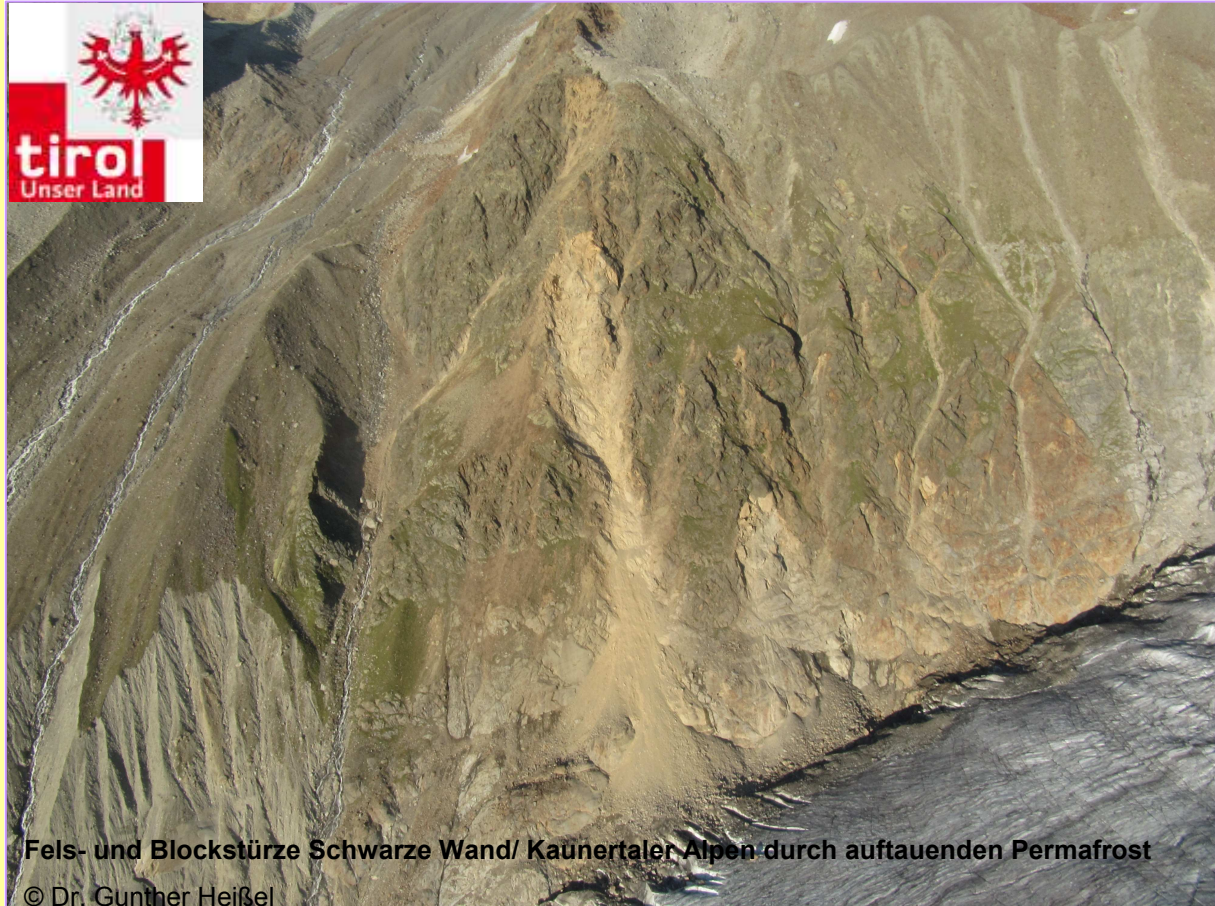


13. GEOFORUM UMHAUSEN 20. – 21. OKTOBER 2011



Fels- und Blockstürze Schwarze Wand/ Kaunertaler Alpen durch auftauenden Permafrost

© Dr. Gunther Heißel

Geoforum
Tirol



freigelegtes Eis

© Dr. Gunther Heißel

TAGUNGSBAND

Grußworte von Landeshauptmann-Stellvertreter ÖKR Anton Steixner



Sehr geehrte Tagungsteilnehmer, Referenten und Organisatoren!

Schon zum 13. Mal treffen sich internationale Experten der verschiedensten Fachdisziplinen zum Geoforum Umhausen, das sich längst als sehr erfolgreiche jährliche Fachtagung etabliert hat. Folgende Themenkreise werden bei der heurigen Tagung professionell beleuchtet: Radon, Klimaerwärmung bzw. Naturereignisse und der Bergsturz in Köfels im Ötztal.

Radon, ein radioaktives chemisches Element, hat in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre in Umhausen viel Aufregung verursacht, wurde doch die festgestellte erhöhte Rate von Lungenkrebskrankungen in Umhausen mit den sehr hohen Radon-Messwerten in Verbindung gebracht. Es war dem 1. Geoforum Umhausen 1999 zu verdanken, dass nicht nur die negativen Auswirkungen des Radons Beachtung fanden, sondern auch sein positiver Nutzen in die Meinungsbildung der Allgemeinheit einfließen konnte. Im Zuge mehrerer Geoforum-Umhausen Tagungen wurde diese Meinungsbildung konsequent fortgeführt und so der Weg zum heuer im September eröffneten Radon-Kurzentrums Umhausen mitgestaltet.

Als für die Sicherheit vor Naturgefahren zuständiges Mitglied der Tiroler Landesregierung begrüße ich es sehr, dass auch das 13. Geoforum die Themenkreise, die das Leben in den engen Tälern des Alpenraums prägen und beschäftigen, in umfassender Weise aufgreift. Naturgefahren wie Hangrutschungen, Muren, Steinschlag und Bergstürze haben seit jeher das Leben in den Alpen geprägt. Auch wenn wir in Tirol jährlich rund 65 Mio. Euro für Maßnahmen zum Schutz der Menschen vor Naturgefahren investieren, erfordert es die immer intensivere Nutzung der Alpen als Lebens- und Freizeitraum, dass auf Tagungen wie dem Geoforum Umhausen wertvolle Erfahrungen, die man in den verschiedensten Ländern sammelt, ausgetauscht werden.

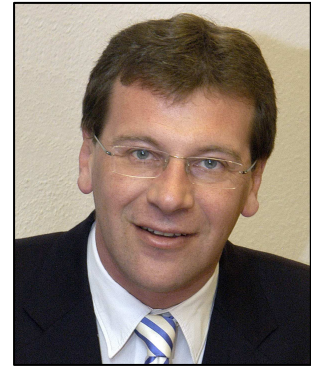
Über den Bergsturz von Köfels gibt es viele Theorien, die beim heurigen Geoforum von zwei englischen Wissenschaftlern wiedergegeben, analysiert und diskutiert werden. In diesem Zusammenhang begrüße ich es sehr, dass es den Organisatoren des Geoforums immer wieder gelingt, nicht nur erstklassige Experten aus dem Inland und aus Südtirol, sondern auch aus der Schweiz, Norwegen, Luxemburg, Deutschland, Großbritannien und Japan als Referenten der Tagungen zu gewinnen.

Ferner ist für mich bemerkenswert, dass das Geoforum Umhausen eine Fachtagung ist, die mit frei und öffentlich zugänglichen Abendveranstaltungen die Bevölkerung in die Tagung einbezieht. Auch das Interesse der Medien an den Geoforum-Tagungen ist erfreulicherweise besonders groß.

Ich darf sowohl den Teilnehmern als auch den Organisatoren eine erfolgreiche und interessante Tagung umgeben von der eindrucksvollen Bergwelt der Ötztaler Alpen wünschen und hoffe, Sie auch 2012 beim 14. Geoforum Umhausen wieder begrüßen zu können.

ÖKR Anton Steixner
(Tiroler Landeshauptmann-Stellvertreter)

Grußworte von LA Bgm. Mag. Jakob Wolf



Sehr geehrte Tagungsteilnehmer, Referenten und Organisatoren!

Das 13. Geoforum Umhausen ist für mich als Bürgermeister von Umhausen von besonderer Bedeutung. Umhausen ist die Gemeinde in Europa mit den höchsten Radon-Werten und allein schon der Verdacht eines Zusammenhanges mit einem erhöhten Auftreten von Lungenkrebs hat in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre zu einer schweren Verunsicherung der Bevölkerung geführt. Der Hinweis der Begründer des Geoforums Univ. Prof. Dr. H. Mostler und Landesgeologe Dr. Gunther Heißel, die positiven Aspekte des Radons für Umhausen zu nützen, hat zu einer konsequenten Aufarbeitung dieses Themas, beginnend mit dem 1. Geoforum Umhausen 1999 und letztlich zum Bau des vor wenigen Wochen im September 2011 eröffneten Radon-Kurzentrums geführt.

Es war der Schweizer Radon Experte Heinz Surbeck, der den ersten Vortrag zum Geoforum Umhausen 1999 gehalten hat und ich freue mich sehr, dass er auch heuer mit zwei Vorträgen zum Erfolg des 13. Geoforums beiträgt.

Für uns Umhauser war es relativ überraschend heuer am Gründonnerstag in einer Fernsehdokumentation von den möglichen kosmischen Zusammenhängen zwischen Sodom und Gomorrha und Umhausen erfahren zu haben. Es freut mich daher besonders, dass es dem Geoforum Umhausen gemeinsam mit der Raiffeisen Imst und der Ötztal-Touristik gelungen ist, den anerkannten englischen Astrophysiker und Raketexperten Mark Hempell für die heurige Tagung zu gewinnen und seine interessanten Theorien zur kosmischen Ursache des Bergsturzes von Köfels aus erster Hand zu erfahren.

Als Bürgermeister einer Gemeinde, die immer wieder von Naturereignissen betroffen ist, möchte ich betonen, dass der jährliche Beitrag des Geoforums Umhausen zur Sicherung und Erhaltung des Lebensraumes Alpen im Hinblick auf Naturgefahren wie Felsstürze, Blocksturz, Steinschlag, Muren und Hangrutschungen nicht hoch genug eingeschätzt werden kann. Nicht zuletzt hat diesen Naturereignissen Umhausen auch seinen Namen zu verdanken und wir können heute froh sein, nicht mehr „umhausen“ zu müssen, auch wenn die Gefahren natürlich immer noch die gleichen sind, wie früher.

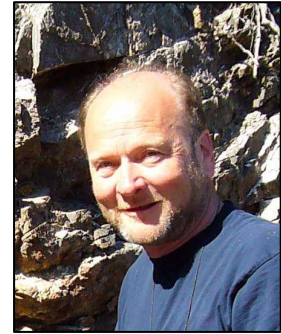
Ich begrüße es weiters sehr, dass wir heuer mit zwei öffentlichen Abendvorträgen durch Top-Experten der Bevölkerung wieder Gelegenheit anbieten können, sich an der Tagung zu beteiligen.

Ich darf somit allen Teilnehmern und Teilnehmerinnen am 13. Geoforum Umhausen 2011 eine erfolgreiche Tagung wünschen und hoffen, dass Sie sich bei uns wohlfühlen. Mein Dank gilt den Organisatoren der Tagung, die auch heuer wieder ein sehr interessantes und vielfältiges Tagungsprogramm zusammenstellen konnten.

Somit bin ich mir auch sicher, dass wir uns beim 14. Geoforum Umhausen am 18. und 19. Oktober 2012 wieder sehen werden.

Mag. Jakob Wolf
(Vizefraktionschef der Volkspartei im Tiroler Landtag und Bürgermeister der Gemeinde Umhausen)

Grußworte von Dr. Gunther Heißel



Sehr geehrte Tagungsteilnehmer, sehr geehrte Referenten!

Mit dem 13. Geoforum Umhausen 2011 beschreiten wir teilweise neue Wege. Erstmals haben wir Referenten, die ihren Vortrag in englischer Sprache halten. Es hat sich nämlich herausgestellt, dass immer mehr Vortragende das Geoforum Umhausen besuchen, die aus dem nicht deutschsprachigen Ausland kommen. So hat sich der Kreis der Vortragenden auf insgesamt 7 Länder ausgedehnt. Neben zahlreichen Referenten aus Österreich konnten wir Vortragende aus der Schweiz, aus Deutschland, Norwegen, Luxemburg, Großbritannien, Japan und natürlich auch aus Südtirol für unsere Tagungen gewinnen.

Es ist für unseren Ehrenpräsidenten, Herrn em. o. Univ. Prof. Dr. Helfried Mostler und mich als die Begründer des Geoforums Umhausen eine große Freude, dass es - beginnend mit dem 1. Geoforum Umhausen 1999 - gelungen ist, den Weg zur positiven Nutzung des Radons vorgezeichnet und mit aufbereitet zu haben. Die Eröffnung des modernen Kurzentrums Umhausen im September 2011 zeigt, dass diese Aufbereitung auf wissenschaftlicher Ebene zum Wohle der Umhauser und Öztaler Bevölkerung und darüber hinaus zu sehen ist. Es ist daher auch eine große Freude für mich, dass der erste Referent eines Geoforums - und dies noch dazu in Sachen Radon - Dr. Heinz Surbeck heuer sogar mit zwei Vorträgen unsere Tagung bereichert.

Über den Bergsturz von Köfels wurde bereits viel geforscht, aber es gibt noch keine wirklich abgesicherte Theorie, was ihn verursacht haben könnte. Der Bergsturz ist ja auch noch nicht wirklich im Detail untersucht. Wir begrüßen es daher sehr, wenn aus einer völlig anderen „Ecke“ als jener der Geologie neue Impulse zur Lösung dieser Fragen kommen und haben daher gerne die Kooperation mit Raiffeisen Imst und der Öztal-Touristik aufgenommen, um dem anerkannten Astrophysiker und Raketenforscher Mark Hempell aus Großbritannien Gelegenheit zu geben, seine gemeinsam mit Alan Bond entwickelten Thesen zu vertreten. Diese sind nicht völlig neu, haben doch bereits die herausragenden österreichischen Geologen etwa 1993 ebenfalls kosmische Ursachen im Ereignis von Köfels gesehen.

Mit dem Thema der geogenen gravitativen Naturgefahren beim heurigen Geoforum, aus den verschiedensten Blickwinkeln der Geologie, der Forstwissenschaften, der Meteorologie, etc. beleuchtet, wird die Tradition der bisherigen Geoforum-Umhausen Tagungen konsequent fortgesetzt.

Wir hoffen, dass die Bevölkerung auch heuer wieder zahlreich unsere beiden öffentlichen Abendvorträge besuchen wird, denn es ist eines der Ziele des Geoforums, die Bevölkerung in die jährlichen Tagungen mit einzubeziehen.

Ich darf nun allen Teilnehmern und Vortragenden eine erfolgreiches und interessantes 13. Geoforum 2011 wünschen.

Dr. Gunther Heißel
(Präsident des Vereins Geoforum Tirol)

Donnerstag 20. Oktober 2011

09:30-10:00

L324 – Pustertaler Höhenstraße: Rutschung Bruggerbach Geologische Verhältnisse und Maßnahmen zur Aufrechterhaltung der Verkehrsinfrastruktur

Franz Riepler¹, Hans Schroll²

¹*GWU Geologie-Wasser-Umwelt*

²*Amt der Tiroler Landesregierung, FB Landesgeologie*

Im Rahmen einer Bewertung der im Frühjahr 2009 massiv aufgetretenen Straßenschäden im Bereich der L324-Pustertaler Höhenstraße, wurde im Straßenabschnitt km 15.750 – km 15.800 ein erhöhtes Gefährdungspotential festgestellt. Die bereits seit längerer Zeit immer wieder auftretenden Risse im Straßenbereich wurden bisher nach Erfordernis saniert. Nach erneuter Aktivität im Frühjahr 2009 wurde zur Beurteilung des Gefährdungspotentiales dieses etwa 50 m langen, von einer Rutschung betroffenen, Straßenabschnittes folgendes Untersuchungsprogramm festgelegt und ausgeführt: geodätische Detailvermessung, geodätisches Monitoring von Messpunkten im betroffenen Straßenabschnitt, geologisch – hydrogeologische Detailkartierung, Erkundungsbohrungen und Inklinometermessungen, refraktionsseismische Untersuchungen.

Die Untersuchungen belegten, dass im Geländerücken zwischen den beiden rd. 200 m entfernten Gräben ein etwa 50 m breiter Rutschbereich vorhanden ist, wobei kompakter Fels unterhalb der Straße demnach erst in einer Tiefe von ca. 30 m ansteht. Da keine akute Gefährdung für die Straßenbenutzung gegeben war, wurde der Straßenbelag saniert und das geodätische Monitoring inkl. Inklinometermessungen als Kontrollsystem eingeführt.

Nach dem Auftreten neuerlicher massiver Risse im Straßenbereich im Frühjahr 2010 und beträchtlicher Verformungen in den Inklinometern sowie bei zahlreichen Monitoringpunkten wurde Gefahr in Verzug konstatiert und als zielführendste Maßnahme ein Felsabtrag bergwärts und entsprechende Verlegung der Straße beschlossen. Im Zuge dieser Maßnahmen wurden 7.730 m³ abgetragen und die Straße bis zu 15 m bergwärts verlegt. Das abgetragene Material wurde in einer naheliegenden Geländemulde deponiert. Eine ursprünglich in der Böschung vorgesehene Berme wurde aufgrund der schlechten Felsqualität nicht belassen, sodass nunmehr eine durchgehende max. 20 m hohe, ca. 55° geneigte Böschung vorliegt. Zwecks Erosionsschutz ist die Böschung vollflächig mit einem Geogitter abgedeckt. Bis dato wurden keine Anzeichen mangelnder Standsicherheit festgestellt.

Im Zuge der Schneeschmelze im Frühjahr 2011 wurden wieder aufgehende Risse und Absackungen, insbesondere im Bereich des ehemaligen Straßenverlaufs, festgestellt. Als Sofortmaßnahme wurden

vom westlichen Grabenbereich aus 4 schräg nach oben geneigte Entwässerungsbohrungen in den Bereich des Gleithorizontes der Rutschung vorgetrieben. Es konnte dabei eine massive Entwässerung des Bergwasserspiegels erzielt werden (Schüttung bis 15 l/s, Absenkung Bergwasserspiegel von ca. 6 m auf ca. 2 m).

Nach einem massiveren Geländeabbruch am 25.06.2011 in der Größenordnung von rd. 3.000 - 5.000 m³ musste die Straße erneut gesperrt werden. In weiterer Folge wurde ein Konzept zur Sicherung des gefährdeten Straßenabschnittes ausgearbeitet und umgesetzt. Dabei wurde eine talseitige Spritzbetonsicherung mit einer Systemankerung im Raster von 1,5 x 1,5 m und Ankerlängen bis zu 10 m ausgeführt. Ergänzend wurde noch zwecks Erosionsschutz ein Geogitter unterhalb der Spritzbetonsicherung montiert. Basierend auf statischen Untersuchungen konnte eine Verkehrsfreigabe für Fahrzeuge bis 25 to mit Ende August 2011 erwirkt werden.

Zwecks Detailplanung gegebenenfalls zukünftig erforderlicher weiterer Sanierungsmaßnahmen und zur Absicherung der geologischen Modellvorstellungen wurden weiters 2 Kernbohrungen abgeteuft und eine davon als Grundwasserbeobachtungspegel ausgebaut.

Um Aussagen betreffend die räumliche Verteilung der Tiefenlage kompakter Felsschichten zu erhalten, wurden zusätzlich refraktionsseismische Untersuchungen ausgeführt.

Das bisher vom Baubezirksamt Lienz vorgenommene Monitoringprogramm wurde einem ortsansässigen Geometer übertragen. Dieses nunmehr mit mehreren Punkten im Bereich der Spritzbetonsicherung und bergwärtigen Böschung ergänzte Messprogramm wird bis auf weiteres in 14-tägigem Rhythmus ausgeführt und bildet die Basis für die laufende Bewertung der Standsicherheit. Sollten sich erneut Probleme ergeben, ist die Ausarbeitung einer Variantenstudie vorgesehen, um Entscheidungsgrundlagen für eine längerfristige Sicherung bzw. Umfahrung des gefährdeten Straßenabschnittes zu erhalten.

Donnerstag 20. Oktober 2011

10:00-10:30

Auslaugbarer Untergrund als Herausforderung für Verkehrswege am Beispiel der ÖBB-Arlberg-Westrampe

Heiner Bertle

GEOGNOS Bertle ZT GmbH, Schruns

Die Arlbergstrecke Innsbruck – Bludenz wurde nach umfangreichen Variantenstudien in den Jahren 1880 bis 1884 durch den steilen Nordhang des Klostertales teils in Hangeinschnitten und Tunnel, teils auf Stützmauern und Hangbrücken errichtet.

Auf 1,5 km Streckenlänge zwischen Wald a.A. und Dalaas quert die Bahntrasse Sandstein, Dolomit, Mergel, Tonschiefer und Rauwacke sowie Gips-Anhydrit der Raiblformation. Aus dem mächtigen Gips-Anhydritkörper werden nach den Sulfatgehaltsbestimmungen der Quellen aus diesem Körper jährlich bis zu 200 m³ Gips ausgelaugt. Die dadurch entstehenden Hohlräume brechen im Laufe der Zeit als Dolinen zur Oberfläche durch.

Der hangseitig bis zur Gleisanlage reichende und 1959 eingestellte Gipsbergbau Dalaas ermöglicht auf zwei untertägigen Abbausohlen und zwei Tagbauebenen einen detaillierten Einblick in die zunehmende Vergrößerung der Karsthohlräume und die Veränderungen der Hangstabilität.

Seit der Eröffnung des Bahnbetriebes 1884 hat der auslaugbare Untergrund wiederholt erhebliche Störungen des Bahnbetriebes und aufwendige anhaltende Instandsetzungsarbeiten erfordert.

Einerseits mussten unter dem Gleiskörper sich öffnende Dolinen mit Gleisschotter aufgefüllt oder überbrückt werden, andererseits haben die starren Einbauten (Brücken, Durchlässe, Mauern, Lawingalerien) auf die anhaltenden Untergrundsetzungen und Verschiebungen mit bis zur Zerstörung reichenden Bauwerksschäden reagiert.

Der Bahnbetrieb konnte unfallfrei nur Dank der intensiven Überwachung, früher durch die Streckengeher und die Lehnenpartien der ÖBB, wegen der zunehmenden Personalausdünnung seit 1992 durch jährliche Präzision-Nivellements, Inklinometer-, Fissurometer- und Ankerkraftmessungen aufrechterhalten werden.

Durch den Ersatz der früheren massigen Bauwerke mit hohen örtlichen Lastkonzentrationen im Gips durch „schwimmende“ großflächige und Hohlkastengründungen mit Rückverankerung bis 146 m Länge hangwärts hinter den Gipskörper und / oder zu Gegenplatten in den Bergwerksstrecken, konnten die Bauwerksbewegungen deutlich reduziert werden.

Seit dem Bahnbau werden Hinterfahrungen der Gips-Anhydritstrecke diskutiert und geplant, wegen der erforderlichen Tunnellängen und den sich daraus ergebenden Kosten aber bisher nicht ausgeführt.

Die Arlbergwestrampe der ÖBB zwischen Wald a. A. und Dalaas belegt seit 127 Jahren, dass ein unfallfreier Betrieb eines höchstrangigen Verkehrsträgers auch auf einem der intensiven Auslaugung ausgesetzten Untergrund möglich ist. Sie ist allerdings nur möglich wenn eine außerordentlich intensive und permanente Überwachung der Strecke erfolgt und ständige kostenaufwendige Erhaltungs- und Erneuerungsmaßnahmen in Kauf genommen werden. Wegen der unvermeidbaren Unsicherheiten und unverhältnismäßigen Erhaltungskosten sollten jedoch Geländebereiche mit auslaugbarem Gesteine im Untergrund von Bauwerken und Infrastruktureinrichtungen freigehalten werden.

Donnerstag 20. Oktober 2011

11:00-11:30

UVP – Eine Darstellung aus der Sicht von Amtssachverständigen der Behörde

Dr. Gunther Heißel, Mag. Petra Nittel
Amt der Tiroler Landesregierung, FB Landesgeologie

Allgemeines:

Die beiden Vortragenden waren in den letzten Jahren als Amtssachverständige in zahlreichen UVP-Verfahren für die jeweiligen Behörden des Bundes und des Landes Tirol tätig.

Aus dieser Tätigkeit heraus konnten sie große Erfahrungen hinsichtlich der Stärken und Schwächen der UVP-Verfahren sammeln. Mit dem gegenständlichen Vortrag sollen nicht nur die Stärken und Schwächen, sondern vor allem auch Lösungsansätze zur Verbesserung der UVP-Verfahren und damit zur besseren Abwicklung derselben vorgestellt werden.

Konzentriertes UVP-Verfahren – Teilkonzentriertes UVP-Verfahren:

In konzentrierten UVP-Verfahren sind die UVP-Unterlagen so auszuführen, das die Planungen einen Detailtiefgang aufweisen, der es ermöglicht, gemäß dem UVP-Bescheid und gemäß dem eingereichten Projekt im Rahmen aller weiteren Projektphasen (Errichtung, Betrieb, Störfall, Nachsorge) vorgehen bzw. bauen zu können. Das konzentrierte UVP-Verfahren geht also in seinem Tiefgang weit über die Feststellung einer Umweltverträglichkeit hinaus. In Tirol werden jährlich zahlreiche konzentrierte UVP-Verfahren, z.B. im Rahmen von Schigebiets Erweiterungen, Beschneiungsanlagen, Golfplätzen, etc., verhandelt.

Die teilkonzentrierten UVP-Verfahren klären nur die Frage der prinzipiellen Umweltverträglichkeit ab und legen den Rahmen für die spätere Vorgehensweise fest. Die nachfolgenden, meist zahlreichen Bewilligungen (z. B. Wasserrecht, Forstrecht, etc.) dürfen daher dem UVP-Bescheid nicht widersprechen und können die Vorgehensweise für die einzelnen nachfolgenden Projektentwicklungen und Projektphasen (Errichtung, Betrieb, Störfall, Nachsorge) nur präzisieren.

Probleme im konzentrierten und im teilkonzentrierten UVP-Verfahren:

Allgemeines:

Grundsätzlich fällt auf, dass sich die UVE-Antragsteller und deren Planer mit dem teilkonzentrierten Verfahren besser zurecht finden, da die jeweiligen Detailplanungen erst nach Erlassungen des UVP-Bescheides durchzuführen sind. Wegen seiner Detailgenauigkeit ist das konzentrierte UVP-Verfahren in der Planung wesentlich aufwendiger. UVE-Antragsteller und deren Planer sind jedoch in der Regel mit dieser Detailgenauigkeit und dem dadurch bedingten großen Umfang der Planungsunterlagen überfordert. Auch fehlt oft das Bewusstsein bei den UVE-Antragstellern und deren Planern, dass die bloße Feststellung der Umweltverträglichkeit eines Vorhabens nicht ausreicht.

Die vom Gesetzgeber geforderte Schärfe einer Detailprojektsplanung, wie sie im konzentrierten UVP-Verfahren notwendig ist, ist nicht selten schwer in der Praxis umsetzbar, da die natürlichen Bedingungen am Baugrund dies oft nicht zulassen. Beispielsweise ist der Vortrieb von Stollen und Tunneln nach der Neuen Österreichischen Tunnelbaumethode (NATM) ohne Flexibilität nicht vorstellbar.

Nicht zuletzt die Verunsicherung auf der Seite der UVE-Ersteller führt häufig dazu, mit möglichst umfangreichen und komplexen und nur teilweise abgestimmten Unterlagen die Planungsschwächen zu „kaschieren“. Probleme mit der UVP-Behörde sind damit vorprogrammiert.



Abb. 1: UVE Unterlagen für das Speicherkraftwerk Kühtal der TIWAG

Problem der Planungskoordination auf Antragstellerseite:

Meist fehlt eine UVE-geübte Planungskoordination. Diese sollte gewährleisten, dass die richtigen Planungsschritte zur richtigen Zeit und in der richtigen Reihenfolge gesetzt werden. Sie müsste auch die Planungsschritte aufeinander abstimmen und darauf achten, dass plausibel und nachvollziehbar aufgezeigt wird, ob die geplante Vorgehensweise auch als vollständig und mit den Zielen der UVP vereinbar angesehen werden kann.

Falsche Prioritäten der UVP-Werber und Planer:

Auch wenn stets alle für die Frage der Umweltverträglichkeit, aber auch für Verwirklichung und Betrieb des Vorhabens nötigen Maßnahmen mit dem jeweiligen Baugrund und damit mit den geologischen und hydrogeologischen Verhältnissen untrennbar verbunden sind, spielt dieser Umstand sehr oft bei den technischen Planungen nur eine sehr untergeordnete Rolle. Im Wesentlichen fließen meist nur Naturschutzaspekte und rein technische Planungsgesichtspunkte (z. B. Abstand von Seilbahnstützen untereinander, Stützhöhen, etc.) in die Planungen ein.

Die vorstehend aufgezeigte falsche Prioritätensicht geht fast immer auf Kosten des Schutzes vor Erosion, bzw. auf Kosten der wirksamen Verhinderung vor Erosion (Schutzgut Boden) und auf Kosten der Schutzgüter Mensch und Grundwasser (Nicht-Beachtung der **Ziele der Alpenkonvention**).

Hinsichtlich Grundwasser fehlen derzeit außerhalb Tirols nicht nur brauchbare Richtlinien im Hinblick auf die **EU – Wasserrahmenrichtlinie**, sondern UVP-Werber und Planer zeigen diesbezüglich in der Regel „erstauntes Unverständnis“. Seit etwa 2010 hat die Tiroler Landesgeologie Richtlinien für die

Berücksichtigung der EU – Wasserrahmenrichtlinie im Zuge der Planungsarbeiten für Einreichprojekte ausgearbeitet. Dabei sind die eigenen Beurteilungskriterien, wie sie die Landesgeologie im Rahmen der UVP-Gemeinschaftskraftwerk Inn und wie sie gemeinsam mit den geologischen Sachverständigen des Wirtschaftsministeriums im Zuge der UVP-Brennerbasistunnel nachgereichten Bewilligungsverfahren entwickelt wurden, eingeflossen.

Gerade was die wasserwirtschaftliche Beweissicherung (Quell- und Grundwasserbeweissicherung) betrifft, fällt auf, dass häufig große Datenfriedhöfe entstehen, die - losgelöst von den geologischen Bedingungen des Projektgebietes - die UVE-Unterlagen aufblähen. Die gewonnenen Messdaten werden somit häufig nicht ausreichend im Hinblick auf das jeweilige Vorhaben interpretiert. Die Folgen derartiger Datenfriedhöfe sind, dass meist keine ausreichenden Planungskonsequenzen aus diesen Daten entstehen. Beweissicherungen mutieren so zu Alibihandlungen.

Prüfbuch:

In der jeweiligen Planungsphase ist den UVE-Antragstellern und ihren Planern offensichtlich das Prüfbuch nicht im Detail bekannt. Somit erfolgen die Planungen der UVE vielfach ohne genaue Kenntnis der späteren Prüfbuchfragen und sind daher nicht so detailliert bzw. von einem derart ausreichenden „Tiefgang“, dass die Umweltverträglichkeit und – im Falle der konzentrierten Verfahren – die Detailplanungen plausibel und nachvollziehbar herausgearbeitet werden.

Das Prüfbuch konfrontiert jedoch im Zuge der Prüfung der UVE die Sachverständigen der Behörde mit Fragen, die in der UVE nicht beantwortet sind. Die Folge ist, dass die Sachverständigen der Behörden mit der von ihnen verlangten Beantwortung zwangsläufig in die Position der Planer kommen, da sie in der Regel mittels Nebenbestimmungen die UVE so weit „ertüchtigen“ müssen, dass die Umweltverträglichkeit erreicht werden kann.

Sollte dies nicht möglich sein, werden Nachforderungen zu stellen sein, was meist zu umfassenden Umplanungen führt. Damit verlieren die Planer erfahrungsgemäß endgültig den Überblick, da in dem überaus komplizierten „Uhrwerk“ der umfangreichen UVE-Unterlagen nur an den einzelnen beanstandeten „Zahnrädern“ gedreht wird und somit das „Gesamtuhrwerk“ nicht mehr schlüssig und plausibel ist. Die Folge sind weitere Beanstandungen und Nachforderungen durch die Sachverständigen der UVP-Behörde. Damit gehen nicht selten Unstimmigkeiten (Verschlechterung des Gesprächsklimas), stets verbunden mit Zeitverlust, etc. einher.

Projektphasen und Varianten:

Häufig passiert es, dass in der Planungsphase nicht alle Projektphasen (Errichtung, Betrieb, Störfall, Nachsorge) von den UVE-Verfassern mit vergleichbarer Planungsgenauigkeit durchgeplant werden. Auch dies zieht Nachforderungen, oft verbunden mit den vorstehend beschriebenen Konsequenzen nach sich.

Variantenstudien werden seitens der UVE-Planer meist nur als Alibihandlung gesehen. In der Regel fehlt ihnen jegliche geologisch fundierte Aussagekraft.

Problemlösungen: Geologie als Grundlage aller Planungen

Befund und Gutachten:

Technische Planungen, die auf den geologischen und hydrogeologischen Gegebenheiten aufbauen und diese ausreichend, plausibel und nachvollziehbar berücksichtigen, sind der einzig richtige Weg für eine erfolgreiche UVE. Für die Überprüfung dieser Nachvollziehbarkeit und Plausibilität ist es für die Planer nötig in den UVE-Unterlagen streng und konsequent zwischen Befund (was sehe und messe ich im Projektstraum) und Gutachten (was kann ich aus dem Befund für Schlussfolgerungen für das technische Projekt ziehen) zu unterscheiden. Dies würde auch alle Beweissicherungsprogramme „schlanker, effektiver und zielführender machen (.... was ist zu tun, wenn folgender Fall eintritt).

Der Befund und die daraus abzuleitenden und ableitbaren Aussagen des Gutachtens müssen sich auf das Projekt beziehen. Aussagen, die nicht von Relevanz für das Projekt sind, gehören nicht in die UVE. Damit können die UVE-Unterlagen schlanker und nachvollziehbarer gehalten werden.

Reihenfolge der Planungsschritte:

Im Zusammenhang mit der Erhebung der Geodaten und den daraus für die UVE abzuleitenden Planungen ist auch darauf zu achten, dass die Reihenfolge der Planungsschritte eingehalten wird. Aus den UVE-Unterlagen muss klar hervorgehen, dass die Geologie eine der „Säulen“ des Projektes bzw. der UVE darstellt. Die bisherigen Planungen zeigen jedenfalls, dass der Stellenwert der Geologie drastisch steigen muss, da viele der bisherigen UVEs ziemlich losgelöst von den Untergrundverhältnissen erstellt wurden

Grundsätze bei der Erhebung und Auswertung der Geodaten und ihre Einarbeitung in die Planungsschritte für die UVE:

Auch bei der Erhebung der Geodaten wurden bisher wesentliche Fehler gemacht. Nachfolgend werden die wichtigsten Grundsätze aufgezeigt, bei deren Einhaltung ein hohes Maß an Sicherheit für die positive Abwicklung eines UVP-Verfahrens gegeben ist:

Projektgebiet – projektsbezogene Neukartierung:

Das jeweilige Projektgebiet muss projektsbezogen geologisch-hydrogeologisch-geomorphologisch einer Neukartierung unterzogen werden. Bisherige Kartierungen können natürlich berücksichtigt und ausgewertet werden, jedoch stellen sie keinen Ersatz für eine projektsbezogene Neukartierung dar.

Die Ausdehnung des Projektgebietes und damit des Untersuchungsgebietes muss gemäß der „Geostandardisierung“ der Tiroler Landesgeologie klar erkennbar und fachlich plausibel und

nachvollziehbar begründet werden. Die Grenzen des Gebietes werden durch die Zone der Emissionen und Immissionen definiert.

Geologische Karte:

Die Erfahrung hat gezeigt, dass die Aufteilung der Geoinformationen auf mehrere Themenkarten auch den UVP-Planern den Überblick über die Informationen nimmt. Es ist daher wichtig, nur **eine** geologische Karte des Projektgebietes zu erstellen. Das heißt, dass Lithologie, Tektonik, Geomorphologie, Hydrogeologie und Naturgefahren auf dieser **einen geologischen Karte** darzustellen sind. Nur so ist die nötige Zusammenschau und damit die Plausibilität, Nachvollziehbarkeit und Widerspruchsfreiheit der UVE-Aussagen möglich. Sogar die Maßnahmen zur Verminderung von Erosion bzw. zur Abwehr von Naturgefahren sind auf dieser Karte darstellbar und darzustellen. Damit könne auch die UVE-Unterlagen in ihrer Menge und ihrem Umfang reduziert werden, und dies sogar bei gleichzeitiger Erhöhung der Aussagekraft und Verminderung der Widerspruchsmöglichkeiten.

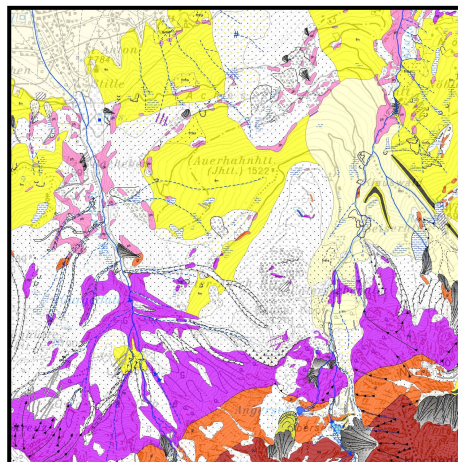


Abb. 2: Abgedeckte Festgesteinskarte links (W.Hammer 1929) und derselbe Ausschnitt mit Geologie, Hydrogeologie, Geomorphologie (Nittel 2005, Salzstraße)

Reihenfolge der Erkundungsschritte:

Die einzig sinnvolle Reihenfolge der Erkundungsschritte wird bisher selten eingehalten. Das bedeutet, dass zuerst die projektsbezogene Neukartierung des Geländes des Projektgebietes zu erfolgen hat und darauf hin erst die indirekten und direkten Erkundungen des Untergrundes (Bohrungen, Schürfe, Geophysik) durchgeführt durchzuführen sind. Bei Nichteinhaltung dieser Grundregel zeigt sich meist, dass die teuren Erkundungsprogramme wie Bohrungen mangels Aussagekraft mehr oder weniger wertlos sind.

Die Auswertungen von Laserscanning, Luftbildern etc. sind kein Ersatz für die Geländekartierungen sondern eine wertvolle Ergänzung. Die Ergebnisse daraus sind durch die Geländekartierungen zu überprüfen und können so die Plausibilität und Nachvollziehbarkeit erhöhen.

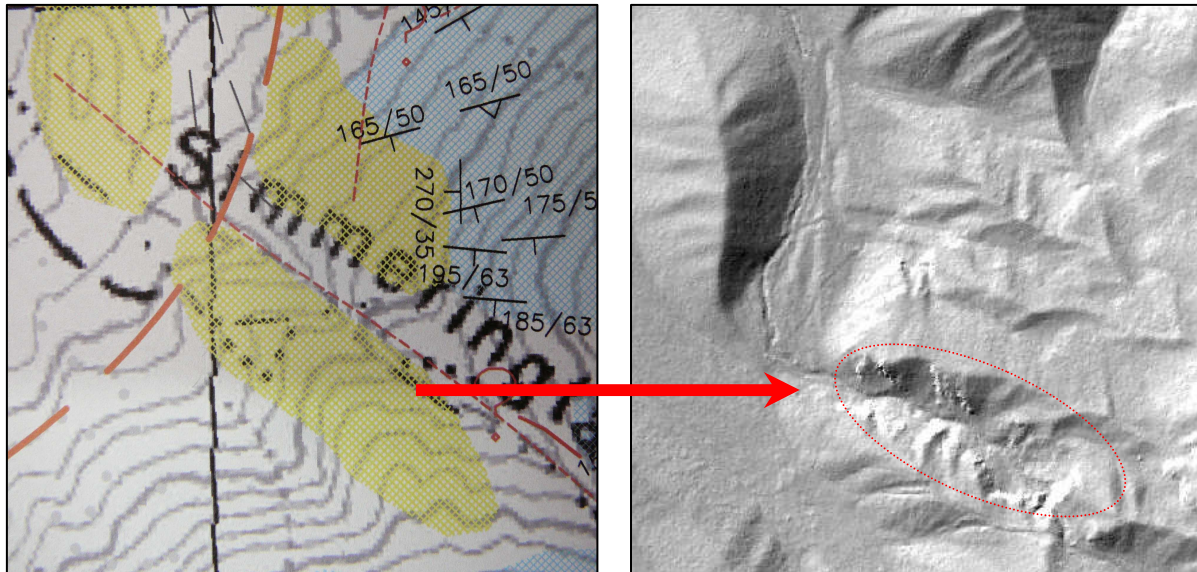


Abb. 3: Im Laserscan (rechts) ist das Festgestein deutlich sichtbar, kartiert wurde „Quartär“ (links) → WIDERSPRUCH

Berücksichtigung der 3-Dimensionalität des Projektgebietes:

Um die Zusammenhänge des geologischen Untergrundes verstehen zu können und die daraus für das technische Projekt bzw. die UVE abzuleitenden Schlussfolgerungen und Planungen zielgerecht durchführen zu können ist es nötig den Untergrund des Projektgebietes durch Längs- und Querschnitte darzustellen. Dabei ist es nicht zielführend die technischen Maßnahmen getrennt von den geologischen Erkenntnissen planlich aufzuzeigen, auch wenn dies bisher regelmäßig so gehandhabt wird. Es ist daher zu fordern, dass die technischen Schnitte der geplanten Bauwerke und Maßnahmen durch die Darstellung der geologisch-hydrogeologisch-geotechnisch/ingenieurgeologischen Erkenntnisse ergänzt werden. Die technischen Maßnahmen können so nachvollziehbar mit den Untergrundverhältnissen in Bezug gebracht werden und die UVE-Ersteller sind auf diese Weise „gezwungen“ sich wirklich zu „deklarieren“. Dies ist ein wichtiger Schritt zur Erhöhung der Plausibilität und Nachvollziehbarkeit der UVE-Unterlagen.

Standard-Prüfbuch:

Die UVP-Behörden sollten längst ein Standard-Prüfbuch formulieren, mit dessen Hilfe die UVE-Planer deutlich zielorientierter planen können. damit könnten die Prüfbuchfragen in die UVE einfließen und dort aus Sicht der UVE-Planer beantwortet werden. Die UVE würde schlüssiger, Nachvollziehbarer und ärmer an internen Widersprüchen werden. Die UVP-Behörde und ihre Sachverständigen müssten nicht mehr so umfangreich wie bisher als Planer auftreten und es gäbe weniger Nachforderungen und deutlich weniger Verzögerungen.

Tiefgang der Planungen für Projektphasen und Variantenstudien:

Alle Projektphasen sind mit dem nötigen Tiefgang und Detaillierungsgrad zu planen und darzustellen, ebenso wie die Variantenstudien. Das bedeutet, dass die Schutzgüter Mensch, Grund- und

Quellwasser, Boden, etc. jeweils in ausreichender Weise plausibel, nachvollziehbar und vollständig zu beurteilen sind.

Deklaration des Projektwillens:

Den UVE-Ersteller bzw. ihren Planern ist zu empfehlen, die Formulierung von Nebenbestimmungen weitgehend selbst in die Hand zu nehmen, da Nebenbestimmungen fast immer planerische Konsequenzen haben und Planung nicht unbedingt Aufgabe der UVP-Behörde und ihrer Sachverständigen ist. Sie müssen diese Nebenbestimmungen als Projektswille deklarieren, können damit die Anzahl der Nebenbestimmungen im UVP-Bescheid deutlich reduzieren und tragen somit dazu bei, dass damit die Planungstätigkeit und „gestalterische Freiheit“ der Behörde deutlich vermindert wird.

Koordination:

Sowohl auf Seiten der UVE-Ersteller, als auch auf Seiten der UVP-Behörde ist es nötig, dass eine intensive Koordination tätig ist. Im Zuge der UVE-Erstellung hat die Koordinationsstelle viel stärker als bisher üblich vor allem darauf zu achten, dass alle Planungen in der richtigen Reihenfolge durchgeführt und aufeinander abgestimmt werden, sowie dass die Plausibilität und Nachvollziehbarkeit gegeben ist und dass die UVE-Unterlagen trotzdem so „schlank“ wie möglich gehalten werden. Auf Behördenseite ist eine wesentlich intensivere Koordinierung der beteiligten Sachverständigen nötig um zu gewährleisten, dass das „vernetzte System“ einer UVE auch als solches und damit möglichst richtig bewertet werden kann. Das meist sehr umfangreiche Gutachterteam der Behörde muss, nicht zuletzt da der zeitliche Rahmen für die Erstellung des UVP-Gutachtens ziemlich eng ist, durch die Koordination gut und intensiv geführt werden.

Schlussfolgerungen:

Ist eine UVP als Chance oder als Fessel für Projekte zu sehen?

Wir haben vorstehend aufgezeigt, dass eine UVP eigentlich eine Chance für ein Projekt darstellt und dass ungeeignete Vorgehensweisen, vor allem auf Planerseite bzw. auf Seite der UVE-Ersteller, in geringerem Ausmaß aber auch auf Behördenseite dazu führen, dass im Rahmen von UVP-Verfahren das „Gefühl der Fesselung“ entsteht. Die Probleme sind also – so weit sie auftreten – in der Regel „hausgemacht“ und wären relativ leicht vermeidbar.

Es muss das Ziel aller Beteiligten sein, schlanke, aber aussagekräftige, plausible und nachvollziehbare UVE-Unterlagen einerseits zu erzeugen und andererseits zu prüfen. Bei Umsetzung der vorstehenden Problemlösungen ist ein hohes Maß an Sicherheit einer raschen und positiven Abwicklung des UVP-Verfahrens erzielbar.

Im Übrigen verlangt die Tiroler Landesgeologie diese Qualitätsstandards, so weit dies in ihrem Einflussbereich ist, nicht nur bei UVP-Verfahren, sondern auch im Rahmen der „normalen“ Bewilligungsverfahren. Somit ist für Antragsteller in Tirol prinzipiell kein Unterschied gegeben, ob es

sich um ein UVP-Verfahren, oder um ein „normales“ Bewilligungsverfahren handelt. Wer die Qualitätsstandards erfüllt hat die gute Chance mit optimalen und schlanken Projektunterlagen und mit einem vergleichsweise geringen, weil optimiertem Aufwand zu einem für ihn positiven Bewilligungsbescheid zu gelangen, egal, ob es sich um einen UVP-Bescheid oder den Bescheid eines anderen Verfahrens handelt.

Donnerstag 20. Oktober 2011

11:30-12:00

Wettermodelle und Prognoseunsicherheiten – Auswirkungen in Tirol

Elisabeth Matzi¹, Andreas Lanzinger²

¹Meteoserve, Innsbruck

²Austrocontrol, Innsbruck

Mit dem Einsatz elektronischer Computer begann nach dem 2. Weltkrieg die Entwicklung der numerischen Wettervorhersage („Wettermodelle“) und erlebte seither eine rasante Entwicklung. Die Fortschritte sind einerseits auf die rasch wachsende Computerleistung zurück zu führen, andererseits auf Verbesserungen des weltweiten Beobachtungs-Netzwerks und nicht zuletzt auf ein ständig verbessertes Verständnis des Zusammenwirkens atmosphärischer Prozesse.

Trotz allen Fortschritts bringen numerische Wettervorhersagen naturgemäß Unsicherheiten mit sich, z. Bsp.:

Auch kleine Fehler in der Analyse (z. B. Messfehler) können unter Umständen in der Vorhersage anwachsen und signifikante Prognosefehler bewirken.

Numerische Methoden müssen immer Kompromisse bei der Genauigkeit eingehen (z. B. Rechenzeit versus Gitterdistanz)

Meteorologische Prozesse, die sich unterhalb der Skala des Modellgitters abspielen, müssen entweder „parametrisiert“ werden oder sind im direkten Modell-Output (DMO) nicht enthalten.

Eine Aufgabe des Meteorologen besteht darin, den DMO zu interpretieren und an die lokalen Gegebenheiten anzupassen, damit auch im Modell nicht enthaltene Prozesse in die Prognose einfließen können. Besonders in einem stark topographisch gegliederten Gebiet wie Tirol divergieren das Modell und die tatsächlichen Wettererscheinungen oft. Als Beispiel dient die starke räumliche Variabilität des Niederschlags:

Staueffekte

Leeseitige Niederschlagsverminderung

Unterschiedliche Gebirgshöhen (Pässe) begünstigen und verzögern den Eintritt der Niederschläge

Kanalisation (Favorisierung) oder Lenkung der Zugrichtung von Gewitter- oder Schauerzellen durch Täler

Schnee / Regen nicht nur aufgrund unterschiedlicher Seehöhe sondern auch wegen unterschiedlichem Eindringen von kalter Luft

Ein operationeller Wetterdienst wie Austrocontrol oder Meteoserve versucht, solche Effekte mithilfe von „aufbereiteten“ Wettermodelldaten, einer kontinuierlichen Überwachung der Wetterlage und dem „Know-How“ der Mitarbeiter in eine Prognose zu verpacken und kundenfreundlich darzustellen.

Donnerstag 20. Oktober 2011

12:00-12:30

Von unter- und überschätzten glazialen Übertiefungen in Tirol und den restlichen Alpen

Jürgen Reitner

Geologische Bundesanstalt, Wien (GBA)

Übertiefte Täler und Becken sind ein charakteristisches Element jener Landschaften in den Alpen und im Alpenvorland die im Laufe des Pleistozäns von Vergletscherungen erfasst wurden. Das Verständnis der Genese dieser Phänomene wie auch der Verfüllung der übertieften Talabschnitte ist nicht nur eine wissenschaftliche Herausforderung sondern hat insbesondere eine große Relevanz für die praktische Geologie, beginnend mit der Verfügbarkeit der Grundwasserressourcen, über die Machbarkeit von Geothermie-Projekten bis zu Tunnelbauwerken.

Basierend auf einer aktuellen Zusammenfassung des Kenntnisstandes (Preusser et al. 2010) wird ein Überblick über die räumliche Verteilung und Geometrie von übertieften Tälern und Trögen sowie über die relevanten Prozesse gegeben. Generell zeigt sich, dass übertiefte Abschnitte meist im Zusammenhang mit tektonischen Strukturen (Störungen) und/oder leicht erodierbaren Lithologien sowie mit glazialen Konfluenzsituationen im Zusammenhang stehen. Die typischen Zungenbecken des Alpenvorlandes (z. B. Becken von Rosenheim und Salzburg) dokumentieren dagegen höhere Eisflussgeschwindigkeiten nahe der ehemaligen Gleichgewichtslinie während der vergangenen Großvergletscherungen.

Anhand von zwei Beispielen (Unterinntal und Becken von Hopfgarten / Brixental) wird der Kenntnisstand und die damit verbundenen Probleme bei der Erfassung von übertieften Tälern diskutiert:

- a) So konnte eine Neuuntersuchung des Bohrgutes der Spülbohrung Wattens (Endteufe 901 m u. GOK) durch J. Steinbrener (Institut für Geologie, Universität Wien) im Kontext mit den Resultaten der Bohrung Kramsach (mündl. Mitt. Dr. Gasser; s. Zusammenstellung in Preusser et al., 2010) zeigen, dass die glaziale Übertiefung im Unterinntal zumindest an diesen Lokalitäten während der verschiedenen Glaziale nicht mehr als 400 m beträgt. Dies ist im klaren Gegensatz zu den kolportierten 1000 m (Weber et al., 1990) auf Grundlage geophysikalischer Messungen, in denen die Sedimente des Inntal-Tertiärs als überkonsolidiertes Quartär angesprochen wurden (s. Steinbrener et al., 2010).
- b) Demgegenüber war im Becken von Hopfgarten (Brixental) keine nennenswerte glaziale Übertiefung zu erwarten, da im Liegenden der Grundmoräne des Würm-Hochglazials (29-21 ka BP; vgl. Reitner, 2011) mächtige ältere Sedimentpakete des Würm-Zyklus in den bis zu 100 m mächtigen Terrassenkörpern erhalten geblieben sind. Diese geringe glaziale Ausräumung im Würm-Hochglazial wurde mit einer schon in der Eisaufbauphase einsetzenden Situation der Blockade von Inn- und Lokalgletschern und topographischen Barrieren erklärt. Seismische Untersuchungen für ein Geothermieprojekt zeigten jedoch, dass

hier eine komplexe mehr als 400 m mächtige Verfüllung mit Lockersediment vorliegt. Basierend auf einer Seismofazies- Interpretation im Kontext mit den Ergebnissen der geologischen Kartierung besteht diese aus Ablagerungen von drei Vergletscherungsphasen (Würm, Riß und „Prä-Riß“) und wahrscheinlich auch aus Sedimenten des Inntal-Tertiärs. Großräumig gesehen lässt sich hier, in einem Seitental des Inntales, ein Konnex zwischen sukzessiver Abnahme der glazialen Erosion und Tieferlegung der Transfluenzspässe im Laufe der pleistozänen Großvergletscherungen herstellen.

Referenzen:

- Preusser, F., Reitner, J.M. & Schlüchter, C. (2010): Distribution, geometry, age and origin of overdeepened valleys and basins in the Alps and their foreland. – Swiss Journal of Geoscience 103: 407–426.*
- Reitner, J.M., Gruber, W., Römer, A. & Morawetz, R. (2010): Alpine overdeepenings and paleo-ice flow changes: an integrated geophysical-sedimentological case study from Tyrol (Austria). – Swiss Journal of Geoscience, 103: 385–405.*
- Reitner, J.M., 2011: Das Inngletschersystem während des Würm-Glazial. – In: Gruber, A. (Red.): Arbeitstagung 2011 der Geologischen Bundesanstalt Blatt 88 Achenkirch. – Tagungsband der Arbeitstagung 2011: 79–88, Geologische Bundesanstalt, Wien.*
- Steinbrener, J., Reitner J.M. & Wagreich, M. (2010): Sedimentologische Untersuchung der Bohrung Wattens. – PANGEO 2010 Abstracts, Journal of Alpine Geology, 52: 235–236, Innsbruck.*
- Weber, F., Schmid, C. & Figala, G. (1990): Vorläufige Ergebnisse Reflectionsseismischer Messungen im Quartär des Inntals/Tirol – Titel. – Z. f. Gletscherk. u. Glazialgeol., 26, 2: 121–144.*

Donnerstag 20. Oktober 2011

14:00-14:30

Monitoring einer Massenbewegungen im Wattental mittels terrestrischem Laserscanning

K. Klebinder¹, A. Graf¹, M. Kähni², A. Heller²

¹ *Waldforschungszentrum BFW, Institut für Naturgefahren und alpine Waldgrenzregionen, Rennweg 1, 6020 Innsbruck*

² *Universität Innsbruck, Institut für Geographie, Innrain 52f, 6020 Innsbruck*

Im Bereich des orographisch linken Einhanges des Wattenbaches unterhalb des Vögelberges (Gmde. Wattens) trat, beginnend in der ersten Oktoberhälfte 2008, eine ausgeprägte Massenbewegung auf, welche unmittelbaren Einfluss auf das Wildbachgeschehen im Wattenbach ausübte. Auf Grund der verstärkten Bereitstellung von Feststoffen bzw. der Möglichkeit eines Verlegens des Gerinnelaufes durch das abgleitende Material stellte die Rutschung eine potentielle Gefährdung für das Siedlungsgebiet von Wattens dar.

Über eine Breite von ca. 100 Meter bewegte sich Material mit mehreren Metern Mächtigkeit in Richtung des Wattenbaches. Zu Beginn der Bewegung kam es zu mehrmaligen spontanen Abbrüchen größerer Teilschollen, welche jedoch den unmittelbaren Bachbereich nicht erreichten. Das Rutschungsmaterial sowie die zahlreichen Bäume und Sträucher lagern sich auf einer leichten Verflachung unterhalb der aktiven Zone ab. Die Dynamik der Massenbewegung verlangsamte sich zunehmend, wobei sich die bewegten Schollen kontinuierlich auflösten. In Folge umfangreicher ingenieurbioologischer Sanierungsmaßnahmen, die in der zweiten Jahreshälfte 2010 begonnen wurden, konnte der Bereich der Rutschung stabilisiert werden.

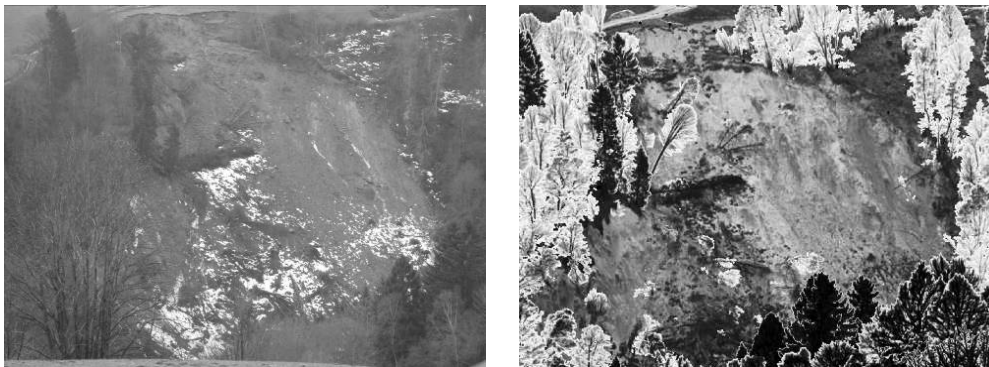


Abb. 1: Massenbewegung im Jänner 2011 (links – Foto, rechts – Laserscan)

Bereits in den ersten Tagen nach Beginn der Rutschungsaktivität konnten vom BFW Untersuchungen mittels terrestrischem Laserscanner (TLS) durchgeführt werden. In weiterer Folge wurden in regelmäßigen Abständen Messungen durchgeführt, durch die die Änderungen der Oberflächenmorphologie chronologisch analysiert werden konnten (Abb. 2). Aktuell liegen Daten aus 23 Kampagnen vor, die Messungen erfolgten dabei von zwei verschiedenen Standpunkten aus.

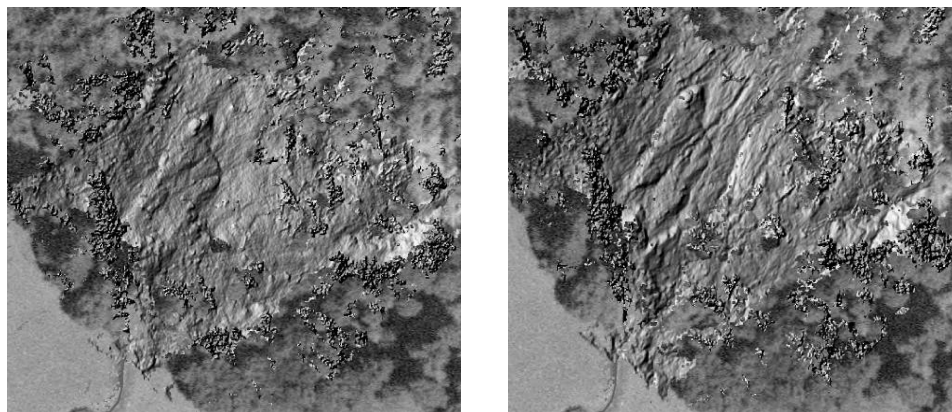


Abb. 2: Oberflächenmodell vom 22.04.2010 (links) und 27.08.2010 (rechts)

Um neben den flächigen Informationen zur Oberfläche, welche eine Analyse von Massendifferenzen erlauben, Kenntnisse über die Bewegungen (Größe, Richtung) zu erhalten, wurden innerhalb der Rutschungsmasse sowie in deren Randbereich zahlreiche Reflektoren installiert. Diese können aus dem Intensitätssignal detektiert, positioniert und dreidimensional analysiert werden (Abb. 3).

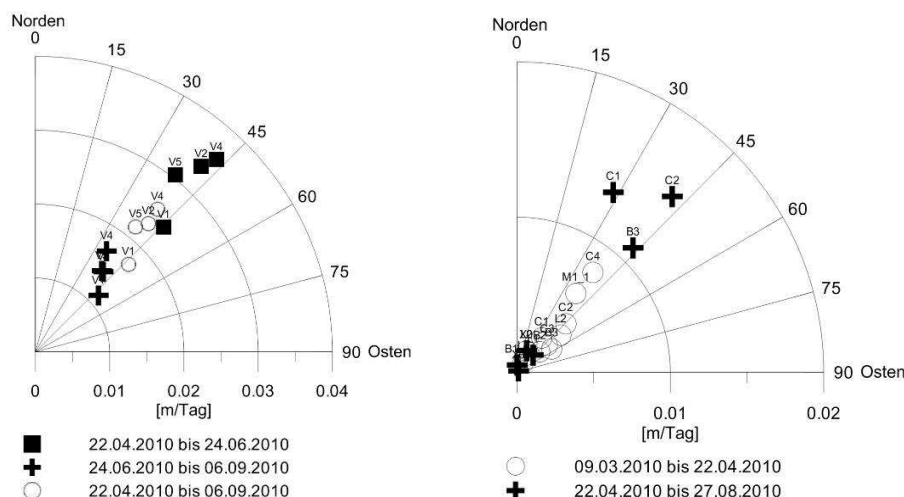


Abb. 3: Bewegungsvektoren (links - unterer Bereich der Rutschung, rechts – oberer Bereich)

Die Messungen werden mittelfristig fortgesetzt, um den Erfolg der Sanierungsmaßnahmen zu dokumentieren.

Mit dem kombinierten Ansatz aus einer Analyse von Änderungen der Geländeoberfläche und zahlreichen, direkt aus dem Laserscan detektierbaren Bewegungsvektoren werden Grundlagen geschaffen, welche ein vertieftes Verständnis zum Prozessablauf der Massenbewegung erlauben. Die Methode stellt Informationen zur Verfügung, die beispielsweise der (Weiter)Entwicklung von Prozessmodellen dienlich sind und somit direkten Nutzen für die zukünftige Abschätzung von Gefährdungsbereichen durch Rutschungen bieten. Die Methode weist hohes Potenzial auf, um im Krisenfall den Entscheidungsträgern Informationsgrundlagen über das Prozessgeschehen zu zur Verfügung zu stellen.

Donnerstag 20. Oktober 2011

14:30-15:00

Natural Radioactive Isotopes in Glacier Studies

A. Kies¹, Olivier Hengesch¹, Z. Tosheva¹, J. Jania², A. Nawrot³

¹Laboratoire Physique des Radiations (LPR), University of Luxembourg

²Faculty of Earth Sciences, University of Silesia, Poland

³Institute of Geocology and Geoinformation Adam Michiewicz University, Poland

antoine.kies@uni.lu

Abstract

Arctic glaciers are retreating; studies on their changes and evolution are necessary as they concern not only the arctic but the whole world. We present a new possibility to investigate meltwater supplied by glacierized basins in introducing radioactive isotope measurements in combination with more classical parameters like electrical conductivity. Among the natural radioactive elements the most promising is the noble gas radon, more precisely the isotope ²²²Rn, with a half life of 3.8 days and the possibility of automated continuous measurements.

Radon levels in glacier meltwater show surprisingly high values up to 33 Bq/L in the accumulation season. Varying radon concentrations can be linked to mixing of meltwater from different origins, roughly supraglacial, englacial and subglacial. Only meltwater in contact with rock or sediments can be charged with radon.

Results from 5 years of sampling on Werenskiold glacier, covering both glaciological seasons, are presented and discussed. The results of continuous measurements gives a supplementary information on drainage footpaths and the style and system of the draining of glaciers.

Our study intends to make a contribution to better understand the behavior of meltwater and the response of glaciers to environmental parameters and also, on a longer term, to climate change.

Introduction

In a period of global glacier retreat, the understanding of the processes whereby meltwater drains from beneath glaciers is a central problem in glaciology (Boulton et al., 2007). To understand changes and evolution of glacier's state, studies based on the meltwater drainage within glacier systems are very important (Wadham 1998). Water plays a dominant role in many glacial processes and the erosional, depositional and environmental significance of meltwaters and associated fluvioglacial processes cannot be overemphasized (Eyles 2006). Different ionic species are acquired from contact during water flow through the glacier drainage system and contribute to the increased electrical conductivity and, in the case of radon, to an uptake of radon escaping from bed rock and sediments. Examination of the isotopic composition of meltwaters is an important tool for judging of fate/history of meltwaters circulating in glaciers (Peter 2006, Bukowska- Jania 2007).

The Radiation Physics Laboratory, University of Luxembourg, is dealing with natural radioactivity, mainly radionuclides of the Uranium and Thorium Decay Series and notably radon. It has been involved in the development of conceptual and numerical models to study the dispersion and transport

of radionuclides in subsoil and groundwater environments (Kies, 2005). A good expertise has been gained in the metrology of radioisotopes, especially those of the natural decay chains (Tosheva 2004).

Methodology

In hydrology, a classic isotopic hydrograph study during rain events leads to a quantitatively portioning of runoff water into contributions from different waters: superficial runoff, interflow water and groundwater (Kraemer 1998, Kies 2005). Based on longtime experience in the use of natural radionuclides as environmental tracers, the present paper relates an attempt to transpose the contribution of natural radionuclides and especially radon to study glacier meltwater. We expect a sort of hydrograph separation of the origin of meltwaters into currently known habitats: surface runoff (supraglacial), within (englacial) and ice basement contact zone (subglacial).

Radon (^{222}Rn) is a radioactive noble gas ($T=3.8$ d), it originates from the decay of radium (^{226}Ra), member of the natural ^{238}U series. After creation radon has the possibility to join the gaseous or liquid surroundings in contact with the hosting rocks and soils. Soluble in water, radon can be carried over longer distances during its mean life time of 5.5 days (period $T = 3.8$ days). Thus radon can be used in nature as a suitable tracer for studying short-lived phenomena.

Glacial meltwater acquires solute in a manner that reflects the characteristics of the flow route taken, with factors including transit time, access to atmospheric gases and contact with reactive rock flour (Tranter 1997). The solute content of meltwater should therefore provide a composite picture of the flow contribution of different hydrological reservoirs, so that glaciers with different hydrological systems and bedrock geologies produce contrasting bulk meltwater. Different ionic species are acquired from contact during water flow through the glacier drainage system; temporal variations of ionic concentration (Gordon 1997, Peter 2006) and radon may be interpreted in terms of the water flow pathways. High conductivity, high ionic stable and radioactive element concentrations indicate contact with reactive sediments and rocks, possibly for extended periods of time. High radon concentrations indicate contact with sediments/rocks, this contact happening less than 20 days before sampling. The length of contact is important. In the case of radon a steady equilibrium concentration can be expected whenever uptake of radon is counterbalanced by decay.

Roughly one can distinguish between two subglacial flow systems: canalized and distributed (Swift, 2002):

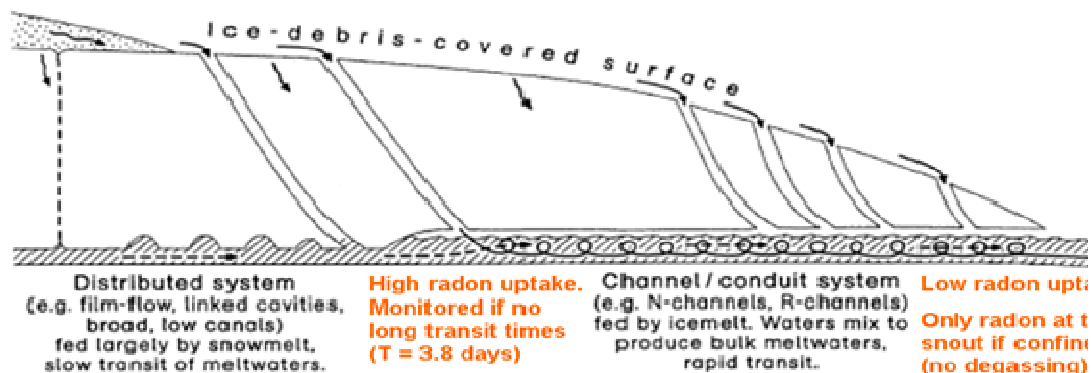


Fig. 1.: Subglacial flow systems and radon (adapted from Tranter et al., 1994).

- The canalized flow system has concentrated inputs of meltwater via moulins or crevasses, it has large water fluxes, often strongly turbulent with high velocity, it covers a small proportion of the glacier bed. This system has low probability to uptake large amount of radon. If confined, is likely to transport radon to the outflow without decay as transport is rapid.

- The distributed subglacial drainage system has low flow velocities with sheet, cavity or porous flow at the ice–bed interface. Resistive or restricted flowpaths cover a large proportion of the glacier bed through a network of shallow canals over areas of basal sediment. Direct surface meltwater inputs are absent or scarce; most meltwater derives from basal melting. The distributed system predominates where glacier flow prevents rationalisation into a channelised network and in overdeepenings (Swift, 2002); besides it is the predominant form of drainage during winter. The distributed drainage system is the predominant source of radon, the contribution to the outflow must be no longer than several radon decay periods. An indirect way to track at the outflow the contribution of meltwater from the distributed system are increased concentrations in meltwater and transported fine grained sediments of Lead210, with 22.4 year half-life, the quasi stable not direct decay product of radon.

Radon concentrations depend on the radium concentrations of the rocks, the rock/sediment- water contact surface and the contact duration. Meltwater containing radon is secure information that part of this water has been recently in contact with the bedrock, the more radon the higher is the fraction of meltwater in contact with bedrock, the fraction without contact being nearly radon free.

Field site

For our investigation we chose the well studied the Werenskiold glacier (79°40'N;10°40'E) situated in the south-western part of Wedel-Jarlsberg Land in SW Spitsbergen. Its closeness to the Polish Polar Station in Hornsund has made the glaciated catchment well studied in terms of glaciology, climatology, geomorphology and geology (Jania 1988, Pälli 2002, Bukowska-Jania 2007). Werenskioldbreen is a polythermal glacier with terminus on land, a 25 km² area and a 200-240 m maximum thickness. The terminus and the lower part of the glacier is divided into two parts by a central moraine, one third to the northern and two third to the southern part. Given the difference in height and the thickness of ice upglacier, the hydraulic head is considerable and powerful artesian-driven water spouts are common at the ice front especially during the melting period.

Before upwelling, water flows relatively independently of icemelt to the terminus via a subglacial drainage system, possibly constituting flow through a sediment layer. Cold basal ice at the terminus forces it to take a subterranean routing in the latter stages. Meltwater drainage from the glacier is dominated by artesian outflows at the south and north ice margins. The existence of spatially discrete flow paths conveying snowmelt and subglacial icemelt to the terminus is the norm for polythermal-based glaciers on Svalbard (Wadham, 1998).

The Werenskiold Glacier basin is located at the meeting point of three tectonic blocks of the Hecla Hoek formation. The southern neighborhood of the glacier is build of the metamorphic groups Isbjørnhamna and Eimfjellet, comprising Proterozoic amphibolites, migmatites, quartzites, chlorites and amphibolite–quartzite schists. The eastern surroundings of the accumulation field consist of the Deilegg formation, build predominantly of thick banks of phyllites, laminated schists and quartzite conglomerates with dolomite and marble precipitations. The Jens Erikfjellet formation, which limits the

glacier basin from the north-west, is build predominantly of greenschists and mica-calcite-quartzite schists. (Czerny, 1993).

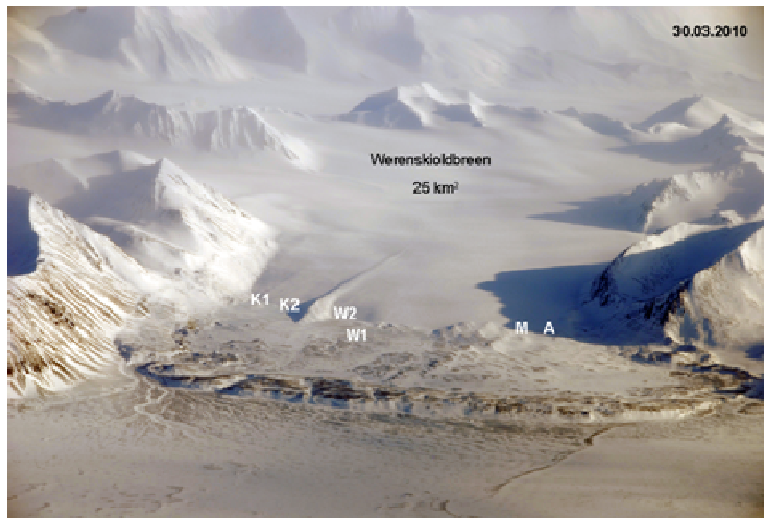


Fig.2: Werenskioldbreen with the different April sampling locations. At W3, W1 and often W2 important artesian outflows are observed in the ablation period.

Measurements and results.

Different outflow areas at the terminus of Werenskioldbreen were sampled between September 2006 and April 2011: 2 areas in the northern part called K1 and K2, W1-W2 are important summer outflows to the south of the central moraine and M-A is an area close to the southern end of the glacier front (Fig.2). All areas are situated at the terminus of the glacier at an altitude around 70 - 80 m. The sampling dates covered the different periods of the glacial cycle: end of September 2006; at the end of the ablation period in 2007-2011 for K1-K2 and M-A; during the ablation periods (July – Mid September) for W1-W2 in 2007-2010.

One has to distinguish between measuring campaigns at the end of the accumulation season in April-beginning of May and those during July-Mid September ablation period.

In April part of the forefield is covered by ice, mostly naled ice, especially at the mentioned locations. But only in K1, K2 and M-A running water or water outflows of ice domes could be accessed and sampled, often after breaking the ice cover. Only artesian outflows (summer) or running water (winter) were sampled. They are insofar interesting as they originate from basal meltwater and are not mixed by superficial meltwater. Often winter outflows are not active in the ablation season when the main outflows draining the glacier are reactivated. Only artesian upwelling water was sampled in summer, thus a prior degassing of radon could be avoided, continuous measurements of radon were not possible in April.

To measure radon continuously in the water phase we use the partition coefficient $K_{\text{water/air}}$ of radon between water and air. This coefficient depends on temperature, for meltwater around 0°C, $K_{\text{water/air}}$ is close to 0.1 (Clever, 1979). A silicon diffusion tube connected to a radon-in-air monitor, put into flowing water, allows the diffusion of radon nuclides until the equilibrium partition is obtained. Each 30 minutes the air in the silicon tube is pumped through a closed radon tight tubing system into a scintillation cell

where radon decays together with radon progeny decays are counted. After passing the radon monitor, the air is directed to a CO₂ monitor based on infrared absorption, tested and calibrated for low concentrations at air temperatures close to 0°C

Besides the continuous measurements of radon performed in September 2009, regularly from 2006 on, water samples are analyzed in the laboratory of the Polish Arctic Base in Hornsund by the liquid scintillation technique. Water is sampled in 120 ml radon tight bottles. At the laboratory 12 ml are replaced by 10 ml of scintillator. Vigorous shaking for 2 minutes allows most of radon to be trapped by the scintillator. After allowing phase separation and equilibrium between radon and his short lived decay products, 8 ml of scintillator are filled into a vial to be measured in a Hidex portable LSC monitor allowing alpha-beta separation. The limit of detection is 10 mBq/L.

In order to understand and model the radioactive information it is absolutely necessary to rely on continuous radon measurements coupled with other crucial parameters. We chose to measure continuously: electrical conductivity, temperature with very high precision, CO₂, pH, total dissolved gas pressure and dissolved oxygen. Atmospheric conditions at the terminus and on different locations of the glacier are obtained by meteorological stations operated by colleagues from the university of Wroclaw and Warsaw. We have further information from the geochemical fingerprints of the water in determining in our radiochemical laboratory the concentrations of all relevant radionuclides. Often chemical analysis is performed at the Polish Base laboratory by ion chromatography. Altogether we expect a better understanding of the pathways of glacier meltwater, crucial for the dynamics of glaciers, the separation of meltwater in different compartments and origins.

In the melting periods 2007, 2008 and 2009, continuously combined recording conductivity-temperature RBR XR-420™ probes (C-T) were installed close to or directly in the outflows of turbid artesian vents situated at or close to the glacier tongue.

The temperature probe is a 24-bit Thermometrics™ thermistor in a sealed unit together with the conductivity probe. It has a resolution of 10⁻⁵ °C, a range of -5°C to 25°C and an accuracy of ± 0.002 °C, IST-90, guaranteed by the manufacturer. The conductivity probe has a resolution of 0.01 μS/cm, a range of 0-2 mS/cm and an accuracy of ± 3 μS/cm.

As a rule, each water sampling is combined with an insitu recording with the C-T probe for some minutes, even in April. Sometimes in April it was possible to monitor temperature and EC continuously at outflows over days before they were refrozen (see Fig. 7).

Ablation period

In September 20th 2006 was sampled the outflow W2. The temperature was low (- 5 °C), it was a sunny day after snowfall the day before; no superficial melting was observed on the glacier. C-T levels were recorded insitu, two water samples were taken in radon tight bottles to the Polish station to be measured by liquid scintillation. Radon and conductivity measurements showed very high values (radon concentration 22 +/- 1 Bq/L) reflecting the subglacial origin. Pulina (Pulina, 1990) refers that, based on the glacial river of the Werenskioldbreen, ablation water in summer is as much as 80–95%

of the total meltwater flow, but, beginning in September, the share of subglacial sources increases, possibly representing the entire flow by the end of that month.

Due to the lack of surface melting in September and the not yet closure of water pathways by freezing and closure due to deformation of ice, one may assume that steady state radon concentrations are approached originating from sub-glacial meltwater.

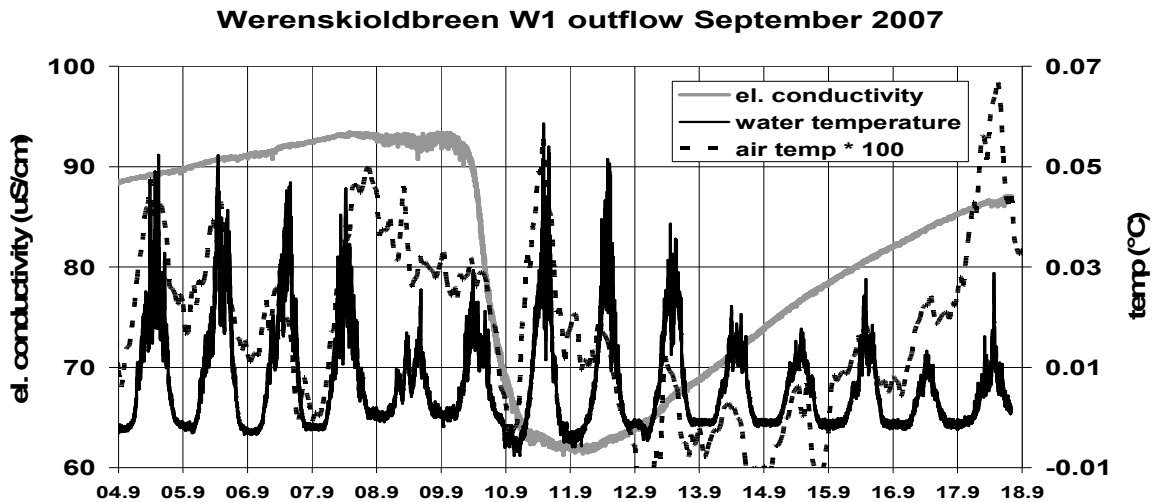


Fig. 3: example of continuous recording of temperature and electrical conductivity close to the outflow vent at W2.

For the whole melting period in one artesian outflow, W1 (2007, 2009, 2010), W2 (2008), a monitoring unit comprising the described C-T probe and a radon-in-water unit were installed close to or into the outflow vent. In 2007 W1 and W2 were active, it was decided to do the installation in W1, the best accessible of them. Unfortunately, two days after installation, a sudden increase of the outflow destroyed the radon and CO₂ measuring unit therefore only data from the C-T probe are available (Fig. 3).



Fig.4. Upwelling water at Werenskioldbreen, location W1, July 2007, radon concentrations 8 Bq/L. The continuous measurement device can be seen, before destruction by an outburst. In 2009 and 2010 the measuring setup was put directly into the outflow.

Regular visits to the forefield showed that the outflows became active around July 15th 2007, witnessed by one of the authors as chaotic, having high outflow of sediments carrying ice and

sometimes stones (Fig. 4). In 2007, water sampled on July 18th and on July 23rd were 4.3 Bq/L and 8.3 Bq/L respectively.

Over the melting period, effective electrical conductivities (EC) were in the range 20 to 40 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Measurements done on the outflow end of September 2006 and in April 2007-2010 show EC in the range of 220 $\mu\text{S}/\text{cm}$ and radon concentrations of up to 33 Bq/L (April 2010 in K2). One could be tempted to apply a simple two-component conservative mixing model used in groundwater hydrology (Wadham; Brown, 2002; Kies 2005):

Total bulk discharge is usually separated into two hydrological components

$$Q_b = Q_c + Q_d ;$$

b for bulk-, c for quick-canalized-, d for delayed-flow.

In this model, the quick flow component is perceived to flow rapidly through the hydroglacial system, predominantly in ice-walled conduits at the glacier bed (canalized system) with short water-rock contact times and low water/rock ratios, limiting the potential for radon acquisition to rapid surface exchange reactions (Tranter et al., 1993). Conversely, the delayed flow component transports meltwater relatively slowly through the distributed hydrological system at the ice-bedrock interface, water/rock ratios are high and meltwaters intimately interacts with the products of subglacial physical abrasion and crushing, including finely comminuted glacial flour, debris-rich basal ice, and subglacial moraine (Brown 2002).

Assuming conservative mixing, continuity of mass requires that

$$C_b Q_b = C_c Q_c + C_d Q_d$$

where C_b and C_d are the radon concentrations of the outflow and from the water of the distributed system; C_c is the radon concentration from water of the canalized system, negligible in our model and will be put to zero.

Both equations allow deriving the magnitude of the canalized and the distributed system in terms of the global discharge:

$$Q_d = C_b / C_d * Q_b$$

$$Q_c = (C_d - C_b) / C_d * Q_b$$

$$Q_d / Q_c = C_b / (C_d - C_b)$$

Unfortunately for both outflows there are no measurements done on a particular outflow. Only the relative contributions can be predicted.

The subglacial hydrological interpretation based on this simple two-component mixing model is fraught with uncertainty, since the approach is limited by simplistic geochemical assumptions (Brown, 1990; Tranter 1991). For example, the model assumes the existence of only two hydrological components, which are characterized by a single, invariant value of radon concentration throughout the summer meltseason. Furthermore the radon concentration of the distributed system is guessed based on measurements of the end of the melt season and from end of winter in different outflows of the Werenskiold glacier. It is interesting that, in applying a similar model for conductivity, similar variation pattern come out. Radon concentrations vary between 4 and 8 Bq/L in the melting period can be compared to concentrations around 28 Bq/L end of winter, whereas conductivity around 35 $\mu\text{S}/\text{cm}$ are to be compared to 220 $\mu\text{S}/\text{cm}$ in winter outflows.

In 2009 a monitoring unit was installed at exactly the same outflow as in 2007. In 2009 the melting period started early. A visit to the forefield mid-July showed already the existence this important artesian outflow W1 out of dead ice situated some 150 m away from the receding glacier tongue. It was possible to install a specially adapted system in order to monitor directly in the outflow. Figure 5 gives an example of the continuous measurements.

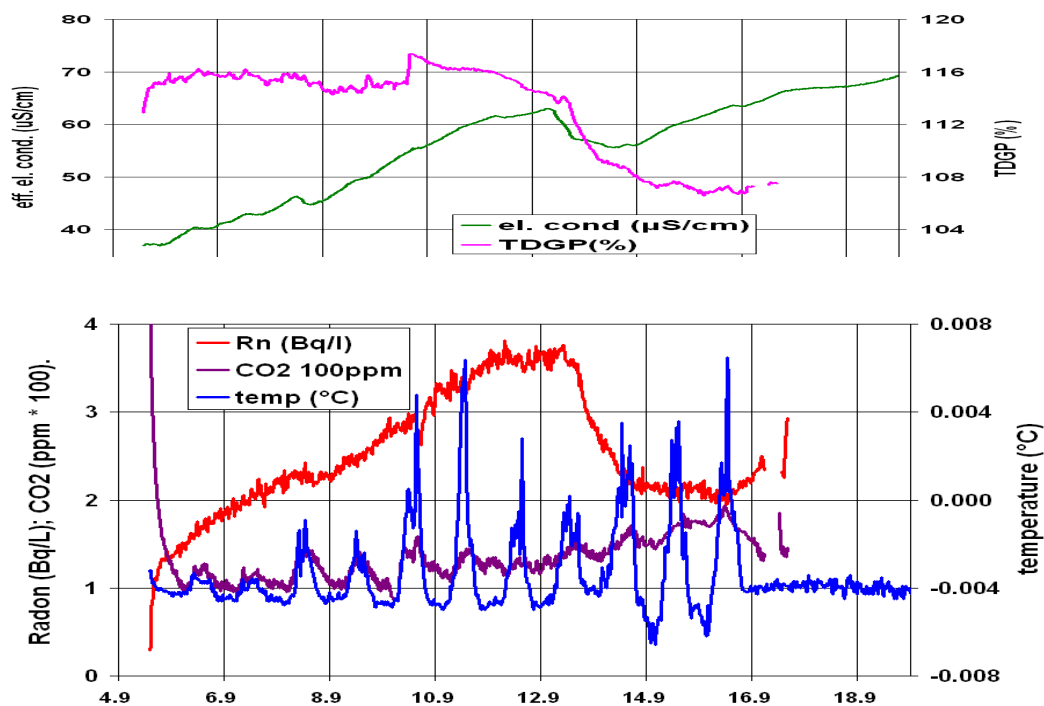


Fig. 5: Werenskioldbreen W1, September 2009. Results from continuous measurements of radon, electrical conductivity, total dissolved gas pressure (TDGP), CO₂ and water temperature; note the water temperature slightly below 0 °C most of the time.

The electrical conductivity is increasing as is expected at the end of the ablation period. For the documented period radon varies in a similar way, but over the whole period it is not always the case. Both EC and radon do not experience a daily pattern suggesting the suglacial origin of the meltwater. For the monitored period, radon concentrations vary between 1.5 and 4 Bq/L, much less that expected ≈ 20 Bq/L at the end of the ablation period.

End of accumulation period

Since 2007 each April we had the possibility to sample at Werenskiold glacier. Electrical conductivity and temperature were measured in situ by a RBE probe; radon by liquid scintillation at the Polish base together with pH; at the Luxembourg laboratory radionuclide's concentrations are measured, after radiochemical treatment, either by alpha spectroscopy or by liquid scintillation.

From 5th to 21st of April 2007, on six different days, 50 flowing water samples were collected. Over the 2.5 km glacier front 5 naled ice fields of varying area with ice domes, comprising radial fractures generated by pressure, could be observed, in three of them, K1, K2 and A-M, running water outflow close to the glacier could be accessed and sampled. It has often been asserted that the presence of

icing indicates that the bed of the associated glacier is at least partly at the pressure-melting temperature, and hence that icings are diagnostic of a polythermal or temperate glacier thermal regime (Hagen 1993).

Flowing water was normally on or close to ice domes, some of them 1.5 m high but generally there heights were below one meter. Sometimes an ice cover on the flanks of the domes or in their direct vicinity had to be broken to access running water, often under pressure at opening. A particular outflow never lasted more than 3 days before refreezing, leading to another output at some distance. In April it was not possible to take samples at area W, the area sampled in September 2006 despite the presence of many frozen ice domes. In area K2 highest April radon (12-16 Bq/L) and conductivity values (specific el. conductivity 400-500 $\mu\text{S/cm}$) were measured. In K1, radon concentrations were lower (maximum 11 Bq/L) and very variable, sometimes down to 0.1 Bq/L, specific electrical conductivities varied around 400 $\mu\text{S/cm}$. In area S electrical conductivity was 2.5 times lower than in N-b, whereas with 12 Bq/L radon concentrations were high.

A general trend was that high radon concentrations were often linked to high electrical conductivity.

Each April there were observed many changes in the winter outflows, especially in K1 and K2 where most winter outflow was noticed and where always flowing water could be accessed, sometimes under pressure when ice cover was removed.

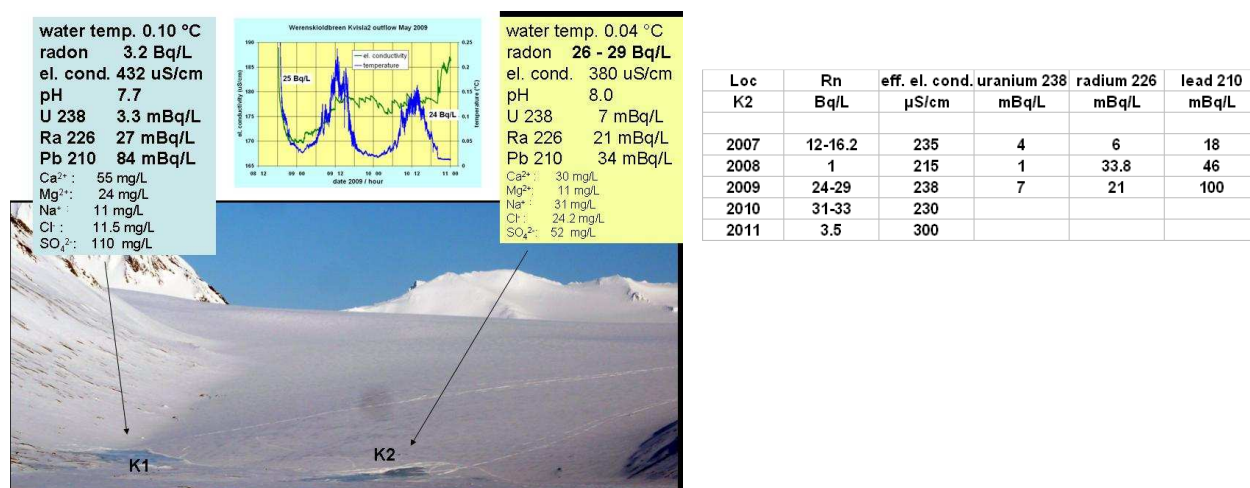


Fig. 6 gives an example of the different parameters (besides radon) measured in April-May 2009 in K1 and K2. The table gives an overview of measured parameters at K2.

A continuous outflow in 2008 on top of a naled ice dome had very low and stable radon concentrations, around 1 Bq/L. As a prior degassing could hardly taken place, we can conclude that this outflow originated from a deep reservoir where most of radon decayed before the outflow. The electrical conductivity was similar as the other years.

In April 2009, at K2, radon concentrations were constant at an outflow over 3 weeks of survey; for some period continuous measurements by RBR probe was possible (Fig. 6). Radium concentrations at K2 are higher than Uranium, documenting reducing conditions at the uptake; we noticed high Lead210 concentrations (²¹⁰Pb, the long lived decay product of radon), what reflects that this water was charged with radon over a longer period.

April 2010 showed highest radon concentrations measured on an outflow at K2 that were sampled regularly over 2 weeks. Over this time period electrical conductivity and ionic concentration was constant, isotopic measurements gave -78 and -11.4 for $\delta^2\text{H}$ and $\delta^{18}\text{O}$ respectively.

The measuring campaign in 2011 allowed only few visits to the forefield of the glacier. No flowing water outflow could be located; there was presence of water over large areas in the forefield, documenting a diffusive outflow. Electrical conductivity was always higher than measured the previous years. The reason is partially refreezing of the diffusive outflow water together with a depletion of ions in the frozen part and enrichment in the unfrozen part. As radon is not affected by this segregation, and assuming radon concentrations measured the years before, one can guess the age of this water and the amount of outflow.

Werenskioldbreen provides evidence for considerable basal routing of water. High radon concentrations and conductivity of the subglacial upwelling provides evidence of the passage of icemelt through a subglacial bedrock and basal moraine environment characterized by high rock-sediment to water contact ratios, prolonged residence times and restricted access to the atmosphere, preventing radon to degas. At higher discharges, basal bulk runoff becomes dominated by icemelt from the lower parts of the glacier that is conveyed through a subglacial environment, characterized by low rock: water ratios, short residence times and free contact with atmospheric gases, to the glacier margins. In Werenskioldbreen icemelt is routed via a hydrological system composed of englacial and supraglacial components to the glacier margins by the ice surface slope (Pälli, 2002).

In order to test radon in meltwater of other glaciers, outflows were sampled in April 2008, 2009 in the forefields of Nannbreen and Austre Torellbreen, two glaciers close to Werenskioldbreen. They showed radon concentrations between 5 and 12 Bq/L. A summer survey done by one of the authors in summer 2009 in artesian outflows of glaciers at Petunia Budka (Central Spitsbergen) showed very low radon concentrations, lower than 1 Bq/L.

Conclusions

At Werenskioldbreen high radon concentrations are measured in meltwater. Combined with traditional investigation tools, radon proves to be a valuable tracer for the study of artesian glacier meltwater.

The high radon concentrations document that meltwater has been recently, less than 15 days, in intensive interaction with basal sediment or rocks.

Highest radon concentrations were measured in September and April, in periods of no supraglacier melting, lowest in period of the beginning of thawing, intermediate concentrations in the periods of maximum thawing with high combined sub-, in- and supra- glacier circulation. The results support the hypothesis on year around activity of glacier drainage within polythermal glaciers with long lasting contact of waters with the bedrock. It seems to be much more effective during winter period when a tunnel drainage system is closed. Results are showing also that during winter season subglacial linked cavity systems are active and a channel system is organized during the melting season.

We report here of first investigations with radon as natural tracer in glaciology; it proves to be an important and innovative contribution to the study of arctic. Every knowledge on parameters describing glacier evolution is necessary as input on global climate models.

We have to learn more how to use and read the obtained radon information together with those obtained with other parameters.

Acknowledgements.- Thanks are due to the Polish Polar Station for hosting and logistic support; to friends and colleagues for assistance in the field research. The Polish authors like to acknowledge the support by the research grant No IPY269/2006 of the Ministry of Science and Higher Education, Republic of Poland.

References

- Bukowska-Jania E., 2007. *The role of glacier system in migration of calcium carbonate on Svalbard, Polish Polar Research*, vol. 28, no. 2, pp. 137–155.
- Brown H. G., 2003: *Glacier meltwater hydrochemistry, Applied Geochemistry* 17 (2002) 855–883
- Clever, H.L., 1979. *Solubility data series. Krypton, Xenon and Radon—Gas Solubilities*, vol. 2. Pergamon Press, Oxford/UK.
- CZERNY J., KIERES A., MANECKI M. and RAJCHEL J. 1993. *Geological Map of the SW part of Wedel–Järlsberg Land, Spitsbergen, 1:25000. Institute of Geology and Mineral Deposits, University of Mining and Metallurgy, Kraków: 61 pp.*
- Eyles N., 2006 *The role of meltwater in glacial processes, Sedimentary Geology* 190 (2006) 257–268
- Gordon S., Tulley M. and Lamb H.R. 1997. *Variability in the chemical composition of in situ subglacial meltwaters. Hydrol. Process.* 11: 59–77.
- Hagen, J.O., Liestøl, O. Roland, E. and Jørgensen, T. 1993: *Glacier Atlas of Svalbard and Jan Mayen. Norsk Polarinstittutt Meddelelser* 129.
- Jania J., 1988. *Dynamic glacial processes in South Spitsbergen (in the light of photointerpretation and photogrammetric research, Thesis (in Polish), Slaski university, Katowice, Poland*
- Kies A., Hofmann H., Tosheva Z., Hoffmann L. and Pfister L., 2005: *Using ²²²Rn for hydrograph separation in a micro basin (Luxembourg), Annals of Geophysics*, vol. 48, 101-108.
- Kraemer, T. F. and Genereux, D. P. 1998. *Application of uranium- and thorium-series radionuclides in catchment hydrology studies*, p. 679-722. In Kendall, C. and McDonnell, J. J.: 1998. *Isotope Tracers in Catchment Hydrology*, Elsevier Science B.V., Amsterdam.
- Pälli Anja, Moore John C., Jania Jacek, Kolondra Leszek, Glowacki Piotr, 2002: *The drainage pattern of Hansbreen and Werenskioldbreen, two polythermal glaciers in Svalbard. The Changing Physical Environment, Sixth NY-Alesund International Seminar, 8-10 October 2002, 355-371*
- Peter M.W, Hodson A., Heaton T., 2006. *Chemical and isotopic switching within the subglacial environment of a High Arctic glacier, Biogeochemistry* (2006) 78: 173–193
- Pulina M., 1990. *Geomorphological effects of the cryochemical processes. Questiones Geographicae* 13/14 (1987/1988), Poznań: 99–112.
- Swift D. A., Nienow P. W., Spedding N., Hoey T. B.: 2002: *Geomorphic implications of subglacial drainage configuration rates of basal sediment evacuation controlled by seasonal drainage system evolution, Sedimentary Geology* 149 (2002) 5–19
- Tosheva Z., Stoyanov K., Nicholev L., Kies A., 2004: *Comparison of different methods for uranium determination in water, Journal of Environmental. Radioactivity*, vol 72, pp 57-63.
- Tosheva Z., Kies A., Klosen M., Veltchev K., 2004: *Determination of ultra-low concentrations of Pb-210 in Antarctic glacier with cation exchange resins filter results, problems and perspectives, Applied Radiation and Isotopes* 61: 267-271
- Tranter, M., Brown, G.H., Hodson, A., Gurnell, A.M., 1996. *Hydrochemistry as an indicator of subglacial drainage system structure: a comparison of Alpine and Sub-Polar environments. Hydrol. Proc.* 10, 541–556.
- Tranter M., Sharp M.J., Brown G.H., Willis I.C., Hubbard B.P., Nielson M.K., Wsmart C.C., Wadham J. L., Tranter M., Dowdeswell J. A., 1998, *The hydrochemistry of meltwaters draining a polythermal-based, high Arctic glacier, south Svalbard: I. The ablation season, Hydrological Processes*, vol.12, no.12, pp 1825-1849.

Donnerstag 20. Oktober 2011

15:00-15:30

Radon und Erdbeben

Heiko Woith

Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ, Telegrafenberg, 14473 Potsdam, Deutschland

Eine Woche vor dem Magnitude 6,3 Erdbeben von L'Aquila am 6.4.2009 hatte Giampaolo Giuliani ein starkes Erdbeben in den Abruzzen vorausgesagt. Giuliani's Erdbebenvorhersage basierte auf Radonmessungen in der Bodenluft. Nach einer kurzen Internet Recherche könnte man in der Tat den Eindruck gewinnen, dass das Problem der Erdbebenvorhersage bereits gelöst ist. Allein zum Stichwort Radon und Erdbebenvorhersage gibt es lt. Google ca. 25,000 Quellenangaben. In der Fachliteratur bleiben davon allerdings "nur" einige hundert übrig. Legt man die wissenschaftlich härtesten Kriterien an, so bleiben jedoch nur wenige Fälle bestehen, in denen es signifikante Radonanomalien vor Erdbeben gegeben hat. Die Grundlage der meisten „Vorhersagen“ sind Anomalien in Zeitreihen, denen dann – meist retrospektiv – Erdbeben zugeordnet werden. Um es klar zu sagen: Es ist unstrittig, dass es eindeutige Anomalien in Messreihen gibt. Jedoch können die Anomalien auch nicht-tektonische Ursachen (z.B. Starkregen) haben und die Zuordnung von Anomalien zu Erdbeben ist bislang in den meisten Publikation ein zufälliger, in der Regel nicht nachvollziehbarer Prozess. Meist wird nur ein kurzer Teil der Datenreihe gezeigt – der mit der schönsten Anomalie. Eine Literaturstudie von mehr als 50 Publikationen ergab ein erstaunliches Ergebnis: je kürzer die dargestellte Zeitreihe, desto mehr Erdbeben werden vorhergesagt. Da kann irgendetwas nicht stimmen. Herr Giuliani hat übrigens sein Verfahren zur Erdbebenvorhersage zum Patent angemeldet. Darin zeigt er ein vier-tägiges Registrierbeispiel mit 4 Radonanomalien und 4 zugeordneten Erdbeben. Demgegenüber steht eine 17-jährige Zeitreihe von einem japanischen Brunnen, in der genau eine erdbebenbezogene Radon-Anomalie beobachtet wurde. Noch einmal: Weder die Messtechnik noch die Existenz von Radon-Anomalien wird in Frage gestellt. Radon-Anomalien könnten z.B. in direktem Zusammenhang mit Vorbeben stehen, deren Bodenerschütterungen vermehrt Radon freisetzen könnten. Aber das immer noch weit verbreitete Verfahren, aus nur einer Anomalie ein kommendes Erdbeben vorherzusagen, bleibt fragwürdig. Zu einer Erdbebenvorhersage gehört die Angabe des Ortes, der Magnitude und der Zeit, jeweils mit Fehlerangaben. Zudem umfasst eine seriöse Vorhersage auch die Angabe der Wahrscheinlichkeit (also das Verhältnis von bislang eingetretenen zu nicht eingetretenen Vorhersagen). Das ist derzeit aber leider nicht möglich – nicht für Radon und auch nicht für andere in der Diskussion befindliche Erdbebenvorläufer.

Donnerstag 20. Oktober 2011

15:30-16:30

The Ötzaler Valley and the Köfels Impact

Mark Hemsell, Alan Bond

Reaction Engine Ltd., United Kingdom

Work by Bond and Hemsell on a Sumerian astronomic observation shows that the Ötzaler Valley was the site of a major asteroid impact towards the end of the fourth millenium BC. The talk will review the site evidence for the impact in the Ötzaler Valley. The astronomical observation is very precise and enables the trajectory to determined to a very high accuracy, which in turn enables a precise reconstruction of the sequence of the impact. The asteroid first interacted with the ridge ending in Gamskogel, this was a grazing impact which shaped the ridge slightly but also caused the asteroid to explode. The expanding fireball travelled along the Ötzaler Valley impacting the west side at Köfels causing the landslide known as the Maurach Barrier. Because the impacting body was no longer a solid object a classic crater was not created, however a possible secondary impact crater 250 m in diameter can be found at Felderkogel opposite Gamskogel.

Donnerstag 20. Oktober 2011

17:30-18:30

FÜHRUNG DURCH DAS NEUE RADON-KURZENTRUM UMHAUSEN

ABENDVORTRAG

Donnerstag 20. Oktober 2011

19:00-20:00

Die vielen Gesichter des Radons

Heinz Surbeck

Fineta 46, CH-1792 Cordast, Schweiz

Angeblich erhöhte Lungenkrebsrate durch Radon und ein Radon-Kurbad in Umhausen. Wie passt das zusammen ? Zu dieser Frage hat Paracelsus schon vor langer Zeit den Weg zu einer Antwort gewiesen:

"All Ding' sind Gift und nichts ohn' Gift; allein die Dosis macht, das ein Ding kein Gift ist".

Es gibt wohl kein anderes Gas, das so gelobt und so verteufelt wurde und wird wie das Radon. Anscheinend erfolgreich für die Schmerzlinderung bei diversen chronischen Krankheiten eingesetzt, wird es aber auch verdächtigt, für einen Teil der Lungenkrebsfälle bei Nichtrauchern verantwortlich zu sein.

Mit diesem Vortrag wird versucht, allgemeinverständlich etwas Licht ins Dunkel dieser Behauptungen zu bringen und auch die Fragen "Was ist Radon überhaupt? Woher stammt es? Wie wird es in der Umwelt transportiert?" zu beantworten.

Bei all der Hysterie pro und contra Radon wird gern vergessen, dass das Radon als natürlich vorkommendes Radionuklid ein ausgezeichneter Markierstoff (Tracer) für die Untersuchung von Transportvorgängen in der Erdkruste und der Atmosphäre ist.

Es gibt aber auch eine recht lukrative Anwendung des Radons. Aus unscheinbaren farblosen Diamanten lassen sich wertvolle grüne Diamanten herstellen.

Kurzfassungen in Reihenfolge der Vorträge

FREITAG 21. Oktober 2011

Freitag 21. Oktober 2011

08:30-09:00

**Ergebnisse (aero)geophysikalischer Untersuchungen im Bereich der
Katastrophenregion Schnepfau-Au-Diedamskopf vom August 2005
(Bregenzerwald, Vorarlberg).**

Tilch, N., Supper, R., Römer, A., Jochum, B., Motschka, K. & Winkler, E.

Geologische Bundesanstalt (GBA), Wien

Im August 2005 ereigneten sich im Zuge mehrtägiger intensiver Niederschläge in vielen Regionen Vorarlbergs, wie auch in Teilen Tirols und der Steiermark, zahlreiche spontane gravitative Massenbewegungen im Lockergestein (Hangrutschungen und Hangmuren), die zu großen Schäden führten. In Vorarlberg waren die Massenbewegungen vor allem im Bereich des Laternsertales und im Bregenzerwald im Umfeld der Gemeinden Schnepfau, Au und Schoppernau besonders zahlreich (Markart et al. 2007). Insbesondere aufgrund der vielerorts spontan abgegangenen Hangmuren, welche manchmal sehr große Reichweiten hatten, wurden Gebäude und Verkehrswege stark beschädigt oder gar zerstört.

In den Abrissbereichen der Massenbewegungen war aufgrund der vorhandenen Quellaustritte, zahlreicher Indizien für Porenwasserüberdrucke und der lithologischen Beschaffenheit des Untergrundes deutlich zu erkennen, dass die meisten Massenbewegungen maßgeblich durch das komplexe Zusammenspiel der durch das Niederschlagsereignis induzierten hydro(geo)logischen Verhältnisse und der geologischen (lithologisch-strukturellen) Untergrundverhältnisse entstanden waren.

Die beste Möglichkeit Schäden und Gefahren aufgrund solcher Prozesse zukünftig entgegen zu wirken ist, den potentiellen Prozessbereichen auszuweichen (passive Maßnahmen) und/oder Schutzbauwerke zu errichten (aktive Maßnahme). Beides ist nur möglich, wenn potentielle Prozessbereiche (Hangbereiche, in denen bisher keine Prozesse ausgelöst wurden) bekannt sind.

Eine wichtige Voraussetzung für eine Ausweisung von jenen Hangbereichen, die für die Entstehung von spontanen gravitativen Massenbewegungen prädestiniert bzw. veranlagt sind, ist eine flächendifferenzierte und –deckende Datenbasis zu den prozessrelevanten lithologischen und hydro(geo)logischen Untergrundverhältnissen (s.o.). Hierfür stehen häufig geologische, geotechnische und/oder geomorphologischen Karten zur Verfügung, deren Qualität (Maßstab, Inhalt) jedoch je nach Untersuchungsgebiet sehr unterschiedlich sein kann. Ferner ist zu bedenken, dass enthaltene Informationen je nach Zielsetzung der Karte generell anhand von fachspezifischen Kriterien/Klassifikationen als diskret abgegrenzte Einheiten dargestellt werden. In der Natur gibt es derartig diskrete Grenzen jedoch nur selten, vielmehr sind lithofazielle, strukturelle oder

geomorphologische Übergangsbereiche eher die Regel. Letzteres ist jedoch mittels Feldkartierungen kaum möglich zu erheben.

Vor diesem Hintergrund wurden seitens der Geologischen Bundesanstalt (GBA) im Sommer 2009 und 2010 u.a. im Bereich der Katastrophenregion „Schnepfau-Au-Diedamskopf“ aerogeophysikalische Messungen mittels Hubschrauberbefliegungen durchgeführt. Das wesentliche Ziel bestand in der Bereitstellung flächendeckender, möglichst flächendetaillierter und objektiver Daten, anhand derer das Untersuchungsgebiet in Bereiche unterschiedlicher/gleicher geologischer Grunddisposition (Tilch & Schwarz 2010) hinsichtlich spontaner gravitativer Massenbewegungen im Lockergestein gegliedert werden kann. Dies erfolgte mittels elektromagnetischer und radiometrischer Messungen. Zwecks Kalibrierung der elektromagnetischen Messungen und zwecks Verbesserung des Verständnisses komplizierter lokaler Untergrundverhältnisse wurden entlang von Traversen geoelektrische Feldmessungen durchgeführt. Ergänzend wurden auch partiell und punktuell geologische Felderhebungen durchgeführt.

Im Rahmen des Vortrages sollen der Hintergrund, die Zielsetzung, die Untersuchungsmethoden, die verwendeten Methoden, die erzielten Meßergebnisse und deren Interpretation sowie der Nutzen hinsichtlich der Erstellung von Prozessdispositionskarten am Beispiel der Region Schnepfau-Au-Diedamskopf vorgestellt werden.

Literatur:

Markart, G., Perzl, F., Kohl, B., Luzian, R., Kleemayr, K. Ess, B., Mayerl, J. (2007): 22. und 23. August 2005 – Analyse von Hochwasser- und Rutschungsereignissen in ausgewählten Gemeinden Vorarlbergs.- BFW-Dokumentationen, 5/2007, Innsbruck.[http://bfw.ac.at/030/pdf/bfw-dok_5.pdf]

Tilch, N., Schwarz, L. (2010): Erstellung von Dispositionskarten für Massenbewegungen - Herausforderungen, Methoden, Chancen, Limitierungen.- Vortrag im Rahmen der Innsbrucker Hofburggespräche am 26.05.2010, Innsbruck.[http://bfw.ac.at/050/pdf/IHG260510_Tilch_Schwarz.pdf]

Freitag 21. Oktober 2011

09:00-09:30

Untersuchungen von verschiedenen Spannungspfaden an künstlich gefrorenen Bodenproben

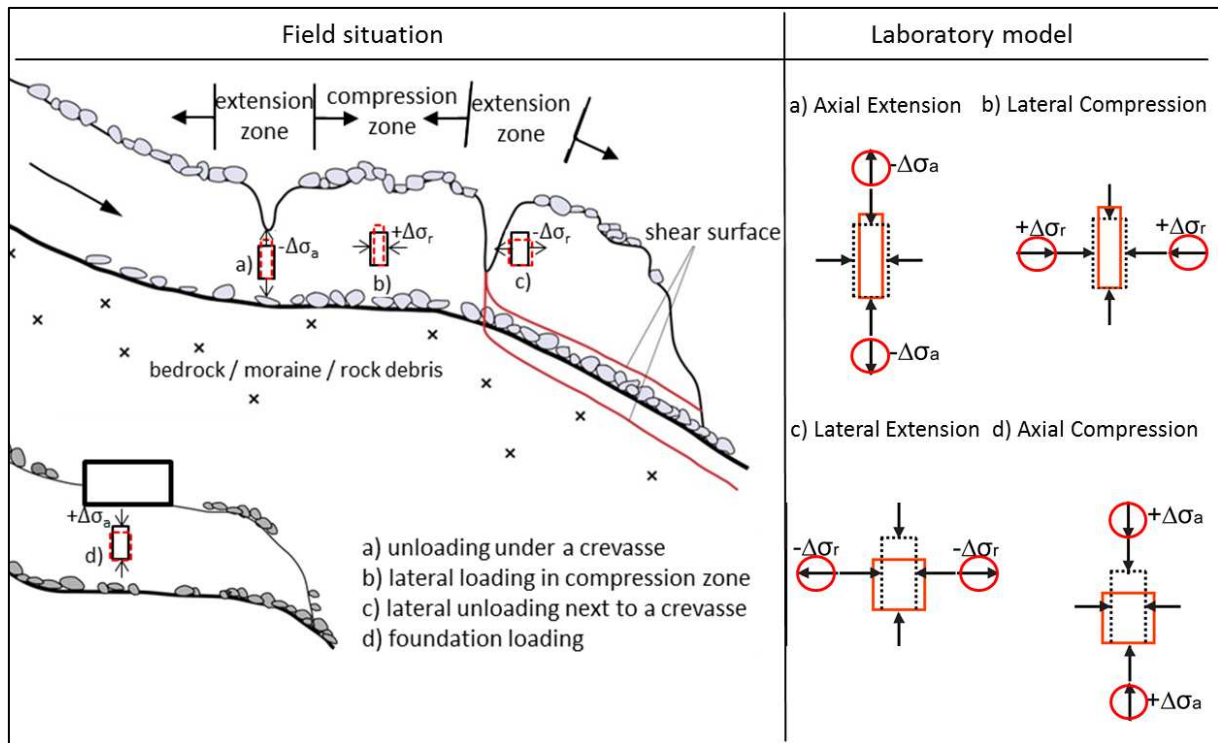
Yuko Yamamoto & Sarah M. Springman

Institut für Geotechnik, ETH Zürich, Schweiz

Langfristiges Monitoring der Bodentemperatur bei Schweizer Blockgletschern hat gezeigt, dass die Blockgletscher oft warmen Permafrost enthalten. Dies bedeutet, dass sich die Temperaturen im Boden um den Schmelzpunkt befinden (z.B. Arenson et al. 2010).

Ein Volumenanstieg des ungefrorenen Wassers sowie die Entstehung von zusätzlichen Grundwasserabflüssen infolge der Eisschmelze führen zu einer Destabilisierung der Böschungen. Roer et al. (2008) zeigen bei mehreren Blockgletschern das vermehrte Auftreten von Kompressions- und Extensionzonen im Blockgletschern sowie die Existenz von sich ausweitenden, tiefen, hangabwärtsliegenden Spalten. Die Spannungspfade der Bodenproben innerhalb eines Blockgletschers weichen oft von den konventionellen, axialen, Kompressionsversuchen ab, welche bis anhin vielfach für den gefrorenen Boden betrachtet wurden.

Dieser Beitrag präsentiert die Versuchsergebnisse vier verschiedener Spannungspfade an künstlich gefrorenen Bodenproben; Axiale Kompression (AK), Laterale Extension (LE), Axiale Extension (AE) und Laterale Kompression (LK). Die triaxialen Scherversuchsgeräte sind benutzt worden, um die mobilisierte Scherfestigkeit des alpinen Permafrostes anhand von Spannungspfaden aus dem Feld zu untersuchen. Die Versuche sind bei einer Temperatur zwischen -2.0 bis -0.3°C ausgeführt worden, was warmem, alpinem Permafrost entspricht.



Referenzen:

Arenson, L.U., Hauck, C., Hilbich, C., Seward, L., Yamamoto, Y. & Springman, S.M. 2010. Sub-surface heterogeneities in the Murtèl-Corvatsch rock glacier, Switzerland. 6th Canadian Permafrost Conference. Calgary, Canada: 1494-1500.

Roer, I., Haeberli, W., Avian, M., Kaufmann, V., Delaloye, R., Lambiel, C. & Käab, A. 2008. Observations and Considerations on Destabilizing Active Rock Glaciers in the European Alps. Proceedings of the Ninth International Conference on Permafrost, Fairbanks, AK: 1505-1510

Freitag 21. Oktober 2011

09:30-10:00

**Blockgletscherentwicklung im Sulztal der letzten 60 Jahre - Ein
Methodenvergleich aus Airbornlaserscan und digitaler Photogrammetrie**

Klug Chrsitoph, Martin Schümborg

Universität Innsbruck

ENTFÄLLT

PROGRAMMÄNDERUNG WIRD BEI DER TAGUNG BEKANNT GEGEBEN

Freitag 21. Oktober 2011

10:30-11:00

Charakterisierung und Überwachung eines aktiven Blockgletschers in den Schweizer Alpen

Thomas Buchli

ETH Zürich, Institut für Geotechnik

Freitag 21. Oktober 2011

11:00-11:30

Definition von Gefährdungs - Szenarien mittels Fernerkundung: Alpe di Rosciro Instabilität, Kanton Tessin, Schweiz.

Kos, Andrew^(1,2), Amann, Florian⁽¹⁾, Phillip Schaer⁽³⁾, Strozzi, Tazio⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Institut für Geotechnik, ETH Zurich, Schweiz

⁽²⁾ Terrarsense Switzerland AG, Werdenberg, Switzerland (terrarsense@rsnweb.ch)

⁽³⁾ BSF Swissphoto AG, Regensdorf, Switzerland

⁽⁴⁾ Gamma Remote Sensing AG, Gümlingen, Switzerland

Im Folgenden werden Gefährdungs-Szenarien erläutert, die mittels hochauflösender Fernerkundung, in situ Überwachung und Untersuchungen vor Ort für die Alpe di Rosciro Felsböschung Instabilität erstellt wurden. Die Alpe di Rosciro ist ein instabiler Felshang im Kanton Tessin, Schweiz. Eine kritische Phase der Instabilität im Frühjahr 2010 führte zur Evakuierung eines am Fuße des Hanges sich befindenden industriellen Komplexes. Nach der Entdeckung großer Spannungsrisse hinter dem „Main Scarp“ wurde die Instabilität von kantonalen Behörden seit 1989 kontinuierlich überwacht. 2002 gingen rund 150'000 m³ im stark brüchigen südlichen Abschnitt ab. 2010 trat im Norden erneut Aktivität auf, welche zu einem Versagen von ~ 10'000 m³ Fels führte.

Obwohl Felsvolumina als einer der wichtigsten Parameter für die Definition von Szenarien gelten, besteht häufig eine Ungewissheit, da die Art und Weise des Abbruchs der Felsmassen schwer vorauszusagen ist (z. B. schrittweise gegenüber en masse). Wir diskutieren den Beitrag der Fernerkundung an der Alpe di Rosciro, indem Gefährdungs-Szenarien aufgestellt werden, wo eine strukturelle und detaillierte Veränderungs-Analyse der Alpe di Rosciro Oberflächentopographie durchgeführt wurde. Es wurden digitale Geländemodelle mit hoher Auflösung erstellt, welche mittels Luft und terrestrischem LIDAR 2005, 2009 und 2010 akquiriert wurden. Räumliche Verschiebungen wurden zwischen 2005-2007 und 2010 mit Boden-Radar-Interferometrie (GB-InSAR und GPRI) gemessen. Weitere Verschiebungs-Daten, die aus Punkt-Messungen ersichtlich sind, werden ebenfalls diskutiert. Hierfür wurden automatische Riss Extensometer und ein Totalstation Prismen Netzwerk verwendet.

Die Analyse der strukturellen Veranlagung zusammen mit einer Auswertung der Monitoring-Daten führten zu der Formulierung eines neuen konzeptionellen kinematischen Modells für die Alpe di Rosciro. Das Modell bringt neue Erkenntnis zum Verständnis des beobachteten Phänomens (z. B. en masse Block Rotation, und die Aktivierung der geologischen Strukturen in Spannung), welche in einer nächsten Phase der Forschung mit Diskontinuum Modellierungstechniken untersucht werden soll.

Freitag 21. Oktober 2011

11:30-12:00

Probleme mit Uranvererzungen beim Tunnelbau in den Alpen

Heinz Surbeck

Nucfilm GmbH, Fineta 46, CH-1792 Cordast, Schweiz

Abstract

Actually there are several large underground construction works going on in the Swiss Alps, e.g. a new railway tunnel (55 km) through the Gotthard massif or the underground hydroelectric pumped-storage power plant (900 MW) at Emosson in the lower Valais. Some will pass through known uranium mineralizations. These mineralizations are not economically recoverable but important enough to lead to serious radiological protection problems. Workers are exposed to radon in the tunnel air, to external gamma irradiation in the tunnel and on the dumped excavation material. Groundwater and surface waters may be contaminated by water drained from the construction sites. Fortunately most of the Swiss companies digging in the Alps are now aware of these problems and take measures to minimize the impact on workers and on the environment. It is shown what measures can be taken and how to deal with naturally radioactive waste.

Zusammenfassung

Gegenwärtig sind in den Alpen zahlreiche größere Untertagearbeiten für Pumpspeicherwerke und für Bahn-Basistunnels im Gange oder geplant. Einige queren dabei Gebiete, die für erhöhte Urankonzentrationen bekannt sind. Abbauwürdige Vererzungen sind selten, aber selbst kleinräumige Uranvorkommen können zu erheblichen Strahlenschutz-Problemen führen. Zumindest in der Schweiz konnten zum Glück immer mehr Bauherren dazu gebracht werden, diese Probleme so ernst wie zum Beispiel Asbestbelastungen zu nehmen. Dabei hilft, dass es in der Schweiz verbindliche Limiten und nicht nur Empfehlungen für die Strahlungsbelastung am Arbeitsplatz durch natürliche und nicht nur durch künstliche Radionuklide gibt. Die Überwachung der Dosisleistung und der Radonkonzentration am Arbeitsplatz beim Vortrieb ist daher gut etabliert. Weniger ernst genommen wird, dass vererzte Chargen nicht auf der allgemeinen Ausbruchdeponie, sondern auf einer "heißen" Deponie landen sollten und dass Schlämme aus der Abwasseraufbereitung sehr stark kontaminiert sein können. Das wird auch daher gerne vergessen, weil in den meisten Ländern niemand eine Lösung dafür hat, wie mit diesen "radioaktiven Abfällen" natürlichen Ursprungs umzugehen ist. Die Schweizer Strahlenschutzverordnung hält dafür einen "Ausnahmeartikel" bereit, der auch für andere Länder von Interesse sein könnte.

Die Uranvorkommen in den Schweizer Alpen

Schon in den 50er Jahren des letzten Jahrhunderts begann in der Schweiz die Suche nach Uranvorkommen. Es war die Zeit, als die Schweiz noch glaubte, sich mit selbstentwickelten Reaktoren und einheimischem Uran von den Großmächten unabhängig machen zu können. Die Kernschmelze 1969 im Versuchsreaktor in Lucens war zwar das Ende der Entwicklung eines eigenen Reaktors, aber

die Suche nach einheimischem Uran ging weiter. Eine ganze Generation von Geologiestudenten wurde mit Szintillometern in die zahlreichen neuen Kraftwerksstollen geschickt, kurz bevor diese geflutet wurden. Eine Zusammenfassung der Resultate dieser Prospektion findet sich bei Gillieron 1995. Die Vorkommen erwiesen sich als sehr zahlreich, aber zu klein für eine kommerzielle Nutzung. Wieder einmal zeigte sich, dass die Schweiz reich an armen Vorkommen ist. Die alpine Orogenese hat vorher großflächige Vererzungen zerstückelt und mit taubem Gestein vermengt. Typische Uranvererzungen in den Schweizer Alpen bestehen aus einigen Metern breiten dünnen Schlieren im Abstand von 50 bis 100 m.

Die Vererzungen finden sich vor allem in den Randzonen der herzynischen Massive wie dem Mont-Blanc Massiv und dem Aguille-Rouge Massiv im Unterwallis, dem Aare- und Gotthard-Massiv im Oberwallis, Uri und Graubünden und im Peninnikum der südlichen Walliser Alpen (Gebiet zwischen dem Val de Bagnes und Haute Nendaz). Hohe Urankonzentrationen sind auch in den klastischen permokarbonischen Sedimenten (Verrucano) häufig anzutreffen (Wallis, Bündner Oberland, Glarus und Unterengadin).

Seit 2010 wird im Wallis erneut nach Uran gesucht (Urania Resources Ltd., Bermuda).

Strahlenschutz-Probleme durch die Uranvererzungen

a) Arbeitsplätze

In der Zerfallsreihe des ^{238}U sind es vor allem die Zerfallsprodukte des ^{226}Ra , die zu einer Strahlungsbelastung am Arbeitsplatz führen. Die Gammastrahler unter diesen Zerfallsprodukten sind für die externe Bestrahlung, sowohl im Tunnel als auch auf der Deponie des Ausbruchsmaterials verantwortlich, das Radon in der Atemluft im Tunnel für die Strahlenbelastung der Atemwege. Eine weitere, häufig vernachlässigte Quelle sowohl für externe Bestrahlung, als auch für Kontaminationen sind die Schlämme, die bei der Aufbereitung des Bergwassers und des Sickerwassers aus der Deponie anfallen. Sie sind häufig reich an Eisen- und Mangan-Oxyhydroxiden, die Radium und die Zerfallsprodukte des Radons sehr gut adsorbieren. Diese Schlämme adsorbieren auch Arsen. Das ist kein Strahlenschutz-Problem, stellt aber ein zusätzliches Risiko beim Umgang mit diesen Schlämmen dar, sie sind zusätzlich noch chemisch toxisch.

b) Umwelt

Durch den Untertagebau werden die Fließwege des Grundwassers massiv gestört. Das kann dazu führen, dass als Trinkwasser genutzte Quellen durch Uran- oder Radium-haltige Wässer kontaminiert werden. In Gebieten mit Uranvererzungen sind die Konzentrationen natürlicher Radionuklide in Quellwässern sowieso schon erhöht, es braucht wenig mehr um sie als Trinkwasser unbrauchbar zu machen.

Die im Tunnel anfallenden Wässer und die Sickerwässer der Deponien werden zwar meist einer Behandlung unterzogen bevor sie in Oberflächengewässer abgeleitet werden. Die Behandlung ist aber nicht für die Rückhaltung natürlicher Radionuklide optimiert und nicht für einen massiven Anfall

von Bergwasser ausgelegt. Uran- oder Radium-haltige Wässer können daher in die Oberflächenwässer gelangen und Uferfiltrat-Brunnen kontaminieren.

Da es aus Gründen des Umweltschutzes immer schwieriger geworden ist Kies abzubauen, ist Ausbruchsmaterial aus Tunnelbauten ein begehrter Beton-Zuschlagsstoff geworden. Ohne Kontrolle könnte so stark uranhaltiges Material den Weg in Wohnbauten finden.

Konzept für die Minimierung der Risiken

Es war nicht einfach und hat auch nicht auf Anhieb geklappt die Bauherren davon zu überzeugen, dass sie neben Asbest, Nitrit etc. nun auch die Gefährdung durch natürliche Radioaktivität berücksichtigen sollten. Ein erster Test waren die Auflagen zur Baubewilligung für den 35 km Lötschberg-Basistunnel der Neat, die in letzter Minute noch ohne Protest angehängt werden konnten.

Das Konzept stützt sich auf einen Ausnahmeanartikel der Schweizer Strahlenschutzverordnung, der besagt, dass der Umgang mit radioaktivem Material natürlichen Ursprungs nicht der Verordnung untersteht, wenn gezeigt werden kann, dass keine Person der Bevölkerung dadurch einer Strahlendosis von mehr als 1 mSv pro Jahr ausgesetzt wird (Art.2, StrVO). Zum Vergleich beträgt die jährliche, natürliche und unvermeidliche Strahlendosis in der Schweiz etwa 3 mSv.

Zusätzlich gibt es in der Strahlenschutzverordnung noch eine Limite für das Radon am Arbeitsplatz, gegenwärtig liegt sie bei 3000 Bq/m³ im Monatsmittel. Gemäß der Schweizer Berufsorganisation der Ingenieure und Architekten (SIA) gilt aber schon eine Überschreitung von 1000 Bq/m³ als "Verletzung der Baukunst". Rechtlich verbindlich sind aber immer noch die 3000 Bq/m³.

Das Konzept zur Minimierung der Risiken sollte daher die Einhaltung dieser Limiten als Richtschnur nehmen, 1 mSv durch den Umgang mit dem natürlich radioaktiven Material und beim Radon 3000 Bq/m³. Die Einhaltung dieser Limiten erlaubt auch, dass keine am Bau beteiligte Person als beruflich strahlenexponiert betrachtet werden muss. Das spart erheblich Kosten und ist immer wieder ein gutes Argument um Bauherren dazu zu bringen, das Konzept zur Minimierung der Risiken umzusetzen.

Details des Konzeptes

Umgerechnet auf die Dosisleistung ergeben die 1 mSv/Jahr 0.5 µSv/h bei dauernd besetzten Arbeitsplätzen (2000 h/Jahr) und 2.5 µSv/h bei temporär besetzten Arbeitsplätzen (max. 400 h/Jahr). Die Dosisleistung im Tunnel wird vom Geologen vor Ort gemessen. Bei Überschreitung der 0.5 µSv wird das der Bauleitung mitgeteilt, die dann wenn nötig Beschränkungen der Aufenthaltszeit verfügt, z.B. häufigere Schichtwechsel.

Da die Arbeitsplätze auf der Halde nur temporär besetzt sind, genügt es die Einhaltung der 2.5 microSv/h garantieren zu können. Das wird mit einer kontinuierlichen Messung des über das Förderband abtransportierten Ausbruchmaterials überprüft. Die Messung erfolgt über einen in der

Nähe des Förderbandes installierten Szintillationsdetektor. Die $2.5 \mu\text{Sv/h}$ werden auf der Halde überschritten, wenn das Gestein mehr als 5000 Bq/kg an Uran und Thorium enthält ($300 \text{ ppm U} + 300 \text{ ppm Th}$). Für eine mindestens 100 kg große Probe ergeben diese 5000 Bq/kg eine Dosisleistung von $1 \mu\text{Sv/h}$ in 30 cm Abstand. Der Detektor liefert bei Überschreiten der $1 \mu\text{Sv/h}$ ein Warnsignal, das die Umleitung des Ausbruchmaterials auf eine "heiße Halde" bewirkt.

Falls das Ausbruchmaterial als Betonzuschlagstoff (50% Zuschlag) für Wohnbauten weiter verwendet werden soll, dann muss garantiert werden können, dass das ausgelieferte Material nicht mehr als 500 Bq/kg an U und Th enthält. Was ausgeliefert werden kann, lässt sich durch eine Dosisleistungsmessung auf der Halde feststellen. 500 Bq/kg führen zu $0.3 \mu\text{Sv/h}$ in 1 m Abstand über der Halde.

Für die "heiße Halde" werden Zugangsbeschränkungen festgelegt, die garantieren, dass die Limite von 1 mSv/Jahr nicht überschritten wird. Das Material dieser Halde wird ausschließlich zur Verfüllung von nicht mehr benötigten Hohlräumen, z.B. Teststollen oder Vortunnels verwendet. Die bisherigen Erfahrungen haben gezeigt, dass so das gesamte Volumen der "heißen Halde" problemlos entsorgt werden kann.

Die im Tunnel anfallenden Wässer (Bergwasser und Prozesswasser) und die gefassten Sickerwässer der Deponien werden aufbereitet oder zumindest durch ein Absetzbecken geleitet bevor sie in öffentlich zugängliche Oberflächengewässer eingeleitet werden. Dabei fallen oft stark Eisen- und Manganoxyhydroxid-haltige Schlämme an. Diese Oxyhydroxide adsorbieren Radium und Radonfolgeprodukte aber auch Arsen außerordentlich gut. Das führt nicht nur zu chemisch toxischen, sondern auch radiotoxischen Abfällen die in den meisten Ländern als radioaktiver Abfall betrachtet und entsprechend kostspielig entsorgt werden müssen. In der Schweiz hilft hier der oben erwähnte Ausnahmeartikel für "radioaktiven Abfall" der ausschließlich natürliche Radionuklide enthält. Falls gezeigt werden kann, dass durch den Umgang mit diesem Material niemand einer Jahresdosis von mehr als 1 mSv/Jahr ausgesetzt wird, so fällt das Material nicht unter die Strahlenschutzverordnung. Es kann auf einer normalen Deponie entsorgt werden. Daher ist auch der Umgang mit diesem Abfall Teil des Konzeptes. Dosisleistungsmessungen und spezielle Arbeitsvorschriften, die die Gefahr einer Kontamination minimieren, sollen garantieren, dass die 1 mSv/Jahr Limite eingehalten wird. Insbesondere dürfen diese Schlämme nicht getrocknet werden, da Inhalation des Staubes zu sehr hohen Strahlendosen führen kann.

Vor der Einleitung der Abwässer aus der Baustelle (Bergwasser, Prozesswasser, Sickerwasser) in öffentlich zugängliche Oberflächenwässer werden als Teil dieses Konzeptes regelmäßig Wasserproben auf den Gehalt an Radium und Uran überprüft. Die 1 mSv/Jahr Limite wird eingehalten, falls die mittleren Aktivitätskonzentrationen beim Uran unter 8 Bq/l und beim Radium unter 0.8 Bq/l liegen.

Auch eine eventuelle Erhöhung der Uran- und Radiumkonzentrationen in den Trinkwässern im Umkreis des Baus muss bei der 1 mSv/Jahr Limite berücksichtigt werden. In einem Gebiet mit Uranverzungen sind die U-Konzentrationen im Grundwasser sowieso schon erhöht (Surbeck et al 2006). Es braucht zwar schon sehr viel mehr Uran im Trinkwasser um die gegenwärtig gültigen Schweizer Limiten zu überschreiten, aber zu den von der WHO als unbedenklich angesehenen Werten ist der Abstand nicht so groß.

Zu einer möglichst vollständigen Überwachung der Strahlungsbelastung durch größere Untertagearbeiten gehört daher auch die regelmäßige Bestimmung der U- und Ra-Gehalte in als Trinkwasser genutzten Grundwässern.

Da die Summe aus allen möglichen Belastungspfaden unter 1 mSv/Jahr liegen muss, können nicht alle der oben erwähnten Limiten voll ausgeschöpft werden. Die tatsächlich zu beachtenden Limiten liegen daher zum Teil deutlich tiefer. Die bisherigen Erfahrungen haben aber gezeigt, dass mit einer flexiblen Planung der Materialbewirtschaftung die Limite von 1 mSv/Jahr eingehalten werden kann.

Die Strahlungsbelastung durch Radon am Arbeitsplatz wird in der Schweiz nicht für diese 1 mSv/Jahr Limite angerechnet. Es genügt, die 3000 Bq/m³, oder nach SIA 1000 Bq/m³ im Monatsmittel nicht zu überschreiten. Das ist in der Bauphase dank der intensiven Bewetterung zu schaffen, auch beim Einbruch größerer Mengen stark radonhaltigen Bergwassers. - Das Radon in den Stollen stammt vorwiegend aus dem aus dem Wasser ausgasenden Radon. Trockene Emanation aus dem Gestein ist von untergeordneter Bedeutung. Selbst Wässer mit einigen 100 Bq/l, das Maximum im Wallis lag bisher bei etwa 2000 Bq/l, führen bei nicht zu hoher Schüttung kaum zu Problemen.

Massive Überschreitungen der Limite sind aber beim Einbau der Infrastruktur und beim Unterhalt der installierten Anlagen möglich. Die Luftwechselrate ist da wesentlich kleiner als während der Ausbruchsarbeiten. Da das Radon in der Stollenluft vor allem aus dem eintretenden Bergwasser stammt, sollten möglichst alle Wassereintritte gefasst und in geschlossenen Leitungen abgeführt werden. Es sollte auch vermieden werden, Frischluft über feuchte, nicht verkleidete Stollen (z.B. Fluchtstollen) anzusaugen.

Schlussbemerkungen

Das hier vorgestellte Konzept wurde in den letzten 10 Jahren bei 3 Grossbaustellen in den Schweizer Alpen mehr oder weniger konsequent umgesetzt. Es gab unzählige Widerstände dagegen, auch aus den Reihen der Geologen, aber die Bauherren und die Baufirmen haben erkannt, dass der zusätzliche Aufwand wesentlich weniger kostet als die Reparatur eines Image-Schadens.

Weniger erfreulich ist der Blick über die Grenzen. In Frankreich, Italien und Österreich sind ähnlich große Bauten in wahrscheinlich uranhaltigen Gesteinen geplant oder im Gange, ohne dass Bedenken der lokalen Bevölkerung ernst genommen werden. Es scheint aber auch, dass die Gesetzgebung in diesen Ländern noch keine Notiz davon genommen hat, dass der Umgang mit natürlich radioaktivem

Material anders zu behandeln ist als der Umgang mit echtem, in voller Absicht produziertem radioaktivem Abfall.

Literatur

F. Gilliéron (1988): Zur Geologie der Uranmineralisationen in den Schweizer Alpen. Mit Karte 1:500'000 der Radioaktivitätsmessungen, radiometrischen Anomalien und Uranvorkommen der Schweizer Alpen von F. Gilliéron & T. P. Labhart. - Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Ser. 77.

H. Surbeck, O. Deflorin und O. Kloos (2006), Spatial and temporal variations in the uranium series background in Alpine groundwaters, In : Uranium in the Environment, Mining Impact and Consequences,

B.J.Merkel & A.Hasche-Berger (Eds.), Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2006, p.831-839.

Freitag 21. Oktober 2011

13:30-14:00

Maßnahmenbeurteilung, Wirkungsbeurteilung und Risikoanalyse von Steinschlagschutzwäldern, dargestellt am Beispiel des Gruobenwaldes in der Gemeinde Klosters (CH).

Arthur Sandri¹, Matthias Kalberer²

¹Sektionschef, Bundesamt für Umwelt BAFU, CH-3003 Bern

²Dr. rer. nat., tur GmbH, CH-7260 Davos

Abstract

Protection forest as a biological measure is part of the integral risk management (PLANAT 2004). Since recent times, it is common in the integral risk management, to quantify the effectiveness of technical measures in risk reduction and to compare this benefit with the costs of the measures. Because protection forest as a big landscape element can significantly influence the natural hazard processes, it is necessary to consider it adequately in the hazard assessment and to integrate it in the risk management procedure. There are nevertheless so far no established methods to analyze quantitatively the effects of the protection forest.

For this reason, the Federal Office for the Environment FOEN launched the project 'ProtectBio'. The objective is working up and showing the biological measures in a way, that their effect can be determined according to the current state of the art and be compared with alternative protection measures. Based on the example of the 'Gruobenwald' in the town of Klosters, the assessment of measures, impact and risk of rockfall protection forest is presented. The result allows scenario-based statements to rockfall activity, protection forest effect and risk reduction due to the forest and its variation in relationship to different forest conditions.

1 Einleitung

Seit rund 10 Jahren wird in der Schweiz für den Umgang mit Naturgefahren ein integrales Risikomanagement (1) gefordert. Ein Element des integralen Risikomanagements ist die gleichwertige und aufeinander abgestimmte Berücksichtigung aller möglichen Schutzmassnahmen – also planerischer, organisatorischer, technischer und biologischer Maßnahmen.

Seit einiger Zeit ist es bei technischen Schutzmassnahmen üblich (2), deren Wirksamkeit hinsichtlich Risikoreduktion zu quantifizieren und bei der Maßnahmenplanung den Nutzen den Kosten gegenüberzustellen. Damit biologische Maßnahmen gleichwertig berücksichtigt werden können, ist eine analoge Beurteilung der Wirksamkeit und der Risikoreduktion erforderlich.

Die Beurteilung der Wirkung bestehender Schutzmassnahmen stellt für den Fachmann eine nicht zu unterschätzende Herausforderung dar. Seit 2008 existiert dafür ein Vorschlag für ein nachvollziehbares Vorgehen (3), PROTECT genannt. Bei der praktischen Anwendung hat sich gezeigt, dass technische Maßnahmen damit bewertet werden können, dass eine Anwendung auf biologische Maßnahmen aber nicht ohne weiteres möglich ist.

Aus diesem Grund hat das Bundesamt für Umwelt 2009 das Projekt ‚ProtectBio‘ gestartet, um die biologischen Schutzmassnahmen so aufzuarbeiten und darzustellen, dass ihre Wirkung mittels der vorgeschlagenen Methode (3) beurteilt und mit alternativen Schutzmassnahmen verglichen werden kann. Das Ingenieurbüro tur GmbH, CH-7260 Davos, wurde beauftragt, die Wirkungsbeurteilung und die Risikobewertung für den Prozess Steinschlag an einem Fallbeispiel darzustellen. Die Resultate erlauben szenariobasierte Aussagen zu Steinschlagaktivität, Waldwirkungen und Risikoreduktion durch den Waldeinfluss sowie dessen Variation durch unterschiedliche Waldzustände.

2 Wirkung von Schutzmaßnahmen

Damit Schutzmassnahmen vor Naturgefahren bei der Gefahrenbeurteilung berücksichtigt werden können, hat die Nationale Plattform Naturgefahren (PLANAT) folgende Grundsätze (3) formuliert:

- 1) **Quantifizierbare Wirkungen:** Schutzmassnahmen werden beurteilt, indem ihre Auswirkungen auf die Wahrscheinlichkeit und Intensität eines Prozesses quantifiziert werden. Somit müssen sie eine erkennbare bzw. bestimmbare Wirkung auf den Prozess ausüben.
- 2) **Unsicherheiten:** Sind die Auswirkungen einer Massnahme auf den Prozess kleiner als die Unsicherheiten in der Prozessbeurteilung, wird die Massnahme nicht berücksichtigt.
- 3) **Szenarien:** Bei der Beurteilung von Schutzmassnahmen werden mindestens vier Szenarien betrachtet: Szenarien mit hoher, mittlerer und geringer Eintretenswahrscheinlichkeit sowie ein Szenario für ein extremes Ereignis mit sehr geringer Wahrscheinlichkeit, welches eine bedeutende Mehrbelastung für das untersuchte System darstellt.
- 4) **Systemabgrenzung:** Die Massnahme ist sowohl als Einzelsystem (Bauwerk) als auch in Bezug auf das Gesamtsystem (z.B. Prozessraum, Zusammenwirken von Massnahmen) zu betrachten.
- 5) **Permanente Verfügbarkeit:** Die Wirkung einer Schutzmassnahme muss zum Zeitpunkt der Beurteilung, sowie mit üblichem Unterhalt permanent über einen Zeitraum von 50 Jahren gewährleistet sein.
- 6) **Überwachung und Unterhalt:** Für jede Schutzmassnahme muss die Überwachung, der Unterhalt und bei Mängeln der Ersatz gewährleistet sein.
- 7) **Temporäre Massnahmen:** Temporäre Massnahmen wie die künstliche Lawinenauslösung oder der mobile Hochwasserschutz, werden grundsätzlich nicht berücksichtigt.
- 8) **Geplante Werke:** Falls Schutzmassnahmen in der Raumplanung berücksichtigt werden sollen, muss nach der Realisierung der Massnahmen überprüft werden, ob die Ausführung der Projektierung entspricht (Bauabnahme) und ob die Gefahrenbeurteilung aus der Planungsphase noch gültig ist.
- 9) **Zeit:** Sowohl die Massnahmen als auch die Prozesse bzw. deren Rahmenbedingungen verändern sich mit der Zeit. Die Berücksichtigung von Schutzmassnahmen setzt voraus, dass das System als Ganzes und die Massnahmen im Speziellen unterhalten werden, sowie eine periodische Überprüfung der Gefahrensituation erfolgt.

Damit diese Grundsätze auch auf biologische Maßnahmen wie beispielsweise den Schutzwald angewendet werden können, braucht es eine Verknüpfung zwischen den technischen und den waldbaulichen Begriffen. So gilt nachfolgend:

- Schutzmassnahme = Schutzwald
- Unterhalt = Schutzwaldpflege (waldbaulicher Eingriff)
- Einzelsystem = Waldbestand (z.B. entlang einer Steinschlagtrajektorie)
- Gesamtsystem = Schutzwaldkomplex

3 Allgemeines Vorgehen bei der Beurteilung von Schutzmaßnahmen

Zur Beurteilung von Schutzmassnahmen schlägt die PLANAT ein dreistufiges Vorgehen (3) vor, das prozessspezifisch angepasst werden muss.

Die **Grobbeurteilung** liefert einen ersten Überblick über die Situation. Sie beinhaltet eine Einschätzung der zu erwartenden positiven und negativen Wirkungen und beschreibt deren Relevanz in Bezug auf den gesamten Prozessraum. Mit wenig Aufwand soll geklärt werden, ob die teilweise aufwändige Maßnahmen- und Wirkungsbeurteilung überhaupt sinnvoll ist.

Mit der **Maßnahmenbeurteilung** wird die Zuverlässigkeit von Maßnahmen im Hinblick auf ihre Wirkung auf den betrachteten Gefahrenprozess bestimmt. Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit sind die relevanten Kriterien (4), welche anhand von Szenarien bzw. Gefährdungsbildern beurteilt werden.

Die **Wirkungsbeurteilung** quantifiziert den Einfluss der Maßnahmen auf den Prozessablauf unter Berücksichtigung ihrer Zuverlässigkeit. Pro definiertes Szenario resultieren Intensitäten und Wahrscheinlichkeiten, welche auf Intensitätskarten dargestellt werden. Diese dienen als Grundlage für Risikoanalysen und ev. Gefahrenkarten.

4 Fallbeispiel Gruobenwald, Gemeinde Klosters CH

Das beurteilte Fallbeispiel – der Gruobenwald – liegt westlich von Klosters Dorf auf der rechten Talseite des Prättigaus zwischen 1060 und 1600 m ü.M. Der Hang ist zwischen 55 und 80 % steil und sonnenexponiert. Die Böden sind tiefgründig und skelettreich; es handelt sich um Rendzinen mit Moderauflage. Der Standort entspricht einem ‚Typischen Karbonat-Tannen-Buchenwald‘, der in den höheren Lagen in einen ‚Karbonat-Tannen-Fichtenwald mit Weisssegge‘ übergeht. Der Waldbestand setzt sich zum überwiegenden Teil aus Baumholz zusammen. Die Jungwuchs- und Dickungsstufe fehlt vollständig. Im untersten Hangteil stocken einige Stangen- und schwache Baumhölzer.



Abb. 1: Der
Gruobenwald mit
dem Gefahren-
und
Schadenpotential

Der Untergrund besteht aus Bündnerschiefer, im speziellen dem Prättigauer Flysch. Zwischen harten Sandkalken und Breccien finden sich weiche Mergellagen, welche stark zurückgewittert sind. Dies hat zur Bildung senkrechter bis überhängender Felspartien geführt, welche kleinräumig verfaultet und zerklüftet sind. Massige und fein strukturierte Gesteinsformationen wechseln sich ab; viele Felspartien sind instabil.

Zahlreiche frisch abgelagerte Steine und beschädigte Bäume im Gruobewald zeugen von einer hohen Steinschlagaktivität. Im Ereigniskataster sind zwischen 1975 und 2000 fünf Ereignisse registriert, welche das Schadenpotential erreichten. Aufgrund der Felsstrukturen und der abgelagerten Blöcke im Gelände wurden für das Fallbeispiel folgende Szenarien festgelegt:

<i>Szenario (Jährlichkeit)</i>	<i>Steine</i>	<i>Durchmesser</i>	<i>Geometrie</i>	<i>Gewicht</i>
<i>sehr häufig (0-10)</i>	0.05 m ³	0.4 m	0.5*0.4*0.25	135 kg
<i>häufig (10-30)</i>	0.2 m ³	0.6 m	0.8*0.6*0.4	540 kg
<i>selten – sehr selten (30-300)</i>	2 m ³	1.3 m	1.6*1.3*1	5.5 t

Um die Einwirkungen des Steinschlags auf das Schadenpotential abbilden zu können, wurde eine Steinschlagmodellierung mit Rockyfor 3D (5) durchgeführt. Auf der Basis von Rastern mit einer Rasterweite von 2 m wurden pro Startzelle 20 Ausbrüche simuliert. Pro Berechnungsdurchgang (Szenario rep. Waldzustand) resultierten so rund 375'000 simulierte Steine. Die große Anzahl Steine und das feinmaschige Raster garantierten hochauflösende Resultate, welche Aussagen zu Wahrscheinlichkeiten zulassen.

Das Schadenpotential besteht im Wesentlichen aus Verkehrswegen. Gefährdet sind 900 m der Nationalstrasse A28, 700 m der Kantonalen Verbindungsstrasse Buel-Selfranga sowie 900 m Kommunalstrassen. Dazu kommen 1300 m Bahnlinie, 6 Wohngebäude und 2 Scheunen.

Die durchschnittliche Tagesfrequenz auf der Nationalstrasse A28 beträgt 9'000 Fahrzeuge, auf der Kantonalen Verbindungsstrasse ca. 2'500 Fahrzeuge. Die Höchstgeschwindigkeit ist jeweils auf 80 km/h begrenzt. Die Bahnlinie wird täglich von 73 Zügen mit einer Geschwindigkeit von 65 km/h frequentiert. Die durchschnittliche Zugsbelegung liegt bei 62 Personen.

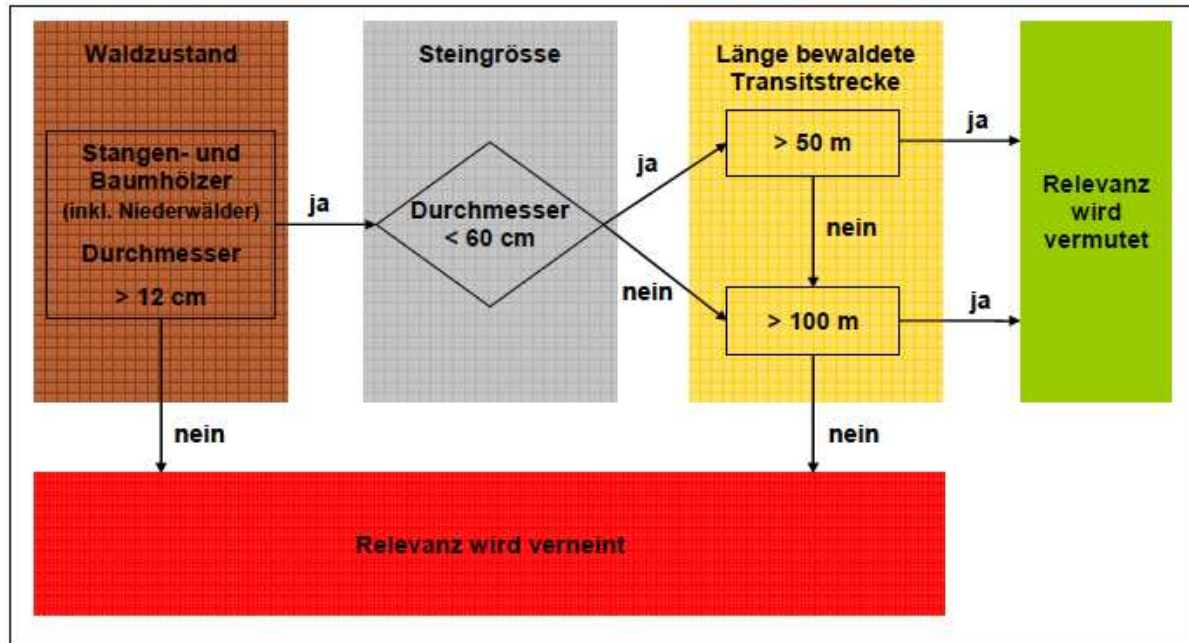
5 Grobbeurteilung

Die Grobbeurteilung liefert einen ersten Überblick der Gefahrensituation. Folgende Grundlagen werden dazu benötigt:

- Angaben zur Prozessquelle (Lage, Stein- und Blockgröße)
- Angaben zur Transitstrecke (Waldentwicklungsstufen, Deckungsgrad, Baumarten, Hindernisse)
- Angaben zum Schadenpotential (Lage, Typ)

Grundvoraussetzung ist natürlich, dass das Schadenpotential von abstürzenden Steinen tatsächlich erreicht werden kann, d.h. das Pauschalgefälle zwischen Ausbruchgebiet und Schadenpotential muss größer als 28° sein.

Aufgrund diverser Tests wird folgendes Schema für die Grobbeurteilung bei Sturzprozessen vorgeschlagen:



Waldzustand Bereits Ereignisse mit kleinen Steinen besitzen Energien, welche die Energieaufnahmefähigkeit eines Jungwaldes (6) um ein Mehrfaches übersteigen. Eine relevante Schutzwirkung gegenüber Steinschlag kann folglich nur von Stangen- und Baumhölzern (inkl. Niederwald) ab einem Brusthöhendurchmesser von 12 cm vermutet werden.

Steingröße Die Grobbeurteilung wird in Abhängigkeit der Steingröße vorgenommen, deren Festlegung gutachtlich erfolgt. Es wird diejenige Gesteinsgröße gewählt, von welcher das größte Risiko vermutet wird, was von der Eintretenswahrscheinlichkeit und der Verletzlichkeit des Schadenpotentials abhängt.

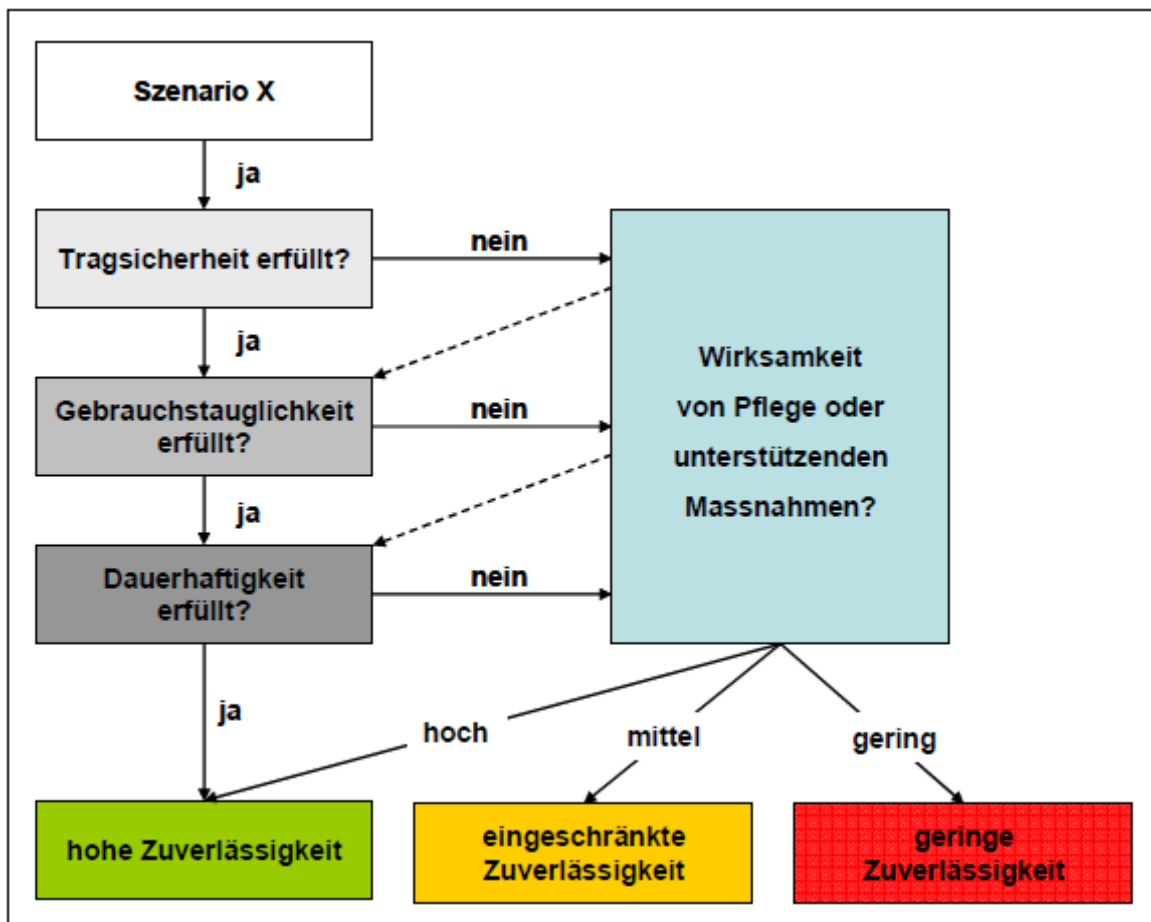
Transitstrecke Unter der bewaldeten Transitstrecke wird die kumulierte bewaldete Länge in Falllinie zwischen Ausbruchgebiet und Schadenpotential verstanden. Öffnungen in der Falllinie unter 20 m Länge können zur bewaldeten Transitstrecke gezählt werden, wenn darin genügend liegende Stämme oder hohe Stöcke vorhanden sind. Größere Öffnungen zählen nicht zur bewaldeten Transitstrecke. Für kleine Steine mit einem Durchmesser unter 60 cm wird ab einer bewaldeten Transitstrecke von 50 m eine relevante Schutzwirkung vermutet. Für größere Steine beträgt die Anforderung an die bewaldete Transitstrecke 100 m.

Der Gruobewald besteht aus Stangen- und Baumhölzern. Die bewaldeten Transitstrecken betragen über 100 m. Demzufolge wird eine relevante Schutzwirkung vermutet.

6 Maßnahmenbeurteilung

Das Ziel der Maßnahmenbeurteilung ist die Bestimmung der Zuverlässigkeit (4) einer Maßnahme im Hinblick auf ihre Wirkung auf den betrachteten Prozess. Im vorliegenden Fall geht es um die Bestimmung der Zuverlässigkeit des Schutzwaldes im Hinblick auf seine Wirkung gegenüber Stein- und Blockschlag.

Die Zuverlässigkeit wird anhand der Kriterien Tragsicherheit (3), Gebrauchstauglichkeit (3) und Dauerhaftigkeit (3) beurteilt. Sind alle Kriterien erfüllt, wird von einer hohen Zuverlässigkeit ausgegangen. Ist ein Kriterium nicht oder nur ungenügend erfüllt, wird die Wirksamkeit von Unterhalts- und Reparaturmaßnahmen geprüft. Je nach deren Wirksamkeit wird eine hohe, eingeschränkte oder geringe Zuverlässigkeit attestiert.



Die **Tragsicherheit** beschreibt die Fähigkeit eines Tragwerks, einen für die anzunehmenden Einwirkungen ausreichenden Tragwiderstand entsprechend einer festgelegten Zuverlässigkeit zu gewährleisten. Im Fallbeispiel ist die Tragsicherheit gewährleistet, wenn die zu erwartenden Gesteinsenergien die Energieaufnahmefähigkeit der Waldbestände nicht übersteigt. Die zu erwartenden Gesteinsenergien sind abhängig von der Gesteinsgröße, den Geländeverhältnissen und den Absturzhöhen (Initial-energie). Das maßgebende Kriterium zur Beurteilung der Tragfähigkeit eines Schutzwaldes in Bezug auf Steinschlag ist die kumulierte Bestandesgrundfläche. Diese Größe widerspiegelt die Energieaufnahmefähigkeit der Waldbestände und steht für die Anzahl potentieller Baumkontakte. Sie wird aus der Grundfläche der Bestände und der bewaldeten Transitstrecke entlang von Hangprofilen ermittelt. Angaben zur Tragfähigkeit von Steinschlagschutzwäldern in Abhängigkeit

ihrer Bestandesgrundfläche sind Gegenstand von aktuellen Forschungsarbeiten (6). Aufgrund erster Resultate wurden folgende Kriterien verwendet:

- Kumulierte Bestandesgrundfläche
- < 5 = Tragsicherheit ungenügend
 - 5 - 10 = Tragsicherheit mäßig, für Steine < 60 cm erfüllt
 - 10 - 30 = Tragsicherheit gut, für Steine > 60 cm erfüllt
 - > 30 = Tragsicherheit sehr gut

Die **Gebrauchstauglichkeit** beschreibt die Fähigkeit eines Tragwerks, die Funktionstüchtigkeit in Bezug auf die festgelegten Nutzungsanforderungen während des Einsatzes zu gewährleisten. Im Fallbeispiel beschreibt die Gebrauchstauglichkeit die Funktionstüchtigkeit des gesamten Waldkomplexes in Bezug auf seine Schutzwirkung. Während die Tragsicherheit anhand von einzelnen Profilen ermittelt wird, beschreibt die Gebrauchstauglichkeit auch die Situation zwischen den Profilen. Neben der Länge der bewaldeten Transitstrecke werden auch allfällige Lücken beurteilt. Besitzen durchgehende Öffnungen zwischen Entstehungsgebiet und Schadenpotential wie Runsen einen wesentlichen Einfluss auf die Gefährdung des Schadenpotentials, werden sie separat beurteilt. Damit wird verhindert, dass aufgrund einzelner Problemstellen die Zuverlässigkeit des ganzen Waldkomplexes in Frage gestellt wird. Folgende Kriterien wurden verwendet:

- Strukturanforderungen
- Länge der bewaldeten Transitstrecke
 - Lückengröße nach NaiS (7)
 - Durchgehende Runsen

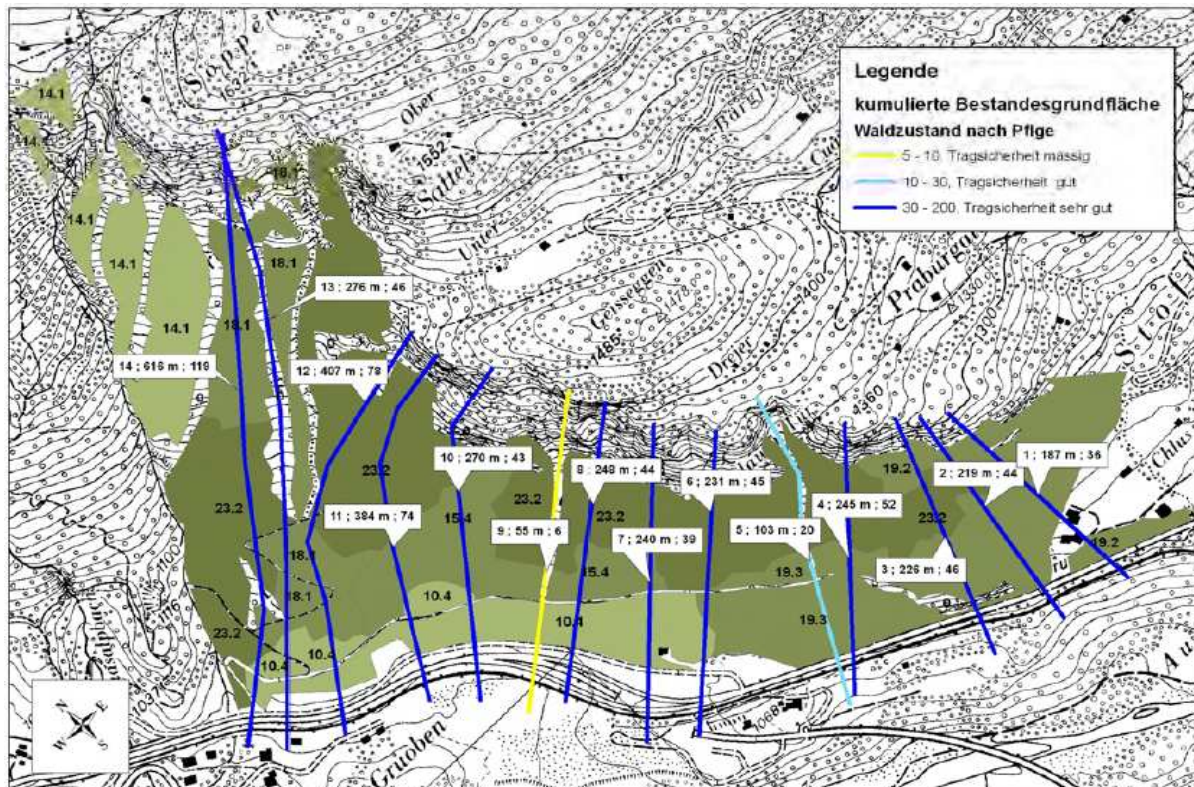


Abb. 2: Nachweis der Gebrauchstauglichkeit: Auf Basis der Grundflächen der Waldbestände (schwarze Zahlen) wird entlang von Profilen die kumulierte Bestandesgrundfläche ermittelt. Angaben in den weißen Kästchen: Profilnummer; bewaldete Transitstrecke; kumulierte Bestandesgrundfläche

Die **Dauerhaftigkeit** beschreibt die Erfüllung der Anforderungen an Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit im Rahmen einer vorgesehenen Nutzungsdauer. In PROTECT (3) wird die Nutzungsdauer für Schutzmassnahmen vor Naturgefahren auf 50 Jahre festgelegt. Entscheidend für die Dauerhaftigkeit von Schutzwald ist sein aktueller Zustand und davon ausgehend seine zukünftige Entwicklung in den nächsten 50 Jahren. In die Überlegungen zur zukünftigen Entwicklung sind neben walddynamischen Faktoren auch mögliche Gefährdungsbilder wie Sturmschäden, Waldbrand oder Wildverbiss einzubeziehen. Sind Gefährdungsbilder außerordentlich selten oder muss nur mit geringen Schäden gerechnet werden, kann anhand von Risikoüberlegungen die Gefahr als nicht relevant beurteilt werden. Folgende Kriterien für die Dauerhaftigkeit gelten:

- Verjüngung
- standortbezogene Anforderungen an Verjüngung nach NaiS (7)
 - nachhaltiger Bestandesaufbau
 - Gefährdungsbilder

Unterhalts- und Reparaturmaßnahmen entsprechen im Schutzwald die **Schutzwaldpflege und unterstützende Maßnahmen** wie hohe Stöcke, liegendes Holz und Asthaufen. Für einen nachhaltigen Bestandesaufbau - insbesondere für eine nachhaltige Verjüngung - sind Pflegeeingriffe zur Einleitung der Verjüngung, zur Unterstützung und Regulierung des Aufwuchses und zur Verbesserung der Bestandesstabilität unerlässlich. Damit kann die Dauerhaftigkeit und die permanente Erfüllung der Schutzwirkung gewährleistet werden. Durch die Entnahme von Bäumen wird aber kurz- und mittelfristig die Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit nicht verbessert, sondern reduziert. Die Schutzwirkung gegen Steinschlag nimmt ab. Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit von Steinschlagschutzwäldern lassen sich nur mithilfe von unterstützenden Maßnahmen verbessern; Stöcke sollten ca. 1.3 m hoch sein und Querfällungen etwa dem Steindurchmesser entsprechen und 70° schräg zur Falllinie eingelegt werden (6).

Im Fallbeispiel Gruobenwald weist der Wald längs der meisten betrachteten Hangprofile eine sehr gute Tragsicherheit auf, außer auf den Profilen 5 und 9. Diese Profile repräsentieren jedoch nur eine sehr kleine Fläche des Waldes und die Runsen sind von geringer Breite, weshalb das Risiko für das Schadenpotential nur geringfügig erhöht wird. Deshalb wird die Tragsicherheit für alle Szenarien als erfüllt betrachtet, ebenso wie die Gebrauchstauglichkeit. Die Anforderungen an die Verjüngung sind hingegen in keiner Weise gegeben. Größtenteils ist gar keine Verjüngung vorhanden und es ist mit erheblichem Wildverbiss zu rechnen. Die Dauerhaftigkeit ist somit nicht erfüllt. Die Wirksamkeit von Pflege und unterstützenden Maßnahmen wird als mittel eingestuft, weil mehr als ein Eingriff notwendig sein wird, um genügend Verjüngung zu erhalten. Zudem ist die Entwicklung der Wildschadensituation ungewiss. Gegenüber Sturm und Waldbrand ist das Prättigau nur schwach exponiert, weshalb diese Gefährdungsbilder nicht relevant sind. Nachdem Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit erfüllt sind, die Dauerhaftigkeit jedoch nicht und die Wirkung von Pflege und unterstützenden Maßnahmen als mittel beurteilt wurde, resultiert für den Gruobenwald eine eingeschränkte Zuverlässigkeit.

7 Wirkungsbeurteilung

Vorab zur Wirkungsbeurteilung wurde die Steinschlagsimulation mit Rockyfor 3D (5) durchgeführt. Als probabilistisches, prozessbasiertes, räumliches Simulationsmodell können damit räumliche Strukturen wie Blößen und Runsen genauso explizit und realistisch modelliert werden wie Baumkontakte. Auf der Grundlage der Waldbestandeskarte wurden für jeden Bestand mittlerer Durchmesser, Stammzahl pro Hektar und deren Standardabweichung ermittelt und daraus eine Baumliste, welche Koordinaten und Durchmesser enthält, generiert. Alle Modellierungen wurden mit derselben Baumliste durchgeführt. Für die Simulation eines Pflegeeingriffs wurden aus der Baumliste Bäume gestrichen. Dies erfolgte im GIS, wobei Seillinien realitätsnah nachgestellt werden können.

Um Aussagen über die Wirkung des Schutzwaldes machen zu können, wurden drei Waldzustände miteinander verglichen:

- ohne Wald
- Waldzustand heute
- Waldzustand nach starkem Pflegeeingriff (Entnahme von 30% des Vorrats)

Kombiniert wurden diese drei Waldzustände mit den definierten drei Szenarien (Kapitel 4), womit sich neun Berechnungsdurchgänge à rund 375'000 simulierte Steine ergaben.

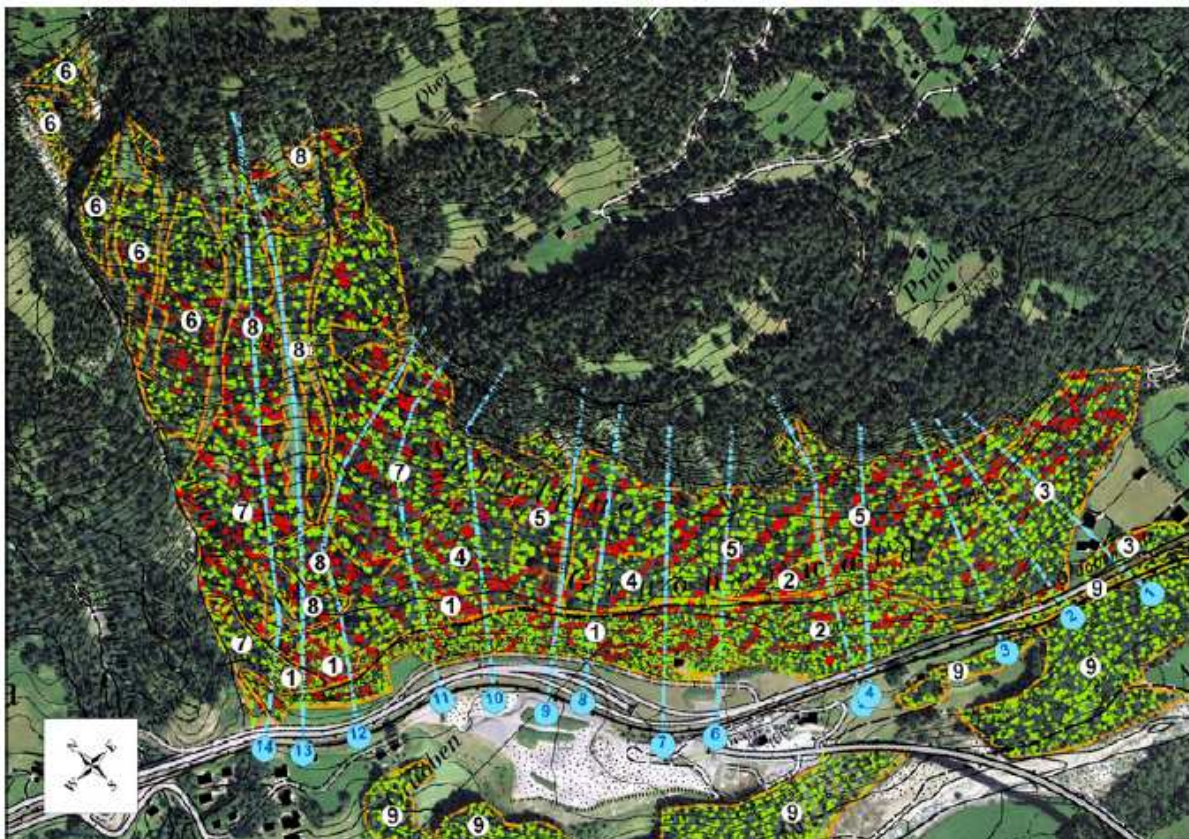


Abb. 3: Bei der Steinschlagmodellierung berücksichtigte Waldbestände, Pflegeeingriffe und Hangprofile. Grün: verbleibender Bestand, rot: ausscheidender Bestand, orange: Bestandesgrenzen mit Bestandesnummern (weiß, hellblau: Hangprofile mit Nummern (blau)

Das **Pauschalgefälle** bezeichnet den Winkel zwischen Ausbruchs- und Ablagerungsstelle. Im Mittel ist das Pauschalgefälle im Wald wegen der Energieaufnahmefähigkeit wesentlich steiler als ohne Wald. Ein weiterer Einflussfaktor ist die Blockgröße. Je größer die Steine, desto flacher das Pauschalgefälle. Abbildung 4 zeigt die Mittelwerte der Pauschalgefälle aller modellierten Szenarien. Sie liegen im Bereich zwischen 33° und 40°. Es ist jedoch zu beachten, dass die einzelnen Werte der Szenarien eine starke Streuung besitzen.

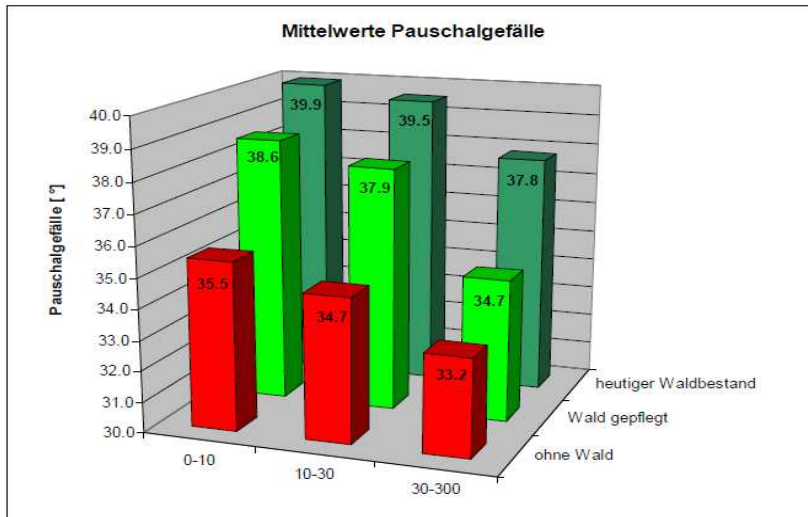


Abb. 4: Pauschalgefälle

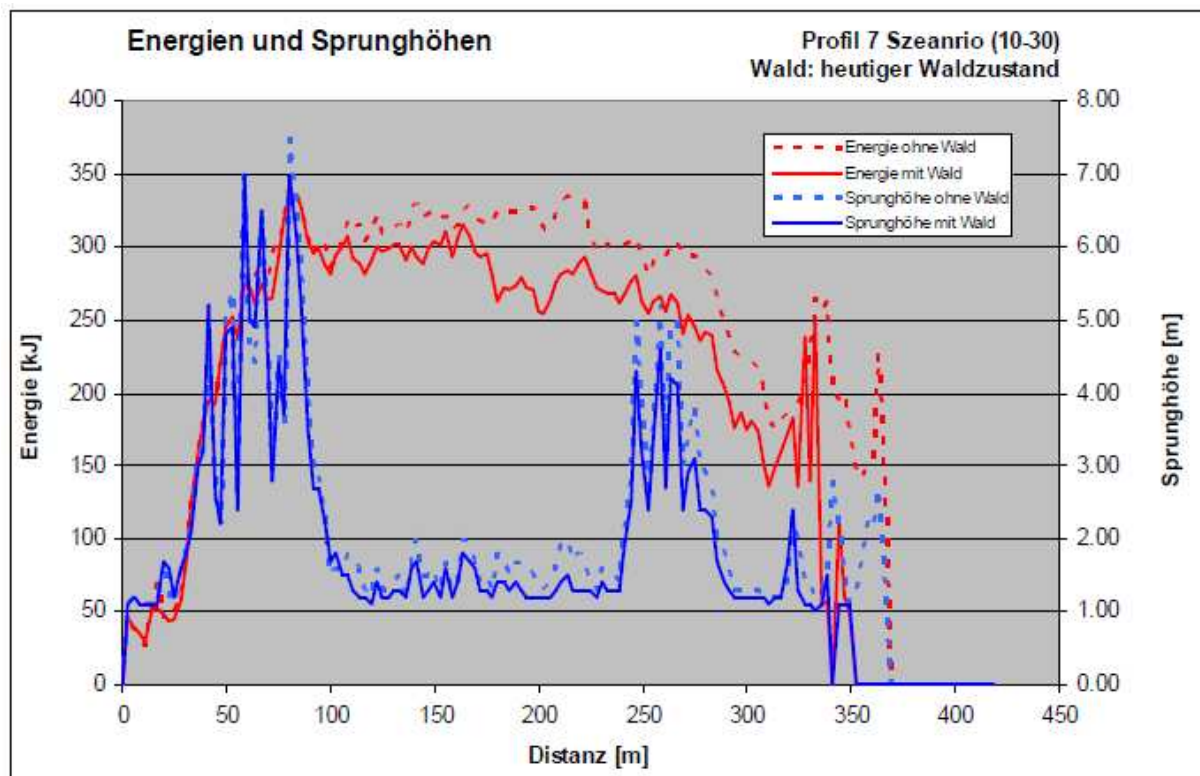


Abb. 5: Die maximalen Werte (95% Quantil) für die kinetische Energie und die Sprunghöhen werden durch Wald nur geringfügig reduziert. Bewaldet ist der Abschnitt zwischen 75 m und 315 m.

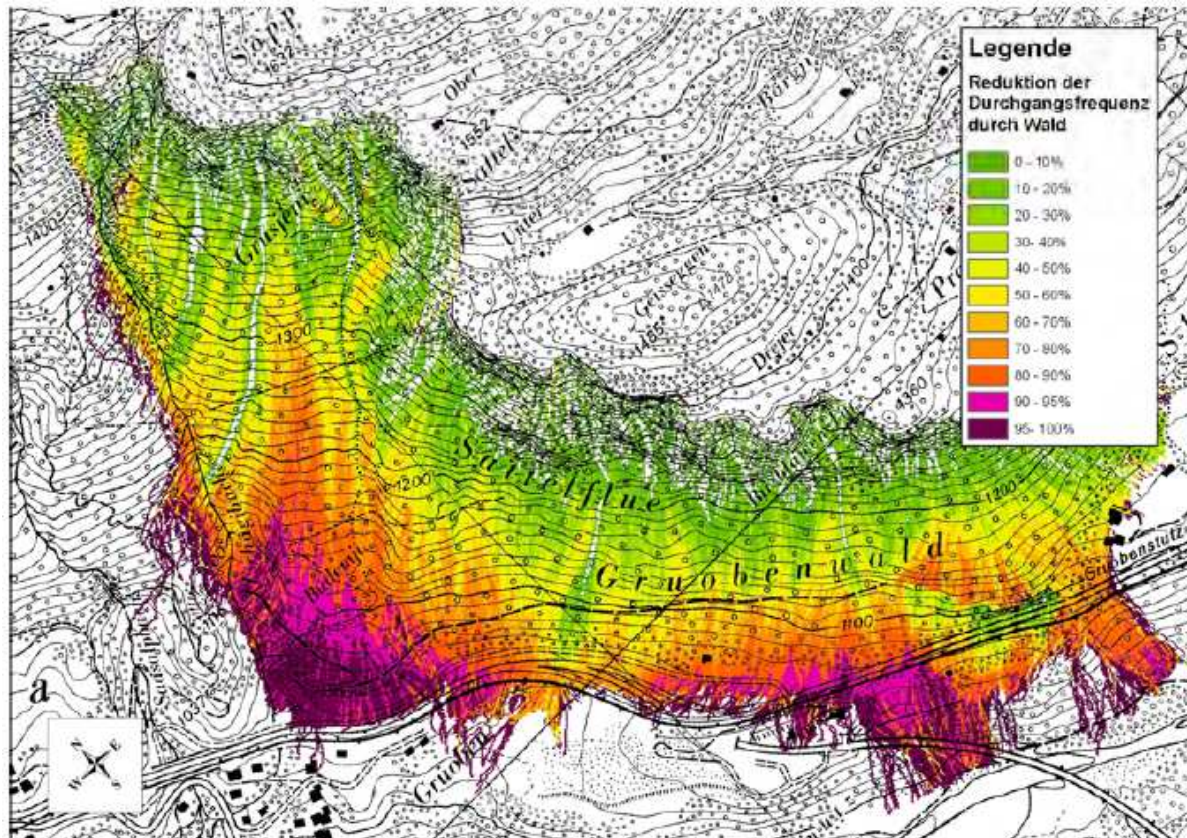


Abb. 6: Reduktion der Durchgangsfrequenz in Prozent zur Durchgangsfrequenz „ohne Wald“ für das häufige Szenario nach Pflegeeingriff.

Die maximalen **kinetischen Energien** variieren stark mit der Blockgröße, nicht aber mit dem Waldzustand. Das heißt nichts anderes als dass einzelne Blöcke, welche diese Maximalwerte ergeben, durch den Wald wenig beeinflusst werden. Als maximal wird das 95%-Quantil aller Modellierungen bezeichnet. Für sehr häufige Ereignisse mit Gesteinsdurchmesser bis 40 cm wurden im Bereich der Strasse Energien bis maximal 100 kJ berechnet. Steine mit einem Durchmesser bis 60 cm haben bereits Energien bis 400 kJ. Bei seltenen bis sehr seltenen Ereignissen mit Gesteinsdurchmessern bis 1.3 m wurden im Straßenbereich Energien von knapp über 5'000 kJ berechnet.

Die Anzahl der modellierten Blockdurchgänge charakterisiert die **Durchgangsfrequenz**. In Bezug auf die Anzahl gestarteter Steine kann diese auch als Wahrscheinlichkeit ausgedrückt werden. Der Schutzwald hält Steine zurück und reduziert so die Anzahl Steindurchgänge. Vergleicht man die modellierten Durchgangsfrequenzen der bewaldeten mit den unbewaldeten Szenarien, wird der Einfluss des Waldes deutlich. In Abb. 6 ist die Reduktion der Durchgangsfrequenz des häufigen Szenarios nach Pflegeeingriff im Verhältnis zum entsprechenden Szenario ohne Wald dargestellt. Man erkennt deutlich die unbewaldeten Runsen, welche kaum einen Einfluss auf die Reduktion der Steinschlagaktivität haben.

Der Schutzwald wirkt demnach vor allem dadurch, dass er Steine zurückhält und die Durchgangsfrequenzen massiv senkt. Die maximale Auslaufstrecke der Steine – wie die maximalen Energien und Sprunghöhen – wird hingegen nur sehr geringfügig beeinflusst.

Bereits nach einer bewaldeten Hanglänge von rund 150 m wird rund die Hälfte der Steine zurückgehalten. Auf dem Wanderweg lagern sich – wie auch im Feld beobachtet – viele Steine ab. Mit Wald tritt dieser Effekt verstärkt in Erscheinung. Durch den Wald werden die Geschwindigkeiten und Sprunghöhen vieler Steine reduziert; dadurch tritt auch die Wirkung natürlicher Hindernisse verstärkt in Erscheinung.

Entlang der Hangprofile wurde zwischen Entstehungsgebiet und unterem Waldrand die kumulierte Grundfläche und beim unteren Waldrand die Reduktion der Durchgangsfrequenzen bestimmt. Abb. 7 zeigt den positiven Zusammenhang zwischen der Reduktion der Durchgangsfrequenzen und der kumulierten Grundfläche. Je größer die modellierten Steine, desto geringer wird der Waldeinfluss auf die Reduktion der Durchgangsfrequenz. Hier scheint sich eine Art ‚Dimensionierungsgrenze‘ für den Schutzwald abzuzeichnen.

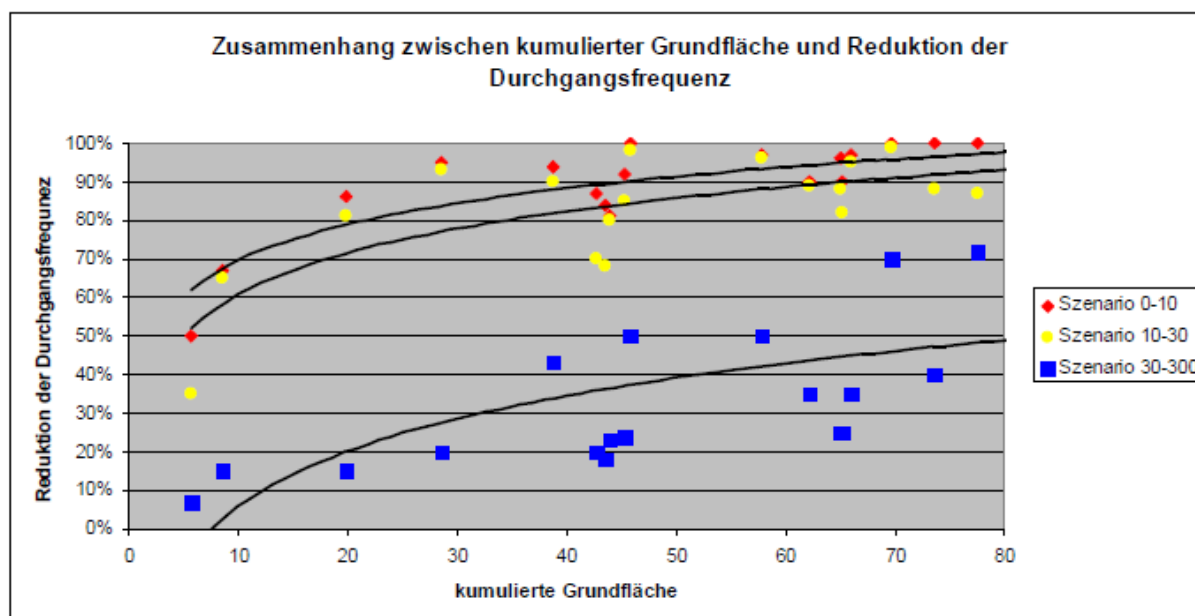


Abb. 7: Die Wirkung des Waldes nimmt mit der kumulierten Grundfläche zu. Je größer die modellierten Steine, desto geringer der Waldeinfluss auf die Reduktion der Durchgangsfrequenz.

8 Risikoanalyse

Ziel der Risikoanalyse ist die Bewertung der Wirkung von Schutzmassnahmen in Bezug auf das Ausgangsrisiko, ausgedrückt als Risikoreduktion. Im Fallbeispiel geht es um die Bedeutung der Wirkung des Schutzwaldes in Bezug auf Steinschlag. Aus Aufwandgründen blieben die weniger wichtigen Teile des Schadenpotentials und gewisse Risikosituationen unberücksichtigt. Berücksichtigt wurden nur Personenschäden in Fahrzeugen auf der National- und Kantonsstrasse durch Direkttreffer bei normalen Verkehrslagen. Allfällige Sperrungen, Stausituationen, Auffahrunfälle, Sachschäden und weitere Schadenbilder wurden weggelassen.

Die Risikoanalyse basiert auf dem Risikokonzept für Naturgefahren RIKO (2). Grundlage für die Berechnung sind die mit den Simulationsergebnissen erhaltenen Intensitätskarten. Die Reduktion der Steinschlagaktivität durch den Schutzwald wird bei der räumlichen Auftretenswahrscheinlichkeit mitberücksichtigt.

Das Risiko pro Szenario R_j setzt sich aus der Wahrscheinlichkeit p_j eines gefährlichen Szenarios j multipliziert mit dem wahrscheinlichen Schadenausmaß A_j zusammen. Das Gesamtrisiko ergibt sich aus der Summe der einzelnen Risiken, wobei die Häufigkeit des Szenarios p_j angenähert wird als Differenz der Überschreitenswahrscheinlichkeit zweier benachbarter Szenarien. Das Schadenausmaß pro Szenario A_j besteht aus der monetarisierten Summe der Schadenausmaße unterschiedlicher Expositionssituationen k von Personen in Fahrzeugen entlang von Strassen durch Direkttreffer $A_w(PS)_{j,k}$. Die Anzahl sich im Prozessraum aufhaltender Fahrzeuge richtet sich nach der durchschnittlichen täglichen Verkehrsfrequenz DTV, der Geschwindigkeit der Fahrzeuge v und der Länge des gefährdeten Streckenabschnitts g . Neben der Anzahl der Fahrzeuge ist die Wahrscheinlichkeit von Steinschlagtreffern auf Fahrzeuge (Direkttreffer) abhängig von der räumlichen Auftretenswahrscheinlichkeit der Steine $p(rA)$. Die Anzahl der Todesfälle bei Direkttreffern wird anhand des durchschnittlichen Besetzungsgrades der Fahrzeuge β und des Letalitätsfaktors λ , welcher von der Prozessintensität abhängt, berechnet.

Die so berechneten Werte ergeben für das Risiko Direkttreffer einen durchschnittlichen jährlichen Schadenerwartungswert von:

Risiko [Fr./a]	heute	Waldzustand nach Pflege	ohne Wald
sehr häufig (0-10)	2'746	8'056	42'745
häufig (10-30)	1'826	2'755	11'311
selten - sehr selten (30-300)	531	755	1'633
Total	5'103	11'565	55'689

Ohne Wald beträgt das Steinschlagrisiko von Personenschäden in Fahrzeugen durch Steinschlagtreffer pro Jahr rund SFr. 55'000.-. Der bestehende Schutzwald reduziert dieses auf aktuell lediglich SFr. 5'000.- pro Jahr. Mit den geplanten Schutzwaldpflegemaßnahmen steigt es vorübergehend auf rund SFr. 11'500.- pro Jahr an. Der Schutzwald besitzt also einen maßgebenden Einfluss auf das Steinschlagrisiko. Der heutige Wald vermag dieses Risiko im Vergleich zur unbewaldeten Situation um über 90% zu reduzieren. Auch nach erfolgtem Pflegeeingriff beträgt die Risikoreduktion immer noch knapp 80%. Klar zeigt sich auch, dass der Schutzwald besonders gut gegenüber häufigen und sehr häufigen Ereignissen wirkt.

Die Reduktion des jährlichen Schadenerwartungswertes durch den Schutzwald beträgt zwischen SFr. 44'000.- und SFr. 50'000.-. Dies ergibt bei 40 ha Schutzwald einen Nutzen von über SFr. 1'100.- pro Hektar und Jahr. Demgegenüber stehen Kosten für die Schutzwaldpflege von SFr. 12'500.- pro Eingriff und Hektar. Um einen nachhaltigen Bestandaufbau und eine hohe Schutzwirkung zu erreichen, erfolgt die Schutzwaldpflege kontinuierlich. Das Pflegeintervall beträgt durchschnittlich rund 15 Jahre. Folglich betragen die durchschnittlichen jährlichen Kosten rund SFr. 34'000.- oder SFr. 850.- pro Hektar und Jahr. Das Verhältnis zwischen Nutzen und Kosten ist mit einem Faktor 1.3 positiv. Dies, obschon nur das Steinschlagrisiko von Personenschäden in Fahrzeugen durch Direkttreffer in die Betrachtung eingeflossen ist. Würde man die Risikoberechnung auf das gesamte

Schadenpotential (Bahnlinie, Gebäude) ausdehnen, Auffahrunfälle, Sachschäden, indirekte Schäden und andere Naturgefahrenprozesse wie Lawinen mitberücksichtigen, dann wäre der Nutzen des Waldes um ein Vielfaches höher.

9 Diskussion, Ausblick

Das Fallbeispiel hat gezeigt, dass grundsätzlich die Vorgehensweise zur Beurteilung der Wirkung von Schutzmassnahmen nach PROTECT (3) auch auf den Schutzwald (biologische Maßnahmen) übertragen werden kann. Allerdings sind dazu einige Anpassungen und Begriffsklärungen notwendig. Für den Prozess Stein- und Blockschlag sind auch quantifizierbare Aussagen zu den Auswirkungen auf Wahrscheinlichkeit und Intensität möglich. Dies wird bei anderen Prozessen wie z.B. Rutschungen ungleich schwieriger.

Die neue Generation von probabilistischen, räumlichen Simulationsmodellen für Steinschlag erlaubt in Verknüpfung mit GIS-Daten nicht nur Aussagen zu Maximalwerten wie Sprunghöhen und Energien, sondern auch Aussagen zu potentiellen Baumtreffern, Ablenkungen und Durchgangsfrequenzen. Damit kann auch die Wirkung von unterschiedlichen Waldzuständen simuliert werden. Denkbar ist auch die Verknüpfung mit LiDAR-Daten, womit die größtmögliche Realitätsnähe des Modells erreicht wäre.

Bei der Berücksichtigung von Bestandeslücken, Öffnungen und Runsen bestehen noch Unklarheiten, vor allem hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit. Blößen und Runsen gehören zu Steinschlagschutzwäldern und müssen im Gesamtkontext betrachtet werden. Nicht nur die Größe und Anzahl der Lücken ist für die Gefährdung entscheidend, sondern auch deren Lage im Transitgebiet. Hier sind weitere Arbeiten (6) notwendig, damit einfach handhabbare Kriterien gefunden werden können.

Das präsentierte Vorgehen eignet sich – mit Ausnahme der Grobbeurteilung – nicht für eine flächendeckende Anwendung. Hingegen können für bestimmte, einzelne Schutzwaldkomplexe sehr detaillierte Aussagen bis hin zu den Auswirkungen von waldbaulichen Eingriffen auf das Risiko gemacht werden. Es ist ein Instrument für die detaillierte Beurteilung einzelner Objekte und nicht zur Gewinnung von flächendeckenden Übersichten. Weil detaillierte Angaben zum Gefahrenpotential, zum Schadenpotential und zum Waldbestand im Transitgebiet vorhanden sein müssen, ist an eine programmierte Abarbeitung einzelner Beurteilungsschritte nicht zu denken.

Literatur:

- (1) PLANAT 2004: *Sicherheit vor Naturgefahren, Vision und Strategie. PLANAT-Reihe 1/2004.*
- (2) Bründl Michael (Ed.) 2009: *Risikokzept für Naturgefahren – Leitfaden. Nationale Plattform für Naturgefahren PLANAT, Bern. 420 S.*
- (3) Romang Hans (Ed.) 2008: *Wirkung von Schutzmassnahmen. Nationale Plattform Naturgefahren PLANAT, Bern. 289 S.*
- (4) SIA 2003b: *Einwirkungen auf Tragwerke. SIA Norm 261. Schweiz. Ingenieur und Architekten Verein, Zürich.*

- (5) Dorren L.K.A. 2011: *Rockyfor3D revealed – Transparent description of the complete 3D rockfall model.* ecorisQ paper, www.ecorisq.org. 28 S.
- (6) Dorren Luuk, Berger Frédéric 2005: *Stem breakage of trees and energy dissipation during rockfall Impacts.* *Tree Physiology* 26, 63-71.
- (7) Frehner Monika (Ed.) 2005: *Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. Wegleitung für Pflegemassnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion.* *Vollzug Umwelt.* Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern. 564 S.

Freitag 21. Oktober 2011

14:00-14:30

Qualitative und quantitative Ansätze zur Beurteilung von Gefährdungen und Risiken bei Sturzprozessen

Thomas Sausgruber¹, Michael Mölk¹ und Ivo Schreiner²

¹ Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung, Geologische Stelle, Liebeneggstraße 11, 6020 Innsbruck

² Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung, Gebietsbauleitung Mittleres Inntal, Liebeneggstraße 11, 6020 Innsbruck

Stürze sind wie viele andere Naturgefahren als wiederkehrende Ereignisse zu sehen. Im Gegensatz zu Hochwässern aber, wo aus den meteorologischen Bedingungen relativ gute Vorhersagen ableitbar sind, ist die Prognostizierbarkeit des zeitlichen Eintretens bei Stürzen nur selten gegeben. Viele Stürze erfolgen spontan und meist ohne merkliche Vorankündigung. Die Ursachen dafür sind komplexer Natur und als Auslöser können Faktoren wie Frost-/Tauwechsel, intensive Niederschläge, progressives Risswachstum u.v.m. in Frage kommen.

Gerade im Bereich des Steinschlags wurde in den letzten beiden Jahrzehnten durch die Entwicklung von Steinschlagschutznetzen viel in Schutzmaßnahmen investiert. Beispielsweise betragen die Investitionskosten 2009 der durch den Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung in Tirol umgesetzten Steinschlagschutzmaßnahmen ca. eine Million Euro; Tendenz steigend. Dies erfordert im zunehmenden Maße eine Entscheidungsgrundlage für Betroffene und Investoren, welche eine realistische Bewertung des Risikos inkludieren sollte.

Aufgrund der naturgegebenen Unschärfen hat sich hierfür ein Risikomanagement auf Grundlage und Angabe von konditionalen Wahrscheinlichkeiten bewährt. Die *Konditionale Wahrscheinlichkeit R* respektive das Risiko, dass ein Objekt einen Schaden erleidet oder eine Person verletzt oder getötet wird, lässt sich durch

$$R = P(L_i) \times P(T:L) \times P(S:T) \times V(D_i)$$

ausdrücken. Dabei stellen

R...Personenbezogenes bzw. Objekt-Risiko.

P(L_i)...jährliche Eintrittswahrscheinlichkeit eines Sturzereignisses mit der Magnitude „i“.

P(T:L)...Wahrscheinlichkeit eines Sturzereignisses mit der Magnitude „i“, das ein gefährdetes Objekt oder Person erreicht.

P(S:T)...Trefferwahrscheinlichkeit, i. e. zeitliche und räumliche Wahrscheinlichkeit, das Objekte oder Personen mit dem Ereignis zusammenfallen.

V(D_i)...Verletzlichkeit (Vulnerabilität) von Objekten oder Personen bei einem Ereignis mit der Magnitude „i“.

Im Vortrag wird an einem Fallbeispiel ein möglicher Weg einer Risikoanalyse durch Anwendung und Kombination qualitativer und quantitativer Methoden aufgezeigt.

ABENDVORTRAG

Freitag 21. Oktober 2011

19:30-21:00

Geoforum Tirol, Ötztal Tourismus und Raiffeisen präsentieren:

Feuerball über dem Ötztal

Asteroidenexplosion als Ursache für den Bergsturz von Köfels?

Vortrag von Mark Hempsell
Universität Bristol (UK)

Freitag, 21.10.2011
im Kurzentrum
Umhausen
Beginn: 19:30 Uhr
Eintritt: frei

In die antike Tonscheibe von Ninive sind Hinweise auf den Bergsturz von Köfels geritzt. Das Kundenmagazin der Raiffeisenbank Vorderes Ötztal, "Der Vordere Ötztaler", berichtete von der atemberaubenden Theorie der britischen Forscher Alan Bond und Mark Hempsell und dem Zusammenhang mit Sodom und Gomorrha und Ötzi. Im Rahmen des Geoforums in Umhausen berichtet nun Mark Hempsell über die Ergebnisse der Forschungen und die Entschlüsselung der geheimnisvollen Zeichen auf der Scheibe von Ninive.



Raiffeisen
Meine Bank



POSTER

POSTER

Dekor- und Naturstein in Südtirol – Rohstoffe mit Geschichte und Zukunft

Dr. Ulrich Obojes, Dr. Volkmar Mair & Dr. Ludwig Nössing

Amt für Geologie und Baustoffprüfung, Autonome Provinz Bozen-Südtirol, Eggentalerstr. 48, I - 39053 Kardaun

Es ist unumstritten, dass eine große Vielzahl von Bauwerken und Kunstobjekten weltweit aus Naturstein besteht. Der Rohstoff Stein spielt eine entscheidende Rolle für die Bau-, Zement- und chemische Industrie aber auch für das Kunsthandwerk und die Architektur. Die Betrachtung der Vorkommen, der Verwendung und der materialtechnischen und petrophysikalischen Eigenschaften der verschiedenen Gesteine stellt einen wichtigen Beitrag für den sachkundigen und gewissenhaften Umgang mit diesen natürlichen Materialien dar.

Neben Grundlagenuntersuchungen spielt eine oftmals bestehende Zusammenarbeit von Ingenieuren, Geologen, Architekten, Restauratoren, Forschern, dem Steingewerbe und der Industrie in einer interdisziplinären und vernetzten Form eine zentrale Rolle. Dies kann dazu dienen, um die bestmöglichen Maßnahmen zum Erhalt des kulturellen Natursteinerbes treffen zu können und um die weitere Verwendung der regionalen Gesteine und Gesteinsrohstoffe in einer nachhaltigen Art und Weise zu gewährleisten. Für die Alpenregionen stellt eine derartige Vernetzung ein besonderes Anliegen dar, denn die Vielfalt der Gesteine in diesem Gebiet ist beträchtlich und ihre Anwendung als Bau- und Werkstoff über Jahrtausende hindurch hat ein erhaltenswertes Erbe geschaffen. Zudem erfordern die alpinen landschaftlichen Gegebenheiten ein hohes Maß an raumplanerischer Sensibilität und bergmännischem Gespür.

Mehrere Südtiroler Institutionen liefern durch Dienstleistungen und Forschungsaktivitäten wertvolle Impulse zum Thema Dekor- und Naturstein:

- Amt für Geologie und Baustoffprüfung der Autonomen Provinz Bozen–Südtirol: das zusammen mit der Universität Innsbruck, Arbeitsbereich für Materialtechnologie (MTI) und weiteren regionalen Partnern bis 2013 ein InterregIVA Projekt (GeoResources) durchführt und die Natursteinressourcen in Nord-, Ost- und Südtirol beleuchtet.
- Innovation Park-Bozen (TIS): Innovationen, Kooperationen, Beratung, Zertifizierung
- Landesverband der Handwerker Südtirols (LVH-APA): Beratung und Netzwerkbildung

Als ein wichtiger Schritt zur Bewusstseinsbildung für die landestypischen Natursteine kann zudem der im Frühjahr 2011 gegründete Verein Naturstein Südtirol (VNS) angesehen werden. Dieser Verein umfasst momentan 14 Betriebe aus dem Natursteingewerbe und will konkrete Projekte verfolgen, um stärker auf den natürlichen Werkstoff Stein aufmerksam zu machen.

Internetadressen:

www.provinz.bz.it/hochbau, www.georesources.at, www.naturstein-suedtirol.it, www.tis.bz.it, www.lvh.it

Permafrost im Fels: Monitoring der Grawand im Schnalstal, Südtirol

Dr. David Tonidandel & Dr. Volkmar Mair

Permafrost Monitoring des aktiven Blockgletschers Lazaun im Schnalstal, Südtirol

Dr. Kathrin Lang & Dr. Volkmar Mair

Statistische Datenauswertung von Massenbewegungen in Südtirol

Dr. Silvia Tagnin

Einfluss der Prozessdatenqualität auf die mittels Neuronaler Netze, Logistischer Regression und heuristischer GBA-Methode erstellten Dispositionskarten hinsichtlich spontaner gravitativer Massenbewegungen im Lockergestein und die Ergebnisvalidierung.

Tilch, N., Schwarz, L. & Winkler, E.

Geologische Bundesanstalt, Neulinggasse 38, 1030 Wien

Warum sind gute Ereignisdokumentationen für die Modellierung von Prozessdispositionskarten so wichtig? – Fallstudien „Gasen-Haslau“ und „Klingfurth“

Nils Tilch & Leonhard Schwarz

Geologische Bundesanstalt, Neulinggasse 38, 1030 Wien

Sprengung eines Eisenbahntunnels (im Süddeutschen Raum, Nähe Regensburg) welcher in 2010 aus Standsicherheitsgründen abgetragen werden musste.

Spang GmbH Nürnberg

Danksagung:

Unser großer Dank gilt dem Landeshauptmann-Stellvertreter von Tirol, Herrn Ök. – Rat Anton Steixner für die Unterstützung des 13. Geoforums Umhausen 2011 und für seine große Wertschätzung unserer jährlichen Tagungen.

Auch wollen wir- wie alle Jahre bisher schon - dem Bürgermeister der Gemeinde Umhausen, Herrn Landtagsabgeordneten Mag. Jakob Wolf unseren großen Dank für die Unterstützung durch ihn und die Gemeinde Umhausen aussprechen. In all den Jahren ist eine wirklich partnerschaftliche Zusammenarbeit entstanden, die es uns ermöglicht die Tagungen erfolgreich abwickeln zu können.

Herrn Manfred Scheiber (Raiffeisenbank Vorderes Ötztal, Filiale Ötz) ist es zu verdanken, dass wir mit Mark Hempzell einen hervorragenden Referenten nicht nur für unsere öffentlichen Abendvorträge gewinnen konnten, sondern auch ein besonderes Thema im Rahmen des Geoforums anbieten können. Unser Dank gilt in diesem Zusammenhang auch der guten Kooperation mit der Raiffeisen Imst und der Ötztal-Touristik, ohne deren Mitwirkung die Durchführung des öffentlichen Abendvortrages am 21.10.2011 nicht möglich gewesen wäre.

Wir möchten insbesondere auch Frau Verena Falkner/Gemeindeamt Umhausen sehr für ihre umsichtige Hilfe und Unterstützung bei der Organisation der Tagung danken.

Der Dank gilt natürlich auch dem kleinen, aber sehr effizienten Organisationsteam der Tagung.

Verein Geoforum Tirol

20. Oktober 2011

Untersuchungen von verschiedenen Spannungspfaden an künstlich gefrorenen Bodenproben

Yuko Yamamoto & Sarah M. Springman

Institut für Geotechnik, ETH Zürich, Schweiz

Abstract

Four different stress path tests, Axial Extension (AE), Lateral Extension (LE), Lateral Compression (LC) and Axial Compression (AC), were carried out on artificially frozen soil samples. Mobilised strength of alpine permafrost under different stress paths representing the stress conditions in rock glaciers was investigated at temperatures close to the thawing point. It was found that the increase of temperature close to 0°C results in a decrease of mobilised shear strength in all four stress path tests. Acoustic emission responses from the frozen soil specimens during the tests indicate that the deformation behaviour may be different, depending on the stress paths followed.

1. Einleitung

Feldmessungen haben gezeigt, dass der alpine Permafrost auf Klimaveränderungen empfindlich reagiert. Der Anstieg der durchschnittlichen, jährlichen Lufttemperatur sowie das Auftreten von Extremniederschlägen verursachen Permafrost Degradation und können zur Auslösung von Erdbeben führen (Springman et al. 2011). Die beschleunigte Kriechbewegung des Blockgletschers wird erkennbar, wenn die Permafrosttemperatur um 0°C herum ist. Der Volumenanstieg des nicht gefrorenen Wassers und die Entstehung von zusätzlichen Grundwasserabflüssen infolge der Eisschmelze destabilisieren die Böschungen. Roer et al. (2008) zeigen an mehreren Blockgletschern eine Zunahme von Kompressions- und Extensionzonen in Blockgletschern, sowie die Existenz von sich aufweitenden, tief gründenden, hangabwärts liegenden Spalten. Die Spannungspfade der Bodenproben innerhalb eines Blockgletschers weichen oft von den konventionellen, axialen Kompressionsversuchen ab, welche bis anhin vielfach für den gefrorenen Boden betrachtet wurden. Deshalb ist es nötig das mechanische Verhalten, wie beispielsweise das Bruchverhalten oder den Kriechprozess, bei Temperaturen um 0°C zu untersuchen. Dieser Beitrag präsentiert die Versuchsergebnisse vier verschiedener Spannungspfade an künstlich gefrorenen Bodenproben: Axiale Kompression (AK), Laterale Extension (LE), Axiale Extension (AE) und Laterale Kompression (LK) (Abb. 1). Um die mobilisierte Scherfestigkeit des alpinen Permafrosts anhand von Spannungspfaden aus dem Feld zu untersuchen, wurden triaxiale Scherversuchsgeräte benutzt. Die Versuche sind bei einer Temperatur zwischen -2.0 bis -0.3°C ausgeführt worden, was warmem, alpinem Permafrost entspricht.

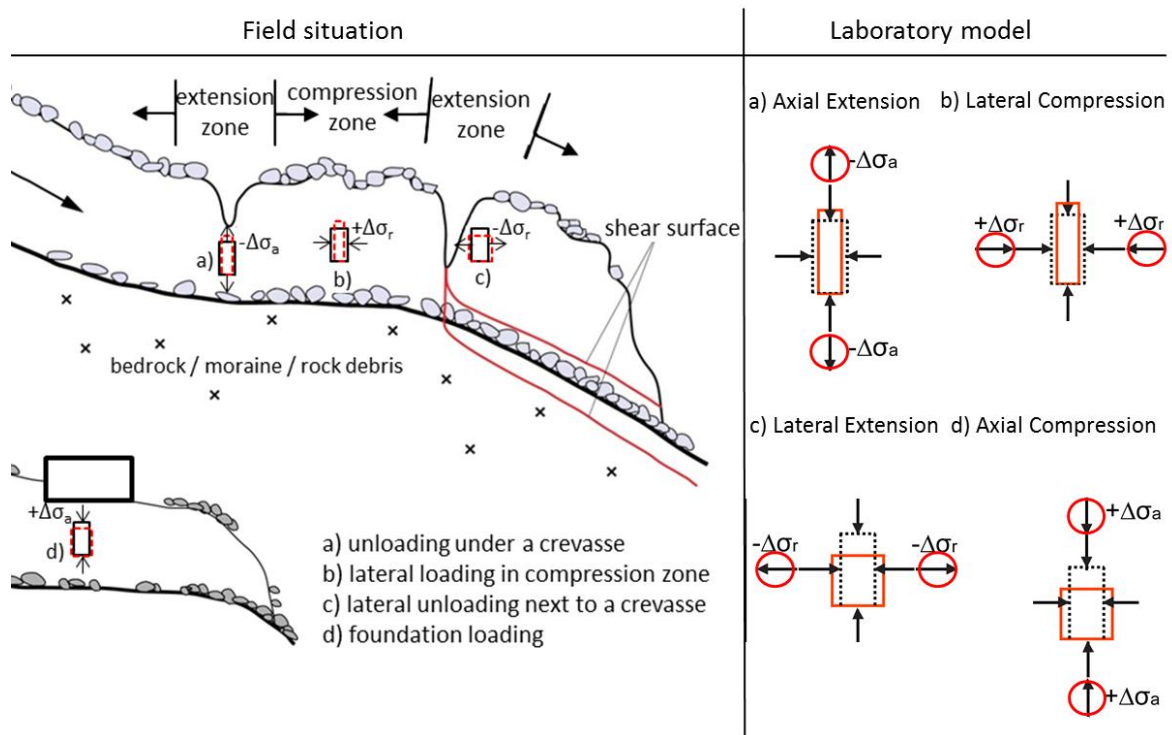


Abb. 1: Feld Spannungszustand und Labor Spannungspfade Model (nach Springman et al. 2011)

2. Methodik

Künstlich gefrorene Bodenproben

Die künstlich gefrorenen Bodenproben sind kontrollierbar und reproduzierbar in Bezug auf die Volumenzusammensetzung und der Korngrößenverteilung. Dadurch lassen sich die einzelnen Parameter besser untersuchen. Dazu werden die künstlich gefrorenen Bodenproben im Labor anhand der Methode von Arenson (2002) vorbereitet. Der maximale Korndurchmesser wird mit 4 mm festgelegt. Die Festsubstanz wird mit Eispartikeln gemischt, in eine zylindrische Probenform eingefüllt und mit entlüftetem Wasser gesättigt. Die Abmessungen der zylinderförmigen Proben betragen 100 mm in der Höhe und 50 mm im Durchmesser. Anschliessend wird die Probe von oben nach unten bei -18°C gefroren.

Überblick über die Triaxialscherversuche

Die triaxiale Scherversuchsgeräte befinden sich in einem Kühlraum. Ein neuartiges, hochpräzises Regelungssystem reguliert den Temperaturverlauf über die Probenhöhe. Dieses sichert den Temperaturunterschied von $\pm 0.05^{\circ}\text{C}$ zwischen dem Probenkopf und dem Probenfussstempel. Der speziell hergestellte Probenfussstempel ist mit einem Sensor für die Messung von Schallemissionen ausgestattet, welcher Schallemissionen in einem Frequenzspektrum von 100-1'000 kHz registriert.

Ziel ist es die physikalischen Prozesse bei der Verformung der Probe zu untersuchen. Es wurden Versuche mit vier verschiedenen Spannungspfaden (AE, LE, AE, LK) durchgeführt. Beim AK-Versuch wird die axiale Spannung ($\Delta\sigma_a > 0$) erhöht, wobei der Seitendruck σ_r konstant gehalten wird. Im AE-Versuch wird die axiale Spannung ($\Delta\sigma_a < 0$), bei gleich bleibendem Seitendruck σ_r , reduziert. Die AK und AE-Versuche wurden mit konstanter Dehnungsrate durchgeführt.

Die Dehnungsrate beträgt bei der AK 1.0×10^{-6} /s und bei der AE 1.0×10^{-6} /s. Bei LE wird

der Seitendruck vermindert ($\sigma_r < 0$), die axiale Spannung σ_a hingegen konstant gehalten. Beim LK-Versuch wird der Seitendruck erhöht ($\sigma_r > 0$), während die axiale Spannung σ_a konstant gehalten wird. Bei LE bzw. LK wurden die Versuche mit konstanter Spannungsrate durchgeführt (0.005-0.01 kPa/s).

3. Versuchsergebnisse des Triaxialversuchs

Abb. 2 zeigt die Auswirkungen der Temperatur auf die mobilisierte maximale Scherspannung q . Eine Erhöhung der Temperatur führt zu einer Abnahme der Scherfestigkeit für $q < 0$ und $q > 0$. Dieses Verhalten entsteht durch die Verformbarkeit des Eises infolge des Temperaturanstiegs (e.g. Rist & Murrell 1994) sowie durch den Anstieg des Anteils an ungefrorenem Wasser zwischen den Eispartikeln und der Festsubstanz, was zu einer Verminderung der Saugspannung führt (Williams 1967a, b). Die AE Versuche zeigen die tiefste Scherfestigkeit im Vergleich mit den drei anderen Versuchstypen.

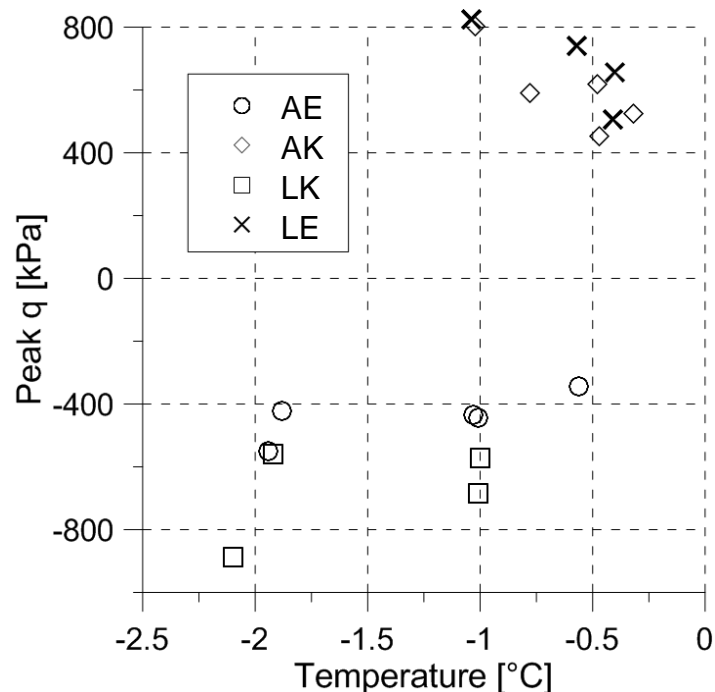


Abb. 2: Maximale Deviatorspannung q als Funktion der Temperatur für verschiedene Spannungspfade.

4. Fazit

Die triaxialen Scherversuchsgeräte sind benutzt worden, um die mobilisierte Scherfestigkeit des alpinen Permafrosts anhand von Spannungspfaden aus dem Feld zu untersuchen. Die Versuche sind bei einer Temperatur zwischen -2.0 bis -0.3°C ausgeführt worden. Folgende Schlussfolgerungen können festgehalten werden.

- Die Spannungspfade für $q < 0$ mobilisieren niedrigere Scherfestigkeiten als dies für $q > 0$ der Fall ist.
- Die mobilisierte Scherfestigkeit der vier Spannungspfade ist abhängig von der Temperatur.

Referenzen

Arenson, L.U. 2002. Unstable alpine permafrost: a potentially important natural hazard -

variations of geotechnical behaviour with time and temperature. Institute for Geotechnical Engineering, Swiss Federal Institute of Technology, Zurich. 271 pp.

- Arenson, L.U., Hauck, C., Hilbich, C., Seward, L., Yamamoto, Y. & Springman, S.M. 2010. Sub-surface heterogeneities in the Murtèl-Corvatsch rock glacier, Switzerland. 6th Canadian Permafrost Conference. Calgary, Canada: 1494-1500.
- Rist, M.A. & Murrell, S.A.F. 1994. Ice triaxial deformation and fracture. *Journal of Glaciology* 40(135): 305-318.
- Roer, I., Haeberli, W., Avian, M., Kaufmann, V., Delaloye, R., Lambiel, C. & Kääh, A. 2008. Observations and Considerations on Destabilizing Active Rock Glaciers in the European Alps. Proceedings of the Ninth International Conference on Permafrost, Fairbanks, AK: 1505-1510
- Springman, S.M., Yamamoto, Y., Buchli, T., Hertrich, M., Maurer, H., Merz, K., Gärtner-Roer, I. & Seward, L. 2011. Rock glacier degradation and instabilities in the European Alps: a characterisation and monitoring experiment in the Turtmantal, CH. Proceedings of the Second World Landslide Forum, Rome, 3-7, October.
- Williams, P.J. 1967a. Suction and its effects in unfrozen water of frozen soils. Publications of the Norwegian Geotechnical Institute 72: 27-35.
- Williams, P.J. 1967b. Unfrozen water in frozen soils. Publications of the Norwegian Geotechnical Institute 72: 37-48.

Anschrift der Vortragenden „13. Geoforum Umhausen 2011“ in alphabet. Reihenfolge:

Dr. Heiner Bertle

GEOGNOS BERTLE Technische Geologie Ziviltechniker GmbH
Kronengasse 6
A-6780 Schruns
+43 5556 72002-0
office@geologie-bertle.at

Thomas Buchli MSc Bauingenieur

ETH Zürich, Institut für Geotechnik
Professur für Geotechnik
Wolfgang-Pauli-Strasse 15
CH-8093 Zürich
+41 44 633 31 86, Fax: +41 44 633 10 97
thomas.buchli@igt.baug.ethz.ch

Dr. Gunther Heißel

Amt der Tiroler Landesregierung, Allgemeine Bauangelegenheiten
Fachbereich Landesgeologie
Herrengasse 1-3
A-6020 Innsbruck
+43 676 885084320
gunther.heissel@tirol.gv.at

Mark Hempell, MSc

Reaction Engines Ltd
Building D5, Culham Science Centre,
Abingdon, Oxon, OX14 3DB, UK
+44 (0)1865 408314
Fax: +44 (0)1865 408301
www.reactionengines.co.uk

Antoine Kies, Professeur émérite

Universität Luxemburg

Fakultät für Naturwissenschaften, Technologie und Kommunikation
162 A, avenue de la Faïencerie
L-1511 Luxembourg
(+352) 46 66 44 6328
antoine.kies@uni.lu

Mag. Klaus Klebinder

Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW)
Institut für Naturgefahren und Waldgrenzregionen
Rennweg 1
A-6020 Innsbruck
+43-512-573933-5158
Fax: +43-512-573933-5135

Dr Andrew Kos

Senior Scientist
Engineering Geology
ETH Zurich
+41 44 633 2251
+41 78 626 3979

Dr. Andreas Lanzinger

Flugmeteorologe / Met. Applications
Austro Control GmbH
Flugsicherungsstelle Innsbruck
+43 (0) 5 1703 4640, fax:+43 (0) 5 1703 4646
mobile:+43 (0) 664 8321198
andreas.lanzinger@austrocontrol.at
www.austrocontrol.at

Mag. Elisabeth Mazi

Meteoserve Wetterdienst GmbH
Fürstenweg 180
A-6020 Innsbruck
elisabeth.mazi@meteoserve.at
(+43) 0517034045
www.meteoserve.at

Mag. Petra Nittel

Amt der Tiroler Landesregierung, Allgemeine Bauangelegenheiten
Fachbereich Landesgeologie
Herrengasse 1-3
A-6020 Innsbruck
+43 676 885084317
petra.nittel@tirol.gv.at

Arthur Sandri

Sektionschef
Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Umwelt BAFU
Abteilung Gefahrenpraevention
Worbentalstrasse 68, 3063 Ittigen
CH-3003 Bern
+41 (0)31 325 51 70
Mobile: +41 (0)79 448 46 53
arthur.sandri@bafu.admin.ch
www.bafu.admin.ch

Ing. Mag. Dr. techn. Thomas Sausgruber

Wildbach- und Lawinenverbauung
Geologische Stelle
Liebeneggstraße 11
A-6020 Innsbruck
+43 512 58 42 00 37
mobil: +43 664 54 88 370
thomas.sausgruber@die-wildbach.at
www.die-wildbach.at

Mag. Johann Schroll

Amt der Tiroler Landesregierung, Allgemeine Bauangelegenheiten
Fachbereich Landesgeologie
Herrengasse 1-3
A-6020 Innsbruck
+43 676 885084322
johann.schroll@tirol.gv.at

Dr. Jürgen M. Reitner,

Geologische Bundesanstalt
FA Sedimentgeologie
Neulinggasse 38
A-1030 Wien,
+43-1-7125674-242
Fax: +43-1-7125674-56
www.geologie.ac.at

Dr. Franz Riepler

GWU Geologie-Wasser-Umwelt GmbH
Ingenieurbüro für Geologie, Kulturtechnik und Wasserwirtschaft - Dr. Franz Riepler - DI Albert Eberdorfer
Ingenieurkonsulent für Erdwissenschaften (Geologie)
Bayerhamerstraße 57
A-5020 Salzburg
+43 (0)662 876360 15 - Fax: +43 (0)662 876360 10
mobil: +43 (0)664 3030639
franz.riepler@gwu.at
<http://www.gwu.at>

Mag. Alexander Römer

Geologische Bundesanstalt
FA Geophysik
Neulinggasse 38
A-1030 Wien
www.geologie.ac.at

Dr. Heinz Surbeck

Nucfilm GmbH
Fineta 46
CH-1792 Cordast

Dr. Heiko Woith

Earthquake Risk and Early Warning
GFZ German Research Centre for Geosciences
Telegrafenberg
D-14473 Potsdam
+49.331.288 1234, Fax. -1204
radon@gfz-potsdam.de
www.gfz-potsdam.de

Yuko Yamamoto, MSc Civil Engineer

ETH Zürich, Institut für Geotechnik
Professur für Geotechnik
HIL C 14.1
Wolfgang-Pauli-Strasse 15
CH-8093 Zürich
+41 44 633 66 05, Fax: +41 44 633 10 97
yuko.yamamoto@igt.baug.ethz.ch



HOCH-TIEF-BAU-IMST GesmbH
Lebensraum sichern!

24h erreichbar für die Sicherheit
+ 43 (0) 664 8256350
w w w . h t b - i m s t . a t



ROHRDORFER

GEOSYSTEMS



**ÖTZ
TAL**

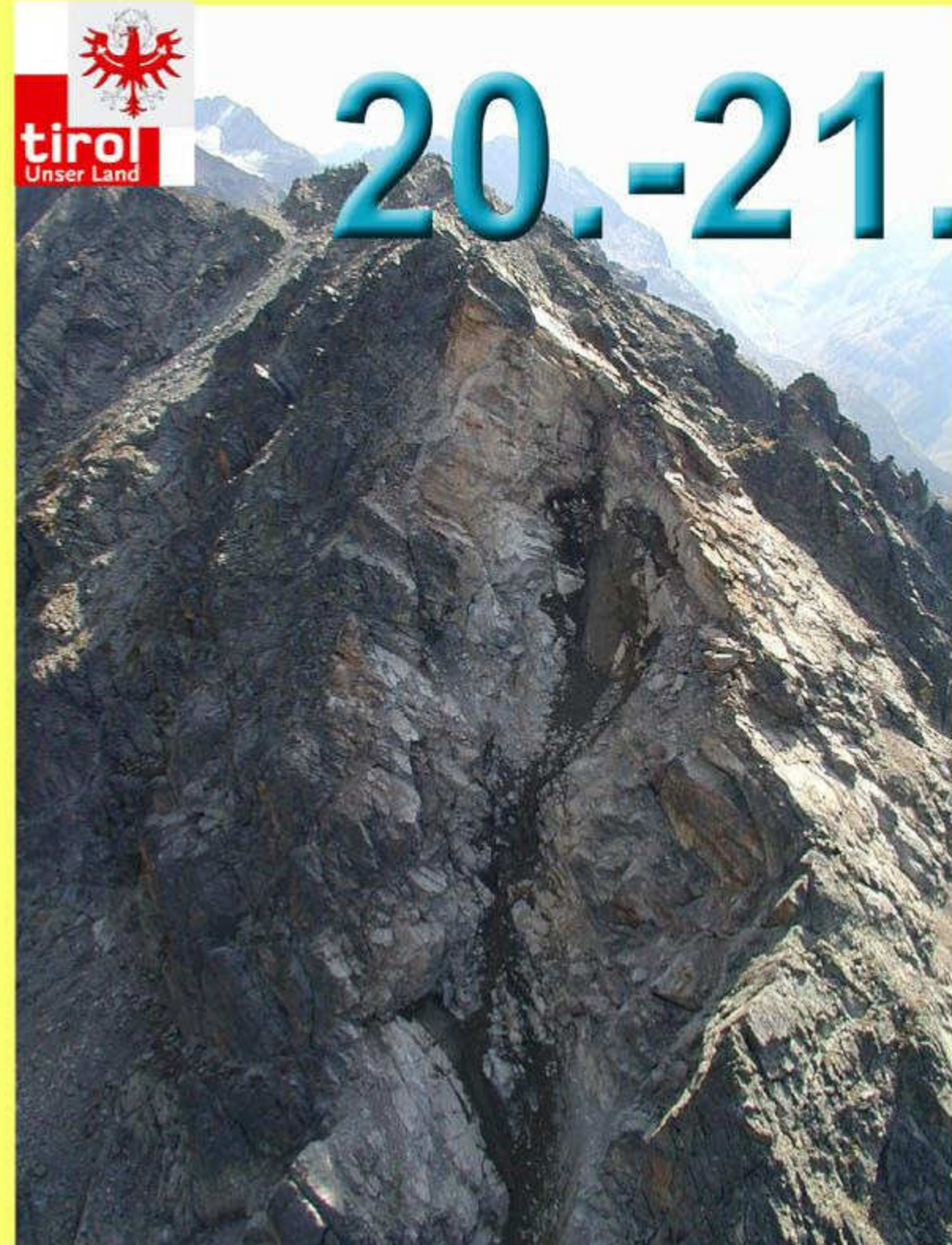
**Raiffeisen
Meine Bank**



13. GEOFORUM UMHAUSEN



20.-21. OKTOBER 2011



Jamtal Finsterkarspitze 2003



VERANSTALTUNG
im
neuen Tagungssaal Niederthai
mit

2 öffentlichen Abendvorträgen
im Radonkurzentrum Umhausen
Eintritt frei

Donnerstag 20.10.2011			
Zeit	Name	Büro	Thema
07:40-08:30	Registrierung	im Feuerwehrgebäude Niederthai	
09:00-09:30	ERÖFFNUNG	Landeshauptmannstellvertreter Anton STEIXNER, Landtagsabgeordneter Bürgermeister Jakob WOLF und Präsident Verein Geoforum Gunther HEISSEL	
09:30-10:00	RIEPLER Franz SCHROLL Hans	GWU, Ingenieurbüro für Geologie Landesgeologie Tirol	Beherrschung des Berges (Rutschung Bruggerbach bei der L324-Pustertaler Höhenstraße)
10:00-10:30	BERTLE Heiner	Geognos Bertle, Ingenieurbüro für Geologie	Auslaugbarer Untergrund als Herausforderung für Verkehrswege am Beispiel der ÖBB-Arlberg-Westrampe
10:30-11:00	PAUSE	PAUSE	PAUSE
11:00-11:30	RAETZO Hugo	Bundesamt für Umwelt BAFU Eidgenössisches Departement für Umwelt, Schweiz	Permafrost – Veränderungen für die Zukunft
11:30-12:00	LANZINGER Andreas MATZI Elisabeth	Austro Control Meteoserve	Wettermodelle und Prognoseunsicherheiten –Auswirkungen in Tirol-
12:00-12:30	REITNER Jürgen	Geologische Bundesanstalt (GBA)	Von unter- und überschätzten glazialen Übertiefungen in Tirol und den restlichen Alpen
12:30-14:00	MITTAGSPAUSE	MITTAGSPAUSE	MITTAGSPAUSE
14:00-14:30	KLEBINDER Klaus	Waldforschungszentrum BFW	Monitoring einer Massenbewegungen im Wattental mittels terrestrischem Laserscanning
14:30-15:00	KIES Antoine	University of Luxembourg, Laboratoire Physique des Radiations (LPR),	Radonmessungen an Gletschern in Spitzbergen
15:00-15:30	WOITH Heiko	GFZ German Research Centre for Geosciences	Radon und Erdbeben
15:30-16:30	HEMPSELL Mark	Reaction Engines Ltd, United Kingdom	The Ötz Valley and the Köfels Impact
16:30-17:00	DISKUSSION	DISKUSSION	DISKUSSION

17:30-18:30 Führung durch das neue Radon-Kurzentrum

mit

anschließendem Abendvortrag um 19:00 Uhr

„Die vielen Gesichter des Radons“

von

Dr. Heinz Surbeck

Nucfilm Consulting, Cordast, Schweiz

21:00 Abendempfang im Hotel Falknerhof

LA Bürgermeister Mag. Jakob WOLF

Freitag	21.10.2011		
Zeit	Name	Büro	Thema
08:30-09:00	TILCH Nils RÖMER Alexander	Geologische Bundesanstalt (GBA)	Ergebnisse (aero)geophysikalischer Untersuchungen im Bereich der Katastrophenregion Schnepfau-Au-Diedamskopf vom August 2005 (Bregenzerwald, Vorarlberg).
09:00-09:30	YAMAMOTO Yuko	ETH Zürich, Institut für Geotechnik, Schweiz	Untersuchungen von verschiedenen Spannungspfaden an künstlich gefrorenen Bodenproben
09:30-10:00	KLUG Christoph SCHÜMBERG Martin	Universität Innsbruck	Blockgletscherentwicklung im Sulztal der letzten 60 Jahre - Ein Methodenvergleich aus Airbornlaserscan und digitaler Photogrammetrie zur Messung der horizontalen und vertikalen Bewegungsänderung am Blockgletscher
10:00-10:30	PAUSE	PAUSE	PAUSE
10:30-11:00	BUCHLI Thomas	ETH Zürich, Institut für Geotechnik	Charakterisierung und Überwachung eines aktiven Blockgletschers in den Schweizer Alpen
11:00-11:30	KOS Andrew	ETH Zürich, Institut für Geotechnik Schweiz	Definition von Gefährdungsszenarien mittels Fernerkundung: Alpe di Rosciro Instabilität, Kanton Tessin, Schweiz.
11:30-12:00	SURBECK Heinz	Nucfilm Consulting, Cordast, Schweiz	Probleme mit Uranvererzungen beim Tunnelbau in den Alpen
12:00-13:30	MITTAGSPAUSE	MITTAGSPAUSE	MITTAGSPAUSE
13:30-14:00	SANDRI Arthur	Bundesamt für Umwelt, SCHWEIZ	Maßnahmenbeurteilung, Wirkungsbeurteilung und Risikoanalyse von Steinschlagschutzwäldern, dargestellt am Beispiel des Gruobenswaldes in der Gemeinde Klosters
14:00-14:30	SAUSGRUBER Thomas	Wildbach und Lawinenverbauung, Geologischer Dienst	Qualitative und quantitative Ansätze zur Beurteilung von Gefährdungen und Risiken bei Sturzprozessen
14:30-16:00	SCHLUSSDISKUSSION	SCHLUSSDISKUSSION	SCHLUSSDISKUSSION

Öffentlicher Abendvortrag gemeinsam mit Raiffeisen

Fireball in the Ötz Valley (Feuerball über dem Ötztal – Asteroidenexplosion als Ursache für den Bergsturz von Köfels?)

von Mark Hempell, MSc Großbritannien



im neuen Radon-Kurzentrum
Beginn 19:30 Uhr



der englischsprachige Vortrag wird simultan übersetzt
Eintritt frei

**TAGUNGSSAAL NIEDERTHAI
(Feuerwehrgebäude)**

**Tagungshotel:
FALKNERHOF**



6441 Umhausen - Niederthai
Tel.: +43 5255 / 55 88
Fax.: +43 5255 / 55 88 47
E-Mail.: info@falknerhof.com

INFORMATIONEN und KONTAKT:
www.geoforum-umhausen.at
info@geoforum-umhausen.at

