

2 Lawinen

- 2.1 Anforderungsprofil des Waldes bezüglich Lawinen
- 2.2 Entstehung von Lawinen
- 2.3 Potentielle Lawinenschutzwälder
- 2.4 Wirkung des Waldes

1

2.1 Anforderungsprofil des Waldes bezüglich Lawinen

Ort	Potentieller Beitrag des Waldes	Anforderungen auf Grund der Naturgefahr minimal	Anforderungen auf Grund der Naturgefahr ideal
Entstehungsgebiet Subalpine und hochmontane Nadelwälder	Gross In Lärchenwäldern ab 30° (58 %) Hangneigung In immergrünen Nadelwäldern¹ ab 35° (70 %) Hangneigung	Gefüge horizontal Hangneigung Lückenlänge² in Fallinie ≥30° (58 %) → kleiner als 60 m ≥35° (70 %) → kleiner als 50 m ≥40° (84 %) → kleiner als 40 m ≥45° (100 %) → kleiner als 30 m Falls Lückenlänge ² grösser als oben angegeben, muss Lückenbreite < 15 m sein Deckungsgrad > 50 % Minimale Anforderungen auf Grund des Standortstyps erfüllt	Gefüge horizontal Hangneigung Lückenlänge² in Fallinie ≥30° (58 %) → kleiner als 50 m ≥35° (70 %) → kleiner als 40 m ≥40° (84 %) → kleiner als 30 m ≥45° (100 %) → kleiner als 25 m Falls Lückenlänge ² grösser als oben angegeben, muss Lückenbreite < 15 m sein Deckungsgrad > 50 % Ideale Anforderungen auf Grund des Standortstyps erfüllt
Entstehungsgebiet Ober- und untermontane Laub- und Mischwälder	Mittel ab 35° (70 %) Hangneigung	Gefüge horizontal Hangneigung Lückenlänge² in Fallinie ≥35° (70 %) → kleiner als 50 m ≥40° (84 %) → kleiner als 40 m ≥45° (100 %) → kleiner als 30 m Falls Lückenlänge ² grösser als oben angegeben, muss Lückenbreite < 5 m sein Deckungsgrad > 50 % Minimale Anforderungen auf Grund des Standortstyps erfüllt	Gefüge horizontal Hangneigung Lückenlänge² in Fallinie ≥35° (70 %) → kleiner als 40 m ≥40° (84 %) → kleiner als 30 m ≥45° (100 %) → kleiner als 25 m Falls Lückenlänge ² grösser als oben angegeben, muss Lückenbreite < 5 m sein Deckungsgrad > 50 % Ideale Anforderungen auf Grund des Standortstyps erfüllt

Die Förderung der Oberflächenrauigkeit (z. B. hohe Stöcke, liegendes Holz) in Lücken sowie am Rande von Lawinenzügen reduziert die Wahrscheinlichkeit von Lawinenan-

rissen. Bei genügend Oberflächenrauigkeit können die minimalen Anforderungen betreffend Lückenlängen in der Fallinie auch für die idealen Anforderungen angewendet werden.

¹ In immergrünen Nadelwäldern ist auf Grund der Überschildung durch die Kronen und die allgemeine Rauigkeit am Boden erst ab etwa 35 Grad Neigung mit Lawinenanrissen zu rechnen. Reine Lärchenwälder weisen oft eine grasreiche Vegetation auf, so dass die allgemeine Bodenrauigkeit geringer ist. Es muss deshalb bereits ab etwa 30 Grad Neigung mit Anrissen gerechnet werden muss.

² Lücke: Öffnung von Kronenrand zu Kronenrand im Stangenholz und Baumholz

2.2 Entstehung von Lawinen

An einem Hang treten in der Schneedecke Kriechbewegungen auf und zusätzlich, je nach den Grenzbedingungen zwischen Boden und Schnee, noch Gleitbewegungen auf der Bodenoberfläche. Diese Bewegungen können auch zum Abgleiten der ganzen Schneedecke führen und sind abhängig von der

- ▶ Hangneigung
- ▶ Schneemächtigkeit
- ▶ Bodenrauigkeit
- ▶ Schneebeschaffenheit

Örtliche Veränderungen dieser Faktoren rufen Zonen gesteigerter Zug-, Druck- und Scherspannungen in der Schneedecke hervor.

Schneebrettlawinen entstehen vor allem unter folgenden Bedingungen:

- ▶ Geneigter Hang ab 30° (58 %)
- ▶ Schwache Schichten und/oder Gleitflächen (z. B. eingeschneiter Oberflächenreif, glatte Bodenoberfläche)
- ▶ Schneedecke mit durchgehenden Schichten.
- ▶ Gebundener Schnee
- ▶ Schneeverfrachtung durch Wind fördert lokale Schneeanstimmungen und das Entstehen von gebundenem Schnee

Lockerschneelawinen entstehen vor allem unter folgenden Bedingungen:

- ▶ Geneigter Hang, häufig zwischen 40° (85 %) und 60° (170 %). Steilere Hänge entladen sich kontinuierlich.
- ▶ Schwach gebundener Schnee

Waldlawinen:

Lawinen, deren Anrisszonen (Entstehungsgebiet) sich innerhalb des Waldes befinden, werden als Waldlawinen bezeichnet. Die Lückengröße im Bestand ist ein massgeblicher Faktor für das Ausmass der Schneebewegungen. Da insbesondere in der subalpinen und hochmontanen Stufe Öffnungen im Bestand zu einer naturnahen Struktur gehören und für die Waldverjüngung notwendig sind, können Schneebewegungen nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Deshalb werden hier nur Ereignisse, welche Bäume ab Stangenholzstufe zu schädigen vermögen, als Waldlawinen bezeichnet. Bäume im Jungwuchs- und Dickungsstadium werden normalerweise eher durch Schneegleiten, Schneekriechen und

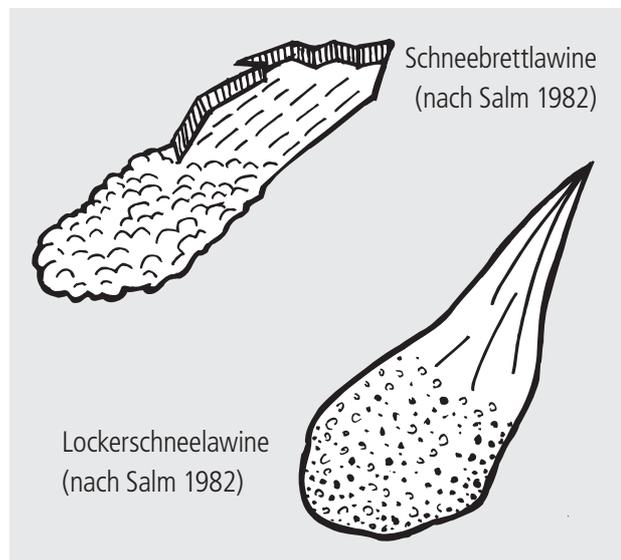


Abb 1: Lawinentypen

Schneesetzen als durch Lawinen beschädigt.

Folgende Wetter- und Schneeverhältnisse begünstigen das Entstehen von Waldlawinen:

- ▶ Kälter als - 4°C, mehr als 80 cm Schnee in 2 Tagen, wenig Wind während dem Schneefall, Schneehöhe über 120 cm, zudem häufig ein leichter Anstieg der Temperatur am Ereignistag.
 - ▶ Kälter als - 4°C, mehr als 60 cm Neuschnee in 3 Tagen, wenig Wind während dem Schneefall, starke Erwärmung am Ereignistag.
 - ▶ Mehr als 50 cm Neuschnee in 3 Tagen, Schneehöhe über 120 cm, Regen
- Je kälter und je weniger Wind während dem Schneefall, desto weniger Neuschnee braucht es für das Entstehen von Waldlawinen.

2.3 Potentielle Lawinenschutzwälder

In Regionen und Höhenlagen mit Schneeverhältnissen, welche die Bildung von grösseren Schneebrettern oder Gleitschneelawinen ermöglichen, sind Wälder an Hängen mit über 30° (58 %) Neigung potentielle Lawinenschutzwälder.

Im Gebiet von Nadelwäldern und in Höhenlagen zwischen 1'600 und 2'200 m über Meer befinden sich die Anrissstellen häufig in den Expositionen Nordost bis Nordwest. An diesen Stellen lösen sich meist trockene Schneebretter. Oft entsteht ein Anriss an Geländekanten (Änderungen der Hangneigung um mindestens 10°).

Im Gebiet von Laub- und Mischwäldern und damit unterhalb von 1'200 m über Meer lösen sich vor allem in sonnigen Expositionen Gleitschnee- oder feuchte Lockerschneelawinen.

Im Bereich der oberen Waldgrenze ist der Wald oft aufgelöst, auf den Rippen ist Wald zu finden, in den Runsen kann wegen Schneebewegungen oder zu langer

Schneebedeckung kein Wald wachsen. Der oberste Bereich des Waldes ist sehr wichtig für die Stabilität des ganzen Waldes. Die Bedingungen dort sind meist extrem. Die Verjüngung ist oft nur im Schutze von alten Bäumen möglich. Falls dieser fehlt, muss mit technischen Massnahmen ergänzt werden.

Die Situation an der Waldgrenze muss bei der Entscheidungsfindung in den Wäldern darunter berücksichtigt werden. Unter Umständen kann auch mit Hochlagenaufforstungen eine Verbesserung erreicht werden. Im Bereich der Waldgrenze nimmt der mögliche Deckungsgrad des Bestandes und damit auch tendenziell die Lawinenschutzwirkung ab. Ist oberhalb der potentiellen Waldgrenze ein Lawinenanrissgebiet vorhanden, so beschränkt sich das Aufkommen des Waldes darunter auf günstige Standorte wie Rippen (vergleiche Abb.2).



Abb.2 Potentieller Lawinenschutzwald: Links im Bild ist der Wald bis zur Kante geschlossen, die Waldgrenze liegt höher als die Kante. In der Mitte ist die Kante höher als die Waldgrenze, oberhalb der Waldgrenze ist noch ein Anrissgebiet für Lawinen vorhanden. Es hat nur noch an besonders günstigen Stellen Wald. Dies muss bei der Entscheidungsfindung im Wald berücksichtigt werden.

2.4 Wirkung des Waldes

Der Wald beeinflusst den Schneedeckenaufbau und damit die Lawinenbildung durch die Interzeption, das Bestandesklima und die durch Bäume, Stöcke und liegendes Holz verursachte Bodenrauigkeit (Abb. 3).

Im Wald wird bei Lawinen eine mittlere statistische Wiederkehrdauer von 30 Jahren angenommen (im Freiland wird bei Lawinenverbauungen mit 100 Jahren gerechnet), da in vielen Fällen Lücken innerhalb von 30 Jahren soweit zuwachsen, dass später keine Waldlawinen mehr anreissen können.

Faktoren, die das Anreissen von Lawinen hemmen:

► Wegen der Interzeption ist die Schneemenge im Wald kleiner als im Freiland. Der Unterschied zwischen Wald und Freiland ist bei kleinen Schneefällen (70 % Interzeption) ausgeprägter als bei Grossschneefällen (30% Interzeption). Bei tiefen Temperaturen während dem Schneefall ist die Interzeption geringer.

► Im Wald wird die durchgehende Schichtung der Schneedecke gestört, z. B. durch herabfallenden Schnee oder Kolke um Baumstrünke.

► Die Abstrahlung ist v. a. im immergrünen Wald geringer, das heisst, es gibt eine geringere Erwärmung während des Tages und eine geringere Abstrahlung während der Nacht. Dadurch entsteht im Wald ein besonderes Klima, das die Umwandlung des Schnees beeinflusst. Deshalb bildet sich weniger Oberflächenreif und Schwimmschnee, und höhere Schneetemperaturen bewirken eine festere Schneedecke. Bei Feuchtschnee können aus dem Wald kleine Lawinen, bei glatter Bodenoberfläche auch Gleitschneelawinen entstehen.

► Im Wald gibt es in Bodennähe weniger Wind und damit weniger Schneeverfrachtungen. In Öffnungen und am Bestandesrand kann der Schnee in Folge Wind konzentriert abgelagert werden.

► Im Wald ist im Vergleich zum Freiland die Bodenrau-

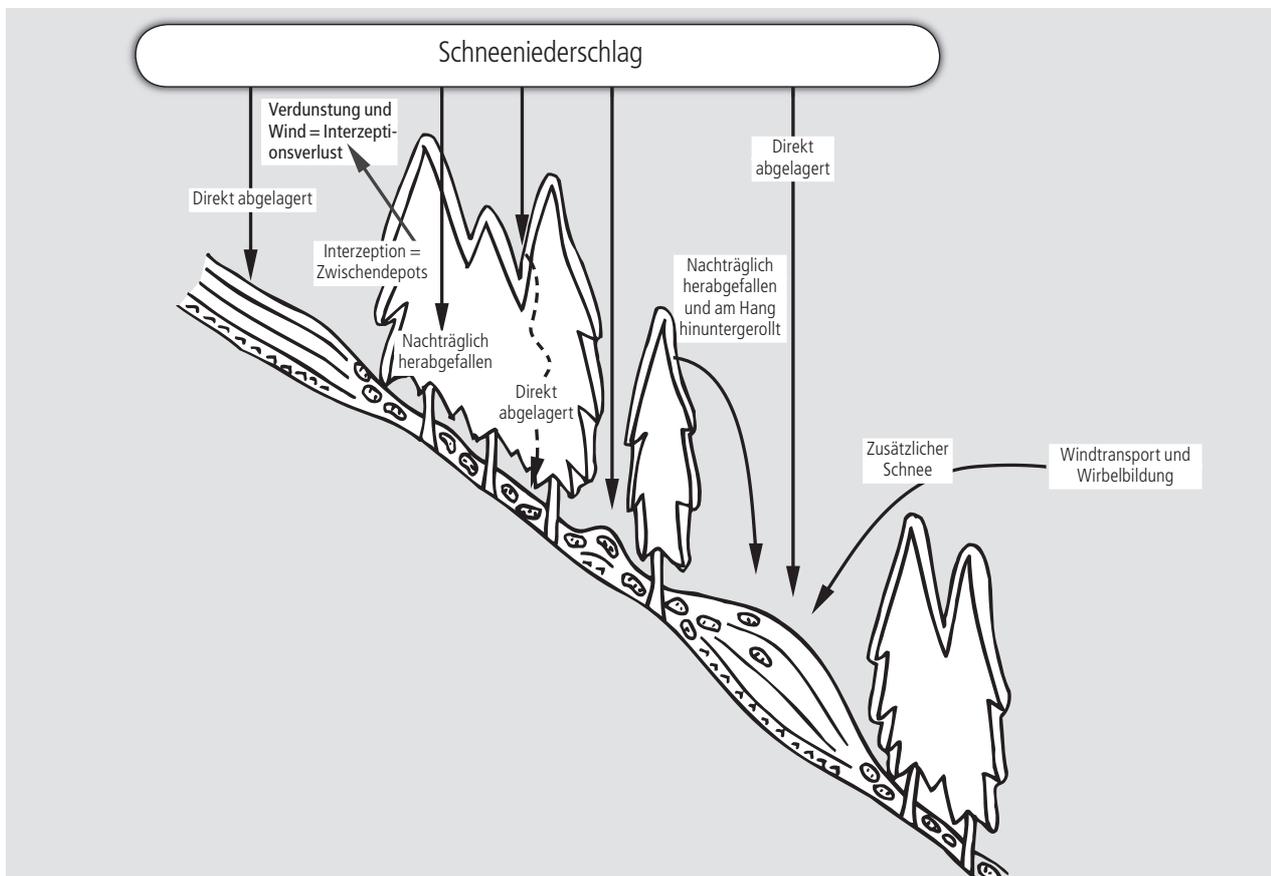


Abb 3: Skizze Schneeablagung (nach Meyer 1987 und Cemagref):

higkeit generell grösser und damit die Gefahr von Schneebewegungen kleiner.

► Aufrechte Stämme und Stöcke, aber auch liegende Bäume erhöhen die Rauigkeit des Bodens und wirken so als stabilisierende Elemente in der Schneedecke. Die Stützwirkung der Bäume alleine genügt aber normalerweise nicht, um einen Lawinenanriss zu verhindern. Damit die Wirkung einem Lawinenverbau entsprechen würde, müssten folgende Stammzahlen (BHD > 8 cm) vorhanden sein: bei 30° (58 %) Hangneigung 500 Stämme/ha, bei 40° (84 %) Hangneigung 1'000 Stämme/ha.

Faktoren, die das Anreissen von Lawinen fördern:

► In schattigen Waldlichtungen und an Waldrändern kann Oberflächenreif entstehen und lange erhalten bleiben. Nach Überschneien kann dieser ein Abgleiten fördern.

Bedeutung der Baumart und Bestandesstruktur:

Durch die allgemeine Wirkung des Waldes reduziert sich das Risiko von Lawinenanrissen auf Hänge mit Neigungen ab 35° (70 %). In offenen Flächen oder in Lärchenbeständen beträgt die kritische Hangneigung hingegen 30° (58 %).

Bäume leisten einen Beitrag gegen das Anreissen von Lawinen, wenn sie die Schneehöhe um mindestens das Doppelte überragen.

Vor allem bei niedrigen Temperaturen ist die Interzeption bei wintergrünen Baumarten grösser als bei winterkahlen Baumarten. Die Abstrahlung von kurz- und langwelliger Strahlung wird unter einem dichten Bestand aus immergrünen Baumarten um bis zu 90 % reduziert, unter einem Bestand mit winterkahlen Baumarten nur bis zu 30 %. (Vergl. Empfehlungen zum Nadelholzanteil in den Anforderungen auf Grund des Standortstyps für die einzelnen Waldgesellschaften.)

Winterkahle Baumarten haben bei kleinen Schneefällen eine gute Wirkung gegen Lawinenanrisse, bei Grossschneefällen ist diese Wirkung eingeschränkt. Auf Buchenlaub gleitet Schnee sehr gut.

Niedrige Bäume, die völlig mit Schnee überdeckt sind (z. B. Grünerle, Legföhre), können die Lawinenbildung durch die elastische Bewegung der Äste fördern. Zudem ist dort die Bildung von Schwimmschnee ausgeprägt. Sind die Bestände

grossflächig ausgebildet, so können die Lawinen im Vergleich zum Freiland etwas weniger häufig aber grösser sein.

Winterkahle Baumarten stehen oft im Randbereich von Lawinenzügen, wo wintergrüne Baumarten wegen dem höheren Luftwiderstand nicht überleben können. In den zentralen Hochalpen sind in diesen Bereichen oft Lärchen (der Rohboden fördert zudem deren Verjüngung) zu finden, in den Voralpen Bergahorne oder Buchen. Hier sind wintergrüne Baumarten nicht zusätzlich zu fördern.

Bei Bäumen mit hohem Kronenansatz kann der herab fallende Schnee Lawinenanrisse verursachen. Bei tief beasteten Bäumen (z. B. Rotten) ist dieses Risiko kleiner.

Bei hohen Bäumen mit grossen Kronen ist der Einfluss auf die Schneedecke grossräumiger als bei kleinen Bäumen.

Bremswirkung des Waldes:

Bei Fliesshöhen von 1 - 2 m, die nur den Stamm betreffen, kann die Lawine durch den Wald verlangsamt werden. Bei hohen Fliesshöhen und hohen Geschwindigkeiten (z. B. Staublawinen) wird der Wald zerstört. Im Auslaufgebiet sind die Geschwindigkeiten oft gering, so dass der Wald eine bessere Bremswirkung haben und die Reichweite von Lawinen reduzieren kann.

Totholz auf Windwurfflächen:

Auf den meisten ungeräumten Windwurfflächen ist das Holz anfangs ein sehr effizienter Schutz gegen Schneebewegungen. Die Oberflächenstrukturen durch Totholzständer, Strünke, Wurzelteller und liegende Stämme bilden einen dichten und hohen Verhau, der die Schneedecke wirkungsvoll am Boden fixiert und die Schneeablagerung während einiger Jahrzehnten günstig beeinflusst. Für typische Lawinenanriss-Lagen (etwa 30 bis 40°) und normale Schneehöhen in der Waldzone bietet solches Holz eine gute Sicherheit. In sehr steilen Lagen und aussergewöhnlich schneereichen Situationen ist allerdings nicht auszuschliessen, dass das Holz der Belastung nicht standhält und die Schneedecke samt Holz in Bewegung gerät. Durch den Holzabbau nimmt diese Gefahr allmählich zu. Dem ist dort Rechnung zu tragen, wo das Schadenpotential gross ist. Durch Räumung wird der Schutz gegen Schneebewegung von Anfang an stark vermindert.

In potentiellen Lawinenanrissgebieten auf den Vivianflächen hat sich gezeigt, dass man bei fehlender Verjüngung mit Pflanzung bezüglich Pflanzenzahl und Grösse einen min-

destens zehnjährigen Vorsprung vor der neu entstehenden Naturverjüngung herausholen kann. Mit Pflanzung kann man so die Lücke in der Schutzwirkung, welche mit der Holzersetzung ab- und mit dem aufkommenden Jungwald zunimmt,

verkürzen und eventuell sogar schliessen. Eine Pflanzung ist auch in ungeräumten Windwurfflächen möglich, wenn auch etwas mühsamer.

Quelle: Die Angaben zu den Lawinen wurden hauptsächlich von Monika Frehner und Werner Frey (SLF) zusammengestellt, mit Beratung durch Peter Bebi (SLF), den Vorstand der FAN, der GWG und dem Cemagref (Frédéric Berger). **Verwendete Literatur:** Frey (1977), de Quervain (1978), Salm (1978, 1982), Meyer-Grass, Imbeck (1985a), Meyer-Grass, Imbeck (1985b), Frey, Frutiger, Good (1987), Imbeck, Ott (1987), Meyer-Grass (1987), Meyer-Grass, Schneebeil (1992), Frey (1993), Kaltenbrunner (1993), Berger (1997), Munter (1997), Pfister (1997), Frey und Leuenberger (1998), Bebi (2000), Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung (Hrsg.) (2000), Schwitter (2002), Frey, Thee (2002).