

Lawinengeschwindigkeiten und Lawinenluftdruck

Autor(en): **Oechslin, Max**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal
= Journal forestier suisse**

Band (Jahr): **89 (1938)**

Heft 6

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-768146>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

durchforstende noch plenternde Qualitätsauslese züchterische Auslese ist im Sinne der Wissenschaft.

Der Vortragende ist sich sehr wohl bewusst, dass nur ein kleiner Teil des ganzen Fragenkomplexes in diesen Ausführungen berührt werden konnte. Sie sollen das, was in seiner Durchforstungsschrift niedergelegt ist, in einzelnen Punkten ergänzen, in andern deutlicher hervorheben. Mit diesen Dingen verhält es sich ähnlich wie mit der Züchtung: Sie haben wohl einen Anfang, aber ein Ende lässt sich nicht absehen. Unser Menschenleben ist zu kurz dazu; aber es ist gewiss recht so.

Mögen meine Ausführungen einige Klärung und fruchttragende Anregungen bringen und dazu helfen, die mühsamen Fortschritte des Waldbaues zu fördern und zu beschleunigen.

Lawinengeschwindigkeiten und Lawinenluftdruck.

Von Max Oechslin, Altdorf (Uri).

In Nummer 4/5, 1938, der « Schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen » hat Ingenieur Max Bütler, Cham, über « Stärke und Geschwindigkeit des Lawinenluftdruckes » geschrieben, als « Rekonstruktion an einem praktischen Lawinensturz ». Ob die Berechnungen zutreffend sind oder nicht, wollen wir nicht untersuchen. Es erscheint uns aber gewagt, aus einer blossen Rekonstruktion heraus und mit rein theoretischen Erwägungen derartige Berechnungen durchzuführen, zumal drei von sechs Grundzahlen lediglich auf Schätzungswerten beruhen. — Ob die Lawinenforschung je dazu kommen wird, eigentliche Messungen und nicht nur theoretische Berechnungen des Lawinenluftdruckes durchführen zu können, bleibt einstweilen noch eine offene Frage. Die Lawinenforschung bleibt heute deshalb noch auf die Beobachtungen angewiesen, eine Sache, die nicht so leicht ist, wie sie scheint. Denn einmal sind fallende Lawinen (sofern sie nicht künstlich ausgelöst werden, was heute mit dem « Lawinenabschiessen » immerhin teilweise möglich ist) zu verfolgen eine reine Zufallsangelegenheit, wobei nicht immer ein guter und zuverlässiger Beobachter die Lawine sieht; und sodann werden gerade diejenigen Lawinen, die Grosskatastrophen verursachen und die zu kennen für die Praxis von ganz besonderem Wert sind, nur in den seltensten Fällen während ihrer Fallzeit zu verfolgen sein. Der Lawinenforscher wird meistens erst dann auf sie stossen, wenn sie bereits niedergegangen sind und lediglich durch Abriss, Abflussweg und Kegelgebiet ihre Bahn und ihren Umfang zeigen, als « erledigte, tote Lawine », so dass nur noch eine « Rekonstruktion des Niederganges » möglich ist. Es sind deshalb wertvolle Zufälle, wenn der Lawinenforscher im Hochgebirge Lawinen-niedergänge während ihrer ganzen Fallzeit beobachten kann, um so die effektive Fallzeit und Fallstrecke notieren zu können. So mag es von Wert sein, über derartige Lawinenbeobachtungen einigen Aufschluss zu geben, wobei wir hoffen, dadurch zum Beobachten anzu-

Lawinenbezeichnung, Ort, Zeit, Witterung, usw.	Höhe über Meer des		
	Abrisses A	Couloir- endes E'	Kegel- endes E
<i>Grundlawinen :</i>			
Hintere Liplistallawine, Nordhang Fruttstock, Silenen, nasser, schwerer Schnee, 18.X.28, 10 Uhr 20, Föhn, bedeckt bis hell	2550	1680	1230
Schloßstocklawine, Nordhang, Isenthal, nasser, schwerer Schnee, 25.II.29, 12 Uhr 10, Föhn, + 9° C	2370	1420	1350
Bärenstocklawine, Süd-Südosthang, Isenthal, 25.II.29, 13 Uhr 50, nasser Schnee, Föhn, kalt, + 8° C	1750	—	1200
Hintere Bristlawine, Nord-Nördosthang des Bristenstockes, Silenen, 28.II.35, 13 Uhr, Föhn . .	2120	—	900
<i>Oberlawinen :</i>			
Diedenlawine, Ribenen, Wassen, Westhang des Diedengrates, 16.XII.30, 10 Uhr 40, Föhn, leicht bedeckt	2310	—	870
Nidlerenlawine, Nordhang Wannelen, Unterschächen, 20.I.32, 15 Uhr, kaltes Wetter, bedeckt und hell, + 2°	1650	—	1100
Tendlenlawine, Südhang, Hospenthal, 15.II.36, 14 Uhr, kaltes Wetter	1770	—	1440
Wannelenlawine, Nordhang St. Annaberg, Hospenthal, 14.II.36, 10 Uhr 10, stürmisches Wetter, hell bis leicht bedeckt, kalt	2020	—	1500
Spitzenlawine, Nordhang, Spiringen, 9.I.37, 8 Uhr 40, hell, kalt	1900	—	900
Schlierenlawine, Nordwesthang des Schlierenstockes ob Biwald, Isenthal, 13.I.37, 11 Uhr 40, Föhn, + 7°, nur bis Couloirende beobachtet	2100	1630	—
<i>Staublawinen :</i>			
Tendlenlawine, Südhang, Hospenthal, 23.II.35, 12 Uhr 10, stürmisch und kalt, —4°, leichter Neuschnee	2160	—	1530
Herdplangg-Sprengilawine, Osthang Schöllenen, Göschenen, 23.I.33, 16 Uhr 35, kalte Bise . . .	1800	—	1220
Tagfellihornlawine, Westhang, Wassen, 15.I.37, 16 Uhr 10, Föhn, kalt	1760	1400	900
Speckitallawine, West-Südwesthang Belmeten, Erstfeld, 25.II.32, 8 Uhr 40, kalt	1830	1320	750
Gitschen-Schopflilawine, Osthang Gitschenstock, Seedorf, 24.II.37, 7 Uhr 30, Föhn, hell, kalt, —4° C	1900	—	600
Kleine Süessberglawine, Nordhang Belmeten, Schattdorf, 1.V.38, 17 Uhr 50, Neuschnee, kalt .	2020	—	1620

Längen in Metern			Höhen in Metern			Fallzeiten in Sekunden			Geschwindigkeiten in m/sec für			
A—E'	E'—E	A—E	A—E'	E'—E	A—E	A—E'	E'—E	A—E	Längen			Höhe
									A—E'	E'—E	A—E	A—E
1320	980	2200	870	450	1320	62	148	210	21.3	6.6	10.9	6.3
1910	650	2560	950	70	1020	54	166	220	35.4	3.9	11.6	4.6
—	—	930	—	—	750	—	—	48	—	—	19.4	15.6
—	—	2100	—	—	1220	—	—	80	—	—	26.2	15.0
									Mittel		15	10
—	—	2600	—	—	1440	—	—	80	—	—	32.5	18.0
—	—	960	—	—	550	—	—	20	—	—	48.0	27.5
—	—	680	—	—	330	—	—	15	—	—	45.3	22.0
—	—	840	—	—	520	—	—	16	—	—	52.5	32.5
—	—	1900	—	—	1000	—	—	29	—	—	65.5	34.4
900	—	—	470	—	—	22	—	22	40.9	—	40.9	21.4
									Mittel		47	26
—	—	1130	—	—	630	—	—	12	—	—	94.1	52.6
—	—	950	—	—	580	—	—	9	—	—	105.0	65.0
500	850	1350	320	540	860	8	10	18	62.5	85.0	75.0	47.8
740	1000	1740	510	570	1080	7	8	15	105.7	125.0	116.0	72.0
—	—	2150	—	—	1300	—	—	22	—	—	97.7	59.1
—	—	700	—	—	400	—	—	8	—	—	87.5	50.0
									Mittel		96	58

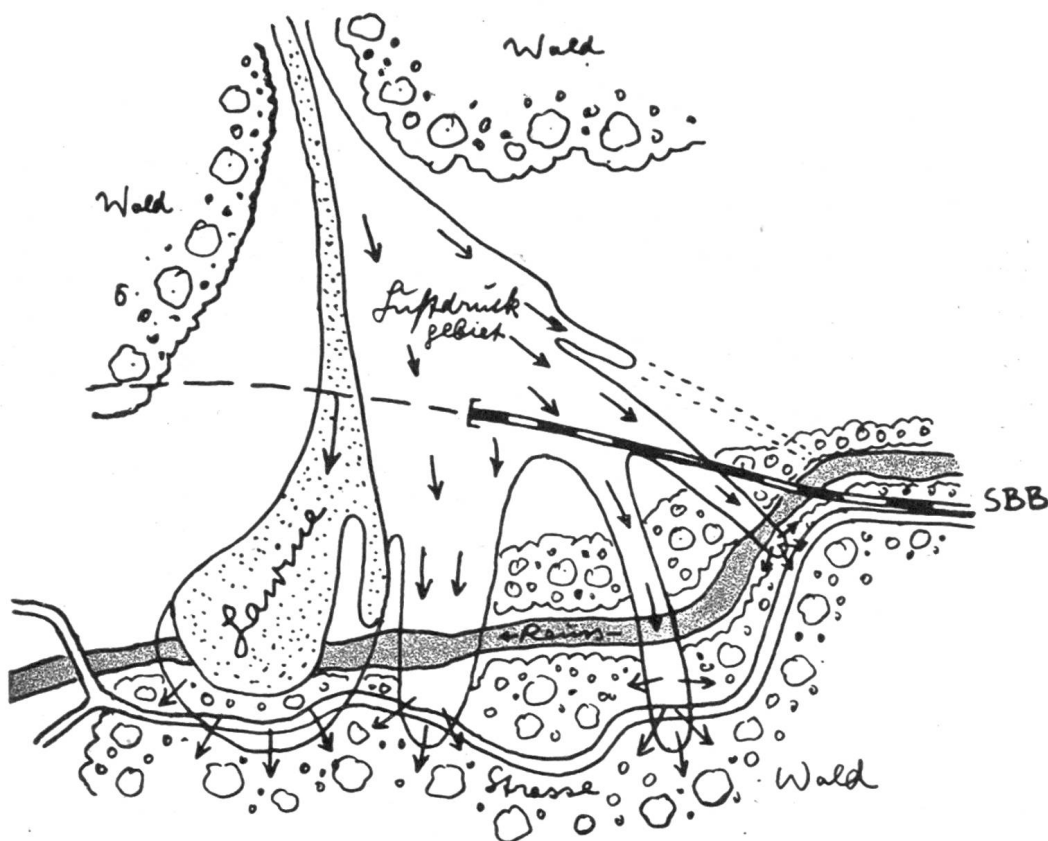
regen. Die Lawinenforschung ist für alle Beobachtungen über Schnee und Lawinen dankbar und wird diese noch lange sammeln müssen, um das Wesen « Lawine » ganz ergründen zu können und über bloss theoretische Überlegungen hinauszukommen. So ist grosse Schneehöhe noch lange nicht die Lawinenursache. Der schneereiche Winter 1934/1935, der auf Fort Bätz-Andermatt, auf 1840 m ü. M., eine Schneesumme von 1075 cm brachte, wies im Gotthardgebiet wenig Grosslawinen auf, während der schneearme Winter 1936/1937, der auf Fort Bätz eine Schneesumme von nur 515 cm ergab, in den Tagen vom 24. bis 28. Februar 1937 eine Reihe verheerender Lawinen brachte; es sei nur auf die Kartigellawine verwiesen, die am 25. Februar niederging und bis Meien-Dörfli gelangte, einen Lärchenwald von 250 Jahren Alter durchschlagend. (Auf Fort Bätz verzeichneten wir im Februar eine maximal liegende Schneehöhe von 115 cm und eine Schneesumme September 1936 bis Februar 1937 von nur 240 cm.)

Im Verlauf der verflossenen zehn Jahre haben wir im Gotthardgebiet 16 Lawinenfälle in ihrem ganzen Durchlauf verfolgen können, das heisst die Fallzeiten und an Hand der Siegfriedkarte hernach das Durchlaufprofil, so dass Durchlaufslängen und Fallhöhen ermittelt werden konnten. Die Zusammenstellung zeigt, wie sich nach den ermittelten Geschwindigkeiten die drei Hauptlawinenarten eindeutig trennen lassen: Die *Grundlawinen*, die in der Falllänge im Mittel Geschwindigkeiten von 15 m/sec. und in der Fallhöhe von 10 m/sec. aufwiesen; die *Oberlawinen*, mit 47, respektive 26 m/sec.; und die *Staublawinen* mit freier Flugbahn und den grössten Geschwindigkeiten von 96 m/sec. in der Falllänge und 58 m/sec. in der Fallhöhe. Wo die Möglichkeit bestand, die Fallzeit auf die Strecken Abriss bis Couloir-ende und Couloir-ende bis Kegelende zu zergliedern, zeigt sich, dass im allgemeinen die Durchlaufzeiten in den obersten Teilen der Lawinenstrecke kleiner und die Geschwindigkeiten grösser sind, während in den Kegelgebieten, wo das Hanggefälle kleiner ist als die obere Strecken aufweisen, die Durchlaufzeit zunimmt und die Geschwindigkeit der Lawine entsprechend sich verringert. Dies trifft bei Grund- und Oberlawinen zu, wo der Luftwiderstand begreiflicherweise kleiner ist als bei den Staublawinen, die in der Regel an keine bestimmten Abflussrinnen gebunden sind, sondern die freie Luft durchfahren. Deshalb kommt bei den Staublawinen das Hanggefälle nur bedingt zum Einfluss, vor allem nicht in der Endstrecke, wo die durch den vorgeschobenen Luftdruck gestauten Schneemassen schussartig durch die Luftteile mit geringstem Widerstand zu Boden fahren. Dies konnte bei der Tagfellihornlawine und bei der Speckitallawine eindeutig beobachtet werden, wo die Geschwindigkeiten der oberen Durchlaufstrecken in der Falllänge 62,5 und 105,7 m/sec. betragen, in den untersten Fallstrecken nach der Überwindung des Luftwiderstandes aber auf 85,0 und 125,0 m/sec. anstiegen.

Die Unterschiede in den Durchlaufzeiten lassen sich für die drei ausgeschiedenen Lawinenarten erklären. Die *Grundlawinen*, welche die Schneeschichten bis auf den Boden erfassen (weshalb sie im Volks-

mund auch Wäsmenlauri heissen, die Lawine, welche den Rasen, die Wäsmen zu erfassen vermag; oder die Schläsmenlauri, weil sie nassen, schläsmigen Schnee zur Tiefe tragen), bestehen aus Schnee von hohem spezifischen Gewicht von 0,3 bis 0,5 und mehr. Sie sind allgemein an bestimmte Ablaufrinnen gebunden und ihre Ablauftage sind vielfach mehr oder weniger bekannt. Die *Oberlawinen* erfassen nur die oberen Teile der gesamten Schneeschicht, gleiten über verharstete untere Schneeschichten ab und erfassen Schnee vom spezifischen Gewicht 0,2 bis 0,3 oder weniger. Sie sind mehr oder weniger an bestimmte Ablaufwege gebunden. Zu ihnen sind Schneebretter zu zählen. Ist der Schnee von geringem spezifischen Gewicht und gelangt die losgelöste Lawine in freie Flugbahn, so erhalten wir die *Staublawine*, deren Schnee spezifische Gewichte von 0,1 und bedeutend weniger aufweisen kann (bei grosser Kälte gefallener Neuschnee, Wildschnee) und die an keine bestimmte Bahn gebunden sind. Ihre Fallrichtung folgt im allgemeinen dem grössten Gefälle des Hanges, doch vermögen Seitenwinde (Sturm) und Widerstandsanhäufung im vorgeschobenen Luftdruck selbst die Staublawine völlig aus der allgemeinen Abflussrichtung zu bringen. Einen typischen Fall haben wir diesbezüglich bei der grossen « Bristlauri » vom 14. Februar 1937 erlebt. (Westhang des Bristenstockes, Amsteg-Silenen.) Am 13. Februar hatten wir über den Alpen ein Hochdruckgebiet, das am 14. Februar zu starken Schneefällen bei zum Teil scharfem Nord- und Nordwestwind führte, während am 13. Februar noch Ostwinde vorgeherrscht hatten und sogar am Vormittag, des 14. Februars, noch das untere Urner Reusstal beherrschten. Um 7.30 Uhr zeigte das Thermometer am 14. Februar in Altdorf — 0,9° C und abends 21.30 Uhr — 0,4° C; der Ostwind des Morgens war in dieser Zeit direkt in Westwind übergewechselt. Gegen Mittag brachten Nord- und Nordwestwind in den Höhen bereits Schneefall, zum Teil recht ergiebig (Altdorf 27 cm, Göschenen 45 cm). Auf Bristen wurde starker, nasser Schneefall verzeichnet; in Unterschächen sanken wir mit den Ski an diesem Tag fusstief ein und hatten Mühe, die Bretter zu meistern. Um 18 Uhr abends fegte ein äusserst starker, scharfer Nordweststurm durchs Urner Reusstal. Nach 18 Uhr löste sich an der Nordflanke des Bristenstockes unterhalb dem Stäfeli-gletscher eine Oberlawine, welche durch das Bristlaurital, in die Westflanke sich nach links wendend, einbiegend, abfuhr und deren Durchfahrt im Gebiet der SBB-Linie im Kraftwerk 18.20 Uhr registriert wurde. Die Lawinenschneemassen nahmen nun zum grössten Teil den ordentlichen Abfluss durch das Bristlaurital hinter dem Dorf Amsteg und stauten sich im Reusstobel, während der Luftdruck südwärts gegen Ried den Weg nahm, das heisst nach links überbordete, da in dieser Zeit der auch zu Altdorf und Amsteg vermerkte, sehr starke Nordweststurm diesen Luftdruckmassen den Weg talabwärts versperrte. Dabei zeigt sich nun mit aller Deutlichkeit, dass der vor den Lawinenschneemassen sich bildende, vorgeschobene und gestaute Luftdruck nicht als eine kompakte Luftmasse sich weiter bewegte, sondern schussartig und streifenweise durch die Normalluftschicht,

die über dem Ried und dem Intschi-Reusstobel lagerte, den Abfluss fand, ohne selbst Lawinenschnee mitzutragen. Es wurde lediglich im Abflussgebiet aufgewirbelter Schnee mitgerissen. Diese Luftmassen fanden in der Normalluft überall da ihre « Abflussrohre », wo sich in dieser Luftschicht der geringste Widerstand zeigte, da eine Luftschicht nicht als eine einheitliche, homogene Masse angesehen werden darf. Ihre Dichte ist stark wechselnd. Die Obstbäume im Ried wurden in bestimmten Richtungen streifenweise niedergelegt und ganz besonders im Waldgebiet solche Schneisen umgelegt, während am gegenüberliegenden Hang unterhalb der Gotthardstrasse und über derselben die Bäume am Ende dieser Luftdruckstreifen radikal nach allen Richtungen umgelegt wurden, weil hier diese Luftpeile aufprallten und explosionsartig den Abfluss suchten und fanden. Die nachfolgende Skizze mag dies noch verdeutlichen :



„Bristlaur“, Amsteg, 14. II. 1937, abends 18.20 Uhr.

Die Pfeile zeigen die Richtungen an, in denen die Bäume niedergelegt wurden.

Auch haben wir bei Staublawinen immer wieder beobachten können, wie sie während des Fallens in der obersten Laufstrecke eine Verzögerung und ein Ausbreiten der abgleitenden Schneemassen erleiden, weil die *vorgeschobenen* Luftmassen durch die Normalluftschichten gestaut werden. Bei der Gitschen-Schopflilawine, die um 7.30 Uhr am 24. Februar 1937 nach einem Neuschneefall bei Tempera-

turen von unter Null Grad niederging, war die Anfangsgeschwindigkeit ganz bedeutend über 59 m/sec. in bezug auf die Fallhöhe, und die Lawine hatte eine längliche Form mit zwei Kopfspitzen. Im untersten Drittel der Fallstrecke wurden die Schneemassen gestaut, die Kopfspitzen wurden breitgedrückt, so dass die Lawine einem umge-



(Photo Willi Wasmer, Solothurn.)

Staublawine Vadret da Misaun im Rosegtal, Pontresina, 21. Januar 1933, 16 Uhr.

stülpten Hutpilz glich, und dann schossen zwei breite Schneepfeile zu Boden, der eine südwärts, der linke Richtung Urnersee. Die Bewohner zu Seedorf verspürten in dieser Zeit ein beengtes Atmen.

Die am 24. Februar 1937 niedergegangene grosse Wildlauri im Meiental, die als Staublawine an der Nordflanke des Mittagstockes abfuhr, legte den Schnee nicht in einem grossen, gleichmässigen Kegel in den Talboden, sondern in noch nach Tagen zu sehenden kegelförmigen, grossen Schneehaufen, die überall da im Boden standen, wo die

Schneemassen durch die Luftfeilrohre niedergefallen waren und sich aufstapelten.

Vermögen keine solchen Luftfeile aus der Lawinenluftdruckmasse auszutreten, so dass die vorgeschobenen Luftmassen als « grosser, gepresster Ballen » zusammenbleiben, so stauen sich hinter ihnen die Lawinenschneemassen, wie dies aus den beiden beigelegten Bildern zu ersehen ist : Der Lawinenschnee bäumt sich hinter der Luftdruck-



(Photo Ing. Willy Merkl †, München.)

Eislawine am Nanga Parbat, senkrechte Stirnwand der Lawinenspitze.

masse auf, so dass die Lawine mit senkrechter Stirnwand vordrängt. Sowohl bei der Lawine im Rosegtal ist dies zu erkennen, die als Staublawine niederging und wo der im Talkessel eingepresste Luftdruck dieses Stauen und Aufbäumen der Schneemassen bedingte, als auch bei der Eislawine am Nanga-Parbat, wo die Eismassen bei der gewaltigen Fallhöhe von nahezu 3500 m Höhe zu « Schnee » zertrümmert wurden und langsam über das Moränengebiet hinwegkrochen, mit über 100 Meter hoher, fast senkrechter Stirnwand, weil die vorgeschobene Luftmasse diese Stauung bedingte.

Diese Hinweise entspringen reiner Beobachtung.
