

Freitag 15 Oktober 2010

11:30-12:00

Permafrost – Veränderungen für die Zukunft

Hugo Raetzo

Bundesamt für Umwelt BAFU Eidgenössisches Departement für Umwelt, Schweiz

Permafrost ist in den Alpen weit verbreitet und kann die Stabilität von Bauwerken sowie Naturgefahrenprozesse erheblich beeinflussen. In der Schweiz werden gemäß Wald- und Wasserbaugesetz Erhebungen zur Erfassung von Naturgefahrenprozessen gemacht (Gefahrenkarten). Dabei spielt die Verbreitung von Permafrost in hochalpinen Lagen eine wichtige Rolle. Durch die Veränderungen im Permafrost ist eine Zunahme von Steinschlägen, Felsstürzen, Rutschungen und Murgängen insbesondere in steilen Hängen zu verzeichnen. Die Folgen von abschmelzendem Permafrost haben in den letzten Jahren und besonders im Hitzesommer 2003 zu Felsstürzen geführt: z.B. Matterhorn (Juli 2003), Dent Blanche (August 2003). Unabhängig von den Ursachen solcher Massenbewegungen, die häufig mit der Erwärmung und der Eisschmelze gekoppelt sind, werden diese Gefahren für Menschen und Infrastrukturen relevant. Im Interesse der Sicherheit werden deshalb Messungen im Alpenraum durchgeführt. Dabei geht es entweder um lokale Problemstellen oder auch um die allgemeine Erfassung der Veränderungen im Permafrost (siehe auch PERMOS-Messnetz der Schweiz). Dazu beteiligt sich die Schweiz am internationalen Interreg 4B Permafrostprojekt des Alpine Space: Permanent. Das europäische Messnetz soll zukünftig auch internationale Aussagen zur Entwicklung im Permafrost ermöglichen.

Im Rahmen von europäischen Kooperationen mit der ESA (Terrafirma) und der EU (Doris FP7 Space Programm) werden zudem radarinterferometrische Methoden entwickelt, um alpine Massenbewegungen zu erfassen. Dabei werden satellitengestützte oder terrestrische Systeme eingesetzt, um Veränderungen, bzw. die Verschiebungen oder Geschwindigkeiten zu beurteilen. In der Schweiz wurden große Teile der Alpen bereits analysiert. In den hochalpinen Gebieten ohne Vegetation sind die Resultate ausgezeichnet. Deshalb kann man in den Permafrostzonen Aussagen über die Verbreitung und die Veränderungen machen. In den Walliser Alpen wurden so zirka ein Dutzend Blockgletscher detektiert, die sich mehrere Meter pro Jahr talwärts verschieben. Im Fall vom Grabengufer bei Randa beträgt die Geschwindigkeit an der Front 20-40 m/Jahr. Weiter oben bewegen sich große Gesteinsmassen im Zentimeter- oder Dezimeterbereich. Es kommt deshalb regelmäßig zu Abbrüchen im Grabengufer, so auch im September 2010. An einigen Blockgletschern und in Felswänden wurden deshalb terrestrische Radarsysteme zur genauen räumlichen und zeitlichen Auflösung eingesetzt. Terrestrische und satellitengestützte Erhebungen korrelieren sehr gut und ergänzen sich perfekt. Mit Hilfe der Satellitendaten werden großflächige Erhebungen gemacht. Einige Tausend weitere Zonen wurden im GIS erfasst (Polygone). Geschwindigkeiten von 10-100 Zentimetern pro Jahr sind im alpinen Permafrost, besonders in Blockgletschern, häufig ($N > 1000$ in der Schweiz). Unterhalb der Permafrostgrenze weisen Rutschungen häufiger Geschwindigkeiten von 1 bis 15 cm/Jahr auf.

Erläuterungen der Radarinterferometrie: Satellitenradardaten stehen seit Anfang der 90er-Jahre in großen Teilen Europas zur Verfügung. Die Satelliten der Europäischen Weltraumagentur ESA messen in C-Band bei einer Wellenlänge von 56 mm (5.6 GHz). Bei einer flächendeckenden Analyse entsteht durch ein Interferogramm ein Bild, das Verschiebungsinformationen beinhaltet (in Line Of Sight LOS). Diese Methode der interferometrischen synthetischen Apertur des Radars wird in Kurzform INSAR genannt (INterferometric SYNthetic Aperture Radar). Punktanalysen werden beispielsweise „Persistent Scatterer“ (PS) oder „Interferometric Point Target Analysis“ (IPTA) genannt und liefern eine statistische Verschiebungsrate über die Zeitdauer der Satellitenaufnahmen. Satellitenradarinterferometrie hat aufgrund der großflächigen Anwendungsmöglichkeit und der Genauigkeit von Relativverschiebungen im Zentimeter- bis Dezimeterbereich ein großes Potenzial bei der Erfassung und Überwachung von Massenbewegungen. Aber diese satellitengestützte Methode hat auch wichtige Nachteile, von denen hier nur einige aufgezählt werden: Verfügbarkeit der Daten, geometrische Einschränkungen (Nord-Süd-Ausrichtung ist schlecht), topographische Abdeckung, Reflektionsstörungen (z.B. bei Vegetation und Schneedecke), atmosphärische Störungen, usw. Die Entwicklung der Satellitenradartechnologie ist rasant. Vegetationsstörungen sind beispielsweise in den L-Band Sensoren mit einer Wellenlänge von 230 mm weniger dominant. Seit kurzem sind Radarsensoren der nächsten Generation im Umlauf. Sie haben eine höhere räumliche und zeitliche Auflösung (z.B. TERRASAR-X, Cosmo-SkyMed), womit sich die Analysemöglichkeiten in der Rutschüberwachung deutlich vergrößern.