

# Entscheidungsunterstützung im Hochwasser- management – Integration von Kritischer Infrastruk- tur und Notfallrouting auf der Basis freier Geodaten

Melanie Eckle<sup>1</sup>, João Porto de Albuquerque<sup>1,2,3</sup>, Benjamin Herfort<sup>1</sup>, Alexander Zipf<sup>1</sup>

<sup>1</sup>GIScience Chair, Universität Heidelberg · eckle@stud.uni-heidelberg.de

<sup>2</sup>Centre for Interdisciplinary Methodologies, University of Warwick, UK

<sup>3</sup>Department of Computer Systems/ICMC, University of São Paulo, Brazil

**Zusammenfassung:** Die OpenFloodRiskMap (OFRM) ist ein Entscheidungsunterstützungssystem, welches Entscheidungsträger in der Alarm- und Einsatzplanung und im Hochwasserfall in der Identifizierung Kritischer Infrastrukturen (KI) und Navigation zu KI unterstützt. Durch die Zusammenarbeit mit verschiedenen Kommunen wurde die OFRM an deren Bedürfnisse im Hochwassermanagement angepasst, zudem wurden die frei verfügbaren OpenStreetMap-Daten als allgemein zugängliche Datengrundlage integriert. Im Praxisbericht wird der Beitrag der OFRM zu Hochwassermanagement anhand des Fallbeispiels Evakuierung veranschaulicht.

**Schlüsselwörter:** Entscheidungsunterstützungssystem, OpenStreetMap, Kritische Infrastrukturen, Volunteered Geographic Information (VGI), Notfallroutenplanung

**Abstract:** *The OpenFloodRiskMap is a decision support system which supports decision makers in the identification of Critical Infrastructure (CI) and in emergency routing. These tasks can be supported both during pre-disaster planning and in response to a flood event. OFRM was developed in cooperation with different municipalities in Germany to have functionalities that are well-suited to their requirements in flood risk management. Furthermore, OFRM builds upon the openly accessible OpenStreetMap data. This paper illustrates the contribution of OFRM to flood risk management using an evacuation scenario.*

**Keywords:** *Decision support systems, OpenStreetMap, Critical Infrastructure, Volunteered Geographic Information (VGI), emergency routing*

## 1 Projektidee und Motivation

Im Hochwassermanagement sowie in der Alarm- und Einsatzplanung benötigen Entscheidungsträger aktuelle und detaillierte Daten um Hilfsaktionen koordinieren, angepasste Maßnahmen ergreifen und potenziell Kritische Infrastrukturen (KI) identifizieren zu können. Laut der KRITIS Strategie sind KI „Organisationen und Einrichtungen mit wichtiger Bedeutung für das staatliche Gemeinwesen bei deren Ausfall oder Beeinträchtigung nachhaltig wirkende Versorgungsengpässe, erhebliche Störungen der öffentlichen Sicherheit oder andere dramatische Folgen eintreten würden“ (BUNDESMINISTERIUM DES INNERN 2009). Die Anschaffung und Pflege offizieller Daten sind jedoch kostspielig, weswegen Kommunen oftmals nicht über eine aktuelle und detaillierte Datengrundlage verfügen. Laut Beschluss der Europäischen Gemeinschaft war jede Kommune verpflichtet bis Ende 2015 individuelle Hochwasseralarm- und Einsatzpläne zu entwickeln (THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN 2007). Diese Richtlinie konnte aufgrund der ungenügenden Datenverfügbarkeit bis heute von vielen nicht erfüllt werden.

Die OpenFloodRiskMap (OFRM) ermöglicht Kommunen diese Aufgabe durch die Verwendung freier Geodaten (bekannt als Volunteered Geographic Information – VGI) zu bewältigen. VGI hat sich in den letzten Jahren verstärkt im Katastrophenmanagement und insbesondere im Hochwassermanagement etabliert. Eines der bekanntesten VGI-Projekte ist die OpenStreetMap (OSM) (RAMM & TOPF 2010). Die online Weltkarte besteht aus von internationalen Freiwilligen gesammelten Geoinformationen, die je nach Anwendungsfall und unter Beachtung der Open Data Commons Open Database License (ODbL)<sup>1</sup> verwendet werden dürfen. Mithilfe der OFRM können Entscheidungsträger das Potenzial der OSM-Daten auch im Hochwassermanagement nutzen.

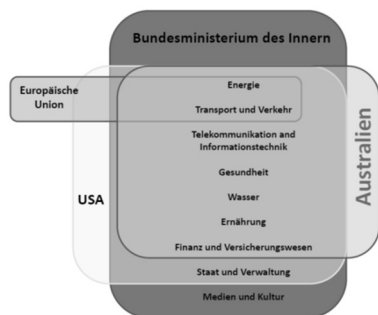
In der Konzeptualisierung der OFRM wurden Entscheidungsträger verschiedener Kommunen miteinbezogen um die Anwendung bestmöglich an deren Bedürfnisse anpassen zu können. In den in diesem Rahmen geführten Expertengesprächen wurden Evakuierung und Versagen des technischen Hochwasserschutzes zu den bedeutendsten Szenarien für die Alarm- und Einsatzplanung sowie den Einsatzfall erklärt.

Nach einer kurzen Vorstellung der OFRM-Struktur wird im vorliegenden Praxisbeitrag veranschaulicht, wie Entscheidungsträger das Entscheidungsunterstützungssystem in einem konkreten Szenario, in diesem Fall der Evakuierung, nutzen können.

## 2 Struktur der OpenFloodRiskMap (OFRM)

### 2.1 Objektartenkatalog Kritischer Infrastrukturen

Objektartenkataloge enthalten generell keine Angaben über KI und erlauben folglich keine direkte KI-Selektion auf Objektebene. Internationale Rahmenwerke verfügen jedoch über Kategorisierungen in kritische Sektoren und Branchen, welche des Weiteren erlauben eine Folgeauswahl von KI auf Objektebene vorzunehmen (AUSTRALIAN GOVERNMENT 2010, BUNDESMINISTERIUM DES INNERN 2009, OAS & DRDE 1991, THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION 2008). Die Sektoren- und Branchenauswahl des Bundesministeriums des Innern beinhaltet im direkten Vergleich die umfassendste Auflistung kritischer Sektoren und wurde aufgrund dessen bereits von HERFORT et al. (2015) genutzt um einen KI-Objektartenkatalog zu erstellen (s. Abb. 1).



**Abb. 1:**  
Sektorenübersicht

<sup>1</sup> <http://opendatacommons.org/licenses/odbl/> (15.04.2016).

Dieser KI-Objektartenkatalog wurde in der OFRM zur Identifikation von KI im OSM-Datensatz genutzt.

## 2.2 In die OFRM integrierte OSM-Services zur Selektion von KI und Integration der KI in Notfallroutenplanung

Die zunehmende Ausbreitung und der wachsende Detailgrad in OSM führten zu der Entwicklung zahlreicher OSM-spezifischer Werkzeuge. Diese können zur Auswahl von OSM-Daten und zum OSM-basierten Routing genutzt werden. Die *overpass API* (OLBRICHT 2015) und der *OpenRouteService* (SCHMITZ et al. 2008) wurden in angepasster Form in die OFRM integriert um die Abfrage von KI und Routing zu KI in der OSM-Datenbank unter Berücksichtigung von Hochwasserverhältnissen zu ermöglichen. Die OSM-Services, sowie deren Funktionalitäten wurden in ECKLE et al. (2016) vorgestellt.

## 3 OpenFloodRiskMap-Fallbeispiel Evakuierung

Ein Prototyp der OFRM steht in der öffentlichen Version unter <https://ofrm.de> zur Verfügung. Auch nichtregistrierte Nutzer können hier die OFRM-Kernfunktionen testen. Registrierte Nutzer können darüber hinaus individuelle Abfragen speichern und editieren sowie eigene Objekte ergänzen und Erweiterungen, wie die Abbildung von Hochwassergefahrenkarten, nutzen. Letztere wurden von der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg für die interne Verwendung zur Verfügung gestellt. Um einen Überblick über alle OFRM-Funktionalitäten zu ermöglichen wurde für die folgende Ausführung die nichtöffentliche OFRM-Version verwendet.

### 3.1 Identifikation KI Objekte für Evakuierung

Im Fall eines Hochwassers sind Entscheidungsträger für den Schutz und die Versorgung potenziell gefährdeter KI verantwortlich. Um diese identifizieren zu können benötigen Entscheidungsträger folglich Informationen über potenziell betroffene Gebiete und KI-Standorte. Durch den KI-Objektartenkatalog und den Zugriff auf die *overpass API* können die KI-Standorte direkt in der aktuellen OSM-Datenbank identifiziert und selektiert werden. Die in der OFRM verfügbaren Hochwassergefahrenkarten ermöglichen zudem die Identifizierung von potenziellen Überflutungsflächen. Auf diese Weise können Entscheidungsträger zum einen Lagekarten zur besseren Übersicht über potenziell betroffene KI erstellen und zum anderen bedeutende und potenziell betroffene KI, wie etwa Krankenhäuser, Schulen und Kindergärten, in der Evakuierung priorisieren. Im ersten Schritt werden hierfür die für das Szenario Evakuierung bedeutenden KI in der KI-Objektauswahl in der OFRM selektiert und für den potenziellen Überflutungsbereich abgefragt. Um weitere Informationen über ein KI Objekt zu erhalten, wie etwa Kapazitäten und Ausstattung, kann das gewünschte Objekt in der Karte selektiert werden. Die OSM-Kennung des Objektes ist zudem ein direkter Link zu dem *iD Editor*<sup>2</sup>, einem online OSM-Editierprogramm. Dieser Editor kann genutzt werden um Objektinformationen hinzuzufügen oder zu verändern (s. Abb. 2).

---

<sup>2</sup> <http://wiki.openstreetmap.org/wiki/DE:ID> (26.01.2016).

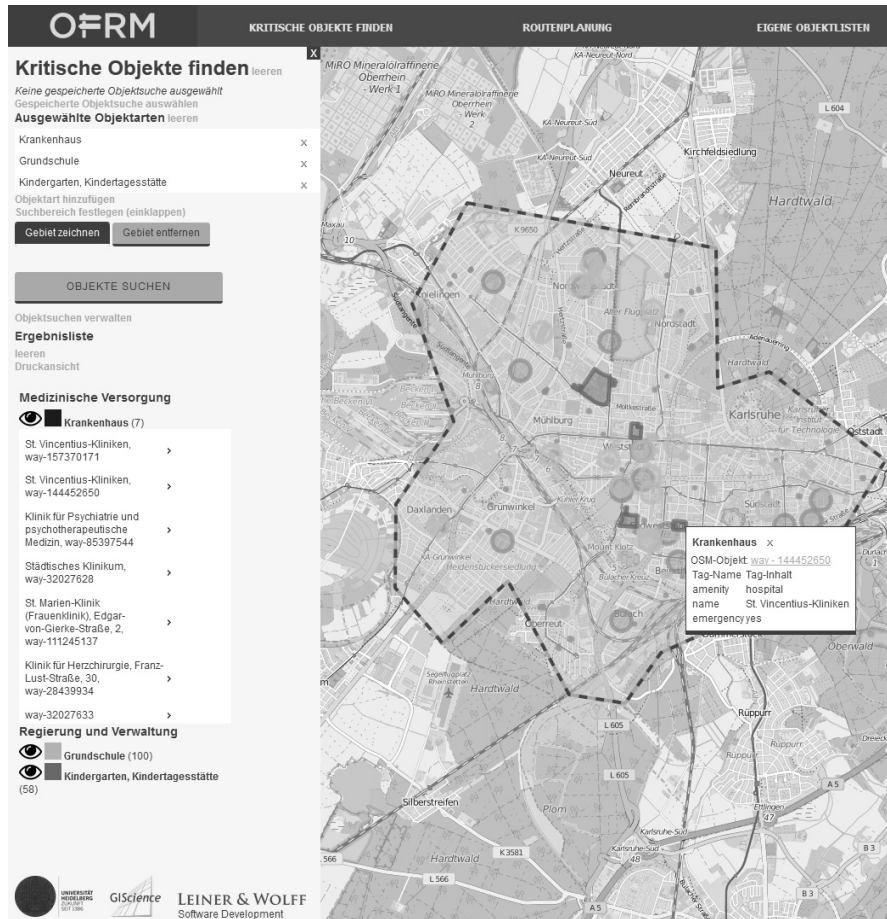


Abb. 2: Objekttypbasierte Evakuierungsabfrage in der OpenFloodRiskMap

### 3.2 Notfallroutenplanung in der Evakuierung

Um KI zu evakuieren müssen Entscheidungsträger nach der KI-Identifizierung zu den relevanten KI navigieren. Der integrierte *OpenRouteService* ermöglicht Nutzern einen Start- und Endpunkt über die Adresssuche, durch das Hinzufügen eines neuen Punktes in die Karte oder durch die Auswahl eines Objektes aus den Ergebnissen der KI-Objektanfrage zu definieren. Basierend auf dieser Auswahl kann die kürzeste Route zu KI unter Berücksichtigung von potenziell überfluteten Gebieten berechnet werden. Die Ergebnisse der Routenplanung, die Wegdauer und -strecke, werden innerhalb der Routenanfrage angezeigt.

Alle Anfragen können von registrierten Nutzern gespeichert und erneut aufgerufen werden. Dies ermöglicht Entscheidungsträgern Anfragen für Szenarien, wie Evakuierung, vorzubereiten und im Einsatzfall abzurufen. Die Ergebnisse werden von der aktuellen OSM-Datenbank abgefragt und können durch die Druckfunktion auch im Feld genutzt werden.



Abb. 3: Notfallrouting in Evakuierungsszenario in der OpenFloodRiskMap

## 4 Diskussion und Ausblick

Die OFRM ermöglicht potenziell gefährdete KI zu identifizieren und unter Berücksichtigung von Hochwasserverhältnissen zu diesen zu navigieren. Während die OFRM durch die OSM-Datenbasis weltweit genutzt werden kann, ist es bedeutend die OSM-spezifischen Einschränkungen zu berücksichtigen. Da es sich um eine VGI-Plattform handelt besteht eine Heterogenität der OSM-Daten bezüglich Qualität und Detailgrad, welche mit der Aktivität der OSM-Gemeinschaft in Verbindung steht. Folglich sollte in der Planungsphase die Verfügbarkeit bedeutender KI getestet werden. Gegebenenfalls können OSM-Daten ergänzt und verbessert werden, auch mit Unterstützung der lokalen OSM-Community.

Neben OSM stehen registrierten Nutzern auch offizielle Daten in Form der Hochwassergefahrenkarten zur Verfügung. Das Ziel der Open-Government-Data-Initiative<sup>3</sup> ist es Verwaltungen dazu zu bewegen staatliche Daten unter Open-Data-Lizenz der Allgemeinheit bereitzustellen. Durch die Ergänzung von staatlichen hochwasserrelevanter Daten könnte die OFRM eine noch umfassendere Informationsquelle darstellen, ohne Einschränkungen hinsichtlich Nutzergruppen. Zudem könnten durch Verwendung staatlicher Daten die OSM-Daten verifiziert und mögliche Haftungs- bzw. Verantwortlichkeitsfragen geklärt werden.

<sup>3</sup> <http://opengovernmentdata.org/> (26.01.2016).

## Danksagung

Die Autoren danken der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) für die Unterstützung im Rahmen des “Klimopass“ Programms. Besonderer Dank geht zudem an Leiner & Wolff GmbH für die gute Zusammenarbeit im Projekt sowie an Joachim Fritz und Frank Lamm vom Tiefbauamt Offenau und Karlsruhe für deren praktische Einsichten. J. P. Albuquerque dank darüber hinaus der CAPES (grant no. 12065-13-7) und der Universität Heidelberg (Excellence Initiative II / Action 7).

## Literatur

- AUSTRALIAN GOVERNMENT (2010), Critical Infrastructure Resilience Strategy. [http://www.emergency.qld.gov.au/publications/pdf/Critical\\_Infrastructure\\_Resilience\\_Strategy.pdf](http://www.emergency.qld.gov.au/publications/pdf/Critical_Infrastructure_Resilience_Strategy.pdf). (14.04.2016)
- BUNDESMINISTERIUM DES INNERN (2009), Nationale Strategie zum Schutz Kritischer Infrastrukturen (KRITIS-Strategie). <http://www.bmi.bund.de/cae/servlet/contentblob/544770/publicationFile/27031/kritis.pdf> (14.04.2016)
- ECKLE, M., PORTO DE ALBUQUERQUE, J., HERFORT, B., LEINER, R., WOLFF, R., JACOBS, C. & ZIPF, A. (2016, accepted), Leveraging OpenStreetMap to support flood risk management: A prototype decision support system for the identification of critical infrastructure. 13th Int. Conference on Information Systems for Crisis Response and Management. ISCRAM 2016. Rio de Janeiro, Brazil.
- HERFORT, B., ECKLE, M., PORTO DE ALBUQUERQUE, J. & ZIPF, A. (2015), Towards Assessing the Quality of Volunteered Geographic Information from OpenStreetMap for Identifying Critical Infrastructures. 12th Int. Conference on Information Systems for Crisis Response and Management. ISCRAM 2015. Kristiansand, Norway.
- OLBRICHT, R. M. (2015), Data Retrieval for Small Spatial Regions in OpenStreetMap. OpenStreetMap in GIScience. Springer International Publishing, 101-122.
- ORGANIZATION OF AMERICAN STATES (OAS) DEPARTMENT FOR REGIONAL DEVELOPMENT AND ENVIRONMENT (DRDE) (1991), Primer on Natural Hazard Management in Integrated Regional Development Planning. Washington D.C. [http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/Pnabj801.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnabj801.pdf). (14.04.2016).
- RAMM, F. & TOPF, J. (2010), OpenStreetMap. Lehmanns, Berlin.
- SCHMITZ, S., ZIPF, A. & NEIS, P. (2008), New Applications Based on Collaborative Geodata – the Case of Routing. Proceedings of XXVIII INCA International Congress on Collaborative Mapping and Space Technology (September). <http://koenigstuhl.geog.uni-heidelberg.de/publications/bonn/conference/cmap2008.cartography-bonn.subm.pdf>. (14.04.2016).
- THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION (2008), Council Directive 2008/114/EC. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0114&from=EN>. (14.04.2016).
- THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION (2007), Directive 2007/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2007 on the Assessment and Management of Flood Risks. Official Journal of the European Union, 2455, 27-34.