



Inhalt

Naturgefahren und Risikomanagement

KARL KLEEMAYR

Risikomanagement von Naturgefahren:

Probleme und Perspektiven 3

PETER ANDRECS, STEFAN OBERNDORFER

Beurteilung von Naturgefahren –

Gefahr, Risiko und Vulnerabilität 5

RUDOLF SAILER und ANDREAS SCHAFFHAUSER

Lawinsimulationsmodelle im Risiko-

und Krisenmanagement 7

PETER HÖLLER und REINHARD FROMM

Temporäre Schutzmaßnahmen und Lawinenprognose..... 11

KARL HAGEN

Rutschungen, eine verkannte Gefahr? 13

FRANK PERZL

Der ISDW-Dokumentationsstandard für die Erfassung der

Schutzwirkungen des Waldes 16

PETER ZWERGER und SILVIO SCHÜLER

Stabile Schutzwälder –

eine Herausforderung für die Forstgenetik..... 19

ANTONIA ZEIDLER

Vorhersage von Skifahrerlawinen in den Columbia

Mountains/Kanada..... 22

Immer mehr Personen halten sich in potenziell gefährdeten Bereichen alpiner Räume auf. Als Reaktion darauf werden die Verbauungsmaßnahmen intensiviert, aber auch neue temporäre Methoden gesucht. Bei der Bewertung und Beurteilung der Lawinengefahr für Siedlungen und Infrastruktureinrichtungen kommen vermehrt Lawinsimulationsmodelle zum Einsatz – vom lang- bis zum kurzfristigen Prognosebereich.

Risiko- und Krisenmanagementpläne sind ein geeignetes Instrument zur praxisgerechten Aufbereitung komplexer Informationen, die aus der Anwendung neuester Methoden und Technologien hervorgehen.

Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft

Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1131 Wien, Österreich

<http://bfw.ac.at>





Gestiegenes Risiko- bewusstsein

Besonders in Wintertourismus-Regionen stehen die Verantwortlichen vor der großen Herausforderung, das Risiko infolge Naturgefahren richtig einzuschätzen. Denn der Tourismus-Boom führt dazu, dass in der Winter-

saison viele Talschaften Tirols die gleiche Bevölkerungsdichte erreichen wie der Ballungsraum Innsbruck/Hall.

Ein zeitgemäßes Risiko- und Krisenmanagement muss weit mehr als eine reine Gefahrenverminderung leisten. Dazu ist der Einsatz modernster Methoden (z.B. Simulationen) sowohl in der Prozess- und Wirkungsanalyse als auch im Risiko- und Krisenmanagement erforderlich. Mit dieser Herausforderung beschäftigt sich am BFW in Innsbruck das international anerkannte Institut für Naturgefahren und Waldgrenzregionen (INW).

Das INW wird künftig verstärkt folgende Fragestellungen bearbeiten, um die erfolgreiche Anwendung von Risikomanagement bei Naturgefahren zu unterstützen:

- Methoden zur Quantifizierung von Maximalereignissen und zur Quantifizierung der Unsicherheit bei Wildbächen, Lawinen und Rutschungen.
- Vergleich unterschiedlicher Prozessmodelle zur Verringerung der Unsicherheit.
- Frequenzanalysen auf Basis von Ähnlichkeitsmaßen, um die Jährlichkeiten von Großereignissen besser bestimmen zu können.

Die Schutzwirkungen des Waldes gegen Lawinen-, Wildbach- und Murenkatastrophen nahmen in den

Arbeiten der Forstlichen Bundesversuchsanstalt (des jetzigen BFW) von Anfang an breiten Raum ein. Der erste Leiter der FBVA, Arthur von Seckendorff-Gudent, machte knapp nach der Gründung der FBVA vor 133 Jahren in Österreich das französische System der Wildbach- und Lawinenverbauung bekannt.

Nach den Hochwasser- und Murenkatastrophen 1965 wurde das Institut für Wildbach- und Lawinenverbauung 1966 an der FBVA neu gegründet. 1985 wurde in Innsbruck ein eigenes Institut für Lawinenkunde eröffnet, während das Institut für Wildbachkunde in Wien verblieb. Ab 1994 wurden die Lawinen- und Wildbachforschung wieder in einem Institut (mit Sitz in Innsbruck) zusammengelegt, zwei Abteilungen für Wildbachforschung blieben in Wien-Mariabrunn.

Das INW ist durch zahlreiche EU-Projekte international gut vernetzt und als Projektpartner gefragt. Die bereits erkennbaren Klimaänderungen werden neue Herausforderungen im Umgang mit Naturgefahren bringen, die das BFW in den nächsten Jahren intensiv bearbeiten wird.

Dabei fühlt sich das BFW vor allem dem Erkenntnisfortschritt sowie der Lösung praktischer Probleme verpflichtet und nicht einer inflationären Medienpräsenz. Im Gegensatz zu anderen Einrichtungen, die zum Themenbereich Naturgefahren täglich mit Pressemeldungen aufzeigen, widmet sich das BFW vor allem der wissenschaftlichen Arbeit, der Politikberatung und der Wissensvermittlung (wie diese Ausgabe der BFW-Praxisinformation wieder beweist).

Alles Gute im Neuen Jahr und ein informatives Lesevergnügen wünscht

Dipl.-Ing. Dr. Harald Mauser
Leiter des BFW

Impressum

ISSN 1815-3895

© Jänner 2008

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet.

Presserechtlich für den Inhalt verantwortlich:

Harald Mauser

Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW)

Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1131 Wien, Österreich

Tel.: +43 1 87838 0

Fax: +43 1 87838 1250

<http://bfw.ac.at>

Redaktion: Christian Lackner

Layout: Johanna Kohl

Druck: Druckerei

Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW)

Bezugsquelle: Bibliothek

Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW)

Tel.: +43 1 87838 1216



Foto: Lawinenwarndienst Tirol

Risikomanagement von Naturgefahren: Probleme und Perspektiven

Karl KLEEMAYR

Risikomanagement ist ein zukunftsreiches Werkzeug zur Reduzierung von Schäden im alpinen Raum – einige Hausaufgaben sind aber noch zu erledigen.

Risikomanagement von Naturgefahren ist derzeit ein boomender Begriff. Eine Google-Suche liefert neben den Namen zahlreicher Forschungs- und Kompetenzzentren die Schlagwörter „Integrales Risikomanagement“, „Pragmatisches Risikomanagement“, „Warnung und Prävention“, zu denen zahlreiche Arbeiten durchgeführt werden. Viele der Methoden in den Teilbereichen Analyse, Bewertung und Maßnahmenoptimierung wurden in der Wirtschaft, Medizin oder im Projektmanagement entwickelt und erfolgreich angewendet, weisen aber nachhaltige Probleme auf, wenn sie auf Naturgefahren wie Wildbäche oder Lawinen angewandt werden.

Definition des Risikomanagements

Das Wesen des Risikomanagements liegt im bewussten Umgang mit der Gefahr und dem zu erwartenden Schaden. Der Zusammenhang ist dabei normalerweise so gestaltet, dass mit der zunehmenden Gefahr auch die Zunahme eines möglichen Gewinnes verbunden ist - mit dem Risiko, dass manchmal auch ein Schaden eintreten kann. Die Gefahr wird bewusst eingegangen, in der Hoffnung auf Gewinn.

Der Schaden darf aber nie so groß werden, dass es zur Katastrophe kommt bzw. dass es danach kein „Überleben“ gibt. Das Management von Risiko gemäß Definition $R = p(h) \cdot S$ (mit R: Risiko, $p(h)$: Eintrittswahr-

scheinlichkeit eines Ereignisses mit Folgen, S: Schaden) besitzt in der Praxis immer zwei **Reduktionsstrategien**:

R1) Das Verhältnis von zu erwartendem Schaden und Gewinn quantifizieren und optimieren.

R2) Ein „Ausstiegsszenario“ festlegen bzw. jenes Szenario bestimmen, dessen erwartete Schadensgröße höher ist als der Toleranzschwellwert.

Risikostudie Pitztal

2005 hat das BFW gemeinsam mit dem Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung eine Risikostudie für die Gemeinde St. Leonhard im Pitztal erstellt, einerseits um das generelle Ausmaß künftiger Investitionen für Wildbach- und Lawenschutzmaßnahmen zu ermitteln und andererseits um eine Dringlichkeitsreihung vorzunehmen (Huber, Sailer, Jörg, 2005).

Der beispielhaften Studie wurden bewährte Risikoanalysekonzepte zugrunde gelegt. Auf der Basis der aus dem Gefahrenzonenplan abgeleiteten Gefahrenszenarien wurden die betroffenen Bereiche bestimmt, die zu erwartenden Schäden beurteilt und eine Risikoauflistung entsprechend der verschiedenen Prozesse und Schadenskategorien vorgenommen (Abbildung 1). Das Ergebnis stellt eine erweiterte und sehr wertvolle Entscheidungsgrundlage für die Wildbach- und Lawinenverbauung dar.

Obwohl die Studie absolut dem Stand der Technik (im Bereich Naturgefahren-Risikomanagement) entspricht und zahlreiche Studien ähnlich ausgeführt wurden, bleibt jedoch die Frage offen: Entspricht diese Vor-

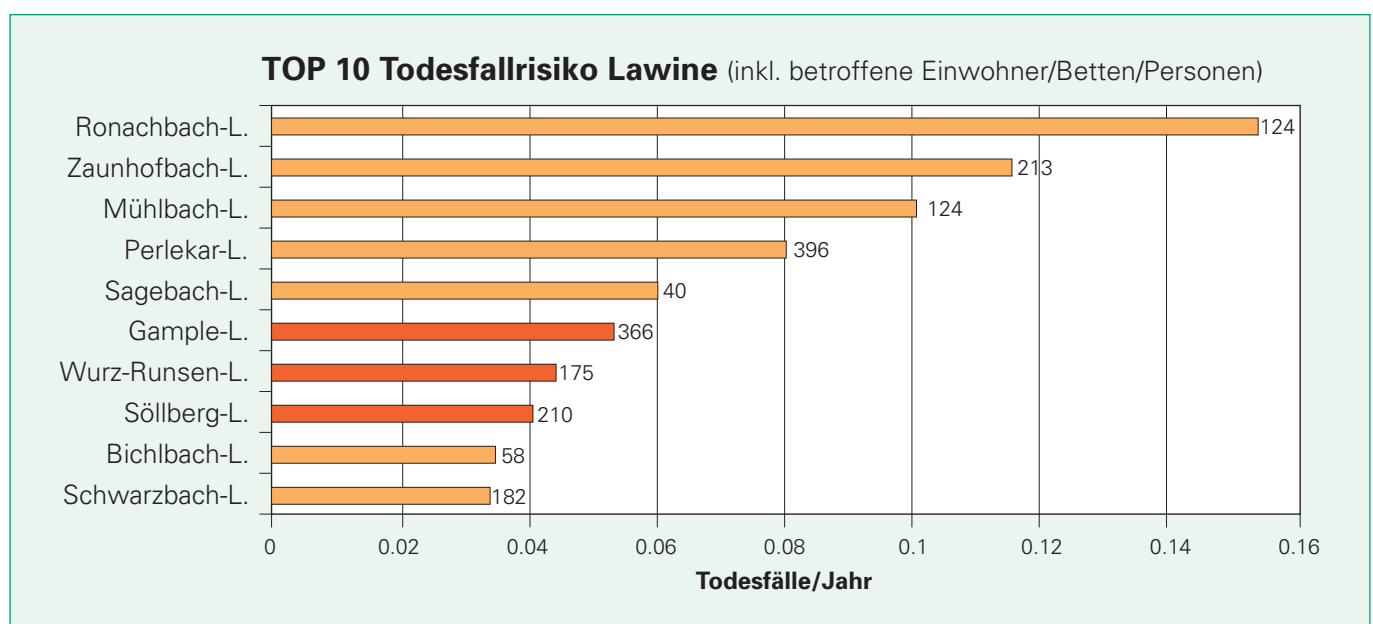


Abbildung 1:

Auflistung der Lawenstriche in der Gemeinde St. Leonhard/Pitztal nach der Größe des Todesfallrisikos, aus der Regionalstudie Pitztal, 2005

gangsweise den in anderen Bereichen üblichen Reduktionsstrategien des Risikomanagements?

Die Reduktionsstrategie R1 wird durch die Verwendung des Gefahrenzonenplans, der damit verbundenen Schadensszenarien bzw. „nicht Gefährdungsszenarien“ und die verschiedenen Schutzmaßnahmen verfolgt.

Aber die Beurteilungsmethoden gehen bei den Naturgefahren höchstens in qualitativer Weise auf die Unsicherheit des Beurteilungsprozesses selbst ein – im klaren Gegensatz etwa zu Risikomanagementprojekten in der Wirtschaft. Nach Merz (2006) ist dabei zwischen der Unsicherheit der Eintrittswahrscheinlichkeit des schadbringenden Ereignisses (Wahrscheinlichkeit für Schaden) und der Unsicherheit über die Schadensgröße (Vulnerabilität) zu unterscheiden (Abbildung 2). Vor allem zu Ersterem besteht aber gerade bei Wildbächen, Lawinen und Rutschungen noch erhebliches methodisches Defizit. Die selten kontinuierlichen Zeitreihen verteilten bisher systematische Frequenzanalysen, um die Unsicherheit der Eintrittswahrscheinlichkeit zu reduzieren. Ohne statistisch geprüfte Eintrittswahrscheinlichkeiten kann aber auch die Qualität der Szenarien (und damit der abgeleiteten Schlussfolgerungen) nicht beurteilt werden, was angesichts der teilweise großen Widersprüche der Prozessmodelle ein nicht zu vernachlässigendes Problem darstellt.

Überraschend ist die Tatsache, dass die Reduktionsstrategie R2 (Was tun, wenn das Ereignis größer als mein toleriertes maximales Ereignis ist?) bisher im Bereich der Naturgefahren fast ignoriert wurde. Jede Roulettestrategie, welche die „Null“ ignoriert, würde als fehlerhaft bezeichnet werden und jedes Risikomanagement

bei schwerwiegenden medizinischen Eingriffen, das nur die üblichen leicht definierbaren Gefahren umfasst, würde als inadäquates Patientenaufklärungsinstrument verstanden werden. Für Naturgefahren führt dies zur Frage, ob auch über die ausgewiesenen Zonen hinaus noch Gefahr und Schadenspotenzial besteht?

Eine einfache GIS-Abfrage für die Gemeinde Leonhard zeigt, dass sich 179 Gebäude in der gelben Zone befinden (in Erfüllung der üblichen Auflagen). Aber im Abstand von nur 50 m von der gelben Zone befinden sich noch immer 109 Gebäude (Stand 2004), die definitionsgemäß als ungefährdet gelten. Noch deutlicher ist die Situation im Paznaun (See, Kappl, Ischgl, Galtür): 406 Gebäuden stehen in der gelben Lawinenzone, aber 740 (!) sind nur 50 m außerhalb im „ungefährdeten“ Bereich situiert. In beiden Gebieten ist der Trend klar feststellbar, dass die Besiedlungsdichte mit zunehmendem Abstand von der gelben Zone abnimmt. Die großen Wildbach- und Lawinenkatastrophen in den letzten Jahrzehnten waren vielleicht teilweise größer als das Bemessungsereignis für den Gefahrenzonenplan, sie haben aber in vielen Fällen beträchtlichen Schaden angerichtet. Auch wenn die Unsicherheit mit abnehmender Wiederkehrwahrscheinlichkeit zunimmt (seltenerere Ereignisse sind schwieriger zu quantifizieren als häufigere), stellt die Ignorierung dieser möglichen „seltenen Großereignisse“ für ein zeitgemäßes Risikomanagement ein echtes Defizit dar.

Das Institut für Naturgefahren und Waldgrenzregionen wird sich daher in der nächsten Zeit verstärkt um folgende Fragestellungen kümmern:

- Erarbeitung von Methoden zur Quantifizierung von Maximalereignissen.
- Erarbeitung von Methoden zur Quantifizierung der Unsicherheit bei Wildbächen, Lawinen und Rutschungen.
- Systematischer Vergleich zwischen unterschiedlichen Prozessmodellen zur Verringerung der Unsicherheit.
- Frequenzanalysen auf der Basis von Ähnlichkeitsmaßen, um die Jährlichkeiten von Großereignissen besser bestimmen zu können.

Damit sollen wichtige Beiträge geliefert werden, das Instrument des Risikomanagements auch bei Naturgefahren erfolgreich anwenden zu können.

Literatur

- Huber, Th., Sailer, R., Jörg, Ph., 2005, Regionalstudie Lebensraum „Hinteres Pitztal“, Wildbach- und Lawinenverbau, 153, S. 75-113
- Merz, B., 2006, Hochwasserrisiken, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, S. 64

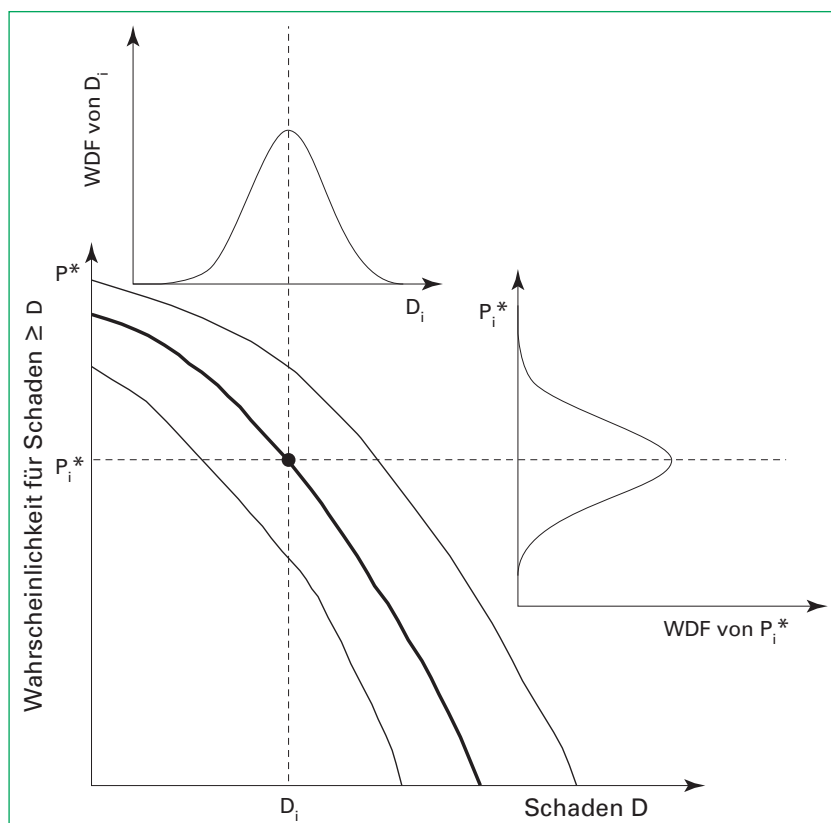


Abbildung 2:
Aufteilung der Unsicherheit in Schadenseintrittswahrscheinlichkeit und Schadensgröße (WDF:Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion), nach Merz (2006)

Beurteilung von Naturgefahren – Gefahr, Risiko und Vulnerabilität

Peter ANDRECS, Stefan OBERNDORFER

Im Zusammenhang mit einem möglichen Klimawandel wird immer wieder von der Zunahme von Naturkatastrophen gesprochen. Soll man Naturgefahren (Hochwasser, Lawinen etc.) beurteilen, kommt man ohne die Begriffe „Gefahr“, „Risiko“ und „Vulnerabilität“ nicht aus, die aber immer wieder falsch verwendet werden.

Die Einschätzung von Naturgefahren und die daraus resultierenden Risiken sind im Rahmen der Beurteilung von geeigneten Schutzmaßnahmen wichtig. Deshalb ist es notwendig, die beiden unterschiedlichen Begriffe Gefahr und Risiko zu erklären, da sie im alltäglichen Sprachgebrauch oft für den gleichen Sachverhalt verwendet werden.

Trennung der Begriffe Gefahr und Risiko

Ein Beispiel, das den Unterschied veranschaulicht: Während zehn Personen den Atlantik in einem Ruderboot überqueren, sind 300 Personen in einem großen Kreuzfahrtschiff auf der gleichen Strecke unterwegs. Plötzlich kommt ein gewaltiger Sturm auf. Die Gefahr, die für alle gleichermaßen besteht, ist die Gefahr des Ertrinkens. Das maximale Schadensausmaß sind in einem Fall zehn, im anderen Fall 300 tote Personen. Das Risiko definiert sich nun aus der Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Schadensereignisses und dem Schadensausmaß. Obwohl die Gefahr des Ertrinkens



www.athene-tour.com/images/Markt/10Welle.jpg

Unterschiedliche Risiken durch unterschiedliche Ausgangssituationen.

für alle Personen die gleiche ist und das Schadensausmaß im Falle des Untergehens des Kreuzschiffes wesentlich höher ist, ist trotzdem das Risiko für diejenigen, die mit dem Ruderboot unterwegs sind, viel größer. Grund dafür ist die sehr viel höhere Wahrscheinlichkeit für das Eintreten des Schadensfalles.

Naturgefahr und Risiko

In Österreich stehen Lawinen, Hochwasser, Felsstürze, Steinschlag, Muren und Rutschungen als Naturgefahren im Vordergrund. Diese Gefahren können aber nicht per se als Risiko bezeichnet werden, sondern sie



http://bergrettung.scheffau.net/fotogalerie/04_galerie_winter/Schitour%20Gr-Huette%20Aufstieg.jpg

Die Gefahr wird erst durch menschliche Entscheidungen zum Risiko.

werden dies erst durch die von Menschen getroffenen Entscheidungen. Erst wenn zum Beispiel durch Besiedelung, die Errichtung von Infrastruktureinrichtungen (beispielsweise Straßen, Wasserleitungen) oder touristische Entscheidungen (wie Schifahren, Bergsteigen) menschliches Leben oder Hab und Gut von Einwirkungen betroffen werden, vollzieht sich der Wandel von der Naturgefahr zum Risiko. Ansonsten bleibt eine Naturgefahr eine latente Bedrohung, eine potenzielle Gefährdung und somit ein externer Faktor, während das Risiko auch einen potenziellen Schaden benötigt.

Das Risiko ist also die Konkretisierung einer Gefahr in Abhängigkeit von ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit und den potenziellen Auswirkungen. Risiko kann daher beschrieben werden durch die genaue, quantitative Messung der Realisation der Gefahr und deren negativen Auswirkungen. Der Grad der negativen Auswirkung ist von der Empfindlichkeit des geschädigten Objektes gegenüber dieser Gefahr und von der Intensität des schadensverursachenden Prozesses abhängig. Alle Faktoren dieser Schadensempfindlichkeit werden unter dem Begriff Vulnerabilität zusammengefasst.

Vulnerabilität

Vulnerabilität beschreibt den potenziellen Schaden aufgrund eines möglichen Schadensereignisses innerhalb eines bestimmten Gebietes und Zeitraumes. Mit Hilfe der Vulnerabilität lässt sich das Risiko somit quantifizieren. Üblicherweise werden dafür objekt- und prozessspezifische Vulnerabilitätsfaktoren herangezogen. Diese drücken den funktionellen Zusammenhang zwischen einwirkenden Kräften eines bestimmten Naturprozesses und resultierenden Auswirkungen an betroffenen Objekten aus. Sie sind abhängig von der Art des Objektes (Einbezug verschiedener Parameter wie zum Beispiel Baumaterialien und -techniken, Erhaltungszustand, Vorhandensein von Schutzmaßnahmen) und Faktoren, welche die Intensität des Ereignisses (etwa Geschwindigkeit, Druck, Überflutungshöhen) sowie die entstandenen Auswirkungen am Objekt (Grad der Schädigung bzw. Zerstörung, monetäre Bewertung) beschreiben.

Schadensbewertung – ein sehr subjektiver Vorgang

Bei der Bewertung von Schäden müssen neben den direkten Schäden auch die indirekten (Folge-) Schäden berücksichtigt werden. Diese können häufig sehr viel schwer wiegender als die direkten Schäden sein, da sie oft zeitverzögert über einen längeren Zeitraum eintreten. So hatte etwa der Verlust der gesamten Kartoffelernte in Irland in den Jahren 1845-48 fatale Konsequenzen: Mehr als eine Million Menschen verhungerten und fast zwei Millionen wurden von der

Regierung in London und den Großgrundbesitzern zur Auswanderung in die Kolonien in Nordamerika und Australien gezwungen.

Wenn es um Schäden und deren negativen Auswirkungen geht, sind diese von einer ganzen Reihe von Einflüssen abhängig, die jedoch stets subjektiv verschieden empfunden werden. Die Bewertung negativer Auswirkungen ist dabei immer vom menschlichen Wertesystem abhängig und deshalb sehr komplex. Es gibt daher keine objektive, quantifizierbare Festlegung des Risikos. Durch die Einbeziehung von Vulnerabilitätsfaktoren lässt sich das Risiko formelmäßig korrekt beschreiben:

$$R_{i,j} = f(p_{Si}, A_{Oj}, p_{Oj, Si}, v_{Oj, Si})$$

Mit dieser sehr gebräuchlichen Formel wird das Risiko (R_{ij}) in Abhängigkeit vom Schadensereignis i und Objekt j beschrieben durch:

p_{Si} = Eintretenswahrscheinlichkeit von Schadensereignis i

A_{Oj} = Wert des Objektes j

$p_{Oj, Si}$ = Präsenzwahrscheinlichkeit von Objekt j gegenüber Schadensereignis i

$v_{Oj, Si}$ = Vulnerabilität von Objekt j in Abhängigkeit von Schadensereignis i

Diese Formel des Risikos zeigt, dass eine mögliche Reduzierung des Risikos sowohl von der einwirkenden Seite der Naturgefahren als auch von Seiten der potenziell betroffenen und schadensempfindlichen Objekte vorgenommen werden kann.



Wohngebäude durch eine Hangmure zerstört (Steiermark, 2005)

Foto: BFW

Dipl.-Ing. Dr. Peter Andrecs, Abteilung für Wildbach und Erosion, Institut für Naturgefahren und Waldgrenzregionen, Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Hauptstraße 7, 1140 Wien, E-Mail: peter.andreacs@bfw.gv.at

DDipl.-Ing. Stefan Oberndorfer, Forsttechnischer Dienst für Wildbach und Lawinenverbauung, Gebietsbauleitung Pongau, Bergheimerstraße 57, 5021 Salzburg, E-Mail: stefan.oberndorfer@die-wildbach.at

Lawinensimulationsmodelle im Risiko- und Krisenmanagement

Rudolf SAILER und Andreas SCHAFFHAUSER

Ein zeitgemäßes Risiko- und Krisenmanagement muss weit mehr als eine reine Gefahrenverminderung leisten. Dies gilt insbesondere für touristisch intensiv genutzte Regionen, die in einem labilen Gleichgewicht zwischen Risikoakzeptanz und -ablehnung stehen. Dazu ist der Einsatz modernster Methoden (z.B. Simulationen) sowohl in der Prozess- und Wirkungsanalyse, als auch im Risiko- und Krisenmanagement erforderlich.

Risiko und Krisenmanagement

Besonders in Wintertourismus-Regionen stehen die Verantwortlichen vor der großen Herausforderung, das Risiko aus dem Naturgefahrenpotenzial richtig einzuschätzen. Die zentralen Organisationseinheiten sind per Gesetz die politischen Gemeinden (Khakzadeh 2004).

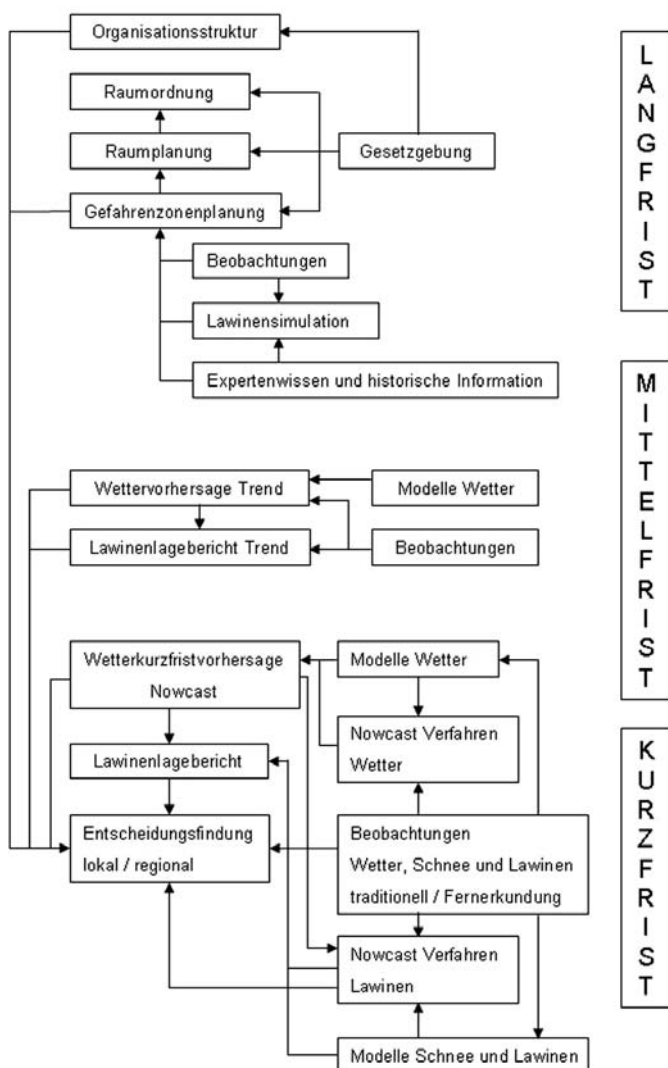


Abbildung 1:
Die Komponenten der lang-, mittel- und kurzfristigen Maßnahmen und Methoden im Risiko- und Krisenmanagement bezüglich Lawinen

Der Tourismus-Boom führt dazu, dass in ländlichen Regionen mit beengten Dauersiedlungsräumen maximale Bevölkerungsdichten zu verzeichnen sind. In den Monaten mit der stärksten Übernachtung, meist in der Wintersaison, erreichen z.B. alle Talschaften Tirols Werte, die jenen des Ballungsraumes Innsbruck/Hall entsprechen.

Wie reagiert die öffentliche Hand auf diese Herausforderungen? Sie errichtet nicht mehr ausschließlich permanente Infrastruktur- und Schutzbauten (Investitionsvolumen: 1949 bis 1989 350 Millionen Euro, 1999 bis 2003 120 Millionen Euro; Quelle: Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung), sondern setzt auch auf temporäre Maßnahmen (Sperrungen, Evakuierung, künstliche Lawinenauslösung, Lawinenwarndienst, Lawinenkommissionen). Ein umfassendes (integrales) Risiko- und Krisenmanagement auf kommunaler und regionaler Ebene hat den veränderten Rahmenbedingungen Rechnung zu tragen.

Der Prognosezeitraum beeinflusst maßgeblich Auswahl und Kombination (Maßnahmenmix) der in Frage kommenden temporären und permanenten Maßnahmen (Abbildung 1).

Die langfristigen Planungselemente (zum Beispiel Flächenwidmung) basieren auf gesetzlichen Grundlagen, die eine Berücksichtigung der Naturgefahren im Planungsprozess vorsehen. Das Forstgesetz sowie die damit verbundenen Verordnungen und Richtlinien verlangen die Installierung von Gefahrenzonenplänen dort, wo eine Bedrohung des Siedlungsraumes gegeben ist. Bei der Gefahrenzonenplanung sind neben dem bewährten eindimensionalen AVAL1D Modell (Salm et al. 1990) mehrdimensionale Lawinensimulationsmodelle standardmäßig im Einsatz. In Österreich sind dies vor allem SamosAT (Sampl et al. 2004, Zwinger et al. 2003, Sailer et al. 2002, Sailer und Kleemayr 2005) und ELBA+ (Volk 2004, Volk und Kleemayr 1999).

Große Anstrengungen wurden weltweit bei der Weiterentwicklung von mittelfristigen meteorologischen Vorhersagemodellen und -techniken (z.B. Ensemble-Vorhersagen) unternommen. Die Qualität mittelfristiger meteorologischer Prognosen (Trend für einige Tage) der Neuschneehöhen und deren regionaler Verteilung hat sich dadurch deutlich verbessert. Zusätzlich erlauben die Methoden Aussagen über die Unsicherheit der Vorhersage. Auf Basis dieser prognostizierten Niederschlagsmengen ist es möglich, Lawinensimulationen als mittelfristiges Prognoseinstrument einzusetzen. Je kürzer die verbleibende Vorlaufzeit jedoch wird, desto schwieriger ist der „Echtzeiteinsatz“ von Lawinensimulationsmodellen.

Kurzfristvorhersagen (Nowcast) werden Stunden vor oder während eines Extremereignisses erstellt. Um in kritischen Situationen rechtzeitig Aussagen über Ausläuflängen von Lawinen liefern zu können, werden

Szenarien vorbereitet, die im Krisenfall abrufbar sind (Sailer et al. 2004). Die Auswahl des zutreffenden Szenarios erfolgt auf Basis aktueller Messwerte (Punktmessungen meteorologischer Parameter und Erfassung der flächenhaften Niederschlagsverteilung) in Verbindung mit extremwertstatistischen Auswertungen. In allen Fällen (lang-, mittel- und kurzfristig) sind in einem Risiko- und Krisenmanagement die Daten den Entscheidungsträgern (online) zugänglich.

Verifikation von Simulationsmodellen

Aufgrund der praktischen Relevanz von Lawensimulationsmodellen werden diese kontinuierlich weiterentwickelt und wissenschaftlich verifiziert. Die Schneehöhenmessung mittels Ultraschallsensoren ist vor allem bei den Lawinenwarndiensten im Einsatz. Ihr Nachteil: es sind Punktmessungen.

Mit Fernerkundungstechnologien können heute bereits von einem sicheren Standort aus Schneedeckenparameter gemessen werden. Daher wird intensiv an Methoden gearbeitet, die Aussagen über die räumliche und zeitliche Schneehöhenänderung ermöglichen. Vor allem die bodengestützte Lasermessung (Terrestrial Laser Scanning, TLS) wird den gestellten Anforderungen weitgehend gerecht (Jörg et al., 2006, Schaffhauser et al., eingereicht). Die TLS-Technologie liefert jedoch nur bei guten Wetterbedingungen optimale Ergebnisse und lässt keine Aussagen über den Wassergehalt oder die Dichte der Schneedecke zu. Dieser Forschungsbedarf wurde im EU-Projekt GALAHAD (6. Rahmenprogramm) aufgegriffen, das BFW leitet dabei das Arbeitspaket „Fernerkundung, Schnee und

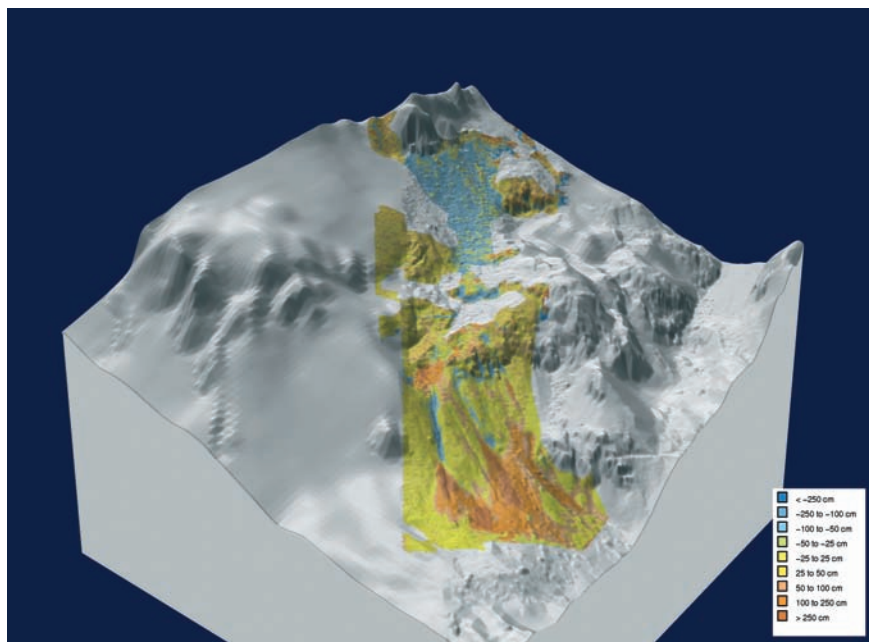


Abbildung 2:
Perspektivische Ansicht der mit TLS gemessenen Schneehöhenänderungen der Lawine vom 25. April 2007

Lawinen“. In diesem Projekt werden sowohl TLS-Messungen als auch Messungen mit bodengestützten Radarsystemen (Ground Based Synthetic Aperture Radar, GB SAR) durchgeführt. Gerade die GB SAR-Technologie erlaubt eine wetterunabhängige Messung der Schneedeckenparameter und kann auch Aussagen zum Schneewasseräquivalent der Schneedecke liefern. Diese Anwendung der GB SAR-Methode befindet sich derzeit noch in Entwicklung.

Das BFW hat extra für die Messungen 20 km südöstlich von Innsbruck ein Versuchsfeld im Truppenübungsplatz Wattener Lizum eingerichtet. Das Bundesheer stellt Infrastruktur zur Verfügung und hilft bei organisatorischen Belangen. So muss etwa die Basisstation auf 2040 m Seehöhe während des gesamten Winters erreichbar bleiben.



Abbildung 3:
Anbruch der Lawine vom 25. April 2007 - die Rauchwolke der Detonation ist gut erkennbar (links); Lawine im Mittelteil der Sturzbahn (Quelle: Reinhard Fromm, BFW)

Die Messungen sind Grundlage für die Verifikation des Lawinensimulationsmodells SamosAT. Wie sehen die einzelnen Schritte - von der Messung mittels Fernerkundungsmethoden zur Parameteroptimierung des Lawinensimulationsmodells SamosAT - aus? Im günstigsten Fall werden die Schneehöhenänderungen in einer hohen zeitlichen Auflösung gemessen, so dass jeder markante Anstieg registriert wird. Damit ist die potenzielle Kubatur eines Anbruchgebietes bekannt. Im Fall eines Lawinenabgangs und der nachfolgenden Schneehöhenmessung kann die tatsächlich als Lawine abgegangene Kubatur berechnet werden (Abbildung 2). Aufgrund der kontinuierlichen Aufzeichnung der meteorologischen Größen und begleitender Feldmessungen ist auch die Dichte des Schnees im Anbruchgebiet bekannt.

Im Lawinensimulationsmodell SamosAT werden diese beiden Größen (Kubatur und Dichte) für die Berechnungen herangezogen. Je genauer diese Anbruchmasse bekannt ist, desto zuverlässiger ist die Modell-Parameteroptimierung.

Am 25. April 2007 löste das Bundesheer künstlich eine Lawine aus und so war es erstmals möglich, mit SamosAT eine Lawine mit exakt bekannter Anbruch- ($19,6 \times 10^6$ kg) und Ablagerungsmasse ($58,3 \times 10^6$ kg) nachzurechnen (Abbildungen 3 und 4). Die Differenz von $38,7 \times 10^6$ kg entspricht jener ruhenden Schneeschicht der Lawinenbahn, die kontinuierlich in die Lawinenmasse eingepflügt wurde (Sailer et al. eingereicht). Dieser Effekt wird als Entrainment bezeichnet.

Auf Basis der TLS-Messung wurde eine Parameterkombination gewählt, die zu einem Simulationsergebnis führt, das der realen Lawine sehr nahe kommt (Abbildung 4). Die Modellverbesserungen fließen wieder in adaptierte Modellvarianten ein und in weiterer Folge können die Verantwortungsträger vor Ort ihre Entscheidungen auf

bessere Prognosen stützen. Die nachfolgenden Fallbeispiele zeigen, wie Simulationsmodelle im Risiko- und Krisenmanagement berücksichtigt werden.

Fallbeispiel 1:

k-Plan der Gemeinde St. Anton am Arlberg

Der k-Plan (Integraler Risiko- und Krisenmanagementplan) der Gemeinde St. Anton am Arlberg dient der Gemeindeführung in Standardsituationen zur Risikobeurteilung und bietet in Krisenzeiten den Entscheidungsträgern wertvolle Hilfen. Mit dem k-Plan entwickelte das BFW ein System, das alle relevanten Organisationseinheiten bündelt und die neuesten Technologien, unter anderem vorbereitete Lawinensimulations-Szenarien, praxisgerecht aufbereitet (Sailer 2001a, 2001b, Sailer et al. 2004). Die Kommunikation der Organisationseinheiten sowie die Bereitstellung der Simulationsdaten erfolgt Web-basiert (Abbildung 5).

Die Lawinensimulationsdaten liegen als vorbereitete Szenarien auf einem zentralen Server. Der Zugriff auf die Gebäudedatenbank erfolgt dynamisch. Dies bedeutet, dass etwaige Datenbankänderungen bei jeder Szenarienabfrage berücksichtigt werden (Abbildung 5). Welches Szenario ausgewählt wird, entscheidet der Bearbeiter unter Berücksichtigung der aktuellen meteorologischen Situation oder Prognose. Er kann rasch aufgrund der Informationen (mögliches Schadensausmaß, Risiko) seine Entscheidung treffen (Vorwarnung, zu evakuierende Personen, Straßensperre).

Fallbeispiel 2:

Risikostudie St. Leonhard im Pitztal

Trotz des hohen Naturgefahrenpotenzials hat sich die Gemeinde St. Leonhard im Pitztal intensiv touristisch entwickelt. Seit den 50er Jahren haben sich Bevölkerung, Betten- und Nächtigungszahlen vervielfacht.

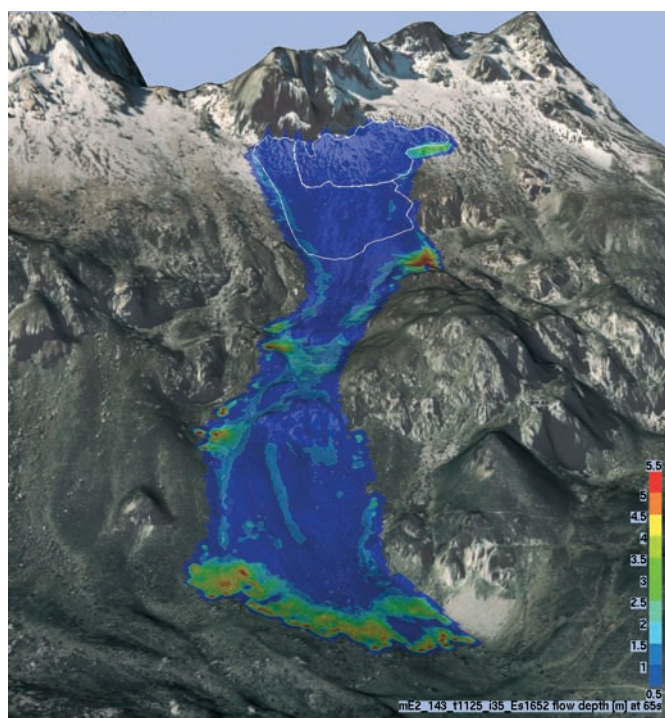


Abbildung 4: Ablagerungshöhen [m] der mit der optimierten Parameterkombination simulierten Lawine (links), Photo der Lawine aus einer ähnlichen Perspektive (rechts).

Straße	Hnr.	Name	Be- schreibung	Ortsteil	Telefon	Fax	Betten	Ein- wohner
Landauerweg	3	NN	NN	St. Jakob	+43(5446)1234	+43(5446)1234	48	0
Landauerweg	5	NN	NN	St. Jakob	+43(5446)1234	+43(5446)1234	12	0
Landauerweg	7	NN	NN	St. Jakob	+43(5446)1234	+43(5446)1234	16	0
St. Jakober Dorfstraße	193	NN	NN	St. Jakob	+43(5446)1234	+43(5446)1234	0	0
St. Jakober Dorfstraße	195	NN	NN	St. Jakob	+43(5446)1234	+43(5446)1234	6	0
St. Jakober Dorfstraße	197	NN	NN	St. Jakob	+43(5446)1234	+43(5446)1234	8	0
St. Jakober Dorfstraße	201	NN	NN	St. Jakob	+43(5446)1234	+43(5446)1234	10	0
St. Jakober Dorfstraße	218	NN	NN	St. Jakob	+43(5446)1234	+43(5446)1234	6	0
St. Jakober Dorfstraße	220	NN	NN	St. Jakob	+43(5446)1234	+43(5446)1234	6	0
St. Jakober Dorfstraße	222	NN	NN	St. Jakob	+43(5446)1234	+43(5446)1234	14	0
St. Jakober Dorfstraße	230	NN	NN	St. Jakob	+43(5446)1234	+43(5446)1234	9	0
Summe							135	0



Abbildung 5:
k-Plan - dynamische Verknüpfung des Lawinenszenario aus Abbildung 5 mit der Datenbank; das Ergebnis liefert die Summe der im Ernstfall zu evakuierenden Personen (Namen, Beschreibungen und Telefonnummern wurden verändert)

Um das Ausmaß der Investitionskosten zum Schutz vor Naturgefahren abschätzen zu können, wurde eine Regionalstudie in Auftrag gegeben (Sailer und Huber 2005). Die Ermittlung von Schadenspotenzial und Risiko erfolgte dabei auf Basis eines bewährten Risikoanalysekonzeptes (BUWAL 1999a, 1999b). Im Gegensatz zum k-Plan von St. Anton am Arlberg, bei dem vorbereitete Szenarien verwendet werden, wird im Falle der Risikoanalyse Pitztal der Gefahrenzonenplan herangezogen.

Im Rahmen der Erstellung des Gefahrenzonenplans wurden Berechnungen mit Lawinensimulationsmodellen durchgeführt. Aufgrund der umfangreichen Datenlage war es auch möglich, aufbauend auf Schadensausmaß und Risikoberechnung (siehe Seite 3, Abbildung 1), die Maßnahmen (Anbruchverbauungen, Dämme) nach ihrer Priorität zu reihen.

Die Errichtung permanenter Schutzmaßnahmen für sämtliche Gefährdungsbereiche von Lawinen und Wildbächen sowie ein kompletter Straßenschutz sind der Studie zufolge nicht realisierbar. Mit temporären Maßnahmen im mittel- bis kurzfristigen Prognosebereich (Frühwarnung, Straßensperren, Evakuierungen, etc.) könnten Risiken deutlich reduziert werden (Sailer und Huber 2005).

Ausblick

Immer mehr Personen halten sich in potenziell gefährdeten Bereichen alpiner Räume auf, das Risikopotenzial nimmt zu. Die Antwort der öffentlichen Hand: Verbauungsmaßnahmen intensivieren, aber auch neue temporäre Methoden suchen. Vor allem für mittel- und kurzfristige Prognosen gewinnen Vorhersagemethoden (Wetter, Lawinen) entscheidend an Bedeutung. Bei der Bewertung und Beurteilung der Lawinengefahr für Siedlungen und Infrastruktureinrichtungen kommen vermehrt Lawinensimulationsmodelle zum Einsatz – vom lang- bis zum kurzfristigen Prognosebereich. Risiko- und Krisenmanagementpläne sind ein geeignetes Instrument zur praxisgerechten Aufbereitung komplexer Informationen, die aus der Anwendung neuester Methoden und Technologien hervorgehen.

Mag. Dr. Rudolf Sailer, Mag. Dr. Andreas Schaffhauser, Institut für Naturgefahren und Waldgrenzregionen, Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Rennweg 1, 6020 Innsbruck

Literatur

- BUWAL [Hrg.], 1999a. Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren. Methode. Umweltmaterialien 107/I Naturgefahren, Bern.
- BUWAL [Hrg.], 1999b. Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren. Fallbeispiele und Daten. Umweltmaterialien 107/II Naturgefahren, Bern.
- Khakzadeh, L., 2004. Rechtsfragen des Lawinenschutzes. NWV, Wien Graz.
- Sailer, R., Fellin, W., Fromm, R., Jörg, P., Rammer, L., Sampl, P. and A. Schaffhauser, eingereicht. Snow avalanche mass balance calculation and simulation model verification. Eingereicht bei: Annals of Glaciology, Vol. 48.
- Sailer, R., 2001a. Risk Assessment and Crisis Management for a winter tourist resort (St.Anton a/A, Tyrol, Austria) - a case study (Part I). Proceedings of 21st Annual ESRI International User Conference. San Diego, USA. 2001.
- Sailer, R., 2001b. Risk Assessment and Crisis Management for a winter tourist resort (St.Anton a/A, Tyrol, Austria) - a case study (Part II). Proceedings of the First Annual IIASA-DPRI Meeting on Integrated Disaster Risk Management: Reducing Socio-Economic Vulnerability. IIASA, Laxenburg, Austria. 2001.
- Sailer, R. und T. Huber, 2005. Regionalstudie Lebensraum "Hinteres Pitztal". Wildbach- und Lawinenverbau. 2005, 153, 75-113.
- Sailer R. und K. Kleemayr, 2005. SAMOS-04: Das Österreichische Lawinensimulationsmodell. BFW-Praxisinformation, Wien, (8): 5-6.
- Sailer, R., Rammer, L., and P. Sampl, 2002. Recalculation of an artificially released avalanche with SAMOS and validation with measurements from a pulsed Doppler radar. Natural Hazards and Earth Syst. Sci., 2, 211-216.
- Sailer, R., Klebinder, K., Khakzadeh, L., und A. Heller, 2004. Integraler Risiko- und Krisenmanagementplan der Gemeinde St. Anton am Arlberg. in: Strobl, J., Blaschke, T., and Griesebner, G. Beiträge zum 16. AGIT-Symposium Salzburg, Salzburg, 579-584.
- Salm B., Burkhard A. und H. U. Gubler, 1990. Berechnung von Fließlawinen. Eine Anleitung für Praktiker mit Beispielen. Mitteilungen des Eidgenössischen Instituts für Schnee- und Lawinenforschung, No. 47.
- Sampl, P. und T. Zwinger, 2004. Avalanche Simulation with SAMOS, in Annals of Glaciology 38, 393-398.
- Schaffhauser, A., Fromm, R., Joerg, P., Luzi, G., Noferini, L. and R. Sailer, eingereicht. Remote sensing based retrieval of snow cover properties. Eingereicht bei: Cold Regions Science and Technology.
- Sovilla, B. and P. Bartelt. 2002. Observations and modelling of snow avalanche entrainment. Nat. Hazards and Earth. Syst. Sci., 2, 169-179.
- Volk, G., 2004. ELBA+ - eine neue Generation von Simulationsmodellen. Wildbach- und Lawinenverbau. 2004, 149, 55-62.
- Volk, G. und K. Kleemayr, 1999. ELBA - Ein GIS-gekoppeltes Lawinensimulationsmodell. Anwendungen und Perspektiven, in Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation Heft 2 + 3: 84-92.
- Zwinger, T., Kluwick, A., and P. Sampl, 2003. Simulation of Dry-Snow Avalanche Flow over Natural Terrain. In Dynamic Response of Granular and Porous Materials under Large and Catastrophic Deformations, ed. K. Hutter, N. Kirchner. 161-194. Springer, Heidelberg.

Temporäre Schutzmaßnahmen und Lawinenprognose

Peter HÖLLER und Reinhard FROMM

Neben technischen, biologischen und raumordnerischen Schutzmaßnahmen spielen beim Lawinenschutz die temporären Maßnahmen eine entscheidende und zunehmend wichtigere Rolle.

Während das Sperren von Straßen und Schipisten sowie das Evakuieren von Gebäuden (also passive Maßnahmen) dazu dienen, besiedelte oder von Menschen anderwärtig genutzte Räume (Straßen, Schipisten, ...) in kritischen Zeiträumen freizuhalten, soll mit aktiven Maßnahmen (künstliche Auslösung von Lawinen durch Sprengungen) der Zeitraum etwaiger Sperren möglichst gering gehalten werden. Ziel ist es, die Schadenswahrscheinlichkeit zu verringern, wobei nur durch Sperren oder Evakuierungen die Schadenswahrscheinlichkeit für Menschen und damit das Restrisiko auf Null gesenkt werden kann (Gubler, 1986).

In Österreich kommen deshalb aktive Maßnahmen großteils für den Schutz von Schipisten zum Tragen; ganz vereinzelt auch für den Straßenschutz. Über die Anwendbarkeit von Sprengseilbahnen in Schigebieten wurde zu Beginn der 90er Jahre von der Forstlichen Bundesversuchsanstalt (heute BFW) eine Studie präsentiert (Schaffhauser et al., 1993).

Täglicher Lawinenlagebericht

Sowohl für die aktiven als auch für die passiven Maßnahmen bedarf es Entscheidungshilfen, die ebenfalls unter dem Begriff der temporären Schutzmaßnahmen subsumiert werden.

So ist der tägliche Lawinenlagebericht ein unverzichtbarer Bestandteil für die Beurteilung der Lawinengefahr in einem größeren Raum (z.B. ein Bundesland). Das Lawinenbulletin setzt sich aus drei Teilen zusammen: der Beurteilung der Lawinengefahr, der Beschreibung des Schneedeckenaufbaus und dem Wetterbericht. Die Lawinengefahr wird anhand einer fünfstufigen Skala beschrieben (1 = geringe Lawinengefahr, 5 = sehr große Lawinengefahr).

Auf Gemeindeebene sind Lawinenkommissionen tätig, Empfehlungen an die zuständigen Behörden zu geben (z.B. Straßensperren). Kommissionen greifen bei der Beurteilung der lokalen Situation auf den landesweiten Lawinenlagebericht zurück; sie nutzen aber auch eigene Aufzeichnungen (selbst erhobene Schneeprofile) oder Daten von lokalen Wetterstationen.

Modelle als Entscheidungshilfe

Vermehrt kommen nun auch Prognosemodelle zum Einsatz. Diese werden in drei Gruppen gegliedert:

1. statistische Verfahren (wie das in der Schweiz entwickelte NXD-Modell [Brabec und Föhn, 2001; Buser et al., 1987]),
2. auf physikalischen Grundsätzen aufbauende Modelle (wie etwa CROCUS [Brun et al., 1989; Brun et al.,

1992] aus Frankreich oder SNOWPACK [Lehning et al., 1999; Bartelt und Lehning, 2002; Lehning et al., 2002a, 2002b] aus der Schweiz) und

3. Expertenmodelle.

Diagnosewerkzeug ADS

Auch in Österreich wird an Lawinenprognosemodellen gearbeitet. So hat das Institut für Naturgefahren und Waldgrenzregionen mit Unterstützung des Skigebietes Lech, dem Land Vorarlberg und dem Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie das Diagnosewerkzeug ADS (Avalanche Diagnosis System) entwickelt. Dieses Hilfsmittel ermöglicht objektive, nachvollziehbare Aussagen über die Lawinengefahr. Der Entscheidungsträger sammelt alle verfügbaren Informationen, wobei die Software dies unterstützt und automatisiert.

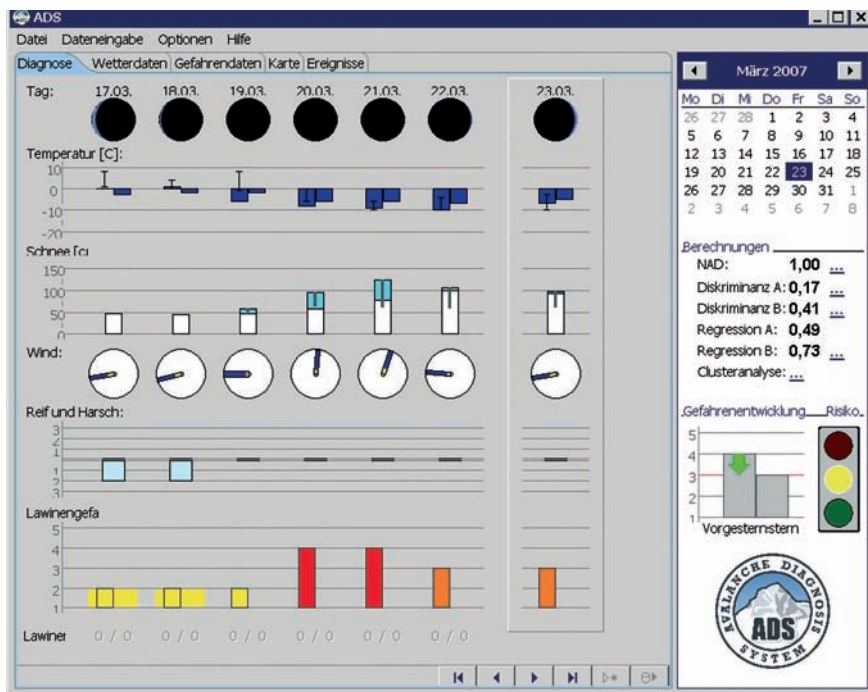
In einer Datenbank werden die Lawinenlageberichte, alle Daten der Wetterstationen im Beurteilungsgebiet, selbst erhobene Messwerte, Ereignisse und individuelle Bemerkungen gesammelt. Im günstigen Fall stehen diese Daten bereits über mehrere Jahre zur Verfügung. Basierend darauf kann auf die Neigung zu Lawinereignissen geschlossen werden.

Einerseits sind durch statistische Analysen der Messdaten und die Anwendung von Entscheidungskriterien (z. B. Wahrscheinlichkeit, ob ein Tag zur Gruppe der Lawinentage zählt) Aussagen über die Lawinenaktivitäten an einzelnen Tagen möglich, andererseits können mit den erhobenen Daten ähnliche Tage in der Vergangenheit gesucht werden. Die Lawinereignisse an diesen Tagen und die Beurteilungen (Lageberichte, Gefahrenstufen und Kommentare) stehen dem Anwender für seine Beurteilung der Lawinensituation zur Verfügung.

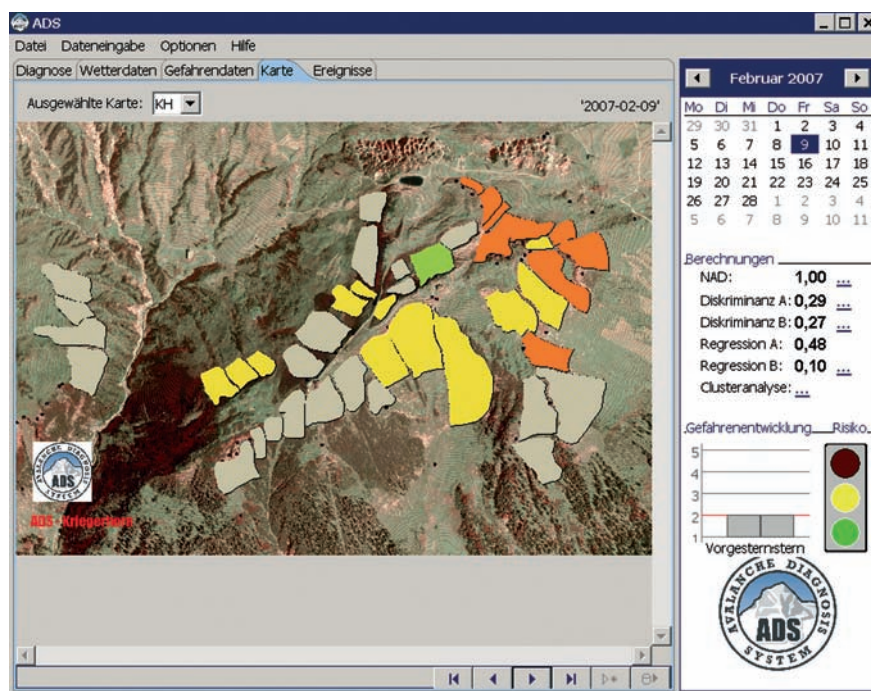
Die Ergebnisse der statistischen Verfahren werden durch eine Zahl zwischen 0 und 1 ausgedrückt (0 = geringe Gefahr, 1 = sehr hohe Gefahr). Eine Zuordnung zu der internationalen fünfstufigen Skala der Lawinengefahr ist nicht möglich, aber die Werte und deren tägliche Änderungen beschreiben das Lawinenrisiko im Beobachtungsgebiet objektiv.

Benutzeroberfläche Diagnose:

Auf der Benutzeroberfläche *Diagnose* von ADS werden die wichtigsten Daten übersichtlich zusammengestellt. Schneehöhen und deren Änderung, Schnee- und Lufttemperaturen, Windgeschwindigkeiten und -richtungen sowie Schneebeschaffenheit und Lawinengefahrbeurteilungen der letzten Tage werden in einem Fenster visualisiert. Die Ergebnisse unterschiedlicher statistischer Analysen lassen eine schnelle Einschätzung der Lawinensituation zu und die Navigation mit einem Kalender ermöglicht eine einfache Bedienung. Pfeilsymbole deuten auf die Änderung der Lawinengefahr zu den beiden vorangegangenen Tagen hin.



Benutzeroberfläche „Diagnose“



Benutzeroberfläche „Hangbezogene Beurteilung der Lawinengefahr“



Schneedrift

(Foto: R. Fromm)

Dipl.-Ing. Dr. Peter Höller, Mag. Ing. Reinhard Fromm, Institut für Naturgefahren und Waldgrenzregionen, Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Rennweg 1, 6020 Innsbruck, E-Mail: peter.hoeller@uibk.ac.at

Ereignisse

Durch die Aufzeichnung und Dokumentation aller Lawinenergebnisse verbessern sich die statistischen Methoden. Daher ist es sehr wichtig, sowohl natürliche Lawinen als auch künstlich ausgelöste Lawinen durch Skifahrer, Snowboarder oder durch unterschiedliche Sprengmittel zu dokumentieren.

Benutzeroberfläche Hangbezogene Beurteilung

Die Lage (Exposition und Seehöhe), die Hangneigung und die Beschaffenheit des Untergrundes beeinflussen das Verhalten der Schneedecke im Anbruchgebiet. Die Sturzbahnen der verschiedenen Lawinen haben unterschiedliche Auslaufwege und -wirkungen. Diese Eigenschaften sind wertvolle Informationen und werden mit in die Erhebungen aufgenommen. Verknüpfungen zwischen Anbruchgebieten und Sturzbahnen machen das Verfahren flexibel und offen für weitere Datenverarbeitungen.

Aufgrund von Schneedrift werden die einzelnen Anbruchgebiete mit Neuschnee versorgt. Bei der hangbezogenen Beurteilung wird das berücksichtigt und führt zu unterschiedlichen Gefahrendaten in jedem Abbruchgebiet.

Was ist für die Anwendung von ADS notwendig?

Für die Arbeit mit ADS ist eine Person notwendig, die Lawinen beobachtet und einfache Daten (Schneehöhe, Schnee- und Lufttemperatur, Rammwiderstand) erfasst. Messwerte automatischer Wetterstationen können direkt übernommen werden. Werden Anbruchgebiete regelmäßig gesprengt, so sind detaillierte Analysen möglich. Liegen Beobachtungsdaten schon über mehrere Jahre auf, dann können statistische Methoden sofort effizient eingesetzt werden.

Ausblick

Gleitschneelawinen gehorchen anderen Gesetzmäßigkeiten und müssen daher gesondert betrachtet werden. Neben diesbezüglichen Untersuchungen in aktuellen Arbeiten des BFW werden die bisherigen Methoden verifiziert und verfeinert.

Literatur

Kann bei den Verfassern angefordert werden.

Rutschungen, eine verkannte Gefahr?

Karl HAGEN

In den letzten Jahren haben Extremniederschläge zahlreiche Rutschungen ausgelöst. Siedlungen und Infrastruktur wurden zum Teil massiv geschädigt und Todesopfer waren zu beklagen. Ist die Klimaänderung oder die Erschließung immer extremerer Bereiche unseres Alpenraumes daran schuld? Wie kann man rutschungsgefährdete Bereiche erkennen und welche Maßnahmen sind notwendig, um Schäden zu minimieren? Für diese Fragen werden auf Basis umfangreicher Dokumentations- und Analysearbeiten des BFW Überlegungen und Lösungsansätze vorgestellt.

Grundsätzlich sind Abtragsprozesse wie Erosion und Rutschungen in „jungen Gebirgen“ wie den Alpen natürliche Phänomene. Man denke nur an die heute leicht hügelige Landschaft des Waldviertels, wo sich vor rund 300 Millionen Jahren (variszische Gebirgsbildung) noch über 5000 m hohe Gebirgszüge erhoben haben (Fotomontage Abbildung 1).

Probleme sind dann vorprogrammiert, wenn der Mensch diese Bereiche besiedelt oder sie nutzen will, wie dies in den letzten Jahrzehnten im Alpenraum mit rasch steigender Intensität geschieht. Rutschungen gefährden den Menschen und sein Hab und Gut. Steht ein Haus in einem Bereich, wo es zu Bewegungen im Boden kommt, so ist es absehbar, dass hier leicht Schäden bis hin zur Zer-

störung der Liegenschaft entstehen können. Ablagerungen von Rutschungen können Häuser verschütten, oder wenn das Rutschungsmaterial „in Fahrt kommt“ (Hangmuren) sogar zerstören. Während große Hangbewegungen heute oft bereits gut dokumentiert sind, ist dies im Falle flachgründiger, eher kleiner (spontaner) Lockersedimentrutschungen anders. Die Fragen nach dem „wo“ und der Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens sind hier die Knackpunkte.

Wie kommt es zu Rutschungen?

Erdrutsche sind mit freiem Auge wahrnehmbare Gleitbewegungen von Lockermassen entlang präformierter oder im Augenblick des Bruches entstehender Gleitflächen. Die Materialverlagerung erfolgt überwiegend aufgrund der Schwerkraft. Der Widerstand, den Böden jeder Bewegung entgegenbringen, setzt sich aus der inneren Reibung (R_f) und der Haftung (N) zusammen.

Demgegenüber steht die treibende Kraft (T), die im Wesentlichen aus dem Eigengewicht (Schwerkraft) in Verbindung mit der Hangneigung resultiert.

Für das Auftreten von Erdrutschen ist die Geländeneigung das wichtigste Kriterium, da mit steigender Neigung die durch das Eigengewicht des Bodens bedingte treibende Kraft immer größer wird (vgl. Abbildung 2). Auch der Wassergehalt im Untergrund ist eine wichtige Einflussgröße. Einerseits erhöht mehr Wasser im Boden dessen Eigengewicht, anderer-

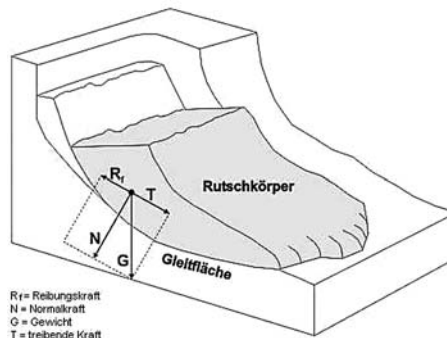


Abbildung 2:
Wenn die treibenden Kräfte (T) die Summe der Widerstandskräfte ($R_f + N$) übersteigen, gerät ein Hang in Bewegung



Abbildung 1:
Natürliche Prozesse wie Erosion und Rutschungen werden in ferner Zukunft unsere Hochgebirgslandschaften (links) in Hügellandschaften verwandelt haben.

Fotos: BFW, Hagen



Fotos: BFW, Hagen

Abbildung 3:

Frage: Kann es in diesem Gelände (Bild links) zu Rutschungen kommen? Es gibt keine offensichtlichen Anzeichen dafür.

Antwort: Ja es kann! Im August 2005 zerstörte eine Hangmure den Stiegenaufgang des Wohnhauses. Durch die Sanierungsmaßnahmen sind bereits im Juni 2007 davon keine Spuren mehr zu sehen (Gemeinde Haslau bei Birkfeld)

seits werden innere Reibung und Haftung verringert. Je „mehr Wasser“ in einem Hang ist, desto leichter gerät er bei ansonst gleichen Bedingungen in Bewegung.

Warum ist die Dokumentation „kleiner“ Rutschungen so wichtig?

Die Katastrophen des Jahres 2005, die ihren Ursprung in umfangreichen Niederschlägen hatten, führten in weiten Teilen Österreichs zu Millionenschäden. In den Gemeinden Gasen und Haslau (Steiermark) traten dabei massive Probleme mit überwiegend kleineren, so genannten „spontanen Lockersedimentrutschungen“ auf. Auf rund 60 km² wurden 250 Rutschungen vom BFW im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) dokumentiert.

Eine nicht wirklich neue Erkenntnis dieser Ereignisdokumentation ist, dass die möglichst vollständige Erfassung aller Rutschungen eine wichtige Grundlage für jeden Fortschritt sowohl im administrativen als auch wissenschaftlichen Bereich darstellt. Besonderes Augenmerk ist auf die Aufnahme jener Rutschungsphänomene zu legen, die (etwa im Zuge von Aufräumarbeiten) bald wieder verschwinden (Abbildung 3). Eine genaue Angabe der Örtlichkeit mit Fotodokumentation ermöglicht die Auffindbarkeit von Rutschungsbereichen, um Nacherhebungen zu einem späteren Zeitpunkt durchzuführen.

Wann wird es wo gefährlich?

Nahe liegender Weise wäre es hilfreich, über die Rutschungsdisposition stärker geneigter Hänge bereits vor dem Eintreten gefährlicher Situationen Bescheid zu wissen, um allfällige Maßnahmen, von (präventiven) Schutzbauwerken bis hin zu Evakuierungen im Katastrophenfall, bestmöglich steuern zu können. Doch selbst für den Experten ist es manchmal schwierig, ohne ausreichende Informationen (zum Beispiel über vorangegangene Ereignisse) die Rutschungsdisposition richtig einzuschätzen.

Prinzipiell wird zwischen Grunddisposition und variabler Disposition eines Gebietes unterschieden. Während die

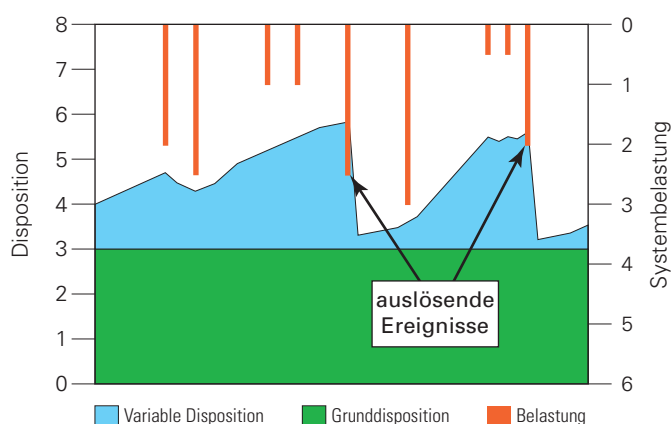


Abbildung 4:

Schema Rutschungsauslösung: Die Rutschungsdisposition eines Hanges ist nicht konstant, es können auch kleinere Niederschlagsereignisse Rutschungen auslösen, wenn die Disposition des Hanges zu diesem Zeitpunkt erhöht ist.

Grunddispositionen über längere Zeiträume weitgehend gleich bleibt (wie etwa Hangneigung), schwankt die variable Disposition (beispielsweise Vegetationseinfluss). Zusammen entscheiden sie, welche Belastungen (meist extreme Niederschlagsmengen) der Hang aufnehmen kann, bevor er ins Rutschen gerät.

Kann man Gefahrenbereiche erkennen?

Rutschungen sind schwerkraftdominierte Prozesse, das heißt, sie können erst ab gewissen Hangneigungen auftreten. Zusätzliche relevante Faktoren sind zum Beispiel Bodentyp und Vegetation, da sie den Wassergehalt des Bodens beeinflussen. Tiefgründige, dichte Böden geben einmal aufgenommenes Wasser nicht mehr so schnell ab, sie weisen daher oft einen höheren Wassergehalt und damit verbunden höheres Eigengewicht und geringere Reibungswiderstände auf. Sie sind dadurch rutschungsanfälliger als lockere, flachgründige Böden. Standortsgerechte Waldvegetation lockert den Untergrund auf und entnimmt auch mehr Wasser als z.B. Wiesen, wodurch die Rutschungsdisposition verringert wird. Baumwurzeln können in den oberen Bodenbereichen zusätzlich stabilisierend wirken.



Fotos: BFW, Hagen

Abbildung 5:
Das unregelmäßige Gelände lässt erahnen, dass die Almfläche immer wieder von Rutschungen und Hangmuren betroffen ist (Laternsertal, Vorarlberg)

Auch Geländeformen (Abbildung 5) lassen zum Teil auf ehemalige Rutschungen oder prädestinierte Bereiche schließen.

Eine wohl durchdachte Dokumentation von Rutschungsereignissen ist wichtig. Auf ihrer Basis lassen sich mittels Analysen Zusammenhänge zwischen Geländemerkmale, Einflussgrößen und dem Ort des Auftretens von Rutschungen ermitteln. Die Kombination bekannter Faktoren ermöglicht unter Einsatz moderner Geoinformationssysteme flächendeckend eine erste, zumindest grobe Einschätzung der (oberflächennahen) Rutschungsdisposition. Solche Unterlagen gibt es derzeit aber in Österreich allenfalls lokal. In Zukunft sollten sie flächendeckend zu Verfügung stehen, um bundesweit einheitliche Grundlagen für Entscheidungen zu schaffen, wie zum Beispiel, ob Flächen für Bauvorhaben geeignet sind oder nicht, oder ob eine Beurteilung vor Ort durch Experten zu erfolgen hat.

Wenngleich es noch erhebliche Mängel bei den Datengrundlagen gibt und sowohl methodisch als auch organisatorisch Fragen offen sind, so sollte dieser Weg trotzdem - ähnlich wie bei der Gefahrenzonenplanung für Wildbäche und Lawinen - österreichweit konsequent beschritten werden. Mit flächendeckenden Kartenunterlagen, die die Rutschungsanfälligkeit von Hängen vorab einschätzen, wären wir für möglicherweise

immer häufiger auftretende Unwetter und einhergehende Rutschungsereignisse gut gerüstet.

Weiterführende Information

Andres P., Hagen K., Lang E., Stary U., Gartner K., Herzberger E. und Riedel F., Haiden T., (2007): Dokumentation und Analyse der Katastrophenereignisse - August 2005, in BFW Dokumentationen Nr. 6, Wien, 75 Seiten

Andres P., Markart G., Lang E., Hagen K., Kohl B., Bauer W. (2002): Untersuchung der Rutschungsprozesse vom Mai 1999 im Laternsertal (Vorarlberg), In BFW Berichte Nr. 127, Wien, 87 Seiten

Kostenloser Download unter:

<http://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=829>

Bestellung: BFW-Bibliothek:

Tel. 01-878 38/1216, bibliothek@bfw.gv.at

Dipl.-Ing. Karl Hagen, Institut für Naturgefahren und Waldgrenzregionen, Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Hauptstraße 7, 1140 Wien, E-Mail: karl.hagen@bfw.gv.at

Der ISDW-Dokumentationsstandard für die Erfassung der Schutzwirkungen des Waldes

Frank Perzl

Im Rahmen des österreichischen ISDW-Programmes zur Förderung der Objektschutzwirkung des Waldes wurde erstmalig ein bundesweit einheitlicher Standard zur Beurteilung der Schutzwirkungen des Waldes und zur Erfassung der erforderlichen Daten entwickelt. Das Beurteilungsmodell dient der Zielfindung und der praktischen Erfolgskontrolle bei der Schutzwaldbewirtschaftung.

Eine wirkungsorientierte Schutzwaldbewirtschaftung setzt die Kenntnis über die am Standort bedeutsamen Naturgefahren, den Waldzustand und klar definierte, gefahrenbezogene Waldstrukturziele voraus – ein Zielmodell. Dieses beschreibt den Soll-Zustand des Waldes, der in Abhängigkeit von den vor Ort bedeutsamen Naturgefahren und den Standortbedingungen eine ausreichende und langfristige Schutzwirkung hat. Durch den Vergleich mit dem aktuellen Waldzustand können Schutz- und Strukturdefizite des Waldes erkannt werden.

Vorhandene Richtlinien

Es gibt zahlreiche methodische Ansätze und Modelle zur Beurteilung der Schutzwirkungen des Waldes. Nur wenige Ansätze haben sich in der Praxis durchgesetzt. In der Schweiz wurden bereits 1996 Leitlinien zur Beurteilung der Schutzwirkungen des Waldes und ihrer Nachhaltigkeit herausgegeben. Neue Forschungsergebnisse – vor allem zu den hydrologischen Wirkungen des Waldes – führten 2005 zu einer erweiterten Neuauflage (NaiS, siehe Frehner et al. 2005). Auch in Frankreich wurde 2006 eine Leitlinie für die Schutzwaldbewirtschaftung mit einem Beurteilungsmodell der Schutzwirkung des Waldes veröffentlicht (Cemagref/ CRPF/ONF 2006). In Bayern verfolgt man neben Ansätzen zur Umsetzung von NaiS (NAB-Projekt) auch die Weiterentwicklung des Bewertungsmodells von Ammer, Detsch und Seitz (2000).

Entwicklung eines Modells für Österreich

Für Österreich gab es bislang keine Grundlagen, die bundesweit einheitlich und in das bestehende System der Planungsinstrumente der Schutzwaldbewirtschaftung integrierbar waren. Daher wurde vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft in Zusammenarbeit mit den Landesforstdiensten, dem Forsttechnischen Dienst für

Wildbach- und Lawinenverbauung und dem BFW ein Planungsstandard für das ISDW-Programm entwickelt (Initiative **S**chutz **d**urch **W**ald). Es ist ein einfaches System, mit dem die Schutzwirkungen beurteilt und die Daten erfasst werden können (Felderhebung, Online-Datenbank). Die wesentlichen Anforderungen waren:

- Ein praxis- und behördengerechtes flexibles System nach dem Muster von NaiS, das in die bestehenden Methoden der Schutzwaldplanung integrierbar ist und den Praktiker einbindet.
- Möglichst geringer Planungs- und Evaluierungsaufwand.
- Abstimmung mit anderen Instrumenten wie Österreichische Waldinventur, Waldentwicklungsplan, Wildeinflussmonitoring und Tiroler Schutzwald-Controlling.

Das Konzept

Um die Schutzwirkung des Waldes und Veränderungen, die durch waldbauliche Maßnahmen entstehen, feststellen zu können, müssen folgende Sachverhalte erhoben und beurteilt werden:

- das Gefahrenpotenzial am Waldort, differenziert nach den Gefahrenarten,
- die Schutzwirkung des vorhandenen Waldbestandes in Bezug auf das Gefahrenpotenzial,
- die Stabilität des Schutzwaldes (Waldtextur, Verjüngung) und
- die erfolgten Maßnahmen.



Foto: Perzl (2006), BFW

Abbildung 1: Gefährliche Lücke/Blöße in einem Lawinen- und Steinschlag-Schutzwald. Nicht immer sind die Schutzwirkung des Waldes und der Maßnahmenbedarf so eindeutig zu beurteilen wie hier. Dazu müssen die Gefahrenpotenziale in Bezug zur Struktur und zur Stabilität des Waldes gesetzt werden.

Es gibt keine praktisch anwendbaren physikalischen und statistischen Modelle, mit denen das Gefahrenpotenzial, die Schutzwirkung und die Stabilität des Waldes in Bezug auf alle relevanten Naturgefahren mit einheitlichen Datensätzen gemessen werden könnten. Für einzelne Naturgefahren und spezielle Teilaspekte liegen solche Modelle vor. Das sind aber aufwändige Expertensysteme mit speziellen Datenanforderungen. Für die forstbetriebliche Planungspraxis sind sie meist zu kostspielig.

Daher wurde ein System entwickelt, mit dem Bewertungskennziffern des Gefahrenpotenzials und der Schutzwirkung über ein- und mehrdimensionale Präferenzmatrizen aggregiert werden können. Eingangsgroßen sind Merkmale des Standorts oder der Waldstruktur, die auf das Gefahrenpotenzial und die Schutzwirkung des Waldes schließen lassen (Indikatoren). Ihre Merkmalsausprägung wird je nach Wertigkeit für den Sachzusammenhang klassifiziert. Die logische Kombination klassifizierter Merkmale ergibt die Bewertungskennziffern. Die Präferenzmatrix gehört in der Praxis der Umweltplanung zu den gängigsten Methoden (SCHOLLES 2004). Die Indikatoren/Matrizen sind das Ergebnis

- laufender Literaturstudien am BFW,
- der Auswertung der BFW-Schadlawinen-Datenbank,
- von Diskussionen in der ISDW-Arbeitsgruppe
- und einer begleitenden Expertenbefragung.

Die Matrizen sind sehr einfach gestaltet und in Form von „Merkblättern“ zusammengefasst. Die Bewertung kann ohne Rechnungen durchgeführt werden. Für die Darstellung in diesem Rahmen sind die Matrizen jedoch zu umfangreich. Daher werden hier nur die Eckpfeiler des Modells verdeutlicht. Es orientiert sich an den Schweizer Richtlinien (NaiS, FREHNER et al. 2005). In Gegensatz zum Schweizer Modell setzt das ISDW-System am Gefahrenpotenzial gravitativer Prozesse an.

Bestimmung des Gefahrenpotenzials

Das Gefahrenpotenzial ist die Bereitschaft des Standorts zu Gefahrenprozessen (gedanklich ohne Wald). Aus der Kombination der Ausprägungen von Indikatoren standörtlicher Disposition für Naturgefahren resultieren die Gefahrenpotenziale für:

- Lawine (Anbruchzone),
- Steinschlag (Transit- und Auslaufzone),
- Rutschung (Anbruchzone)
- und Oberflächenabfluss.

Diese Prozesse sind die wichtigsten Gefahren, die Schutzgüter im alpinen Raum bedrohen und mit forstlichen Maßnahmen in ihrer Häufigkeit und Intensität effektiv vermindert werden können. Das Gefahrenpotenzial wird für jede Prozessart mit ordinalen Kennziffern in verschiedenen Farben ausgedrückt, den Gefahrenstufen:

- ③ – hohe Gefahr (ständig - häufig, groß)
- ② – mittlere Gefahr
- ① – geringe Gefahr (selten, klein)
- ④ – keine relevante Gefahr

Diese Gefahrenstufen berücksichtigen, anders als die Gefahrenklassen von Gefahrenhinweiskarten oder Gefahrenzonenplänen, neben der Gefahrendisposition den potenziellen Beitrag des Waldes. Im Gegensatz zu den dynamischen Gefahrenstufen der Wetter- und Lawinenwarndienste handelt es sich um eine statische Beurteilung über unveränderliche Standortsfaktoren. Zum Beispiel wird die Gefahrenstufe für „Lawinenanbruch“ aus folgenden Indikatoren abgeleitet:

- mittlere maximale Schneehöhe (Seehöhe)
- mittlere Hangneigung
- Oberflächenrauigkeit
- Reliefklasse (maximale Hanglänge).

Die Wahrscheinlichkeit und Größe der potenziellen Ereignisse in den Gefahrenstufen kann nicht exakt angegeben werden. Die Auslösung von Naturgefahren-Ereignissen wird auch stark von zeitlich variablen Faktoren wie dem Witterungsverlauf bestimmt. Bei einer geringeren Gefahrenstufe deuten jedoch die Indikatoren (gestützt auf Beobachtungen und Studien) auf kleinere und seltenere Ereignisse hin. Für Lawine bedeutet z.B. die Gefahrenstufe ①, dass nur bei sehr ungünstigen Schneeverhältnissen (selten) Schneerutschungen bis 50 m oder höchstens kleine Lawinen bis 100 m Lauflänge wahrscheinlich sind. Nur bei Schneehöhen von über 50 cm und dynamischer Gefahrenstufe 5 („sehr groß“) sind solche Ereignisse wahrscheinlich.

In der Gefahrenstufe ② sind bei dynamischer Gefahrenstufe 3-5 auch mittlere und große Lawinen von über 100 m Lauflänge möglich; die Häufigkeit und potenzielle Schädigung von Lawinen nimmt zu, Großlawinen sind jedoch eher unwahrscheinlich bzw. selten zu erwarten. Die Gefahrenstufe ③ bedeutet, dass auch bei mäßiger Lawinengefahr Ereignisse in allen Größen, aber häufiger auch große Lawinen auftreten können.

Die Ableitung von Gefahrenstufen hat den Vorteil, dass je nach dem Ausmaß der Gefahrendisposition unterschiedliche, angepasste Zielvorgaben für den Waldzu-



Foto: Perzl, BFW

Abbildung 2:
Wintereinbruch am 10.11.2007: Schneerutschungen an einer Hangversteilung von etwa 25 m Länge auf 1040 m Seehöhe. Mittlere Hangneigung des gesamten Hanges 26°. Aufgrund der geringen Hanglänge (konkav-konvex getrepptes Gelände) bleiben die Rutschungen am Hangfuß liegen (Gefahrenstufe 1).

stand gesetzt werden können. Jeder Praktiker berücksichtigt bei der Bewirtschaftung des Schutzwaldes intuitiv, dass er zum Beispiel in Regionen mit weniger Schnee und auf flacheren und rauerer Hängen den Kronenschluss stärker unterbrechen oder größere Verjüngungsöffnungen anlegen kann, als im Steilhang in den schneereichen Lagen.

Bestimmung der Schutzwirkung

Als Kennwert für die Schutzwirkung des Waldes wird die Schutzwirkungsstufe abgeleitet:

- 3 – sehr geringe Schutzwirkung (kritisch)
- 2 – verminderte, nicht ausreichende Schutzwirkung
- 1 – ausreichend hohe Schutzwirkung
- 0 – keine Bedeutung der Gefahr (Gefahrenstufe 0)

Die Schutzwirkung des Waldes hängt vom Gefahrenpotenzial (der Gefahrenstufe) und vom Waldzustand ab. Je nach Gefahrenart sind unterschiedliche Strukturmerkmale wichtig. Die je nach Gefahrenstufe ausreichend schutzwirksame Waldstruktur definiert den Soll-Zustand des Waldes zum Schutz vor Naturgefahren.

Die Schutzwirkung des Waldes gegen Lawinenanbruch wird etwa mit den Strukturmerkmalen wintergrüner Deckungsgrad, Stammzahl je nach Wuchsklasse, maximale Breite von Lücken und Querleger in den Lücken beurteilt. Berücksichtigt werden jene Bäume, die doppelt so hoch wie die extreme Schneehöhe sind. Tabelle 1 zeigt vereinfacht die schutzwirksamen Waldstrukturen bei Gefahrenstufe 3. Je nachdem, wie stark die Werte unterschritten werden, wird die Lawinenschutzwirkung als vermindert oder kritisch ausgewiesen.

Tabelle 1:
Lawinenanbruch - schutzwirksame Eigenschaften des Waldes bei Gefahrenstufe 3

Gefahrenstufe Lawinenanbruch	Merkmalskombination für ausreichende Schutzwirkung (Soll-Werte)	
	Wintergrüner Deckungsgrad	Stammzahl pro Hektar je nach Wuchsklasse
3	>65 %	-
	>35 – 65 %	400 - 3500
	-35 %	500 - 8000
	Lückenbreite von Stamm zu Stamm	
	je nach Hangneigung, Mischung und Totholz (Querleger) ≤ 10 bis ≤ 45 m	

Gesamtbeurteilung – Schutzwirkung und Stabilität

Maßnahmen im Schutzwald sind notwendig, wenn die Schutzwirkungen vermindert sind. Aber auch bei ausreichender Schutzwirkung müssen Maßnahmen erfolgen, wenn die Stabilität des Waldes gefährdet ist. Daher wird die minimale Schutzwirkung mit Stabilitätsbeurteilungen kombiniert (beispielsweise mit Waldtextur, Mischung, Instabilität), und daraus eine vierstufige Gesamtbewertung ähnlich den Schutzwirkungsstufen abgeleitet. Stabilität bzw. Gefährdungen werden standardisiert, aber noch weitestgehend gutachtlich angesprochen. Dafür gibt es noch keine geeigneten praktischen

und vom Aufwand her vertretbaren Schätzhilfen. Daher ist diese Erhebung ein Dokumentationsstandard und eine Check-Liste, die eine Hilfestellung zur Beurteilung von Situationen bietet, aber sie ist kein zwingendes Bewertungs- und Entscheidungssystem.

Anwendung

Im Gegensatz zum Schweizer NaiS-Konzept werden keine Beurteilungsstichproben (Weiserflächen) aufgenommen. Sie bergen die Gefahr der statistischen Verzerrung und können nicht hochgerechnet werden. Ähnlich wie beim Bayerischen Controlling erfolgt eine taxative Aufnahme der Indikatoren auf den Behandlungsflächen im Sinne einer Vollerhebung. Es werden nach Standort, Bestand und Einsehbarkeit homogene Einheiten im Wirkungsbereich der geplanten Maßnahmen von etwa 0,5 bis maximal 3 ha gebildet und mit einem standardisierten Merkmalsschlüssel beschrieben. Ein zufällig-systematisches Stichprobensystem scheidet beim ISDW-Programm aufgrund des Aufwands aus.

Das System ist auf einfache praktische Umsetzbarkeit ausgerichtet, was immer zu Lasten der Datenzuverlässigkeit geht. Erste Erfahrungen zeigen eine mittlere bis hohe Zuverlässigkeit der Ansprachen und eine gute Abbildung der Situation.

Letzten Endes entscheidet aber die Einschätzung des vor Ort Handelnden. Das System ist als Orientierungshilfe gedacht und dient als Minimalstandard zur Vereinheitlichung von Aufnahme und Beurteilung zum Zweck der Erfolgskontrolle.

Literatur

- Ammer U., Detsch R., Seitz R. (2000): Untersuchungen zur Bedeutung von Nutzungs- und Pflegeeingriffen zur Aufrechterhaltung der landeskulturellen Leistungen von Bergwaldbeständen im Alpenraum. In: INTERPRAEVENT 2000, Internationales Symposium, Villach, Tagungspublikation, Band 2, S. 5-16.
- Cemagref, CRPF, ONF (2006): Guide des Sylvicultures de Montagne. Alpes du Nord françaises. Cemagref de Grenoble, Centre Régional de la Propriété Forestière Rhône-Alpes, Office National de Forêts.
- Frehner M., Wasser B., Schwitter R. (2005): Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. Wegleitung für Pflegemaßnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. Bern.
- Scholles F. (2004): Die Präferenzmatrix. In: Handbuch. Theorien + Methoden der Raum- und Umweltplanung. HzU – Handbücher zum Umweltschutz. Band 4. Dortmunder Vertrieb für Bau- und Planungsliteratur. Dortmund.

Weblink:

<http://bfw.ac.at/naturgefahren>

Dipl.-Ing. Frank Perzl, Institut für Naturgefahren und Waldgrenzregionen, Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Rennweg 1, 6020 Innsbruck
E-Mail: frank.perzl@uibk.ac.at

Stabile Schutzwälder – eine Herausforderung für die Forstgenetik

Peter ZWERGER und Silvio SCHÜLER

Das Hochgebirge wird verstärkt touristisch genutzt und für den Siedlungsbau verwendet, damit steigt auch für die sich dort aufhaltenden Menschen das Risiko gegenüber Naturgefahren. Schutzbauten gegen Lawinen, Steinschlag und Überschwemmung sind wichtig, daneben hat die Erhaltung und Erweiterung von Schutzwäldern höchste Priorität.

Schutzwälder im Hochgebirge verlangen von den Baumarten ein besonders hohes Maß Anpassung an die Umweltbedingungen: Kurze Vegetationszeiten, niedrige Temperaturen und hohe Schneedrücke bedeuten einen hohen Stress für die Bäume. Diesen Anforderungen sind nur wenige Herkünfte und Standortsrassen gewachsen. In einer engen Zusammenarbeit des Instituts für Naturgefahren und Waldgrenzregionen mit dem Institut für Genetik des BFW wird seit vielen Jahren Herkunftsforschung für alpine Schutzwälder betrieben. Die Schwerpunkte liegen einerseits auf der Prüfung von Herkünften für die Neuanlage und Sanierung von Schutzwäldern im Bereich der oberen Waldgrenze und andererseits in der Erforschung von besonderen Standortsrassen im Hochgebirge.

Herkunftsprüfung für Schutzwälder

Stabile und gesunde Baumbestände erfüllen die Schutzfunktion in den Hochlagen am besten. Dies gilt für Schutzwälder ebenso wie für Neuaufforstungen. Bei der Schutzwaldsanierung stehen Maßnahmen im Vordergrund, welche die Verjüngung fördern und für Hochlagen geeignete Herkünfte einmischen. Die Neuanlage von Schutzwäldern ist meist eine begleitende Maßnahme bei der Errichtung von Lawinenbauwerken (Abbildung 1). Da es sich dabei um Erstaufforstungen an der Waldgrenze handelt, sind die Anforderungen an das Pflanzmaterial besonders hoch, denn die Setzlinge müssen ohne den Schutz eines vorhandenen Bestandes aufwachsen.

Im Rahmen der Herkunftsforschung für Schutzwälder werden vom BFW 26 Prüfflächen von Fichte, Weißkiefer, Zirbe und Spirke, aber auch von den nicht einheimischen Baumarten Mazedonische Kiefer, Schlangenhautkiefer, Drehkiefer und Schrenks Fichte

betreut. Diese Fremdländer spielen derzeit für den Schutzwald keine Rolle, könnten im Hinblick auf den Klimawandel aber zunehmend wichtiger werden.

Den größten Anteil nehmen Stecklingsversuchsflächen der Fichte ein: Auf 13 Prüfflächen werden seit den späten 1970er Jahren vegetativ vermehrte Fichten von unterschiedlichen Herkünften betreut. Die Fragestellungen sind: Wie gut eignet sich die Stecklingsvermehrung als Methode zur Gewinnung von hochwertigem Vermehrungsgut? Welche Fichtenklone und Herkünfte bewähren sich in Hochlagen?

Eine aktuelle Auswertung der größten Versuchsflächen in Tirol (Weißbacher et al. 2007) kommt zum Ergebnis, dass sich Fichtenstecklinge für Aufforstungen in den Hochlagen eignen, denn nach etwa zehn Jahren wird die Wuchsform kaum mehr vom Stecklingsschnitt



Abbildung 1:
Techn. Lawinverbauung mit Hochlagenaufforstung, oberhalb der Gemeinde Spiß (Tirol - Bezirk Landeck), Juli 2007

Foto: BFW, Zwenger



Foto: BFW, Zwinger

Abbildung 2:
Haselfichte im Gaistal bei Seefeld (Tirol – Bezirk Innsbruck Land), Juni 2007

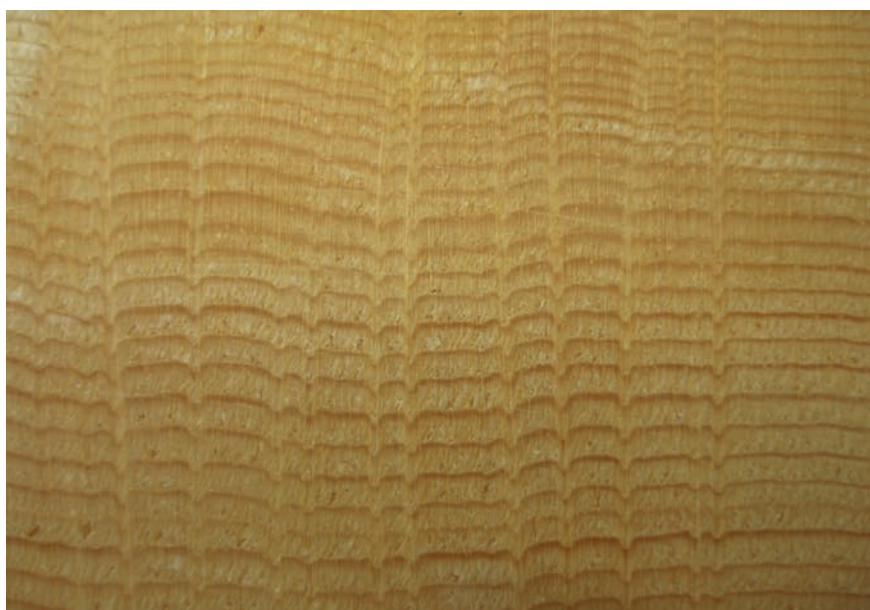


Foto: BFW, Zwinger

Abbildung 3:
Welliger Verlauf der Jahresringe bei einer Haselfichte, 2007

beeinflusst. Unterschiede zeigten sich bei der Wuchsleistung der Herkünfte. Hier konnten Herkünfte aus Lagen von unterhalb 1200 m - infolge der günstigen klimatischen Bedingungen in den letzten Jahrzehnten - teilweise bessere Zuwächse erzielen als jene aus den höheren Lagen. Im Hinblick auf langfristige Stabilität ist allerdings eine gesunde Mischung verschiedener Klone aus unterschiedlichen Regionen zielführend, denn schon einzelne Witterungsextreme können zu Rangverschiebungen der Herkünfte führen.

Erforschung geeigneter Standortsassen – das Beispiel Haselfichte

Der zweite Schwerpunkt der forstgenetischen Untersuchungen ist die Erforschung der lokalen Standortsassen, die sich über viele Generationen an die lebenswidrigen Umweltbedingungen im Berg- und Schutzwald angepasst haben, wie zum Beispiel die Haselfichte.

Bei der Haselfichte (Erhart et al. 2006) äußert sich Angepasstheit nicht nur in den physiologischen Eigenschaften, sondern auch in der Stamm- und Kronenform. Zudem ist das Holz zäher und stabiler als jenes von Fichten auf gemäßigten Standorten (Abbildungen 2 und 3).

Die Haselfichte kommt hauptsächlich in hochgelegenen, autochthonen oder naturnahen Gebirgswäldern vor. Auf den jeweiligen Standorten erreichen diese Bäume ein Maximum an Baumhöhe und Holzmassenzuwachs. Die Haselfichte ist in unterschiedlichem Mischungsanteil (bis zu 50% und mehr) vorzufinden, dies hängt von den Standortsfaktoren (Seehöhe, Exposition, Wind, Niederschlag usw.) sowie deren Zusammenspiel ab.

Die Bestandesstrukturen dieser Waldteile sind geschlossen, aber nicht zu gedrängt und mit steigender Seehöhe oder bei schwierigen Wuchsbedingungen (Boden, Wasserhaushalt, Temperatur usw.) rottenartig bis unterschiedlich locker. Haselfichten haben fast ausschließlich schlanke Kronen, sind in den plenterartigen lockeren Hochlagen meist tief bestockt und haben in geschlossenen Beständen dementsprechend kürzere Kronen.

In einer aktuellen Untersuchung wurden mit der Methode der Streifenaufnahme mehrere Bestände mit Hasel-

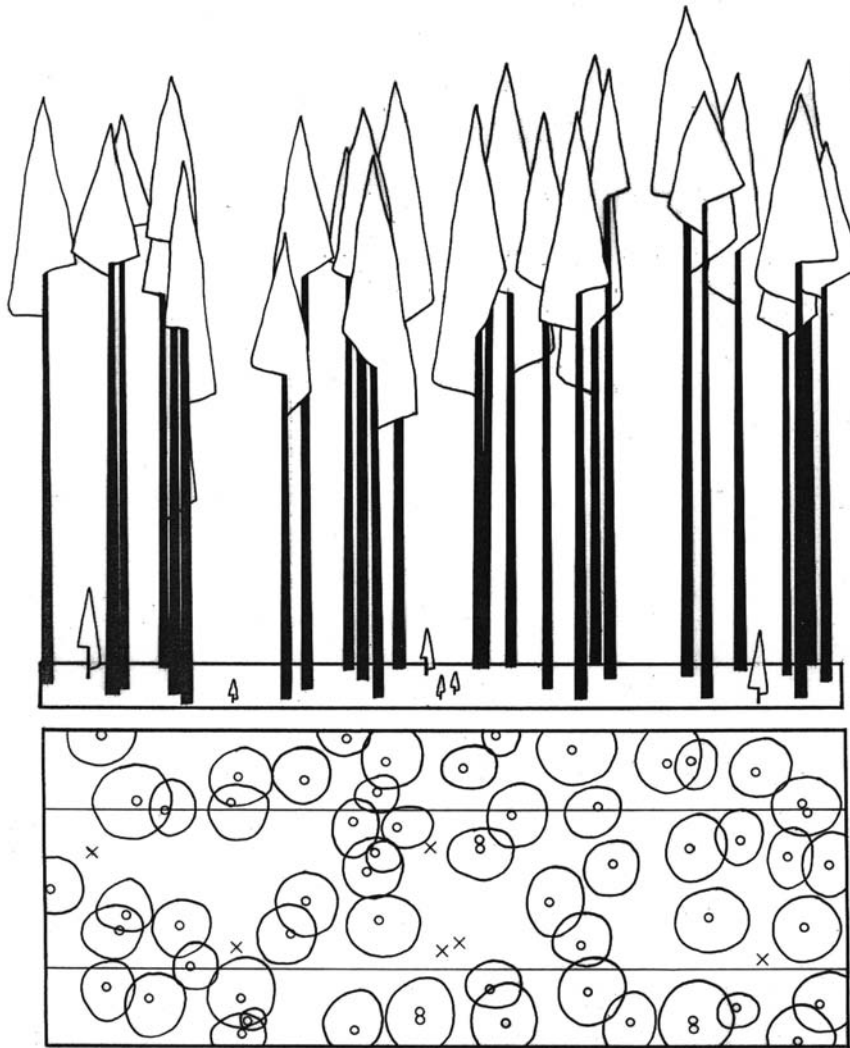


Abbildung 4:
Bestandesstrukturanalyse (Auf- und Grundriss) „Thialwald“

fichten erfasst. Eine dieser Flächen (Thialwald) liegt in 1400m bis 1600m Seehöhe auf einem Nord-Hang, oberhalb von Landeck im Bereich Perfuchsberg (Abbildung 4).

Der Bestand ist ein geschlossener hochmontaner Fichtenwald auf Silikatgestein im Wuchsgebiet 1.1. Die Mehrzahl der Bäume haben eine Baumhöhe von 35 m (maximal 42 m), hoch angesetzte schlanke Kronen und einen Brusthöhendurchmesser (BHD) von 40 – 55 cm. Die Altersverteilung liegt bis auf wenige Ausnahmen bei 150 – 200 Jahren. Der Anteil der Haselfichte liegt bei 45 -50 %.

Naturverjüngung fördern, Aufforstungen mit anerkanntem Saatgut

Zum Erhalt von Beständen der Haselfichte ist eine standorts- und naturnahe Forstwirtschaft notwendig. Die Förderung der natürlichen Verjüngung ist die beste Möglichkeit, die standörtlich-genetischen Eigenschaften der Bäume zu erhalten. Bei Aufforstungen sollte nur Pflanzmaterial aus anerkannten Saatgutbeständen aus der näheren Umgebung oder mit sehr ähnlichen Standortsbedingungen verwendet werden. Holznutzungen können je nach Standort in unterschiedlichem Umfang, von Einzelnutzungen bis zu kleinflächigen

gen Nutzungen, reichen. Ein so bewirtschafteter autochthoner oder naturnaher Gebirgswald bietet auf Grund seiner Anpassbarkeit und Standortstauglichkeit ein Optimum an nachhaltiger Schutzfunktion und Wirtschaftlichkeit.

Ausblick

Für die Anlage und nachhaltige Bewirtschaftung von stabilen Schutzwäldern sind grundlegende Untersuchungen geeigneter Herkunftste und angepasster Standortsrassen unverzichtbar. Künftig sollen im Gebirgswald, insbesondere im Schutzwald, bisher noch wenig erforschte einheimische Baumarten wie die Zirbe genetisch untersucht werden. Außerdem sollen die natürlichen genetischen Prozesse wie Samen- und Pollenausbreitung, die im Zuge der aktuellen für den Baumwuchs im Waldgrenzbereich günstigen Klimabedingungen zu einem natürlichen Anstieg der Baumgrenze führen, näher charakterisiert werden. Dabei werden neben klassischen Herkunftsprüfungen und Bestandesgefüge-Analysen auch molekulargenetische Methoden eingesetzt. Zum Beispiel um beurteilen zu können, inwieweit Kleinstbestände zur Gewinnung von forstlichem Vermehrungsgut geeignet sind oder ob deren genetische Vielfalt durch zurückliegende entwicklungs- hemmende Lebensbedingungen

(topographische Isolation, anthropogener Einfluss) beeinträchtigt ist.

Literaturhinweis

Weißbacher, L.; Herz, H.; Schüler, S.; Zwerger, P. (2007): Fichtenstecklinge – eine Alternative für Hochlagenaufforstungen. Forstzeitung 6, 36-38.

Erhart, K.; Zwerger, P. (2006): Haselfichte (Broschüre mit Unterstützung Land Tirol-Nachhaltigkeitskoordinator) 13 S.

Ing. Peter Zwerger, Institut für Naturgefahren und Waldgrenzregionen des BFW, Rennweg 1, 6020 Innsbruck; Dr. Silvio Schüler, Institut für Genetik, Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Hauptstraße 7, 1140 Wien, E-Mail: peter.zwerger@uibk.ac.at

Vorhersage von Skifahrerlawinen in den Columbia Mountains/Kanada

Antonia ZEIDLER

Computerunterstützte Lawinenprognosemodelle haben sich in einigen Organisationen in Kanada, die das Lawinenrisiko beurteilen müssen, als nützlich erwiesen, meistens um natürlich ausgelöste Lawinen zu prognostizieren.

Bei den meisten tödlichen Lawinenunfällen lösten die Skifahrer, Snowboarder, Wanderer oder Kletterer die Lawine jedoch selber aus (Abbildung 1). Einige Heliskiing-Anbieter in Kanada haben ein Skiterrain von bis zu 5000 km², das entspricht der Fläche der Schweizer Alpen. Es gibt aber nur wenige meteorologische Stationen

und somit ist eine Prognose auf lokaler Ebene nur bedingt durchzuführen (Abbildung 2).

Anbieter von Heliskiing benötigen regionale Prognosemodelle

Aus diesem Grund waren vor allem Heliskiing-Anbieter an der Entwicklung eines Hilfsmittels interessiert, um Skifahrerlawinen auf regionaler Ebene besser abschätzen zu können. Die Einflussparameter mussten so bestimmt werden, dass sie mit Skifahrerlawinen korrelieren und verlässlich auf regionaler Ebene zu extrapolieren waren. Der Wind hat im Vergleich zu anderen Gebirgsketten in den Columbia Mountains einen nicht sehr großen Einfluss, dies erleichtert eine regionale Vorhersage.

Schneebrett gleitet auf Schwachschicht

In den meisten der in Kanada untersuchten Lawinenunfälle hat sich das Schneebrett auf einer Schwachschicht gelöst, die über einen längeren Zeitraum in der Schneedecke erhalten bleibt (Oberflächenreif und kantige Schneekristalle), und nicht auf einer Schwachschicht im Neuschnee, die sich in wenigen Stunden stabilisieren kann. Dies liegt unter anderem daran, dass die Lawinengefahr nach Schneefällen leichter abzuschätzen ist und die Bergführer der Heliskiing-Anbieter das Gebiet, in welchem Neuschneelawinen wahrscheinlich sind, zu diesen Zeiten meiden (Abbildung 3).

Schneedeckenparameter und Scherfestigkeit sind wichtige Einflussgrößen

Im Gegensatz dazu ist es schwierig, zeitlich und räumlich abzuschätzen, wo die beständigeren Schwachschichten kritisch sind. Frühere Untersuchungen an der Universität von Calgary haben gezeigt, dass Schneedeckenparameter und die Scherfestigkeit der beständigen Schwachschichten die Einflussgrößen sind, die am stärksten mit Skifahrerlawinen korrelieren.

Um ein Prognosemodell für den täglichen Einsatz entwickeln zu können, mussten alle relevanten Einflussgrößen (meteorologische Daten,



Foto: ASARC

Abbildung 1: Skifahrerlawine



Foto: Mike Wigele Helicopter Skiing

Abbildung 2: Heliskiing



Abbildung 3: Eingeschneider Oberflächenreif



Abbildung 4: Schneeprofil



Abbildung 5: Scherrahmentest



Abbildung 6: Gleitschicht im Kompressionstest

Schneedeckenparameter, Scherfestigkeit) täglich verfügbar gemacht werden. Das Modell basiert auf der Nearest Neighbour Methode.

Die meisten Organisationen, die Lawinenprognose betreiben, graben Schneeprofile nur einmal wöchentlich an einem repräsentativen Untersuchungsang. Die Scherfestigkeit, gemessen mit einem Scherrahmen, wird meist nicht standardmäßig aufgenommen, da die Messung sehr zeitaufwändig ist (Abbildungen 4 und 5). Daraus folgend musste die Schneedeckeninformation zeitlich extrapoliert und für die Bestimmung der Scherfestigkeit eine Formel gefunden werden, die es erlaubt, die Scherfestigkeit anhand von anderen Schneedecken-

parametern zu berechnen.

An Tagen, an welchen keine Schneeprofile aufgenommen wurden, wurde die Scherfestigkeit in Abhängigkeit vom 24-stündigen Lastzuwachs über einer Schwachschicht (Dichte integriert über die Dicke der Schneedecke über der Schwachschicht) extrapoliert. Nach der Berechnung der Scherfestigkeit wurde ein Skifahrerinstabilitätsindex bestimmt, der über Jahre in der Schweiz und in Kanada entwickelt und optimiert (Anwendung auf regionaler Ebene) wurde.

Andere Indikatoren für die Instabilität wie zum Beispiel die Ergebnisse von Rutschblock- und Kompressionstests wurden in der Studie berücksichtigt und analysiert (Abbildung 6).

Diese Arbeit wurde an der Universität von Calgary durchgeführt und ist eine Zusammenfassung der Doktorarbeit von Antonia Zeidler. Weiterführende Informationen:

<http://www.ucalgary.ca/asarc>

Dipl.-Geo. Antonia Zeidler PhD, Institut für Naturgefahren und Waldgrenzregionen, Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Hofburg, Rennweg 1, 6020 Innsbruck, E-Mail: antonia.zeidler@uibk.ac.at

BFW-Paxistag 2008

Douglasie – Baumart mit Zukunft?

Die Diskussion um einen Klimawandel hat die Douglasie wieder stärker in den Blickpunkt des forstlichen Interesses gerückt. Kann die Douglasie die in sie gesetzten Erwartungen wirklich erfüllen? Dieser Frage wird am BFW-Praxistag 2008, der zu drei Terminen stattfindet, durch Mitarbeiter des BFW und externe Referenten aus der Praxis nachgegangen werden.

Insbesondere werden Fragen der Genetik, der Standortsansprüche, der waldbaulichen Behandlung diskutiert und die erreichbaren Wuchsleistungen, aber auch die mit einem ausgeweiteten Anbau verbundenen Risiken beleuchtet. Eine breite Diskussion mit dem Fachauditorium soll zu einem möglichst vollständigen Bild der Douglasie und ihrer Chancen in Österreich beitragen.

Forstliche Ausbildungsstätte Ossiach	Forstliche Ausbildungsstätte Ort	BFW Mariabrunn
17. Jänner 2008 9:00-16:00 Uhr	24. Jänner 2008 9:30-16:00 Uhr	31. Jänner 2008 9:30-15:30 Uhr
Moderation DI Dr. Neumann	Moderation DI Dr. Jirikowski	Moderation DI Lackner
▶ Herkunftsauswahl bei Douglasie - der Schlüssel für einen erfolgreichen Anbau L. Weißenbacher (BFW) ▶ Die Douglasie - Für und Wider aus standortkundlicher Sicht M. Englisch (BFW) ▶ Waldbau mit Douglasie H. Schönauer (BFW) ▶ 120 Jahre Ertragskundliche Versuche mit Douglasie F. Kristöfel (BFW) ▶ Ist die Douglasie hinsichtlich des Forstschatzes weniger problematisch als heimische Koniferen? C.Tomiczek (BFW) ▶ Douglasie - Glück und Leid eines Waldbesitzers C. Benger (Forstgut Wallersberg)	▶ Herkunftsauswahl bei Douglasie - der Schlüssel für einen erfolgreichen Anbau L. Weißenbacher (BFW) ▶ Die Douglasie - Für und Wider aus standortkundlicher Sicht M. Englisch (BFW) ▶ Waldbau mit Douglasie H. Schönauer (BFW) ▶ 120 Jahre Ertragskundliche Versuche mit Douglasie F. Kristöfel (BFW) ▶ Ist die Douglasie hinsichtlich des Forstschatzes weniger problematisch als heimische Koniferen? C.Tomiczek (BFW) ▶ Douglasie - Möglichkeiten und Grenzen in Oberösterreich C. Jasser (LFD-OÖ) ▶ Holz, Markt und Perspektiven der Douglasie aus der Sicht des Verarbeiters J. Riegler (Riegler GmbH; Sägewerk und Holzhandel)	▶ Herkunftsauswahl bei Douglasie - der Schlüssel für einen erfolgreichen Anbau L. Weißenbacher (BFW): ▶ Die Douglasie - Für und Wider aus standortkundlicher Sicht M. Englisch (BFW) ▶ 120 Jahre Ertragskundliche Versuche mit Douglasie F. Kristöfel (BFW) ▶ Ist die Douglasie hinsichtlich des Forstschatzes weniger problematisch als heimische Koniferen? C.Tomiczek (BFW) ▶ Die waldbauliche Behandlung der Douglasien in Südwest-Deutschland U. Kohnle (FVA-Freiburg) ▶ Holz, Markt und Perspektiven der Douglasie aus der Sicht des Verarbeiters J. Riegler (Riegler GmbH; Sägewerk und Holzhandel)
Anmeldung: Forstliche Ausbildungsstätte Ossiach A-9570 Ossiach 21 Tel.: +43 (0)4243/2245-0 Fax: +43 (0)4243/2245-55 E-Mail: fastossiach@bfw.gv.at	Anmeldung: Forstliche Ausbildungsstätte Ort Johann Orth-Allee 16, A-4810 Gmunden Tel.: +43 (0)7612/64 419-0 Fax: +43 (0)7612/64 419-34 E-Mail: fastort@bfw.gv.at	Anmeldung: Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Hauptstraße 7, 1140 Wien Tel.: +43 (1)87838/1218 Fax: +43 (1)87838/1251 E-Mail: christian.lackner@bfw.gv.at
www.fastossiach.at	www.fastort.at	http://bfw.ac.at

In Kooperation
mit dem Kärntner Forstverein

Kosten: Seminargebühr 25,- Euro pro Teilnehmer, Mittagessen 10,- Euro