13Z039578 M

Nr. 34 - 2014

BFW.Praxisinformation

Naturgefahren und Schutzwald

MIT UNTERSTÜTZUNG VON BUND, LÄNDERN UND EUROPÄISCHER UNION

MINISTERIUM FÜR EIN LEBENSWERTES ÖSTERREICH

LE 07-13

EUROPÄISCHE UNION

Bundesforschungszentrum für Wald

Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1131 Wien, Österreich
http://bfw.ac.at

Inhalt

Karl Kleemayr
Institut für Naturgefahren: Partner für praxisorientierte Lösungen 3

Antonia Zeidler
Vom Anbruch bis zur Ablagerung: Arbeiten der Abteilung Schnee und Lawinen 6

Wolfgang Gasperl
Schutzwald als Grundlage für den alpinen Lebensraum 12

Gerhard Markart, Bernhard Kohl, Klaus Klebinder
Wildbachprozesse: Hochwasser, Wirkungen des Waldes und Maßnahmen in der Fläche 14

Frank Perzl
Der Objektschutzwald - Bedeutung und Herausforderung 20

Thomas Geburek, Silvio Schüler, Lambert Weissenbacher
Genetisches Material für den subalpinen Schutzwald: (K)ein Thema !? 25

Christian Tomiczek, Thomas L. Cech, Gernot Hoch
Waldschutz schützt vor Naturgefahren 29

Impressum

ISSN 1815-3895

© Mai 2014
Nachdruck nur nach vorheriger schriftlicher Zustimmung seitens des Herausgebers gestattet.

Presserechtlich für den Inhalt verantwortlich:
Peter Mayer
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, Karl Kleemayr, Peter Höller (Lektorat)
Layout und Umschlag: Johanna Kohl
Titelbild: Waldbrandfläche Absam, Tirol (Karl Kleemayr/BFW)
Bezugsquelle: BFW-Bibliothek
Tel.: +43 1 87838 1216
E-Mail: bibliothek@bfw.gv.at

Schutzwald und Naturgefahren – das Thema des BFW Praxistages 2014 – sind aktueller denn je. Klimawandel, gesellschaftliche Änderungen und staatliche Budgetrestriktionen stellen die Bedeutung des Schutzwaldes als nachhaltige und kostengünstige Schutzmaßnahme verstärkt „wieder" in den Vordergrund.

Zur Erinnerung: 60 % der Landesfläche Österreichs sind Intensivzonen des Schutzes vor alpinen Naturgefahren. Von jährlichen 130 Millionen Euro werden 74 % für Wildbachschutz, 12 % für Lawinenschutz, 9 % für Steinschlag- bzw. Erosionsschutz und 5 % für flächenwirtschaftliche Maßnahmen (Objektschutzwald) ausgegeben.

Trotz Klimawandel und verstärkter Nutzung des Bergraums in Österreich haben die Schadereignisse in den letzten Jahren abgenommen. Zurückzuführen ist dies auf die intensiven und wirksamen Schutzverbauungen der letzten Jahrzehnte. Maßgeblich verantwortlich dafür ist aber auch die Forschungstätigkeit, die zu einem besseren Prozess- und Gefahrenverständnis und in der Folge zu besseren Maßnahmen und Beurteilungswerkzeugen führt. Zur Aufrechterhaltung dieses hohen Schutzniveaus und der Effektivität der eingesetzten Mittel sind eine laufende Optimierung und Adaptierung der Maßnahmen und Forschungsthemen notwendig.

Sehr positiv zu sehen ist auch eine internationale Entwicklung: Die europäische Förderschiene Horizon 2020, die dem 7. Forschungsrahmenprogramm nachfolgt und 2014 startet, hat das Thema Resilienz auf die Agenda gesetzt - neben den klassischen Themen Klimawandel und Risiko. Resilienz ist die Fähigkeit eines Systems, wieder in den Normalzustand zu kommen, gleichsam „zurückzuspringen".

Die Frage ist: Wie kann man bestmöglich auf Systemänderungen reagieren und Maßnahmen so adaptieren, dass zwei Dinge erreicht werden: Die Schadenswahrscheinlichkeit zu verringern und die Resilienz eines Systems zu stärken, wenn Schäden bereits entstanden sind.

Am BFW-Praxistag 2014 wurden laufende Arbeiten des BFW präsentiert, die Probleme aus der Sicht der Praxis dargelegt und intensiv diskutiert. Themen wie „nachhaltige Verbesserung des Objektschutzwaldes", „von der Gefahrenzonenplanung zum integralen Risikomanagement", „Klimawandel und neue Baumarten" oder „Klimawandel und naturgefahrenrelevante Sekundärschädlinge" wurden intensiv, kontroversiell und trotzdem konstruktiv diskutiert.

Die BFW-Praxisinformation liefert ihnen einen Überblick über die Vorträge. Wir wünschen Ihnen viel Vergnügen beim Lesen,

SC DI Gerhard Mannsberger
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
Sektion Forst

Dr. Peter Mayer
Leiter des BFW

Karl Kleemayr

Institut für Naturgefahren: Partner für praxisorientierte Lösungen

Das Institut für Naturgefahren des Bundesforschungszentrums für Wald (BFW) hat traditionell einen starken Bezug zum Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung und zur Praxis (Zivilingenieure, Landesregierungsstellen, Infrastrukturerhalter, etc.). In den letzten Jahren hat sich der Aufgabenbereich deutlich geändert: Neben Monitoring und forschungsorientierten Aufgaben (in den ersten Jahrzehnten) werden jetzt auch konkrete, praxisorientierte Lösungen wie Computermodelle oder die Analyse von Schutzmaßnahmen angeboten.

Das Institut für Naturgefahren des BFW bietet wissenschaftsbasierte Dienstleistungen zur Lösung von Naturgefahrenproblemen an. Dazu gehören

- Monitoring von Wildbächen und Lawinen, die Entwicklung und Wartung von Messeinrichtungen und Datenbanken. Diese Informationen sind essentieller Bestandteil der Prozessforschung, aber auch der Optimierung von Schutzmaßnahmen.
- Prozessforschung selbst (Wildbäche, Schneedecke, Lawinen, Rutschungen) und die Wechselwirkung der Prozesse mit dem Wald (Schutz- und Objektschutzwald). Dies beinhaltet auch die Beschreibung der Prozesse durch statistische und physikalische Modelle, wie sie in der Praxis für die Gefahrenbeurteilung benötigt werden.
- Entwicklung und Optimierung von Schutzmaßnahmen (von den technischen Maßnahmen über die biologischen bis hin zu den Raumplanungswerkzeugen und dem gesamtheitlichen Risikomanagement)
- Verstärkt arbeitet das BFW an der Erstellung von Richtlinien im Naturgefahrenschutz mit und erstellt aktuell Handbücher für den Umgang mit Naturgefahren.
- Das BFW führt aber auch selbst Gutachten durch, um die Lösungskompetenz direkt bei interessanten Problemfällen anzuwenden.

Aktuell arbeitet das BFW an Handbüchern für den Umgang mit Naturgefahren

Herausforderungen in der Zukunft

Klima- und Gesellschaftswandel | Seit der Besiedelung und Nutzung des Bergraums unterlag sowohl das Klima als auch die Gesellschaft immer wieder mehr oder weniger großen Änderungen. In den letzten 50 Jahren stieg die Besiedelungsdichte und damit die wirtschaftliche Bedeutung um das 25- bis 50-fache; die

▼ Rutschung auf einer bewirtschafteten Almfläche

Besiedlungsstruktur und damit die Bedeutung der Infrastruktur änderten sich, die bäuerliche Prägung der Bevölkerung ging verloren, es entwickelte sich eine touristisch und urban geprägte Gesellschaft, die Bedeutung des Transits nahm zu. Die Überlagerung der gesellschaftlichen Änderungen im Bergraum mit den aktuell bereits wahrnehmbaren Klimaänderungen hat direkten Einfluss auf die notwendigen Themen eines Naturgefahrenforschungsinstitutes. Das BFW ist an zahlreichen nationalen und internationalen Projekten und Prozessen beteiligt, um in der Forschungsthematik möglichst aktuell zu sein und zu bleiben.

Objektschutzwald – multifunktionelle Waldnutzung | Ohne Schutzwald wäre der Bergraum nicht nachhaltig besiedelbar. Mit den oben skizzierten Änderungen stieg neben dem „klassischen" Standortschutzwald die Bedeutung des Objektschutzwaldes, konkret die Anforderungen an das Management von Wäldern, die eine objektbezogene Schutzfunktion übernehmen müssen. Klassische Interessens- und Erwartungskonflikte, wie das nach wie vor nicht gelöste Wald-Wildproblem, wurden jedoch um andere Konflikte erweitert: verstärkte ganzjährige touristische Nutzungen, steigender Energieholzbedarf oder verpflichtende Kohlenstoffbindung, um nur einige zu nennen. Das BFW ist daher gefordert, wissenschaftsbasiert zur Lösung der Probleme beizutragen, indem genauere und verlässlichere Entscheidungsgrundlagen entwickelt werden.

Klassische und neue Interessenskonflikte: Wald-Wild, Tourismus, Energieholz, Klimaschutz

Integrales Risikomanagement | Die in Österreich maßgeblich mitentwickelte Gefahrenzonenplanung befindet sich derzeit an einem wichtigen Wendepunkt. National und international wird verstärkt gefordert, die reine Gefahrenbeurteilung um die Schadensbeurteilung (Risiko) zu erweitern. Dadurch würde eine effektivere Priorisierung von Schutzmaßnahmen ermöglicht und die Basis für Maßnahmenkombinationen geschaffen werden. Durch die Koppelung der Eintrittswahrscheinlichkeit mit der Schadenswahrscheinlichkeit können neue Schutzstrategien entwickelt werden. Das BFW hat in zahlreichen Projekten und Kooperationen die Basis für derartige Entwicklungen geschaffen.

Lawinendynamik | Obwohl die Begriffe Fließlawine (langsame Lawine mit konstanter, hoher Dichte) und Staublawine (schnelle Lawine mit geringer Dichte) breite Verwendung finden, wird seit mehreren Jahren intensiv diskutiert, wie die Schwächen und Widersprüche der darauf basierenden Modelle beseitigt werden können. Radarmessungen und Videointerpretationen zeigen, dass der Staubanteil keinesfalls schneller ist als die dichte Lawinenfront, tendenziell sogar langsamer. Neue Überlegungen über die Turbulenzbildung im Dichtstrom der Lawine (auch Fluidisierung genannt) nähren die Hoffnung, dass die Modelle in der Zukunft die geschwindigkeitsabhängige Dichte besser beschreiben. Die damit verbundene präzisere Beschreibung von Geschwindigkeit und Kräften wird direkt die Praxistauglichkeit verbessern.

Hydrologie und Zwischenabfluss | Die Hydrologie von Wildbacheinzugsgebieten wird bereits seit mehreren Jahrzehnten intensiv beforscht. Viele wichtige Erkenntnisse über die Beziehung zwischen Niederschlag und Abfluss konnten gewonnen und in Abflussmodellen wie ZEMOST umgesetzt werden. Gerade in kleinen Einzugsgebieten zeigt sich jedoch, dass die Bestimmung der Transferfunktion zwischen Niederschlag und Abfluss mit den üblichen Parametern wie Oberflächenabflussrate, Oberflächenabflussgeschwindigkeit oder Infiltration nicht die gewünschte Abflusswelle in Form und Maximalwert liefert. Die künstlichen Beregnungsversuche des BFW ergaben, dass die Ursache vor allem

Institut für Naturgefahren:
http://bfw.ac.at/naturgefahren

im Zwischenabfluss und der mangelnden Berücksichtigung der geo-hydrologischen Faktoren liegt.

Rutschungspotenzialkarten | Die vermehrten Rutschungsereignisse in den letzten zehn Jahren verstärkten den Bedarf an Rutschungspotenzialkarten und deren Integration in die Raumplanung. Im Gegensatz zu den Prozessen Wildbach oder Lawine sind Rutschungen durch die starke Koppelung von meteorologischen, hydrologischen, edaphisch-geologischen und topographischen Faktoren schwierig zu beurteilen. Das BFW ist bei den laufenden, vom BMLFUW geleiteten Entwicklungen involviert.

Hightech in der Forschung | Für ein modernes Forschungszentrum ist - neben den Forschungsinhalten - auch wichtig, dass die Technologie und Untersuchungsmethodik zeitgemäß ist. Neben der Verwendung von modernen Simulationssoftwarepaketen, Radar oder Laserscannern ist das BFW derzeit intensiv an der Entwicklung des Einsatzes von RPAS (Remote piloted aircraft systems, Drohnen) im Bergraum beteiligt. Gemeinsam mit der Technischen Universität Wien und der Fachhochschule Joanneum Graz wird die Optimierung der RPAS bezüglich Typ, Steuerung, Sensorik und Bildanalyse betrieben, um die Vorteile dieser Technologie für die Naturraumerfassung und Ereignisdokumentation bestmöglich nutzen zu können.

◀ Mit Flugdrohnen ...

... können Bilder beispielsweise von unbegehbaren Flächen gemacht werden.

Dipl.-Ing. Dr. Karl Kleemayr
Institut für Naturgefahren
Bundesforschungszentrum für Wald
Hofburg, Rennweg 1
6020 Innsbruck
karl.kleemayr@uibk.ac.at

Antonia Zeidler

Vom Anbruch bis zur Ablagerung: Arbeiten der Abteilung Schnee und Lawinen

Bedingt durch den begrenzten Siedlungsraum spielt der Schutz vor Naturgefahren im Alpenraum eine große Rolle. Durch gezielte aktive sowie passive Schutzmaßnahmen wird in Österreich versucht, das Lawinenrisiko zu minimieren.

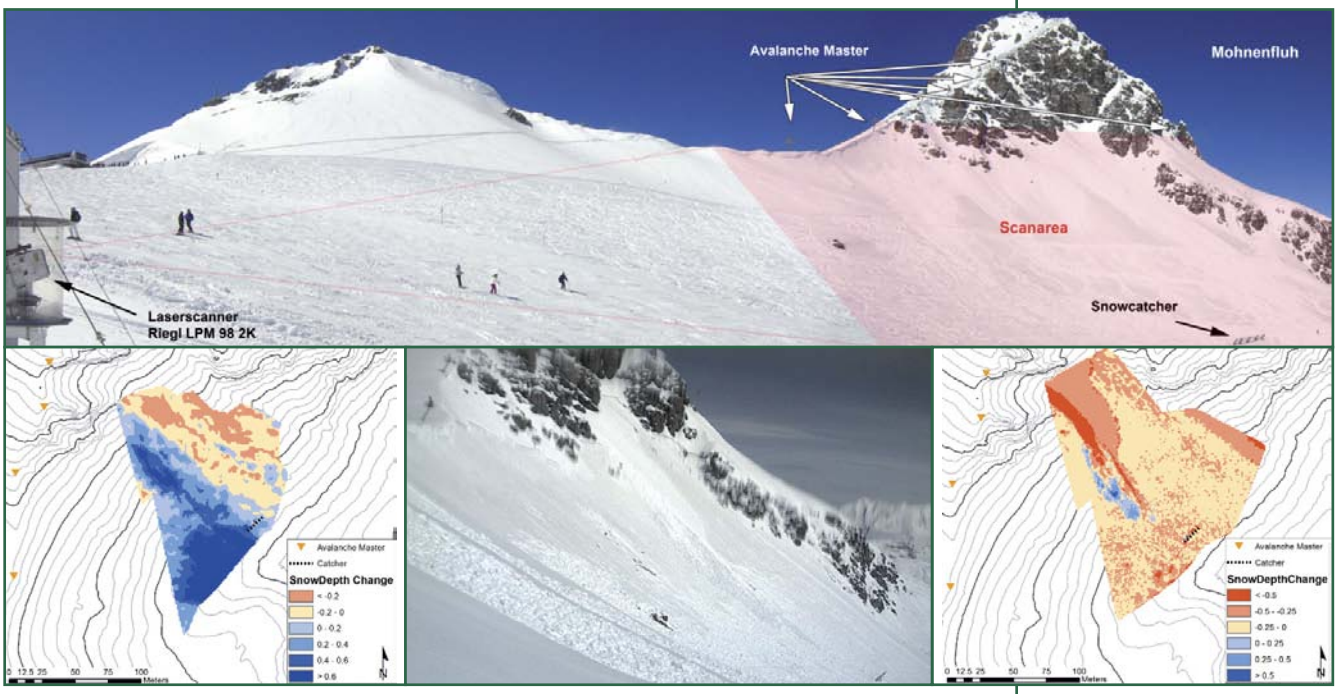
Unter aktiven Schutzmaßnahmen versteht man jene, welche den Prozess Lawine direkt beeinflussen. Hierzu zählen beispielsweise Anbruchverbauungen, welche Lawinenanbrüche weitgehend verhindern, oder Ablenkdämme in der Sturzbahn oder im Ablagerungsgebiet, die die Fließrichtung der Lawinen verändern. Passive Schutzmaßnahmen hingegen zielen darauf ab, vor allem durch planerische Maßnahmen das Schadenpotenzial gering zu halten. Hier werden zum Beispiel durch die Ausweisung von Gefahrenzonen in der Raumplanung Bauverbote ausgesprochen.

Die am Bundesforschungszentrum für Wald (BFW) in den letzten Jahren durchgeführten Projekte dienten vor allem dazu, die Lawinengefahr besser beurteilen zu können. Dazu benötigt man fundiertes Wissen über die Schneedecke, die Bildung und die Dynamik von Lawinen sowie die Interaktion zwischen Objekten und der Lawine. Verschiedene Feldmess- und Modellversuche werden dafür eingesetzt, um die Entwicklung und Optimierung temporärer und permanenter Schutzmaßnahmen voranzutreiben. Die so gewonnenen Erkenntnisse werden für die Erarbeitung von integralen Risiko-Managementkonzepten genutzt.

Die folgenden Ausführungen über ausgewählte Arbeiten am BFW sind grob in die Themen Schnee, Lawinendynamik und Risiko unterteilt (Abbildung 1), wobei für die Beurteilung der Lawinengefahr diese nicht getrennt voneinander betrachtet werden können.

Das Wissen über den Schnee, vor allem die Schneeverteilung, den Schneedeckenaufbau, die Stabilität der Schneedecke und Schneemechanik (Anbruchwahrscheinlichkeiten), ist wichtig für eine zeit- und räumliche Beurteilung der Lawinengefährdung. Zudem sind

▼ Schnee, Lawinendynamik und Risiko auf einen Blick



▲
Abbildung 2:
Oben | Übersicht Testgebiet Lech am Arlberg mit terrestrischem Laserscanner (TLS) LPM-2K
Unten | TLS-Daten - Schneehöhendifferenzen blaue Bereiche: Ablagerung von Schnee; rote Bereiche: Erosion von Schnee

Informationen von meteorologischen Messstationen wichtig, die gemeinsam mit den Schneedeckenparametern in Lawinenprognosemodelle eingehen. Die Ergebnisse solcher Modelle dienen den Entscheidungsträgern als Unterstützung für ihre Beurteilung der aktuellen Lawinengefahr.

Ist die Stabilität der Schneedecke gering, kann es mit hoher Wahrscheinlichkeit zur Auslösung einer Lawine kommen. In der Lawinendynamik wird das Fließverhalten der abgehenden Lawine erforscht. Dabei werden unter anderem Fragen bezüglich der Geschwindigkeiten und Drücke von Lawinen beantwortet. Aufwendige Messungen und Prozesse zur Optimierung von Simulationsprogrammen sind Teil der Arbeit.

Ist zu erwarten, dass eine Lawine bis in den Siedlungsraum vorstößt, versucht man, mit aktiven und passiven Lawinenschutzmaßnahmen den Schaden möglichst gering zu halten und somit ein akzeptables Restrisiko zu erreichen. Dazu ist es notwendig zu wissen, wie schadensanfällig einzelne Bauwerke sind. Dies gilt insbesondere auch für Schutzbauten, wie Stützwerke und Schneenetze. Aus diesem Grund werden am BFW die Krafteinwirkungen auf Schutzbauten messtechnisch untersucht. Zudem werden Konzepte zur Risikoregulierung entwickelt.

Im Folgenden werden ausgewählte Arbeiten des BFW vorgestellt und Referenzen zu Detailinformationen angeführt.

Schnee

Die Kenntnis über die Schneeverteilung findet eine Vielzahl von Anwendungen, wie etwa bei der Beurteilung der aktuellen Lawinengefahr, der Dimensionierung von Verbauungen in Anbruch- und Ablagerungsgebieten, zur Bestimmung des Schneewasseräquivalents, als Eingangsgröße für lawinendynamische Modelle und zur Dokumentation von Lawinenereignissen (z.B. Massenbilanzen). Je nach Anwendung wird die absolute Schneehöhe oder deren Änderung über einen bestimmten Ereigniszeitraum (wie Niederschlagsperiode, Driftereignis) verwendet.

In der Praxis ist es jedoch schwierig, die Schneeverteilung genau zu erfassen. Oft liegen nur Punktmessungen vor,

welche dann mit räumlich-statistischen Verfahren interpoliert werden müssen, um Aussagen über bestimmte Gebiete zu erhalten. Dieses Verfahren birgt eine große Menge an Unsicherheiten, gerade wenn dazu hanggenaue Informationen über die Schneeverteilung für Verbauungsprojekte nötig sind oder zur Abflussbestimmung großflächige Einzugsgebiete beurteilt werden müssen.

In den letzten Jahren wurden am BFW drei Verfahren zur Aufnahme der räumlichen Schneeverteilung getestet. Hierbei handelt es sich um:

- einen terrestrischen Laserscanner (TLS), mit welchem die Schneeverteilung in Hängen gemessen werden kann,
- photogrammetrische Analysen von Fotoserien, die mit RPAS (Remote piloted aircraft systems, Drohnen) gewonnen wurden und
- flugzeug- und bodengestützte Radar-Aufnahmen zur Bestimmung des Schneewasseräquivalents.

In der Vergangenheit wurde ein terrestrischer Laserscanner (TLS) in verschiedenen Projekten eingesetzt (z.B. Schaffhauser et al., 2008), wobei die Aufnahmen manuell gesteuert werden mussten. Seit dem Winter 2012/13 misst der TLS kontinuierlich Schneehöhen (Gigele, 2013). Der TLS ist stationär in einem Plexiglasgehäuse untergebracht (Witterungsschutz) und die Steuerung ist automatisiert (Abbildung 2 oben). Ein Remote-Zugriff ermöglicht es, die Funktionalität zu überprüfen, ohne vor Ort zu sein. Aktuelle Auswertungen erfolgen über eine Fernübertragung der Daten.

Zunächst war der TLS im Skigebiet Lech am Arlberg aufgestellt, um im Bereich eines Schneefangnetzes („Snowcatcher") die Massenbilanzen von Lawinenabgängen zu dokumentieren (Abbildung 2; Adams et al., 2013). Seit dem Winter 2013/14 ist der TLS auf der Alpe Rauz installiert und misst die Daten einer Lawine oberhalb der Passstraße. Ein Radarsystem der Straßenverwaltung gibt parallel Auskunft über Lawinengeschwindigkeiten. In Kombination sind die Daten wichtig, um beispielsweise Lawinensimulationsmodelle verifizieren und optimieren zu können. Für die Straßenmeisterei kann in Zukunft zeitnah die Schneehöhe angegeben und nach der Auslösung von Lawinen eine Massenbilanz erstellt werden. Zusätzlich zur Information des Sprengerfolges, den das Radar liefert, kann auch die möglicherweise noch vorhandene Schneemenge im Anbruchgebiet dargestellt werden, was für die Verantwortlichen ein wertvoller Hinweis ist.

RPAS ermöglichen die Detektion, Erhebung und Analyse von Lawinen, die Auswirkungen auf den Siedlungsraum, Verkehrswege und Infrastruktur haben können. Im Vergleich zu einem TLS können größere und unzugängliche Gebiete erfasst werden. Hierbei kommen verschiedene Systeme, wie Flächendrohnen und Multikopter zum Einsatz. Am BFW werden Low-Cost-Drohnen und Sensorik zur Ermittlung der Schneehöhe und dem Zustand von Bauwerken eingesetzt. Bisher hat sich jedoch die photogrammetrische Auswertung auf Schnee als schwierig herausgestellt und wird weiter erforscht. Diesbezügliche Ergebnisse aus dem Projekt NEWFOR finden sich in Sotier et al. (2013).

Im Kooperation mit ESA und ENVEO (Innsbruck) wurden im Winter 2012/2013 flächige Radarmessungen vom Flugzeug (air-borne SAR) aus als Vorarbeiten für eine Satellitenmission durchgeführt. Hierbei ging es vor allem um die Messung des Schneewasseräquivalents (SWE). Die Verifizierung der Daten erfolgte im Gelände mittels Schneeprofilen und einer SnowMicroPen. Die Ergebnisse sind bei Rott et al. (2013) zusammengefasst.

Lawinendynamik und Ablagerung

Um die Fragen „Wie weit kommt die Lawine?" und „Wie zerstörerisch ist sie?"

Schnee:

Ausgewählte Literatur

Adams, M.S., Gleirscher, E., Gigele, T. & Fromm, R. (2013): Automated Terrestrial Laser Scanner measurements of small-scale snow avalanches. *International Snow Science Workshop (ISSW), 7-11. October 2013, Grenoble / Chamonix Mont Blanc.*

Gigele, T., Fromm, R. & Adams, M. (2013): Field report on the implementation of a remotely controlled Automated Terrestrial Laser Scanner. *International Snow Science Workshop (ISSW), 7-11. October 2013, Grenoble / Chamonix Mont Blanc.*

Rott, H., Nagler, T., Prinz, R., Voglmeier, K., Fromm, R., Adams, M.S., Yueh, S, Elder, K., Marshall, H-P., Meta, A., Coccia, A., Schüttemeyer, D. & Kern, M. (2013): ALPSAR 2012-13, A Field Experiment on Snow Observations and Parameter Retrievals with Ku- and X-Band Radar. *European Space Agency Living Planet Symposium, 9-13 September 2013, Edinburgh, UK.*

Schaffhauser, A., Adams, M., Fromm, R., Jörg, P., Luzi, G., Noferini, L. & Sailer, R. (2008): Remote sensing based retrieval of snow cover properties. *Cold Regions Science and Technology* 54: 164-175.

Sotier B., A. Graf & J. Kammerlander (2013): Einsatz von UAV im alpinen Gelände. Erfahrungsbericht und Anwendungsbeispiel aus der Naturgefahrenpraxis. Österr. Zeitschr. f. Vermessung und Geoinformation. 101. Jahrgang, Heft 2/3 2013.

zu beantworten, werden heute verschiedene statistische, topographische oder physikalische Modelle verwendet. Dazu dienen Fließgeschwindigkeiten, Fließdichten und Fließhöhen sowie die davon abgeleiteten Aufpralldrücke als charakteristische Eigenschaften einer Lawine, die für die Beurteilung der Lawinengefahr und des Lawinenrisikos von großer Bedeutung sind.

Die Bewegung einer Lawine hängt von verschiedenen Parametern ab, welche mehr oder weniger genau in die Modelle einbezogen werden. Hierzu zählen die Anbruchmasse, die Topographie der Sturzbahn, die Schneeart, die aufgenommene Schneemasse im Lawinenpfad und der Lawinentyp.

Im Projekt GRAVIPROMOD (Gravitational Process Modelling) werden geeignete Modelle zur Bestimmung der Anbruchflächen und zur Berechnung der Reichweite und Ausdehnung von Gefahrenprozessen getestet und entwickelt. Hierbei handelt es sich um konzeptionelle Methoden, die auf der Analyse der Topographie beruhen.

In neueren physikalischen Lawinenmodellen wird davon ausgegangen, dass sich eine Lawine aus einem dichten Fließkern, einer fluidisierten Schicht und einem Staubanteil zusammensetzt (siehe Infobox Lawine). Jede dieser Schichten unterscheidet sich hinsichtlich der auftretenden Fließprozesse sowie ihrer physikalischen Eigenschaften, wie beispielsweise Dichte und Geschwindigkeit. Während die Fließeigenschaften im Kern einer Lawine hauptsächlich durch Reibungsprozesse im Schnee und mit der Schneedecke bestimmt werden, ist im darüber liegenden Staubanteil einer Lawine ein turbulentes Luft-Eis Gemisch für das Strömungsverhalten verantwortlich.

Geschwindigkeitsmessungen an Lawinen werden im Gelände mit einem Doppler-Radar durchgeführt. Mit diesem

Schicht	Dichte	Geschwindigkeit
Fließanteil	ca. 150-450 kg/m^3	bis ca. 100 km/h
fluidisierte Schicht	ca. 10 kg/m^3	bis ca. 200 km/h
Staubanteil	ca. 2 kg/m^3	bis ca. 300 km/h

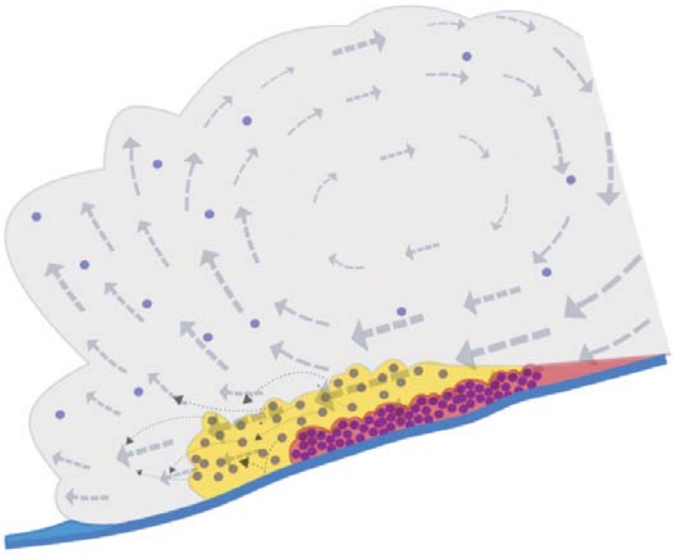


Abbildung 3: Schematischer Aufbau einer Lawine: Dichter Fließkern, fluidisierte Schicht und Staubanteil.

Lawinendynamik: Ausgewählte Literatur

Fischer, J. T., Fromm, R., Gauer, P., and Sovilla, B. (2014). Evaluation of probabilistic snow avalanche simulation ensembles with Doppler radar observations. Cold Regions Science and Technology, 97: 151-158.

Fischer, J. T., Fromm, R., Gauer, P., Sovilla, B., Steinkogler, W., Granig, M., and Christen, M. (2013a). Development, refinement and application of a new evaluation and comparison method for computational snow avalanche simulation. In Davos Atmosphere and Cryosphere Assembly DACA-13, Davos, Switzerland, page 188.

Fischer, J. T. (2013). A novel approach to evaluate and compare computational snow avalanche simulation. Natural Hazards and Earth System Science, 13(6):1655–1667.

Sovilla, B., McElwaine, J., Steinkogler, W., Hiller, M., Dufour, F., Surinach, E., Guillen, C. P., Fischer, J. T., Thibert, E., and Baroudi, D. (2013). The full-scale avalanche dynamics test site Vallée de la Sionne. In International Snow Science Workshope Grenoble – Chamonix Mont-Blanc –

Teich, M., Fischer, J. T., Feistl, T., Bebi, P., and Gret-Regamey, A. (2013). Computational avalanche simulations in forested terrain. Natural Hazards and Earth System Sciences, Discussion, 5561-5601

Granig, M., Jörg, P., and Fischer, J. T. (2013). Systematic practical evaluation of snow entrainment with the avalanche simulation model SamosAT. International Snow Science Workshop Grenoble Chamonix Mont-Blanc.

können Frontgeschwindigkeiten oder Geschwindigkeiten im Inneren der Lawine gemessen werden. Die gemessenen Daten sind ein wichtiger Bestandteil, um bestehende Simulationsmodelle zu evaluieren und zu optimieren (Fischer et al., 2014). Die Messungen sagen jedoch wenig über die turbulenten Bewegungen innerhalb der Lawine aus. Messungen dieser Art werden in Zukunft angestrebt und sollen der Entwicklung aufwendiger Theorien zur mathematischen Beschreibung der Turbulenz dienen.

Am BFW wurden in den vergangenen Jahren bestehende Modelle verifiziert und die Grenzen der Modelle identifiziert. Mittels Sensitivitätsanalysen wurde der Einfluss von verschiedenen Eingangsparametern (z.B. Anbruchmasse) und Modellparametern untersucht. Eine eigens für diesen Zweck entwickelte Auswertungsmethode (AIMEC – Automated Indicator based Model Evaluation and Comparison) zeigt den Einfluss der Anbruchhöhe auf die Auslauflänge oder die Geschwindigkeit (Fischer, 2013). Die Simulationsergebnisse sowie die Kenntnis über ihre Zuverlässigkeit sind bei der Beurteilung der Wechselwirkung zwischen Lawinen und Schutzbauten wie Auffangdämmen von großer Bedeutung.

Lawinenschutzmaßnahmen im modernen Risikomanagement

Das Wissen über die möglichen Auswirkungen von Lawinen spielt für die Maßnahmenplanung eine wesentliche Rolle. Allgemein haben Lawinenschutzmaßnahmen das Ziel, das Risiko zu reduzieren, wobei Risiko vereinfacht als das Produkt der Eintretenswahrscheinlichkeit eines Naturgefahrenereignisses und dem Schadenausmaß betrachtet wird.

Um die Wahrscheinlichkeit eines Lawinenanbruchs zu reduzieren, werden in potenziellen Anbruchgebieten technische oder forstliche Maßnahmen getroffen. Stützverbauungen werden im Lawinenanbruchgebiet errichtet und sollen das Anbrechen von Lawinen verhindern und entstehende Schneebewegungen auf ein unschädliches Maß beschränken. In der praktischen Lawinenverbauung kommen starre Konstruktionen (konventionelle Schneebrücken) und flexible Konstruktionen (Schneenetze) zur Anwendung.

Stahlschneebrücken werden seit über 50 Jahren erfolgreich im Lawinenschutz verwendet und können nach klassischen baustatischen Methoden entworfen und berechnet werden.

Für Schneenetze ist die Situation diffiziler: Das flexible System der Schneenetze ist statisch schwieriger zu erfassen als das der starren Schneebrücken. Das Institut für Naturgefahren des BFW war – in Kooperation mit der WLV-Tirol, der Universität Innsbruck und der Universität für Bodenkultur, Wien – an der Ausarbeitung eines Anforderungsprofils und eines Standards für Schneenetze beteiligt. Dafür wurde am Hafelekar eine Messeinrichtung an den Schneenetzen installiert, mit der die auftretenden Kräfte gemessen werden konnten. Die Ergebnisse sind in BMLFUW (2010) zusammengefasst und in die Norm ONR 24806 (2011) eingearbeitet.

Lässt sich eine Lawine im Entstehungsgebiet nicht verhindern, so werden in ihrer Sturzbahn oder in ihrem Auslaufbereich Bauwerke errichtet, welche die Lawine in eine andere Richtung lenken (Ablenkdamm), die seitliche Ausdehnung der Lawine begrenzen (Leitdamm) oder die Lawine vollständig stoppen sollen (Auffangdamm). Eine Dimensionierung der Dämme ist häufig schwierig und es kommen die Simulationsmodelle in der Planung zum Einsatz. In den letzten Jahren ist man dazu übergegangen, kleinskalige Modellversuche durchzuführen, um die Auswirkung von Dämmen (z.B. ihre optimale Lage) anhand von Laborversuchen zu überprüfen. Dazu wurden etwa für die Bremsverbauung Mühlauer Klamm oberhalb von Innsbruck im Auftrag der Wildbach- und Lawinenverbauung Tirol granulare

Schutzmaßnahmen: Ausgewählte Literatur

Adams, M.S. (2012): Regional Risk Dialogue – an effective tool for natural hazard management and risk communication? A case study in the Stanzer Valley, Tyrol. *Koboltschnig, G., Hübl, J. & Braun, J. (Eds.), 12th Congress Interpraevent 2012. International Research Society Interpraevent, Grenoble, France,* pp. 24 – 25.

BMLFUW (2010): Praxisempfehlungen für den Einsatz von Schneenetzen – Eine Zusammenfassung des Projektes Schneenetze, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft; Wien.

Gleirscher, E., Fischer, J.T.(2012): Retarding avalanches in motion with net structures, Cold Regions Science and Technology, Volume 97, January 2014, Pages 159-169, ISSN 0165-232X, http://dx.doi.org/10.1016/j.coldregions.2013.08.007

Gleirscher, E. (2011): Experimentelle Untersuchung von Lawinenbremsverbauten in der Mühlauer Klamm. Diplomarbeit, Leopold-Franzens-Universität Innsbruck – Fakultät für Bauingenieurwissenschaften.

ONR 24806 (2011) Permanenter technischer Lawinenschutz - Bemessung und konstruktive Ausgestaltung,. Wien: Österreichisches Normungsinstitut.

Riedl, F., Adams, M.S. & Maier, C. (2013): Local-scale risk analysis of debris flow potential endangering a densely populated urban area – a case study from Tyrol, Austria. *International Association for Engineering Geology (IAEG) XII Congress - Torino, 15-19 September 2014*

Modellversuche durchgeführt. Mit den Ergebnissen konnte ein Ablenkdamm in der Sturzbahn so platziert werden, dass die Lawine abgelenkt wird und dabei genug Energie verliert, um das Bremsbauwerk zu entlasten. Die Ergebnisse können in Gleirscher (2011) nachgelesen werden.

In Lech am Arlberg wurde oberhalb einer Skipiste ein Schneefangzaun („Snowcatcher“) errichtet mit dem Ziel, dynamische Kräfte in der Netzkonstruktion und den Abspannseilen zu messen und daraus auf die Bremswirkung einer solchen Installation schließen zu können. Mit einer flexiblen Netzkonstruktion soll das Restrisiko von kleinen bis mittelgroßen Lawinen weiter minimiert werden. Im Auftrag der Firma Trumer Schutzbauten GmbH werden im Gelände und im Labor eine optimale Netzstruktur sowie ein optimaler Aufbau (z.B. Neigung des Netzes) erarbeitet. Die Auswertung der Laborversuche in Kombination mit den Feldmessungen können in Gleirscher et al. (2012) nachgelesen werden.

Passive Lawinenschutzmaßnahmen umfassen im technischen Bereich den direkten Objektschutz, wie beispielweise Spaltkeile vor einem Gebäude oder verstärkte Wände. Mit diesen Maßnahmen soll das Schadenpotenzial reduziert werden. Neben dem Objektschutz sind vor allem planerische Maßnahmen entscheidend, um Schäden möglichst gering zu halten. In Österreich ist der Schutz vor Lawinen stark durch eine Zersplitterung der Kompetenzen zwischen Sektoren und Entscheidungsebenen (Bund, Länder) gekennzeichnet. Auf der Grundlage des Forstgesetzes 1975 wurde mit der Erarbeitung der ersten Gefahrenzonenpläne begonnen. Heute gibt es diese in nahezu allen Gemeinden in Österreich. Die Gefahrenzonen werden in die Raumplanungsgesetze der Länder übernommen und stellen heute einen wichtigen Bestandteil der Flächenwidmungspläne dar. Die Raumplanung hat hohes Potenzial, die erforderlichen Anpassungen maßgeblich zu steuern, um bei allfälligen Klimaveränderungen entsprechend zeitnah reagieren zu können. In dem Projekt CLISP wurden Stärken und Schwächen des bestehenden Systems herausgearbeitet und im Kontext moderner Risk-Governance-Konzepte erörtert (Zeidler et al., 2011).

Zeidler, A. & Adams, M. (2013): Risikobeurteilung direkter Schäden in Talschaften (IREK). Wildbach- und Lawinenverbau, 77, 178-190.

Zeidler, A., Stickler, T., Kleemayr, K., Lexer, W., Gerhardt, E., Dobesberger, P., Huber, A., Adams, M. und H. Siegel (2011): Guidance Paper for Risk Governance in Spatial Planning. WP 6 Risk Governance & Risk Communication. CLISP - Climate Change Adaptation by Spatial Planning in the Alpine Space

PhD Antonia Zeidler
Institut für Naturgefahren
Abteilung Schnee und Lawinen
Bundesforschungszentrum für Wald
Hofburg, Rennweg 1
6020 Innsbruck
antonia.zeidler@uibk.ac.at

greencare
WO MENSCHEN AUFBLÜHEN

Aktuelle Studie zur Gesundheitswirkung von Waldlandschaften

Wer einen Wald besucht, wird schnell bemerken, dass die eigene Stimmung steigt. Man stellt fest, dass man sich ausgeglichener, ruhiger und friedvoller fühlt. Die Gedanken werden klarer und geordneter. Viele dieser Wirkungen hat man schon immer vermutet, jetzt wurden die Ergebnisse wissenschaftlicher Untersuchungen dazu in einem BFW-Bericht zusammengefasst. Und sie bestätigen die Erfahrungen.

Kostenloser Download unter: http://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=9816
Gedruckter BFW-Bericht 147 (Preis: 15 Euro plus Versand):
Bestellung unter 01/87838-1216, bibliothek@bfw.gv.at, http://bfw.ac.at/order_online

Wolfgang Gasperl

Schutzwald als Grundlage für den alpinen Lebensraum

Die Aussage „der alpine Lebensraum ist abhängig vom Wald“ (Abbildung 1) klingt trivial und abgegriffen, kann aber bei genauerem Hinterfragen gar nicht überbetont werden. In mehrfacher Hinsicht sind und waren der Lebensraum und das Leben im Gebirge vom Wald abhängig: als Lieferant von Nahrung, als Schutz vor Steinschlag und Lawinen, als Wirtschaftsgrundlage und als „Immissionsschutz“ in Bezug auf Sicht, Lärm und Abgase.

Das seit 1884 entwickelte forsttechnische System des Schutzes vor Wildbächen, Lawinen und Erosion beruht auf einer gesamtheitlichen Betrachtung der Prozesse im Einzugsgebiet und deren flächenhafter Behandlung bei besonderer Integration der natürlichen Schutzwirkung des Waldes. Abbildung 2 zeigt das Einzugsgebiet des Mühlbaches und den Hallstätter Bannwald. Im Mühlbach wurde bereits 1884 ein Projekt des gerade gegründeten Forsttechnischen Dienstes für Wildbachverbauung erstellt und ausgeführt.

Wälder sind die bestmögliche Vegetationsform, wenn es darum geht, Abfluss- und Erosionsprozesse positiv zu beeinflussen sowie Steinschlag und Lawinenanbruch zu verhindern.

Widerstandsfähigkeit

Der Wald ist von Natur aus ein sehr resilientes (widerstandsfähiges) Ökosystem. Negative äußere Einflüsse schwächen diese Selbstheilungskräfte. Daher ist in unseren Breiten eine standortsangepasste Bewirtschaftung unabdingbar. Diese verlangt vom Bewirtschafter „Widerstandsfähigkeit“ – im Sinne von Konstanz, Hartnäckigkeit und Konsequenz. Neben dem Schutz liefert jeder Wald als „Nebeneffekt“: Verbesserung der Wasserqualität, Verbesserung der Luftqualität, Wasserspeicherung und Objektschutz auch vor Wind und Emissionen.

Die wesentlichsten Fragen bei der Projekterstellung sind: Welchen Beitrag kann der Wald beim Schutz vor Naturgefahren leisten, mit welcher Qualität, in welcher Situation, mit welchen Ein-

Abbildung 1

Abbildung 2

Abbildung 3

schränkungen? Oder: Wo sind die Grenzen der Schutzwirksamkeit und was sind die limitierenden Faktoren des Schutzes?

Wie Abbildung 3 zeigt, ist beim Schutz gegen Steinschlag der Stammdurchmesser wesentlich, sowie die Baumart und die Bewuchsdichte in Form von Stammzahl pro Hektar.

Volkswirtschaftliche Kosten

Abbildung 4 und 5 zeigen, dass bei Verlust des Schutzwaldes dieser Schutz mit technischen Mitteln hergestellt werden muss. Für einen Hektar Lawinen-Stützverbauung rechnet man mit Kosten von 300.000 €. Unterstellt man großzügig eine Nutzungsdauer von 100 Jahren, ergibt das 3000 € pro Hektar und Jahr an volkswirtschaftlichem Wert (Reiterer 2012).

Die österreichische Waldinventur ergab einen Waldbestand von ca. 4 Millionen ha, davon 20,5 % Schutzwald. Im Schutzwald liegt aus verschiedensten Gründen eine Gefährdung der Verjüngung vor. 15 % dieser Gefährdung waren Wildverbiss zuzurechnen. Daraus ergeben sich folgende volkswirtschaftliche Kosten für diesen Schaden (siehe Berechnung im Kasten).

Als Beispiel sei hier das Projekt für den Bannwald Hallstatt und seine Evaluierung durch die Universität für Bodenkultur herausgegriffen. Das Ergebnis zeigt große Übereinstimmung mit der österreichischen Waldinventur hinsichtlich der Verjüngungsgefährdung durch Wildschäden.

Forstpolitische Ziele

- Erhöhung der Widerstandsfähigkeit der Wälder gegenüber äußeren Einflüssen zum Beispiel auch bezüglich Klimawandel.
- Optimierung der Schutzleistung.
- Volkswirtschaftlichen Wert der Schutzfunktion besser kommunizieren.
- Erhaltung der erreichten Schutzfunktionalität.
- Langfristige Lösung der Wald-Wild-Problematik.

Die Vernachlässigung der tatsächlichen volkswirtschaftlichen Schäden führt zu einem Ungleichgewicht zwischen Jagd und Schutzwald.

20,5 % Schutzwald	=	800.000 ha
3.000,-- €/Jahr/ha	=	2.400.000,-- € volkswirtschaftlicher Wert
50 % Verjüngungsdefizite	=	1.200.000,-- € volkswirtschaftlicher Schaden
15 % durch Wildverbiss	=	180.000,-- € Defizitkosten/Jahr

Abbildung 4

Abbildung 5

DI Wolfgang Gasperl
Sektionsleiter
Wildbach- und Lawinenverbauung
Sektion Oberösterreich
Schmidtorstraße 2
4020 Linz
wolfgang.gasperl@die-wildbach.at

Gerhard Markart, Bernhard Kohl, Klaus Klebinder

Wildbachprozesse: Hochwasser, Wirkungen des Waldes und Maßnahmen in der Fläche

Die Intensität (Menge pro Zeiteinheit) und die zeitliche Verteilung (z.B. kurzzeitiger Gewitterniederschlag oder Dauerregen) des Niederschlages bestimmen das Abflussgeschehen in alpinen Einzugsgebieten.

Kleinräumige Gewitterzellen sind durch das sukzessive erweiterte Stationsnetz des hydrographischen Dienstes oder über das neue INCA-Prognoseverfahren der ZAMG (INCA = Integrated Nowcasting through Comprehensive Analysis) oft nur schwer zu erfassen, das heißt der tatsächliche Niederschlagsabsatz wird häufig unterschätzt. Als Eingangsdaten für die hydrologische Bemessung (die Dimensionierung für das 100- bzw. 150-jährliche Niederschlagsereignis im Flussbau und in Wildbacheinzugsgebieten) finden meist die aus Stationsauswertungen und Modellrechnungen abgeleiteten Bemessungsniederschläge des Hydrographischen Dienstes Verwendung.

Portal für hydrographische Daten Österreichs des BMLFUW - http://ehyd.gv.at

Wie entsteht Abfluss? Die Einflussfaktoren

Die Vegetationsdecke modifiziert das Abfluss- und Infiltrationsverhalten und beeinflusst die Speicherleistung am Standort. Wälder können bei einem einzelnen Niederschlagsereignis in Abhängigkeit von Baumartenkombination und Dichte des Kronendaches 4 bis 6 mm Wasser im Kronenraum zurückhalten. Für dichtes Grasland liegt dieser Wert bei 1–1,5 mm pro Niederschlagsereignis.

Bei häufigem Auftreten von Starkregen ist die Interzeptionsleistung von geringerer Bedeutung als bei Landregen

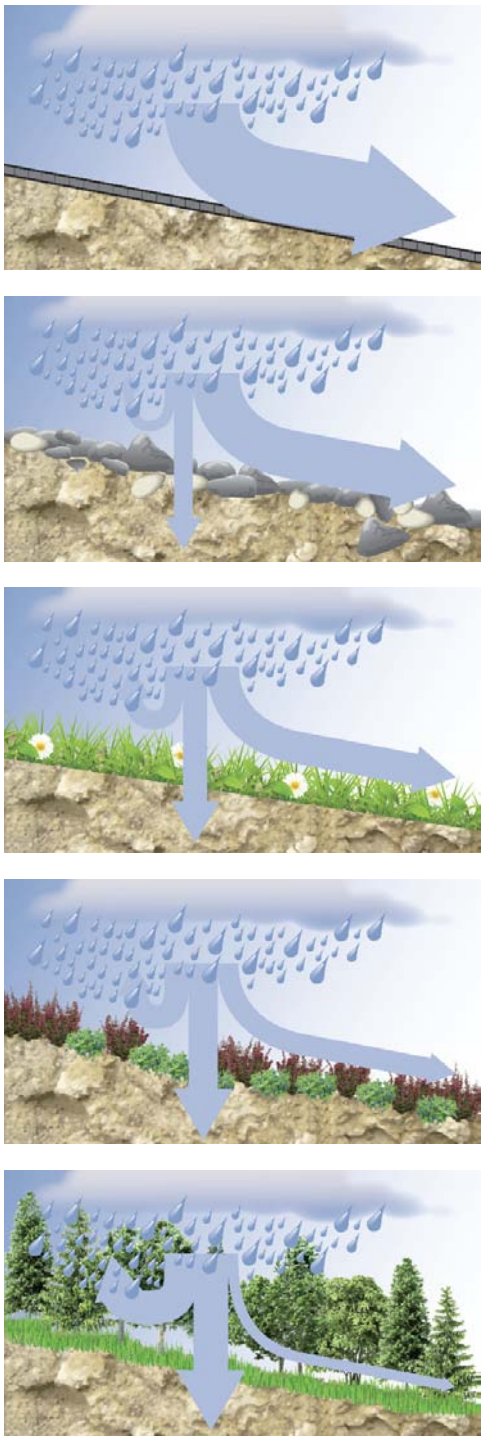


Abbildung 1:
Die Beschaffung der Oberfläche beeinflusst die Abflussmenge:
- versiegelte Fläche – Abflussmenge sehr groß
- vegetationsloser Boden – groß
- Grasland – weniger groß
- Strauchvegetation – mittel
- Baumvegetation/Wald – gering

mit wiederholten Abtrockungsphasen. Unter gleichen Bedingungen steigt die Transpirationsleistung (aktive Verdunstung) an (Abbildung 1).

Je glatter die Oberfläche, umso rascher erfolgt die Abflusskonzentration. Besonders bei konvektiven Niederschlagsereignissen wie etwa Gewitterregen entstehen auf glatten Flächen (versiegelte und verdichtete Böden, Flächen mit reduzierter Vegetationsbedeckung, kurze, alpine Rasen, …) deutlich höhere Abflüsse als beispielsweise auf Flächen mit dichter Waldvegetation oder alpinen mit Zwergsträuchern bewachsenen Standorten.

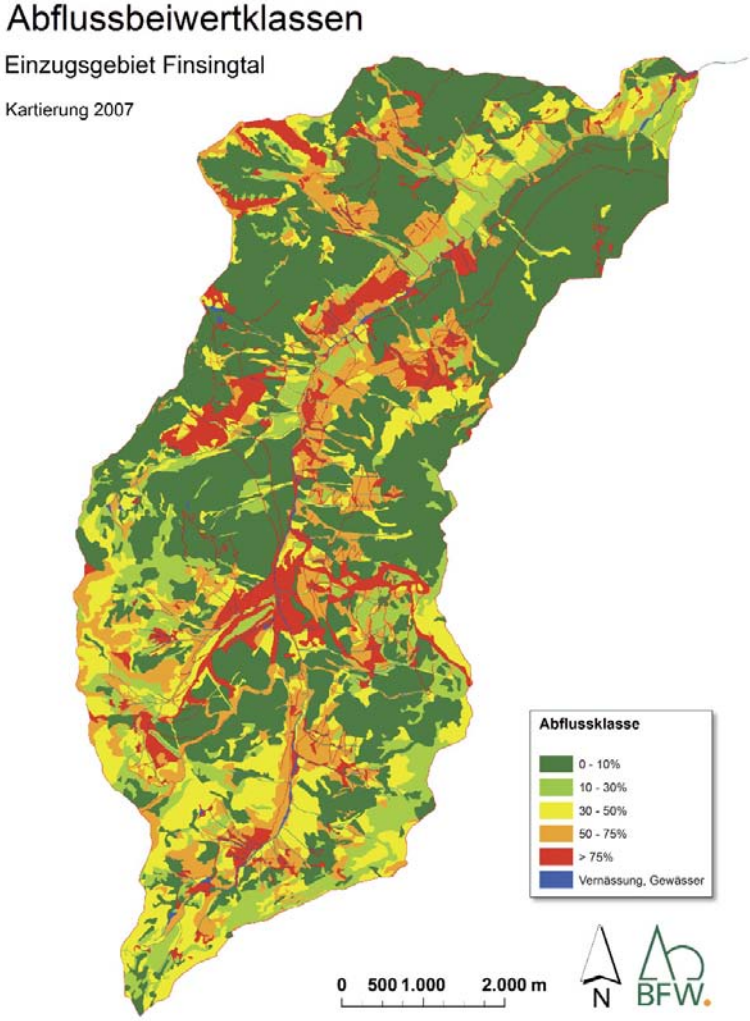
Bei gleichem Niederschlagsangebot weisen Waldböden oder Böden unter alpinen Zwergsträuchern aufgrund der hohen Interzeptions- und Transpirationsleistung meist eine deutlich geringere Vorbefeuchtung auf als Böden unter kurzwüchsigen, oft intensiv genutzten Vegetationsformen, zum Beispiel alpine Rasen oder Weiden.

Dieses höhere Aufnahmevermögen der Böden unter Waldvegetation stellt bei kurzen intensiven Niederschlägen (Gewitterregen) und bei Niederschlägen geringerer Intensität und längerer Dauer eine elementare Einflussgröße für das Abflussverhalten alpiner Einzugsgebiete dar.

Die Infiltrationsrate ist in feinteilreichen, schweren Böden (z.B. Lehm, Ton) deutlich geringer als in groben skelettreichen oder sandig-schluffigen Böden.

Der Anteil an Sekundärporen (Wurzelröhren, Tierröhren etc.) ist in Waldböden im Vergleich zu den umgebenden Nichtwaldflächen deutlich höher. Nach ihrem Absterben wirken Wurzeln oft über Jahre als Dränsysteme und ermöglichen die rasche hangparallele Wasserableitung und die schnelle Versickerung in tiefere Bodenschichten. Schnelle Bodenwasserabflüsse können jedoch nicht als Hauptursache für überregionale Hochwasserereignisse angesehen werden. Van der Ploeg et al. (2000) konnten über statistische Analysen von Pegeldaten einen engen Zusammenhang zwischen zunehmender Versiegelung – also der Ausschaltung der Dränwirkung von Böden – und einer Häufung von Hochwasserereignissen belegen.

Die durch den Menschen bewirkten Auswirkungen auf die Vegetation und die Landnutzung und in Folge auf die Abflussbereitschaft werden aus Oberflächenabflussbeiwertkarten ersichtlich (Abbildung 2).



▲ Abbildung 2: Beispiel für eine Oberflächenabflussbeiwertkarte (Tuxer Alpen, Tirol). Die bewaldeten Bereiche weisen eine deutlich geringere Abflussdisposition auf (dunkelgrün, < 10% des Niederschlages) als besiedelte bzw. versiegelte Bereiche, alpine Rasen, Weiden, Schipisten (rot = sehr hohe Abflussbereitschaft und rasche Reaktion, mehr als 75% des Niederschlages werden abflusswirksam).

Erosion – Feststofftransport

Im geneigten Gelände steigt die Fließgeschwindigkeit von wenigen Zentimetern je Sekunde bereits nach kurzer

12

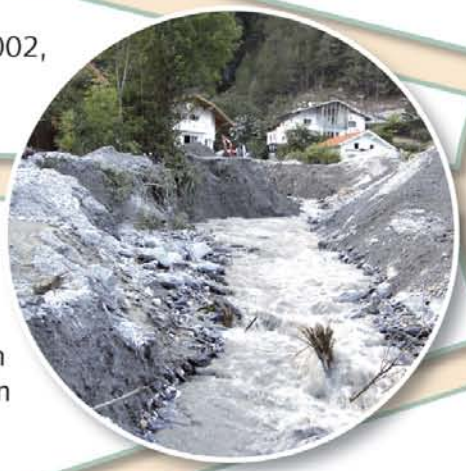
Der Klimawandel ist in Österreichs Bergen bereits messbar. Der Winter 2013/14 war der Drittwärmste in den Gipfelregionen. Den Rekord in den letzten 160 Jahren hält der Winter 1989/90. Der durchschnittliche Jahresniederschlag zeigt aber keine Änderung mit dem Klimawandel. Auch die Sturmtätigkeit hat – entgegen der subjektiven Wahrnehmung – nicht zugenommen und liegt im Rahmen der natürlichen Variabilität.

11

Die größten Lawinenkatastrophen seit Ende des 2. Weltkrieges gab es in den Jahren 1951, 1954, 1970, 1975, 1984 und 1999.

10

Die meisten Wildbachereignisse seit 1900 gab es in den Jahren 2002, gefolgt von 1991, 1965/1966, 1975, 1959 und 1954.



Die mit Abstand größte Anzahl an Lawinenereignissen wurde – seit Beginn der Aufzeichnungen – in Vorarlberg beobachtet, gefolgt von Tirol; die meisten Murereignisse in Tirol.

9

Die meisten Berg- und Felsstürze treten in Salzburg (Pinzgau) und Vorarlberg auf, die meisten flachgründigen Rutschungen aber in der Steiermark, in Niederösterreich und Kärnten.

8

Der Bezirk mit den meisten Schäden in den letzten 40 Jahren ist der Pinzgau (111 Millionen Euro), gefolgt von Kufstein, Salzburg-Umgebung, Schwaz und Gmunden, verursacht primär von Wildbächen und Muren.

7

12 Fa

zu Natur

Bundesforschungs

Seit 196
der Sch
werden.
für Lawi
Lawinenere
lawinen") si
reichen Wint
rückläufig. D
in den letz
nachweislich di

akten

BFW.
zentrum für Wald

gefahren

1

Österreich verfügt mit 75 % der Gesamtfläche über den höchsten Alpenanteil aller mitteleuropäischen Staaten. 60 % der Landesfläche sind Intensivzonen des Schutzes vor alpinen Naturgefahren, weitere 17 % sind extensiv von Wildbächen, Lawinen und Erosion bedroht.

(aus "Die Wildbach- und Lawinenverbauung, BMLFUW, 2012)

2

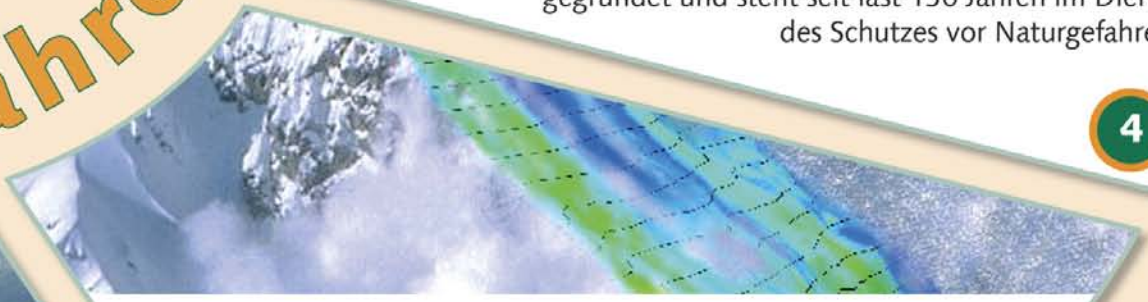
47,6 % der österreichischen Fläche sind Wald (laut Österreichischer Waldinventur 2007/09 zirka 4 Millionen Hektar), zirka 25 % davon sind Schutzwald (gemäß Waldentwicklungsplan). Ungefähr 550.000 ha davon sind direkter und indirekter Objektschutzwald (14% der österreichischen Waldfläche).

In Österreich wurden bisher 13.500 Wildbäche und 6500 Lawinen und 25.000 Rutschungen (durch die geologische Bundesanstalt) erfasst. 67 % des Bundesgebietes fallen in den Betreuungsbereich der Wildbach- und Lawinenverbauung; in Vorarlberg, Tirol, Kärnten und Salzburg sogar mehr als 80 % der Landesfläche.

3

Die Wildbach- und Lawinenverbauung wurde bereits 1884 gegründet und steht seit fast 130 Jahren im Dienste des Schutzes vor Naturgefahren.

4



50 kann keine Zunahme
hadereignisse festgestellt
Weder für Wildbäche noch
nen. Die schadbringenden
ignisse (also nicht die „Skifahrer-
nd im Trend seit den lawinen-
tern 1951 und 1954 sogar deutlich
ie intensive Verbauungstätigkeit
zten 100 Jahren verhindert
e Entstehung von Katastrophen.

6

Nach den katastrophalen Lawinenwintern 1951 (135 Tote) und 1954 (143 Tote) wurde die Forschungsstelle für Lawinenvorbeugung gegründet und der Sektion Wildbach- und Lawinenverbauung in Innsbruck angegliedert. Die Institution hat von Anbeginn an stark auf Forschung zu flächenwirtschaftlichen und biologischen Maßnahmen gesetzt. Heute ist sie das Institut für Naturgefahren des BFW.

5

Distanz durch die Konzentration des Abflusses in den Tiefenlinien auf Dezimeter je Sekunde an. Vegetationsfreie Flächen und Standorte mit reduziertem Deckungsgrad (< 80 % im alpinen Gelände) werden aufgrund der kinetischen Energie des Niederschlages bei Gewitterregen rasch dichtgeschlämmt und anschließend erodiert. Durch zunehmende Versiegelung und Reduktion der Bodendeckung als Folge intensiver Nutzung kommen Vorfluter immer häufiger und rascher an die Grenzen ihrer Aufnahme- und Transportkapazität. Die Bereitschaft zur Seiten- und Sohlenerosion nimmt zu.

Gut strukturierte Waldbestände und alpine Zwergstrauchheiden (zum Beispiel Alpenrose, Heidelbeere) weisen meist eine sehr raue Oberfläche auf. Durch die große Oberfläche und den stockwerkartigen Aufbau (Baumschicht, Kraut-/Zwergstrauchschicht, Moosschicht, Humusauflage und Mineralboden) wird die Abflussbildung gebremst. Daher wird die Hochwasserspitze in bewaldeten Einzugsgebieten verzögert und ist gegenüber waldfreien Flächen deutlich niedriger. Ein geschlossener Bergwald ist ein ausgezeichneter Schutz der Böden im Gebirge gegen flächenhaften Bodenabtrag (Breitsameter 1996). Der messbare Abtrag aus voll bewaldeten Gebieten entsteht primär in den Rinnen und Gräben sowie den unmittelbar angrenzenden steilen Ufereinhängen.

Die Bäume „armieren" zusätzlich mit ihrem Wurzelgeflecht den Oberboden (Stichwort: bewehrte Erde), vergleichbar mit einfachen technischen Verbauungsmaßnahmen, und stabilisieren wesentlich die Hänge.

Hydrologische Modellierung

In der Praxis werden praktikable, nachvollziehbare Modelle zur Bemessung von Hochwasserabflüssen in unbeobachteten Wildbacheinzugsgebieten unter Einbeziehung hochwertiger und verbesserter Felddaten benötigt, um realitätsnahe Ergebnisse (Abflussspitze, Fracht) zu erzielen. Als Anwender bewegt man sich dabei im Spannungsfeld zwischen:

- den empirischen Faustformeln, die nicht mehr dem Stand der Forschung entsprechen,

▼
Abbildung 3: Waldvegetation stabilisiert die Grabeneinhänge. Bäume und Totholz im Gerinne sind wegen des hohen Verklausungspotenzials zu entfernen (linkes Bild - Rehmerbach, Bregenzerwald, Vlbg.). Die unmittelbaren Grabeneinhangbereiche sollten kleinflächig und dauerwaldartig bewirtschaftet werden, um das Wildholzpotenzial so gering wie möglich zu halten (rechtes Bild – St. Lorenzen, Stmk.).

- der Extremwertstatistik (Extrapolation langjähriger an Pegeln gemessenen Abflussereignisse). Derartige Angaben stehen allerdings für Wildbäche kaum zur Verfügung.
- Und der Anwendung von Niederschlag-/Abflussmodellen (N/A-Modellen) an Gewässern ohne Direktmessung.

Mittlerweile gibt es eine Vielzahl von N/A-Modellen, die teils schwer zu parametrisieren sind und oft aufwendig für das jeweilige Untersuchungsgebiet kalibriert werden müssen. Daher wurde in den letzten Jahren am Institut für Naturgefahren des Bundesforschungszentrums für Wald (BFW) das Modell ZEMOKOST - **Ze**ller **mo**difiziert von **Ko**hl und **St**epanek (Kohl 2011) entwickelt. Die wichtigsten Eingangsparameter sind anhand der „Geländeanleitung zur Abschätzung von Oberflächenabflussbeiwerten" von Markart et al. (2004) leicht zu erheben. Geländeanleitung und ZEMOKOST sind mittlerweile als Standardwerkzeuge in der Praxis etabliert, sie sind kostenlos über das Institut für Naturgefahren des BFW erhältlich.

Abflusssteuerung durch Maßnahmen in der Fläche

Viele der notwendigen flächenwirtschaftlichen Maßnahmen, mit denen die Waldwirkungen zur Reduktion des Abflusspotenzials optimal genutzt werden, sind hinlänglich bekannt.

Von besonderer Bedeutung sind eine ausreichende Waldausstattung und eine entsprechende räumliche Verteilung der Waldflächen im Einzugsgebiet. Vorfluter nahe Waldbestände tragen meist mehr zur Hangstabilisierung und zur Pufferung des Abflussgeschehens bei als Vorfluter ferne Waldbestände. Wichtig ist eine optimale Waldstruktur (stufiger Aufbau, ein Überschirmungsgrad von 0,7-0,9 mit ausreichender Bodenbedeckung durch Vegetation).

Entscheidend ist außerdem die Sorgfalt im Forststraßenbau: Abflusskonzentrationen vermeiden, ausreichend dimensionierte Auslaufsicherungen bauen und pflegen. Als einfaches Rechenschema gilt, dass die Inanspruchnahme von 1 ha für den Bau einer Forststraße etwa 5 ha Waldfläche hydrologisch optimiert werden müssten, um die hydrologische Verschlechterung durch den Forststraßenbau auszugleichen. Sorgfältige Holzernte, bodenschonende Bringung und Belassen des Schlagabraumes im Bestand zur Erhöhung der Bodenrauigkeit, Freihaltung von Berggräben, Ein- und Ausläufen an den Forststraßen sind Pflicht. Viele Schadereignisse an tiefer liegenden Infrastruktureinrichtungen nehmen ihren Ausgang an verlegten Durchlässen.

Gezielte Waldbewirtschaftung in steilen Grabeneinhängen

Waldbestände sind nur begrenzt in der Lage, den Wassermehranfall aus darüber liegenden waldfreien Bereichen (versiegelte Flächen, Wiesen, Weideflächen,…) zu puffern. Erfolgt die Abflusskonzentration bereits in den darüber liegenden Bereichen, wird der darunter liegende Wald oft einfach linear durchschnitten und kann seine hydrologische Aufnahmefähigkeit nur begrenzt entfalten.

Insbesondere im raumrelevanten Bereich gilt es, das Risiko von Verklausungen in den Gräben - ein wesentliches Murenpotenzial - so gering wie möglich zu halten (Abbildung 3). Daher wird die gezielte Waldbewirtschaftung in steilen Grabeneinhängen, um Verklausungs- und Wildholzpotenziale zu vermeiden, eine zentrale Herausforderung der näheren Zukunft sein.

Geländeanleitung zum Herunterladen:
http://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=4343
ZEMOKOST: Anfrage unter
bernhard.kohl@uibk.ac.at)

Literatur:

Breitsameter, J. (1996): Untersuchungen zum Feststoffaustrag aus unterschiedlich dicht bewaldeten Kleineinzugsgebieten im Flysch und in den Kalkalpen der Tegernseer Berge. Forstliche Forschungsberichte München – Schriftenreihe der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Universität München und der Bayr. Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Bd. 154.

Kohl, B. (2011): ZEMOKOST – Entwicklung eines praktikablen Niederschlag-/Abflussmodells zur Modellierung von Hochwasserabflüssen in Wildbacheinzugsgebieten unter Einbeziehung verbesserter Felddaten. Dissertation, Fakultät für Geo- und Atmosphärenwissenschaften, Institut für Geographie, Universität Innsbruck.

Markart, G.; Kohl, B.; Sotier, B; Schauer, T.; Bunza, G.; Stern, R. (2004): Provisorische Geländeanleitung zur Anschätzung des Oberflächenabflusses auf alpinen Boden-/Vegetationseinheiten bei konvektiven Starkregen (Version 1.0). BFW-Dokumentation, Nr.3.

Van der Ploeg, R.R.; Ilsemann, J.; Hermsmeyer, D.; Machulla, G. (2000): Eine geänderte Landnutzung in der Nachkriegszeit als Mitverursacher der Hochwasserprobleme in Deutschland? In: S. Heiden, R. Erb und F. Sieker (Hrsg.): Hochwasserschutz heute – Nachhaltiges Wassermanagement. Erich Schmidt Verlag, Berlin, 151–180.

Dr. Gerhard Markart
Dr. Bernhard Kohl und
Mag. Klaus Klebinder
Bundesforschungszentrum für Wald
Institut für Naturgefahren
Hofburg, Rennweg 1
6020 Innsbruck, E-Mail:
gerhart.markart@uibk.ac.at

Frank Perzl

Der Objektschutzwald - Bedeutung und Herausforderung

Mit der im Jahr 2002 inkraftgetretenen Novelle zum Forstgesetz 1975 wurde in Österreich zum Standortschutzwald und Bannwald eine dritte Schutzwaldkategorie hinzugefügt - der Objektschutzwald. Die Bannwald-Definition wurde modifiziert.

Die Planung von Maßnahmen setzt voraus, dass bekannt ist, ob ein Wald ein Schutzwald ist oder nicht. Daher war auch eine Anpassung des Waldentwicklungsplans (WEP) erforderlich. Dazu wurde auf Grundlage der WEP-Verordnung (WEP-V, 1977) die WEP-Richtlinie (WEP-R) 2006 und 2012 neu gestaltet.

Schutzwälder in Österreich – Wälder mit vielen Namen

Tabelle 1 enthält eine Zusammenstellung der Schutzwaldbegriffe nach dem Forstgesetz (FG) und den Normen zur Waldfunktionenkartierung.

Der Begriff „Schutzwald" ist ein Oberbegriff für den Standort- und den Objektschutzwald nach dem Forstgesetz. Der Schutzwaldstatus gilt nach § 22 [2] auch ohne behördlichen Bescheid, und auch wenn die Schutzfunktion nicht WEP-Leitfunktion ist. Wälder sind nur dann Schutzwälder, wenn sie auch „schützen" und gleichzeitig eine besondere Behandlung zur „ … Erreichung und Sicherung ihrer Schutzwirkung …" erforderlich ist. Die Formulierungen im Forstgesetz enthalten in sich widersprüchliche Aspekte. Denn eine besondere Behandlung ist vor allem in Wäldern erforderlich, die eigentlich schützen sollen und dies derzeit nicht erfüllen. In der WEP-R (2012) wird die Formulierung im Forstgesetz so interpretiert, dass die „schützende Wirkung" über die Umtriebszeit zu betrachten ist.

„Standortschutzwälder" sind Wälder, die den Standort, auf dem sie stocken, vor fluvialer, gravitativer oder äolischer Erosion schützen (Bodenschutz), und/oder Wälder auf Standorten mit geringem („erschwertem") Verjüngungspotenzial. Die Bodenschutzfunktion eines Standortschutzwaldes bezieht sich nur auf die Fläche, auf dem der Wald stockt, nicht aber auf benachbarte Flächen (z. B.

Tabelle 1: Schutzwaldbegriffe in Österreich

Begriff	Norm
Schutzwald	Begriff nach dem Forstgesetz (Abschnitt III B)
Standortschutzwald	Begriff nach dem Forstgesetz (Abschnitt III B § 21 [1])
Objektschutzwald	Begriff nach dem Forstgesetz (Abschnitt III B § 21 [2])
Bannwald	Begriff nach dem Forstgesetz (Abschnitt III B § 27)
Schutzfunktion	Begriff nach der Verordnung über den WEP
Wald mit Standortschutzwirkung	Begriff nach der WEP-Richtlinie
Wald mit Objektschutzwirkung	Begriff nach der WEP-Richtlinie
Gebietsschutzwald	Begriff nach den Länderkonzepten zur Verbesserung der Schutzwirkung des Waldes
Wirtschaftswald mit Schutzfunktion	Begriff nach den Tiroler Waldkategorien

Objektschutzfunktion des Waldes – nicht immer ist die Situation (so) eindeutig

Ackerflächen, die vor Winderosion zu schützen sind). Das wäre dann ein „Objektschutzwald".

„Objektschutzwälder" sind Wälder, „… die Menschen, menschliche Siedlungen oder Anlagen oder kultivierten Boden insbesondere vor Elementargefahren oder schädigenden Umwelteinflüssen schützen …" (FG § 21 [2]). Der Begriff bezieht sich auf direkte und indirekte Schutz- und Wohlfahrtswirkungen, sofern „besondere Maßnahmen" erforderlich sind. Es kann sich auch um einen Wald mit indirekter Bodenschutzfunktion handeln, wenn der zu schützende Boden auf einer benachbarten Fläche liegt. Ein Objektschutzwald kann, muss aber kein Standortschutzwald sein. Die Eigentümer eines Objektschutzwaldes haben nur dann besondere Maßnahmen durchzuführen, wenn die Kosten durch öffentliche Mittel oder Zahlungen von Begünstigten abgedeckt sind.

Ein „Bannwald" ist ein Objektschutzwald mit direkter Objektschutz-, Schadens-, militärischer Tarnwirkung und/oder ein Wohlfahrtswald. Der Wald ist per Bescheid „in Bann gelegt". Es sind besondere Maßnahmen vorgeschrieben, für die Begünstigte die Kosten zu tragen haben. Das Bannwaldinstrument funktionierte als Regulativ im Schutzwaldmanagement nicht (Weiss & Meier-Glaser, 2012).

Der Unterschied zum alten Bannwald und zum heutigen Objektschutzwald besteht darin, dass der neue Bannwaldbegriff (in Bezug auf Naturgefahren) nur für Wälder mit „direkter Objektschutzwirkung" gültig ist. Bewaldete Grabeneinhänge in Wildbacheinzugsgebieten sind daher meist keine Bannwälder. Die für das Geschiebe- und Schwemmholzpotenzial maßgebenden Hangprozesse treffen nicht direkt auf ein Schadenspotenzial und sind somit nicht direkt schadenspotenzialrelevant (Giamboni, 2008). Es ist jedoch bei fluvialen und geogenen Gefahrenprozessen schwierig, direkte und indirekte Schutzfunktionen bzw. -wirkungen des Waldes abzugrenzen.

Für diesen „Schutzwald in den Grabeneinhängen" wird der Begriff „Gebietsschutzwald" mit „überörtlicher Wirkung" verwendet. Es ist oft nicht möglich, dieses Gefahren- und Schadenspotenzial „Verursachern" und „Begünstigten" zuzuordnen. Daher wurde der Bannwald auf die „ … direkte Abwehr bestimmter Gefahren …" eingeengt.

Schutzfunktion versus Schutzwirkung

Die „Schutzwirkungen" des Waldes nach dem Forstgesetz werden in der WEP-V (1977) als „Schutzfunktion" und in

der WEP-R (2012) wieder als „Schutzwirkung" bezeichnet. Das hängt damit zusammen, dass das Forstgesetz sowohl für die Schutzfunktion als auch für die Schutzwirkung den Begriff „Schutzwirkung" verwendet.

Die „Schutzfunktion" ist die von der Gesellschaft dem Raumelement Wald übertragene Aufgabe, vor Schäden zu schützen. Die Frage dabei ist: Wo soll Wald schützen? Die Schutzfunktion ist keine Frage des Waldzustands, sondern hängt vom „Standort" ab, der Gefahren-, Schadens- und /oder Leistungspotenziale der Waldvegetation erzeugt.

Der Begriff „Schutzwirkung" beschreibt einerseits den Mechanismus und anderseits das Ausmaß des Schutzes. Die Frage ist: Wie gut ist der Schutz durch Wald?

Die „Waldfunktionsfläche" ist eine Einheit von Waldflächen im WEP, innerhalb der die Schutzfunktion des Waldes dieselbe Wertigkeit hat. Bei hoher Wertigkeit (Wertziffer 3) ist sie die Leitfunktion der Waldbehandlung. Waldfunktionsflächen enthalten Wald- und Nicht-Waldflächen.

Ein „Wald mit Standortschutzwirkung" ist ein Wald mit Standortschutzfunktion innerhalb einer Waldfunktionsfläche nach dem WEP.

Ein „Wald mit Objektschutzwirkung" ist ein Wald mit direkter und/oder indirekter Objektschutzfunktion innerhalb einer Waldfunktionsfläche nach dem WEP.

Ein Wald kann „Wald mit Standortschutzwirkung" und/oder „mit Objektschutzwirkung" sein, auch wenn die Schutzfunktion nicht Leitfunktion ist. Entscheidend ist, dass bei einem „WEP-Schutzwald" im Gegensatz zum Schutzwald nach dem Forstgesetz keine „besondere Behandlung" erforderlich ist. Ein WEP-Schutzwald ist also nicht zwangsläufig ein Schutzwald nach dem Forstgesetz.

Tiroler Waldkategorien

Tirol verfügt über eine katastergenaue Kartierung des Schutzwaldes, die „Waldkategorien". Es werden nur die Begriffe Objektschutzwald und Standortschutzwald jeweils „im Ertrag" und „außer Ertrag" verwendet. In Tirol gibt es einen „neuen Hybriden", den „Wirtschaftswald mit Schutzfunktion". Das ist ein Standortschutzwald ohne erschwerte Wiederbewaldung.

▶ Wenn eine Schutzfunktion besteht, aber die Schutzwirkung nicht gegeben ist, sind oft aufwändige technische Maßnahmen erforderlich

Tabelle 2: Schutzwaldfläche in Tirol nach den Tiroler Waldkategorien (Quelle: LFD Tirol)		
Waldtyp nach den Tiroler Waldkategorien	**Waldfläche [ha]**	**Waldfläche [%]**
1 Wald (mit Nicht-Holzboden + Strauchflächen)	521.705,1	100,0
Schutzwald		
2 Objektschutzwald (OSW) im und außer Ertrag	122.543,9	23,5
3 Schutzwald außer Ertrag (SAE) ohne OSW	154.024,5	29,5
4 Schutzwald im Ertrag (SIE) ohne OSW	95.550,5	18,3
5 Wirtschaftswald mit Schutzfunktion (WS2)	64.460,4	12,4
6 Standortschutzwald (SAE + SIE)	249.575,0	47,9
7 Standortschutzwald (SAE + SIE + WS2)	314.035,4	60,2
8 Schutzwald außer Ertrag mit und ohne OSW	204.638,1	39,2

In der neuen WEP-R (2006, 2012) wurden die Kriterien der Standortschutzfunktion erheblich geschärft. Es finden sich aber in der WEP-R außer der Aufzählung von Gefahrenprozessen noch keine methodischen Hinweise zur Feststellung der Objektschutzfunktion.

12 Jahre danach

Zwölf Jahre nach der Novellierung des Forstgesetzes und acht Jahre nach dem Erscheinen der neuen WEP-R gibt es noch keine offiziellen Zahlen darüber, wie viel Wald in Österreich „Objektschutzwald" und „Standortschutzwald" ist.

Als zuverlässigste Quelle über den Wald Österreichs gilt die Österreichische Waldinventur (ÖWI). Sie erhebt den Schutzwald als „Standortschutzwald". Eine Erfassung der Objektschutzfunktion ist mit den bisher eingesetzten ÖWI-Methoden nicht möglich (Hauk & Perzl, 2013). Daher ist die Schutzwaldfläche der ÖWI erheblich kleiner als nach dem WEP.

Nach der WEP-R gibt es drei Grade von „Schutzwald": die S3-, S2- und S1-Schutzfunktionsflächen (sh. Infokasten). Je nachdem, ob man bereits S2- oder nur S3-Flächen als „Schutzwald" definiert, beträgt die Waldflächendifferenz zwischen WEP und ÖWI „nur" rund 400.000 oder aber rund 1.100.000 ha (die Zahlen variieren je nach WEP- und ÖWI-Stand).

Die Erfassung des „Waldes mit Objektschutzwirkung" im WEP ist noch nicht abgeschlossen. Der „Wald mit Objektschutzwirkung" wird nicht kartiert, sondern es wird der Anteil an der Funktions- und an der Waldfläche geschätzt. Es kann auch nach der WEP-Revision nicht festgestellt werden, ob eine ÖWI-Stichprobe in einer Objektschutz-Funktionsfläche liegt.

Aus den Schätzungen des Maßnahmenbedarfs bei der Erstellung der Länderkonzepte zur Verbesserung der Schutzwirkung des Waldes und der ISDW-Programmkulisse ergibt sich eine „Schutzwaldfläche" mit direkter und indirekter Objektschutzfunktion in Österreich von etwa 550.000 ha. Nur für Tirol liegen genaue Zahlen vor (Tabelle 2).

Das Flächenausmaß ist jedoch nicht die entscheidende Zielgröße der Schutzwaldkartierung. Wesentlich wichtiger sind die Informations-, Koordinations- und Präventionswirkung. Waldbauliche Maßnahmen zum Schutz vor Naturgefahren sind nur dann effizient, wenn sie vor dem Verlust der Schutzwirkung des Waldes oder dem Entstehen von Gefahrenquellen durch die Bestockung genau dort durchgeführt werden, wo sie etwas „bewirken" können.

Dazu muss festgelegt werden, was durch den Wald zu schützen ist. Nach dem Forstgesetz ist so gut wie jedes Raumelement zu schützen. Das hat dazu geführt, dass nach der WEP-R auch Wanderwege, Wiesen, ja sogar Waldflächen (Forststraßen), ein

Bei S3-Schutzwäldern besteht ein besonderes, bei S2-Flächen ein erhöhtes öffentliches Interesse an der Schutzwirkung des Waldes. Jeder Wald hat mindestens die Wertziffer S1.

Literatur:

Giamboni, M. (2008): Silva-Protect-CH – Phase I. Projektdokumentation. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern.

Hauk, E.; Perzl, F. (2013): Freiflächen in Österreichs Wald – Viehweiden und Gefahrenquellen? BFW-Praxisinformation 32/2013: 24-31

Krott, M. (1989): Forstliche Raumplanungspolitik. Praxis und Zukunft des österreichischen Waldentwicklungsplans. Forstliche Schriftenreihe Universität für Bodenkultur Wien. Band 2.

Weiss, G.; Meier-Glaser, A. L. (2012): Coase und der Schutz vor Naturgefahren durch den Wald – eine institutenökonomische Analyse. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 163: 17-28

Dipl.-Ing. Frank Perzl
Bundesforschungszentrum für Wald
Institut für Naturgefahren
Hofburg, Rennweg 1
6020 Innsbruck, E-Mail:
frank.perzl@uibk.ac.at

„… öffentliches Interesse an der Schutzwirkung des Waldes …" begründen.

Die Richtlinie für die Gefahrenzonenplanung (GZP-R, 2011) definiert den „raumrelevanten" Bereich wesentlich enger. Es müssen aber auch Forderungen nach „risikoorientiertem Schutzwaldmanagement" mit Bedacht umgesetzt werden. Der Risikoansatz erfordert die Monetarisierung der zu schützenden Werte. Das kann zu räumlichen Konzentrationseffekten und sozialem Ungleichgewicht führen.

Weder WEP noch GZP liefern die Informationen in der Form, die für einen präventiven Waldbau zum Schutz vor Naturgefahren erforderlich ist. Der GZP-Kartenteil beschränkt sich auf die Darstellung von akuten Gefährdungen im „Bauland" und in bestimmten „Sondergebieten". Durch die maßstabsbedingte Generalisierung können mit Hilfe des WEP Gefahren- und Schadenspotenziale aus dem Wald nur grob zugeordnet werden.

Was wäre zu tun?

Krott (1989) hat den Ausbau des WEP zum forstlichen Rauminformationssystem als eine mögliche Variante vorgeschlagen. Dazu sind jedoch eine verbesserte Geodateninfrastruktur (GDI) und mehr Forschung und Entwicklung zur „Schutzwirkung des Waldes" erforderlich:

- Weiterer Aufbau der GDI und bessere Koordination bei der Erstellung von Geogrundlagendaten zwischen Bund, Bundesländern und den beteiligten Institutionen. Nutzung der verbesserten Geogrundlagendaten
- Erstellung einheitlicher Grundlagen wie z. B. einer einheitlichen digitalen Waldkarte
- Verbesserung der Richtlinien durch begriffliche und inhaltliche Konsistenz, schärfere Kriterien und Indikatoren der Gefahrenpotenziale sowie Einsatz von Methoden „nach dem Stand der Technik".

Was wurde und wird getan?

Das Lebensministerium (BMLFUW, Abteilungen IV4 und IV5) hat Initiativen gesetzt, um die Planungsgrundlagen im Schutzwaldmanagement zu verbessern.

Für die Planung und Evaluierung der Schutzwaldverbesserung im Rahmen der EU-Verordnung Ländliche Entwicklung (LE 07-13), die „Initiative Schutz durch Wald" (ISDW), wurde ein einheitlicher Standard zur Dokumentation der Standorts- und Waldverhältnisse eingeführt. Dabei wurden jedoch die Möglichkeiten, die sich aufgrund verbesserter Geogrundlagendaten eröffnen, noch nicht ausgeschöpft.

Das Projekt GRAVIPROFOR des Bundesforschungszentrums für Wald (BFW) im Auftrag des BMLFUW beschäftigt sich mit der digitalen Erfassung sowie Modellierung des Gefahren- und Schadenspotenzials durch Schneelawinen und Steinschlag aus dem Wald. Dabei wird der ISDW-Ansatz zur Bestimmung der Gefahren-Grunddisposition (Steinschlag- und Lawinen-Startzonen) verbessert.

Zur Erfassung der direkten Objektschutzfunktion sind Werkzeuge erforderlich, mit denen die potenzielle Reichweite von gravitativen Naturgefahren-Prozessen abgeschätzt werden kann. Das BFW wurde beauftragt, Modelle zu erstellen, die ohne „Expertenjustierung" zur Abschätzung von Prozessreichweiten für Gefahrenhinweiskarten eingesetzt werden können (GRAVIPROMOD).

Eine ÖREK-Arbeitsgruppe unter Leitung des BMLFUW (die.wildbach) beschäftigt sich mit den Planungsgrundlagen des Risikomanagements für gravitative Naturgefahren in der Raumordnung.

Letztlich liegt aber die Erarbeitung vieler Grundlagen nicht in der Kompetenz des Bundes und des Forstwesens und wird durch die Kompetenzzersplitterung erschwert.

Thomas Geburek, Silvio Schüler, Lambert Weissenbacher

Genetisches Material für den subalpinen Schutzwald: (K)ein Thema !?

Im Zuge der zunehmenden Erschließung und Nutzung des Hochgebirges für den Tourismus sowie der Ausweitung von Siedlungsflächen muss sich die Gesellschaft verstärkt dem Schutz vor alpinen Naturgefahren stellen. Teure technische Bauten zum Schutz vor Lawinen und Steinschlag sollen langfristig durch einen stabilen Schutzwald ersetzt werden. Allerdings stellen die Bedingungen des subalpinen Schutzwaldes hohe Anforderungen an die dort lebenden Bäume. Welche Baumarten und genetischen Herkünfte für diese Waldgrenzregionen geeignet sind, wird am Institut für Waldgenetik des Bundesforschungszentrums für Wald (BFW) seit mehreren Jahrzehnten auf Versuchsanbauten untersucht.

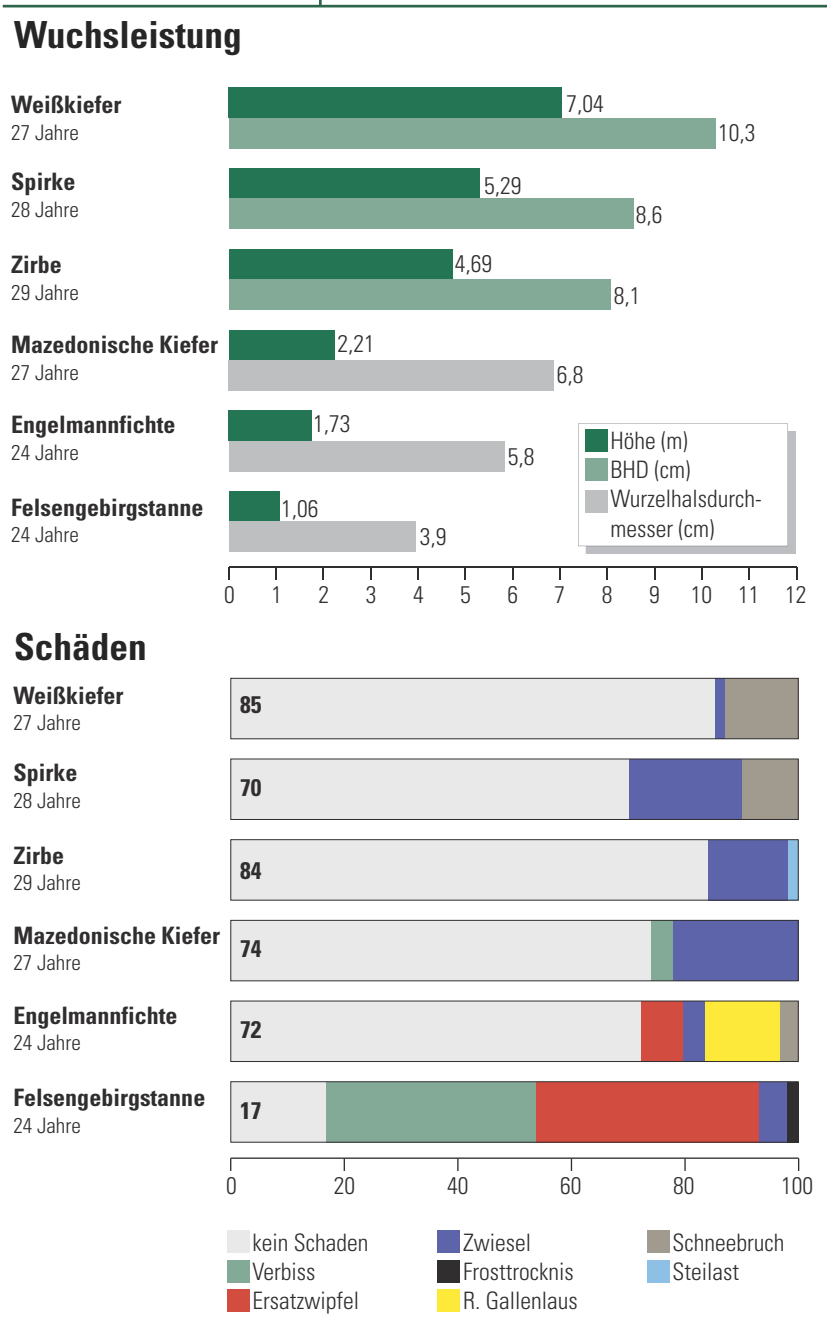
Kurze Vegetationszeiten, große Schneehöhen, geringe Bodenauflagen mit wenig Wasserspeicherkapazität, aber auch hohe Strahlungsintensitäten und stark schwankende Temperaturen in der Vegetationsperiode sind die typischen Bedingungen, denen sich Bäume im subalpinen Schutzwald stellen müssen. Diese ungünstigen Umweltbedingungen beeinflussen nicht nur das Überleben und die Wuchsleistung der Bäume, sondern auch deren Fähigkeit zur Reproduktion und Verjüngung.

Oft sind Bestände an der Waldgrenze gekennzeichnet durch eine geringe Anzahl reproduzierender Bäume und hohe Selbstbefruchtungsraten. Zudem ist die Fähigkeit zur sexuellen Vermehrung herabgesetzt, bei einigen Baumarten treten stattdessen natürliche Klone auf. Dies führt zu einer vergleichsweise geringen genetischen Vielfalt innerhalb und einer hohen Differenzierung zwischen den Baumbeständen. Und obwohl die lokalen Bestände sehr gut an die schwierigen Bedingungen angepasst sind, wird das baumartenspezifische Anpassungspotenzial nur wenig ausgeschöpft.

Am Institut für Waldgenetik beschäftigt man sich bereits seit einigen Jahrzehnten mit Fragen zur Wahl der richtigen Baumart und der richtigen Herkunft bei Schutzwaldpflanzungen. Bei der Beurteilung von Aufforstungen im Schutzwald sind allerdings andere Kriterien ausschlaggebend als im Wirtschaftswald: Während im Wirtschaftswald die Wuchsleistung (Ertrag) und die Stammqualitäten die wichtigsten Kriterien sind, zählt im Schutzwald vor allem die Stabilität und Überlebensrate der Bäume und damit deren Resistenz gegenüber den extremen Umweltbedingungen. Allerdings kann aufgrund des sehr langsamen Wachstums an der Waldgrenze auch hier das Höhenwachstum zur Überlebensfrage werden. Denn nur Bäume, die schnell wachsen, wenig im Wachstum behindert werden und dadurch früher vor Wildverbiss geschützt sind, haben höhere Chancen zu überleben. Immerhin kann der Zeitraum bis zur Sicherung einer Kultur mehrere Jahrzehnte umfassen.

Gastbaumarten für den Schutzwald?

Ein Schwerpunkt bisheriger Untersuchungen war die Prüfung von Gastbaumarten im Hochgebirge. Dabei wurden gezielt Baumarten aus anderen Hochgebirgsregionen getestet. Eine



▲
Abbildung 1:
Vergleich von einheimischen Baumarten und Gastbaumarten in einer Schutzwaldpflanzung im Spisser Bannwald auf ca. 2100 m Seehöhe.

wichtige Baumart europäischer Hochgebirge ist die Mazedonische bzw. Rumelische Kiefer (*Pinus peuce*). Sie stammt aus den höheren Lagen (800-2000 m) der Balkangebirge (Albanien, Mazedonien, West-Bulgarien, Griechenland), bildet in ihrer Heimat die obere Waldgrenze und gehört zur Gruppe der fünfnadeligen Kiefern, zu der auch die heimische Zirbe zählt. Weitere geprüfte Arten sind die aus dem westlichen Nordamerika stammende Felsengebirgstanne (*Abies lasiocarpa*) und die Engelmannfichte (*Picea engelmanii*). Diese beiden Arten haben ausgedehnte natürliche Verbreitungsgebiete, die sich von New Mexico (USA) bis nach British Columbia (Engelmannfichte) bzw. bis nach Alaska (Felsengebirgstanne) ziehen und dabei in Seehöhen bis zu 3700 m aufsteigen können. Auch diese beiden Arten bilden in ihrer Heimat die oberste Waldgrenze und sind an extreme Bedingungen angepasst, daher sollten sie für den subalpinen Bereich der Alpen geeignet sein.

Aufforstungsflächen im Spisser Bannwald auf Seehöhen zwischen 2080 und 2130 m geben Auskunft über die Wuchsleistung dieser Arten im Vergleich zu heimischen Weißkiefern, Spirken und Zirben (Abbildung 1). Die beste Wuchsleistung sowohl beim Brusthöhendurchmesser (BHD) als auch bei der Höhe zeigt die heimische Weißkiefer, gefolgt von Spirke und Zirbe. Die Mazedonische Kiefer bleibt in der Wuchsleistung zurück, obwohl die Bäume mit 27 Jahren genauso alt sind wie die der Weißkiefer. Die Anpflanzungen der beiden nordamerikanischen Kiefern weisen ebenfalls ein signifikant schlechteres Wachstum als die heimischen Arten auf. Der Umstand, dass diese Pflanzen drei Jahre jünger sind, erklärt die großen und statistisch abgesicherten Unterschiede dennoch nicht. Bei der Analyse der beobachteten Schäden fällt eigentlich nur die Felsengebirgstanne heraus, bei der über 80 % aller Bäume durch Verbiss oder Ersatzwipfel (als Folge des Verbisses) geschädigt sind. Das führt uns deutlich vor Augen, dass die Problematik „Tanne und Wild“ nicht auf die tieferen Lagen beschränkt ist, sondern 1:1 auf die Hochlagen umgelegt werden kann. Bei allen anderen Arten liegt der Anteil geschädigter Bäume zwischen 15 und 30 %.

Ein etwas älterer Artenvergleich zwischen Mazedonischer Kiefer und Zirbe im Navistal (2000-2050 m Seehöhe) zeigt ein anderes Bild (Weissenbacher et al.

Abbildung 2: Stecklingsversuchsfläche Kappl im Paznauntal auf 1980 m Seehöhe. Das Foto zeigt die schwierigen Wuchsbedingungen etwa 200 m unterhalb der Lawinenverbauung und verdeutlicht die große kleinstandörtliche Variation auf der Versuchsfläche.

2012). Bis zum Alter von zehn Jahren waren kaum Unterschiede zwischen den beiden Kiefernarten festzustellen, erst im Alter von 30 Jahren begann die Mazedonische Kiefer der heimischen Zirbe davon zuwachsen. Bei der 44-jährigen Messung erreicht die Zirbe eine mittlere Baumhöhe von 6,50 m, während die Mazedonische Kiefer sich schon einen Vorsprung von 1,70 m erarbeitet hat und im Mittel 8,20 m hoch ist.

Zur Beurteilung von Gastbaumarten im Schutzwald lässt sich zusammenfassend sagen, dass derzeit kein eindeutiger Vorteil gegenüber den einheimischen Baumarten festzustellen ist. Am ehesten scheint die aus den benachbarten Balkangebirgen stammende Mazedonische Kiefer mit unseren Baumarten mithalten zu können. Dabei sollte aber beachtet werden, dass von den amerikanischen Arten nur jeweils eine Herkunft getestet wurde. Betrachtet man das enorme Verbreitungsgebiet dieser Arten, so erscheint es sehr wahrscheinlich, dass andere Herkünfte möglicherweise besser mit den europäischen Verhältnissen zurechtkommen.

Fichtenstecklinge auf 2000 m Seehöhe: Klonunterschiede am wichtigsten

Neben der Erprobung anderer Baumarten steht die Untersuchung der genetischen Variation von einheimischen Arten im Mittelpunkt von Schutzwaldversuchsflächen. So werden seit den späten 1970er Jahren auf dreizehn Flächen vegetativ vermehrte Fichtenstecklinge unterschiedlicher Herkünfte und Höhenstufen untersucht. Die Fragestellungen dieser Versuche waren:

1) Eignet sich die Stecklingsvermehrung als Methode zur Gewinnung von Vermehrungsgut für Schutzwaldprojekte?
2) Welche Fichtenklone und Herkünfte bewähren sich in Hochlagen?

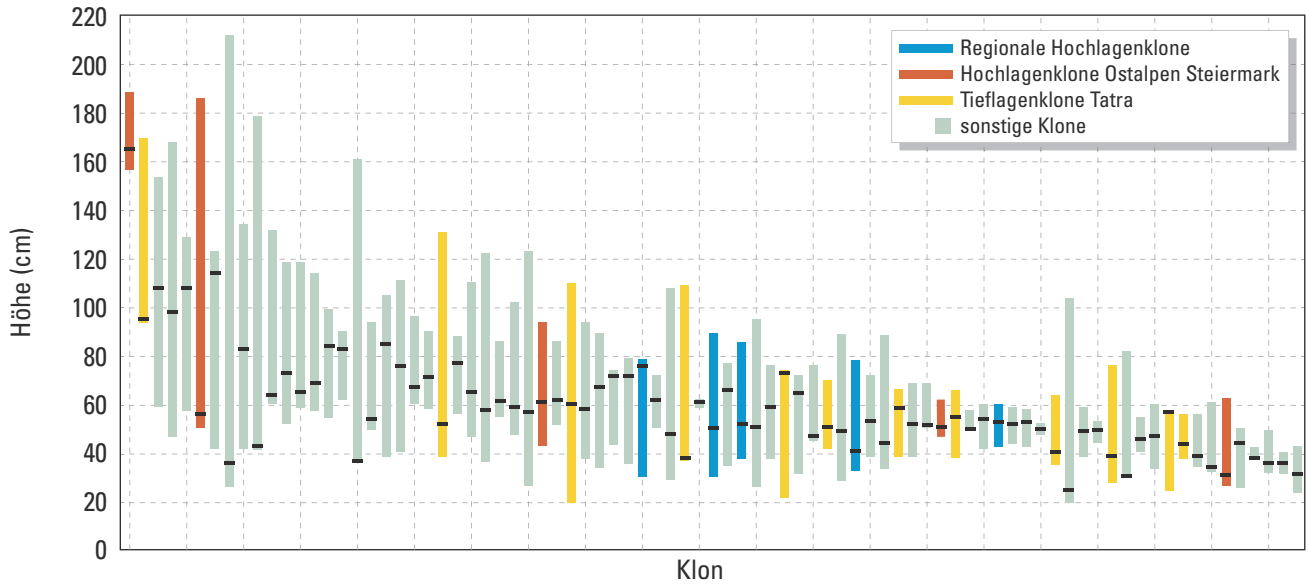
Die erste dieser beiden Fragen kann mittlerweile eindeutig mit JA beantwortet werden, denn zahlreiche Messungen der letzten Jahrzehnte zeigen (u.a. Weißenbacher et al. 2007), dass sich Stecklinge schon nach zehn Jahren kaum von Sämlingen unterscheiden und nach etwa 20 Jahren fast alle Bäume einen aufrechten Wuchs angenommen haben.

Die Beantwortung der zweiten Frage ist dagegen etwas schwieriger: Messungen auf zahlreichen Versuchsflächen und von mehr als 10.000 Einzelpflanzen weisen darauf hin, dass die gut angepassten Herkünfte aus hohen Lagen keineswegs besser abschneiden als Herkünfte aus mittleren und tiefen Lagen. Stattdessen weisen alle Herkünfte große Unterschiede zwischen den Einzelklonen auf.

Literatur:

Weißenbacher L., Herz H., Schüler S., Zwerger P. (2007): Fichtenstecklinge - Eine Alternative für Hochlagenaufforstungen. Forstzeitung, Leopoldsdorf, 118(6): 36-38.

Weißenbacher, L.; Herz, H.; Zwerger, P. (2012): Fremdländische Baumarten – (k)ein Thema für den Bergwald. Forstzeitung 12: 28 - 30.



▲ **Abbildung 3:**
Mittlere Höhenwuchsleistung von Einzelklonen auf der Versuchsfläche Kappl (Bandbreite für alle Klone: 25-75 %). Farbig markiert sind die Klone von drei Herkünften. Es zeigt sich, dass die Unterschiede zwischen den einzelnen Klonen einer Herkunft größer sind als zwischen den Herkünften

Im Paznauntal wurde 2012 die mittlere Wuchsleistung der Klone auf der Fläche „Kappl" bestimmt (Abbildung 2 und 3). Ein Vergleich ergab, dass unter den signifikant besser wachsenden Klonen sowohl Hochlagen- als auch Tieflagenklone aus anderen Herkunftsgebieten und Ländern vertreten sind. Das bedeutet, dass die Variation innerhalb der verschiedenen Herkünfte sehr groß ist und innerhalb der meisten Herkünfte auch Klone anzutreffen sind, die unter den schwierigen Umweltbedingungen der subalpinen Waldstufe überleben und wachsen können. Auch die Analyse der hochlagentypischen Schäden, wie Frosttrocknis und Fichtengallenlaus, zeigen keinen Vorteil der Hochlagenklone.

Auf den ersten Blick erscheinen diese Ergebnisse unerwartet. Allerdings bestätigen sie auf den zweiten Blick die eingangs aufgezählten Eigenschaften von Beständen an der oberen Waldgrenze: eine geringere genetische Variation und eine geringe Ausnutzung des baumartenspezifischen Anpassungspotenzials. Zur Erzeugung von stabilem, wuchsfreudigem und gut angepasstem Vermehrungsgut für Schutzwaldaufforstungen bietet sich deshalb ein Klongemisch aus verschiedensten Herkünften an. Die Anlage einer Klonhecke mit getestetem Hochlagenpflanzmaterial könnte Saatgutengpässe reduzieren helfen und eine nachhaltige Versorgung mit bewährtem, da bereits getestetem Pflanzmaterial sicherstellen.

Langfristige Beobachtungen im Hinblick auf Klimawandel und Landnutzungsänderung

Die Anlage und langfristige Betreuung von Versuchsflächen im Hochgebirge gestaltet sich weitaus schwieriger als in tieferen Lagen. Wie die beiden oben genannten exemplarischen Ergebnisse zu Gastbaumarten und zur genetischen Vielfalt verschiedener Herkünfte verdeutlichen, gestatten sie jedoch neue und teilweise unerwartete Einblicke in die Anpassungsfähigkeit heimischer und fremdländischer Baumarten. Im Hinblick auf den prognostizierten Klimawandel und die stattfindenden Landnutzungsänderungen im Hochgebirge liefern derartige Untersuchungen wertvolle Hinweise auf alternative Möglichkeiten zur Begründung von Schutzwäldern und deren Sicherung.

Thomas Geburek
Silvio Schüler
Lambert Weißenbacher
Bundesforschungszentrum für Wald
Institut für Waldgenetik
Hauptstraße 7
1140 Wien
thomas.geburek@bfw.gv.at

Christian Tomiczek, Thomas L. Cech, Gernot Hoch

Waldschutz schützt vor Naturgefahren

Biotische und abiotische Schadfaktoren verursachen nicht nur bedeutende Vermögenseinbußen in der Forstwirtschaft, sondern können auch die Schutzwirkung von Wäldern mindern. Effektiver Waldschutz ist gerade in diesen Gebieten gefordert.

Sturm- und Schneebruchschäden führen zu Ertragseinbußen und meist auch zu Massenvermehrungen von Borkenkäfern (Abbildung 1). Aber auch blatt- und nadelfressende Insekten sowie verschiedene Pilzkrankheiten können großflächige Waldschäden auslösen, die auch den Schutz vor Naturgefahren negativ beeinträchtigen. Durch Nichtaufkommen und Verzögerung der Wiederbewaldung, aber auch durch Rindenschälung tragen das Wild und das Weidevieh zu einer wesentlichen Verschlechterung der Situation bei. Nicht außer Acht gelassen werden dürfen auch „hausgemachte" Schäden im Wald durch unsachgemäßen Einsatz von Holzerntegeräten. Nur ein gesunder Wald kann seine Funktionen erfüllen, weshalb Schäden im Wald möglichst gering gehalten werden müssen.

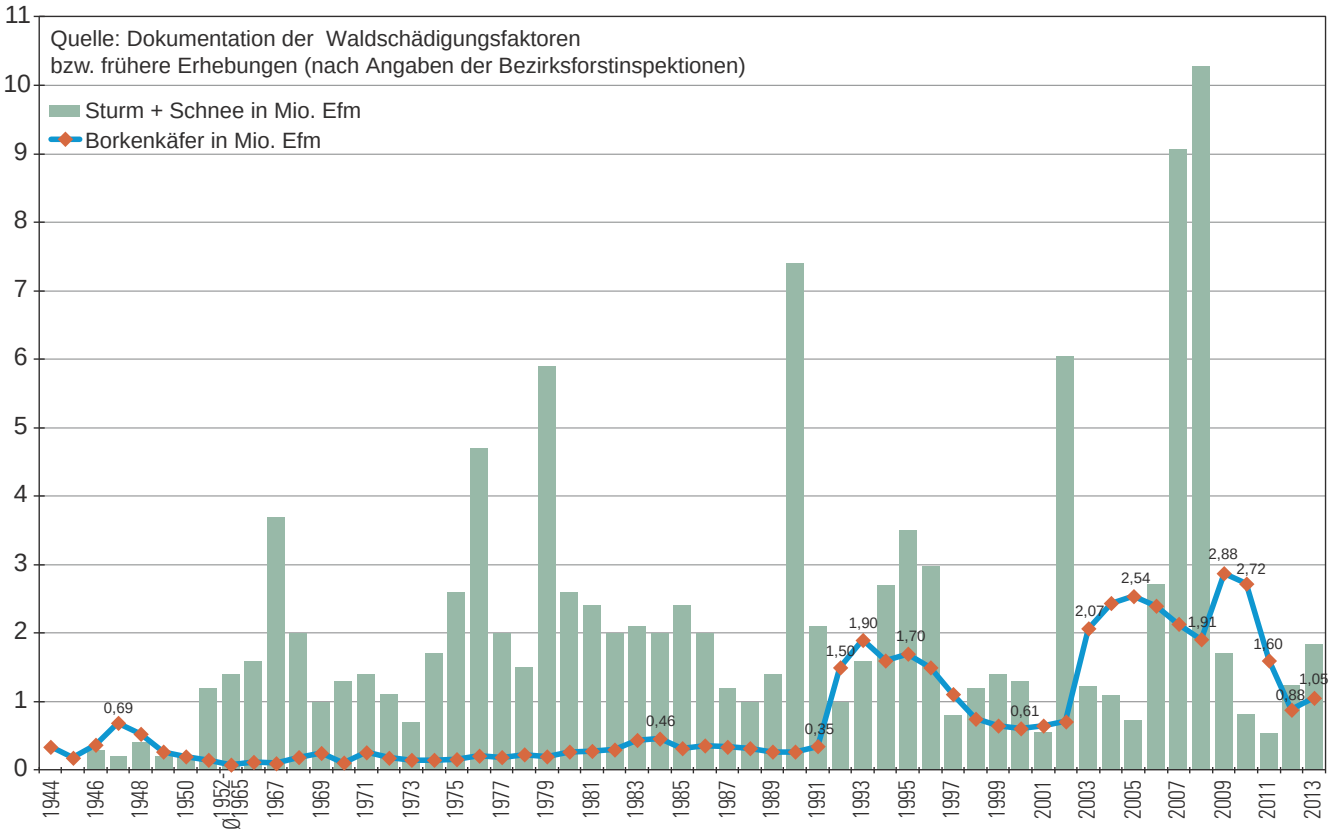
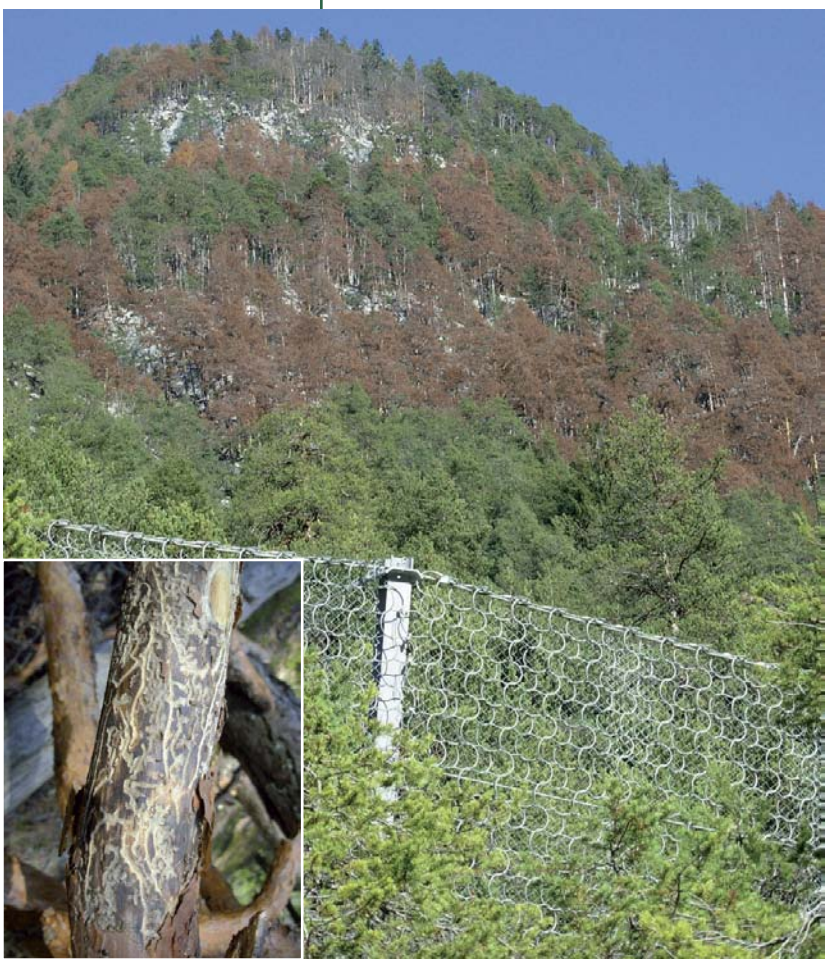


Abbildung 1: Jährliche Schadholzmengen durch Sturm, Schnee und Borkenkäferbefall in Österreich

Buchdrucker bilden bereits auch in höheren Lagen zwei Generationen und Geschwisterbruten



▼ Abbildung 2: Eine Massenvermehrung des Sechszähnigen Kiefernborkenkäfers (Insert: Brutbild) führte zu großflächiger Baummortalität auf einem Schutzwaldstandort. Schutzzäune mussten errichtet werden, um die verlorene Steinschlagschutzwirkung zu kompensieren.

Sturm- und Schneeschäden in Kombination mit Borkenkäfern

Die bedeutendsten Schadereignisse werden auch in Wäldern mit Schutzfunktion durch abiotische Faktoren verursacht. In den Jahren 2007 und 2008 fielen in Österreich gesamt 9,05 Mio. bzw. 10,28 Mio. Festmeter Schadholz durch Sturm und Schnee an, in den Jahren darauf gingen diese Werte zurück, lagen 2013 jedoch wieder bei 1,83 Mio. Festmeter. Sehr oft sind solche Ereignisse Auslöser für ausgedehnte Borkenkäfer-Kalamitäten (Abbildung 1). Mit 2,88 Mio. Festmeter errichte der Borkenkäfer-Schadholzanfall 2009 sein Maximum seit Vorliegen von Aufzeichnungen und illustriert wie gut Borkenkäfer – und hier vor allem der Buchdrucker – das reiche Angebot an befallstauglichem Material nutzen können. Die einzig wirksame Gegenmaßnahme ist die rechtzeitige Entfernung oder Entrindung dieses Brutmaterials. Das ist gerade in Schutzwäldern meist schwierig, leider sind aber auch die Folgen auf diesen Standorten umso schwer wiegender.

Ging man in früheren Jahrzehnten davon aus, dass der Buchdrucker in größerer Seehöhe keine Bedrohung für die Fichtenwälder darstellt, so haben uns die Erfahrungen der letzten Jahre gezeigt, dass diese Annahme nicht gültig ist. Hohe Sommertemperaturen ermöglichten dem Buchdrucker in höheren Lagen die Ausbildung von zwei Generationen und Geschwisterbruten.

Zusammen mit stetem Brutholzanfall durch Wind und Schnee sorgt dies für extrem hohe Populationen und als Konsequenz für reichlich Stehendbefall. Neben dem Buchdrucker bereiteten in den letzten Jahren auch Borkenkäfer an Kiefern im Schutzwald Probleme. Hier ist vor allem der Sechszähnige Kiefernborkenkäfer zu nennen, der seine Attacken im dünnrindigen Bereich in der Krone beginnt und sich im Astmaterial und oberen Stammbereichen entwickeln kann (Abbildung 2). Dies macht sowohl Entdeckung als auch Bekämpfung schwierig.

Kommt eine Massenvermehrung in Gang, kann es durch diesen Käfer zu großflächigem Ausfall von Kiefern kommen. Die Liste gefährlicher Borkenkäfer könnte noch fortgeführt werden. Bei allen gilt: Gegenmaßnahmen müssen zügig gesetzt werden, damit die Situation nicht außer Kontrolle gerät. Wichtig ist auch im Schutzwald, rechtzeitig gegen den Buchdrucker und andere Borkenkäfer vorzugehen, ehe es zu großflächiger Baummortalität und entsprechendem Verlust der Schutzwirkung kommt. Vorliegende Klimawandelszenarien lassen für die Zukunft keine Entspannung der Situation in den höheren Lagen erwarten.

Nonne, Lärchenwickler etc.

Nicht nur rindenbrütende Käfer, sondern auch nadelfressende Insekten treten

in Schutzwäldern immer wieder als Störfaktoren auf. In Tirol sorgte im Jahr 2003 eine Massenvermehrung der Nonne in großer Seehöhe für einige Aufmerksamkeit. Die Raupen dieser Schmetterlingsart fraßen Fichten und Lärchen kahl, was einen Ausfall der betroffenen Fichten zur Folge hatte. Die Lärchen überstanden die Attacke, Weißkiefern im Mischbestand wurden kaum angegangen. Eine derartige Massenvermehrung entsteht rasch und meist unbemerkt, so dass sie wohl nicht zu verhindern ist. Üblicherweise bricht sie auch ebenso rasch wieder zusammen. Die unterschiedliche Empfindlichkeit der Baumarten zeigt aber, wie die Vielfalt im Bestand zumindest die Auswirkungen einer solchen Kalamität puffern kann.

Ein anderer Nadelfresser ist wiederum für seine regelmäßigen Massenvermehrungen bekannt. Etwa alle neun Jahre kommt es in inneralpinen Regionen zu Ausbrüchen des Grauen Lärchenwicklers, was ausgedehnten Kahlfraß in den Lärchenbeständen zur Folge hat. Die Lärche toleriert den Kahlfraß, reagiert jedoch mit der Bildung von Nadeln schlechterer Nahrungsqualität für die Raupen. Dadurch geht deren Population zurück, bis sich die Nahrungsqualität wieder bessert. Durch dieses Wechselspiel entstehen regelmäßige Zyklen, die sich anhand von Jahrringanalysen bis ins Mittelalter zurückverfolgen lassen. Veränderte Witterungsverläufe in den Wintern der letzten Jahrzehnte dürften diese Regelmäßigkeit gestört haben.

Noch ein Schmetterling sei genannt, dessen Auftreten sich im Zuge des Klimawandels ändert: Die Raupen des Pinien- bzw. Kiefernprozessionsspinners sind den Winter hindurch aktiv und fressen an den Nadeln verschiedener Kiefernarten. Höhere Temperaturen ermöglichten es dieser Art, in sonnigen Tälern der südlichen Alpen in Seehöhen vorzudringen, wo sie zuvor nicht bekannt war. Eine weitere Arealausweitung ist zu erwarten.

Pilzkrankheiten

Eine Reihe von Baumkrankheiten, die von mikroskopischen Pilzen verursacht werden, treten speziell im Schutzwald auf. Andere finden sich nicht nur im Schutzwald, erlangen aber dort höhere Bedeutung als im Wirtschaftswald, vor allem, wenn sie durch Schwächung der Bäume zur Bedrohung des Bestandes werden.

Wohl die auffälligste Erscheinung im montan bis subalpinen Schutzwald ist der Alpine Fichtenblasenrost (*Chrysomyxa rhododendri*). Er ist überall verbreitet, wo Alpenrosen (*Rhododendron*) und Fichten in unmittelbarer Nachbarschaft stocken, da er durch einen Wirtswechsel zwischen diesen beiden Pflanzenarten charakterisiert ist. Die Intensität des Befalls der Fichtennadeln hängt vom Infektionspotenzial des Pilzes auf Alpenrosen-Blättern sowie von der Niederschlagshäufigkeit im Frühsommer ab. In schneearmen Wintern frieren Alpenrosenbüsche zurück, was die Blattmasse im folgenden Jahr reduziert. Optimale Infektionsbedingungen sind in regenreichen Sommern gegeben. Darüber hinaus hatten die überregional zurückgehende Almwirtschaft sowie der Naturschutz eine Zunahme der Alpenrosen zur Folge. Flächenweises Absterben wird nur bei ganz jungen Fichten gelegentlich beobachtet. Als effiziente Maßnahme kommt nur das konsequente Abmähen von Almrauschbeständen an jenen Standorten, wo das Aufkommen von Fichtennaturverjüngung oder -aufforstungen prioritär ist, in Frage.

Zurückfrieren = Die Alpenrosen sterben bis zur Wurzel ab und treiben im nächsten Jahr wieder aus.

Das Zurücksterben von Grünerlen (*Alnus viridis*) ist zurzeit ein lokal begrenztes, aber im Ostalpenraum weit verbreitetes Phänomen. Die Symptome sind seit etwa 1990 bekannt und nehmen flächenmäßig wie intensitätsmäßig zu.

Zurücksterben von Grünerlen = partielles Absterben von Kronenteilen

Die Grünerlen verdorren ohne Beteiligung primärer Pathogene. Untersuchungen im Trentino ergaben einen Zusammenhang mit der Abnahme der

▲
Abbildung 3:
643 Millionen Bäume weisen Rindenschäden durch Schälung, Holzernte oder Steinschlag auf

winterlichen Schneebedeckung. Schneemangel im ausgehenden Winter führt zu Trockenstress der feuchtigkeitsliebenden Baumart und in der Folge zum Absterben. Am stärksten betroffen sind Lagen um 1800 m Seehöhe. Das Phänomen könnte bei langfristigen Klimaänderungen für die Grünerle existenzbedrohend werden.

Wurzel- und Stammfäulepilze sind ein zunehmendes Risiko in den Schutzwäldern der Alpen. Hier steht die „Rotfäule", der Wurzelschwamm *Heterobasidion annosum,* im Vordergrund. Rotfaule Fichten sind wurf- und bruchgefährdet. Zur Eindämmung der Rotfäule bieten sich biologische Verfahren an, bei denen Pilze mit antagonistischer Wirkung gegen *H. annosum* auf gesunden Fichtenstöcken ausgebracht werden. Zur Testung der Wirksamkeit im Schutzwald führte das Institut für Waldschutz des Bundesforschungszentrums für Wald (BFW) in Osttirol ein Experiment mit den Pilzen *Phlebiopsis gigantea* (Großer Zystidenrindenpilz) und *Hypholoma viridis* (grüner Schwefelkopf) durch. Beide Pilzarten erwiesen sich als schnelle und effiziente Besiedler der Stöcke, innerhalb von drei Monaten waren in der Regel 100% der Stockoberfläche vom Myzel bedeckt.

In Schutzwäldern im Voralpenraum ist die Buche an Steilhängen oft die Hauptbaumart. Speziell in den Kalkvoralpen sind die Kronen als Folge massiven Befalls durch den Zweigkrebs der Buche (*Neonectria ditissima*) verlichtet. Die Wucherungen führen zur Welke und zum Absterben der äußeren Zweigteile. Infektionsauslöser sind Hagelschäden sowie eine Schwächung durch Trockenstress. Der Buchenzweigkrebs kann bei Altbäumen im Lauf weniger Jahre Ausmaße erreichen, die das Aufkommen der Buchenverjüngung verhindern. Daher sollte man zur Erhaltung der Buchennaturverjüngung rechtzeitig stark befallene Altbäume entfernen.

Rindenschäden

Von 3,3 Milliarden Bäumen im bewirtschafteten Hochwald wiesen laut Österreichischer Waldinventur 2007-09 (ÖWI) mehr als 40% aller Bäume biotische oder abiotische Schäden auf, wovon rund 643 Millionen Bäume Rindenschäden durch Schälung, Holzernte oder Steinschlag hatten (Abbildung 3).

Aus zahlreichen wissenschaftlichen Untersuchungen ist bekannt, dass Rindenschäden Eintrittspforten für holzzerstörende Pilze sind, die nicht nur das Holz entwerten, sondern auch die Bruchgefahr erhöhen. Konkret heißt das, dass mehr als eine halbe Milliarde Bäume im österreichischen Wirtschaftswald wesentliche Probleme mit der Stabilität hinsichtlich Stand- und Bruchsicherheit haben oder in Zukunft aufweisen werden. Dies entspricht auch einem Fünftel des Holzvorrats im Wirtschaftswald. Entsprechend den Erhebungsdaten der ÖWI 2007-09 wurde der Großteil der Rindenschäden durch Rotwildschälung verursacht, annähernd so viele Rindenschäden sind im Wirtschaftswald eine Folge der Holzernte. Bemerkenswert ist auch die Tatsache, dass die Schälschäden mit Ausnahme der Erhebungsperiode 1992-96 zunehmen, obwohl man die Verursacher und Folgen kennt.

Abiotische und biotische Schäden beeinträchtigen die Schutzwirkungen des Waldes in Österreich massiv. Rechtzeitiges und zielorientiertes Handeln könnte einen erheblichen Teil der Schäden verhindern oder zumindest reduzieren. Dazu gehören die rechtzeitige Aufarbeitung von Schadhölzern, das beherzte Vorgehen bei Schäden und hinsichtlich des Wildeinflusses, der Anbau und die Forcierung standortstauglicher Bestände mit Mischbaumarten sowie eine rindenschonendere Arbeitsweise bei Durchforstung und Holzernte.

Dipl.-Ing. Dr. Christian Tomiczek
Dr. Thomas L. Cech
Dipl.-Ing. Dr. Gernot Hoch
Bundesforschungszentrum für Wald
Institut für Waldschutz
Seckendorff-Gudent-Weg 8
1131 Wien
christian.tomiczek@bfw.gv.at