

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 63 (1912)
Heft: 1

Artikel: Zur Bestimmung des Abstandes von Einbauten beim Lawinenverbau
Autor: Fankhauser, F.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-767649>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.02.2025

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

sichern. Der Verkäufer kann die Sache in kurzen Stunden und vor aller Augen erledigen.

Uns scheint die Abgebotsmethode Beweglichkeit in den Holzverkauf zu tragen und in gewissen Fällen neben andern Verfahren sehr Berücksichtigung zu verdienen.

Wir hoffen, daß die Aargauer Forstleute, welche dem Abgebotsverfahren in der Schweiz Eingang verschafft haben, nachdem sie zuvor im Ausland Informationen eingezogen hatten, die Herren Oberförster Wanger in Aarau und Stirnemann in Muri, in dieser Zeitschrift über ihre Wahrnehmungen Mitteilung machen werden. Das müßte alle interessieren, die mit dem Holzmarkt zu tun haben. G. Z.



Zur Bestimmung des Abstandes von Einbauten beim Lawinenverbau.

Von Dr. F. Fankhauser.

Eine der wichtigsten Fragen beim Verbau der Anbruchfläche einer Lawine betrifft den Abstand, welchen man den zu erstellenden Mauern, Terrassen, Schneebrücken oder andern Bauwerken zu geben hat. Dem erfahrenen Praktiker allerdings macht diese Aufgabe keine große Sorge. Er weiß, daß er, möglichst der Bodengestaltung sich anpassend, die künstlich zu erstellenden Hindernisse gegen das Abgleiten des Schnees am vordern Rande weniger geneigter Terrainstellen, muldenförmiger Anbruchflächen, kleiner Terrassen am Fuß von Felsköpfen usw. anzubringen hat und sich im übrigen, was die Entfernung der Bauwerke von einander betrifft, von seinem im Laufe der Jahre erworbenen Gefühl leiten lassen darf.

Immerhin aber wäre es wohl manchem weniger Routinierten erwünscht, ebenfalls etwelche Anhaltspunkte für die den Einbauten zu gebenden Abstände zu besitzen, nicht davon zu sprechen, daß das Gefühl etwas relativ Unsicheres ist und jedenfalls nicht immer Gewähr für Ausführung eines Verbaues mit dem geringsten zulässigen Aufwand an Arbeit und Kosten bietet.

Darüber allerdings wird wohl jeder Sachverständige zum voraus im klaren sein, daß es keine mathematische Formel geben kann, mit

Hülfe deren die passende Entfernung der verschiedenen Bauwerke von einander sich für alle Verhältnisse festsetzen läßt. Wir können nur Näherungswerte ermitteln, Grenzwerte, innerhalb welcher die gesuchten Zahlen liegen müssen und die uns hindern, grobe Irrtümer zu begehen. Ein Mehreres erscheint ausgeschlossen dadurch, daß verschiedene Umstände von sehr maßgebendem Einfluß sich unmöglich als bestimmte Größen in Rechnung bringen lassen.

Zu diesen Bedingungen, von welchen, neben dem Neigungsgrad des Terrains, das stärkere oder geringere Anhaften des Schnees an seiner Unterlage abhängt, gehört bekanntlich in erster Linie die Beschaffenheit der Bodenoberfläche. Selbst kleinere Unebenheiten vermögen die Entstehung von Grundlawinen zu verhindern, so daß oft „Ruhstreifen“¹ genügen um das Abgleiten einer mächtigen Schneeschicht zu verhindern.

Sogar der Untergrund spielt dabei eine nicht unwichtige Rolle, insofern als die Gestaltung des Bodens eine wesentlich andere ist, wenn die Schichten parallel mit der Oberfläche verlaufen, als wenn er die Schichtköpfe eindeckt.

Auch der Bodenüberzug, je nachdem er aus Alpenerlen, Alpenrosen, Beerensträuchern usw. oder aus glattem Rasen gebildet wird, vermindert oder erhöht die Gefahr der Lawinenbildung. Ein Unterschied ergibt sich im Fernern daraus, ob der Rasen fleißig gemäht wird, so daß unter ihm der Boden verhärtet, oder ob man die Fläche eine längere Reihe von Jahren brach liegen läßt, infolge dessen nach und nach Unebenheiten — Tossen, wie man im Berner Oberland sagt — entstehen, welche ein Abgleiten des Schnees erschweren, usw. usw.

Dem Anbrechen von Grundlawinen leistet auch das Vorkommen nasser Bodenstellen infolge Zutagetretens von Quellwasser usw. Vorschub, indem dadurch der Zusammenhang zwischen Boden und Schneeschicht verringert oder ganz aufgehoben wird.

In Betracht kommt sodann die Höhenlage, da mit ihr die Schneemenge und damit das den Schub fördernde Gewicht zunimmt. Die diesfalls bestehenden Unterschiede ergeben sich am sprechendsten

¹ So nennt man die schmalen, meist annähernd horizontal verlaufenden Wege, welche das Rindvieh beim Weiden an steilen Hängen nach und nach herstellt.

aus einer Zusammenstellung langjähriger Mittelwerte der jährlichen Schmelzwasser- bzw. Schneehöhen für eine Anzahl Orte verschiedener Höhenlage, welche Angaben uns Herr Dr. Maurer, Direktor der eidg. Meteorologischen Zentralanstalt in Zürich, zuvorkommendst mitgeteilt hat. Da die frische Schneehöhe, annähernd als das Zehnfache der Schmelzwasserhöhe angenommen werden kann, so erhält man als Summation der mittleren frischgefallenen Schneehöhen per Jahr für

Basel	(277 m über Meer)	0.56 m
Luzern	(453 " " ")	1.16 "
Zürich	(493 " " ")	1.15 "
Elm	(963 " " ")	4.36 "
Engelberg	(1018 " " ")	4.40 "
Davos	(1561 " " ")	3.94 "
Sils-Maria	(1841 " " ")	4.27 "
St. Bernhard	(2476 " " ")	9.11 "
Bernhardin	(2073 " " ")	13.90 "
Säntis	(2500 " " ")	17.56 "
Sonnblickwarte im Tauerngebiet (Salzkammergut)	(3106 m über Meer)	16.75 m

Durch Verdunstung, Versickerung, Sinterung usw. wird die wirklich vorhandene Schneehöhe allerdings vermindert, doch geben die vorstehenden Mittelzahlen immerhin einen guten Überblick über die Zunahme der Schneehöhe mit steigendem Niveau. — Vielleicht noch augenfälliger geht sie hervor aus den nämlichen Daten für das Neufstal, welche wir ebenfalls der Güte Herrn Direktor Maurers verdanken :

Altdorf	(450 m ü. M.)	mittl. Gesamtschneehöhe i. Jahr	0.63 m
Gurtnellen	(740 " " ")	"	2.39 "
Göschenen	(1110 " " ")	"	4.98 "
Andermatt	(1445 " " ")	"	6.38 "
St. Gotthard	(2100 " " ")	"	11.30 "

Da übrigens, wie bekannt, die gesamte Niederschlagshöhe mit wachsender Erhebung über Meer zunimmt, gleichzeitig aber dem nachstehenden Diagramm zufolge auch der prozentuale Anteil des Schnees steigt, so ist unschwer verständlich, daß ein Lawinenverbau um so

stärker in Anspruch genommen werden muß, je höher oben im Gebirge er sich befindet.

In ähnlichem Sinne macht sich der Einfluß der Himmelsrichtung geltend, nicht nur weil nördliche Lagen naturgemäß schneereicher sind als südliche, sondern auch wegen des in vielen Fällen von der Exposition bedingten An sammelns des Schnees. Besonders an Ost- und Nordosthängen werden im Windschatten oft enorme Schneemassen abgelagert, deren Ablösung, begünstigt durch das Losbrechen von

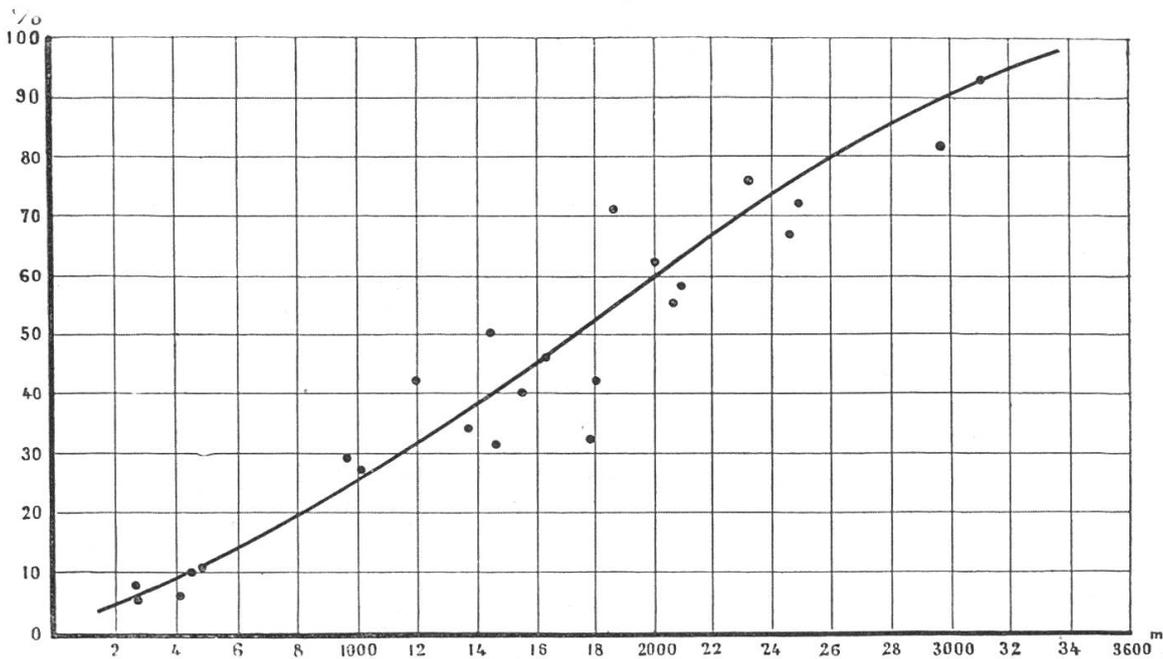


Fig. 1. Prozentualer Anteil des Schnees an der gesamten Niederschlagsmenge im schweizer. Alpengebiet, nach Maurer.

Schneefilden, große Lawinen veranlassen kann und deshalb beim Projektieren des Verbaues speziell berücksichtigt werden muß.

Weniger wegen des den Bauwerken zu gebenden maximalen Abstandes, als mit Bezug auf deren Verteilung ist endlich noch dem Umstande Rechnung zu tragen, daß der Schnee von Felsköpfen, sei es infolge der starken Neigung, sei es weil im Frühjahr die Sonnenstrahlen das Gestein erwärmen, sich leicht ablöst und dadurch häufig ebenfalls die Entstehung von Lawinen veranlaßt. — In von hohem Holz eingefassten Lawinenzügen, in denen sich ohnehin gerne große Schneemassen anhäufen, wirkt oft der bei Tauwetter von den Ästen der Bäume abfallende Schnee in ähnlicher Weise.

Endlich sei noch daran erinnert, daß beim Projektieren eines Laminienverbaues selbstverständlich auch auf die Wichtigkeit des zu schützenden Objectes Rücksicht genommen werden muß. Wo eine Ortschaft, eine Eisenbahnlinie gefährdet erscheint, rechtfertigt sich natürlich ein größerer Aufwand, um volle Sicherheit zu erzielen, als wo nur Wald oder ein wenig begangener Weg bedroht ist.

Wie von den örtlichen Verhältnissen, so hängt der den Einbauten zum Verhindern des Abbruches einer Lawine zu gebende maximale Abstand andererseits von der Mächtigkeit des Bauwerkes, seiner Ausladung ab. Je mehr es sich über die Ebene des Hanges erhebt, um so größer wird seine zurückhaltende Gewalt. Die letztere findet ihren bezeichnendsten Ausdruck in der sog. wirklichen Höhe, d. h.

in der Länge, um welche es, senkrecht zur Hangneigung gemessen, mit seiner oberen Kante über seine nächste Umgebung emporragt.¹

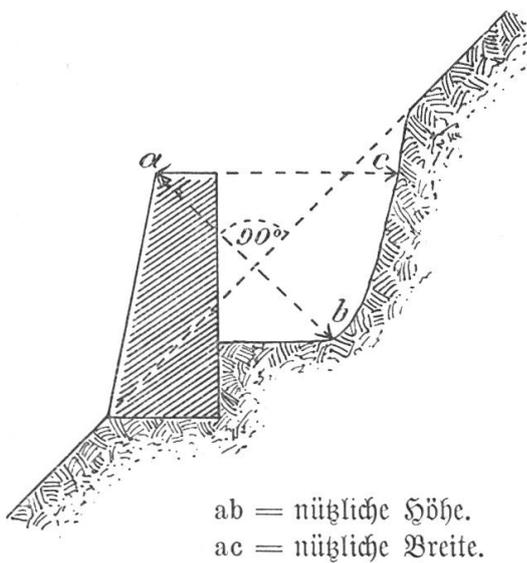
Leider haftet diesem Ausmaß der Übelstand an, daß es sich mit Bestimmtheit erst nachdem die Mauer, Schneebrücke usw. erstellt ist,



Fig. 2. Lawinenbildung veranlaßt durch den von kleinern Felsköpfen sich ablösenden Schnee.

¹ Vergl. des Verfassers „Leitfaden für Schweiz Unterförster- und Bannwartenturse“. 4. Auflage § 224.

ermitteln läßt und deshalb beim Entwurf des Verbaues nicht zu Rat gezogen werden kann. Wir schlagen daher vor, die zurückhaltende Wirkung eines Einbaues durch dessen leichter im voraus zu bestimmende nützliche Breite auszudrücken, d. h. die Länge der Horizontalen von der nämlichen vordern Oberkante bis zum Boden. Die durch diese Linie gelegte Horizontalebene kann wenigstens annähernd als Basis des vom Einbau gestützten Schneefeldes betrachtet werden. Sie wächst einerseits mit der Höhe des Bauwerkes, anderseits aber auch mit der Breite der Terrasse, welche hinter jenem ausgehoben wird.



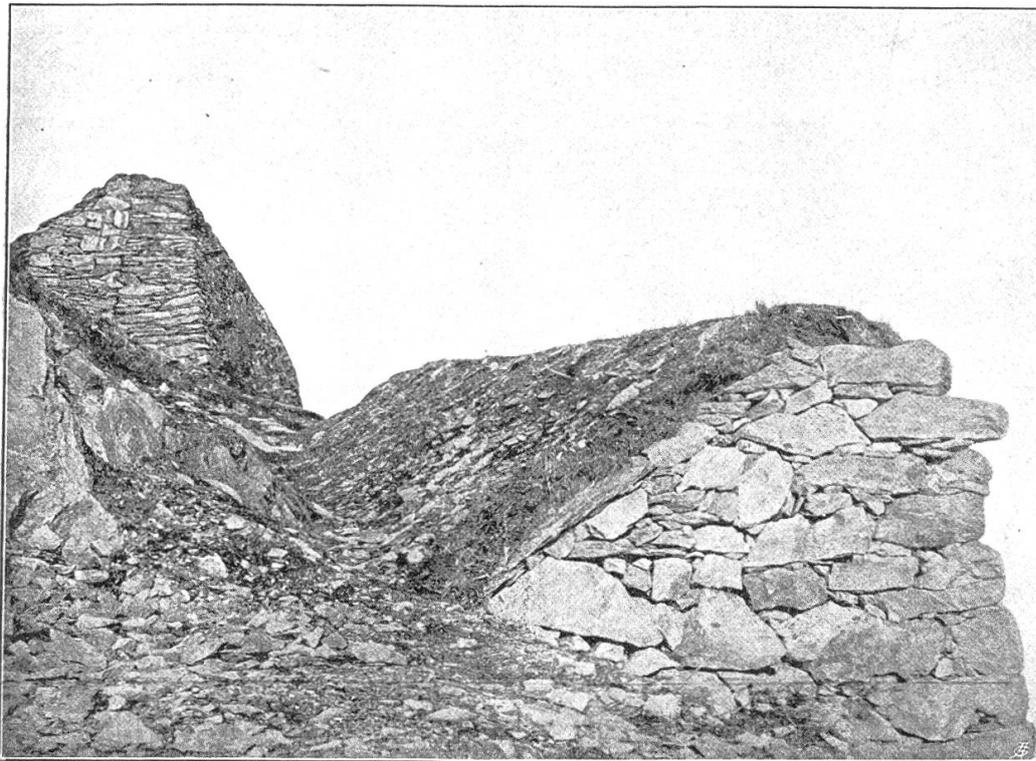
Eine solche nachträgliche Ausweitung des Raumes hinter den Mauern hat, wie hier einschaltend erwähnt sein mag, mit großem Vorteil beim Lawinenverbau Faldum ob Goppenstein im Lötschental, Kanton Wallis, stattgefunden. Der Abtrag wurde hier hinter den Mauern als Steinwurf mit einfüßiger Böschung angefüllt und rechts und links mit Mauerwerk eingefast. Man hat damit nicht nur die Wirkung des

Einbaues erhöht, sondern auch in nächster Nähe Material zum Verstärken der Mauern gewonnen, so daß sie nun dem ihrer größern Höhe entsprechenden vermehrten Druck gewachsen sind, während gleichzeitig die am meisten gefährdeten beiden Mauerenden gesichert wurden. Wo Steinschlag zu gewärtigen, erscheint eine solche Hinterfüllung ganz besonders zweckentsprechend. Man deckt in diesem Falle Anschüttung und Mauerkrone $\frac{1}{2}$ bis 1 m hoch mit Erde oder Kies ein und bekleidet sie, soweit möglich, mit einer Rasendecke.

Rehren wir zu unserem Thema zurück.

Die zurückhaltende Wirkung eines Bauwerkes von gegebener nützlicher Breite wird sich am Hang verschieden hoch hinauf erstrecken, je nachdem er mit stärkerem oder schwächerem Gefäll ansteigt. In der Regel dürfte die durchschnittliche Terrainneigung, bei welcher Grundlawinen abgehen, etwa zwischen 70 und 120 % schwanken, wobei an-

zunehmen, daß Gefälle von mehr als 100 % fast nur an von Felsen durchsetzten Hängen vorkommen. Bei einer 120 % übersteigenden Neigung löst sich der Schnee meist schon in kleinern Mengen ab, sobald er eine gewisse Mächtigkeit erreicht hat und kommt es dann nicht zur eigentlichen Lawinenbildung. An einer mit weniger als 70 % abdachenden Berglehne dagegen bedarf es schon ganz besonderer Verumstände, damit sich die Schneedecke in Bewegung setze.



Phot. Billikody.

Fig. 4. Lawinenverbau Faldum im Lötschental: hinterfüllte Mauern.

Genau genommen wäre nun für jedes Gefäll, der zulässige größte Abstand der Einbauten je nach deren nützlichen Breite zu bestimmen. Bei den für den Lawinenverbau vornehmlich in Betracht fallenden Terrainneigungen von etwa 80—120 % kann jedoch eine Vereinfachung der Rechnung eintreten, indem, wie Hr. Prof. Engler in einem beachtenswerten größern Aufsatz über den Gegenstand nachgewiesen hat,¹ bei diesem Gefäll ein Bauwerk die Last der Schneedecke am

¹ Zentralblatt für das gesamte Forstwesen. Jahrg. 1907. S. 146 u. ff.

Hang aufwärts annähernd bis zur nämlichen vertikalen Höhe zu tragen vermag, ob die Neigung 80, 100 oder 120 % betrage.

Zur Bestimmung des zulässigen größten Abstandes zweier Bauten hätte man somit deren Niveaudifferenz h zur nützlichen Breite b in Beziehung zu bringen, unter gleichzeitiger Berücksichtigung der maximalen Schneehöhe und eines die Reibung der Schneeschicht an der Bodenoberfläche zum Ausdruck bringenden Koeffizienten.

Dieser letztere Faktor schwankt jedoch innert so weiten Grenzen, daß es ausgeschlossen erscheint, ihn zahlenmäßig fixieren zu wollen. Wir schließen uns daher voll und ganz der von Hrn. eidg. Oberforstinspektor Dr. Coaz in seinem neuen Werk über „Statistik und Verbau der Lawinen in den Schweizeralpen“ S. 34 ausgesprochenen Ansicht an, daß beim Lawinenverbau praktisch vorzugehen sei und man sich dabei nur auf bereits gemachte Erfahrungen stützen könne.

In diesem Sinne teilen wir nachstehend einige bei verschiedenen Lawinenverbauen erhobene Zahlen über das Verhältnis zwischen Niveaudifferenz und nützlicher Breite $\frac{h}{b}$, welches wir als Vertikalabstandsfaktor oder kurzweg **Abstandsfaktor** bezeichnen wollen, mit:

1. Malatrait, ob Villeneuve, Kanton Waadt. Längenprofile erhalten durch die Güte des Hrn. Oberförsters **Badouy-Montreux**.

Nordhang von 82—85 % Neigung, 1850—1900 m ü. M., mit Rasen und Gesträuch, teilweise auch mit Alpenerlen bekleidet.

Verbau mit Trockenmauern von 0,7—1,0, im Mittel 0,9 m Höhe (auf der Bergseite), 0,60—0,65 m Kronenbreite und 2,2 m mittlere nützliche Breite. Die obersten Mauern stehen sehr nahe beisammen, so daß hier der Vertikalabstandsfaktor $\frac{h}{b}$ nur **2,0**, weiter unten aber 4—5 beträgt.

2. Unter dem Spenderboden ob Realp, Kanton Uri. Angaben durch die Güte des Hrn. eidg. Forstinspektors **Schönenberger-Bern**.

SOhang von zirka 120 % Neigung, 2050—2100 m ü. M., unvollständig beraster Weideboden.

Verbau mit Trockenmauern von 2,1—3,1, im Mittel 2,4 m nützliche Breite. Abstandsfaktor **3,0**.

3. Oberstes Einzugsgebiet des Lammbaches bei Brienz, Kanton Bern. Längenprofile durch die Güte des Hrn. Oberförsters von Greherz^f Frutigen, s. Zt. Adjunkt des Forstamtes Oberhasle.

a) Furggeli=Southeasthang, mit zirka 90% Neigung, 1900—2050 m ü. M., unvollkommen mit Rasen bekleidet, stellenweise von Felsen unterbrochen.

Verbau mit Mauerterrassen von 1,0—1,2, im Mittel 1,1 m nützliche Breite. Abstands faktor 3,0—4,8, im Mittel 3,8. Bei einer umgedrückten Terrasse betrug er 6,8.

b) Furggeli=Southwesthang, mit zirka 110% Neigung, 1950—2100 m ü. M., sonst wie oben.

Mauerterrassen von 1,0—1,5, im Mittel 1,3 m nützliche Breite. Abstands faktor 4,0.

c) In Stollen und Mädern, SSOhang von 60—100% Neigung, 1850—2050 m ü. M., sonst wie oben.

Mauerterrassen von 0,9—2,1, im Mittel 1,2 m nützliche Breite. Der Vertikalabstands faktor beträgt im Durchschnitt 5,1, bewegt sich jedoch innert ziemlich weiten Grenzen, weil stellenweise das Gefäll sehr gering und die Bodenoberfläche unregelmäßig und rauh ist.

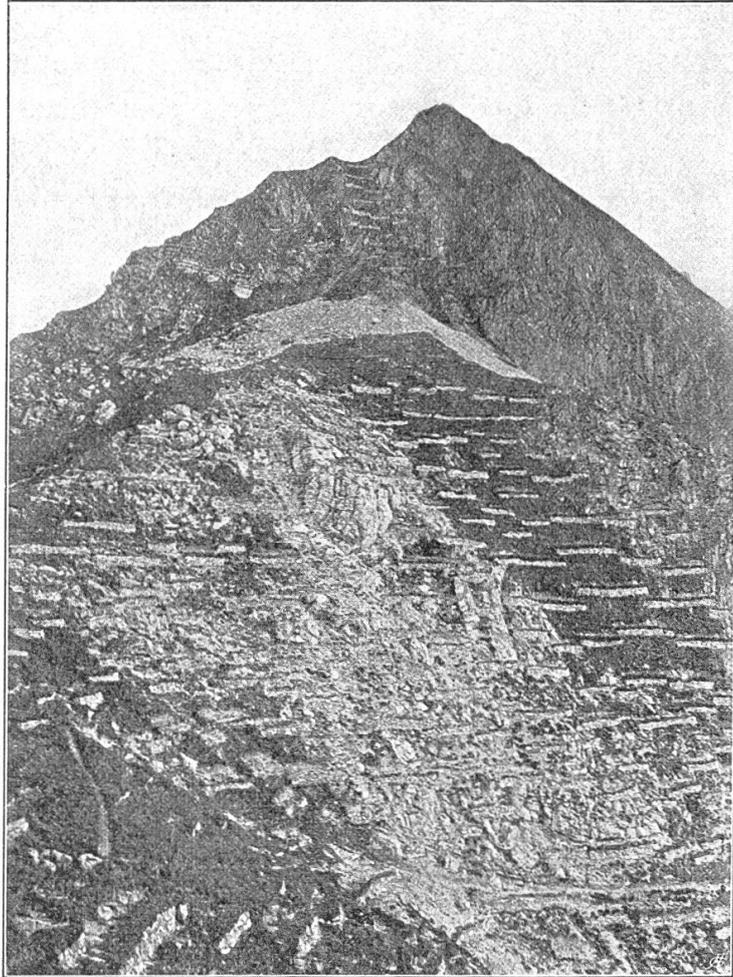


Fig. 5. Lawinenverbau mittels Mauerterrassen, im Furggeli, Einzugsgebiet des Lammbaches ob Brienz.

Zimmerhin ist eine Terrasse mit $h:b = 7,3$ dem Druck gewichen, ebenso eine andere, vielleicht nicht sorgfältig genug angelegte, mit 5,1.

4. Buufalalp bei Oberwil im Simmental, Kanton Bern.

Nordhang von zirka 100% Neigung, 1400 m ü. M., mit Gras bewachsen, das nicht genutzt wird.

Bermen mit Pfahlreihen, erstere 0,6 m breit, die Pfähle 1,5 m lang auf 0,6 m Entfernung im lichten von einander eingerammt, mit 1,3 m nützliche Breite. Abstandsfaktor **3,6**; bei einem solchen von 7,0 wurden die Pfähle umgedrückt.

5. Oberrückwald ob Imfang, Gemeinde Saun, Kanton Freiburg.

NWhang von zirka 80% Neigung 1500—1700 m ü. M. Größere, vollständig beraste Blößen im Wald.

Bermen und Pfahlreihen wie oben. Bei dieser umfangreichen, sorgfältig ausgeführten Arbeit, zu welcher über 10,000 Pfähle Verwendung fanden, hat sich der Abstandsfaktor **3,3** als ausreichend erwiesen.

6. Spenderboden ob Realp, Kanton Uri. Angaben durch die Güte des Hrn. eidg. Forstinspektors Schönenberger-Bern.

SOhang von 130% Neigung, 1950—2050 m ü. M. Unvollkommen beraste Weide.

Erdterrassen von 1,0—1,5, im Mittel 1,3 m nützliche Breite, welche den unter 2. angeführten Verbau mit freistehenden Trockenmauern nach unten und nach der Seite fortsetzen. Bei einem Abstandsfaktor von **4,0** hat sich die Anlage seit 1906 gut bewährt.

7. Im Schweiß ob Hausstatt bei Brienz, Kanton Bern.

Whang von zirka 90% Neigung, 1700 m ü. M., mit dichtem, ungenutztem Graswuchs bekleidet.

Erdterrassen von 1,0 m Breite. Abstandsfaktor **2,7**.

8. Zingel in Grubisbalm ob Wignau, Kanton Luzern. Profile erhalten durch die Güte des Hrn. Kreisförsters von Moos-Luzern.

SWhang von 70% Neigung, 1000 m ü. M., glatt mit ziemlich geschlossenem, magerem Rasen überzogen.

Erdterrassen von nur 0,5 m nützliche Breite, ausgeführt 1907. Obwohl der Abstandsfaktor im Mittel **7,1**, stellenweise sogar 10 und 12 betrug, so ist doch, wohl in Folge der nur geringen Höhe der Schneedecke, diese nie in Bewegung geraten.

In diesen wenigen Zahlen gelangt begreiflicherweise eine Gesetzmäßigkeit der Beziehungen zwischen der wirksamen Breite eines Bauwerkes und dessen vertikalem Abstand vom nächsthöheren Einbau nicht bestimmt genug zum Ausdruck und deshalb sehen wir denn auch davon ab, daraus irgend welche weiteren Schlüsse zu ziehen. Immerhin aber dürfte aus dem Gesagten hervorgehen, daß, wenn der Abstandsfaktor für eine größere Zahl mit Erfolg ausgeführter Lawinenverbaue genau ermittelt wird, man dadurch mit der Zeit ein Material erhält, welches zum Entwurf neuer Verbauungsprojekte wertvolle Dienste leisten wird. Wir möchten daher unsere Fachgenossen der Gebirgsgegenden hiermit einladen, weitere derartige Erhebungen vornehmen und solche in dieser Zeitschrift veröffentlichen oder sie uns zu diesem Zwecke freundlichst zur Verfügung stellen zu wollen.



Mitteilungen.

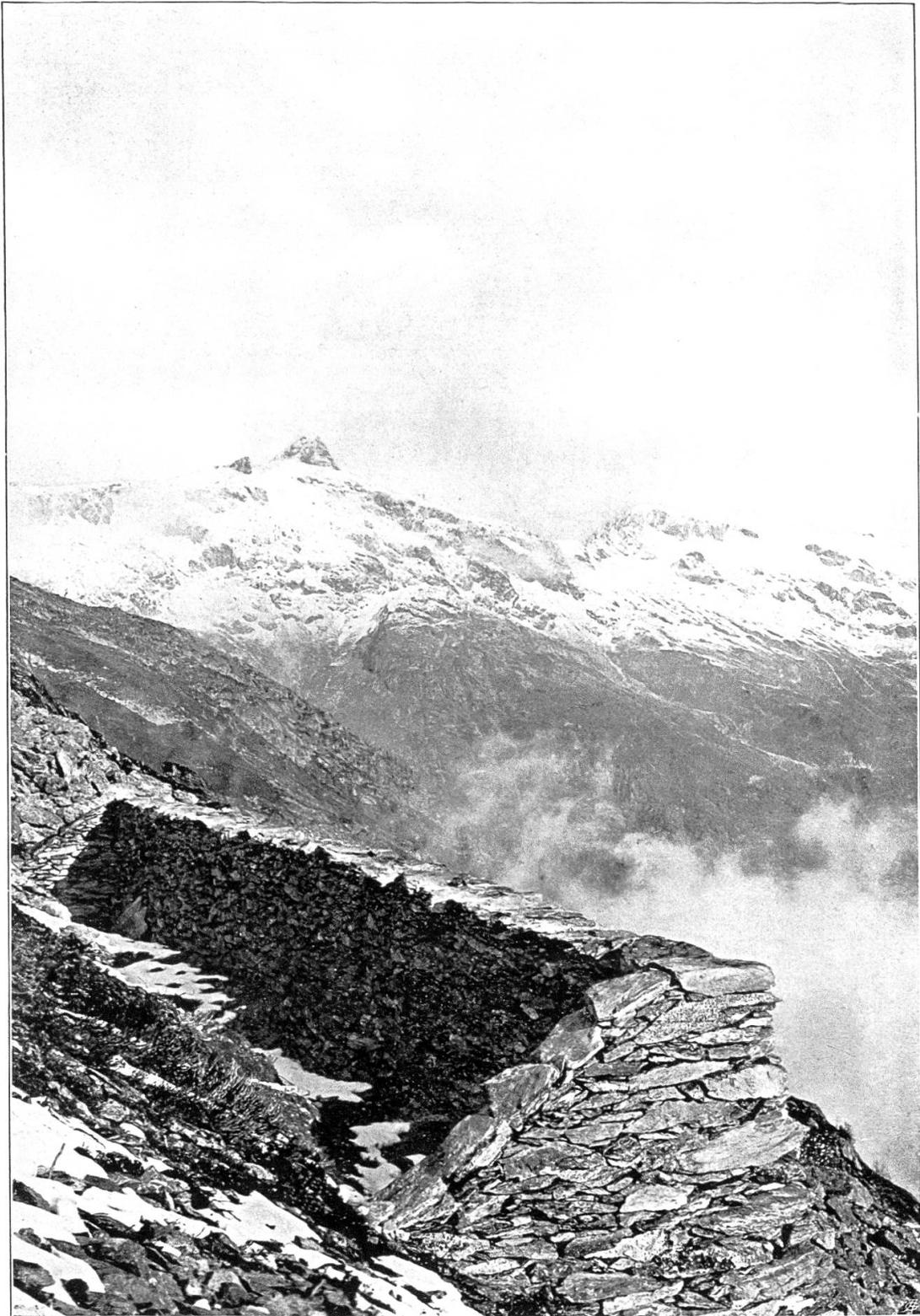
Hikerisse.

Herr Professor Dr. Richard Heß, der in seinem trefflichen Lehrbuch des Forstschutzes auf das gewissenhafteste alle an Waldbäumen jemals beobachteten Beschädigungen registriert, unterscheidet zwei Arten von nachteiligen Einflüssen der Hitze auf die Pflanzen, nämlich 1. das Verdorren oder Vertrocknen und 2. den Rindenbrand. In einem Zusatz erwähnt er überdies noch die Sonnenrisse, wie sie im Frühjahr an intensiv von der Sonne beschienen Laubhölzern vorkommen, indem sich die Rinde ausdehnt und vom gefrorenen Holze ablöst, so daß sie an der betreffenden Stelle abstirbt, vertrocknet und später abfällt.

Der durch phänomenale Trockenheit ausgezeichnete letzte Sommer hat, außer in seltenem Umfange aufgetretenem Schaden durch Verdorren, eine früher kaum bekannt gewordene Verletzung jüngerer Fichten gebracht, nämlich die Hikerisse.

In der Schweiz dürfte Hr. Forstmeister Etter-Steckborn die Erscheinung zuerst beobachtet haben und zwar im schaffhausischen Staatswaldrevier Speckhof bei Nußbaumen, Kanton Thurgau. Er war so freundlich, uns unterm 22. September vorigen Jahres darüber folgendes zu berichten:

„Wir haben diesen Herbst in verschiedenen Jungbeständen konstatiert, daß 15—25 jährige, sehr schnellwüchsige (mastige) Kottannen, welche ihrer Umgebung etwas voraus gewachsen sind, am Stämmchen bis gegen



Phot. Pillichody.

Noch nicht hinterfüllte Mauer im Lawinenverbau Faldum, Zötschental
(Wallis).