

Freitag 17. Oktober 2014

11:30-12:00

Murdynamische 1:1 Versuche zur Kalibrierung von Detektionseinrichtungen und Murausbreitungsmodellen in fossilen Murablagerungen des Salzachtals

Manfred Scheikl

a l p i n f r a consulting + engineering gmbh, Salzburg

Abstract

Hazard mitigation structures as well as infrastructures like traffic or energy transportation routes need to be monitored to be able to identify past or forthcoming events as correctly and as early as possible to implement clearing measures or other operational measures. Therefore we developed a package of suitable sensors, a mobile and autarky data-collection and alarm-box as well as an online system for visualizing and implementing remote-sensor-data. A prototype was developed within a project announced by the Federal Ministry for Traffic, Infrastructure and Technology, represented by Austrian Research Promotion Agency (FFG), in the framework of traffic infrastructure research 2011. This article shows the results of a first test of the on-site and online components.

Ausgangslage und Zielsetzung

Um Maßnahmen wie vorsorgliche Sperren an Infrastrukturanlagen oder die Absenkung von gefährdeten Speichern einleiten zu können, ist die Kenntnis des Systemzustandes von Gefahreninzugsgebieten und auch von Schutzbauwerken (aktueller Ausnutzungsgrad) erforderlich. Auch die Einleitung von Maßnahmen wie etwa Evakuierungen von Baustellen, Gewerbe- und Siedlungsgebieten ist auf möglichst zuverlässige Daten aus dem Gefahreninzugsgebiet angewiesen. Dazu wurde im Rahmen des Programmes für Infrastrukturforschung 2011 ein Prototyp eines mobilen, autarken und vielseitig einsetzbaren Überwachungssystems entwickelt. Dieses System soll auch erlauben kurzfristige Überwachungserfordernisse etwa von Rutschhängen oder Felsstürzen abzudecken. Eine kurzfristige Instrumentierung wurde aus diesem Grund als weiteres Merkmal seitens der Bedarfsträger definiert.

Für den Test der Sensorgruppe für Muren und Wildbächen wurden Großversuche in fossilen Mursedimenten des Salzachtals im Bereich Pass-Luegg durchgeführt.

Erfassung von Systemzuständen in Gefahreninzugsgebieten

Die in der Testanordnung erfassten Parameter sind in Tab. 3 angeführt. Die Sensoren sowie die erforderlichen Interfaceschaltungen und die Monitoring-Box selbst wurden in enger Zusammenarbeit mit der Fa. Sysdect Mechatronik GmbH entwickelt und hergestellt. Im Zuge dessen war es erforderlich einen Verständnisprozess zwischen Naturgefahrenexperten und Messtechnikern aufzubauen um die Schnittstelle Prozessparameter//Messergebnisse//Alarmauslösung zu bedienen (Scheikl et. al. 2014).

Erfassung von Parametern und Hardwarepool (flexibel erweiterbar)			
Parameter	Sensor	Auflösung	Gefahrenprozess/Einsatzbereich
Beschleunigung bzw. Erschütterung	elektromechanische Wandler	1-500Hz	Mure, Wildbachabfluss, Hochwasserabfluss geschiebelastet Lawinendetektion Steinschlagdetektion an Strukturen und im Boden
Fließgeschwindigkeit Geschwindigkeits- änderungen	Doppler- radarsensoren	cm/s	Mure, Wildbachabfluss, Hochwasserabfluss Lawinendetektion Steinschlagdetektion
Fließhöhe und Fließhöhenänderung	Radarpegel Ultraschallpegel	cm/s	Mure, Wildbachabfluss, Hochwasserabfluss
Ereignisdurchgang	Reißdraht	Ja/nein	Felsablösung, Mure, Lawine
Volumenverdrängung	Infraschallsensor	Ja/Nein	Muren, Lawine, Felssturz
Bildverbindung	WEB-Kamera	skalierbar	Alle Prozesse

Tab. 3: Prozessparameter, Sensorik und Einsatzbereich (Scheikl et. al. 2014)

In den nachstehenden Abbildungen werden ausgewählte Sensoren und die mobile Datensammler- und Übertragungseinheit gezeigt (aus Scheikl et. al. 2014).



Abb. 6: Datenerfassungs- und Übertragungsbox



Abb. 7: Wasserdichte Sensorenschnittstellen



Abb. 8: Elektro-Mechanischer Wandler



Abb. 9: Radarpegel

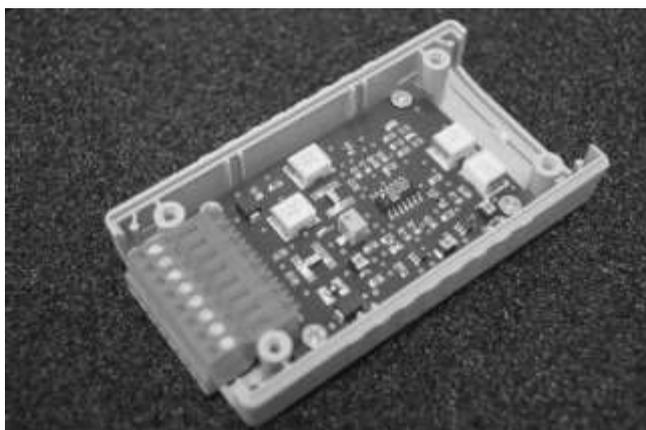


Abb. 10: Geophon-Interface-Schaltung

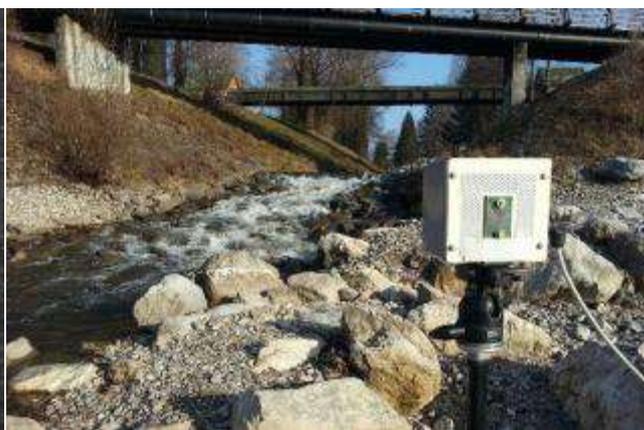


Abb. 11: Dopplerradar

Zentrales Datenerfassungs- und Visualisierungssystem

Um die laufend und anlassbezogen generierten Daten möglichst verfügbar zu halten wurde eine Datenerfassungs- und Visualisierungseinheit auf Open Source Code Basis entwickelt. Diese ermöglicht die räumliche Zuordnung von Messstellen, eine Darstellung von Gefahren- und Einwirkungsszenarien aus bestehenden Gefahrenabgrenzungen oder Modellierungen sowie die Visualisierung von aktuellen und historischen Messdaten. Alarmzustände werden im Vordergrund angezeigt. Die anlassbezogene Alarmierung erfolgt per SMS, Email vom Vor-Ortsystem. Echtzeitbilder und Links für Smartphones werden vom Onlinesystem generiert und verwaltet (siehe Abb. 17).

Funktionstest

Im Zuge von Funktionstests wurden Steinschlagdetektionsversuche ohne Schutzmaßnahmen und an instrumentierten Schutznetzen sowie Murdetektionsversuche durchgeführt. Dazu wurde uns ein Versuchsfeld freundlicherweise von den Salzburger Sand- und Kieswerken zur Verfügung gestellt. Idealerweise wird der Versuchsraum aus fossilen Steinschlag- und Murablagerungen aufgebaut, die aus steilen Rinnen des westlichen Randes des Tennengebirges in Richtung Salzachtal hervorgingen. Das Versuchsmaterial wurde aus den fossilen Ablagerungen entnommen (Scheikl et. al. 2014).

Versuchsanordnung

Für erste Murversuche wurde eine unbefestigte Versuchsrinne errichtet um möglichst realitätsnahe Bedingungen zu erhalten. Es war beabsichtigt die Detektion von Muren außerhalb von Gerinneinbauten wie Grundswellen oder Rückhaltemaßnahmen durchzuführen. Die Versuchsrinne wurde mit Längensmarkierungen und Reflektoren für die analoge Geschwindigkeitserfassung und die orientierte Vermessung des Geländes vor und nach den Versuchen mittels Laserscanner ausgestattet. Die Murdetektion wurden mittels elektromechanischer Wandler, Radarpegel, Dopplerradarsensoren, Videodetektoren und entfernte Infraschallsensoren durchgeführt.



Abb. 12: Versuchsrinne (aus Scheikl et. al. 2014)

Versuchsablauf

Im Zuge der Murversuche wurde fossiles Murmaterial ans obere Ende der Rinne gebracht und mit Wasser bis zur Grenzstabilität vorgesättigt. Entsprechend des Feststoffvolumens (aufgelockert) wurde mit derselben Menge Wasser die Mure ausgelöst. Die Messbox erfasste die Murgeschwindigkeit, die Sohl- bzw. Fließhöhe, die Bodenerschütterung und den Schalldruck in einem Schallspektrum zwischen 1Hz und 20kHz. Der Versuchsablauf wurde mittels drei Kameras verfolgt, wobei eine Überkopfkamera Detailaufnahmen der Durchgehenden Mure lieferte (siehe Abb. 13 und Abb. 14).



Auslösevorgang

Startphase



Maximale Geschwindigkeit und Erosion



Beginn der Ablagerung am Kegel



Auslaufender Prozess



Ausfiltrierungsphase

Abb. 13: Ablauf des Murversuches – Kamera 01



Ankunft der Front bei Überkopfkamera



Maximale Fließhöhe am Kameraquerschnitt



Maximale Ersoionsphase



Abklingender Prozess

Abb. 14: Ablauf des Murversuches – Kamera 02 - Überkopf

Ergebnis

Die bereits vorab im Zuge von Grundsatztests überprüften Sensoren lieferten bei allen durchgeführten Versuchen Daten, die zur grundsätzlichen Detektion von Muren geeignet sind. Des Weiteren konnte gezeigt werden, dass auch neben der Murrinne im Boden vergrabene Geophone die zuverlässige Erfassung eines Ereignisses erlauben. Die Zuordnung der erfassten Signale zu Ereignisgrößen konnte ebenfalls gezeigt werden, wobei einzelne mitgeschleppte Blöcke diskret erfasst werden konnten. Die größte Bedeutung kam hierbei den Geophonen, dem Radarpegel sowie dem Dopplerradarsensor zu.

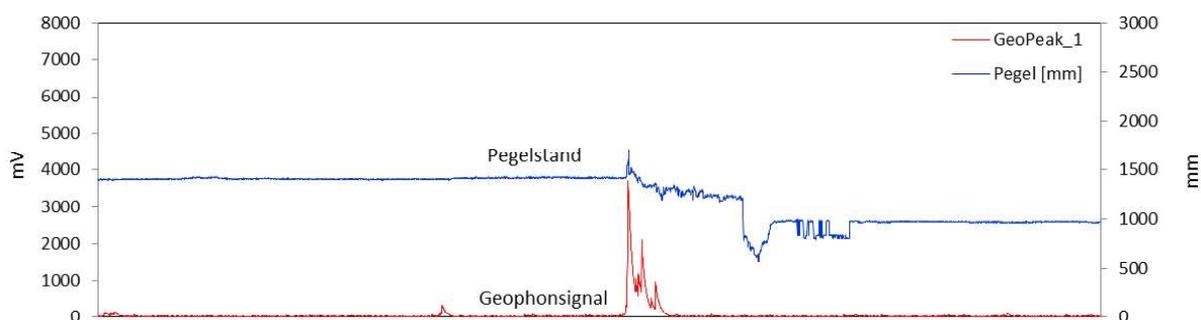


Abb. 15: Messwertverlauf des Radarpegelsensors und des Geophons – Versuchsmure

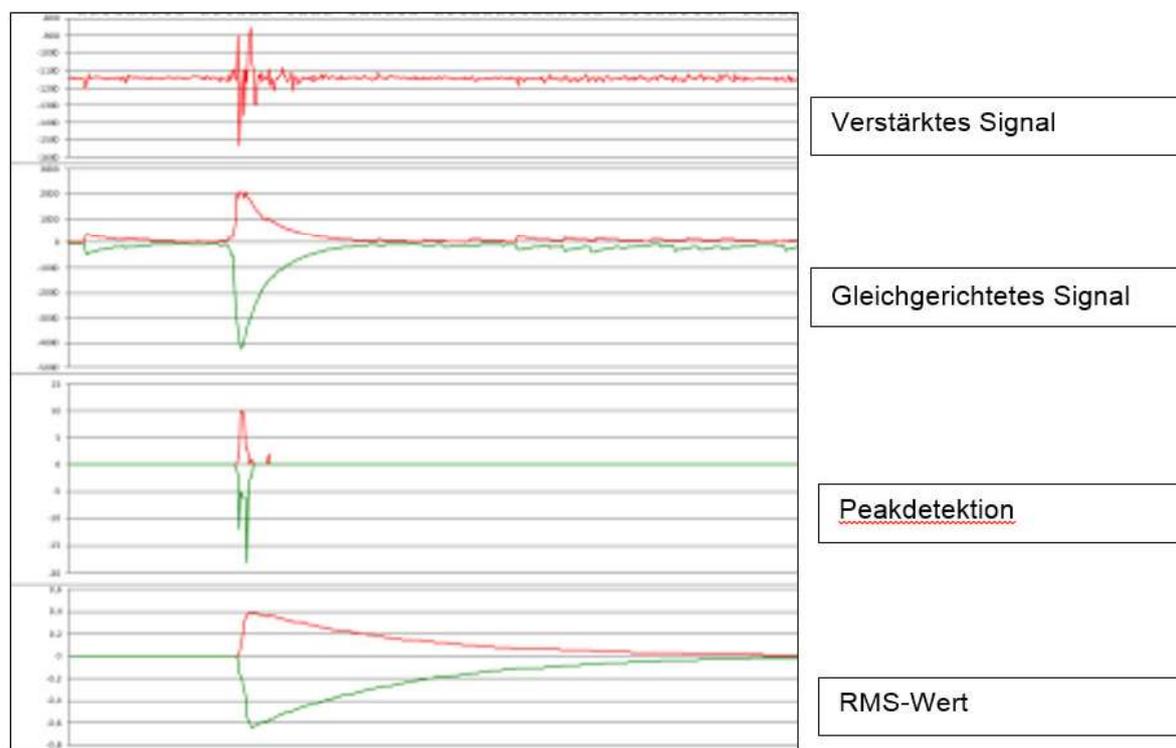


Abb. 16: Messwertverlauf des Radarpegelsensors und des Geophons – Versuchsmure

Wie geplant versandte die Messbox Alarm-SMS sowie entsprechende Alarm-E-mails (siehe Abb. 17) Am Onlineinformationssystem wurden alle Messdaten abgelegt und das Ereignis mittels Bildfolgen visualisiert.

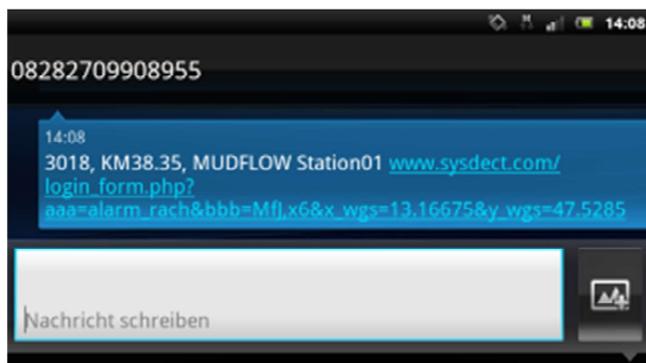


Abb. 17: Alarmmeldung am Smartphone mit Live-Link



Abb. 18: aktuelle Alarmmeldung am Onlinesystem

Zusammenfassung und Ausblick

Mit den Versuchen haben wir die Entwicklung eines flexibel einsetzbaren und mobilen Monitoring-Prototypen abgeschlossen und wird konnten die Funktionstauglichkeit des angestrebten Systems erfolgreich zeigen. Im Zuge der Versuche wurde eine Reihe von Sensoren auf Ihre Zuverlässigkeit hin überprüft. Redundant eingesetzte Sensoren erlauben eine zuverlässige Detektion von mur, Steinschlag und Lawineneignissen. Die Zuordnung von Ereignisintensitäten erlaubt darüber hinaus die Abschätzung der Entwicklung des erfassten Prozesses unterhalb der Messstelle. Zwei weiter entwickelte Systeme befinden sich bereits im Einsatz, eines für die Überwachung von Hangbewegungen und eines im Bereich einer Murgrabens. Ein umfangreicher Funktionstest mit Schwerpunkt kleine bis große Lawinen wird im kommenden Winter, auch mit weiteren Funktionstests der Infraschallsensoren stattfinden.

Literatur

- Aleotti, P. (2004). "A warning system for rainfallinduced shallow failures" *Engineering Geology* 73: 247–265.
- Abellán, A., J. Calvet, et al. "Detection and spatial prediction of rockfalls by means of terrestrial laser scanner monitoring." *Geomorphology* In Press, Accepted Manuscript.
- Chen, C.-Y., T.-C. Chen, F.-C. Yu, W. H. Yu, C.-C. Tseng (2005). „Rainfall duration and debris-flow initiated studies for real-time monitoring" *Environmental geology* 47: 715–724.
- Genevois, R., P.R. Tecca, M. Berti, A. Simoni (2000). "Debris-flow in the Dolomites: Experimental data from a monitoring system" in: "Debris-Flow Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction and Assessment" Wiezcorek, Naeser (eds.) Balkema, Rotterdam. 283–291.
- Harris, C., L. U. Arenson, et al. (2009). "Permafrost and climate in Europe: Monitoring and modelling thermal, geomorphological and geotechnical responses." *Earth-Science Reviews* 92(3-4): 117-171.
- Hürlimann, M., D. Rickenmann, C. Graf (2003). „Field and monitoring data of debris-flow events in the Swiss Alps" *Can. Geotech. J.* 40: 161–175.
- Itakura, Y., H. Inaba, T. Sawada (2005). "A debris-flow monitoring devices and methods bibliography" *Natural Hazards and Earth System Sciences* 5: 971–977.
- Iten M., F. Ravet, M. Niklés et al. (2009). "Soil-Embedded Fiber Optic Strain Sensors for Detection of Differential Soil Displacements" 4th International Conference on Structural Health Monitoring on Intelligent Infrastructure, 22. - 24. July 2009, Zurich, Switzerland.

- Kapeller, G. (xxx). „Bestimmung der verteilten Fließprozesse und Rutschbewegungen im Alpenin Gelände mit Hilfe der verteilten faseroptischen Messungen“ Dissertation, Arbeitsbereich Wasserbau, Universität Innsbruck, in press.
- Keefer, D.K., R.C. Wilson, R.K. Mark, E.E. Brabb, W.M. Brown, S.D. Ellen, E.L. Harp, G.F. Wieczorek, C.S. Alger, R.S. Zatkun (1987). “Real-Time Landslide Warning During Heavy Rainfall” *Science* 238: 921–925.
- Litschi, M. (2005). „Kombination von Radar und Pluviometerdaten zu stündlichen Niederschlagsfeldern für die Schweiz. Validierung und klimatologische Auswertung.“ Diplomarbeit am IACETH, ETH Zürich. (http://www.iac.ethz.ch/doc/publications/litschi_diplomathesis_2005.pdf)
- Marchi, L., M. Arattano, A.M. Deganutti (2002). “Ten years of debrisflow monitoring in the Moscardo Torrent (Italian Alps)” *Geomorphology* 46: 1–17.
- Romang, H., C. Hegg, M. Gerber, N. Hilker, F. Dufour, J. Rhyner (2007). „IFKIS-Hydro: Informations- und Warnsystem für hydrologische Naturgefahren.“ *Wasser Energie Luft*, Jg. 99, Nr.1/2. Heft 2, diese Ausgabe.
- Rhyner, J., C. Hegg (2006). “Warning Systems for Hydrological Hazards in Small Catchments” in: *Proceedings of the International Disaster Reduction Conference, Davos, Switzerland, 27 August– 1 September 2006*: 909–912.
- Scheikl, M. et. al. (2000). „Multidisciplinary Monitoring Demonstrated in the Case Study of the Eiblschrofen Rockfall” *Felsbau* 1(1): 24-28.
- Scheikl, M., G. Poscher, H. Grafinger (2000). „Application of the new automatic laser remote monitoring system (ALARM), for the continuous observation of the mass movement at the Eiblschrofen rock fall area – Tyrol.” *Workshop on Advances Techniques for the Assessment of Natural Hazards in Mountain Areas*.
- Scheikl, M., G. Prasicek, V. Rachoy (2008). “3D-Snow-Cover Monitoring by using terrestrial Long Range Laserscanners” *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 10, EGU2008-A-03248.
- Scheikl M., Zadny S., Siebler P., Powell D, Henle A. (2014). „Detektion von Naturgefahrenprozessen mittels eines hybriden Systems aus Vor-Ort Sensoren und einem Onlinesystem“. *Journal for Torrent, Avalanche, Landslide and Rock Fall*, Nr. 173
- Sensornet (2010). "Dtss User Manual" Sensornet - The Sensing Advantage, United Kingdom.
- Sensornet (2011). "Dtss Specifications" Sensornet, United Kingdom.
- Suriñach, E., F. Sabot, et al. (2000). "Study of seismic signals of artificially released snow avalanches for monitoring purposes." *Physics and Chemistry of the Earth, Part B: Hydrology, Oceans and Atmosphere* 25(9): 721-727.
- Zvelebil, J. and M. Moser (2001). "Monitoring based time-prediction of rock falls: Three case-histories." *Physics and Chemistry of the Earth, Part B: Hydrology, Oceans and Atmosphere* 26(2): 159-167.