316 Full Paper

ARCOS – Assisted Rescue Control System

ARCOS – Assisted Rescue Control System

Marco Gabl¹, Armin Heller¹

¹Institut für Geographie, Universität Innsbruck · marco.gabl@student.uibk.ac.at

Zusammenfassung: Mit der Entwicklung des Einsatzleitsystems ARCOS wird der Versuch unternommen, Abläufe im Einsatzgeschehen der Bergrettung zu optimieren, eine raschere und effektivere Hilfestellung zu ermöglichen und dabei die eigene Sicherheit der Rettungsmannschaft zu erhöhen. Dies wird vor allem mit dem Einsatz von dreidimensionalen Einsatzkarten und der Echtzeitpositionsanzeige der Rettungsmannschaft erreicht. Die Einsatzleitung verfügt somit über die Möglichkeit, mittels aussagekräftigem Monitoring die Lageführung in Echtzeit mit zu verfolgen und den Einsatz effektiv zu koordinieren. Das Programm basiert im Wesentlichen auf Google Earth Professional, das mittels Open-Source-Daten und amtlichen Geodaten speziell an die Bedürfnisse der Bergrettung konfiguriert wurde.

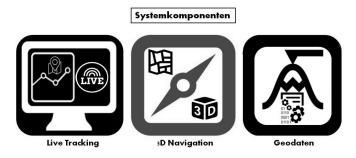
Schlüsselwörter: Bergrettung, Echtzeit-Position, Google Earth, Open-Source-Geodaten

Abstract: With the development of an Assisted Rescue Control System for the mountain rescue, operational procedures can be optimized and a faster and more effective assistance can be enabled. Furthermore, the safety of the rescue team can be increased as well. This is realized mainly by using three-dimensional operation maps and real-time positioning indicator of the rescue team. By means of significant monitoring, the operation controllers have the possibility to track the status in real-time to effectively coordinate the mission. The program is essentially based on the Web GIS Google Earth, which is specially configured to meet the needs of the rescue team by using Open Source and official geodata.

Keywords: Mountain rescue, live tracking, Google Earth, Open Source geodata

1 Einleitung

Eine koordinierte und effektive Vorgehensweise im Einsatzgeschehen der Bergrettung ist eine zentrale Herausforderung für die Rettungskräfte. Bei Unfällen in alpinen Regionen, bei der Suche nach abgängigen Personen oder bei Naturkatastrophen wie Lawinen, ist der Wettlauf gegen die Zeit ein entscheidender Faktor, der so gut wie möglich unterstützt werden muss. Um diese Unterstützung bestmöglich zu erreichen, wird ein zweckmäßiges Einsatzleitsystem entwickelt. Der Fokus liegt dabei in der Verbesserung der Koordinierung der Rettungskräfte und der Lageführung. Die Anwendung des Einsatzleitsystems soll die benötigte Zeit bis zur Rettung bzw. Auffindung einer verunglückten Person reduzieren und zudem die Sicherheit der Rettungsmannschaft gewährleisten. Die Leitthemen dieses Systems sind die Echtzeit-Verfolgung der Einsatzkräfte, die Navigation mithilfe von fotorealistischen 3D-Einsatzkarten und Geoinformationsdaten (Abb. 1).



Leitthemen des Systems (eigene Darstellung)

2 Aufbau des Systems

Für die Systemkomponenten des Einsatzleitsystems werden mobile GNSS-Tracker, die ihre Koordinaten in Echtzeit über das Mobilfunknetz an einen Web-Browser übertragen, verwendet. Die Live-Daten werden in einem Internet basierenden Tracking Portal entgegengenommen und anschließend in das Einsatzcockpit übertragen. Im folgenden Teil wird genauer auf die verwendete Hard- und Software eingegangen und die Kommunikation zwischen den mobilen Trackern und der Einsatzzentrale diskutiert.

2.1 Hardware

Die mobilen GNSS-Tracker liefern die aktuelle Position der Einsatzmannschaft und sind somit die Hauptkomponente des vorliegenden Systems. GNSS-Tracker sind eine Kombination aus einem GNSS-Empfänger und einem GSM/GPRS-Modul. GNSS-Empfänger bestehen im Wesentlichen aus zwei Hauptelementen, dem Empfängerchip und der Antenne (vgl. Zogg, 2009). Ebenfalls wichtige Bauteile des Empfängers sind der Prozessor, die eingebaute Quarzuhr und der Datenspeicher (vgl. Weber, 2009). Die Positionsdatenübertragung erfolgt wahlweise über das Internet (GPRS) oder mittels SMS (GSM). Für den Einsatz im Bergrettungswesen werden Tracker der Marke awtraxx® mit externen Akkus verwendet.



Technical specification:

Content	Specification
Mainframe Dimension	60mm*41mm*16mm
Weight	35g
GSM Frequencies	900/1800mhz or 850/1900Mhz
GPS chip	U-blox 7 (Made in Switzerland)
GPS sensitivity	Cold start: -148dBm Hot start: -162dBm
GPS accuracy	<2.5m
Time to First Fix	Cold start 32s, Warm start 11s, Hot start 1s
Charging Voltage	5V DC
Battery	Chargeable 3.7V 900mAh
Standby Current	≤2mAh
Storage Temperature	-40°C to +85°C
Operation Temperature	-20°C to +80°C
Humidity	5%-95% non-condensing

Abb 2: awtraxx® finder mini (eigene Darstellung, Daten: u-blox)

2.2 Tracking Portal

Die Positionsdaten (Koordinaten, Geschwindigkeit, Kurs, Zeitangabe), Batterie- und Satellitenstatus werden von den GNSS-Trackern an ein Internet basierendes Tracking-Portal gesendet. Das verwendete Portal verfügt über mehrere Schnittstellen, um die Daten in unterschied-

liche Programme zu implementieren. Dabei wird die Nutzung von Einzelgeräten bis zum komplexeren Flottenmanagement unterstützt. Neben einer Vielzahl handelsüblicher Tracker werden auch sonstige Funkortungsgeräte und Smartphones unterstützt.

Im Tracking-Portal werden die wichtigsten Informationen, wie die grafische Darstellung der Echtzeit-Position, Routendarstellung, zeitliche Selektion, Export und Speicherung der Daten sowie eine Schnittstelle mit dem Einsatzmonitor angeboten. Zusätzlich werden die Positionsdaten als Back-up an eine definierte E-Mail-Adresse versendet.

2.3 Kommunikation zwischen den mobilen Einheiten und der Einsatzzentrale

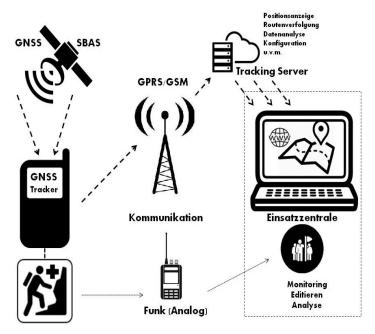


Abb. 3: Systemaufbau und Kommunikation (eigene Darstellung)

Die Kommunikation zwischen der Einsatzmannschaft und der Einsatzleitung ist eine zentrale Komponente und muss einen reibungsfreien Ablauf über mehrere Wege gewährleisten. In Abbildung 3 werden die Systemkomponenten für die Kommunikation zwischen den mobilen GNSS-Tracker und der Einsatzzentrale, samt Back-up-System dargestellt. Die Einsatzleitung kann mithilfe der Netzabdeckungskarten kontrollieren (Abb. 5), ob der Empfang für das Mobilfunknetz im Einsatzgebiet gegeben ist. Sind die Bergretter über längere Strecken außerhalb der Empfangsbereiche der Mobilfunkanbieter oder fällt das Mobilfunknetz bzw. Datennetz aufgrund technischer Gebrechen aus, so werden die Positionsdaten intern am Tracker gespeichert oder über die Handfunkgeräte mitgeteilt. Die Bergretter sind neben den mobilen Trackern zur Echtzeit-Positionsbestimmung mit Handheld GNSS-Geräten ausgerüstet, um im Gelände navigieren zu können.

3 Einsatzcockpit

Mithilfe des Einsatzcockpits werden die Rettungseinsätze koordiniert. Der Einsatzleiter wird über die aktuelle Position der Bergrettungsmannschaft informiert und kann mithilfe des Einsatzleitsystems Einfluss auf die Lageführung nehmen. Dazu stehen mehrere, für den Bergrettungseinsatz abgestimmte Kartenlayer und Editierfunktionen zur Verfügung.

3.1 Google Earth

Das Einsatzcockpit basiert auf Google Earth Professional, das sich als einfache und in vielen Bereichen günstige Lösung für die Visualisierung von raumbezogener Information anbietet. Es handelt sich um ein Web-GIS, das eine Grundversorgung mit Satelliten-, Luftbildern und Geländemodellen bietet. Zudem ermöglicht Google Earth eine einfache und schnelle Navigation (vgl. Löhr et al., 2006).

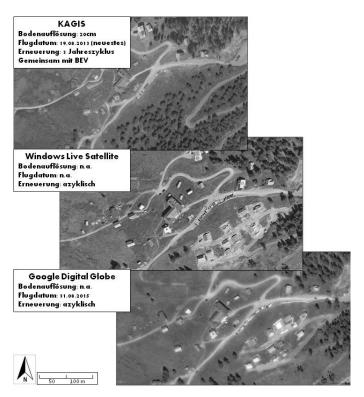


Abb. 4: Vergleich unterschiedlicher Orthofotos (Google Earth, Windows Satellite, KAGIS/BEV)

Google stellt Luft- bzw. Satellitenbilder in unterschiedlicher Auflösung zur Verfügung. Diese wird jedoch im Gegensatz zum Aufnahmedatum der Orthofotos nicht im Programm angegeben. Die Auflösung der Rasterdaten beträgt über große Teile der Erde meist 15 Meter, in ausgewählten Gebieten werden Auflösungen bis zu 15 cm pro Bodenpixel aus Überfliegungen angeboten (http://giswiki.org/wiki/Google_Earth). Das Bildmaterial wurde in den Jahren

2001 bis 2005 aus den Daten der Keyhole-Satelliten aufgebaut, während die hoch auflösenden Luftbilder bei Überfliegungen der entsprechenden Gebiete aufgenommen wurden. Die Orthofotos von Google Earth können im Einsatzgebiet der Ortsstelle Oberes Drautal betreffend der Auflösung mit den amtlichen Orthofotos des BEV (Bundesamtes für Eich und Vermessungswesen), die mit einer Bodenauflösung von 20 cm produziert werden gleichgestellt werden. Google Earth bietet zudem aktuellere Orthofotos als das BEV an (siehe Abb. 5). Durch das Einbinden von Web Map Services (WMS) oder von KML-Files (Keyhole Markup Language) in Google Earth lassen sich zum Beispiel Orthofotos des Windows live Satellite einbinden, die eine sehr gute Alternative zu den Google Luftbildern bieten. Auch die amtlichen Orthofotos des BEV lassen sich in das Einsatzleitsystem einbinden. Als besonders hilfreich für die Generierung von Einsatzkarten gestaltet sich das von Google bereitgestellte KML-Format, eine XML basierte Programmiersprache. KML kann aus Vektordaten sowie Raster-Bilddaten bestehen. Mithilfe von Geodatenverarbeitungstools können Karten-Layer mit ArcGIS aus KML in eine GIS-Geodatabase konvertiert werden. Somit lassen sich spezifische Einsatzkarten für den Bergrettungsdienst erzeugen bzw. lassen sich die aufgezeichneten Tracks eines Suchgebietes in einem GIS anzeigen, bearbeiten und analysieren. GPX-Daten von den GNSS Handgeräten oder Smartphones bzw. die KML-Daten aus ArcGis lassen sich einfach per "drag and drop" einbetten und unterstützt somit eine zügige Arbeitsweise während Einsätzen. Als Geländemodell in Google Earth werden Daten von der NASA Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) herangezogen (Valentini, 2011).

3.2 Einsatzkarten

Zu den standardmäßigen Satellitenbildern von Google Earth lassen sich spezifische, für das Einsatzgeschehen der Bergrettung abgestimmte Kartenlayer dazu laden. Als Grundlage für das Einsatzleitsystem wird eine topographische Karte des Bundesamtes für Eich und Vermessungswesen im Maßstab 1:50.000 verwendet. Zusätzlich verfügt das Einsatzcockpit über topographische Karten des Kompass Verlags und eine Open Topo Map in Form einer Vektorkarte (Abb. 5). Da in bestimmten Anwendungsbereichen die Anforderungen an Detailgrad und Informationsgehalt vielmals nicht ausreichen, werden Luftbilder eingesetzt. Es kann sowohl auf die amtlichen Orthofotos des BEV bzw. Kagis zugegriffen werden oder die Luftbilder des Windows live Satellite genutzt werden. Für das Einsatzgebiet der Bergrettungsortsstelle Oberes Drautal weisen Letztere eine sehr gute Qualität auf (Abbildung 4). Zur Interpretation der Mobilfunknetzabdeckung ist ein weiterer Kartenlayer im Grundsetup abgelegt. Von einem Geländemodel mit 10 mal 10 Metern Auflösung wurden speziell für Lawineneinsätze die Hangneigungen abgeleitet und entsprechend klassifiziert (0°-25°, > 25°-30°, > 30°-35°, > 35°-40°, > 40°). Zur besseren Übersicht und Kommunikation mit den benachbarten Ortsstellen, ist ein Kartenlayer mit den Außengrenzen der Ortstelle im Einsatzleitsystem eingebettet. Für die zum Teil bessere Übersicht und Interpretation der Geländeform lassen sich alle Kartenlayer, Google Earth "typisch" problemlos dreidimensional darstellen.

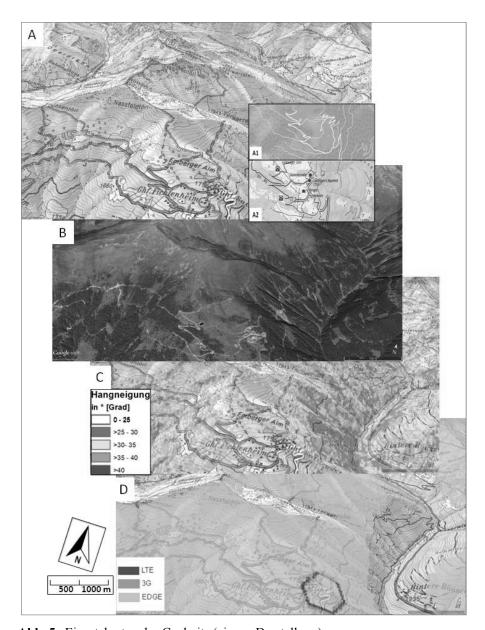


Abb. 5: Einsatzkarten des Cockpits (eigene Darstellung)

- A) Topographische Karte: ÖK 1.50.000 (BEV), OCM (A1), Kompass (A2)
- B) Orthofoto: Google Earth, Aufnahmedatum 15.08.2015
- C) Hangneigung: eigene Darstellung, Daten: Kagis
- D) Netzabdeckung T-Mobile: eigene Darstellung, Daten: T-Mobile

3.3 Funktionen

Das auf Google Earth basierende Einsatzleitsystem bietet eine Vielzahl an Funktionen. Eine der Wichtigsten ist die Einbindung und Anzeige der Echtzeit-Positionsverfolgen der Einsatzmannschaft. Das Tracking-Intervall, die Linien-, die Symbolgröße und der Transparenzgrad lassen sich dabei beliebig konfigurieren.

Zur Positionsbestimmung (UTM-Koordinaten) kann die Position des Cursors direkt abgelesen werden, oder die Koordinaten werden im Suchreiter eingegeben und die Position wird angezeigt. Ebenso kann die Geländehöhe einfach abgelesen werden. Die Einsatzkarten lassen sich wie in den meisten GIS Programmen übereinanderlegen. Für die Einsatzleiter bringt diese Möglichkeit eine Erleichterung bei der Lageführung. GPX-Tracks der Garmin Handgeräte oder von Smartphones lassen sich per "drag and drop" in das Einsatzleitsystem importieren. Umgekehrt lassen sich Routen editieren und als KML oder GPX-Datei abspeichern und auf die GPS-Handgeräte der Mannschaft exportieren. Mittels einfacher Editierfunktionen lassen sich beispielsweise Suchgebiete eingrenzen oder Strecken und Flächen messen (Abb. 6). Zur Archivierung des Einsatzgeschehens kann der Kartenhintergrund samt den Positionsdaten und Editieranwendungen als Bild- oder PDF-Datei abgespeichert werden. Die Nutzung des Einsatzleitsystems ist bedingt offline möglich. Es stehen alle notwendigen Funktionen für die Einsatzführung zu Verfügung. Ausgenommen ist die live Tracking Funktion.

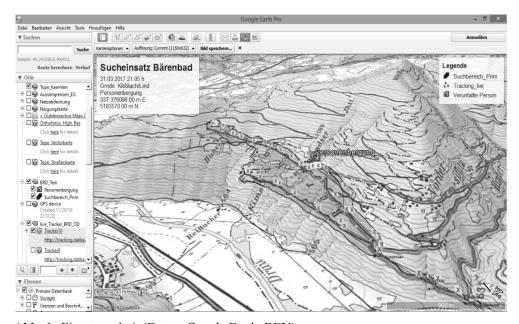


Abb. 6: Einsatzcockpit (Daten: Google Earth, BEV)

4 Ergebnisse und Diskussion

Das fertiggestellte Einsatzleitsystem ARCOS wurde nach intensivem Austausch mit den Vorstandsmitgliedern der Bergrettungsortsstelle (Einsatzleiter, Ausbildungsleiter, Obmann, Alpinpolizei, Heeresbergführer und Flugraumüberwachung) und einer Einschulungsphase mit Anfang Februar 2017 von der Ortsstelle Oberes Drautal übernommen. Die Erfahrungen aus den Testdurchläufen und mehreren realen Such- und Rettungseinsätzen (Abb. 6) zeigen eine durchaus positive Bilanz für den Einsatz des neuen Leitsystems.

Die Einsatzleitung verfügt unter Zuhilfenahme der GNSS-Tracker und der Echtzeit Positionsanzeige über relevante Informationen über das Einsatzgeschehen. Dadurch ergeben sich Vorteile durch ein effizientes Monitoring des Einsatzes. Weiteres ist eine wirkungsvolle Koordination der Einsatzressourcen leichter möglich. Im Praxistest stellten die Teilnehmer fest, dass durch die Übersichtlichkeit und der realitätsnahen Abbildung des Übungsgebietes im Einsatzleitsystem die Möglichkeit besteht, Einsätze adäquat zu organisieren und zu koordinieren, um möglichst effizient für das Wohl einer verunglückten Person zu sorgen. Auch die Vermeidung von Stressfaktoren im Einsatzkommando trägt zu einer Verbesserung bei, da weniger Funkverkehr notwendig ist, um von Seiten der Retter die Einsatzleitung über die aktuelle Positionierung zu informieren. Der Sicherheitsaspekt der eigenen Rettungsmannschaft steht auch beim Einsatzleitsystem im Fokus. Warnungen an die Bergretter sind schnell möglich, wenn die Mannschaft beispielsweise in gefährliches Gelände abdriftet. Der entstehende Überblick über das Einsatzgeschehen unter der Berücksichtigung der relevanten Geodaten, wie Beispielsweise der Hangneigung bei Lawineneinsätzen, ermöglicht es zur Entscheidungsfindung notwendige Argumentationen zu bekräftigen. Durch die Dokumentation von Einsätzen oder Übungen lassen sich mit Hilfe des Einsatzleitsystems anschauliche Szenarien analysieren, die bei der Planung zukünftiger Manöver hilfreich sein können. Das im Zuge dieser Arbeit entwickelte Einsatzleitsystem basiert im Wesentlichen auf einem Open Source Programm (Google Earth), das mit Hilfe von frei zugänglichen, amtlichen Geodaten und individuellen einsatzspezifischen Kartenlayern ergänzt wird. Die unkomplizierte Bedienung des Programmes lässt es zu, dass auch Laien nach kurzer Einschulungsphase sachgemäß das Einsatzleitsystem bedienen können. Im Diskurs mit dem Bergrettungsvorstand und den Funktionsträgern machte sich die anschauliche 3D-Visualisierung des Geländes besonders positiv bemerkbar. Die Interpretation eines Einsatzgebietes lässt sich mit Hilfe topographischer Karten, Luftbildern und den spezifischen Kartenlayern vergleichbar einfach interpretieren. Hinzu kommen hilfreiche Editierfunktionen, wie das Einzeichnen von GPX-Tracks sowie der Ex- und Import dieser Dateien von der Einsatzleitung zu den GNSS-Handgeräten oder umgekehrt.

Die im Normalfall begrenzte Akkulaufzeit der Tracker wird mit Zusatzakkus, sogenannten Powerbanks erheblich ausgebaut. Die Tracker sind bei einem Trackingintervall von 2 Minuten über 96 Stunden mit Strom versorgt. Das Programm ist mit jedem standardmäßigen Netbook oder PC kompatibel. So können die Einsatzleiter auch von Unterwegs oder von ihren privaten Rechnern jederzeit auf das Einsatzgeschehen zugreifen. Bei größeren Manövern bietet sich auch die Möglichkeit, die fortlaufende Lageführung mittels einem Projektor einem größeren Publikum zugänglich zu machen.

Im österreichischen Bergrettungsdienst existieren bereits SAR (Search and Rescue) Systeme wie SARONTAR (vgl. Ranner et al., 2008) und CONTWISE LISA (vgl. General Solutions, 2012). Während bei CONTWISE LISA das Einsatzmonitoring mit einer Smartphone Applikation für die Rettungsmannschaft kombiniert wird, werden bei SARONTAR mobile PDAs (Personal digital Assist) verwendet, die die Positionsdaten via Satellitenkommunikation an das Einsatzcockpit senden. Um ein möglichst kosteneffizientes System zu entwickeln, wurde zu Beginn des Projektes ARCOS entschieden, für die erste Phase die Datenübertragung der Echtzeitpositionen über das Mobilfunknetz abzuwickeln. Zukünftig ist auch für ARCOS eine flächendeckende Datenübertragung mittels Satellitenkommunikation zwischen der Mannschaft und dem Einsatzstab vorgesehen. Ein weiterer Unterschied ergibt sich für die anfallenden Kosten der Hardware. Laut Hofmann-Wellenhof & Ranner (2009) belaufen sich die Hardware Kosten auf 12.200€ für eine SARONTAR Basic Einheit, die neben einem Notebook vier mobile Einheiten beinhaltet. Beim Open-Source-basierenden ARCOS fallen die Kosten für die Hardware geringer aus. Für die GNSS-Tracker wird ein unverbindlicher Verkaufspreis des Herstellers von 129 € angegeben (Stand 01.2017). Dazu kommen die Lizenzkosten für die topographischen Karten des BEV und von KOMPASS. Für die Open-Source-Software des Einsatzcockpits und den frei zugänglichen Geodaten für die Spezialkarten entstehen keine weiteren Kosten.

5 Schlussfolgerung und Ausblick

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass die Verwendung des vorliegenden Einsatzleitsystems positive Auswirkungen auf die Lageführung bei Bergrettungseinsätzen hat. Die Vorteile eines in Echtzeit gestützten Einsatzleitsystems belaufen sich auf eine effiziente und effektive Koordinierung der Rettungsmannschaft im Gelände. Dabei kann nicht nur wertvolle Zeit eingespart werden, sondern durch das Monitoring steigt auch der Sicherheitsaspekt für die Bergretter. Diese positiven Resultate werden überdies durch die Verwendung fotorealistischer 3D-Karten beeinflusst. Mithilfe der Einsatzkarten ist es möglich das Gelände bestmöglich zu erfassen und zu interpretieren. Die im Einsatzcockpit abgelegten Kartenlayer bestehen aus amtlichen topographischen Karten, Orthofotos und aus amtlichen Geodaten generierten Spezialkarten. Die Arbeitsanforderungen im Open-Source-Programm Google Earth zeigen im Vergleich zu anderen GIS-Programmen wie ArcGIS eine vereinfachte Arbeitsweise, die auch von Laien schnell erlernt werden kann. Bei der Entwicklung wurde neben der besagten vergleichbaren einfachen Bedienung auch der Kostenfaktor maßgeblich berücksichtigt.

Aus den Ergebnissen lässt sich ableiten, dass bei der Durchführung von Bergrettungseinsätzen der Ortsstelle Oberes Drautal Verbesserungen möglich sind. Einen ersten Ansatz bietet das vorgestellte Einsatzleitsystem. Die Herausforderung ein intuitives, auf Open Source basierenden Einsatzleitsystem zu entwickeln, dass den modernen Anforderungen entspricht, wurde im Zuge dieser Arbeit angenommen und erfolgreich umgesetzt.

Literatur

- BEV Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (2007). Die neuen Karten im UTM-System. Wien. Retrieved Jun, 2016, from www.bev.gv.at.
- Geoinformatik Veranstaltungen News Informationen. Retrieved Jul, 2016, from http://giswiki.org/wiki/Google Earth.
- Hofmann-Wellenhof, B., & Ranner H. P. (2009). SARONTAR II Search And Rescue Optimisation by satellite Navigation Technologies in Alpine Regions Implementation and Integration. Schlussbericht. Graz. Retrieved Dec 2016, from http://www.zukunftsfonds.steiermark.at/cms/dokumente/10551505_1090845/d3360a97/4132%20SARONTARII_Schlussbericht.pdf.
- Löhr, S., Ocakli, A., Voss, A., & Zipf, A. (2006). Thematische Kartographie in 3D mit Google Earth. In: Strobl, J. et al. (Eds.), *Angewandte Geoinformatik 2006. Beiträge zum 18. AGIT-Symposium Salzburg*. Heidelberg: Wichmann.
- Ranner, H. P., Prüller, R., Hofmann-Wellenhof, B., & Aichhorn, K. (2008). *SARONTAR* ein satellitenbasiertes Einsatzleitsystem für Rettungskräfte bei Alpinunfällen. Retrieved Sep 2016, from http://www.agit.at/php files/myagit/papers/2008/6795.pdf.
- Valentini, L. (2011). *Google Earth an introduction. Internet GIS course.* Retrieved Jun, 2016, from http://geomatica.como.polimi.it/corsi/internetGIS/google earth 2011.pdf.
- Weber, J. (2009). Das große GPS-Handbuch zum Navigieren im Gelände (1st. Ed.). Rum/Innsbruck, Österreich: Kompass-Kt.-GmbH.
- u-blox. Retrieved Sep 2016, from https://www.u-blox.com.
- Zogg, J. M. (2009). GPS und GNSS: Grundlagen der Ortung und Navigation mit Satelliten.