Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 139 (1988)

Heft: 2

Artikel: Waldlawinen am Gugelberg

Autor: Imbeck, Hans / Meyer-Grass, Martin

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-766697

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Waldlawinen am Gugelberg

Von *Hans Imbeck* und *Martin Meyer-Grass*, EISLF,
CH-7250 Weissfluhjoch-Davos

Oxf.: 423.5

Am 22. Januar 1987, etwa um 12.30 Uhr, verschüttete eine im Wald angebrochene Lawine (Waldlawine) einen rund 20 m langen Strassenabschnitt zwischen dem Dorf Innerthal (SZ) und der Staumauer des Wägitaler Sees. Aus schneekundlicher und forstlicher Sicht interessieren vor allem die Umstände, die zu dieser Lawine geführt haben. Sie werden nachfolgend detailliert beschrieben.

Die Lawinensituation vom 22. Januar 1987

Ein Tag nach dem Ereignis, am 23. Januar 1987, zeigte sich folgendes: Am S-Hang des Gugelberges hatten sich zwischen 1050 und 1100 m ü. M. an mehreren Stellen Lockerschneelawinen (Lawinen mit einem punktförmigen Anbruch) gelöst *(Abbildung 1)*. Diese Lawinen wurden vorwiegend durch Schneeklumpen ausgelöst, die von den Baumkronen herunterfielen. An den Anbruchstellen lösten sich lediglich die obersten 5 cm der total rund 40 cm mächtigen Schneedecke. Im untern Hangbereich erfassten die Lawinen maximal die obersten 20 cm der Schneedecke und griffen nie bis zur Bodenoberfläche.

Sämtliche Lawinen durchflossen den Wald absolut schadlos. Auch Jungwuchs blieb unbeschädigt. Die ausgeübten Lawinenkräfte müssen klein gewesen sein, denn dünne, dürre Buchen, die sich von Hand leicht umdrücken liessen, blieben stehen. Die Fliesshöhen der Lawinen betrugen maximal 50 cm. Die meisten dieser Lawinen wurden in Verbauungen aus Drahtseilnetzen abgefangen oder kamen in einer Verflachung kurz oberhalb der Strasse zum Stillstand. Einzig die Lawine aus dem Anbruchgebiet B gelangte bis zur Strasse *(Abbildung 1)*.

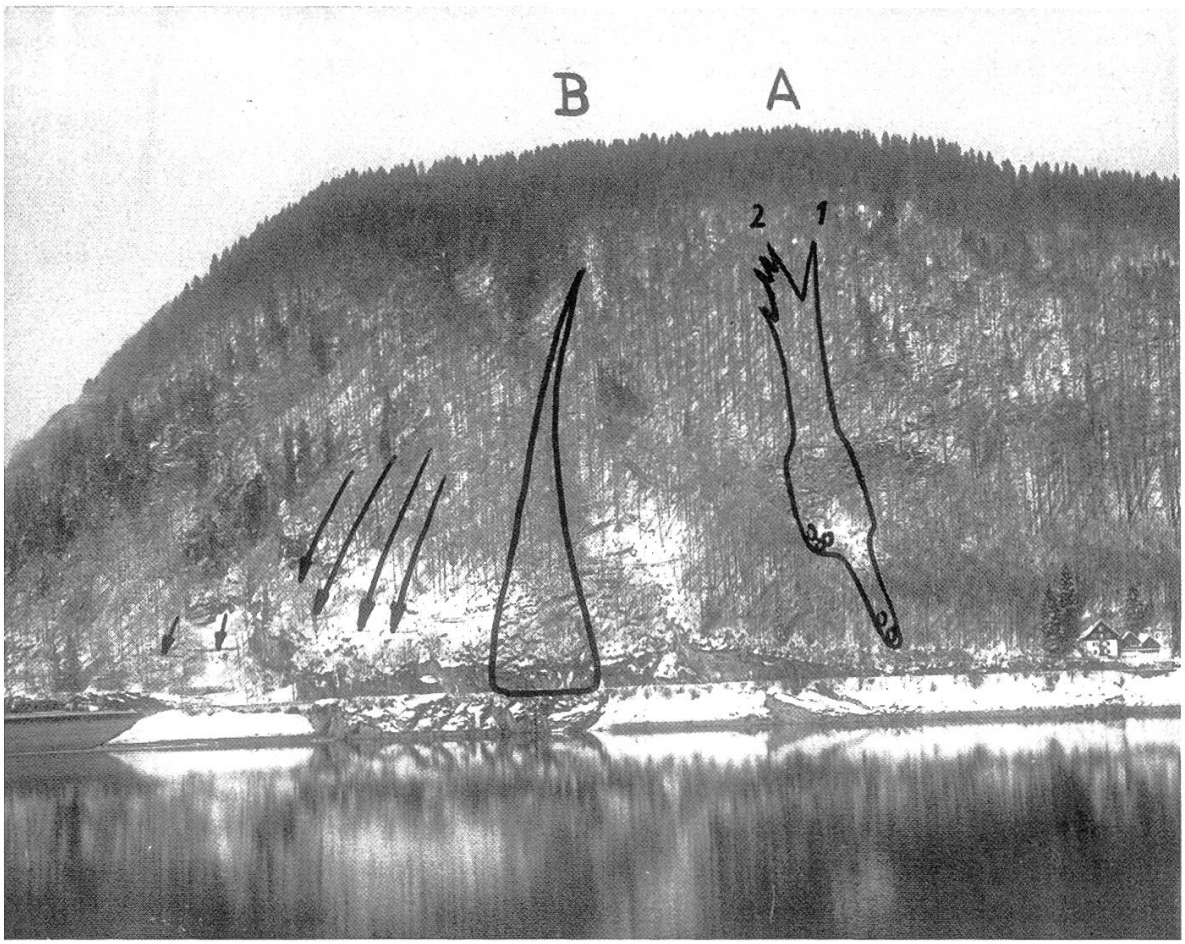

Abbildung 1: Gugelberg im Wägital mit den eingezeichneten Lawinen vom 22. Januar 1987. Am rechten Bildrand das Wärterhaus.

Witterung und Schneedeckenaufbau im Januar 1987

Von der AG Kraftwerk Wägital werden beim Wärterhaus *(Abbildung 1)*, am Fusse des Gugelberges, 900 m ü. M., täglich meteorologische Beobachtungen durchgeführt. Aus diesen Aufzeichnungen ist folgender Witterungsverlauf ersichtlich: Am 14. Dezember 1986 setzten die ersten Schneefälle ein; anschliessend schneite es fast täglich bis zum 11. Januar 1987. Die Neuschneesumme dieser Periode (Summe der täglichen Neuschneehöhen) betrug 295 cm. Bis zum 6. Januar 1987 setzte sich der Schnee unter der Einwirkung von Regen und Wärme beträchtlich, so dass die Höhe der Schneedecke zu diesem Zeitpunkt lediglich 33 cm betrug. Diese gut verfestigten Schichten bildeten ein starkes Schneedeckenfundament.

Ab 7. Januar 1987 trat eine merkliche Abkühlung ein, mit Temperaturen um −10 °C. Am 12. Januar sank das nächtliche Minimum gar auf −21 °C. Infolge dieser tiefen Temperaturen konnte sich der Schnee, der in der Zeit vom 7. bis 11. Januar fiel, nur schlecht verfestigen, und die Schneekristalle wurden zu

kantigen Formen umgewandelt. So entstand über dem starken Schneedeckenfundament eine 15 bis 20 cm mächtige Schicht aus schwach kohärentem Schnee, der bei Berührung ähnlich wie Zucker davonrieselte.

In der Hochdruckperiode vom 16. bis 23. Januar stellte sich eine ausgesprochene Inversionslage ein. Der Gugelberg befand sich vorerst innerhalb der Hochnebeldecke. Am 22. Januar löste sich der Hochnebel tagsüber zum ersten Mal auf. Dabei traten oberhalb etwa 1050 m ü. M. Schmelzerscheinungen auf, während in den tieferen Lagen die Temperaturen den ganzen Tag unter dem Gefrierpunkt blieben. Eindrücklich bestätigte sich diese Inversionslage am 23. Januar. Um 11.00 Uhr betrug die Lufttemperatur beim Wärterhaus, 900 m ü. M., −7 °C, zur gleichen Zeit, oberhalb des Nebelmeeres auf 1100 m ü. M., bereits 0 °C.

Die Lawinenbildung

Bei der Inversionslage am 22. Januar begann die Schneedecke, wie erwähnt, oberhalb etwa 1050 m ü. M. zu schmelzen; es bildete sich oberflächlich eine rund 5 cm mächtige, feuchte Schicht. Da diese feuchte Schicht mit dem lockeren Schnee darunter nur schlecht verbunden war, entstand eine äusserst labile Schichtung *(Abbildung 2)*. So genügte ein kleiner, von den Kronen herunterfal-

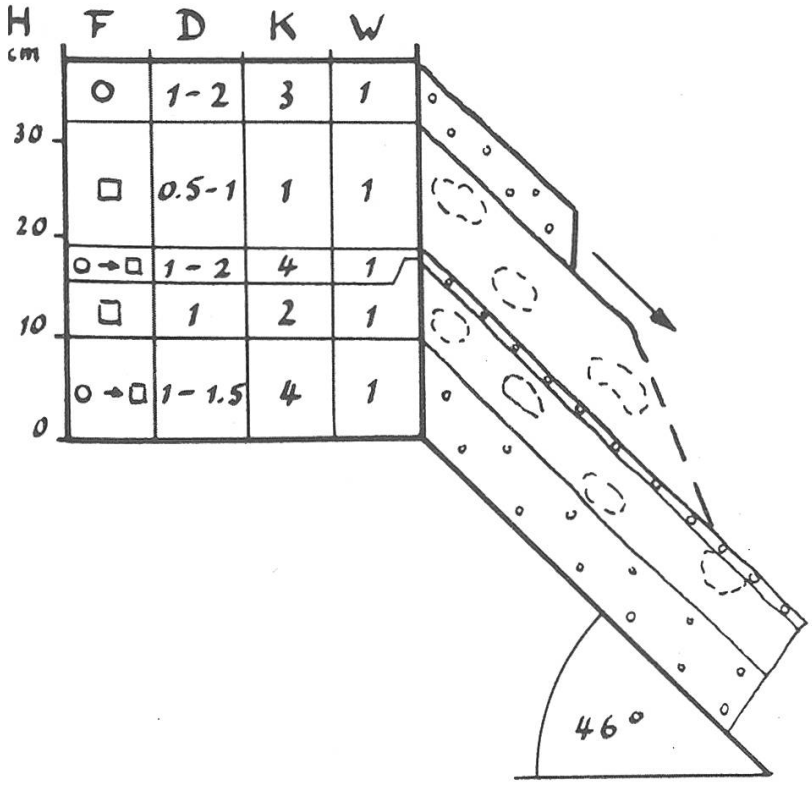

Abbildung 2: Schneeprofil beim Anriss A 1 am Gugelberg, 23. Januar 1987, 11.00 Uhr. Die oberste Schicht war am Vortag, zum Zeitpunkt des Lawinenanbruches, feucht und weich, gefror jedoch in der Nacht.

F: Kristallform
D: Korndurchmesser
K: Härte
W: freies Wasser

(Erläuterungen zum Schichtprofil siehe *Salm* 1982)

lender Schneeklumpen, um eine Lawine auszulösen. An allen Anbruchstellen glitt zuerst nur die 5 cm dicke, feuchte Oberflächenschicht ab. Erst mit zunehmender Energie wurde dann auch der lockere Schnee darunter erfasst.

Unterhalb 1050 m ü. M. gelangten die Lawinen dann in eine kalte, trockene Schneedecke. Dies erklärt, warum die Schneemassen verhältnismässig locker blieben und sich nicht derart stark verfestigten wie bei reinen Nassschneelawinen. In diesen dichten Beständen ist auch anzunehmen, dass die Lawinen durch die vielen Stämme derart stark gebremst wurden, dass sie gar keine grossen Geschwindigkeiten und somit auch keine grossen Kräfte entwickeln konnten. Vermutlich rieselten diese Lawinen als lockere Schneemassen relativ langsam durch den Wald hinunter. Dies würde auch erklären, warum selbst an kleinen Bäumen kein Schaden entstand.

Gelände

Charakteristisch für alle Anbruchstellen ist die grosse Steilheit des Geländes mit einer mittleren Hangneigung von 46 bis 48 ° (104 bis 111 %). Der Kalkfels steht dort in hangparallel geschichteten Felsplatten an. Der Boden ist äusserst flachgründig, und die Bäume gedeihen vor allem in Felsspalten und in Vertiefungen mit Humusansammlungen. Unterhalb und oberhalb dieser steileren Anbruchzone ist das Gelände etwas flacher und weist eine Neigung um 37 ° (75 %) auf.

Bestandesbeschreibung

Der S-Hang des Gugelberges ist vorwiegend mit Buchen bestockt. Vereinzelt sind Bergahorn, Spitzahorn, Bergulme und Esche beigemischt und, ab etwa 1050 m ü.M., auch Tanne und Fichte.

Drei Bestände, in denen Lockerschneelawinen anbrachen, wurden näher untersucht und die Ergebnisse in *Tabelle 1* zusammengestellt. Die Aufnahmeflächen wurden so gewählt, dass nur der unmittelbar umgebende Bestand um die punktförmigen Anbruchstellen erfasst wurde.

Alle drei Bestände sind stammzahlreich und dicht. Beim Bestand A 1 *(Tabelle 1)* handelt es sich um ein mittleres Baumholz mit einer Unterschicht. Die Bestände A 2 und B sind gemischt und weisen einen hohen Anteil an dünnen Stämmen unter 16 cm Durchmesser auf. Es sind alles Laubholzbestände, vorwiegend Buche, mit einem kleinen Anteil an Nadelholz. Die geringen Oberhöhen zeigen die erschwerten Wuchsbedingungen auf diesem flachgründigen Standort. Aus dem hohen Deckungs- bzw. dem gedrängten Schlussgrad wird ersichtlich, dass alle drei Bestände kaum dichter sein könnten.

Tabelle 1. Charakteristik der drei Bestände, in denen Waldlawinen anbrachen.

Anbruchort in Abbildung 1	*A 1*	*A 2*	*B*
Grösse der Aufnahmefläche	*175 m²*	*340 m²*	*265 m²*
Stammzahl pro ha			
– Durchmesser 1–15 cm	450	2560	1360
– ab 16 cm Durchmesser	630	760	530
Mitteldurchmesser			
– ab 1 cm Durchmesser	24,2 cm	12,3 cm	12,1 cm
– ab 16 cm Durchmesser	37,6 cm	23,1 cm	26,4 cm
Grundfläche pro ha			
– Durchmesser 1–15 cm	2 m²	18 m²	6 m²
– ab 16 cm Durchmesser	75 m²	35 m²	33 m²
Baumartenanteil in % von der Grundfläche	97 Bu 2 Fi 1 Ta	61 Bu 18 BUl 11 BAh 10 Fi	55 Bu 25 Fi 12 Es 5 BAh 3 SAh
Bestandesoberhöhe	22 m	15 m	15 m
Deckungsgrad	90 %	90 %	90 %
Schlussgrad	gedrängt	gedrängt	gedrängt

Diskussion und Folgerungen

Nach der unterschiedlichen Entstehungsart lassen sich die Lawinen in drei Grundtypen unterteilen: Schneebrettlawinen, Lockerschneelawinen und Gleitschneelawinen (*Imbeck* 1987). Bei der Bildung der verschiedenen Lawinenarten müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- Schneebrettlawine: deutlich geschichtete Schneedecke mit verfestigten und schwachen Schichten, in denen sich Kräfte und Brüche grossflächig übertragen können.
- Lockerschneelawine: steile Hangneigung über 40 ° beziehungsweise 80 % und schwach gebundener Schnee in den obersten Schichten.
- Gleitschneelawine: feuchte Schmierschicht zwischen Boden und Schnee und geringe Bodenrauhigkeit.

In den dichten Laubholzbeständen des Gugelberges sind sowohl Schneebrettlawinen als auch Gleitschneelawinen durch den gestörten Schneedeckenaufbau (Interzeption) und die hohe Stammzahl weitgehend ausgeschlossen. In Blössen müsste allerdings auch mit derartigen Lawinen gerechnet werden.

Lockerschneelawinen können dagegen durch eine hohe Stammzahl nicht verhindert werden, da der lockere Schnee an den Stämmen nur schwach abgestützt wird. Zur Verhinderung dieser Lawinenart wäre vor allem entscheidend,

dass sich die obersten Schichten der Schneedecke rasch und genügend stark verfestigen. Eine gewisse Verfestigung erfolgt durch die von den Bäumen herunterfallenden Schneeklumpen. In winterkahlen Laubholzbeständen ist diese Interzeptionswirkung jedoch nicht so ausgeprägt wie in immergrünen Nadelholzbeständen. Wie aus dem Schneeprofil in *Abbildung 2* ersichtlich ist, wies die gesamte Schneedecke, bis in die obersten Schichten, geringe Störungen auf. Offensichtlich reichte dies aber nicht aus, um den Anbruch der Lockerschneelawinen zu verhindern. Der Schnee, der in der Kälteperiode nach dem 6. Januar 1987 fiel, blieb eindeutig locker.

Dieses Beispiel zeigt, dass unter bestimmten Voraussetzungen auch in einem dichten Wald Lawinen anbrechen können. Dass es sich dabei nicht um ein Einzelereignis handelt, belegen ähnliche Lawinen aus der Gemeinde Mitlödi, im Glarnerland, und aus dem Hauptwald, in der Gemeinde Valzeina im Prättigau. Auch am Gugelberg selbst haben sich derartige Lawinen schon oft ereignet, zum letzten Mal am 17. Januar 1985.

Ein wichtiger Faktor, der zu den Lockerschneelawinen am Gugelberg führte, ist sicher das steile Gelände mit Neigungen über 45 ° (100 %). Wesentlich dazu beigetragen hat zudem die instabile Schneeoberfläche, bedingt durch die erwähnten Witterungsverhältnisse. Ausgelöst wurden die Lawinen letztlich durch die Schneeklumpen, die von den Bäumen herunterfielen. Im vorliegenden Fall wirkte sich dieser Interzeptionsvorgang, durch den die Schneedecke allgemein stabilisiert wird, nachteilig aus.

An diesem Beispiel bestätigt sich die bekannte Tatsache, dass bei genügender Steilheit eine einmal angebrochene Lawine auch von einem stammzahlreichen Bestand nicht mehr gestoppt werden kann. Allerdings scheint die Bremswirkung an den Stämmen in derart dichten Beständen so stark zu sein, dass die Lawinen keine grossen Geschwindigkeiten und somit auch keine grossen Kräfte entwickeln können. Dies dürfte der Hauptgrund sein, warum am Wald selbst kein Schaden entstand. Gefährlich kann es allerdings werden, wenn derartige Lawinen unterhalb des Waldes in steiles Freiland vordringen. Dort können sie sich rasch beschleunigen und bereits nach kurzer Strecke (50 bis 100 m) Häuser zerstören, wie das beim Hauptwald in Valzeina der Fall war.

Wie dies oben bereits angetönt wurde, lassen sich solche Lockerschneelawinen mit rein waldbaulichen Massnahmen kaum verhindern. Gleichwohl ist in diesen ausgesprochenen Schutzwäldern eine intensive Waldpflege angebracht, um noch schlimmere Folgen zu vermeiden. In der steilen Anbruchzone empfiehlt es sich, die Bestände frühzeitig zu verjüngen und kleinflächig ungleichaltrige, abgestufte Bestandesstrukturen anzustreben. Erreichen die Bäume auf diesen flachgründigen Böden in gleichförmigen Beständen zu grosse Dimensionen, so besteht die Gefahr, dass sie durch Sturm oder Nassschnee umgedrückt werden. Dadurch können grössere Kahlflächen entstehen, die für die Lawinenbildung erst recht kritisch sind. Auf den besseren Standorten ist es zweckmässig, die natürlich angesamten Fichten und Tannen als Beimischung zu begünstigen.

Auf den felsigeren Standorten sollten jedoch die stabileren, gegenüber Trockenheit und Stürmen resistenteren Laubbäume erhalten bleiben.

Es stellt sich die Frage, ob Bestände aus Fichte und Tanne diese Lockerschneelawinen verhindern könnten. Sicher wäre unter diesen Baumarten die Schneedecke stärker gestört, und die grössere Beschattung würde die Schmelzvorgänge verlangsamen. Ob dadurch in derart steilem Gelände solche Lockerschneelawinen verhindert werden können, bleibt allerdings äusserst fraglich. Im Falle vom Gugelberg sind reine Fichten-Tannen-Bestände auf diesem felsigen Standort kaum realisierbar, extrem risikobehaftet und deshalb waldbaulich nicht empfehlenswert.

Die ausgeführte Verbauung aus Drahtseilnetzen, die sowohl vor Steinschlag als auch vor Lawinen schützen soll, hat sich recht gut bewährt *(Abbildung 3)*. Einzig an einer Stelle floss ein Teil einer Lawine durch das Netz und konnte sich bis zur Strasse fortsetzen. Dies ist durchaus nicht erstaunlich, da die Schneenetze im unteren Hangbereich erstellt wurden und die Lawinen dort bereits eine gewisse Geschwindigkeit entwickelt haben. Die Versuche von *Bachmann* (1987) bestätigen auch, dass, bei sehr lockerer Schneebeschaffenheit, Schneenetze wesentlich durchlässiger sind als Schneerechen. Eine erhöhte Schutzwirkung liesse sich erreichen, wenn direkt unterhalb der Anbruchzone eine weitere Reihe von Schneenetzen erstellt würde; allerdings eine recht kostspielige Angelegenheit. Eine verbesserte Wirkung erhofft man sich auch von

Abbildung 3: Abgefangene Lawine in einem Schneenetz.

den in Entwicklung begriffenen Schachbrettnetzen. Bei der Verwendung von herkömmlichen Schneenetzen ist es unerlässlich, dass auf das Drahtseilnetz ein Maschengitter (5 cm Maschenweite) montiert wird. Drahtseilnetze ohne Maschengitter werden von Lawinen praktisch vollständig durchflossen.

Danksagung

Unser spezieller Dank gilt den Herren Krieg, Züger und Bamert von der AG Kraftwerk Wägital, die uns die Lawine meldeten und für uns in zuvorkommender Art die täglichen Schneemessungen ausführten. Wir danken auch A. Maccagnan und U. Frei für ihre Mithilfe bei den Feldaufnahmen sowie PD Dr. E. Ott für die kritische Durchsicht des Manuskriptes.

Résumé

Avalanches en forêt au Gugelberg

Le 22 janvier 1987, des avalanches sortant de la forêt du Gugelberg ont bloqué la route près du lac du Wägital. La situation météorologique très particulière a favorisé la descente des avalanches: les chutes de neige du 14 décembre au 11 janvier sont caractérisées par une période relativement chaude (14.12.–6.1.) et une période très froide (7.–11.1.). Tandis que le tassement de la neige était prononcé dans la première période, ce n'était pas le cas dans la deuxième période, et la neige devint granuleuse. Le 22 janvier, dans une période d'inversion, la zone de rupture se trouvait hors du brouillard et par conséquent la couche de neige (environ 5 cm) devint humide. La neige tombant des arbres a pu ainsi déclencher une avalanche de neige sans cohésion. Cet exemple particulier montre que même une forêt de hêtre très dense peut être affectée par des avalanches. Quelques considérations sylviculturales et techniques sont mises en évidence.

Literatur

Bachmann, O. (1987): Impuls- und Energieverlust von Schneeblöcken beim Aufprall auf Schneenetze und Schneebrücken. Interner Ber. EISLF Nr. 636, 27 S.

Imbeck, H. (1987): Die Lawinenschutzwirkung des Waldes. Eidg. Inst. für Schnee- und Lawinenforschung, Mitt. 43, 57–66.

Salm, B. (1982): Lawinenkunde für den Praktiker. Schweizer Alpen-Clup, Bern, 148 S.