
Klassifizierung von GIS-Funktionalitäten im Bereich des Katastrophenmanagements

Wolfgang REINHARDT, Eszter GÁLICZ, Md. Imran HOSSAIN

Zusammenfassung

Raumbezogene Fragestellungen im Bereich des Katastrophenmanagements werden heute überwiegend mit Geoinformationssystemen bearbeitet. Dabei kommt eine große Anzahl von GIS-Funktionalitäten zur Anwendung. Während die Verarbeitung von Geodaten bislang an Arbeitsplatzrechnern stattfand, zeichnet sich heute eine Verlagerung einschlägiger GIS-Funktionalitäten auf entfernte Server ab. Datenbereitstellung und -prozessierung erfolgen über das Internet mittels sog. Geo Web Services. Diese sind heute sehr vielfältig vorhanden und liegen durch die Spezifikationen des Open Geospatial Consortiums (OGC) als Standards, teilweise sogar als ISO-Normen, vor und werden mehr und mehr zur „gängigen“ Nutzungsform von GIS-Funktionen in vielen Bereichen, wie auch zunehmend im Katastrophenmanagement. In diesem Aufsatz werden die Anforderungen an GIS-Funktionalitäten aus einem spezifischen Gebiet des Katastrophenmanagements, bei dem es um die Sicherheit von Verkehrsachsen durch die Alpen geht, klassifiziert und diskutiert. Im Rahmen des Alpine Space Projektes „TranSAFE-Alp“ wurden einige dieser Funktionen in einem Prototyp als Geo Web Services implementiert. Der Prototyp und seine Funktionen werden ebenfalls kurz erläutert.

1 Einleitung

Naturgefahren und Extremereignisse haben weltweit in den letzten Jahren stark zugenommen. Im Alpenraum sind hier insbesondere Starkniederschläge, Hitze und Stürme¹ zu nennen, die wiederum z.B. Hochwasser und Hangrutschungen zur Folge haben. Aus diesem Grund wurden sehr viele Aktivitäten gestartet, die darauf abzielen diese Ereignisse besser vorherzusagen und im Falle von Ereignissen besser darauf reagieren zu können, d.h. Schäden an Menschen und Infrastrukturen zu minimieren. Im Kontext dieses Aufsatzes sind insbesondere Aktivitäten von Interesse die in irgendeiner Form die Beiträge von Geoinformationen und IT-gestützten Methoden der Geoinformatik betrachten, allerdings können nur einzelne dieser Aktivitäten exemplarisch erwähnt und skizziert werden.

Im Rahmen des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) und dem deutschen Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Programms „Geotechnologien“² wurde eine Reihe von Forschungsprojekten gefördert, deren Ziel in der Verbesserung der Methoden und Systeme zur Frühwarnung lag. Einen Überblick hierzu gibt GEOTECHNOLOGIEN (2009). Die Gruppe der Autoren war an einem der geförderten Projekte zur Frühwarnung von Hangrutschungen beteiligt, näheres hierzu findet sich bei

¹ http://www.wsl.ch/fe/wisoz/dossiers/gesellschaft_naturgefahren/index_DE

² www.geotechnologien.de

BREUNIG et al (2009) sowie NUHN & REINHARDT (2011). Auf EU-Ebene sind Fragestellungen zum Katastrophenmanagement mit den Themen „Safety und Security“ verbunden und spielen auch im noch laufenden 7. Rahmenprogramm eine wichtige Rolle. Hervorzuheben sind auch die Direktiven GMES (Global Monitoring for Environment and Security)³, INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe)⁴ und SEIS (Shared Environmental Information System)⁵ die darauf abzielen umweltbezogene Daten und entsprechende Infrastrukturen zur leichteren Nutzung dieser Daten bereitzustellen. Auf EU-Ebene ist schließlich noch das „Alpine Space Programm“ zu nennen, in dessen Rahmen transnationale Projekte zum Wohle des Alpenraums gefördert werden⁶, die zum Teil auch das Thema Sicherheit von Infrastrukturen im Alpenraum sowie weitere Aspekte des Katastrophenmanagements adressieren.

Die große Bedeutung von Geoinformation für das Katastrophenmanagement und die Vielzahl der Aktivitäten in diesem Bereich hat naturgemäß auch zur Folge, dass die wissenschaftlichen Publikationen in diesem Bereich kaum mehr überschaubar sind, deshalb auch hier nur einige subjektiv ausgewählte Beispiele. Bereits zum achten Mal fand 2012 die Konferenz „Geoinformation for Disastermanagement“ (GI4DM)⁷ statt, deren Beiträge einen guten Überblick über viele relevant Themen geben, ebenso wie KONECNY et al (2010). Weiter ist eine Reihe von Sonderheften renommierter Zeitschriften vorhanden, die sich dem Thema widmen, wie z.B. KONECNY & REINHARDT (2010).

In diesem Beitrag wird am Beispiel des Projektes „TranSAFE-Alp“⁸ gezeigt, wie Geoinformationen in einem spezifischen Bereich des Katastrophenmanagements, nämlich zur Sicherheit von alpinen Infrastrukturen im Rahmen des Katastrophenmanagements, beitragen können. Im zweiten Kapitel werden zunächst das genannte Projekt und seine Ziele sowie die Beiträge der Gruppe der Autoren erläutert. Darauf folgen eine kurze Einführung zu Geo Web Services und ein Überblick über die Phasen des Katastrophenmanagements. Danach werden die in diesem Typ von Anwendung benötigten Geoinformationen (Daten und Methoden) erläutert und die Methoden bzgl. einer möglichen Abbildung auf Geo Web Services klassifiziert. Im dritten Kapitel werden die Komponenten des im Projekt erstellten Prototypen, sowie die verwendete Technik der implementierten Dienste skizziert. Abschließend wird ein Ausblick auf weitere noch ausstehende Arbeiten gegeben

2 Geoinformation und Katastrophenmanagement

2.1 Hintergrund: Das Projekt TranSAFE-Alp

³ www.gmes.info

⁴ <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/>

⁵ <http://ec.europa.eu/environment/seis/>

⁶ <http://www.alpine-space.eu>

⁷ <http://www.gi4dm.net/2012/>

⁸ <http://www.transafealp.eu/>

Das Projekt TranSAFE-Alp⁸ wird im Rahmen des o.g. Alpine Space Programms gefördert. Die Laufzeit beträgt 2 Jahre (1.9.2011 – 31.8.2013). Zwölf Partner aus den Ländern Deutschland (2 Partner), Italien (7), Österreich (2) und Slowenien (1), die aus fachlich zuständigen öffentlichen Verwaltungen, von Universitäten und Forschungsinstituten, sowie von Betreibern von italienischen Straßentunneln und Autobahnabschnitten kommen. Die Projektleitung liegt beim Partner Region Venetien („Regione del Veneto“).



Abb. 1: Logo des Projektes TranSAFE-Alp

Das wesentliche Ziel des Projektes liegt in der Verbesserung der Sicherheit von Infrastrukturnetzwerken im alpinen Raum, wobei die Brennerautobahn sowie der Fréjus-Tunnel, ein Eisenbahn- und Autobahntunnel zwischen Frankreich (Savoyen) und Italien (Piemont), besonders betrachtet werden. Diese Erhöhung der Sicherheit soll im Wesentlichen durch folgende Maßnahmen erreicht werden:

- Erstellung einer Plattform JITES (Joint Integrated ICT-Technologies for Emergency and Security -management), auf der relevante Informationen zusammengeführt und potentiellen Nutzern über Landesgrenzen hinweg bereitgestellt werden
- Anbindung von bestehenden, im Rahmen von vorangegangenen Alpine-Space-Projekten entwickelten Informationsplattformen und Entscheidungsunterstützungssystemen

Die Aufgabe der Gruppe der Autoren (AGIS, UniBw München) umfasst die folgenden Aktivitäten:

- Entwurf der generellen Architektur der JITES Plattform (zusammen mit einem weiteren Partner) und den Schnittstellen zu relevanten externen Ressourcen
- Evaluierung von verfügbaren relevanten GIS-Komponenten wobei möglichst open source Komponenten zu verwenden sind
- Evaluierung in wie weit Geo Web Services in dem Projekt verwendet werden können
- Prototypischer Aufbau der JITES Plattform mit Fokus auf die GIS/GWS-Komponenten
- Aktivitäten zur Bekanntmachung des Projektes und seiner Ergebnisse (Vorträge, Veröffentlichungen)

Auf den Entwurf der Architektur von JITES soll in diesem Aufsatz nicht weiter eingegangen werden. Relevant ist allerdings die getroffene Entscheidung, dass für JITES eine Service Orientierte Architektur (SOA) gewählt wurde, was wiederum zur Folge hat, dass die benötigten GIS-Funktionalitäten möglichst als Geo Web Services (siehe 2.2) anzubieten sind.

2.2 Geo Web Services

Die Nutzung von Methoden der Geoinformatik erfolgt heute nicht mehr nur im Rahmen von Geoinformationssystemen sondern zunehmend durch Dienste (Services), also spezifischen, gekapselten GIS-Funktionalitäten, die über Netzwerke, z.B. das Internet bereitgestellt werden, den sog. Geo Web Services.

Eine besondere Klasse dieser Dienste stellen die standardisierten OGC Web Services (OWS)⁹, die teilweise sogar ISO-Normen sind. Der bekannteste Vertreter dieser Dienste ist der Web Map Service (WMS), mit dem über das Internet Karten bzw. Kartenausschnitte in diversen Formaten bereitgestellt werden können. Von hoher Bedeutung ist auch der Web Feature Service (WFS), der Geobjekte codiert in GML liefert und in der „Transaktional“-Variante auch zur Aktualisierung von Geodatenbanken benutzt werden kann, da mit ihm einzelne (erfasste) Objekte in eine Datenbank eingefügt, Attribute von vorhandenen Objekten verändert sowie Objekte gelöscht werden können. Für diese OWS wurde u.A. auch eine Service-Architektur definiert, in der das Auffinden/die Nutzung von Geo Web Services dem Publish-Find-Bind Prinzip folgt. Dieses sieht vor, dass Services von den Providern zunächst mit Hilfe von XML-Dokumenten beschrieben, und dass diese Beschreibungen in Registern veröffentlicht werden („publish“). Potentielle Nutzer können diese Beschreibungen dann über entsprechende Suchmaschinen finden („find“) und mit Hilfe der Beschreibungen die dahinterstehenden Services in ihre Anwendungen integrieren („bind“) und nutzen.

Es ist noch darauf hinzuweisen, dass durch die Einführung von sog. Geodateninfrastrukturen (GDI) wie auf europäischer Ebene INSPIRE, die Verpflichtung Daten über Dienste bereitzustellen stark zugenommen hat. Wie in LOPEZ-PELLICER et al (2011) gezeigt, hat nicht nur die Verpflichtung stark zugenommen, sondern auch die Anzahl der in Europa zu findenden OGC Web Services. Diese lag nach der genannten Quelle im 2. Quartal 2011 schon bei ca. 6700! Fast 60% davon waren Kartendienste (WMS).

Ein weiterer GWS ist der Web Processing Service (WPS), der eine generische Schnittstelle bietet, um beliebige GIS-Funktionalitäten als Dienste bereitstellen zu können. Detaillierte Informationen zu den OGC Web Services sind auf der OGC Internetseite⁹ zu diesen Standards verfügbar.

Auch zu erwähnen ist die OGC Sensor Web Enablement (SWE)¹⁰ Initiative, die auf einen standardisierten Datenaustausch zwischen Sensoren, Sensornetzwerken und auch beliebigen Servern abzielt. Damit lassen sich im Anwendungsfeld des Katastrophenmanagements prinzipiell beliebige Sensoren anbinden, wie beispielsweise Kandawasvika (2009) darstellt.

2.3 Überblick über die Phasen des Katastrophenmanagements

Für die Phasen des Katastrophenmanagements gibt es regional und anwendungsspezifisch unterschiedliche Ansätze, primär was die Anzahl der Phasen und vor allem was die Terminologien betrifft. Die Phasen des Katastrophenmanagements folgen üblicherweise einem Kreislauf. Einen sehr guten Überblick zu diesem Thema bietet ein Bericht, der im Rahmen des Kiras (Österreichisches Förderungsprogramm für Sicherheitsforschung) - Projektes SFI@SFU erstellt wurde, siehe STANGL & STOLLENWERK (2011).

Für diesen Aufsatz wird der in der ÖNORM S2304, Ausgabe 2011-07-15 geregelte Ansatz verwendet (s. Abb. 2). Eine deutsche Norm hierzu ist den Autoren nicht bekannt.

⁹ <http://www.opengeospatial.org/standards/>

¹⁰ <http://www.opengeospatial.org/projects/groups/sensorwebdwg>

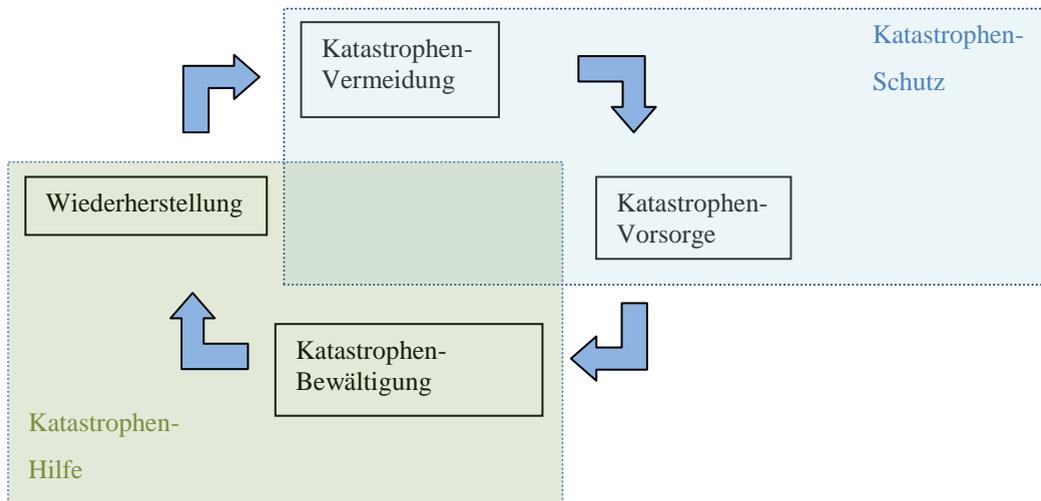


Abb. 2: Phasen des Projektmanagements nach ÖNORM S2304

Die folgende Erläuterung der Begriffe stützt sich auf die letztgenannte Literatur, kann dieses Thema aber nur kurz anreißen.

Unter **Katastrophenvermeidung** wird „die Gesamtheit aller vorbeugenden Maßnahmen zur Minimierung der Eintrittswahrscheinlichkeit und der Auswirkungen einer Katastrophe“ verstanden. **Katastrophenvorsorge** wird als „Maßnahmen zur Abwehr von drohenden Gefahren oder zur Beseitigung/Linderung von bereits eingetretenen Schäden“ oder auch als Überbegriff von „Risikoeinschätzung“, „Katastrophenvorbeugung“ und „Vorbereitung auf den Katastrophenfall“ definiert. Ein wichtiger Punkt in dieser Phase sind auch die bereits eingangs erwähnten Frühwarnsysteme. **Katastrophenbewältigung** wird definiert als „Gesamtheit aller Handlungen zur Abwehr und Bekämpfung der von einer Katastrophe herbeigeführten Gefahren und Schäden. Hierzu zählen im Wesentlichen „Rettungsmaßnahmen“, „Bergungen/Evakuierungen“ und „humanitäre Hilfe“. Dem folgt die **Wiederherstellung** des Normalzustandes.

2.4 In der Anwendung erforderliche Geoinformationen und Funktionalitäten und deren Klassifizierung

Ein umfassender Überblick über die Nutzung von Geoinformation in den einzelnen Phasen des Katastrophenmanagements ist im Rahmen dieses Aufsatzes nicht möglich. Einen sehr guten Überblick über die Nutzung von Geoinformationen (Daten und Methoden) geben ZLATANOVA und FABBRI (2009). Weitergehende Informationen über Nutzungsszenarien im Katastrophenmanagement finden sich bei VAN OOSTEROM et al (2005).

Die Verwendung von Geo Web Services für verschiedene Phasen des Katastrophenmanagements wurde bereits z.B. von Brinkhoff et al (2008) oder Stanek et al (2010) vorgeschlagen. Allerdings unterscheiden sich Anforderungen und Randbedingungen der dort vorgestellten Projekte vom hier betrachteten deutlich, so dass eine tiefgehende Betrachtung nicht erforderlich ist.

Geoinformationen spielen allgemein in vielen (oder gar allen) Phasen eine wichtige Rolle, z.B. auch bei der Planung und beim Bau von Schutzeinrichtungen (zur Katastrophenvermeidung) oder auch bei der Wiederherstellung der Infrastruktur, was allerdings im vorliegenden Projekt nicht der Fall ist.

Im Rahmen von TranSAFE-Alp soll die Plattform JITES (s. 2.1) entwickelt werden, die eine Grundlage für Entscheidungen bei potentiellen und vorliegenden Gefährdungen und im Falle von Ereignissen (Katastrophen) bieten soll. Aus dem bisherigen Projektverlauf und den Diskussionen mit den Partnern aus dem Anwendungsbereich lässt sich schließen, dass für JITES primär Aspekte der Phasen Katastrophenvorsorge und Katastrophenbewältigung von Interesse sind, wobei eine Reihe von Themen wie die Steuerung von Einsatzkräften nicht zu betrachten ist. Allerdings sollen diese mit aktuellen Informationen versorgt werden.

Im Folgenden werden die bisher identifizierten benötigten Geoinformationen (Daten und Methoden), sowie exemplarisch potentielle Anbieter aufgelistet:

- ⇒ Darstellung von Basiskarten (top. Karten, etc., auch Open Street Map¹¹ (OSM) Daten)
Basiskarten sind von den Topographischen Diensten der Länder verfügbar
- ⇒ Darstellung sogenannter Gefährdungskarten (z.B. für Hangrutschungen und Überschwemmungsgebiete) oder auch von Notfallplänen
Gefährdungskarten sind in Bayern über das bayrische Landesamt für Umwelt verfügbar¹². Für die weiteren, beteiligten Länder ist dies noch zu klären.
- ⇒ Ermittlung und Darstellung von wichtigen, räumlich nahen/nächsten Standorten, auch „Point of Interest (POI) genannt, wie z.B. Helikopterstandorte, Krankenhäuser etc.
Die Recherchen über POIs und deren Verfügbarkeit ist noch nicht abgeschlossen
- ⇒ Schnittstellen zu Frühwarnsystemen
Hierbei geht es um die Anbindung von Sensoren aus Frühwarnsystemen. Es ist unklar ob dieser Punkt im Rahmen des Projekts vertieft werden kann.
- ⇒ Darstellung der aktuellen Situation im Falle eines Ereignisses, z.B. über Satellitendaten
Bei Naturkatastrophen unterstützt das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und dort speziell das Zentrum für satellitengestützte Kriseninformation (ZKI) Behörden und Einsatzkräfte mit Erdbeobachtungsdaten¹³.

¹¹ <http://www.openstreetmap.de/>

¹² <http://www.bis.bayern.de/bis/initParams.do>

¹³ http://www.dlr.de/dlr/desktopdefault.aspx/tabid-10213/335_read-1553//year-all/

- ⇒ Digitalisierung von Punkten, Linien und Flächen aus Satellitendaten, z.B. die aktuelle Situation betreffend
- ⇒ Einbeziehen von weitergehenden Informationen zu den alpinen Infrastrukturen
Verfügbarkeit und Schnittstellen sind noch zu klären
- ⇒ Einbeziehen von aktuellen Verkehrsdaten
Diese sind von verschiedenen Quellen verfügbar, allerdings ist deren Berücksichtigung ebenfalls noch zu klären
- ⇒ Routing und Re-Routing im Falle von Ereignissen
Routingfähige Datensätze sind vielfach, z.B. durch Open Street Map verfügbar. Für dieses Projekt müssen Straßendatensätze mit weiteren Informationen, z.B. zur Gefährdung von Straßenabschnitten oder deren Befahrbarkeit durch Lkws oder Gefahrentransporte, die aus anderen EU-Projekten verfügbar sind, integriert werden,

Weitere, zukünftig wichtige Punkte im Umfeld von JITES sind die zeitnahe Benachrichtigung der Beteiligten sowie die Erstellung von Schulungs-/Trainingsmaterial.

Für die benötigte bzw. bisher identifizierte Funktionalität ergibt sich somit eine relativ einfache Klassifizierung bzgl. der Nutzung von GWS (Abb. 3). Diese Abbildung enthält ebenfalls die Information welche GWS für diese Funktionalitäten genutzt werden können bzw. welche Alternativen bestehen, so bedeutet „Client“, dass diese Funktion im Client zu realisieren ist. Die weitere Klassifizierung von Funktionalitäten zur Nutzung mit WPS diskutiert z.B. LANIG & ZIPF, (2010). Dies ist zukünftig ebenfalls zu betrachten.

Kartendarstellung	WMS
Darstellung von Objekten (POI) und ggfs. weiteren Informationen	WMS / WFS
Darstellung thematischer Informationen, auf Punkte oder Linienabschnitte bezogen	WMS
Anbindung von Frühwarnsystemen	SWE
Daten über Schnittstellen (SS) übernehmen	WFS, Weitere SS
Digitalisierung, Punkte, Linie, Flächen	Client / WFS-T
Objekterzeugung	Client
Pufferung	WPS
Ermittlung POI in Puffer (Verschneidung)	WPS
Ermittlung POI mit kürzester Distanz	WPS
Routing	WPS

Tabelle 1:
Klassifizierung der GIS Funktionalität im Anwendungsfall

3 GWS basierter Prototyp für TranSAFE-Alp

Im ersten Projektjahr wurde ein Prototyp entwickelt, der für die Anwendung wichtige, im vorherigen Kapitel erwähnte Funktionalitäten demonstriert. Dieser ist auf open source Komponenten aufgebaut und nutzt *PostgreSQL* als Datenbank, Komponenten des *GeoServer*, vor allem für die Geo Web Services und den Client, der mit der durch Open Street Map bekannt gewordenen Bibliothek *OpenLayers* entwickelt wurde. Prinzipiell können GWS wie WMS auch in einem Standardbrowser angezeigt werden. Jedoch ist durch die Verwendung eines spezifischen Client eine komfortablere Bedienung möglich und vor allem wurden in diesem Fall spezifische Funktionalitäten, wie z.B. die Digitalisierung, benötigt, die mit *OpenLayers* entwickelt wurden.

Der Prototyp bietet einen Teil der im Abschnitt 2.4 beschriebenen Funktionalität, zwar teilweise noch nicht auf Basis der real benötigten Daten, illustriert aber die Nutzung von GIS-Funktionalitäten für den Anwendungszweck bereits sehr gut. Die Funktionen werden nachfolgend kurz beschrieben, eine detailliertere technische Beschreibung ist in Vorbereitung durch Gálícz et al (2013).

Abbildung 3 zeigt einen Überblick über wichtige Komponenten des Prototypen. Besonders zu betonen ist die erwähnte, wo immer mögliche, Nutzung von standardisierten Geo Web Services. Dies ermöglicht ohne Datenkonvertierungen und ohne großen Aufwand die Nutzung von an anderer Stelle entwickelten und veröffentlichten Diensten (s. Abschnitt 2.2).

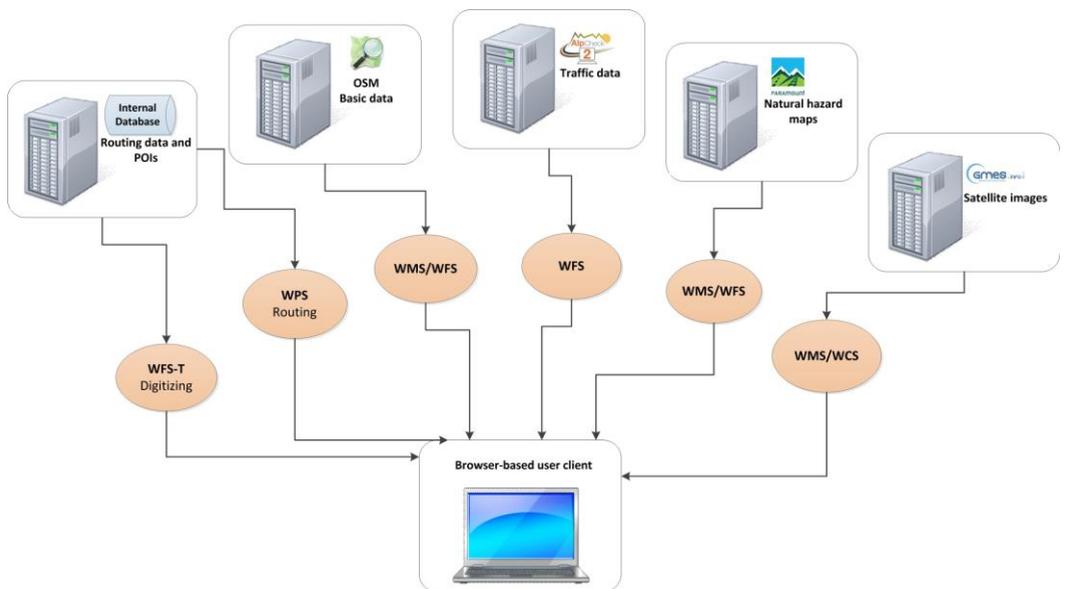


Abb. 3: Überblick über die Komponenten des TranSAFE-Alp Prototypen

Zu den einzelnen Komponenten:

Über einen WMS werden OSM Daten als Basisdaten eingebunden sowie Hangrutschungsgefährdungskarten („landslide hazard maps“) von einem NASA Server¹⁴, der solche Karten für große Teile der Welt, allerdings in geringer Auflösung bietet, sowie Satellitendaten von Überschwemmungsgebieten aus einem Demo-Server des DLR¹⁵. Der Client enthält die Möglichkeit des Digitalisierens, was beispielsweise zur Erfassung der aktuellen Situation aus Satellitenbildern im Falle eines Ereignisses genutzt werden kann. Ebenso ist es möglich den nächsten POI Standort einer bestimmten Klasse (z.B. Helikopterstandorte) zu finden. Hierzu wurde über einen WPS eine entsprechende Funktion des GeoServers eingebunden. Ebenfalls über einen WPS wurde eine Routingfunktion angebunden, wodurch im Client ein Routing sowie ein „Re-Routing“ im Falle eines entsprechenden Ereignisses durchgeführt werden kann. Abbildung 4 zeigt Basisdaten (OSM) sowie zwei Polygone, die beispielhaft digitalisierte Hangrutschungsflächen darstellen und eine Route zwischen Innsbruck und Bozen, die durch die angenommene Sperrung der Brenner-Autobahn über den Reschenpass geführt wird.



Abb.4: Screenshot des Clients des TranSAFE-Alp Prototypen

4 Ausblick

In diesem Beitrag wird die Klassifizierung von GIS Funktionalität bezogen auf einen spezifischen Anwendungsfall des Katastrophenmanagements mit Hinblick auf deren Abbildung auf Geo Web Services sowie ein Prototyp für diese Anwendung vorgestellt. Die Klassifizierung kann auf umfangreichere Anwendungsszenarien erweitert werden. Für den Prototypen sind für die 2. Projektphase eine Reihe von Erweiterungen geplant. Dabei spielt die Übernahme von Daten aus anderen Alpine-Space-Projekten und die Anpassung der Funktionalität auf diese Daten die wichtigste Rolle. Ebenfalls sind weitere Kartendienste zu integrieren, die Informationen über Gefährdungen durch Naturkatastrophen enthalten.

¹⁴ <http://sedac.ciesin.columbia.edu/geoserver/gwc/service/wms>

¹⁵ <http://geoservice.dlr.de/zki-demo/repository/ows>

Literatur

- BREUNIG, M., SCHILBERG, B., KUPER, P., JAHN, M., REINHARDT, W., NUHN, E., MÄS, S., BOLEY, C., TRAUNER, F.-X., WIESEL, J., RICHTER, D., ABECKER, A., GALLUS, D., KAZAKOS, W., BARTELS, A. (2009): EGIFF - Developing Advanced GI Methods for Early Warning in Mass Movement Scenarios. In: GEOTECHNOLOGIEN Science Report No. 13, Early Warning Systems in Earth Management, pp. 49-72.
- BRINKHOFF, T., BERTLING, M., BIERMANN, J., GERVENS, T., KÖNIG, R., KÜMPER, D., NEIS, P., STOLLBERG, B., ROLFS, C., WEISER, A., WEITKÄMPER, J., ZIPF, A. (2008): Offenes Katastrophenmanagement mit freiem GIS zur interoperablen Kopplung von Leitstellensystem, mobilen Klienten und GDI mit Prozessierungsdiensten, Angewandte Geoinformatik 2008, Wichmann, S. 756-765.
- GÁLICZ, E., HOSSAIN, M.I., REINHARDT, W., 2013: Geo Web Services for transport crisis management in alpine regions, abstract submitted to ICC 2013
- GEOTECHNOLOGIEN (2009) Science Report, No. 13, Early Warning Systems in Earth Management, On-line unter:
<http://www.geotechnologien.de/portal/cms/Geotechnologien/Oeffentlichkeit/Download/Science+Reports> (24.11.2012)
- KANDAWASVIKA, A. (2009): On Interoperable Management of Multi-Sensors in Landslide Monitoring Applications, Dissertation, UniBw München
- KONECNY, M. & REINHARDT, WOLFGANG (2010): (Guest editors): Special Issue on early warning and disaster management: the importance of geographic information (Part B). International Journal of Digital Earth, Volume 3, Issue 3. (Part A). Issue 4. (Part B).
- KONECNY, M., ZLATANOVA, S., BANDROVA, B., (Edts.), (2010): Geographic Information and Cartography for Risk and Crisis Management - Towards Better Solutions, Springer
- LANIG S. & ZIPF A. (2010): Proposal for a Web Processing Services (WPS) Application Profile for 3D Processing Analysis. GEOProcessing 2010 conference, proceedings
- LOPEZ-PELLICER, F., BÉJAR, R., FLORCZYK, A., MURO-MEDRANO, P., ZARAZAGA-SORIA, F. (2011): A Review of the Implementation of OGC Web Services across Europe, International Journal of Spatial Data Infrastructures Research 6
- NUHN, E. & REINHARDT, W. (2011): Coupling geoinformation and simulation systems for the early warning of landslides . Applied Geomatics Volume 3, Number 2.
- OOSTEROM VAN, P., ZLATANOVA, S., FENDEL, E., 2005: Geo-information for Disaster Management, Springer
- STANĚK, K., FRIEDMANOVÁ, L., KUBÍČEK, P., KONEČNÝ, M. (2010): Selected issues of cartographic communication optimization for emergency centers, International Journal of Digital Earth, 3:4, pp. 316-339
- STANGL, R. & STOLLENWERK, J. (2011): Terminologie von Katastrophenmanagement Kreisläufen/-Phasen, Bericht im Rahmen des Kiras (Österreichisches Förderungsprogramm für Sicherheitsforschung) -Projektes SFI@SFU, online unter:
http://www.esi.at/sfi-sfu/sfi_sfu_studie_4_kkm_kreislaeufe.pdf (24.11.2012)
- ZLATANOVA, S. & FABBRI, A., (2009): Geo-ICT for Risk and Disaster Management, Geospatial Technology and the Role of Location in Science, The GeoJournal Library 96, Springer, pp. 239-266