

Schutzwirkung von Gebirgsfichtenwäldern nach Buchdruckerbefall

Wie gut schützen Totholzbestände vor Naturgefahren?

Ausgiebiger Borkenkäferbefall führt nach Stürmen wie «Vivian» oder «Lothar» auf umliegenden geschwächten Waldflächen oft zum Absterben der Fichten. Es bleiben Wälder aus stehenden toten Bäumen zurück, so genannte Totholzbestände. Was nun? Sollen solche Totholzbestände abgeholzt oder stehen gelassen werden? Schützen solche Bestände noch vor Lawinen und Steinschlag?

Eine der wichtigsten Aufgaben unserer Gebirgswälder ist ihre Schutzwirkung gegen Naturgefahren. Ob ein Wald wirksam vor Steinschlag und Lawinen schützt, hängt insbesondere von der Anzahl,

Von Andrea D. Kupferschmid,
Peter Brang, Harald Bugmann
und Walter Schönenberger*

Grösse, Stabilität und Verteilung der Bäume ab. So ist die Schutzwirkung eines Waldes nach starken Eingriffen, beispielsweise nach der Räumung von Schadflächen, für längere Zeit vermindert bzw. gar nicht mehr vorhanden.

In ausgedehnten Windwurfflächen wurden in den letzten Jahren viele Erkenntnisse zur Schutzwirkung gewonnen (z. B. Schönenberger *et al.* 2002). Kaum bekannt ist hingegen, ob und wie lange grossflächig vom Buchdrucker (*Ips typographus*) befallene Fichtenbestände, die in Folge absterben, Schutz vor Naturgefahren bieten.

Im Naturwaldreservat Gandbergwald, das zu den Gemeinden Ennenda, Mitlödi, Schwändi und Schwanden im Kanton Glarus gehört, starben zwischen 1992 und 1997 fast alle Fichten auf einer Fläche von 30 ha durch den Buchdrucker ab (Abbildung 1). Seit 1994 gehen wir dort den zwei folgenden Fragen nach:

- Wie lange können stehende tote Bäume, Strünke und liegende Stämme in steilen Gebirgslagen das Anreissen von Waldlawinen verhindern und Steinschläge aufhalten?
- Wie lange dauert es, bis die Baumverjüngung in solchen Totholzbeständen zu einem schutzfähigen Wald herangewachsen ist?

Die im Folgenden zusammengefassten Resultate wurden im Rahmen einer Doktorarbeit bei der Professur für Gebirgswaldökologie der ETH Zürich und im Team Gebirgswaldökologie der Eidg. Forschungsanstalt WSL in Birmensdorf erarbeitet (Kupferschmid Albisetti 2003).

Schutzwirkung von Totholz

Von den stehend abgestorbenen Bäumen im Untersuchungsgebiet Gandbergwald wurde zwischen 1992 und dem Sommer 2000 kein einziger Stamm entwurzelt. Die toten Bäume widerstanden sogar dem Sturm «Lothar» vom 26. Dezember 1999. Allerdings brachen bis im Sommer 2000 rund 75 % aller toten stehenden Bäume, und zwar unabhängig von deren Durchmesser. «Lothar» brach 28 % aller Bäume, dies meist in einer Baumhöhe von 1 bis 5 m. Die Bruchstellen

Abbildung 1: Im Vordergrund ein Befall durch Buchdrucker am Rande einer kleinen Windwurffläche und im Hintergrund der Gandbergwald mit Fichten, die infolge Buchdruckerbefall zwischen 1992 und 1997 abstarben. Die Totholzflächen haben am Gandstock eine Gesamtausdehnung von über 100 ha, davon 30 ha im Gandbergwald.



(Foto A. Kupferschmid).

Andrea D. Kupferschmid Albisetti, Fadacherstrasse 17, 8340 Hinwil. Peter Brang und Walter Schönenberger, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, 8903 Birmensdorf. Harald Bugmann, ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich.



Foto: A. Kupferschmid

Abbildung 2: Liegende und verkeilte Stämme in einem montanen Totholzbestand am Gandberg.

lagen wahrscheinlich so tief, weil der rot-randige Baumschwamm (*Fomitopsis pinicola*) das Holz bereits stark zersetzt hatte. Infolge dieser Brüche bedeckten liegende Bäume im Sommer 2000 in der montanen Stufe (1200–1450 m ü. M.) des Gandbergwaldes durchschnittlich rund 20 % der Bodenoberfläche; in der subalpinen Stufe (1450–1600 m ü. M.) waren es rund 12 %.

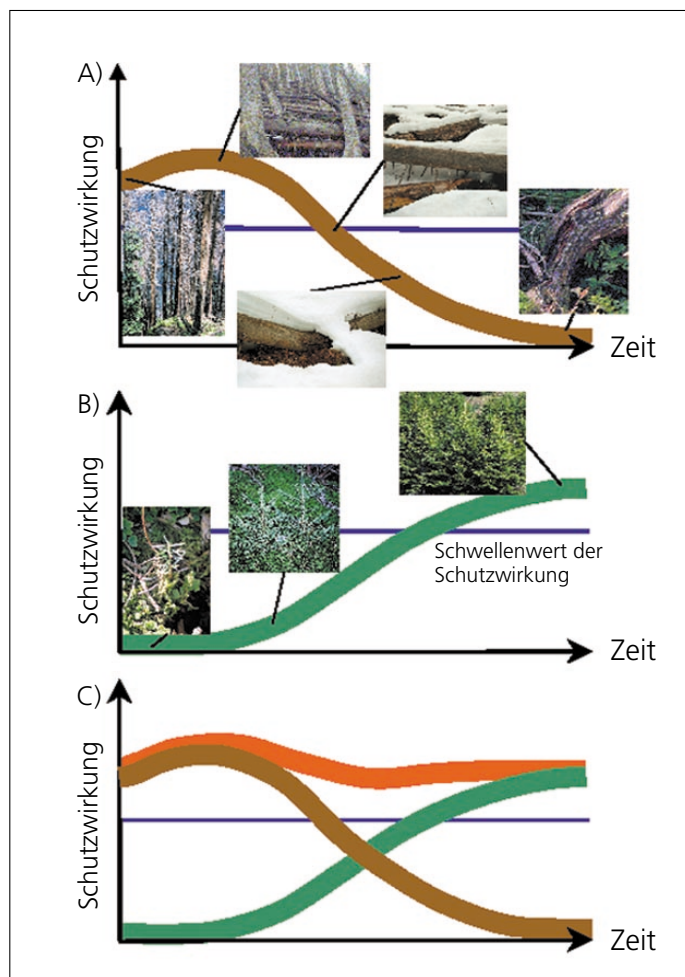
Im Sommer 2001 waren die meisten gebrochenen Stämme zwischen Strünken, anderen Stämmen und Blockschutt auf einer durchschnittlichen Höhe von 85 cm über dem Boden verkeilt (Abbildung 2). Trotz des steilen Geländes waren die Stämme parallel zu den häufigsten Windrichtungen ausgerichtet; im steilen montanen Bereich lagen zum Beispiel die gebrochenen Stämme entsprechend den häufigen heftigen Westwinden meist in südöstlicher bis östlicher Richtung, also horizontal bis schräg zum Hang.

Die Baumstrünke, die vielen liegenden und verkeilten Stämme sowie Felsblöcke stoppten wirksam die Steine, die sich in den letzten Jahren lösten. Die Stämme und Strünke verhinderten ausserdem den Aufbau einer gleichförmigen Schneedecke. Obwohl vor allem die montanen Teile des Gandbergwaldes mit einer Hangneigung von über 30° ein potenzielles Lawenanrissgebiet darstellen, sind bisher keine Waldlawinen angerissen. Wären die Totholzbestände am Gandberg geräumt worden, so wäre die Gefahr für lokale Bodenerosion, Stein-

schlag und Lawinenabgänge heute sicher grösser als ohne Räumung. In Bezug auf Steinschlag ist die Schutzwirkung des Gandbergwaldes durch die vielen verkeilten Stämme derzeit sogar grösser, als wenn die Fichten nicht abgestorben wären (Abbildung 3, A).

In den nächsten Jahren werden auch die letzten noch stehenden Fichtenstämme infolge zunehmender Zersetzung durch Pilze und Insekten brechen. Die verkeilten Stämme werden in den Folgejahren zusammensacken, so dass die Schutzwirkung durch das Totholz etwas abnimmt (Abbildung 3, A). Dennoch dürften liegende Stämme und Strünke insgesamt für zirka 30 Jahre vor Naturgefahren schützen, wie Frey aus Kräftermessungen an verkeilten Stämmen in Windwurfflächen schloss (in Schönenberger *et al.* 2002 S. 89–108). Ähnliches nehmen wir aufgrund des bisherigen Zerfalls auch für die Totholzbestände am Gandberg an. Weitere Analysen im Rahmen der laufenden Doktorarbeit von Martin Ammann (an der WSL und ETH Zürich, Professur für Dendrologie und Forstpathologie) werden aufzeigen, welcher Kräfteinwirkung tote, gebrochene Bäume widerstehen können.

Abbildung 3: Schematische Darstellung der Schutzwirkung eines Totholzbestandes. Die gesamte Schutzwirkung (rote Linie in C) kann als Summe der Schutzwirkungen des Totholzes (braune Linie, A) und der Baumverjüngung (grüne Linie, B) betrachtet werden.



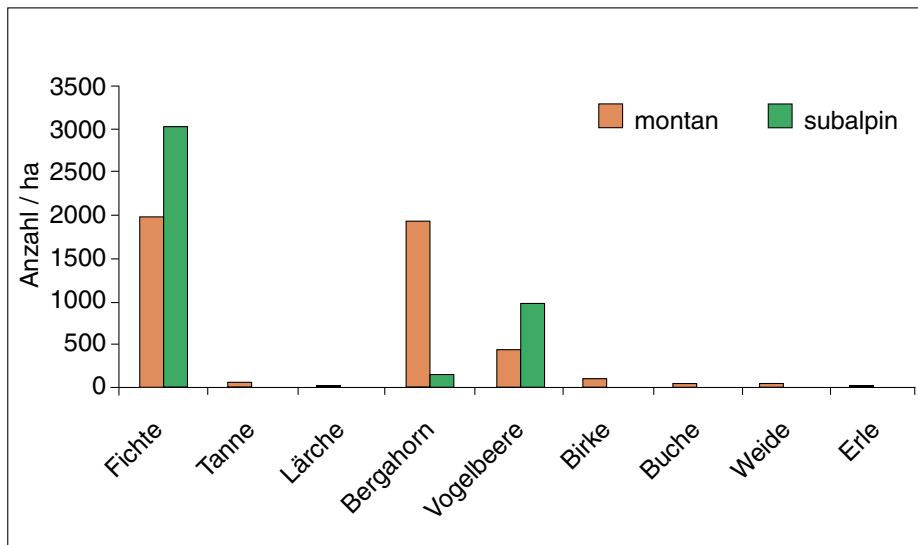


Abbildung 4: Durchschnittliche Stammzahl der Bäumchen pro Hektare, die im Jahr 2001 im Gandbergwald in der montanen (1200–1450 m ü. M.) und subalpinen (1450–1600 m ü.M.) Stufe vorhanden waren. Alle Jungbäume, inklusive Keimlinge, wurden gezählt. Die Fichten keimten allerdings fast ausschliesslich in den Jahren 1994 und 1996, die Vogelbeeren 1994 und die Birken 1996.

Schutzwirkung durch neue Bäume

Der Gandbergwald war vor dem käferbedingten Absterben der Fichten mit 550 Bäumen pro Hektare mit einem Brusthöhendurchmesser grösser als 15 cm und einem Holzvorrat von rund 600–800 m³ pro Hektare sehr dicht. Zwischen den Fichten standen vereinzelt Weisstannen, Bergahorne und Vogelbeeren. Der Lichtmangel auf dem Waldboden hatte zur Folge, dass zur Zeit des Absterbens der Fichten fast keine Jungbäume vorhanden waren (Abbildung 3, B). In den folgenden Jahren etablierten sich dann zahlreiche Bäumchen, so dass heute auf einer Hektare im montanen Bereich rund 4500 Bäumchen aus Naturverjüngung stehen. 1960 davon sind Fichten (*Picea abies*), 1940 Bergahorne (*Acer pseudoplatanus*), 470 Vogelbeeren (*Sorbus aucuparia*), 120 Birken (*Betula pendula*) und einzelne Buchen (*Fagus sylvatica*), Weisstannen (*Abies alba*), Weiden (*Salix caprea*), Lärchen (*Larix decidua*) und Erlen (*Alnus*). Im subalpinen Bereich fanden wir im Jahre 2001 rund 4200 Bäumchen pro Hektare: nämlich durchschnittlich über 3000 Fichten, 1000 Vogelbeeren und 160 Bergahorne (Abbildung 4).

Allerdings waren diese Bäumchen im montanen Bereich im Jahr 2001 im Mittel erst 13 cm hoch. Nur einzelne Birken hatten bereits eine Höhe von 2 m erreicht. Verantwortlich für diese geringe Höhe war aber nicht nur das langsame Wachstum von einzelnen Baumarten in Gebirgswäldern, sondern auch das

Gamswild, denn der Gandbergwald gehört seit 1548 zum Wildschutzgebiet «Freiberg Käpf» und beherbergt deshalb zahlreiche Gämsen (*Rupicapra rupicapra*). Diese halten sich vor allem in den Wintermonaten im montanen Bereich auf. Hier waren 50% aller jungen Fichten mindestens einmal zwischen 1996 und 2000 verbissen worden, doppelt so viele wie im subalpinen Bereich. Die Vogelbeeren wurden durch den Verbiss stark am Wachsen gehindert, die wenigen Tannen und die Bergahorne wurden gar so stark verbissen, dass sie grösstenteils abstarben.

Werden die heute vorhandenen Bäumchen in Zukunft wirksam vor Naturgefahren schützen können? Wie lange dauert es, bis diese Bäumchen genügend gross sind, damit sie das Anreissen von Waldlawinen verhindern und den Steinschlag reduzieren können? Werden sie zu diesem Zeitpunkt in genügender Anzahl vorhanden sein, oder werden zu viele von ihnen absterben? Um diese Fragen zu beantworten reichen Felderhebungen von wenigen Jahren nicht aus, und der heutige Zustand der Verjüngung lässt leider keine direkten Schlüsse auf deren zukünftige Entwicklung zu. Deshalb entwickelten wir ausgehend von diesen Felddaten und zusätzlichen Informationen aus der Literatur ein Modell namens «RegSnag», mit dem die Anzahl, Zusammensetzung und Höhe der natürlichen Baumverjüngung über die nächsten Jahrzehnte simuliert werden kann. Spezielles Augenmerk legten wir dabei auf die je nach Kleinstandort (wie Himbeer-gestrüpp, Moospolster, Moderholz, usw.)

unterschiedlichen Keimungs- und Wuchsbedingungen der Bäumchen. So wurde nebst der Bodenvegetation auch das Vorhandensein von Moderholz im Modell berücksichtigt. Gerade in subalpinen Fichtenwäldern sind lokal erhöhte Kleinstandorte wie Moderholz bekanntlich wichtig für das Aufkommen der Fichte. Im früher bewirtschafteten Gandbergwald war Moderholz äusserst selten. Der fortschreitende Zerfall der Strünke und liegenden Stämme wird das Angebot an diesem Substrat in Zukunft jedoch stark erhöhen. Das Modell wurde überprüft, indem Modellsimulationen von 1993 bis 2001 mit neu erhobenen Felddaten aus dem Jahr 2001 verglichen wurden. Es zeigte sich, dass das Modell in der Lage ist, mit Ausgangsdaten des Jahres 1993 die Verteilung der Kleinstandorte und die Anzahl und Grösse der Fichtenverjüngung im Jahr 2001 gut wiederzugeben.

Langzeitsimulationen mit diesem Modell ergaben, dass auf dem Gandberg kein geschlossener Pionierwald aus Birke, Vogelbeere oder Bergahorn entstehen wird. Dazu keimten einerseits zu wenig Birken, andererseits werden die verbreitet vorhandenen Vogelbeeren und Bergahorne zu stark verbissen. Anhand der Modellrechnungen wird es nach dem Fichtensterben im Jahre 1993 zirka 30–35 Jahre dauern, bis die ersten Fichten, die 1994 und 1996 keimten, mit mindestens 5 m doppelt so hoch sind wie die maximale Schneehöhe in der subalpinen Stufe. Von den heute vorhandenen jungen Fichten (Abbildung 4) werden

Walddynamik PROGRAMM

Die vorliegende Arbeit wurde finanziert durch den Kanton Glarus, den Fonds für Wald- und Holzforschung und die WSL. Sie fand im Rahmen des Forschungsprogramms Walddynamik der Eidg. Forschungsanstalt WSL statt (siehe <http://www.walddynamik.ch>). Im Rahmen dieses Forschungsprogramms laufen weitere Projekte zu Sturm- und Windwurfthemen: Im Kernthema «Windwurf und Waldentwicklung» nehmen die Forscher und Forscherinnen vor allem die Entwicklungen nach Windwurf im Gebirge unter die Lupe. Sie beurteilen die von diesen Flächen ausgehenden Gefahren und entwickeln Massnahmen, um im Falle von zukünftigen Ereignissen die Schäden zu minimieren. Im Kernthema «Windwurf und Risiko» befassen sie sich mit den lokalen, regionalen oder landesweiten Sturm- und Windwurfisiken.

Folgerungen

Unsere Studie zeigt, dass sich die Schutzwirkung von Gebirgswäldern nach dem Absterben von Fichtenbeständen positiv entwickeln kann und über Jahrzehnte bestehen bleibt. Das Belassen von Totholzbeständen ist deshalb eine prüfungswerte Management-Option. Ob nach intensivem Borkenkäferbefall nun geräumt wird oder nicht, das hängt unter anderem auch von der Ausdehnung der Totholzbestände und vom Samenangebot der überlebenden Fichten in den betroffenen Beständen sowie den angrenzenden Wäldern ab. Für die zukünftige Baumverjüngung spielen diese Faktoren eine wichtige Rolle. Da Fichtensamen nur kleine Strecken vom Wind hangaufwärts transportiert werden, ist für die natürliche Wiederbewaldung in jedem Fall wichtig, dass die lebenden Fichten, Bergahorne, Birken, Vogelbeeren und Tannen in den Totholzbeständen erhalten bleiben.

dann gemäss unserem Modell im montanen Gandbergwald nur etwa 330 pro Hektare übrig bleiben; im subalpinen Bereich werden es rund 930 sein. Gründe für diesen Unterschied sind die heute geringere Dichte der Bäumchen (Abbildung 4) und der erwähnte höhere winterliche Wildverbiss im montanen Gandbergwald. In der subalpinen Stufe dürfte die Stammzahl der jungen Fichten für einen wirksamen Schutz vor Lawinenanrissen und eventuell auch vor Steinerschlag genügen. Wann in der Zukunft die Verjüngung auch im montanen Gandbergwald zahlreich genug und für einen wirksamen Schutz räumlich gut verteilt sein wird, hängt vor allem von der Wilddichte und der Anzahl Bäumchen ab, die auf den vermodernden Stämmen keimen werden.

Totholz stehen lassen oder räumen?

Anhand der Simulationen der Baumverjüngung und des bisherigen Zerfalls der toten Fichten im Gandbergwald gehen wir davon aus, dass die Schutzwirkung dieses Waldes zuerst durch die

Strünke und liegenden Stämme gewährleistet bleibt, danach gemeinsam durch das Holz und die aufkommenden Fichten, und in einigen Jahrzehnten nur noch durch die neuen Fichten (Abbildung 3, C). Von ungeräumten Totholzbeständen an steilen Gebirgshängen dürfte unter gewissen Bedingungen also über mehrere Jahrzehnte eine Schutzwirkung ausgehen. Diese Bedingungen sind:

- **Genügend Naturverjüngung:** In den ersten Jahren nach dem Absterben der Fichten braucht es Samenjahre, oder es muss schon Baumverjüngung aus der Zeit vor dem Absterben der Fichten (so genannte Vorverjüngung) vorhanden sein, da sich die Bodenvegetation rasch verdichtet und ein späteres Aufkommen der Baumverjüngung erschwert. Andernfalls kann eventuell eine zusätzliche Bepflanzung sinnvoll sein.
- **Moderater Wildverbiss:** Der Wildverbiss darf nicht zu hoch sein, da sonst Anzahl und Höhe der Bäumchen zu gering sind, um die Schutzwirkung rechtzeitig zu übernehmen, bevor das Totholz diese verloren hat (siehe montaner Gandbergwald).

- **Nicht zu steiles Gelände:** Bei extremer Steilheit könnten die liegenden Stämme unter Umständen ins Rutschen kommen und so selbst ein Risiko darstellen.
- **Keine Runsen mit Wasserführung:** Der Zerfall des Totholzes könnte zu Verklauungen führen.
- **Geringes Schadenpotenzial wie Wege, Weiden, unbewohnte Häuser und Ställe:** Die Schutzwirkung kann trotz der intensiven Modellierungsarbeiten nicht exakt vorhergesagt werden, ein Restrisiko bleibt.

Fichten-Totholzbestände können nicht nur vor Naturgefahren schützen. Es kann sich darüber hinaus auch aus anderen Gründen lohnen, Totholzbestände nicht zu räumen, z. B. wenn die Zugänglichkeit der Bestände erschwert ist und hohe Räumungskosten erwartet werden; oder wenn beim Räumen in sehr steilem und steinigem Gelände eine hohe Unfallgefahr für die Waldarbeiter besteht. Ausserdem macht es keinen Sinn, einen gesättigten Holzmarkt zusätzlich mit Käferholz zu belasten. Auch die Artenvielfalt ungeräumter Totholzbestände ist positiv zu werten, auch wenn die Gewährleistung der Schutzwirkung natürlich Priorität hat und haben muss.

Weiterführende Literatur:

- Kupferschmid Albisetti A.D. (2003): Succession in a protection forest after *Picea abies* die-back. PhD thesis. Department of Forest Sciences, ETH Zürich, Zürich.
- Kupferschmid, A.D. (2003): Zerfall und Verjüngung eines Schutzwaldes nach dem Absterben der Fichten durch Buchdruckerbefall. GAIA 12 (4): 271-274.
- Schönenberger W., Fischer A. & Innes J.L. (2002): Vivian's Legacy in Switzerland – impact of wind-throw on forest dynamics. Forest Snow and Landscape Research 77.

Ihren neuen und qualifizierten

Mitarbeiter

finden Sie durch die Fachzeitschrift

Anzeigenregie:

Publimag AG, Laupenstrasse 35, 3001 Bern

Tel. +41 (0)31 387 22 11, Fax +41 (0)31 387 21 00, bern@publimag.ch