.

Dies umfasst mindestens zwei interessante Sachverhalte:

- Geodaten selber (insbesondere komplexere Geodaten als reine Sachdaten mit assoziierten Punktgeometrien) sind wesentlicher Gegenstand der Betrachtung (z.B. bei der Analyse von Fahrzeugtrajektorien für die Verkehrsplanung und -steuerung oder bei der Analyse von Bewegungsprofilen von Personen für die Panikforschung).
- Sachdaten mit Ortsbezug werden in nichttrivialer Weise räumlich ausgewertet (z.B. langsame Verlagerung bestimmter Wohnmilieus innerhalb einer Stadt, Korrelationsanalysen räumlich auftretender Phänomene, u.ä.).

Die Erfahrungen mit bekannten Anwendungen der „Spatial Intelligence/ Location Intelligence“ zeigen, dass die algorithmische Komplexität räumlicher Analysen häufig eine Größenordnung höher liegt als bei Datenanalysen ohne räumliche Dimension. Daher kann das obige Kriterium für Big Data Anwendungen „effiziente und effektive Verarbeitung ... mit konventionellen Methoden ... auf konventioneller Hardware unmöglich“ hier u.E. auch schon bei niedrigeren Ausprägungen der obigen vier V gegeben sein. Außerdem sei darauf hingewiesen, dass Geodatenanalysen in der Praxis häufig mit hoher Datenheterogenität (*Variety*) und niedriger Datenqualität zu kämpfen haben.

2.2 Bedeutung von Spatial Big Data

Wir gehen davon aus, dass mittelfristig die Menge von Spatial Big Data Anwendungen stark ansteigen wird – weil auch die Menge von dafür nutzbaren Daten stark anwachsen wird. Dies wird durch verschiedene Entwicklungen befördert:

- Immer billigerer und einfacherer Zugang zu (immer detaillierteren) Satellitendaten (vgl. COPERNICUS-Programm der EU oder jüngere Entwicklungen im Bereich Kleinsatelliten bis zu Nanosatelliten).
- Zunehmende Anzahl von Forschungsprojekten, kommerziellen Anbietern und Anwendungsideen im Bereich Fernerkundung durch unbemannte Flugobjekte (UAS).
- Immer preisgünstigere und leistungsfähigere In-situ-Sensorik mit (Nah-)Echtzeit-Datenfernübertragung für verschiedenste umweltrelevante Themen, z.B. im Hochwasserbereich.
- Ebenso zunehmend preisgünstige und leistungsfähigere mobile Sensorik mit (Nah-)Echtzeit-DFÜ, die auf Fahrzeugen montiert (z.B. in der *Precision Agriculture*) oder an Smartphones gekoppelt werden kann.
- Wachsende technische Möglichkeiten, Nutzungsszenarien und Benutzerakzeptanz für die Verfolgung beweglicher Objekte (Fußgänger-Tracking, Fahrzeug-Tracking, Warenverfolgung im Internet-of-Things und mit Industry 4.0 Anwendungen, usw.).
- Nutzergenerierte Geodaten (*Volunteered Geographic Information* aus Ansätzen zur Bürgerbeteiligung (Participatory Sensing, Citizen Observatories), wie z.B. bei privaten Wetterstationen, Open Street Map, Mängelmeldern, Artenfinder etc.
- Georeferenzierte (oder georeferenzierbare) Social-Media Inhalte werden mehr und mehr. Gerade in Business-Anwendungen finden diese große Beachtung, aber auch bspw. in Katastrophenszenarien.

All diese Trends lassen uns vermuten, dass verschiedenartigste Anwendungen von Spatial Big Data in der nahen Zukunft entstehen werden / können, mit Bezug auf Geo- und Umweltdaten z.B. in Themenfeldern wie Smart City Überwachung und Steuerung, Präzisionslandwirtschaft, Verkehrsmanagement, Katastrophenschutz und -rettung, erneuerbare Energien und Smart Grid oder Klimaanpassung.

2.3 Technologien für Spatial Big Data

Zum Zeitpunkt der Antragstellung von BigGIS waren erst sehr wenige Werkzeuge und Initiativen zum Umgang mit Spatial Big Data weit verbreitet. Inzwischen gibt es einige interessante Entwicklungen mehr. Zum Selbststudium für interessierte Leser listen wir einige wichtige Werkzeuge auf, auch wenn sie in unserem Projekt (bisher) nicht genutzt werden:

- [Geomesa](#) – ermöglicht durch verteilte Indexierung die Speicherung, Abfrage und Verarbeitung räumlich-zeitlicher Daten auf verteilten Cloud-Datenbanken wie Accumulo, HBase, Cassandra und Kafka.
- [GeoJinni / Spatial Hadoop](#) – realisiert MapReduce für räumliche Daten, so dass große Mengen räumlicher Daten mit Hadoop cluster-basiert gespeichert und verarbeitet werden können.
- [Geotrellis](#) – unterstützt Hochleistungsverarbeitung für Rasterdaten (inkl. Vektor-zu-Raster Transformationen und umgekehrt) via REST-Dienste oder im Batch-Betrieb.
- [Rasdaman](#) – ist eine hochleistungsfähige Array-Datenbank mit Anwendungen im Rasterdatenmanagement für GIS, aber auch in anderen Anwendungen des Sensordatenmanagements und des Scientific Computing; die Entwickler sind eng mit der OGC Big Data Standardisierung vernetzt.
- [GeoSpark](#) – realisiert eine In-Memory Cluster-Datenbank für große räumliche Datenmengen (Vektordaten) sowie wichtige geometrische Operationen und räumliche Anfragen.

Darüber hinaus bewerben die großen internationalen Software „Komplettsortimentanbieter“ innerhalb ihrer Big Data Stacks auch Geodaten-Operationen, so wie z.B. IBM [Klein et al, 2015], Oracle [Oracle, 2016] und SAP (Spatial-Funktionen von SAP HANA). Ebenso veröffentlichen die großen GIS-Hersteller in jüngster Zeit auch zunehmend ihre Pläne, Big Data Werkzeuge als Geodatenbanken zu verwenden⁷ Dies zeigt zunächst einmal, dass die GIS-Welt und der Big Data Hype sich nicht mehr gegenseitig

⁷ Zum Beispiel Esri mit ArcGIS auf SAP HANA (<http://geospatial-solutions.com/esri-arcgis-to-support-sap-hana-as-enterprise-geodatabase/>) oder Hexagon mit GeoMedia auf SAP HANA (<http://www.hexagongeospatial.com/about-us/news/hexagon-geospatial-releases-software-that-integrates-natively-with-sap-hana>).

ignorieren können / wollen. Inwieweit diese Ansätze alle schon technisch und betriebswirtschaftlich durchdacht und „frei von Kinderkrankheiten“ sind, muss sich noch zeigen.

3 Die Anwendungsszenarien im BigGIS Projekt

3.1 Anwendungsszenario 1: Katastrophenschutz

Untersucht wird die Entscheidungsunterstützung bei komplexen Schadenslagen am Beispiel von Schadgas-Situationen. Es wird beispielhaft die Ausbreitung einer Schadgaswolke betrachtet, wie sie z.B. bei einem Brand in einer chemischen Fabrik entstehen könnte. Ähnliche Fragestellungen tauchen aber natürlich in vielerlei Katastrophenszenarien auf, z.B. bei Hochwasser, Waldbränden, Chemie-Unfällen oder Terroranschlägen. Ziel ist es, dass Einsatzkräfte innerhalb von 15 Minuten nach Eintreffen vor Ort ein möglichst genaues und umfassendes Schadensbild haben, das auch kontinuierlich aktualisiert wird.

Dazu wird unter Federführung des Projektpartners EFTAS der Ansatz des *Micro Rapid Mapping* entwickelt: Dafür wird ein Mikro-Flugroboter (AiD-MC8 Octocopter) mit einer RGB-Kamera, einer Thermalkamera, einer Hyperspektral-Kamera und einem RTK GPS ausgestattet. Die durch Aufklärungsflüge erhaltenen Fernerkundungsdaten sollen dann mit offiziellen topographischen Karten und Katasterdaten abgeglichen und ergänzt werden, insbesondere z.B. um Daten über kritische Infrastrukturen, gefährdete Bevölkerung, Naturschutzgebiete, Wasserschutzgebiete usw. Später könnte diese Information zur Komplettierung und Aktualisierung des Lagebilds ergänzt werden durch In-situ-Sensorik (z.B. der Feuerwehr) und durch nutzererzeugte Inhalte bzw. Social Media Inhalte, sofern sich betroffene Bürger mit Internetverbindung im gefährdeten Gebiet aufhalten.

Die dominante Big Data Dimension ist hier eindeutig **Volume**, wenn man bedenkt, dass eine 10-minütige Befliegung durch den RGB Videostream mit Full-HD-50 Daten schon etwa 175 GB Rohdaten und durch die Hyperspektral-Kamera mit 5 Cubes/sec und 125 Spektralkanälen etwa 520 GB Rohdaten liefert. Da diese großen Datenvolumina aber möglichst schnell für die Analyse ausgewählt und ausgewertet werden müssen, kann man das Problem auch als spezifische Ausprägung der Dimension **Velocity** verstehen. Weiterhin ergeben sich durch Integration zusätzlicher

Daten (Bestandsdaten, In-situ-Sensorik, Social Media Daten) wachsende Herausforderungen mit **Variety** und auch mit **Veracity**.

Als Analyse-Fragestellungen können/sollen untersucht werden:

- **Deskriptiv:** Zusammenführung von Beobachtungsdaten und Bestandsdaten; Kombination der verfügbaren Daten und Informationen in ein konsistentes Lagebild; Analyse und Visualisierung der aktuellen Gefährdungssituation.
- **Prädiktiv:** Vorhersage möglicher zukünftiger Szenarien zur Ausbreitung des Schadstoffs in Abhängigkeit von geographischen Gegebenheiten und Wetterbedingungen.

Präskriptiv: Planung des effizienten Einsatzes von Sensorik, um einen größtmöglichen Informationsgewinn für die deskriptiven und prädiktiven Verfahren zu erzielen (Befliegungen, In-situ-Sensorik oder gezielte Anfragen an Helfer).

3.2 Anwendungsszenario 2: Umweltmonitoring

Im von der LUBW koordinierten Anwendungsszenario Umweltmonitoring werden **invasive Spezies** (Tier- oder Pflanzenarten) betrachtet, die zum Teil erhebliche Gesundheitsprobleme für die Bevölkerung (wie Allergien), ökologische (Verdrängen einheimischer Arten) oder ökonomische Schäden (Schäden an Früchten und Nutzpflanzen) verursachen (wie z.B. Eichen-Prozessionsspinner, Asiatische Tigermücke und Beifußblättrige Ambrosie). Im Projekt wird beispielhaft die **Kirschessigfliege** betrachtet (*drosophila suzukii*), welche vor etwa 10 Jahren aus Asien über Amerika nach Europa eingeschleppt wurde und in Deutschland seit 2011 eine ernsthafte Gefährdung für den Wein- und den Obstbau darstellt. Sie befällt alle weichschaligen Früchte wie z.B. Süßkirschen, Erdbeeren, Brombeeren, Himbeeren, Johannisbeeren, Heidelbeeren, Pfirsiche sowie Kelter- und Tafeltrauben und hat in einigen Gebieten bereits große Ernteauffälle bewirkt. Die Kirschessigfliege hat sehr kurze Fortpflanzungszyklen: sie benötigt nur 12 bis 14 Tage bis zur nächsten Generation und kann bis zu 13 Generationen pro Jahr aufweisen. Die Kirschessigfliege befällt unterschiedliche Früchte in verschiedenen Phasen des Jahres, sie nutzt Rückzugs- und Überwinterungsräume zwischen den Befallphasen der Obstkulturen.

Ziel im Projekt ist es, die Verteilungsmuster in Abhängigkeit von Vegetation, Wetter und ggf. anderer relevanter Parameter (Landnutzung, Topologie, Gegenmaßnahmen)

zu beschreiben, verstehen und vorherzusagen. Als Datenbasis zur Verbreitung dienen zunächst offizielle Daten der Verwaltung (Fallenfunde) – aktuell und historisch. Hinzu kommen Geobasisdaten, (möglichst hochaufgelöste) Landnutzungs- und Landbeckungsdaten (idealerweise sollten z.B. für Wälder und Obstplantagen die vorhandenen Baumarten bekannt sein) sowie (ebenfalls möglichst hoch aufgelöste) Wetterbeobachtungen und -vorhersagen. In Zukunft sind auch nutzergenerierte Daten vorstellbar (wenn bspw. Landwirte auch unabhängig von offiziellen Fallenfunden lokale Sichtungen melden oder wenn Bürger ehrenamtlich Sichtungen melden).

Die dominante Big Data Dimension ist in diesem Szenario **Variety**. Mit Ausnahme von Wetterdaten, die auch große Datenmengen repräsentieren können, ist die Datenlage sogar im ersten Ansatz sehr viel *dünn*er als man sich das wünschen würde.

Als Analyse-Fragestellungen können/sollen untersucht werden:

- **Deskriptiv**: Interpolation und Visualisierung der historischen Entwicklungen des Auftretens der invasiven Art (räumlich-zeitliche Muster), idealerweise korreliert mit möglichen erklärenden Faktoren.
- **Prädiktiv**: Vorhersage des Auftretens (Ausbreitungsprognosen, räumlich und zeitlich, sowie Kausalanalyse zu den Treibern der Ausbreitung).
- **Präskriptiv**: Planung des Einsatzes von semi-stationärer und/oder mobiler Sensorik zur Detektion von Schädlingen; effiziente Einsatzplanung von Teams/ Geräten zur Schädlingsbekämpfung (je nach betrachteter Art, z.B. manuelles Zerstören der Laichmöglichkeiten, Ausreißen der Pflanzen, Köderfallen, Insektizide etc.).

3.3 Anwendungsszenario 3: Smart City und Gesundheit

Ein immer wichtiger werdender Anwendungsbereich für GIS ist das Verstehen und Verbessern der Strukturen, Abläufe, und Zusammenhänge in Städten, mit dem Ziel, das Leben und die Gesundheit der Bürger zu verbessern. Konkret wird das urbane Mikroklima und seine Wirkung auf den Menschen beeinflusst von Faktoren wie Klima und Wetter (Temperatur, Wind, Luftfeuchtigkeit, direkte Sonneneinstrahlung, Regen), Luft (Feinstaub, Ozonwerte, Stickoxide, ...), Lärm, Pollen und anderen allergenen Stoffen, der Landnutzung und -bedeckung, der Verteilung von städtischem Grün und Bäumen und der Architektur (Belüftungskorridore in der Bebauung, Beschattungseffekte, Speicherfunktion für Wärme, ...).

Im Projekt wird ein Fokus auf die Temperatur gelegt und sog. *Urban Heat Islands* betrachtet. Gemäß Gesundheitsberichterstattung des Bundes sterben jedes Jahr zahlreiche Menschen an den Folgen von Hitze. Karlsruhe, als eine der wärmsten Städte in Deutschland, bildet hierbei zudem mehrere noch stärker ausgeprägte Hitzeinseln aus, bei denen die Temperatur um mehrere Grade höher sein kann als nur wenige hundert Meter entfernt. Aufgrund der geringen Dichte an Messstationen existieren jedoch bisher keine Modelle, die eine Analyse der Hitze- und Temperaturbelastungen für einzelne Wohnviertel oder gar für Straßenzüge oder bestimmte Plätze ermöglichen. Aufgrund einer erwarteten weiteren Erwärmung wäre ein besseres Verständnis für die Abhängigkeiten von der Geo-Position aber zwingend notwendig.

In BigGIS sollen historische Zeitreihen von Temperaturmessungen in Karlsruhe kombiniert werden mit Infrarot-Satellitenaufnahmen, welche die (Oberflächen-) Temperaturen allerdings lediglich in einer Granularität von mehreren hundert Metern in Frequenzen von einigen Wochen ermitteln können. Mit Hilfe dieser Daten, sowie (unzuverlässigen) von Bürgern gemeldeten Daten soll ein feingranulareres Temperaturmodell erstellt werden, welches von den Temperaturen an den Messstationen auf die restlichen Positionen im Stadtgebiet schließen lässt. Danach sollen Modelle entwickelt werden, die auf Basis von Wetter und beispielsweise Windprognosen für die Stadt Karlsruhe feingranulare innerstädtische Temperaturvorhersagen ermöglichen. Über Messfahrten zur Ermittlung von tatsächlichen Temperaturen sollen die Ergebnisse der Approximationen und Prognosen dann verifiziert werden, um Aussagen zur Modellgüte ableiten zu können und die Modelle zu kalibrieren. Da mobile Messungen und Messfahrten Kosten verursachen, sind die Messfahrten so zu planen, dass ein maximaler Informationsgewinn für die Modellierung erreicht werden kann.

Datenquellen außer den oben genannten können 3D-Stadmodelle sein, Daten privater Wetterstationen sowie Befliegungsdaten mit einem Thermalscan. Die dominante Big Data Dimension ist hier zunächst *Variety*, bei zunehmender Nutzung privat bereitgestellter Daten auch *Veracity*.

Als Analyse-Fragestellungen können/sollen untersucht werden:

- **Deskriptiv:** Interpolation bzw. Approximation und Visualisierung der Hitzebelastung aus grobgranularen, unvollständigen und teilweise unzuverlässigen Daten.
- **Prädiktiv:** Feinkörnige Vorhersage innerstädtischer Hitzebelastung.

- **Präskriptiv:** Planung von Messstationen und Messfahrten mit maximalem Informationsgewinn.

4 Software-Architektur für Spatial Big Data

Im bisherigen Projektverlauf lag der Schwerpunkt der Arbeiten auf einer genauen Analyse der Anwendungsszenarien und der entsprechenden Datenbeschaffung, auf Vor- und Zuarbeiten, der Schaffung der Basisinfrastruktur und auf punktuellen algorithmischen Überlegungen zu Visualisierungs- und Analyseverfahren. Eine einheitliche Projektarchitektur wurde noch nicht entwickelt, zumal die drei Anwendungsszenarien aus Big Data Sicht auch so unterschiedlich gelagert sind, dass noch nicht klar ist, ob eine einheitliche, umfassende Software-Lösung für alle drei Anwendungen sinnvoll ist. Trotzdem sind im Verlauf der Projektarbeiten einige Beobachtungen und Einsichten entstanden, die wir anhand der in Abbildung G-2 gezeigten, noch unvollständigen Illustration der Verarbeitungsideen in BigGIS erläutern.

- (1) Als Basis-Framework zur Installation und Verteilung der Projektentwicklungen und zur betriebssystemunabhängigen, skalierbaren Ressourcenbereitstellung hat sich **Docker**⁸ als sehr interessante Lösung herausgestellt.
- (2) Grundsätzlich sollte man angesichts vieler schöner Marketing-Demos von Stand-alone Big Data Applikationen nicht übersehen, dass man sich im Bereich der Geo- und Umweltdaten sehr häufig innerhalb oder im Kontext von existierenden Softwarelandschaften (Geodateninfrastrukturen, GDI) der öffentlichen Verwaltung bewegt, die man nicht einfach durch neue Ansätze wird *ersetzen* können, sondern durch Spatial Big Data Lösungen *ergänzt* werden sollen, zu diesen also interoperabel sein müssen. Hier spielen bewährte (und ggf. weiter zu entwickelnde) **Standards** (insbesondere des **OGC**) eine große Rolle.⁹ Für eine Spatial Big Data Software-Lösung sind sowohl auf Seite der Datenquellen entsprechende Schnittstellen zu schaffen (z.B. auf der Basis des OGC Sensor-Observation-Service für Sensordatenströme¹⁰ oder mithilfe der OGC SensorThings API¹¹ für die

⁸ [https://de.wikipedia.org/wiki/Docker_\(Software\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Docker_(Software)) und <https://www.docker.com/>

⁹ Vgl. <http://www.opengeospatial.org/projects/groups/bigdatadwg> und http://external.opengeospatial.org/twiki_public/BigDataDwg/

¹⁰ <http://docs.opengeospatial.org/wp/07-165r1/>

¹¹ https://en.wikipedia.org/wiki/SensorThings_API

Einbindung von IoT-Datenströmen) als auch auf der Seite der Bereitstellung von Berechnungsergebnissen durch entsprechende standardkonforme Schnittstellen (hier gewährleistet durch die Einbindung von Disy Cadenza¹², das die verschiedenen OGC Schnittstellen unterstützt).

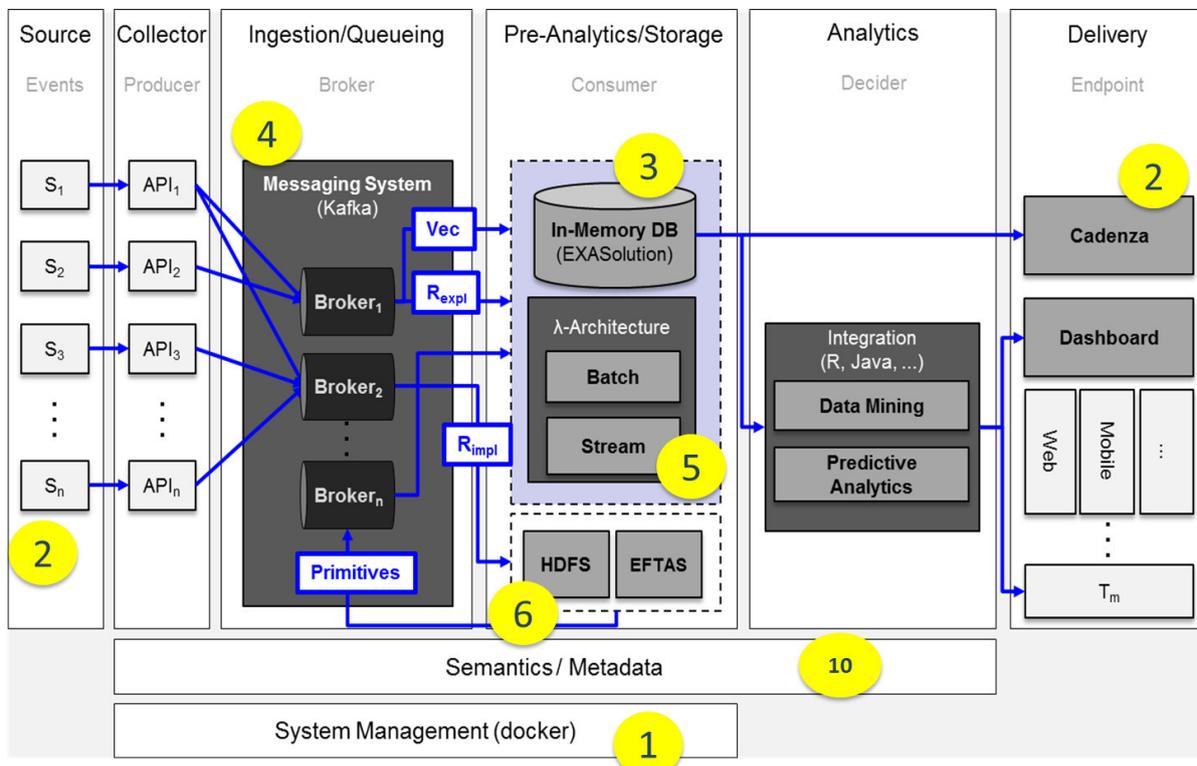


Abbildung G-2: Initiale Stufen-Architektur für (große) Geodaten(ströme)

- (3) Eine weitere „einfache“ Erkenntnis ist die, dass gerade für kompliziertere Vektor-datenverarbeitungen die Performanz moderner **In-Memory-Datenbanken** definitiv ein Gewinn sein kann. Disy hat hier bisher überwiegend mit kommerziellen Produkten gearbeitet (EXASolution, SAP HANA, Oracle Spatial and Graph). Alle bieten bereits ähnliche „Standardfunktionalitäten“ für die Geodatenverarbeitung an, teilweise noch mit „Kinderkrankheiten“, aber in ständiger Verbesserung und mit sehr guten Performanzwerten. Diese Produkte können ohne Zweifel auch problemlos in existierende GDlen integriert werden. Eine interessante Option ist hier auch, dass meist die Möglichkeit gegeben ist, **R-Skripte** eng mit der Datenbanklösung zu verzahnen.

¹² <http://www.disy.net/produkte/cadenza.html>

- (4) Zum Integrieren und Verteilen von Eingangsdaten bietet sich das Message Brokering System Apache **Kafka**¹³ als de-facto Standard an, das sowohl mit sehr großen Datenmengen als auch sehr hoher Datenfrequenz umgehen kann.
- (5) Die Datenstromverarbeitung und verschiedene Lernalgorithmen werden voraussichtlich auf Apache **Spark**¹⁴ basieren, das eine Cluster-basierte Parallelisierung von Algorithmen zur Big Data Analyse darstellt.
- (6) Für die Massendatenspeicherung und Batch-Verarbeitungen wird voraussichtlich auf das Apache Hadoop Distributed File System (**HDFS**) sowie proprietäre Lösungen von EFTAS für die Rohdaten aus der Fernerkundung zurückgegriffen.
- (7) Auch über (6) hinausgehend (und in der Abbildung noch nicht dargestellt), spielen ohne Zweifel **Rohdaten aus der Fernerkundung** eine besondere Rolle. Nicht nur, dass sie in unseren bisherigen Szenario-Analysen die einzige Quelle für tatsächlich sehr signifikante *Datenvolumina* darstellen. Es ist auch so, dass Rohdaten zwar eventuell für spätere Neu-/Nachuntersuchungen gespeichert werden sollten, aber normalerweise nicht *per se* von Interesse sind, sondern nur nach mehr oder weniger komplexen Interpretationsprozessen, bis hin zur semantischen Objekterkennung (Bildanalyse aus Raster- zu interpretierten Vektordaten). Dies wird im Bild dadurch angedeutet, dass einerseits Rasterdaten (**R**) und andererseits Vektordaten (**Vec**) fließen, wobei die Rasterdaten noch weitgehend uninterpretiert sein können (die gefragte Information also noch implizit enthalten ist - **R_{impl}**) oder aber bereits das Ergebnis einer Klassifikation / Analyse sein können (so dass die gefragte Information schon explizit im Rasterbild dargestellt ist - **R_{expl}**). Die selben Rohdaten können auch mit verschiedenen Algorithmen nach verschiedenen Merkmalen untersucht werden, so dass die späteren Verarbeitungsschritte den früheren Interpretationsschritten mitteilen müssen, mittels welcher **Primitive** die gefragte Information repräsentiert werden soll. Es ist außerdem zu überlegen, ob nicht für Fernerkundungsrohdaten neben den üblichen Datenpfaden eine spezielle „Abkürzung“ (an den üblichen Daten-Einlagerungsprozessen vorbei) erforderlich ist und ob man *überhaupt* alle Rohdaten in die Big Data Plattform überführen will und kann. Wenn bspw. in einem Notfallszenario eine gewisse Nah-Echtzeit

¹³ <http://kafka.apache.org/> und https://en.wikipedia.org/wiki/Apache_Kafka

¹⁴ <http://spark.apache.org/> und https://de.wikipedia.org/wiki/Apache_Spark

Funktionalität unerlässlich ist und daher aus einem UAS durch einen Downlink die Daten *während des Fluges* direkt per Funk übertragen werden sollen, kann es durchaus vorkommen, dass die Datenübertragung langsamer ist als die Datenerzeugung. In diesem Fall muss untersucht werden, ob nicht schon im UAS eine Vorselektion oder sogar schon eine Vorinterpretation durchgeführt wird, so dass nur noch vermutlich relevante oder bereits voranalyisierte Daten ins Back-End System übertragen werden.

- (8) Was ebenfalls in der Grafik noch nicht dargestellt wird: in realen komplexeren Anwendungsszenarios wird man auch **interaktivere Aufgaben** bearbeiten müssen, bei denen der Anwender manuell mit Daten und Algorithmen arbeitet (vgl. Abbildung G-1), sich bestimmte Datenselektionen oder -sichten für die weitere Verarbeitung definiert, ggf. ganze Workflows für die Datenverarbeitung konfiguriert usw. – wie das aus dem Data Mining schon lange bekannt ist. Dieses Element des benutzerfreundlichen Umgangs mit Big Data Algorithmen und Datenpools wird leicht übersehen, weil die sichtbareren Big Data Anwendungen häufig im Bereich der Vollautomatisierung angesiedelt sind und durch reine unidirektionale Pipeline-Architekturen realisiert werden können. Dennoch ist hier noch einiges an Entwicklungsarbeit für praxistaugliche Werkzeuge zu leisten. In der Grafik wird dies dadurch angedeutet, dass auf der Delivery-Seite (beim Endanwender) das Cadenza-Tool dargestellt ist, das dem Data Analyst / Data Scientist Werkzeuge und Benutzungsoberflächen für die Datenanalyse zur Verfügung stellen soll. Wenn man die Software-Architektur dahingehend komplettiert, ergeben sich daraus insbesondere **Feedback-Schleifen**, weil u.U. Ergebnisse oder Zwischenergebnisse von Berechnungen (ggf. mit Metadaten zu ihrer Erzeugung) wieder in die Datenpools zurückgespeist werden müssen.
- (9) Eine weitere allgemeine Bemerkung, die in der Grafik schwer an einem Punkt zu verorten ist: In marketing-orientierten Publikationen zu Big Data wird leicht der Eindruck vermittelt, die neuen Technologien würden allein aufgrund der schiereren Datenmenge in Verbindung mit intelligenten Algorithmen die (aufwändigen) ETL-Prozesse des klassischen Data Warehousing unnötig machen. Tatsächlich ist es häufig aber nur so, dass man zur schnellen Verarbeitung der großen Datenmengen zunächst einmal alle verfügbaren Daten erfasst und dann erst später im Batch-Betrieb syntaktische, semantische oder qualitätssichernde Transformationen

durchführt. Aus ETL wird also **ELT**. Gerade im Geodatenbereich, wo semantische Heterogenitäten oft noch stärker hervortreten als in anderen Domänen und wo schon eine unterschiedliche räumliche oder zeitliche Auflösung von Datenreihen diese unvergleichbar werden lassen kann, gehen wir davon aus, dass sich Transformationsprozesse in aller Regel nicht komplett vermeiden lassen. Da außerdem in unseren vorliegenden Szenarioanalysen die deutlich dominante Problemdimension *Variety* ist (und nicht *Volume*), ist auch vorstellbar, dass einige „T-Prozesse“ des ETL/ELT schon früh in der Pipeline und eventuell auch als Teil der Datenstromverarbeitung möglich oder sogar notwendig sind.

- (10) Geht man davon aus, dass wie bereits mehrfach gesagt, *Variety* die wichtigste Big Data Dimension in unseren Szenarien darstellt und daher komplexe ELT-Prozesse nicht zu vermeiden sind, stellt sich die Frage, ob nicht zumindest die Konfiguration dieser ELT-Prozesse teil- oder vollautomatisiert werden kann. Hierfür sollen im Projekt wissensbasierte Methoden auf der Basis **semantischer Metadaten** genutzt werden. Diese können beschreiben, welche Algorithmen für welche Datencharakteristika geeignet sind, wie gewisse Datenpools entstanden sind, wie gewisse Daten hinsichtlich ihrer Zuverlässigkeit einzuschätzen sind usw.

5 Zusammenfassung

Wir haben die Motivation, Struktur, wesentliche Grundlagen und die Zielsetzungen des BigGIS-Projekts dargestellt. Dabei wurden die Datengrundlagen und die deskriptiven, prädiktiven und präskriptiven Analysefragestellungen der drei Anwendungsszenarien Katastrophenschutz, Umweltmonitoring und Smart City und Gesundheit vorgestellt. Dominante Big Data Dimension ist immer *Variety*; *Volumen* und *Velocity* können durch die Einbindung von Methoden der Fernerkundung hinzukommen, *Veracity* durch die Verwendung nutzergenerierter Daten. Erste Überlegungen zu einer Software-Architektur für das Projekt bauen auf die Frameworks Docker, Kafka und Spark, haben im Kern die In-Memory Datenbank von Exasol, erweitert um R-Skripte, sowie HDFS für die Massendatenspeicherung. Spezifische Fragestellungen, denen man sich im Projekt widmet, sind unter anderem die effiziente Behandlung von Fernerkundungsrohdaten und -interpretationsprozessen sowie die Verwendung semantischer Metadaten für komplexe Transformationsprozesse und effektive Benutzerinteraktion. Gerade auch

angesichts der *Variety* und *Veracity* Fragestellungen in unseren Anwendungsfällen sehen wir eine große Herausforderung im Überbrücken der Lücke zwischen komplexer Datenlage, vielfältigen Algorithmen und problemspezifischen, endanwendertauglichen Benutzungsoberflächen. Außerdem liegt ein Schwerpunkt der konkreten Projektarbeiten auf algorithmischen Fragestellungen bei den deskriptiven, prädiktiven und präskriptiven Aufgaben in den jeweiligen Szenarien.

Danksagung. Teile der Texte, Bilder und Darstellungen gehen auf verschiedene Partner im BigGIS-Projektkonsortium zurück. BigGIS (<http://biggis-project.eu/>) wird finanziell unterstützt vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unter den Förderkennzeichen 01IS14012A bis 01IS14012G. Weitere Unterstützung findet das Projekt bei seinen assoziierten Partnern, insbesondere der Stadt Karlsruhe sowie beim Staatlichen Weinbauinstitut Freiburg, das für die Forschungen zur Kirschessigfliege seine Daten beisteuert.

6 Literaturverzeichnis

[BITKOM, 2014]

BITKOM-Arbeitskreis Big Data: Big-Data-Technologien – Wissen für Entscheider. Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V., Berlin, 2014. URL: <https://www.bitkom.org/Bitkom/Publikationen/Big-Data-Technologien-Wissen-fuer-Entscheider.html> . (Letzter Zugriff: 03.08.2016)

[Klein et al, 2014]

L.J. Klein, F.J. Marianno, C.M. Albrecht, M. Freitag, S. Lu, N. Hinds, X. Shao, S. Bermudez Rodriguez, H.F. Hamann: PAIRS: A scalable geo-spatial data analytics platform. In: BIG DATA '15 - Proceedings of the 2015 IEEE International Conference on Big Data, p. 1290-1298, IEEE Computer Society, Washington DC, USA, 2015.

[Oracle, 2016]

Oracle Inc.: Oracle Big Data Spatial and Graph. Oracle Data Sheet. URL: <http://download.oracle.com/otndocs/products/bigdata-spatialandgraph/bdsg-data-sheet.pdf> . Siehe auch: <http://docs.oracle.com/bigdata/bda45/index.htm> . Oracle Inc., 2016. (Letzter Zugriff: 03.08.2016)

Entwurfsmuster in Android-Apps am Beispiel von Apps für die Forstwirtschaft

Christine Müller, Inforst UG (haftungsbeschränkt), mueller@inforst.de

Abstract

It is easy to develop an Android-App and even beginners in programming can create an Android-App fast. Therefore, the question arises, it is worth spending time on design and architecture of such lightweight programs. But the frequency with which new Android versions are released and the changing demands of the users makes it just as necessary for apps to be flexible and extendable. Inforst develops apps for forestry that run completely offline. They are just as complex as desktop applications which meet the same tasks of collection, storage and exchange of timber data. The price for apps is far below the price for comparable desktop applications though. This puts even higher pressure on developers to develop reusable software components and reduce the costs for testing and refactoring. To fulfill these demands the use of Design Patterns can be helpful as is shown in this article at the example of the app “WaldFliege”¹⁵ used to collect timber data.

Zusammenfassung

Der Entwicklung von Android-Apps für Smartphones und Tablets unter Verwendung des Android-Frameworks ist leicht zu erlernen. Lauffähige Anwendungen können relativ schnell entwickelt werden. Da stellt sich die Frage, ob Überlegungen zur Architektur und Entwurf überhaupt eine Rolle spielen. In Hinblick auf die kurze Lebensdauer von Android-Versionen und die wandelnden Ansprüche der Nutzer ist es jedoch für jede App notwendig, wartbar und erweiterbar zu sein. Inforst entwickelt komplett offline

¹⁵ <http://www.inforst.de/de/apps/waldfliege/waldfliege-information.html>

laufende Apps für die Forstwirtschaft. Diese unterscheiden sich in ihrer Komplexität nicht von Desktop-Applikationen mit den gleichen Aufgaben der Holzdatenaufnahmen, -verwaltung und -weitergabe. Die Zahlungsbereitschaft für Apps liegt aber weit unter der für Desktopanwendungen. Umso bedeutender ist es wiederverwertbare App-Bausteine zu entwickeln und den Aufwand für Erweiterungen und Tests so gering wie möglich zu halten. Dabei können die klassischen Entwurfsmuster der objektorientierten Softwareentwicklung eine Hilfe sein. Dies wird in diesem Beitrag anhand der Holzaufnahme-App „WaldFliege“ gezeigt.

1 Rahmenbedingungen für die Softwareentwicklung in der Forstwirtschaft

Die Forstwirtschaft ist eine traditionelle Branche, in der regionale Besonderheiten und überlieferte Geschäftsabläufe eine wichtige Rolle spielen. Die Holzproduktion entzieht sich aus verschiedenen Gründen der in der Industrie verbreiteten Normierung.

Gründe für fehlende Normierung in der Forstwirtschaft nach [OESTEN2001] sind:

- Lange Produktionszeiträume (< 60 Jahre)
- Starke Abhängigkeit vom natürlichen Standort („Das eiserne Gesetz des Örtlichen“)
- Kuppelproduktion: Das Fällen eines Baumes erzeugt mehrere Produkte (z.B. Stammholz und Industrieholz aus der Krone)

Daher verwenden unterschiedliche Betriebe verschiedene Begriffe für dasselbe Objekt (z.B. Kiefer oder Föhre). Neben natürlichen regionalen Unterschieden ergeben sich aufgrund der Einkaufsbereiche der europäischen Großsägewerke unterschiedliche Marktverhältnisse, die zum Teil dazu führen können, dass große Kunden die Geschäftsabläufe stark beeinflussen. Daneben kommt es aufgrund der großen Vielfalt von Forstbetrieben hinsichtlich Betriebsgröße, Eigentumsart und Rechtsform zu unterschiedlichen Geschäftsabläufen [OESTEN2001]. Ein Versuch der Normierung des Rohholzhandels ist die Rahmenvereinbarung für den Rohholzhandel in Deutschland [RVR 2014]. Sie dient als Grundlage für die Geschäftslogik und die Defaulteinstellungen der „WaldFliege“. Da sie jedoch nicht überall umgesetzt wird, sind die Werte änderbar. Insgesamt gibt es also nur wenig Fakten, die Entwickler von Forstsoftware als allgemein gegeben annehmen können. Daneben gibt es eine Reihe

von Datengebilden, die in einer Region oder einem Betrieb als statisch angenommen werden können. Diese kann der Anwender der „WaldFliege“ einmal eingeben und dann immer so verwenden. Die Vielzahl von Produkten und Geschäftsabläufen führt dazu, dass Forstsoftware einen hohen Grad an Komplexität hat. Dabei wird der Anteil einer Software für das Erreichen des Betriebsergebnisses als gering eingeschätzt. [LEMM 2002]. Dementsprechend sind Forstbetriebe weniger bereit in Softwareprodukte oder die Entwicklung von individueller Software zu investieren.

1.1 Geschäftsabläufe: Forstbetriebsgemeinschaft versus mittlerer Privatwaldbetrieb

Als Beispiel für die unterschiedlichen Anforderungen an die Funktionsweise eine „WaldFliege“ vergleichen wir eine Forstbetriebsgemeinschaft (nachfolgend FBG genannt) mit einem mittleren Privatwaldbetrieb.

Bedingungen Holzaufnahme in einer FBG:

- Bis zu mehrere tausend Waldbesitzer
- Erstaufnahme durch viele, nicht forstlich ausgebildete Waldbesitzer
- Überprüfung durch Mitarbeiter der FBG
- Weiterleiten an Kunden/Spediteure

Dadurch, dass die Holzaufnahme nicht immer durch Fachleute vorgenommen wird, muss das Formular für die Holzaufnahme sehr viel robuster gestaltet werden. Es werden mehr Plausibilitätsprüfungen notwendig und der Nutzer darf nicht so viele Freiheiten haben, die aufgrund von mangelndem Wissen zu Fehlern führen können. Außerdem darf jedes Mitglied der FBG nur auf seine eigenen Daten Zugriff haben. Die Mitarbeiter der FBG brauchen jedoch Zugriff auf alle Daten innerhalb der FBG. Die Zuordnung des Holzes zu einem bestimmten Waldbesitzer ist von entscheidender Bedeutung. Die Kunden oder Spediteure dürfen jedoch nur bestimmte Informationen einsehen. Demgegenüber stehen die Anforderungen eines Privatwaldbetriebs, der um die langfristige Entwicklung seiner Bestände zu überprüfen eine Zuordnung des Holzes zum Bestand bzw. zur Abteilung benötigt.

Die Bedingungen für die Holzaufnahme in einem mittleren Privatwaldbetrieb sind:

- 1-5 Waldbesitzer, aber Unterscheidung in Abteilungen
- Holzaufnahme durch Fachpersonal (1-5 Personen)
- Überprüfung durch Mitarbeiter der FBG
- Weiterleiten an Kunden/Spediteure

1.2 Holzaufnahme und Holzdatenverarbeitung - Methoden

Zu den wenigen als allgemein angenommenen Voraussetzungen für die Holzaufnahme App gehört die hierarchische Ordnung der Holzdaten. Ein Hieb kann mehrere Lose haben, die aus mehreren Poltern (aufeinander liegende Holzstämme) bestehen können. Je nach Holzaufnahmeverfahren befinden sich auf der Ebene darunter Einzelstammaufnahmen, Sektionsmaße, Strichprobenaufnahmen oder Schätzmaße. Strenggenommen bildet eine Ansammlung von Einzelstämmen nicht unbedingt einen Polter, weil die Stämme auch nebeneinander liegen können. Von der Anwendungslogik her ist das jedoch ohne Bedeutung, denn auch für eine Ansammlung nebeneinander liegender Stämme ist die Angabe eines Waldortes über GPS-Daten erforderlich, um die Abfuhr zu organisieren (s. Abbildung H-1).

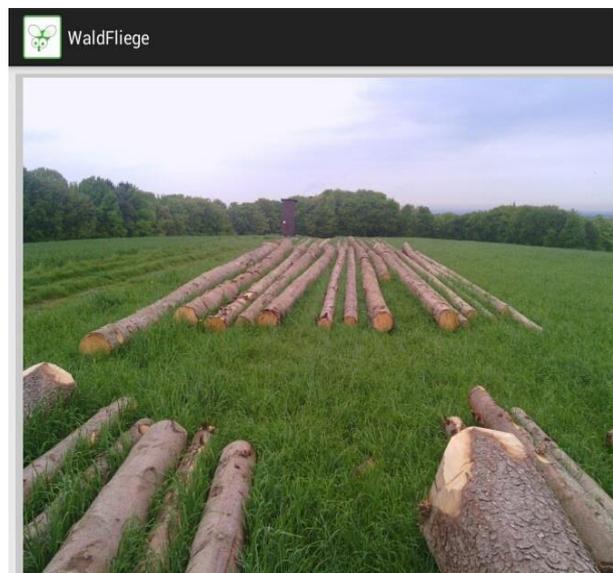


Abbildung H-1: Ansammlung von Einzelstämmen (Foto in der „WaldFliege“), in der Realwelt kein „Polter“ in der Logik der App schon

1.2.1 Einzelstammaufnahme

Bei jedem Stamm werden Länge und Durchmesser gemessen. Das Volumen errechnet sich aus der Formel: $V = (\pi/4) * d^2 * L$ (Hubersche Formel), wobei d der Durchmesser

in Meter auf zwei Nachkommastellen genau ist und L die Länge in Metern. Eine Besonderheit bei der Einzelstammaufnahme ist der Klammerstamm, bei dem ein Stamm in zwei Abschnitte mit unterschiedlichen Güteklassen aufgeteilt wird. Dadurch kann die Zahl der Einzelstämme die Zahl der Stämme überschreiten. Der Zusammenhang zwischen den Klammerstammstücken darf bei der Datenverarbeitung nicht verloren gehen.

1.2.2 Sektionsraummaß

Aus den Messgrößen Länge, Höhe und Tiefe des Polters, reduziert um das Raumübermaß (im Regelfall 4%), wird das Raummaß in Raummeter in Rinde ermittelt. Dafür wird der Polter in gleichmäßige Sektionen aufgeteilt und in der Mitte der Sektionen über Höhenmessungen die mittlere Polterhöhe bestimmt. Ungleichmäßige Polter werden dabei in mehrere Teile aufgeteilt (siehe Abbildung H-2).

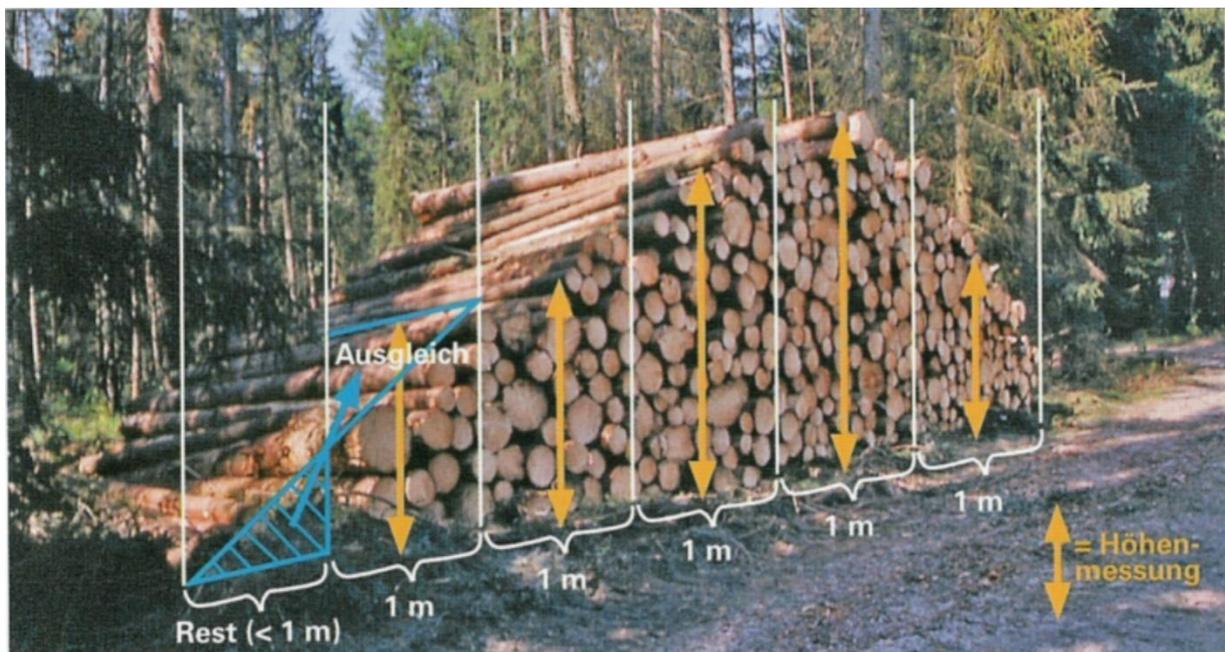


Abbildung H-2: Sektionsverfahren

Bildquelle: Amt für Landwirtschaft und Forsten Landau an der Isar

Die Herausforderung besteht darin, mit Messlatte und Sprühdose in der Hand, die Werte ins Android-Gerät einzugeben. Daher wurde dieses Formular so konzipiert, dass es nur mit einer Hand bedient werden kann (siehe Abbildung H-3).

WaldFliege

001/1001 Poltrnr. 6

12,35 12; 12,7;

Länge [m] - 12,7 +

4 4;

Tiefe [m] - 4 +

1,94 2,07; 1,98;

Höhe [m] ↺ - 1,98 +

benötigte Höhen:6 eingegebene Höhen:2

Übermaß: 4 % weiteres Polterteil

PA1 = 95,84rm

Volumen: 95,84 rm fertig

Abbildung H-3: Einhändig bedienbares Eingabeformular der „WaldFliege“ für das Sektionsverfahren

1.2.3 Stichprobenaufnahme

Die Stichprobenaufnahme erfolgt nach dem Stirnflächenverfahren (siehe Abbildung H-4). Dies besagt, dass anstatt jeden Einzelstamm zu messen nur von einem bestimmten Anteil der Stämme (in der Regel 25%) der Durchmesser bestimmt wird. Dafür wird entweder vor bzw., während des Polterns der Mittendurchmesser aufgenommen oder nach dem Poltern vorne und hinten die Stirnflächendurchmesser. Die Güte der gemessenen Stämme wird festgehalten. Da es sich in der Regel um Fixlängen handelt, ist die Länge bekannt. Anhand der Stichprobe wird die Güteklassen und Stärkeklassenverteilung des Polters bestimmt. Man errechnet den Volumenmittelstamm und kann so nach Zählen der Stämme auf den Gesamtpolter hochrechnen.

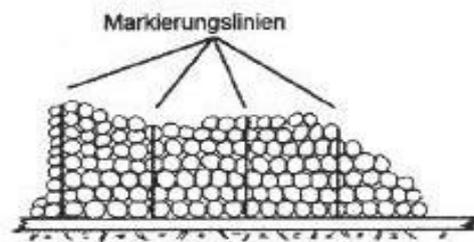


Abb. 1: Stichprobenauswahl

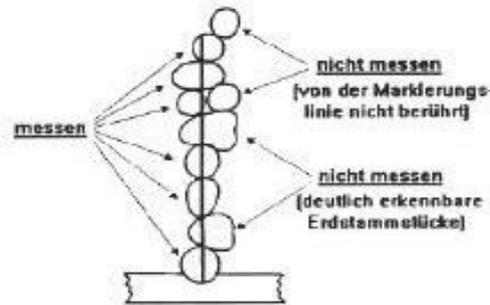


Abb. 2: Stirnflächenmessung

Abbildung H-4: Stirnflächenverfahren

Bildquelle: Merkblätter der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg 49/11997

2 Objektorientierte Entwurfsmuster und Ihr Einsatz in der Holzaufnahme-App

2.1 Objekte und die SQLite-Datenbank

Daten für Android-Apps können platzsparend lokal auf dem Gerät in einer sqlite-Datenbank abgelegt werden. Dies ist vor allem aufgrund der benötigten Offline-Lauffähigkeit das Mittel der Wahl. Einige Eigenschaften der SQLite-Datenbank müssen für die Weiterentwicklung der „WaldFliege“ jedoch ausgeglichen werden. So erfordert die Veränderung der Tabellenstruktur innerhalb der Datenbank eine eigene Funktion für den Datenbank Upgrade (und Downgrade). Dabei wird geprüft, ob alle benötigten Tabellen vorhanden sind. Ggf. nicht vorhandene Tabellen werden neu erstellt und falls nötig mit Ausgangswerten ausgestattet. Anhand der Erstellungsbeefehle wird geprüft, ob alle benötigten Spalten vorhanden sind. Fehlende Spalten können ergänzt werden. So kann der Nutzer, unabhängig von seiner aktuellen Datenbankversion immer ohne Datenverlust auf die aktuelle Datenbank upgraden.

Leider besteht im Moment innerhalb von SQLite nicht die Möglichkeit, überflüssige Spalten zu löschen. Dies kann gelöst werden, indem in Zukunft beim Upgrade eine Kopie der Datenbank erstellt wird und anschließend nur die benötigten Spalten in die neue Datenbank kopiert werden.

So effizient wie Objekte in der Verwaltung der Nutzerinteraktion und in der Ausführung der Geschäftslogik sind, so ungeschickt lassen sie sich in Datenbanken abbilden. Deshalb erfordert der Weg von der Datenbank zum Nutzer einige architektonische Überlegungen.

2.1.1 Von der Datenbank zum Nutzer

Für die Objekte innerhalb der „WaldFliege“ wurde je eine datenbanknahe Klasse (**Data Transfer Object**) entworfen, die der Tabelle, in der die Daten gespeichert werden, entspricht. Diese Klassen enthalten nur Werte, keine Methoden. Die Implementierung als **Data Transfer Object** ermöglicht auch ein Hochladen der Objekte auf einen Server, sobald die App wieder online ist. Dies ist der ursprüngliche Ansatz für die Verwendung von Data Transfer Objects, den Aufwand von Remote-Zugriffen zu reduzieren. [EILEBRECHT 2010]

id	Hiebnr	Losnr	Polternr	Baumart	Sorte	Guete	Volumen	Volumeneinheit
123	Blauberg	12	1	Fichte	FL	B	25	fm

Tabelle H-1: Ausschnitt aus der Tabelle „Polterliste“ der SQLite-Datenbank

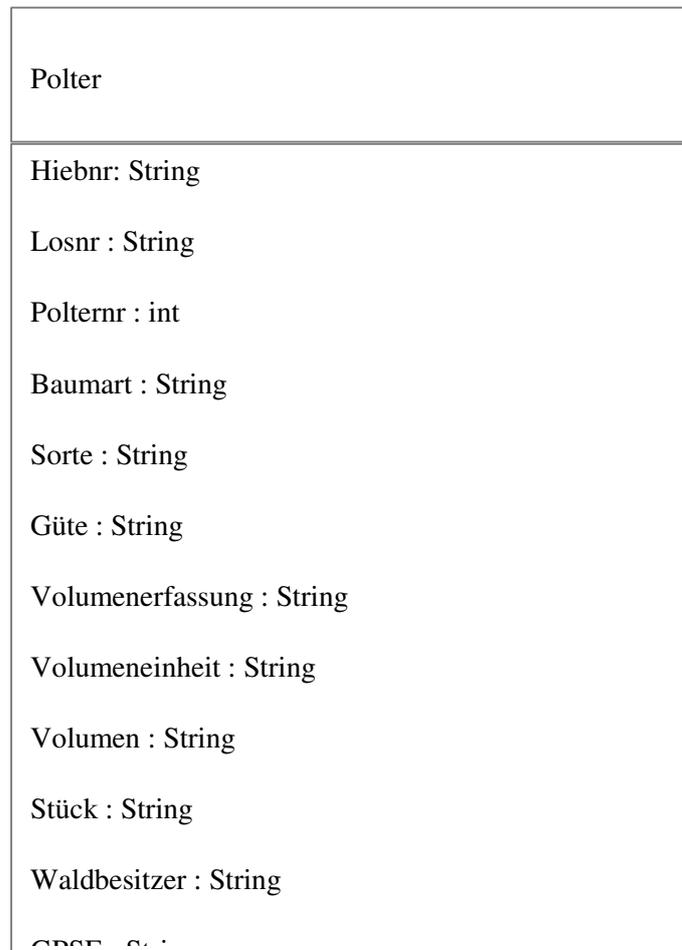


Abbildung H-5: Ausschnitt aus dem Klassenmodell der Klasse „Polter“ als Data Transfer Object¹⁶.

Für jede datenbanknahe Klasse gibt es ein **Data-Access-Object** (nachfolgend DAO genannt), den **Fachgebietsmanager**, der die Speicherung und Verwaltung innerhalb der Datenbank regelt, Abfragen in der Datenbank durchführt und einen gewünschten Datensatz als datenbanknahes Objekt bereitstellt.

Der Manager greift dabei über eine Schnittstelle auf eine einzige Instanz der Klasse **DatenbankHelper** zu, die von der Klasse **SQLiteDatabaseHelper** abgeleitet ist. Die Klasse **SQLiteDatabaseHelper** ist das innerhalb von Android vorgesehene Instrument zur Verwaltung der SQLiteDatenbank(siehe Abbildung H-6).

¹⁶ Alle Attribute, die in der Datenbank vorkommen werden als private Attribute mit Gettern und Settern umgesetzt, so dass hier die Sichtbarkeit weggelassen wird.

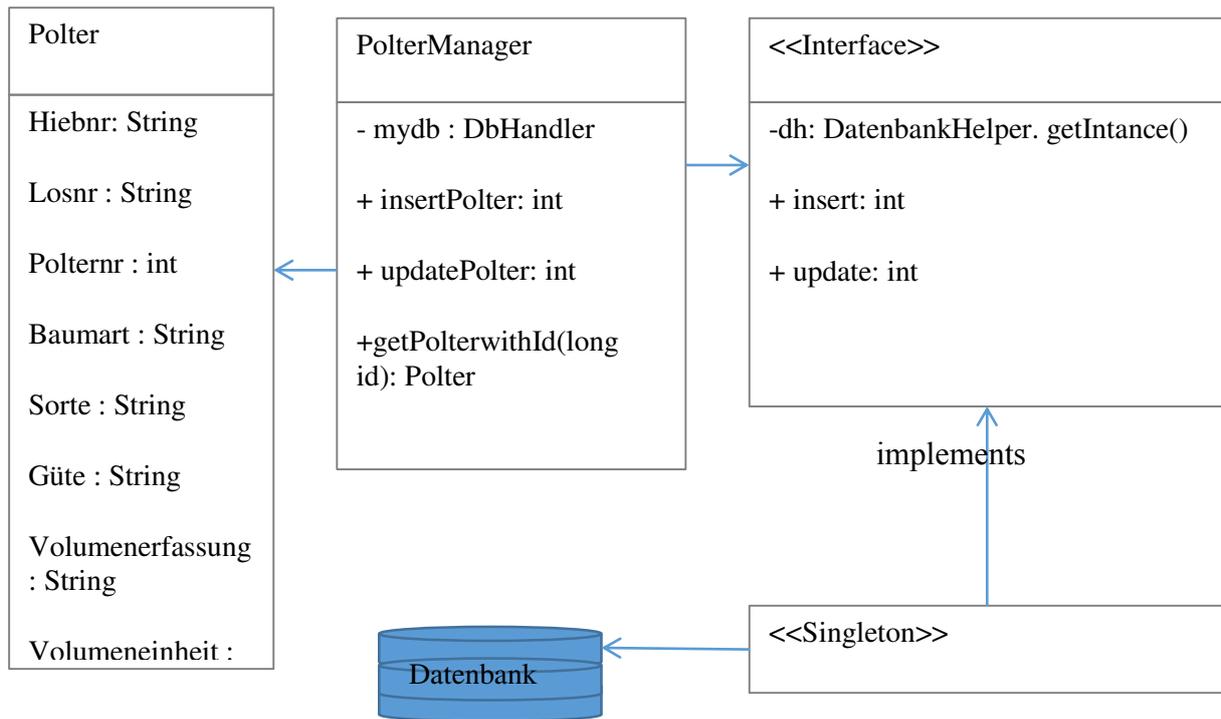


Abbildung H-6: Ausschnitt UML Klassendiagramm für Objektmanagement

Die Managerklasse erzeugt die benötigten Objekte, indem sie deren Daten aus der Datenbank ausliest. Sie steuert die Speicherung und Veränderung der Datensätze über eine Schnittstelle auf die einzige Instanz des DatenbankHelpers, der direkt auf die Datenbank zugreift.

Durch diesen klar definierten Zugriff auf die einzige Instanz kann erreicht werden, dass alle Schreibaktionen hintereinander ausgeführt werden. Daneben kann es noch mehrere Helferklassen für die Durchführung der Geschäftslogik außerhalb der Datenbank (z.B. Berechnungen, Darstellungen) geben. Innerhalb der Activity wird also vom Fachgebietsmanager der gewünschte Datensatz aus der Datenbank als Objekt bereitgestellt. Über die Benutzeroberfläche kann der Nutzer Werte des Objekts verändern und über den Fachgebietsmanager Abfragen ausführen und den Datensatz speichern oder aktualisieren. Der Fachgebietsmanager übernimmt auch, ggf. mit Hilfe weiterer Klassen, die Plausibilitätsprüfung des veränderten Objekts.

2.2 Model-View-Controller

Das Android-Framework bietet in sich schon eine Umsetzung des Model – View-Controller – Prinzips. Die Datenbank oder der ContentProvider sind das „Model“, sie liefern die Daten. Die „Activity“ ist der „Controller“, sie verarbeitet die Nutzer-Interaktion

und ermöglicht das Abrufen, Verändern und Speichern von Informationen. Das xml-Layout ist schließlich die passive „View“ (siehe Abbildung H-7). Diese Realisierung bietet zahlreiche Vorteile, zum Beispiel in der Anpassung der Darstellung auf unterschiedliche Bildschirmgrößen oder Sprachen.

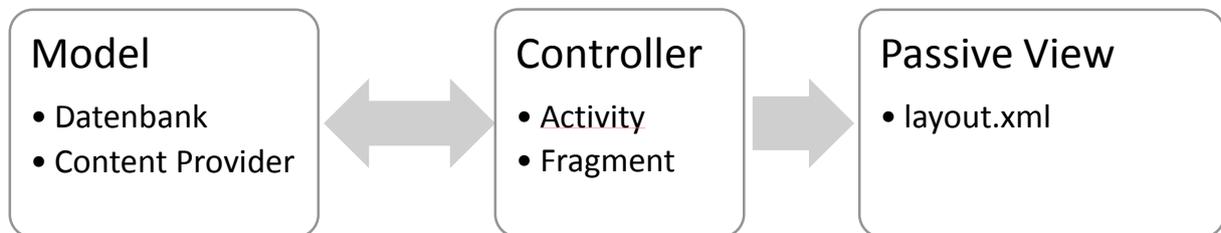


Abbildung H-7: Model-View-Controller in Android

Das Prinzip stößt jedoch bei komplexeren Apps an seine Grenzen, zum einen, wenn Bereiche der Nutzeroberfläche als Fragments gesondert verwaltet werden oder wenn viele Eingaben und daraus resultierende Berechnungen die Activities sehr groß werden lassen. Dann wird die Activity schnell unübersichtlich. Dasselbe gilt, wenn alle Datenbankzugriffe in einer Klasse behandelt werden.

In der „WaldFliege“ kommen drei **Arten von Activities** vor:

- Formulare für die Dateneingabe,
- Listen für die Darstellung der Datenbankeinträge und
- Ansichten für Fotos oder Karten.

Durch die oben beschriebene Aufteilung von Datenhaltung und Geschäftslogik können die Formulare und Listen immer gleich aufgebaut sein, d.h. alle von einer Grundliste und einem Grundformular abgeleitet sein. Dies entspricht der **Schablonenmethode**. Die im Android-Framework angelegte Klasse „Activity“ wird also nach den Bedürfnissen erweitert.

Methoden der Klasse „Formular“:

- `setUpDefaultValues()` : Werte initialisieren, benötigte DAOs schaffen
- `generateObject(long id)`: Objekt aus DB holen oder neu generieren
- `setUpGUI()`: Benutzeroberfläche und Nutzerinteraktion festlegen

- `initObject()`: Benutzeroberfläche auf das gewünschte Objekt einstellen

Aufbau der Klasse „Liste“:

- verwendet Adapter (eigene Klasse): Der Adapter bereitet Daten aus Datenbank für Listenansicht vor.
- verwendet „ListListener“ (eigene Klasse): Der Listener verarbeitet die Nutzerinteraktion mit Hilfe des DAOS.
- verwendet DAO: Das Data-Access-Object kontrolliert den Datenbankzugriff und führt Änderungen in der Datenbank aus.
- `updateList()`: Die Methode `updateList()` paßt unter Verwendung des Adapters die Darstellung der Liste der veränderten Datengrundlage an.

Der **Adapter** bietet eine Anpassung der Daten an die Listenansicht. Die im Android-Framework vorhandenen Adapter können hier leicht erweitert werden. Der ListListener ist ein klassischer **Observer**. Er nimmt die Aktionen des Nutzers innerhalb eines Listenelements wahr. Die Activity implementiert den Observer und leitet die entsprechenden Aktionen an das DAO weiter, dass die Änderungen in der Datenbank umsetzt. Anschließend wird mit `updateList()` die Liste aktualisiert.

2.3 Separation Of Concerns

Das Prinzip der Trennung der Verantwortlichkeiten besagt, dass unterschiedliche Aspekte eines Problems voneinander getrennt werden sollen und jedes Teilproblem für sich behandelt werden soll. [GHARBI, 2013, S.102]. Oben wurde schon dargestellt wie bei der „WaldFliege“ technische und fachliche Teile getrennt wurden. Die Darstellung für den Nutzer und die Datenhaltung werden von der Geschäftslogik getrennt. Aber auch innerhalb der Fachlogik ist es von Bedeutung, unterschiedliche fachliche Aspekte durch verschiedene „Manager“-Klassen abzubilden. Zum Beispiel erfolgt die Berechnung des Volumens eines Polters nicht innerhalb des „PolterManagers“, sondern innerhalb einer, dem Aufnahmeverfahren entsprechenden „Manager“-Klasse. Beim „Einzelstamm-Manager“ wird ein „RindenabzugsManager“ für die Ermittlung der Rindenabzüge eingesetzt.

3 User Interaction

Im Vergleich zu Desktop-Anwendungen müssen sich die Entwickler von Android-Apps aufgrund des Touch-Screen anders mit Fragen der Nutzerinteraktion auseinandersetzen. Sind auf einem Geräte-Bildschirm mehrere übereinander liegende Objekte mit Touch-Schnittstellen vorhanden, muss für die korrekte Umsetzung des Touch-Events klar sein, auf welches Objekt der Nutzer gezielt hat und mit welcher Absicht (siehe Abbildung H-9). Innerhalb der Kartenanwendung „WaldKarte“ geschieht dies durch ein **Singleton** „NutzerWunsch“, das die Absicht des Nutzers in Zustandsvariablen speichert. Über alle Klassen und Unterklassen hinweg kann auf „NutzerWunsch“ zugegriffen werden und abhängig von den Variablen dieser Klasse unterschiedliche Interfaces für die Verarbeitung des Touch-Events verwendet werden. Für eine weitere korrekte Anwendungslogik ist es außerdem erforderlich, die Widgets des Android-Frameworks u. a. um ein Attribut zu erweitern, in dem festgehalten wird, ob das Widget vom Nutzer oder vom Programm auf einen bestimmten Wert eingestellt wurde.

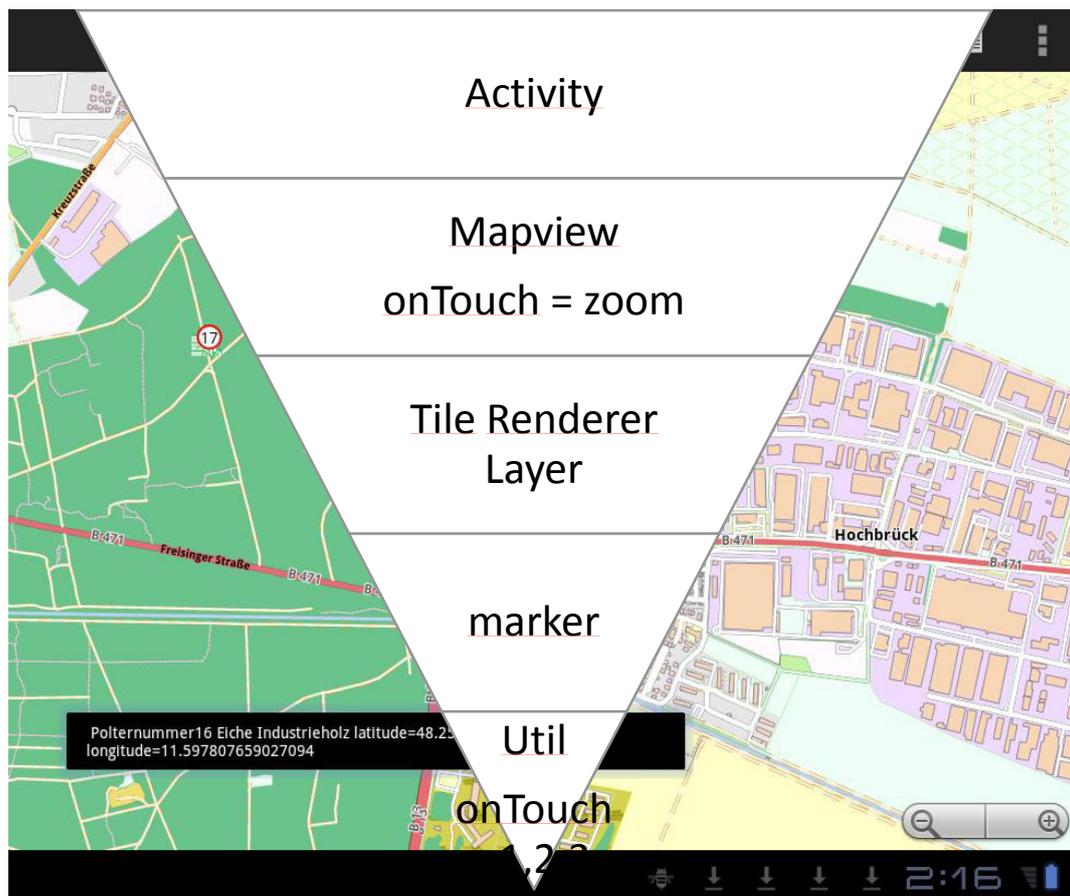


Abbildung H-9: Verarbeitung eines On-Touch-Events

4 Zusammenfassung

Überlegungen zur Software-Architektur und der Einsatz von Entwurfsmustern erhöhen die Wartbarkeit und Robustheit auch von Android-Apps. Viele Entwurfsmuster wie Model-View-Controller, Adapter, Observer, sind in ihren Grundzügen schon im Android-Framework angelegt und müssen für die konkrete Geschäftslogik nur angepasst und entsprechend erweitert werden. Durch die Aufteilung des Datenbankzugriffs nach Fachlogik können Änderungen schnell und ohne Auswirkungen auf andere Bereiche durchgeführt werden. Einmal getestete Datenbankzugriffe können innerhalb verschiedener Data-Access-Objects wiederverwendet werden. Die Datenbank kann durch einen ContentProvider (bei anwendungsübergreifenden Arbeiten) oder durch einen Server-Zugriff ersetzt oder ergänzt werden. Es ist dadurch auch möglich, die Auswirkung von Datenbankveränderungen zuerst an einer Datenbank-Fassade zu testen, bevor sie in der realen Datenbank umgesetzt werden.

5 Literaturverzeichnis

[EILEBRECHT 2010]

Eilebrecht, Karl, Starke Gernot: Patterns kompakt. Heidelberg 2010

[GHARBI, 2013]

Gharbi, Mahbouba; Koschel, Arne; Rausch, Andreas; Starke, Gernot: Basiswissen für Softwarearchitekten. Heidelberg, 2013.

[GOLL, 2013]

Goll, Joachim; Dausmann, Manfred: Architektur- und Entwurfsmuster der Softwaretechnik. Esslingen, 2013.

[LEMM 2002]

Lemm, Renato, Erni, Vinzenz, Thees, Oliver: Komponentenbasierte Softwareentwicklung – neue Perspektiven für forstliche Modellierung und Informationsverarbeitung Schweiz. Z. Forstwes. 153 Birmensdorf (2002) 1: 3 – 9.

[OESTEN 2001]

Oesten, Gerhard, Roeder, Axel: Management von Forstbetrieben, Remagen-Oberwinter 2001

[RVR 2014]

Deutscher Forstwirtschaftsrat e.V., Deutscher Holzwirtschaftsrat e.V.: Rahmenvereinbarung für den Rohholzhandel in Deutschland (RVR). Freiburg, 2004

[SCHMETZSTROFF, 2008]

Schmetzstroff, Martin: Bessere Software kompakt. Heidelberg, 2008.

Beitrag I: Daniel Kimmig, Wolfgang Schillinger, Thorsten Schlachter, Clemens Döpmeier, Carsten Hibbeler, Lars Koch, Kurt Weissenbach

LUPO mobil - Konzepte und technologische Einblicke in die App „Meine Umwelt“

Daniel Kimmig, Wolfgang Schillinger
LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen
und Naturschutz Baden-Württemberg,
[f{daniel.kimmig, wolfgang.schillinger}@lubw.bwl.de](mailto:{daniel.kimmig, wolfgang.schillinger}@lubw.bwl.de)

Thorsten Schlachter, Clemens Döpmeier
Karlsruher Institut für Technologie
[f{thorsten.schlachter, clemens.duepmeier}@kit.edu](mailto:{thorsten.schlachter, clemens.duepmeier}@kit.edu)

Carsten Hibbeler, Lars Koch
xdot GmbH, ein Unternehmen der CONVOTIS AG
[f{c.hibbeler, l.koch}@convotis.com](mailto:{c.hibbeler, l.koch}@convotis.com)

Kurt Weissenbach
Ministerium für Umwelt, Klima
und Energiewirtschaft Baden-Württemberg
Kurt.Weissenbach@um.bwl.de

Abstract

This paper describes the concepts and the technological background of the mobile app “My Environment” („Meine Umwelt”). The main idea of this app is to merge various environment-related scenarios into a single app for mobile use. This idea dates back to the European initiative “SEIS” (Shared Environmental Information System) allowing the public to see environmental-related information within their area (“What’s in my backyard?”). To achieve this, the app “My Environment” includes three main scenarios. These are the publication of environmental information (“Inform”) for interested laymen, collecting new or updating existing environmental information (“Report”), as well as providing localized information to enable people to go outside and experience nature (“Experience”).

Zusammenfassung

Die Idee der App „Meine Umwelt“ ist es in einer einzelnen App verschiedene Umweltbezogene Anwendungsfälle zusammenzufassen. Dazu gehören die Bereitstellung von Umweltinformationen („Informieren“), das Sammeln neuer bzw. das Aktualisieren vorhandener Umweltinformationen („Melden“) sowie das Bereitstellen lokalisierter Informationen für die Orientierung und Nutzung vor Ort („Erleben“).

1 Mobile Umweltdaten zum Abruf über Portale und Apps

Die Öffentlichkeit hat nach dem Umweltinformationsrecht bei informationspflichtigen Stellen freien Zugang zu Umweltinformationen. Aus diesem Grund stellen viele Behörden zumindest einen Teil der verfügbaren Umweltinformationen aktiv zur Verfügung, insbesondere über Webseiten im Internet. Um dem Bürger einen möglichst einfachen und übersichtlichen Zugang zu bieten, werden dabei einzelne Fachangebote in übergreifenden Umweltportalen gebündelt. Beispiele hierfür sind die verschiedenen Landesumweltportale. Neben der Verwendung von Portalen an traditionellen Desktop-Computern kam seit der breiten Verfügbarkeit entsprechend leistungsfähiger Mobilgeräte, Datentarife und Netzverfügbarkeit auch deren Verwendung auf Smartphones und Tablets hinzu [Schlachter et al, 2011]. Klassische Webangebote, insbesondere Fachanwendungen, sind jedoch häufig nicht für die Darstellung auf kleinen Displays vorgesehen. Zwar leistet die Umstellung der Darstellung auf ein responsives Design eine gewisse Abhilfe hinsichtlich der verschiedenen Displaygrößen, allerdings unterstützen die Fachanwendungen traditionelle Portale, nicht aber die erweiterten Möglichkeiten von Mobilgeräten, wie die Ortsbestimmung durch GPS. Hierdurch kann ein ortsscharfes Abrufen lokalisierter Informationen deutlich einfacher erfolgen. Zusätzlich entstanden durch die Verfügbarkeit von Mobilgeräten ganz neue Anwendungsfelder, z.B. das direkte Erfassen des Zustands der Umwelt mittels Mobilgerät, etwa durch das Aufnehmen von Fotos, Videos und Tondokumenten vor Ort. Eine direkte Verarbeitung von auf diese Weise erfassten Umweltinformationen ist jedoch in den meisten bestehenden Webanwendungen nicht vorgesehen.

Um das volle Potenzial von Mobilgeräten auszuschöpfen ist es sinnvoll, dies in Form von Anwendungen (Apps) zu realisieren, die speziell für diese Geräte entwickelt

werden, im Gegensatz zur reinen Ertüchtigung von bestehenden Webanwendungen zur Darstellung auf Mobilgeräten.

2 App „Meine Umwelt“ aus dem LUPO mobil Projekt

In diesem Abschnitt wird zunächst der Hintergrund der App „Meine Umwelt“ dargestellt und auf die wesentlichen Kernfunktionen näher eingegangen.

Die App „Meine Umwelt“ wird unter Federführung des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg im Rahmen der länderübergreifenden Entwicklungskooperation Landesumweltportale (LUPO) von der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) entwickelt, betrieben und betreut.

Die Idee der App „Meine Umwelt“ ist es, in einer einzelnen App verschiedene Umweltbezogene Anwendungsfälle zusammenzufassen. Dazu gehören die Bereitstellung von Umweltinformationen („**Informieren**“), das Sammeln neuer bzw. das Aktualisieren vorhandener Umweltinformationen („**Melden**“) sowie das Bereitstellen lokalisierter Informationen für die Orientierung und Nutzung vor Ort („**Erleben**“) [Schlachter et al, 2012], [Schlachter et al, 2014] (siehe Abbildung I-1).



Abbildung I-1: Informieren, Melden, Erleben – Kernfunktionen der Meine Umwelt App

Mit der App „Meine Umwelt“ kann man sich standortgenau über Messwerte zur Luftqualität, zu aktuellen Wasserständen sowie über Umweltdaten aus den Themenbereichen Hochwasser, Verkehr, Energie informieren. Darüber hinaus können von den Nutzern der App gemeldete Artenfunde und Umweltbeeinträchtigungen abgerufen werden. Zusätzlich findet man Informationen zu Schutzgebieten und Erlebnisorten.

2.1 Konfiguration des Bundeslandes

Zurzeit kann die App in Baden-Württemberg, Sachsen-Anhalt und Thüringen verwendet werden. Der Daten- und Funktionsumfang ist vom gewählten Bundesland abhängig und kann daher regional unterschiedlich sein. Die Ausweitung auf mehr Bundesländer über die Integration von bundesweiten Themen sowie über die Aufnahme weiterer Partner in der LUPO-Kooperation ist in Planung. Auf diese Weise können bundesweit verfügbare Inhalte als Basis für die Stillung der Informationsbedürfnisse der Bürger herangezogen werden. Gleichzeitig ist eine Regionalisierung und damit inhaltliche Spezialisierung der Inhalte über den Beitritt und Mitwirken an der LUPO Kooperation sowie der Arbeitsgruppe LUPO mobil möglich.

In der folgenden Abbildung I-2 werden der Start-Bildschirm, die Navigation sowie das Menü zur Auswahl des Bundeslandes dargestellt. Ein automatisches Setzen des Bundeslandes auf Basis des Standortes wurde hierbei mehrfach diskutiert. Die Genauigkeit der GPS-Informationen an den Grenzen eines Bundeslandes und die Möglichkeit, explizit in die Themen eines anderen Bundeslandes springen zu können, sprechen aber dafür, diesen Schritt weiterhin als explizit manuelle Konfigurationseinstellung zu belassen.

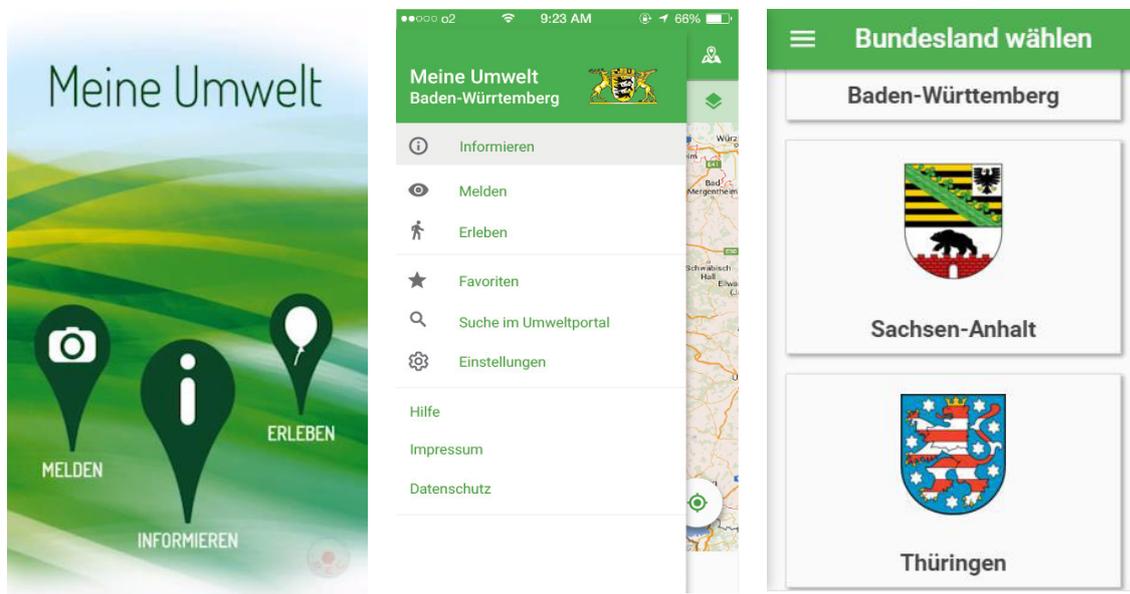


Abbildung I-2: Start-Bildschirm, Navigation und Auswahl des Bundeslandes in der Meine Umwelt App

2.2 Bereich „Informieren“

Wählt man im Startbildschirm den Bereich „Informieren“, so kann man bestimmte Karteninhalte thematisch auswählen. Dies ist in Abbildung I-3 veranschaulicht.

Wählt man nun die Karte Schutzgebiete, so kann man sich standortgenau bspw. Unterthemen wie Biotop, Naturdenkmäler, Naturschutzgebiete, Wasserschutzgebiete, Natura 2000 Flächen und Landschaftsschutzgebiete informieren. In der Ansicht sind alle diese Themen initial übereinander geschaltet, sie lassen sich aber auch selektiv an- und ausschalten, wenn zu viele Flächen an einem Standort vorhanden sind.

Neben den Kartendiensten bietet der Bereich „Informieren“ auch die Ansicht von Messwerten. Aktuell kann sich der Benutzer Pegelstände für Gewässer bzw. Luftqualitätsdaten von Messstationen in seiner Nähe abrufen. Hierbei wird von einem vordefinierten Radius ausgegangen, der die Informationsflut begrenzt und nur die für den Anwender räumlich wichtigen Pegel anzeigt.

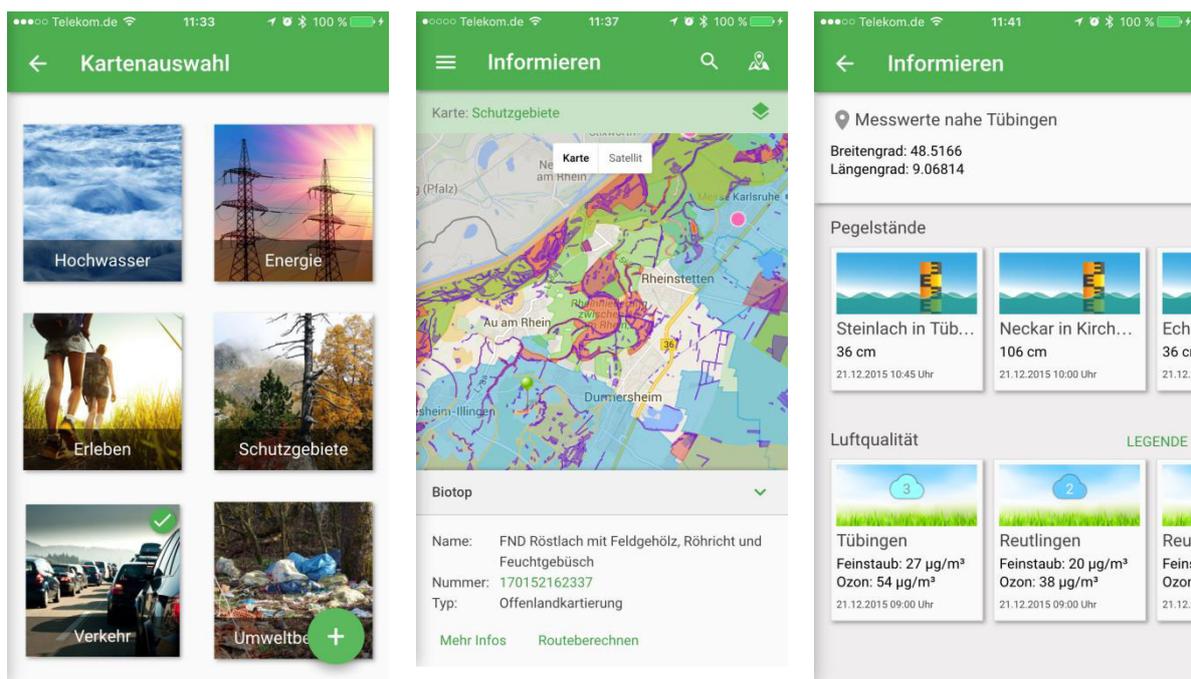


Abbildung I-3: Bereich „Informieren“: Karten mit Unterthemen sowie Messwerte

2.3 Bereich „Melden“

Als zweiter Eintrag in der Navigation der App ist der Bereich „Melden“ zu finden. Hiermit wird es den Bürgern ermöglicht, den Bestand an Umweltdaten zu vergrößern und daran mitzuwirken, die Qualität und den Abdeckungsgrad zu erhöhen.

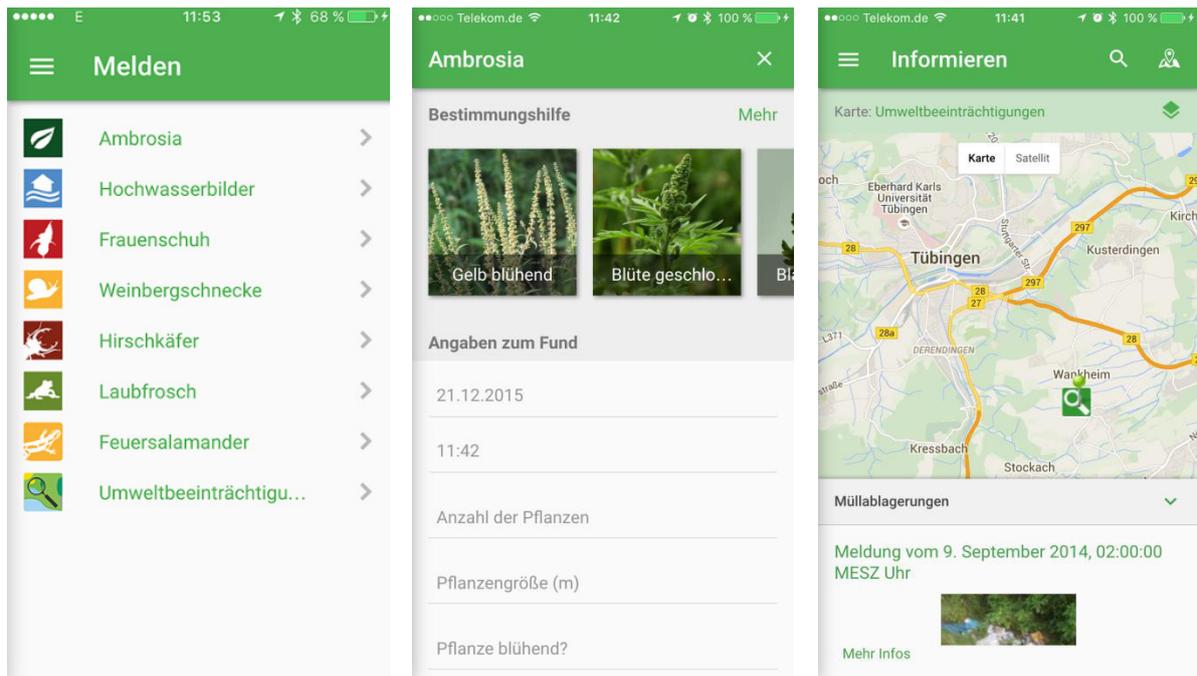


Abbildung I-4: Bereich Melden: Erfassen von Standort und Sachdaten und Freigabe zur Darstellung auf der Karte im Bereich Informieren

Aufgrund der dahinter liegenden organisatorischen Prozesse sind die Meldethemen pro Bundesland unterschiedlich. Derzeit können in Baden-Württemberg Hochwasserbilder aufgenommen, Funde der seltenen Arten Laubfrosch, Weinbergschnecke, Hirschkäfer und Frauenschuh, die Art Feuersalamander als Lurch des Jahres 2016 sowie Ambrosia-Standorte und Umweltbeeinträchtigungen gemeldet werden (siehe Abbildung I-4). In Thüringen können Hirschkäferfunde und in Sachsen-Anhalt zusätzlich zu Ambrosia- auch Riesenbärenklau-Standorte gemeldet werden. Dies unterstützt die Umweltverwaltung in der Kartierung invasiver Arten. Zur Identifikation stehen Bestimmungshilfen zur Verfügung. Weitere Meldeprojekte sind in Vorbereitung.

2.4 Bereich „Erleben“

Als dritter wesentlicher Bereich beinhaltet die App „Meine Umwelt“ die Funktion „Erleben“, in der auch wiederum pro Bundesland regional individuell aufbereitete Inhalte wie Georerlebnisse, Veranstaltungen oder Wanderwege gesammelt werden. Ein Überblick gibt die folgende Abbildung I-5.

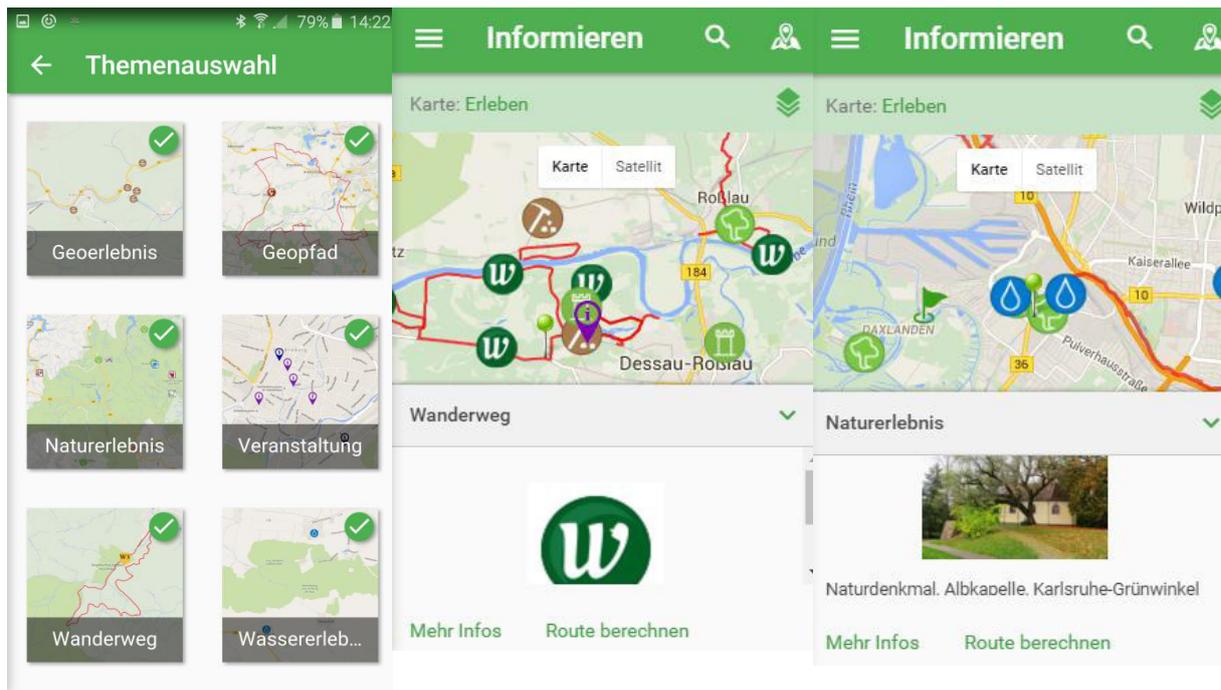


Abbildung I-5: Bereich „Erleben“: Naturerlebnisse oder Veranstaltungen in der Umgebung

Wesentliches Merkmal ist hierbei die Verknüpfung zum auf dem Mobilgerät installierten Navigationssystem. Der Anwender kann sich vor Ort über Umwelterlebnisse aus seiner Region informieren und bei Interesse eine Routenberechnung durchführen. Diese Route wird natürlich nicht eigenständig, sondern innerhalb der Navigationssoftware Google oder Apple Maps durchgeführt, da diese Dienste hierfür spezialisiert und vom Anwender akzeptiert sind.

3 Technische Einblicke

3.1 Eingesetzte Technologien, Frameworks und Bibliotheken

Die Fragmentierung an Plattformen, Geräten, Programmiermodellen und Diensten im Bereich Mobile ist sehr stark und unterliegt kontinuierlichen Veränderungen. Den aus der Anzahl verschiedener Plattformen (z.B. Android, iOS, Windows Phone) resultierenden Mehraufwand zur Entwicklung und Betrieb der Apps kann man dabei durch die Nutzung systemübergreifender Technologien (z.B. HTML5/Javascript oder Java) und entsprechender Bibliotheken (z.B. Cordova, React) reduzieren.

3.2 Architektur

Bei der App Meine Umwelt handelt es sich daher um eine Hybrid-App, deren Funktion auf Basis von Webtechnologien implementiert ist. Sie besteht zum Großteil aus einer HTML5-Single-Page-Applikation, die in einen nativen Container eingebettet ist. Für den HTML-basierten Teil kommen klassische Web-Frameworks wie jQuery und React zum Einsatz. Der native Teil, z.B. zum Zugriff auf die Kamera oder die GPS-Komponente, wurde auf Basis des Frameworks Cordova realisiert. Durch die Integration von Build-Werkzeugen wie Gulp und Webpack werden die verschiedenen Komponenten der App zusammengeführt und als IPA (iOS Application Archive) bzw. APK für das Publizieren in den jeweiligen App Stores verpackt [Schlachter et al, 2014].

Für die Bereitstellung und Verarbeitung von Umweltinformationen benötigt die App eine serverseitige Infrastruktur, die sie einerseits mit Daten versorgen, andererseits erfasste Daten entgegennehmen und persistent speichern kann.

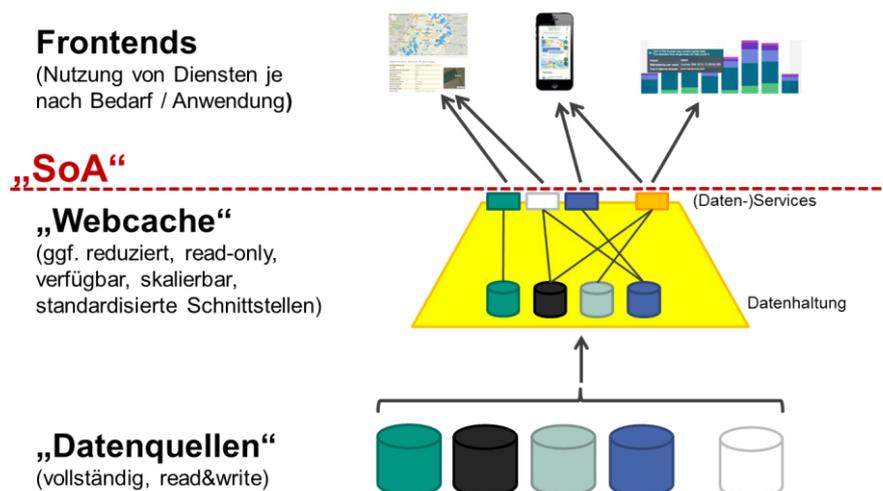


Abbildung I-6: WebCache als Bindeglied zwischen UIS-Fachdatenbanken im Intranet der Landesverwaltung sowie Webdiensten im Internet

Hierbei wird eine serviceorientierte Architektur verwendet, die sich auf Datendienste, Webservices und Kartendienste sowie Suchtechnologien stützt. Deren Gesamtheit wird im Kontext LUPO als WebCache (siehe Abbildung I-6) bezeichnet, da dieser ein Bindeglied zwischen den im Intranet der jeweiligen Landesverwaltung vorliegenden Fachdatenbanken und Umweltinformationssysteme auf der einen Seite sowie den hochverfügbaren, performanten und wartungsarmen Cloud-Diensten im Internet auf der anderen Seite darstellt. In der folgenden Abbildung I-7 werden diese im Internet betriebenen Dienste genauer dargestellt.

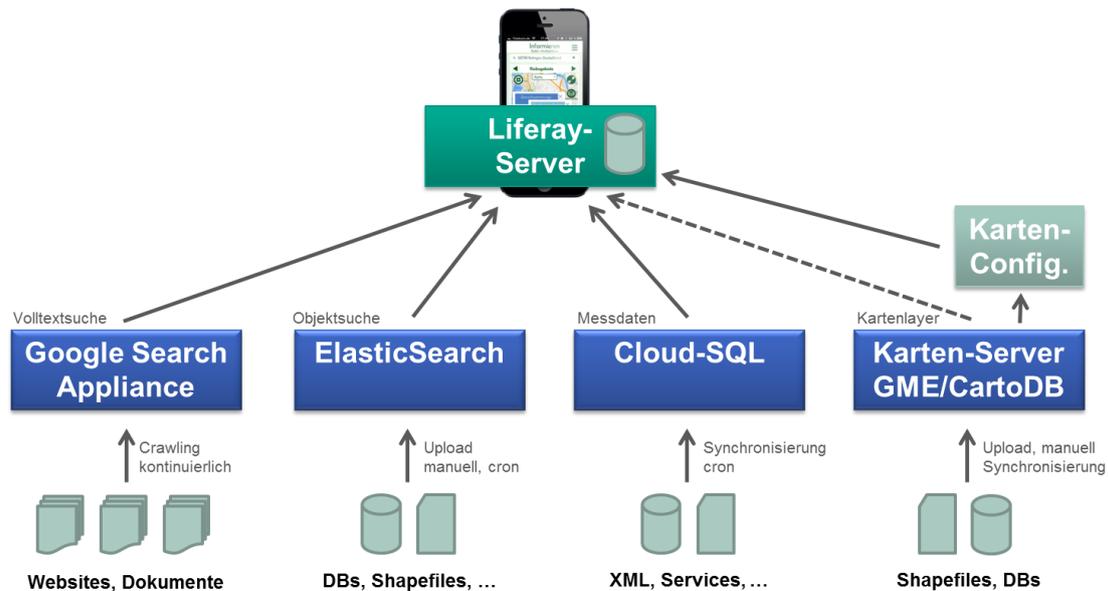


Abbildung I-7: Schematische Darstellung von Struktur und Inhalt des WebCache

Zur Realisierung der in den Umweltportalen und Apps benötigten Funktionen werden in der Regel

- Suchtechnologien (Google Search Appliance [Matteson, 2016], [GSA 7.6, 2016], ElasticSearch [ElasticSearch, 2016]),
- Kartendienste CartoDB [Matzat, 2014], Google Maps bzw. OpenStreetMaps [Google Maps, 2016], [OpenStreetMaps, 2016],
- relationale Datenbanken (MySQL, PostgreSQL) sowie einfache Datendienste (Messwerte, statistische Daten)
- ETL-Werkzeuge wie Logstash bzw. FME [Logstash, 2016],[FME, 2016] und
- Webservices (Liferay Portal Webservices, Java-basierte Microservices)

benötigt. Dieses technologische Umfeld unterliegt einem ständigen Wandel, der eine permanente Marktbeobachtung und intensiven Informationsaustausch innerhalb der Kooperation erforderlich machen. Teilweise entsteht durch die Abschaltung von Diensten wie der Google Maps Engine zusätzlicher Aufwand durch die Migration auf einen vergleichbaren Dienst wie z.B. CartoDB. Gleichzeitig entsteht durch die vielen neuen Möglichkeiten immer wieder Potential zur Weiterentwicklung. Neue Funktionen werden auf Basis von Innovationen ermöglicht, wie beispielsweise die Google Business Dienste für Sprach- und Bilderkennung. Diese können funktional die Artenerkennung unterstützen und als Mittel für Umweltbildung verwendet werden.

4 Fazit

Mit der App „Meine Umwelt“ können Bürger in Thüringen, Baden-Württemberg und Sachsen-Anhalt ihre Umwelt besser kennen lernen. Mithilfe des mobilen Umweltassistenten können Bürgerinnen und Bürger aktuelle Umweltdaten mobil abrufen. Die App richtet sich an alle, die spontan vor Ort mehr über Ihre Umgebung erfahren möchten. Beispiele sind das Entdecken von Attraktionen in der Umgebung von zuhause oder unterwegs sowie das Informieren über die Luftqualität, Pegelstände, Umweltzonen sowie das Hochwasserrisiko bzw. das Solarpotential des Wohnortes des Nutzers. „Meine Umwelt“ ist als hybride App realisiert und setzt dabei konsequent auf Webtechnologien sowie hochverfügbare Cloud-Dienste.

Weitere Informationen zur App und der sie umgebenden Infrastruktur im Rahmen der LUPO-Portal-Architektur sowie zum aktuellen Stand der Implementierung sind unter [Kimmig, 2016] zu finden.

5 Literaturverzeichnis

[Schlachter et al, 2011]

Schlachter, T. et al.: „LUPO mobil. Ein Schichtenmodell zur Auswahl und Nutzung von Umweltdiensten auf mobilen Endgeräten.“; In: R. Mayer-Föll, R. Ebel, W. Geiger (Hrsg.): UIS Baden-Württemberg. F+E Vorhaben KEWA Phase VI 2010/11; KIT Scientific Reports; KIT-SR 7586 (Juli 2011); S.33-42

[Schlachter et al, 2012]

Schlachter, T. et al.: „LUPO mobil - Nutzung von Webtechnologie zur Entwicklung plattformübergreifend einsetzbarer, mobiler Umwelt-Anwendungen“, In: K. Weissenbach, R. Ebel, R. Weidemann (Hrsg.): UIS Baden-Württemberg, F+E-Vorhaben MAF-UIS Phase I 2011/2012; KIT Scientific Reports; KIT-SR 7616 (Juli 2012) S.59-70

[Schlachter et al, 2014]

Schlachter, T. et al.: „LUPO mobil - Umweltdaten mobil: Konzepte und technologische Einblicke in die „Meine Umwelt“-App, In: K Weissenbach, W. Schillinger, R. Weidemann (Hrsg.): F+E-Vorhaben MAF-UIS Phase II 2012/2014, KIT Scientific Reports 7665 (Juli 2014), S. 75-90.

[Schlachter et al, 2014]

Schlachter, T. et al.: „Erste Ergebnisse der Evaluierung von Cloud-Diensten für das UIS Baden-Württemberg“; In: K Weissenbach, W. Schillinger, R. Weidemann (Hrsg.): F+E-Vorhaben MAF-UIS Phase II 2012/2014, KIT Scientific Reports 7665 (Juli 2014), S. 35-44.

[ElasticSearch, 2016]

<https://www.elastic.co/guide/index.html>

[GSA 7.6, 2016]

Google Search Appliance 7.6

<https://www.google.com/work/search/products/gsa.html> (Zugriff zuletzt am: 29.07.2016)

[Google Maps, 2016]

<https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/tutorials/> (Zugriff zuletzt am: 29.07.2016)

[Kimmig, 2016]

Kimmig, Daniel(2016): Konzepte und technologische Einblicke in die App Meine Umwelt, Workshop „UIS 2016“ des AK UIS an der HTWK Leipzig, Mai 2016

http://www.ak-uis.de/ws2016/beitraege/ws2016_b18_Kimmig_LUPO_mobil_App_Meine_Umwelt.pdf (Zugriff zuletzt am: 29.07.2016)

[Liferay,2016]

<https://www.liferay.com/de> (Zugriff zuletzt am: 29.07.2016)

[Matteson, 2016]

Matteson, Scott: What-is-a-google-search-appliance

<http://www.techrepublic.com/blog/google-in-the-enterprise/what-is-a-google-search-appliance/> (Zugriff zuletzt am: 29.09.2016)

[Matzat, 2014]

Matzat, Lorenz (20.08.2014): CartoDB: Überblick und Tutorial;

<http://datenjournalist.de/cartodb-ueberblick-und-tutorial/> (Zugriff zuletzt am: 29.07.2016)

[OpenStreetMaps, 2016]

<https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Develop> (Zugriff zuletzt am: 29.09.2016)

[Logstash, 2016]

<https://www.elastic.co/guide/en/logstash/2.3/index.html> (Zugriff zuletzt am: 29.07.2016)

[FME, 2016]

<http://www.safe.com/fme/fme-server/> (Zugriff zuletzt am: 29.07.2016)

Beitrag J: Michael Jendreck, Ulrich Meissen, Michel Rösler, Eridy Lukau, Frank Fuchs-Kittowski

ENSURE - Erhöhung der Resilienz durch die Einbindung freiwilliger Helfer in Krisensituationen

Michael Jendreck, michael.jendreck@fokus.fraunhofer.de, Fraunhofer FOKUS
Prof. Dr. Ulrich Meissen, ulrich.meissen@fokus.fraunhofer.de, Fraunhofer FOKUS
Michel Rösler, michel.matthias.roesler@fokus.fraunhofer.de, Fraunhofer FOKUS
Eridy Lukau, eridy.lukau@fokus.fraunhofer.de, Fraunhofer FOKUS
Prof. Dr. Frank Fuchs-Kittowski, frank.fuchs-kittowski@htw-berlin.de,
Fraunhofer FOKUS & HTW Berlin

Abstract

Crises and emergencies require a rapid support from aid helper's / emergency assistants. The ENSURE project is developing concepts and applications for a stronger citizen involvement for civil protection to guarantee a sufficient amount of volunteer emergency assistants in the future. In this paper the concept of the ENSURE system is described, that can generally be applied for the recruitment, administration, activation, and coordination of emergency assistants, and the results of a field test are presented.

1 Einleitung

Der Schutz der Bürgerinnen und Bürger vor Schäden an Leben, Gesundheit und Eigentum ist eine staatliche Aufgabe, die die Vermeidung, Vorsorge, Abwehr und Nachbereitung von Krisen und Katastrophen umfasst [Coppola, 2015]. Doch bei einer Katastrophe sind die staatlichen Einsatzkräfte allein an den Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit und meist nicht in der Lage, die gegenwärtige Gefahr angemessen zu bewältigen [KatSG, 1999]. In Bereichen, in denen die Krisen- und Katastropheneinsatzkräfte vor Ort nicht unmittelbar aktiv werden können, kommt es von Seiten der Bevölkerung in den letzten Jahren verstärkt zu spontaner und ungeplanter Hilfe [Schweer et al., 2014]. Bürger sind in hohem Maße bereit, bei Krisen

und Katastrophen aktiv zu werden [Ohder & Röpcke, 2014], wie bspw. das Hochwasser 2013 in Sachsen-Anhalt gezeigt hat [Geißler & Sticher, 2014]. Dieses Engagement von sog. ungebundenen Helfern kann in vielen Fällen einen wertvollen Beitrag zur Bewältigung einer Katastrophe leisten [Reuter et al., 2012].

Allerdings ist diese Unterstützung nicht immer ganz unproblematisch, wenn sie nicht von den Einsatzkräften koordiniert werden kann. Die Abwesenheit einer effizienten Koordination kann die Arbeit der Helfer ineffizient machen, zu überfüllten bzw. unterbesetzten Einsatzorten sowie zu Frustration bei den Helfern [Kircher, 2014] führen, professionelle Einsatzkräfte behindern oder gar zu (unbeabsichtigten) Schäden führen [Schorr et al., 2014]. Um daher von den angebotenen Ressourcen der ungebundenen, freiwilligen Helfer profitieren zu können oder um Schaden durch unkoordinierte Freiwillige zu vermeiden, muss ein professionelles Katastrophenmanagement die Fähigkeit aufweisen, Freiwillige geeignet integrieren und koordinieren zu können.

Moderne - interaktive, kooperative und mobile - Technologien und IT-Systeme können einen Beitrag leisten, spontane, ungebundene, freiwillige Helfer im Katastrophenfall effektiv in den Katastrophenschutz einzubinden [Mauthner et al., 2015]. Zum einen haben aus dem Web 2.0 hervorgegangene Beteiligungskonzepte (Partizipation) – wie Crowdsourcing [Howe, 2006] – das Engagement von Freiwilligen ermöglicht sowie mobilisiert und auch im Katastrophenmanagement erfolgreich Anwendung gefunden [Kaufhold & Reuter, 2014], [Schimak et al., 2015]. Zudem bietet die hohe Verbreitung von mobilen Geräten (Smartphones, Tablets etc.) in der Bevölkerung ein riesiges Potenzial, die Kommunikation mit den Bürgern im Katastrophenfall zu verändern und die Beteiligung von Bürgern als aktive Helfer zu erleichtern [Reuter et al., 2014]. Mit Hilfe mobiler Anwendungen können im Katastrophenmanagement zum einen aktuelle Vor-Ort-Informationen in Echtzeit gewonnen, kommuniziert und geteilt sowie physische Aktivitäten von Helfern vor Ort organisiert und koordiniert werden.

In diesem Beitrag soll ein innovatives System – ENSURE - zur effektiven Einbindung freiwilliger Helfer für eine verbesserte Krisenbewältigung präsentiert werden. Hierfür ermöglicht ENSURE die Registrierung, Koordination und Alarmierung (spontaner) Freiwilliger. Der Fokus liegt bei ENSURE vor allem auf Bürgern, die aufgrund ihrer professionellen Kenntnisse, z.B. als Hausmeister, Sicherheitsbeauftragte in

Unternehmen oder Ersthelfer, die Einsatzkräfte spezifisch unterstützen bzw. Soforthilfe einleiten können.

Dieser Beitrag ist wie folgt strukturiert: Im folgenden Kapitel 2 werden die Arbeiten in den wissenschaftlichen Kontext und den Stand der Technik eingeordnet. Darauf folgt die Vorstellung des ENSURE-Systems aus Nutzersicht anhand der bereitgestellten Funktionen (Kapitel 3). Die Ergebnisse der Evaluation des ENSURE-Systems im Rahmen einer Großübung werden in Kapitel 4 dargestellt. In Kapitel 5 werden einige verwandte Projekte zur Abgrenzung des ENSURE-Ansatzes vorgestellt. Der Beitrag endet mit einer Zusammenfassung sowie einem Ausblick auf weitere Forschungsarbeiten (Kapitel 6).

2 Stand der Technik

Es gibt bereits eine Vielzahl an Ansätzen bei mobilen IT-Systemen für die Einbindung freiwilliger Helfer in das Katastrophenmanagement. Die meisten Systeme werden aber hauptsächlich dafür eingesetzt, die freiwilligen Bürger zur Sammlung oder Bewertung von **Informationen** mit ihren mobilen Geräten vor Ort zu gewinnen, z.B. CrisisTracker, Ushahidi, GeoChat, Mobile4D, Cross, Diadem, CrowdHelp, RE-ACTA. Eine solche Einbindung kann unter dem Begriff **Mobiles Crowdsourcing** [Fuchs-Kittowski & Faust, 2014] zusammengefasst werden, bei dem einfache, digitale Aufgaben von freiwilligen Helfern (digital volunteers) vor Ort übernommen werden. Eine Unterform des Mobilen Crowdsourcing ist das **Mobile Crowdtasking**, bei dem freiwillige Helfer spezielle physische Tätigkeiten vor Ort übernehmen (und ggf. darüber berichten).

Für Systeme, die Freiwillige für reale physische Aktivitäten vor Ort (z.B. Sandsäcke füllen) individuell einsetzen (Crowdtasking), gibt es bisher nur wenige Beispiele, so dass dieses Potenzial derzeit noch weitgehend ungenutzt bleibt. Wissenschaftliche Ansätze und Projekte für eine solche Einbindung ungebundener Freiwilliger sind **Hands2Help** [Hofmann et al., 2014], **AHA** [Detjen et al., 2015], **KOKOS** [KOKOS, 2016]. Zudem existieren neben diesen wissenschaftlichen Ansätzen bereits auch einige aus der Praxis heraus initiierte Projekte, die auf eine koordinierte Einbindung von Freiwilligen abzielen, wie **ZUKS** [ZUKS, 2015], **Team Österreich** [Neubauer et al., 2013]. Weitere Mithelfer-Systeme wie **Mobile Retter**, **instantHelp**, **FirstAED** oder **Plusepoint** (Benachrichtigung registrierter Nutzer in einem Gebiet mit einem Unfall entsprechend ihrer Fähigkeiten) zielen zwar auch auf die Einbindung und Koordination

ungebundener Helfer ab, dienen aber vor allem der ad-hoc-Lebensrettung, d.h. sie sind speziell für die Erste Hilfe konzipiert und nicht für allgemeine Aufgaben im Katastrophenmanagement.

Allen o.g. Ansätzen des **Mobilen Crowdtasking** ist gemeinsam, dass sie Methoden und Werkzeuge bieten, um eine größere Anzahl freiwilliger Helfer zu rekrutieren, diese bei Bedarf zu mobilisieren bzw. zu aktivieren sowie ihre Aktivitäten zu koordinieren. Hierfür ist ein spezifisches Steuerungs-System erforderlich, das die zu erfüllenden Aufgaben auf geeignete Freiwillige verteilt, sowie eine mobile App für die Helfer, um diese gezielt zu gewinnen, zu aktivieren und zu koordinieren.

3 Konzept des ENSURE-Systems (Nutzerfunktion)

In diesem Kapitel wird die Konzeption des ENSURE-Systems vorgestellt. Hierfür werden aus Nutzersicht die wichtigsten Funktionen des Systems und deren prototypische Umsetzung beschrieben.

Folgende zentrale Funktionen sind für eine effiziente Rekrutierung, Verwaltung, Aktivierung und Koordinierung von Helfern im urbanen Raum bei Großschadenslagen erforderlich und im ENSURE-System vorgesehen:

- Registrierung der freiwilligen Helfer
- Profilierung der Helfer
- Alarmierung der Helfer (per Steuerungssystem)
- Aktivierung der Helfer (per App)

Aus Nutzersicht verteilt das ENSURE-System Hilfesuche (Anfragen oder Alarmierungen mithilfe eines Steuerungssystems) im Falle einer Gefahren- und/oder Schadenslage. Auf Seite der freiwilligen Helfer werden diese Gesuche per mobiler App zugestellt. Prinzipiell handelt es sich bei diesem Verfahren um einen Abonnement-basierten Ansatz, bei dem sich der Nutzer bereit erklärt, aktiviert zu werden.

Die Aktivierung der Mithelfer kann auf Grundlage zweier Prinzipien erfolgen: Zum einen besteht die Möglichkeit, mithilfe des Steuerungssystems eine Umkreisalarmierung auszulösen. Bei dieser Alarmierungsart werden Mithelfer aufgrund ihres aktuellen Aufenthaltsortes in unmittelbarer Nähe des Einsatzortes aktiviert. Zum anderen können Mithelfer themenbasiert alarmiert werden, indem sie sich einem

Thema (z.B. Hochwasser 2013 - Dresden) anschließen. Bei dieser Art der Aktivierung spielt der Aufenthaltsort des Helfers keine Rolle und muss dem System auch nicht bekannt sein. Die Wahl der Alarmierung ist vom App-Nutzer frei wählbar („und/oder“-verknüpfbar).

3.1 Registrierung der freiwilligen Helfer

Um einen Mithelfer per ENSURE-App zu alarmieren, ist zunächst eine Registrierung notwendig. Diese Registrierung erfolgt per Smartphone-App. Beim erstmaligen Öffnen der App wird dem Nutzer ein Projekt-Guide präsentiert, um ihn zum „Mitmachen“ zu motivieren. Entscheidet sich der Nutzer zur Teilnahme, ist das aus technischer Sicht gleichbedeutend mit einer Registrierung und einer impliziten Profilerstellung.

3.2 Profilierung der Helfer

Eines der grundlegenden Prinzipien im Datenschutz ist die Datenvermeidung . Das ENSURE-System setzt dieses Prinzip – so weit wie möglich – um. So sind lediglich folgende Informationen im (Basis)-Profil eines Mithelfers (in anonymisierter Form) hinterlegt:

- **Aktueller Aufenthaltsort:** Da ein Hilfesuchung ortsgebunden ausgelöst werden kann, ist es in diesen Fällen zwingend notwendig, den ungefähren Aufenthaltsort der entsprechenden Mithelfer im System zu halten. Aus Datenschutzgründen und im Sinne der informationellen Selbstbestimmung muss sich ein Mithelfer nach der Registrierung noch einmal aktiv dazu bereit erklären, bezüglich möglicher Umkreisalarmierungen benachrichtigt zu werden und somit akzeptieren, dass der individuelle Aufenthaltsort dem System stets bekannt ist.
- **Fitnesszustand und soziale Kompetenz:** Um im Falle einer Gefahren- bzw. Schadenslage effektiv Mithelfer zu aktivieren (Filterung anhand von Eigenschaften), sind Angaben (subjektive Einschätzungen) bezüglich der individuellen körperlichen Fitness und der sozialen Kompetenz im Basisprofil eines Mithelfers hinterlegt. Die Einschätzung erfolgt durch den Nutzer mittels Beantwortung weniger Fragen während der App-Einrichtung.

Neben dem Basisprofil ermöglicht es das System, Mithelfern sogenannte Profilerweiterungen zuzuordnen. Diese Profilerweiterungen können über verschiedene Mechanismen eingespielt werden. So können sowohl durch Dritte verifizierte

Qualifikationen (u.a. Ersthelfer) als auch freiwillige Angaben des Nutzers (u.a. Führerscheinklasse, technisches Knowhow) dem System zusätzlich übergeben werden.

3.3 Alarmierung der Helfer (per Steuerungssystem)

Die vom System verschickten Hilfesuche werden von den Einsatz-Leitstellen mittels eines webbasierten Steuerungssystems bzw. Redaktionssystems erstellt. Die Filterung und Alarmierung der Mithelfer erfolgt in einem mehrstufigen Verfahren:

- Art der Alarmierung: Zunächst muss festgelegt werden, welche Art der Alarmierung (Umkreisalarmierung oder themenbasierte Alarmierung) erfolgt.
- Filterung: Folgend wird unter Berücksichtigung des Einsatzortes, der Einsatzstartzeit sowie der benötigten Anzahl an Helfern und deren Kompetenzen eine Filterung der Mithelfer vorgenommen.
- Alarmierungsdetails: Nachfolgend können dann weitere Angaben (Aufgaben, Einsatzdauer, Hinweise etc.) zum Einsatz aufgenommen und letztendlich den Mithelfern zugesandt werden (Alarmierung).

Neben der Unterscheidung zwischen der Umkreisalarmierung und der themenbasierten Alarmierung (siehe Abbildung J-1) kann folgende weitere Differenzierung erfolgen:

- Alarmierung mit Vorwarnzeit
- Ad-hoc-Alarmierung

Alarmierung mit Vorwarnzeit: Ist die Vorwarnzeit ausreichend lang, können die potentiellen Helfer zunächst einmal vorab informiert und somit angefragt werden, um ihre Bereitschaft zur Teilnahme abzuklären. Dieses Vorgehen kann sowohl bei der Umkreisalarmierung als auch bei der themenbasierten Alarmierung erfolgen und ist vor allem zur besseren Planung des Einsatzes dienlich. Weiterhin bietet eine Einsatzanfrage die Möglichkeit, spezielle Kompetenzen, falls für den Einsatz nötig, mit einem Fragebogen zu ermitteln. Die Ergebnisse des Fragebogens werden als Profilerweiterungen im System hinterlegt und dienen der Mithelfersuche dann als Filterangabe.

Weitere Funktionalitäten, die das Redaktionssystem zur Verfügung stellt, sind u.a.:

- das Versenden von Neuigkeiten an alle Nutzer,
- das Versenden zusätzlicher Informationen zu einem Einsatz, die allen Mithelfern, die am jeweiligen Einsatz teilnehmen, zugestellt werden,
- eine Detailansicht zu laufenden Einsätzen (u.a. Rückmeldungen der Mithelfer).

Ad-hoc-Alarmierungen: Neben den Einsätzen, die eine Planungsphase voranstellen, wird systemseitig eine ad-hoc-Alarmierung ermöglicht. Die Idee besteht darin, dass gerade bei medizinischen Einsätzen/Notfällen Mithelfer in unmittelbarer Umgebung bereits in der Isolationsphase am Einsatzort eintreffen und Erste Hilfe leisten können. Um nicht unnötig Zeit beim Ausfüllen der (zwar vereinfachten) ad-hoc-Alarmierungsmaske zu verlieren, müssen lediglich Einsatzort und Einsatzcode angegeben werden. Ist dem Einsatzort eine Adresse zugewiesen, wird diese automatisch gesetzt. Im Freitextfeld können optional weitere Einsatzdetails mitgeteilt werden. Da es sich um ein webbasiertes Redaktionssystem handelt, können mit Hilfe von URL-Parametern alle Formularfelder vorausgefüllt werden. Vorgeschaltete Fachverfahren können so bereits vorliegende Informationen per URL-Link dem Redaktionssystem übergeben.

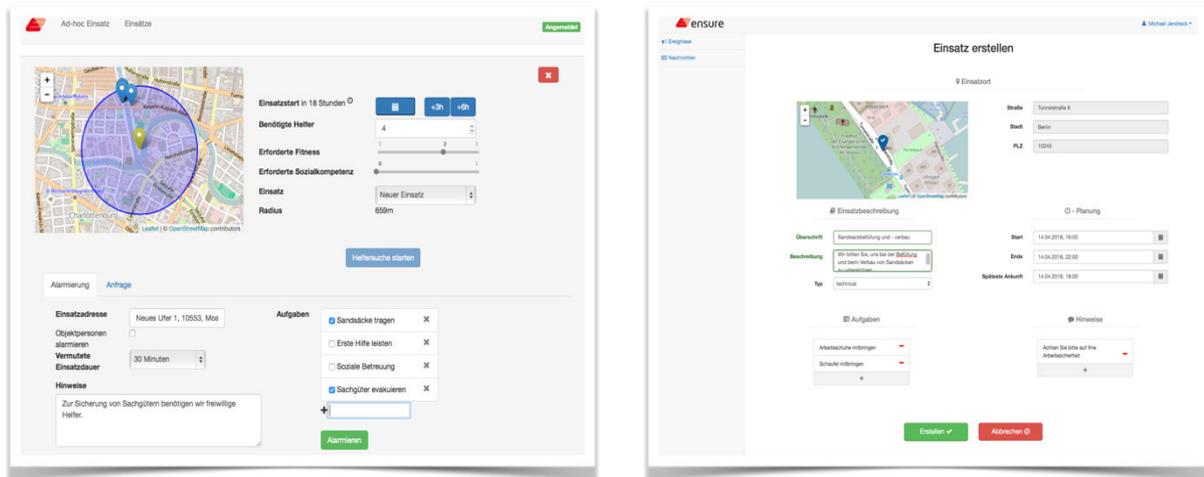


Abbildung J-1: Redaktionssystem (links: Umkreisalarmierung (Version 1 - 2015),rechts: themenbasierte Alarmierung (Version 2 - 2016))

3.4 Aktivierung der Helfer (per Steuerungssystem)

Zur Aktivierung erhält jeder ausgewählte Mithelfer eine Benachrichtigung per Push-Notification auf dem Smartphone. Dem Nutzer werden in der App selbst sämtliche

Informationen zum Einsatz dargestellt, woraufhin er dann situationsbezogen entscheiden kann, ob er den Einsatz (Alarmierung/Anfrage) annimmt oder ablehnt (siehe Abbildung J-2). Weiterhin ist im Falle einer Anfrage Feedback zu nachgefragten Kompetenzen möglich.

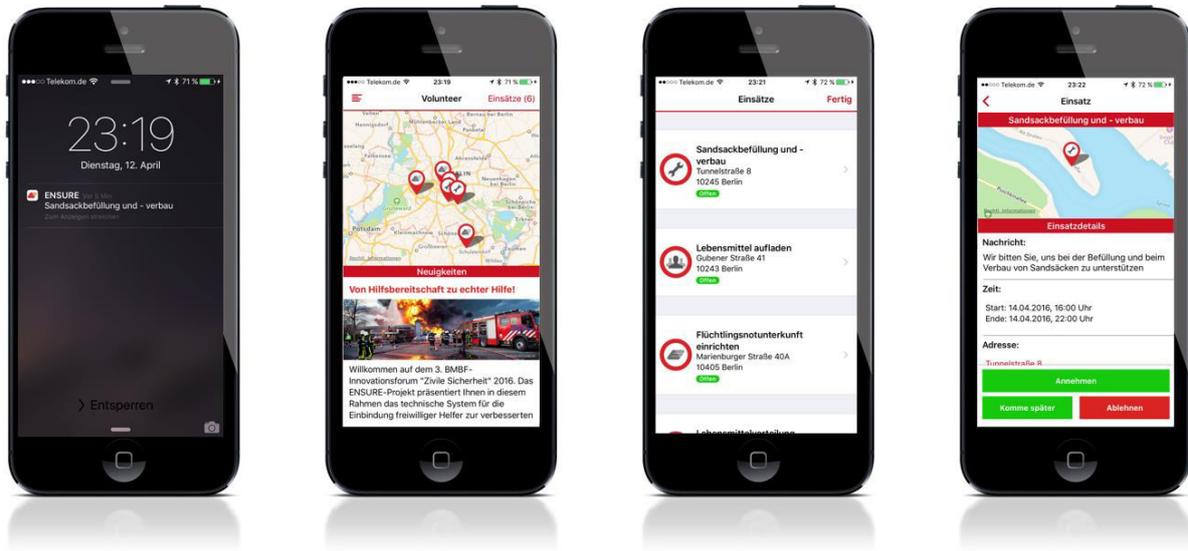


Abbildung J-2: Aktivierung der Mithelfer per App

4 Evaluation

Zur Überprüfung der bisher im Projekt erarbeiteten Ergebnisse wurde am 10. Oktober 2015 eine Vollübung mit dem Namen „ENSURE 2015“ durchgeführt. Ziele der Vollübung waren die Überprüfung des technischen Systems, die Evaluierung der Einbindungskonzepte von freiwilligen Helfern sowie professionellen Kräften und die Auswertung des Trainingserfolges. Nachstehend werden die Methodik und Ergebnisse der Evaluation beschrieben.

4.1 Methodik der Evaluation

Im Rahmen der Vollübung wurden insgesamt 14 Mithelferaufgaben teils in der Isolationsphase, teils nach dem Eintreffen der Einsatzkräfte von 24 Mithelfern (Probanden) abgearbeitet, z.B. Informationsweitergabe, präventive Sicherung von Gütern, Lageerkundung und Lagerdarstellung, Erste Hilfe, Kleinbrandbekämpfung, Freiräumen von Zufahrten, Retten und Transport von Verletzten, Sicherung von Gütern (Bibliothek), Sandsackbefüllung und –verbau.

In der Isolationsphase mussten die Mithelfer zumeist in kleineren Gruppen auf sich allein gestellt agieren. Nach dem Eintreffen der Einsatzkräfte wurden dann die verbliebenen Aufgaben in Kooperation erfüllt. Insgesamt haben 120 Einsatzkräfte der Berliner Feuerwehr und des DRKs teilgenommen. Die Koordination der 24 Mithelfer erfolgte durch das technische ENSURE-System, welches mithilfe des Steuerungssystems Alarmierungen via ENSURE-App an die Probanden verschickte. Die Helfer kannten das ENSURE-System bzw. die ENSURE-App nicht.

Die Evaluation erfolgte inhaltlich entsprechend der in der Literatur etablierten Anforderungen an IT-Anwendungen im Katastrophenschutz [Mauthner et al., 2015]:

- Effizienz & Sicherheit
- Verständlichkeit & Benutzbarkeit
- Zuverlässigkeit & Verfügbarkeit

IT-Anwendungen müssen entsprechend den zu unterstützenden Prozessen ausgelegt sein. Die Beurteilung der **Effizienz und Sicherheit** des Systems stützt sich zum einen auf die erfolgreiche *Funktionsweise*, insb. bei der Alarmierung, und zum anderen auf die Beurteilung des *Datenschutzes*. Bei Letzterem sollte die Akzeptanz bezüglich der Erhebung des Basisprofils der Nutzer überprüft werden, da das Basisprofil grundlegend für die korrekte Zuteilung der Aufgaben ist, und daher dessen Akzeptanz von besonderer Bedeutung ist. Um die Effizienz und Sicherheit des ENSURE-Systems zu bewerten, wurden Interviewdaten (Fragen mit einem 5-stufigen Antwortformat (Likert-Skala)) sowie Anmerkungen von Beobachtern analysiert und ausgewertet.

IT-Anwendungen müssen einfach auch außerhalb von Krisensituationen erlernt werden können. Zur Beurteilung der **Verständlichkeit und Benutzbarkeit** (Usability) der mobilen Anwendung wurden 19 von 24 Probanden zehn Fragen mit einem 5-stufigen Antwortformat (Likert-Skala) gestellt. Besonderes Interesse galt dabei der Bedienbarkeit und der Komplexität der App.

IT-Anwendungen müssen in der Krise reibungslos funktionieren. Die Beurteilung der **Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit** des Systems stützt sich vor allem auf die Reaktionszeit und die Stabilität des Systems. Um die Stabilität des ENSURE-Systems zu bewerten, wurden Interviewdaten und die Log-Daten des Systems der Vollübung sowie Anmerkungen von Beobachtern analysiert und ausgewertet.

4.2 Effizienz und Sicherheit (Funktionsweise des technischen Systems)

Im Fokus der Beurteilung der Effizienz und Sicherheit des Systems standen vor allem die erfolgreiche Alarmierung, die Reaktionszeit sowie der Datenschutz des Systems.

Eine wesentliche Voraussetzung für die Funktionalität des gesamten Systems ist die zeitnahe und korrekte Zustellung der **Alarmierung**. Die hierfür nötigen und korrekt ausgeführten Prozesse im Steuerungssystem, aller Backend-Komponenten sowie der mobilen Anwendungen sind durch die Log-Daten erwiesen. Zu allen 14 Mithelferaufgaben wurden, entsprechend der Vorgaben, Alarmierungen versendet und den Endgeräten zugestellt. Die Auswertung der Rückmeldungen durch die App-Nutzer belegen dies.

Zur Evaluierung des **Datenschutzes** wurde die Akzeptanz der Erhebung des Basis-Nutzerprofils (bestehend aus körperlicher Fitness und sozialer Kompetenz) überprüft.

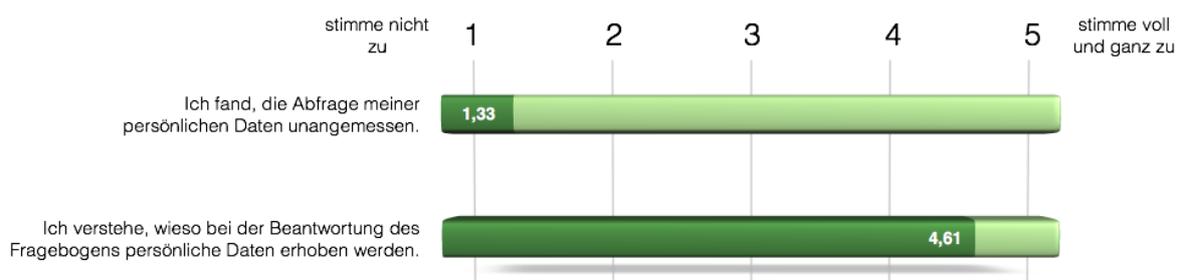


Abbildung J-3: Subjektiver Eindruck bezüglich des Datenschutzes (n = 19)

Die Ergebnisse der Umfrage der Mithelfer bezüglich des Datenschutzes zeigen (Abbildung J-3), dass die Mithelfer den Grund der Abfrage der persönlichen Daten für das Profil verstanden haben und diese nicht als unangemessen empfinden. Somit ist die Nutzerakzeptanz hinsichtlich des subjektiven Datenschutzes gewährleistet.

4.3 Verständlichkeit und Benutzbarkeit der mobilen Anwendung

Bei der Evaluation der Verständlichkeit und Benutzbarkeit der mobilen Anwendung galt das zentrale Interesse der Bedienbarkeit und der Komplexität der App.

Die mobilen Anwendungen (iOS und Android) erreichten einen SUS-Score von 90 Punkten (von möglichen 100 Punkten). Dieser Score lässt sich entsprechend der SUS-Skala als gute **Benutzbarkeit** (Usability) deuten. Nachfolgend ist ein Auszug der Ergebnisse der Usability-Befragung detaillierter dargestellt.

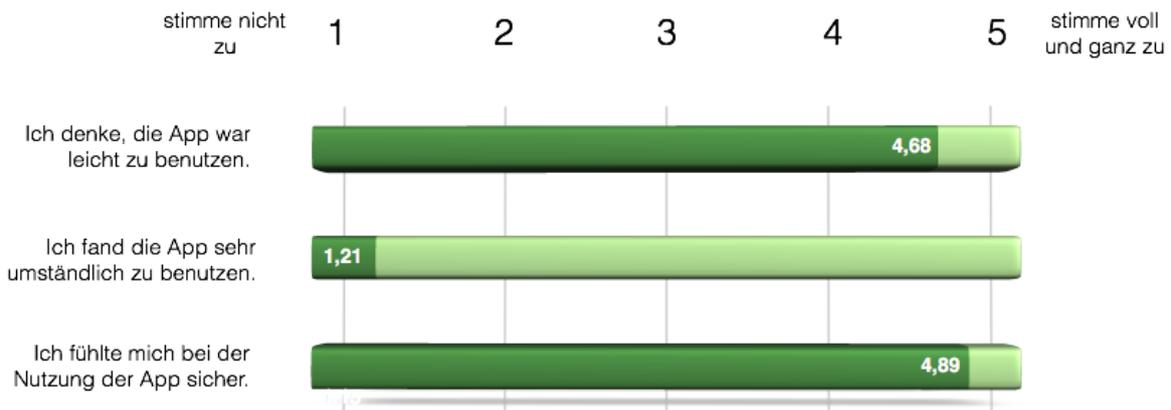


Abbildung J-4: Bedienbarkeit der App (n = 19)

Abbildung J-4 zeigt, dass die Mehrzahl der Tester den Umgang mit der App als leicht bzw. als nicht zu umständlich empfanden. Die Implementierung ausschließlich bekannter (Smartphone-) spezifischer Interaktionskonzepte trug im hohen Maße zur Verständlichkeit der App bei.

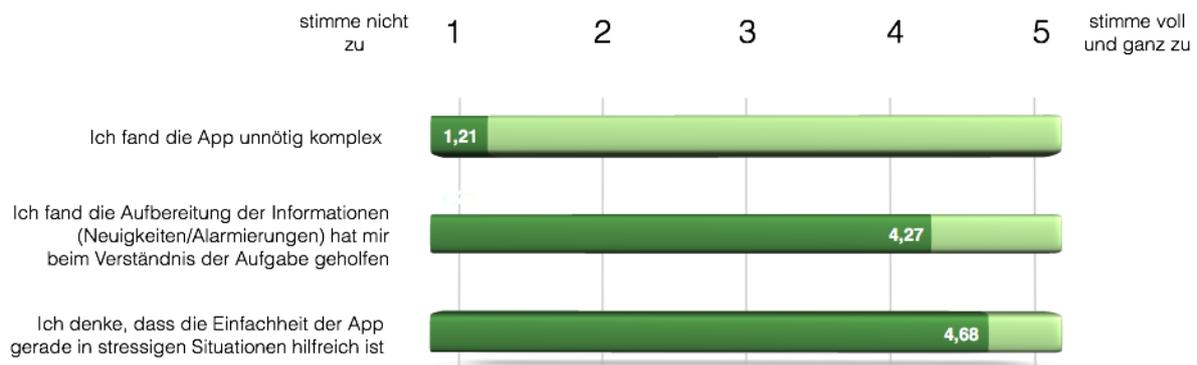


Abbildung J-5: Komplexität der App

Weiterhin zeigen die Ergebnisse der Umfrage zur **Komplexität** der App (Abbildung J-5), dass die mobile Anwendung nicht unnötig komplex ist, was vor allem in stressigen Situationen von Bedeutung ist. Auch wird die Aufbereitung der Informationen als förderlich für das Verständnis der Aufgaben gesehen.

4.4 Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit

Die Auswertung der **Reaktionszeit** zeigt (siehe Abbildung J-6), dass bei neun der vierzehn Alarmierungen die Erstrückmeldung innerhalb einer Minute registriert wurde. Drei weitere Alarmierungen wurden in unter fünf Minuten (erst)beantwortet. Somit befinden sich 85% der Erstrückmeldungen in dem für ad-hoc-Einsätze relevanten Zeitfenster. Betrachtet man alle Rückmeldungen unter Vernachlässigung jener älter

als zehn Minuten (Anwenderfehler), so ergibt sich eine durchschnittliche Reaktionszeit von 2:10 Minuten. Da die Probanden während der Vollübung in Erwartung einer Alarmierung waren, wirkte sich dieser Umstand vermutlich positiv auf die Reaktionszeit aus.

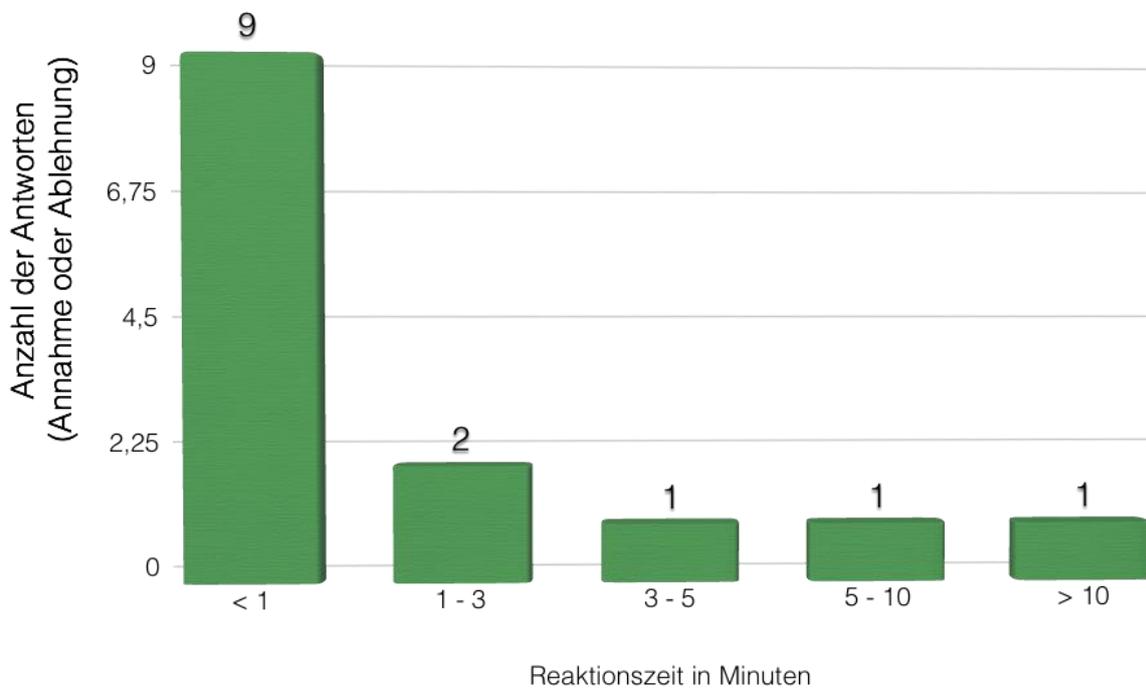


Abbildung J-6: Reaktionszeit - Erstrückmeldung nach Mithelfer-Anfrage / Alarmierung

Im Rahmen der Vollübung wurde ein zweimaliges Fehlverhalten bzgl. der **Stabilität** der mobilen Anwendung gemeldet. Zum einen gab es in einem bestimmten Interaktionszweig einen Absturz der App und zum anderen erfolgte bei der Befragung der Probanden eine unspezifische Fehlerangabe („Nein, die App hat nicht funktioniert“). Die Fehlerursachen sind allerdings nicht auf konzeptioneller, sondern technischer Ebene zu suchen.

5 Verwandte Arbeiten

Insgesamt besitzt der in den vorherigen Kapiteln vorgestellte Ansatz ENSURE eine Reihe von Gemeinsamkeiten mit den existierenden, in Kapitel 2 vorgestellten Konzepten und Systemen, weist aber auch deutliche Unterschiede auf:

Die Zielsetzung des Projekts **ZUKS** (Zivile Unterstützung im Katastrophenschutz) umfasst die Akquirierung von Helfern sowie deren Organisation und Einsatz. Ähnlich wie

im ENSURE-Projekt erfolgen Alarmierung, Organisation und Koordinierung mithilfe eines Steuerungssystems. Die Aktivierung der zuvor registrierten Helfer und die Übermittlung der Einsatzdetails gestalten sich ebenfalls analog per Smartphone-App. Eine erhebliche Divergenz besteht jedoch bei der Integration beider Systeme. So stellt ENSURE der zuständigen BOS-Instanz die technische Plattform zur freien Verwendung zur Verfügung; demgegenüber sieht die Konzeption des ZUKS-Projektes vor, die eigene Organisation in die bestehenden Abläufe zu integrieren und die Steuerung der Helfer selbst zu verwalten. Weiterhin grenzt sich ENSURE durch eine anonyme Registrierung und dem Verzicht, die Mithelfer vor Ort weiterhin zu organisieren bzw. zu koordinieren (u.a. Verpflegung und Unterkunft), ab.

Das Projekt **Hands2Help** bietet ähnlich wie ENSURE ein App-basiertes Koordinations- und Alarmierungssystem, welches BOS-Instanzen und Einsatzleitstellen bei der Koordination von Freiwilligen unterstützen soll. Hierbei können Einsatzleitstellen über ein Formular Hilfsgesuche definieren. Freiwillige können über die App Hilfsangebote, inkl. ihre Fähigkeiten, eintragen. Werden Übereinstimmungen (Angebot/Nachfrage) vom System erkannt, fragt dieses die betreffenden Nutzer automatisch an, wobei die angemessene Anzahl passender Mithelfer gefunden wird. Im Gegensatz zu ENSURE ist kein Steuerungssystem zur manuellen Alarmierung durch einen Einsatzleiter vorgesehen, da das Matching zwischen Angebot und Nachfrage ebenso wie die Alarmierung automatisiert von Algorithmen im Vermittlungssystem übernommen wird. Auch die Möglichkeit, dass jeder Systemteilnehmer eine Hilfsanfrage inserieren kann, unterscheidet beide Projekte. Zudem werden im Gegensatz zu ENSURE Pflichtangaben über die zeitliche sowie räumliche Verfügbarkeit der Nutzer notwendig. Hierbei bietet ENSURE neben der ortsgebundenen auch eine themengebundene Alarmierung von freiwilligen Mithelfern an, ohne auf Standortdaten der Mithelfer zurückgreifen zu müssen.

Die Projekte **AHA** (Automatisiertes Helferangebot bei Großschadensereignissen) und **KOKOS** (Kooperation mit freiwilligen Helfern in komplexen Schadenslagen) laufen parallel zum ENSURE-Grundgedanken und haben ebenso das Ziel, die Bevölkerung in die Bewältigung von Schadenslagen einzubeziehen. Unterschiede zeigen sich bei der konkreten Umsetzung dieses Ziels. So steht im Projekt KOKOS die Einbindung der Öffentlichkeit in das Krisenmanagement im Fokus. Im AHA-Projekt werden neben den

freiwilligen Helfern vor allem deren technisches Gerät als nützliche Ressource betrachtet und die Verfügbarkeit abgefragt und anschließend registriert.

Im Projekt **Team Österreich** können sich freiwillige Helfer beim Roten Kreuz Österreich als Helfer registrieren lassen und werden im Notfall über verschiedene Kanäle (SMS, Email etc.) alarmiert. Dabei werden passende Mithelfer unter Einbeziehung des Wohnortes sowie der Distanz zum Einsatzort ermittelt, so dass nicht nur die richtigen Mithelfer, sondern auch die passende Anzahl an Mithelfern automatisiert alarmiert wird. ENSURE setzt hierbei auf ein Redaktionssystem, welches den Einsatzleitstellen ermöglicht, eine Anzahl an Mithelfern zu alarmieren und gegebenenfalls weitere Freiwillige nachzufordern. Ebenso bietet die ENSURE-App den Nutzern die Möglichkeit, ein verspätetes Eintreffen am Einsatzort anzugeben, sodass das "Nicht-Erscheinen" von Helfern von der Leitstelle wahrgenommen und für die weitere Koordination mit eingeplant werden kann.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Interaktive, kooperative und mobile Technologien besitzen ein großes Potenzial, die Herausforderungen bei der Einbindung freiwilliger Helfer in den Katastrophenschutz zu meistern.

Das in diesem Beitrag vorgestellte ENSURE-System hat das Ziel, die Einsatzkräfte bei der Rekrutierung, Verwaltung, Aktivierung und Koordinierung von Helfern im urbanen Raum bei Großschadenslagen zu unterstützen. Hierfür bietet es die erforderlichen Funktionen, wie: Registrierung, Profilierung, Alarmierung (per Redaktionssystem) und Aktivierung der Helfer (per App). Dabei handelt es sich um einen Abonnement-basierten Ansatz, bei dem sich die freiwilligen Helfer bereit erklären, mittels Anfragen, die den aktuellen Aufenthaltsort betreffen, aktiviert zu werden.

Die Evaluation von ENSURE im Rahmen einer Großübung zeigte durchweg positive Ergebnisse in allen untersuchten Bereichen, insb. eine gute Usability (SUS- Score: 90 Punkte), eine hohe Stabilität und schnelle Reaktionszeit sowie eine gute Akzeptanz bezüglich der Erhebung von persönlichen Daten (Basisprofil). Vor allem Erste-Hilfe-Maßnahmen wurden außergewöhnlich gut durchgeführt (Beobachtung) und die Helfer befolgten die Einsatzanweisungen (z.B. Freiräumen von Zufahrten) sehr genau.

Von August bis Dezember 2016 wird es einen Großfeldversuch von ENSURE in Berlin zum Thema „Unterstützung Berliner Feuerwehr“ geben. Hierfür wird die ENSURE-App in den jeweiligen App- Stores (iOS, Android) veröffentlicht werden, so dass alle Bürger als freiwillige Helfer an dem Versuch teilnehmen können.

7 Literaturverzeichnis

[Coppola, 2006]

Coppola, Damon: Introduction to International Disaster Management, 3rd ed., Oxford, Butterworth-Heinemann, 2015.

[Detjen et al., 2015]

Detjen, Henrik; Geisler, Stefan; Bumiller, Gerd: Nutzeranforderungen eines Systems zur automatischen Helferbereitstellung. In: A. Weibecker; M. Burmeister; A. Schmidt (Hrsg.): Mensch und Computer 2015. Oldenbourg, Stuttgart, 2015, S. 11-18.

[Fuchs-Kittowski & Faust, 2014]

Fuchs-Kittowski, Frank; Faust, Daniel: Architecture of Mobile Crowdsourcing Systems. In: Nelson Baloian, Frada Burstein, Hiroaki Ogata, Flavia Santoro, Gustavo Zurita (Hrsg.): Collaboration and Technology - Proceedings of the 20th International Conference on Collaboration and Technology (CRIWG 2014), LNCS 8658, Springer International Publishing, S. 121–136.

[Geißler & Sticher, 2014]

Geißler, Sarah; Sticher, Birgitta: Hilfeverhalten in Katastrophen und die Folgen für das Katastrophenmanagement - am Beispiel des Hochwassers 2013 in Magdeburg. In: Polizei & Wissenschaft. 4/2014, S. 53-70.

[Hofmann et al., 2014]

Hofmann, M.; Betke, H.; Sackmann, S.: Hands2Help – Ein App-basiertes Konzept zur Koordination freiwilliger Helfer. In: i-com, 13(1), 2014, S. 36–45.

[KatSG, 1999]

Gesetz über die Gefahrenabwehr bei Katastrophen (Katastrophenschutzgesetz – KatSG) § 2 Abs. 1, Berlin 11. Februar 1999.

[Kaufhold & Reuter, 2014]

Kaufhold, Marc-André; Reuter, Christian: Vernetzte Selbsthilfe in Sozialen Medien am Beispiel des Hochwassers 2013. In: i-com, 1/2014, 2014, S. 20-28.

[Kircher, 2014]

Kircher, Frieder: Ungebundene Helfer im Katastrophenschutz. In: BrandSchutz, Vol. 68, Nr. 8, 2014, Stuttgart: Kohlhammer, S. 593-597.

[KOKOS, 2016]

KOKOS Projekt-Webseite, <http://kokos-projekt.de/>. (Zugriff zuletzt am 05.08.2016)

[Mauthner et al., 2015]

Mauthner, Jana; Engelbach, Wolf; Engel, Kerstin: Informationstechnologien für das Freiwilligenmanagement in Katastrophenschutz und Krisenmanagement. In: Engagiert im Katastrophenschutz - Impulse für ein zukunftsfähiges Freiwilligenmanagement. Schwalbach: Wochenschau Verlag, 2015 (Reihe: Engagement und Partizipation in Theorie und Praxis), S.165-178.

[Neubauer et al., 2013]

Neubauer, G.; Nowak, A.; Jager, B.; Kloyber, C.; Flachberger, C.; Foitik, G.; Schimak, G.: Crowdtasking – A New Concept for Volunteer Management in Disaster Relief. In: J. Hřebíček; G. Schimak; M. Kubásek; A. Rizzoli (Hrsg.): Environmental Software Systems - Fostering Information Sharing, Springer, Berlin Heidelberg, S. 345–356.

[Ohder & Röpcke, 2014]

Ohder, Claudius; Röpcke, Julian: Hilfebedarf, Hilfeerwartung und Hilfebereitschaft bei einem Stromausfall. Die Ergebnisse einer Bürgerbefragung in Berlin. In: Crisis Prevention, 2/2014, S. 33-35.

[Reuter et al., 2012]

Reuter, C.; Heger, O.; Pipek, V.: Social Media for Supporting Emergent Groups in Crisis Management. In: International Reports on Socio-Informatics (IRSI), Proceedings of the CSCW 2012 Workshop on Collaboration and Crisis Informatics, Bonn, Germany, Jg. 9, Nr. 2, 2012, S. 84-92.

[Reuter et al., 2014]

Reuter, Christian; Ludwig, Thomas; Pipek, Volkmar: Ad Hoc Participation in Situation Assessment - Supporting Mobile Collaboration in Emergencies. In: ACM Transactions on Computer-Human Interaction 21(5), Article 26, November 2014.

[Schimak et al., 2015]

Schimak, G.; Havlik, D.; Pielorz, J.: Crowdsourcing in Crisis and Disaster Management – Challenges and Considerations. In: R. Denzer, R. M. Argent, G. Schimak, J. Hřebíček (Hrsg.): Environmental Software Systems - Infrastructures, Services and Applications. Springer International Publishing, Berlin, 2015, S. 56-70.

[Schorr et al., 2014]

Schorr, C.; Biergert, A.; Weber, T.; Max, M.; Schulze, M.: Die Rolle der ungebundenen HelferInnen bei der Bewältigung von Schadensereignissen – Teil 1, Deutsches Rotes Kreuz e. V, Berlin, 2014.

[Schweer et al., 2014]

Schweer, Benedikt; Ohder, Claudius; Sticher, Birgitta, Geißler, Sarah; Röpcke, Julian: Katastrophenschutz im Umbruch - Ansätze der Bürgeraktivierung und -einbeziehung im internationalen Vergleich. Bericht zum Forschungsprojekt „Katastrophenschutz-Leuchttürme als Anlaufstelle für die Bevölkerung in Krisensituationen“ (Kat-Leuchttürme), Berlin, Oktober 2014.

[ZUKS, 2015]

ZUKS e.V.: ZUKS – Zivile Unterstützung im Katastrophenschutz – Konzept im Juni 2015. https://www.zuks.org/static/files/Konzept_1.2.pdf. (Zugriff zuletzt am 05.08.2016)