

**Andreas Huber, Elisabeth Hainzer, Andreas Kofler, Jan-Thomas Fischer**

## **Die Schutzwirkung des Waldes in der Lawinensimulation**

### **Zusammenfassung**

Wälder spielen eine tragende Rolle für den Schutz von Lebensraum in alpinen Regionen und damit für die dauerhafte Besiedelbarkeit ländlicher Räume. Schutzwälder können die Entstehung und Größe, sowie teilweise auch die Reichweite von Lawinen wesentlich beeinflussen. In der vorliegenden Studie wurde untersucht, ob und wie die Schutzwirkung des Waldes mit bestehenden physikalisch-numerischen Methoden zur Gefahrenbeurteilung von Lawinen abgebildet werden kann. Während die forstliche Beurteilung der Waldschutzwirkung gegen Lawinenanbruch in der Ausweisung potentieller Lawinenanbruchgebiete berücksichtigt wird, zeigen die Untersuchungen, dass die Erfassung der Bremswirkung des Waldes auf Kleinlawinen, sowie deren Berücksichtigung in der Lawinensimulation mit erkennbaren Unsicherheiten behaftet ist. Um diese Unsicherheiten bezüglich der Waldwirkung in die Simulation mit einfließen zu lassen, bietet sich die Variation der entsprechenden Modellparameter an. Die explizite Darstellung des Einflusses der Variabilität der Eingangsparameter auf die Modellergebnisse ist ein probates Mittel um die damit verbundenen Unsicherheiten zu kommunizieren.

### **1. Einleitung**

Waldbestände spielen eine wichtige Rolle für die nachhaltige Sicherung von ländlichem Siedlungsraum und Infrastruktur gegen Naturgefahren, insbesondere gilt dies für den Schutz vor Lawinen. Die Schutzwirksamkeit von Waldbeständen gegen Lawinen ist in verschiedenen alpinen Gegenden Europas bereits seit dem Mittelalter bekannt (Schneebeli & Bebi, 2004), wobei zwischen Schutz im Anbruchgebiet und Schutz in der Sturzbahn unterschieden werden kann. Nach Margreth (2004) beruht die Schutzwirkung des Waldes gegen Lawinen vor allem auf der Verhinderung von Lawinenanbrüchen in dicht bewaldetem Gebiet. Eine mögliche bremsende Wirkung des Waldes auf bereits angebrochene Lawinen hängt von Faktoren wie der Lawinengröße und -intensität, der räumlichen Lage des Anbruchgebietes und der Distanz zum Bestand, sowie den Fließeigenschaften der Lawine ab (z.B. Margreth, 2004; Feistl et al., 2014). Traditionellerweise wird in der Gefahrenbeurteilung von Lawinen nur die Wirksamkeit von Waldbeständen zur Verhinderung von Lawinenanbrüchen berücksichtigt (Margreth, 2004), was für Ereignisse mit geringer Auftretenswahrscheinlichkeit und großer Magnitude durchaus

gerechtfertigt ist. Für die Analyse von häufiger auftretenden, kleineren Lawinenereignissen, welche z.B. für die Infrastruktur in Skigebieten oder entlang von alpinen Transportrouten (Bahn, Straße) relevant sind (Dreier et al., 2013), ist allerdings die zusätzliche Beurteilung der Wechselwirkung zwischen Wald und Lawine in der Sturzbahn und dem Ablagerungsbereich auch von Interesse (Bebi et al. 2009). Der Fokus der vorliegenden Untersuchungen liegt deshalb auf Lawinen kleiner und mittlerer Größe.

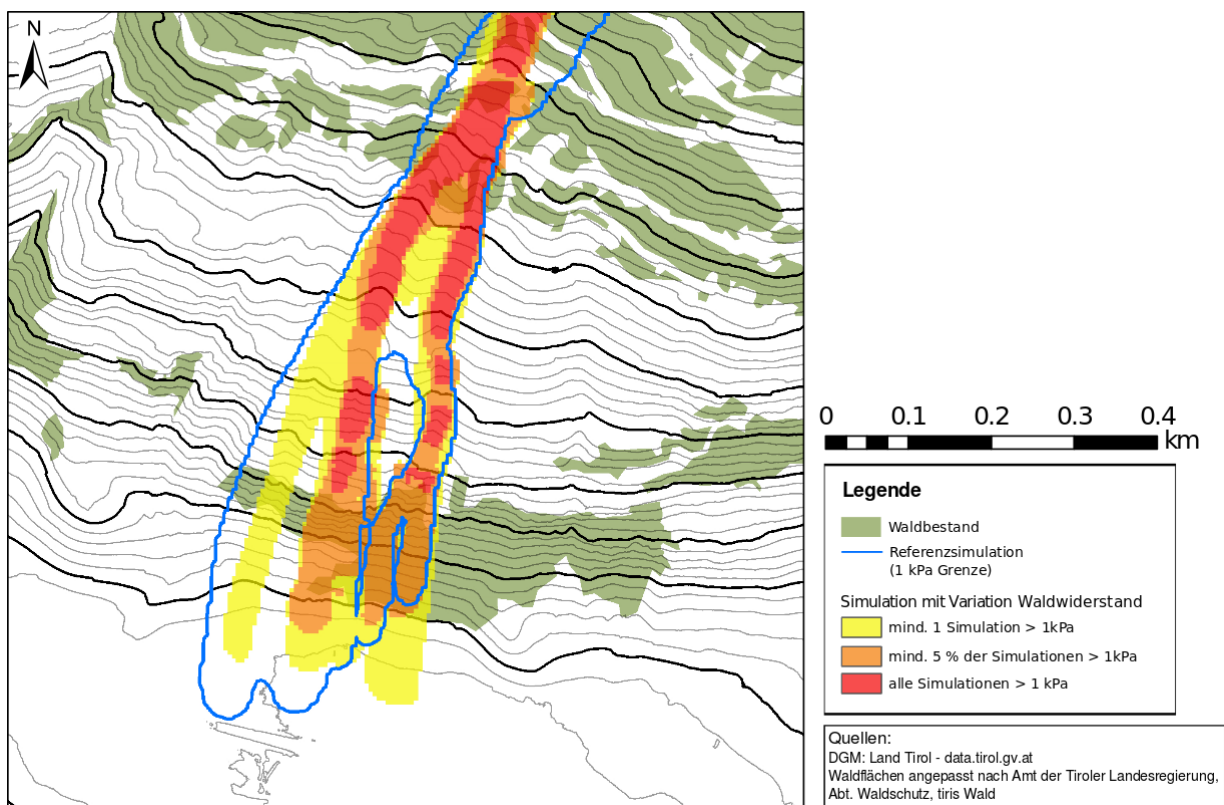
## 2. Material und Methode

Die Beschreibung der Schutzwirkung des Waldes in der Sturzbahn und im Ablagerungsgebiet, und dessen Berücksichtigung in Simulationsmodellen ist Gegenstand aktueller Forschung. Bestehende Ansätze in der Lawinensimulation gehen davon aus, dass der Wald einen bremsenden Einfluss auf die Lawinenmasse hat. Dies wird berücksichtigt, indem die Reibungskräfte in den Bewegungsgleichungen der physikalisch-numerischen Modellierung in Bereichen mit Waldbestand erhöht werden (Bartelt und Stockli, 2001; Christen et al., 2010; Granig et al., 2009). Alternative Ansätze gehen davon aus, dass Schnee im Wald zurückgehalten wird und somit aus der fließenden Schneemasse ausscheidet (Feistl et al., 2014). Das in dieser Studie verwendete Simulationsmodell SamosAT (Sampl und Zwinger, 2004) ermöglicht die Berücksichtigung der Bremswirkung von Waldflächen über eine zusätzliche Reibungskraft mittels eines Waldparameters. Dieser Parameter fasst Eigenschaften wie Waldstruktur und -zusammensetzung, sowie weitere Faktoren zusammen. Mit diesem Modell wurde versucht, mehrere dokumentierte Waldlawinen rückzurechnen. Über einen objektiven Vergleich (Fischer et al., 2012) von simulierten Ergebnissen mit den dokumentierten Auslauflängen konnte ein plausibler Parameterbereich für den Walddrehreibungparameter abgeschätzt werden, der in weiterer Folge für die vorwärtsgerichtete Berechnung von zwei Lawenstrichen mit möglichem Waldeinfluss verwendet wurde. Um die Variabilität des Einflusses des Walddrehreibungparameters auf die Modellergebnisse zu erfassen und damit auch die entsprechenden Unsicherheiten bezüglich einer möglichen Bremswirkung des Waldes zu berücksichtigen, wurden jeweils 1000 Simulationsläufe mit variierenden Werten für den entsprechenden Parameter durchgeführt. Eine kartographische Darstellung der Variabilität der Modellergebnisse zufolge der Variation des Waldeinflusses in der Simulation erlaubt es dem Nutzer die Variabilität der möglichen Modellergebnisse zu interpretieren und die entsprechenden Unsicherheiten bzw. Auftreffwahrscheinlichkeiten besser einzuschätzen. Abbildung 1 zeigt eine kombinierte Darstellung von 1000 durchgeführten Simulationen mit Berücksichtigung einer Waldbremswirkung im Vergleich mit einem Simulationsergebnis, welches ohne Waldeinfluss berechnet wurde. In den rot dargestellten Flächen weisen alle 1000 Simulationen Maximaldrücke größer 1 kPa auf. In den

Online-Fachzeitschrift des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

orange dargestellten Bereichen weisen mind. 5 % der Simulationen Maximaldrücke größer 1 kPa auf, in den gelben Bereichen gilt dies für zumindest eine Simulation. In blau dargestellt ist die 1 kPa Grenzlinie der Referenzsimulation ohne Waldeinfluss. Generell kann, wie erwartet, festgestellt werden, dass unter Berücksichtigung der Waldbremswirkung in der Simulation kleinere Auslauflängen bzw. Maximaldrücke im Auslaufbereich zu erwarten sind. Die Bereiche im orographisch linken Auslaufbereich, welche von einigen wenigen Simulationen mit Waldeinfluss betroffen werden, nicht jedoch in der Referenzsimulation, sind damit zu begründen, dass auf Grund der, durch die Bremswirkung reduzierten, Geschwindigkeit eine Änderung der Fließrichtung erfolgt.

Abbildung 1: Darstellung der Ergebnisse von 1000 Simulationen mit variierendem Waldparameter, sowie einer Referenzsimulation ohne Berücksichtigung einer Bremswirkung des Waldes (blau).



### 3. Schlussfolgerungen

Die Anbruchschutzwirkung des Waldes kann in der Ausweisung von Anbruchgebieten für die Lawinensimulation abgebildet werden. Für die Modellierung der Bremswirkung des Waldes existieren ebenfalls Ansätze. Obwohl grundlegende Einflüsse bereits abgebildet werden können, besteht für die Beurteilung der Bremswirkung von Waldbeständen in der Sturzbahn und im Ablagerungsgebiet von Lawinen (insbesondere bei der Modellierung kleiner und mittlerer Lawinen, für welche eine Bremswirkung des Waldes am ehesten relevant ist) noch

Online-Fachzeitschrift des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

Forschungs- und Entwicklungspotential. Auftretende Unsicherheiten bei der Beurteilung der Schutzwirkung des Waldes können allerdings durch die Durchführung von Ensemble-Simulationen mit variierenden Eingangsparametern berücksichtigt werden. Die Darstellung der Variabilität der Modellergebnisse in Folge der Variation der entsprechenden Eingangsparameter ist eine geeignete Methode um diese Unsicherheiten zu berücksichtigen und dem Modellanwender zu kommunizieren. Insgesamt kann festgehalten werden, dass die physikalisch-numerische Lawinensimulation einen Beitrag zur Beurteilung der Schutzwirkung des Waldes gegen Lawinen liefern kann und eine wichtige Entscheidungshilfe bei Fragen zur Besiedelbarkeit ländlicher Räume darstellt.

### **Danksagung**

Die vorgestellten Arbeiten erfolgten im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft in Rahmen der technischen Hilfe des österreichischen Programmes LE 07-13 mit Unterstützung von Bund, Ländern und der Europäischen Union. Die Arbeiten in diesem Projekt sind in Abstimmung und Zusammenarbeit mit dem Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung (WLV) Sektion Tirol, Stabstelle Schnee und Lawine, GBL- Mittleres Inntal, GBL – Osttirol, sowie Gemeinden, Waldaufsehern und Lawinenkommissionen in den untersuchten Projektgebieten erfolgt. Für die Untersuchungen wurden seitens des Eidgenössischen Forschungsinstitutes für Schnee und Lawinen (SLF) und dem Lawinenwarndienst Bayern dankenswerterweise Daten zur Verfügung gestellt.

### **Referenzen**

Bartelt, P. und Stockli, V. (2001). The influence of tree and branch fracture, overturning and debris entrainment on snow avalanche flow. *Annals Of Glaciology*, Vol 32, 2001, 32:209–216.

Bebi, P., Kulakowski, D., und Rixen, C. (2009). Snow avalanche disturbances in forest ecosystems—state of research and implications for management. *Forest Ecology and Management*, 257(9):1883–1892.

Christen, M., Bartelt, P., und Kowalski, J. (2010). Back calculation of the In den Arelen avalanche with RAMMS: interpretation of model results. *Annals of Glaciology*, 51(54):161–168.

Dreier, L., Buehler, Y., Steinkogler, W., Feistl, T., M., C., und Bartelt, P. (2014). Modelling small and frequent avalanches. In *International Snow Science Workshop*, Banff, Alberta, Canada.

Feistl, T., Peter, Bebi, P., Teich, M., Yves, B., Christen, M., Thuro, K., und Bartelt, P. (2014). Observations and modeling of the braking effect of forests on small and medium avalanches. *Journal of Glaciology*, 60(219).

Fischer, J.T., Granig, M., Schlifkowitz, U., Schumacher, N. (2012). Eine neue Auswertungsmethode der Lawinensimulationssoftware SamosAT. *Zeitschrift für Wildbach- und Lawinenverbauung*. 169

Granig, M., Sampl, P., Tollinger, C., Jörg, P. (2009). Experiences in avalanche assessment with the powder snow avalanche model SamosAT. In *International Snow Science Workshop*, Davos, Schweiz.

Online-Fachzeitschrift des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

Margreth, S. (2004). Die Wirkung des Waldes bei Lawinen. Forum für Wissen, s. 21–26.

Sampl, P., Zwinger, T. (2004). Avalanche simulation with SAMOS. Annaly of Glaciology. 38(1):393–398

Schneebeli, M. und Bebi, P. (2004). Hydrology: Forest and snow avalanche control. In Burley, J., Evans, J., und Youngquist, J. A., editors, Encyclopedia of Forest Science, pages 397–402. Elsevier.

**Autoren:**

Andreas Huber, Elisabeth Hainzer, Andreas Kofler, Jan-Thomas Fischer

**Korrespondenz und Rückfragen zum Artikel an:**

DI Andreas Huber

Institut für Naturgefahren - Bundesforschungszentrum für Wald

Rennweg 1, 6020 Innsbruck

[andreas.huber@bfw.gv.at](mailto:andreas.huber@bfw.gv.at)