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

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 111 (1960)

Heft: 8

Artikel: Zur Geschichte der Bremsverbauung von Lawinen

Autor: Haefeli, R.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-765635

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: 17.07.2025

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

2. Die Lärche verlangt helle Standorte und leichte, tiefgründige, frische Böden.
3. Die Lärche braucht mehr als andere Holzarten eine intensive Pflege der Kulturen.
4. Die Lärchen tiefer Lagen passen sich den Bedingungen am Uetliberg besser an als diejenigen aus den Alpen.
5. Die Entwicklung der Pflanzungen sollte auch weiterhin verfolgt werden. Die Führung einer Provenienzkontrolle würde dem Waldbauer große Dienste leisten.

Bi

Littérature

Schober R.: Die Lärche 1949, Hannover.

Rubner K.: Lärchenherkunftsversuche, Thar. forst. Jahrbuch 1938.

Station de recherches forestière du Danemark: Prov. experiments with larch, 1956.

Leibundgut & Kunz: Untersuchungen über europäische Lärchen, Mitt. Schw. Anstalt forstl. Versuchsw. 1952.

Zur Geschichte der Bremsverbauung von Lawinen

Von *R. Haefeli,* ETH, Zürich

1. Einleitung

Oxf. 384.1

Das allgemeine Prinzip des Bremsverbaus besteht darin, die Lawine durch teilweise Vernichtung ihrer lebendigen Energie so stark abzubremsen, daß sie das gefährdete Objekt nicht erreicht. Man kann deshalb auch von Energievernichtungsanlagen sprechen, wie sie im Wasserbau seit langem angewandt werden[1]. Hassenteufel kennzeichnet in einem Bericht die Wirkungsweise dieser Methode wie folgt:

«Die Lawine soll durch Hindernisse in zahlreiche Arme aufgespalten werden, dadurch an Energie verlieren und liegen bleiben. Sie wird also nicht plötzlich aufgehalten, sondern nach und nach abgebremst – daher hat man diese Methode «Bremsverbauung» genannt – und die Energievernichtung soll nicht am Hindernis, sondern hauptsächlich in der Lawine selbst erfolgen.» [1]

Im Tirol wurde mit dieser neuen Methode der Abbremsung von Lawinen schon vor mehr als 20 Jahren begonnen (1935) und auf Vorschlag

[1]) z. B. bei den Zahnschwellen nach Th. Rehbock.

von Hofrat Pokorny in der Arzler Alm-Lawine erstmals versuchsweise angewandt [1]. Über diese ersten Anfänge und die weitere Entwicklung dieser Bauart in Oesterreich, das auf diesem speziellen Gebiete des Lawinenverbaus Pionierarbeit geleistet hat und die größte Erfahrung besitzt, berichtet W. Schwarz in dieser Zeitschrift [2].

Infolge der durch die Kriegs- und Nachkriegsjahre bedingten Isolierung wurden in der Schweiz die in Oesterreich mit dem Bremsverbau gemachten Erfahrungen erst vor wenigen Jahren näher bekannt. Da jedoch die Idee dieses Verfahrens offenbar in der Luft lag, wurden auch in unserem Lande – ausgehend von den im Wasserbau mit Energievernichtern gemachten guten Erfahrungen – schon frühzeitig entsprechende Vorschläge gemacht [3].

Als Beispiel mag das nachstehend im Einverständnis mit dem Auftraggeber wiedergegebene *Gutachten über die Verbauung einer Lawine bei Melchtal* dienen, das vom Verfasser im Auftrag des Oberforstamtes des Kantons Obwalden 1946/47 ausgearbeitet wurde. Die damals in Unkenntnis der in Oesterreich geleisteten Pionierarbeit gemachten Vorschläge zeigen, wie weitgehend die Vorstellungen über die Möglichkeiten der Energievernichtung da und dort parallel liefen.

Die Lawine, um die es sich dabei handelte, geht auf der orographisch rechten Talseite durch einen zwischen Hostettli und der Ortschaft Melchtal liegenden Graben nieder und bedroht verschiedene Heimwesen wie auch die Ortschaft Melchtal selbst.

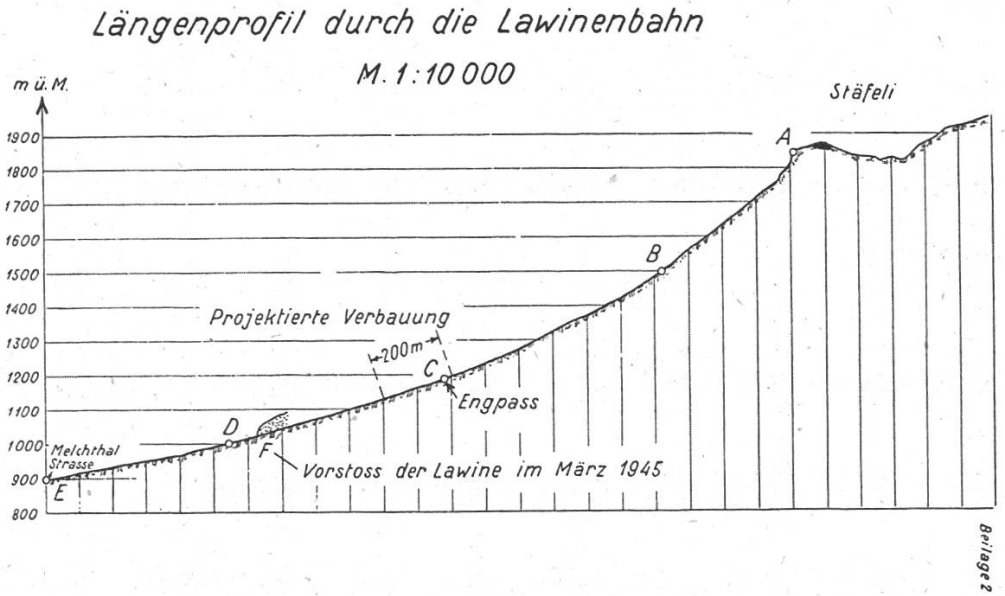
2. Allgemeine Situation [1]

«Das Einzugsgebiet der zu verbauenden Lawine am Westhang des Nünalphorns (2388 m) bildet einen ausgesprochenen Erosionstrichter, dessen oberer Rand annähernd durch den Pfad gebildet wird, der vom Stock (1521 m) über das Stäfeli dem nach oben stärker ausgeprägten Gratrücken gegen die Nünalp (2131 m) folgt. Der höchste Punkt des Einzugsgebietes (ca. 2150 m) liegt nördlich der Nünalp, wo sich der oben erwähnte Gratrücken mit der nördlichen Begrenzung des Erosionstrichters trifft. Die oberste Steilstufe des Anbruchgebietes ist von Felsköpfen und Flühen durchsetzt. Zwischen den Koten 1500 und 1400 m ü. M. verengt sich der vom Wald entblößte Erosionstrichter zu einer ausgesprochenen Lawinengasse von u-förmigem Querprofil. Im Grundriß verläuft dieser Graben, der zwischen den Koten 1500 (Punkt B) und 1000 (D) eine Länge von rund 1400 m aufweist, im wesentlichen (vgl. Beilage 2) gerade und in nordwestlicher Richtung gegen das südliche Ende der Ortschaft Melchtal. Die von spärlichen Gebüschen durchsetzte Sohle des Grabens, die eine lichte Breite von 80 × 30 m aufweist, wird auf beiden Seiten von dichtem Ahorn- und Fichtenbestand eingerahmt, wodurch sich das Bild einer hohlen Gasse

[1]) Abschrift aus dem genannten Gutachten

noch verschärft. Die engste Stelle dieser Gasse liegt auf etwa 1180 m Meereshöhe (Punkt C, Beilage 2). Auf etwa 1000 m (D) mündet der Graben in die breite Deltaablagerung ein, auf der sich auch die Ortschaft Melchtal ausbreitet.

Das in Beilage 2 dargestellte Längenprofil durch den Graben zeigt die für Erosionstrichter charakteristische konkave Form und erstreckt sich vom obersten Punkt A (1950 m) bis zum unteren Ende E (Straße von Melchtal) über eine Länge von 2,5 km. Die mittlere Neigung, die im eigentlichen Erosionstrichter etwa 75 % erreicht, verflacht sich im Graben (von B bis D) ganz allmählich auf etwa 25 % und beträgt im eigentlichen Deltagebiet nur noch rund 20 %. Dieses sanfte Abklingen des Gefälles in der Sturzrichtung der Lawine ist wesentlich für deren Bewegungsform, indem dadurch die Bodenbewegung, im Gegensatz zur viel gefährlicheren Luftbewegung, begünstigt wird. Auch die Tatsache, daß, abgesehen von den obersten Flühen, keine scharfen Gefällsbrüche im Längenprofil auftreten, die den Absprung der Lawine und damit deren Luftbewegung provozieren könnten, ist als günstig zu bezeichnen.



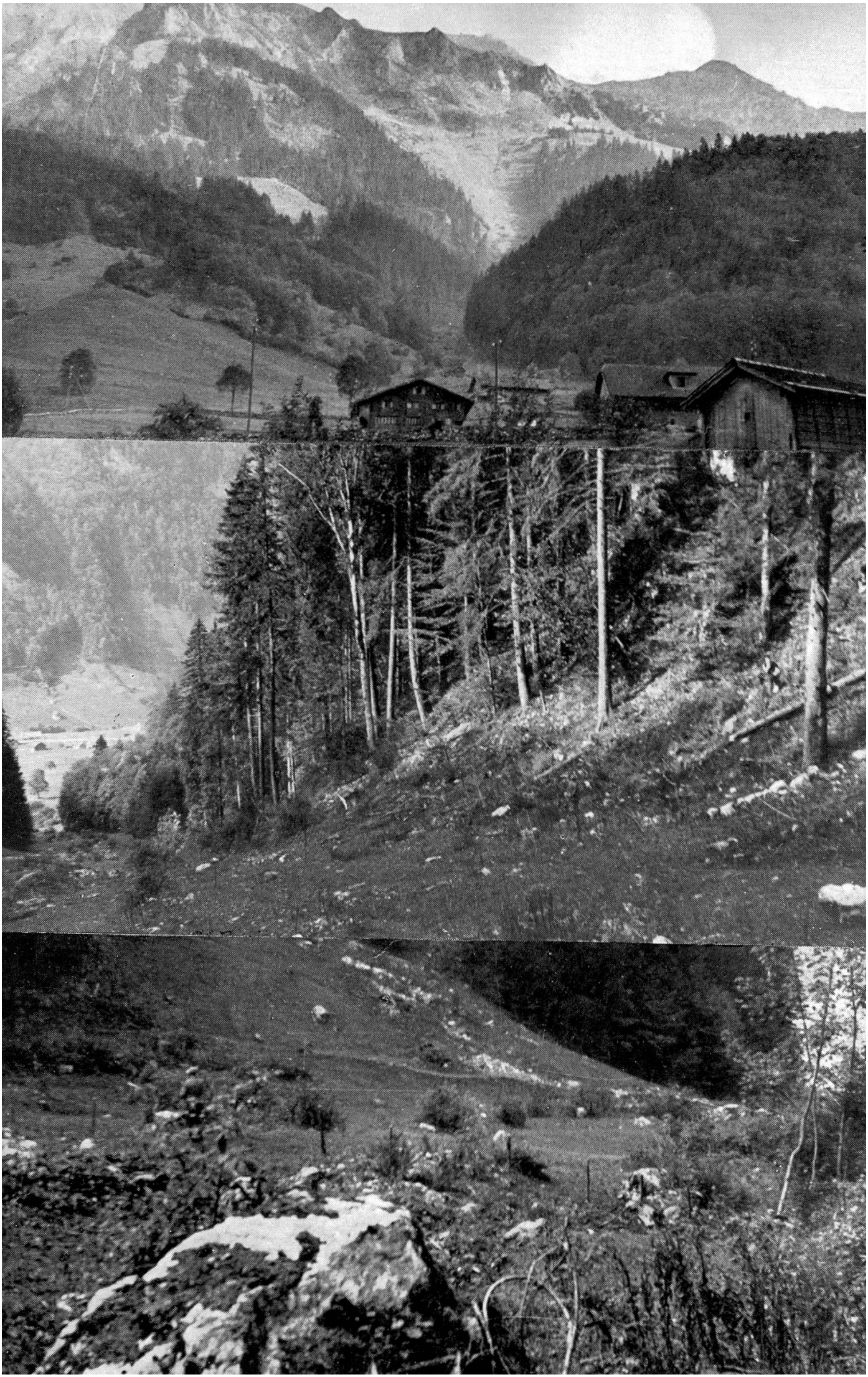
Die Größe des Einzugsgebietes der in Frage stehenden Lawine beträgt – bis zur engsten Stelle C des Grabens gerechnet – 0,232 km². Rechnet man, daß rund 65 % des totalen Einzugsgebietes als Schneebrettlawine an-

---

Bild 1 oben:
Blick von Melchtal in das Einzugsgebiet der Lawine

Bild 2 mitte:
Blick durch den Lawinengraben gegen Melchtal, Standort C (Vergl. Beil. 2)

Bild 3 unten:
Blick in Richtung der projektierten Leitmauern. (Vergl. Beil. 3, Blickrichtung A–B)



brechen, mit einer mittleren Höhe der abgleitenden Schichten von 1,0 m, so ergibt sich eine abgleitende Schneemasse von maximal 150 000 m³. Da jedoch der abgelagerte Lawinenschnee ein Raumgewicht aufweist, das oft mehr als doppelt so groß ist wie das mittlere Raumgewicht der anbrechenden Schneeschichten, so ist im Ablagerungsgebiet mit einer maximal abgelagerten Kubatur von etwa der Hälfte des obigen Betrages, d. h. von rund 75 000 m³ Lawinenschnee zu rechnen.

Leider sind nur spärliche Beobachtungen über frühere außergewöhnliche Lawinenstürze vorhanden. Nach den Angaben des Herrn Forstverwalter liegen jedoch Anzeichen dafür vor, daß die Lawine wiederholt ins Deltagebiet, d. h. über den Punkt D aus vorgedrungen und damit in unmittelbare Nähe der Ortschaft Melchtal vorgestoßen ist. Anfangs März 1945, d. h. zu Beginn jener Lawinensituation, welche die Katastrophe von Andermatt (8. März 1945) zur Folge hatte, ist die Lawine wenig oberhalb des Wasserreservoirs zum Stillstand gekommen (F). Da die Distanz von F bis E, d. h. bis zur Straße bzw. zum Dorf Melchtal relativ klein ist (650 m) und keine besonderen Hindernisse zu überwinden sind, ist es nicht ausgeschlossen, daß bei ungünstigen Schneeverhältnissen eine Lawine bis ins Siedlungsgebiet vordringen und dadurch eine Katastrophe verursachen würde. Es ist deshalb unserer Ansicht nach ein elementares Gebot der Vorsicht, vorbeugende Maßnahmen zu treffen.

3. Konstruktive Vorschläge

Eine Verbauung des Anbruchgebietes kommt in Anbetracht der hohen Bau- und Unterhaltskosten kaum in Betracht. Bei der Länge und Beschaffenheit der Sturzbahn drängt sich vielmehr eine Maßnahme auf, bei der die Lawine beim Durchfahren der Gasse C—D aufgehalten oder abgebremst wird. Die Schaffung eines Fallbodens bei C, d. h. an der engsten Stelle des Grabens, durch die Erstellung eines Erddammes weist den Nachteil auf, daß dieser Stauraum schon bei den ersten Lawinenniedergängen im Frühwinter aufgefüllt werden könnte. Der Damm würde dadurch für den übrigen Winter unwirksam oder könnte sich unter Umständen sogar ungünstig auswirken, indem er den späteren Lawinen als Sprungbrett dienen und dadurch die gefährliche Luftbewegung fördern würde.

Obige Überlegungen führen grundsätzlich zu einer Lösung, bei der versucht wird, die kinetische Energie der Lawine beim Durchlaufen einer größeren Strecke des Grabens C—D zu brechen, um die Bewegung abzubremsen. Ähnlich wie bei den im Flußbau entwickelten Energievernichtern können zu diesem Zwecke Widerstandskörper als Schikanen in die Lawinenbahn eingebaut werden. Die Wirkungsweise solcher Einbauten besteht darin, daß sie den normalen Fließvorgang der Schneemassen stören und dadurch die innere Reibung vergrößern, wodurch ein Teil der Bewegungsenergie in Wärme umgesetzt wird.

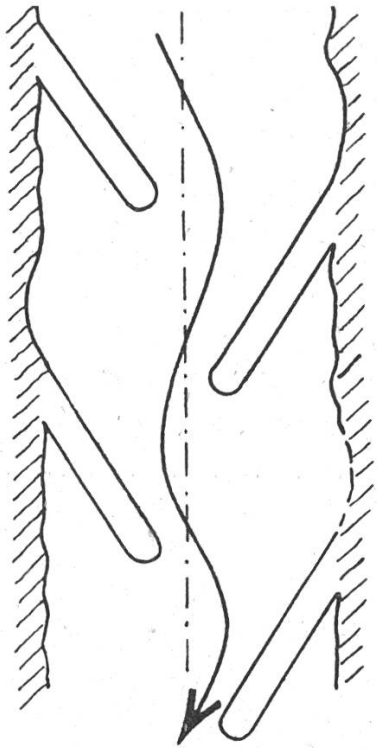


Fig. 1

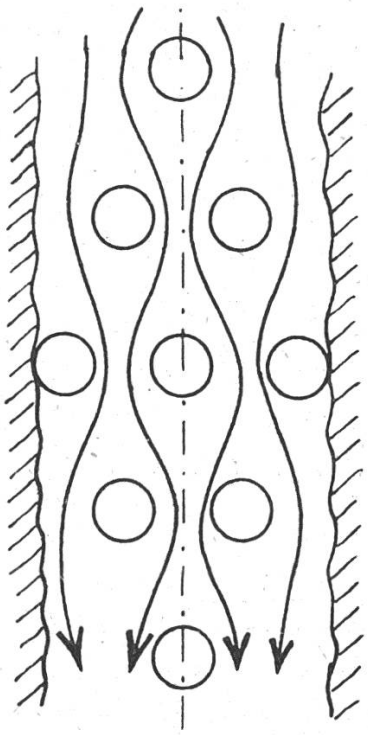


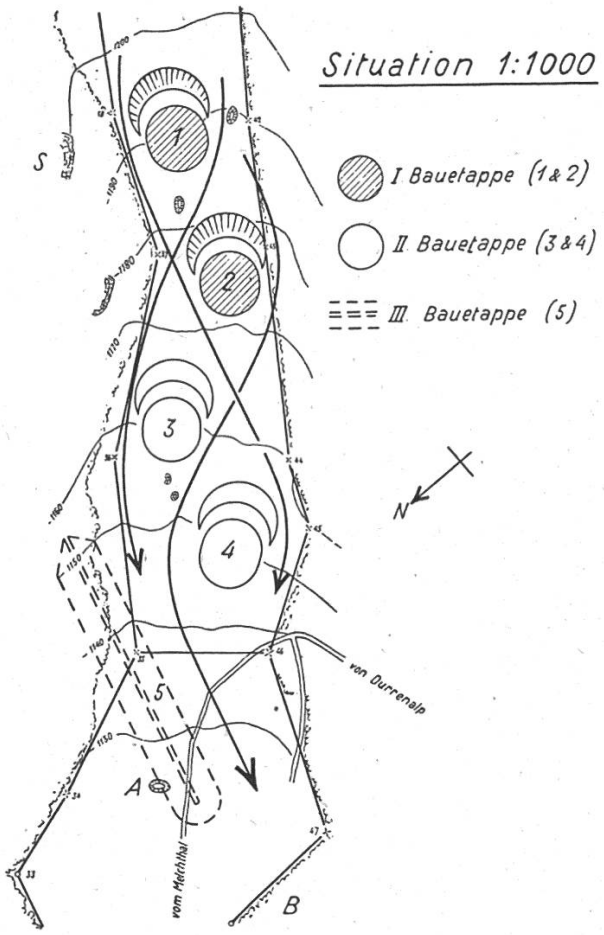
Fig. 2

In Fig. 1 und 2 sind zwei prinzipiell verschiedene Formen solcher Energievernichter dargestellt. Bei der ersten Anordnung (Fig. 1) werden die Schneemassen durch die gegeneinander versetzten Einbauten zu einer Pendelbewegung gezwungen, bei der infolge von Stoßwirkungen und starken Geschwindigkeitsdifferenzen möglichst viel Reibung sowohl im Innern der fließenden Massen als auch zwischen Schnee und Hindernis erzeugt wird. Bei der zweiten Anordnung (Fig. 2) werden freistehende Schikanen — großen Felsblöcken vergleichbar — über die ganze Breite des Couloirs diffus verteilt. Sowohl im einen wie im andern Fall muß die verbaute Strecke des Couloirs eine genügende Länge aufweisen, damit sich die Anlage nicht schon beim ersten Lawinenniedergang mit Lawinenschnee verstopft und dadurch für spätere Lawinenfälle unwirksam wird.

Bei den vorliegenden topographischen Verhältnissen dürfte sich eine Kombination der beiden Verbauungstypen am besten eignen, wie sie in Beilage 3 schematisch dargestellt ist. Anläßlich der Besichtigung wurde vorgeschlagen, die Verbauung etappenweise auszuführen, damit die Wirkungsweise der einzelnen Etappen beobachtet und die späteren Maßnahmen den festgestellten Verhältnissen angepaßt werden können. In einer ersten Bauetappe (I) würden die Widerstandskörper 1 und 2 erstellt, in einer zweiten 2 weitere Körper (z. B. 3 und 4) und in einer letzten Etappe der Leitdamm 5. Dieser Damm verfolgt den Zweck, die natürliche Geländekonfiguration dadurch auszunutzen, daß die Schneemassen, welche durch die Einbauten 1–4 bereits eine starke Geschwindigkeitseinbuße erlitten haben, in eine auf der linken Seite des Grabens in der Fortsetzung des Leitdammes vorhandene Nische hineingeworfen werden. Die ganze

Anlage würde sich über eine Strecke des Grabens von rund 200 m verteilen.

Beilage 3

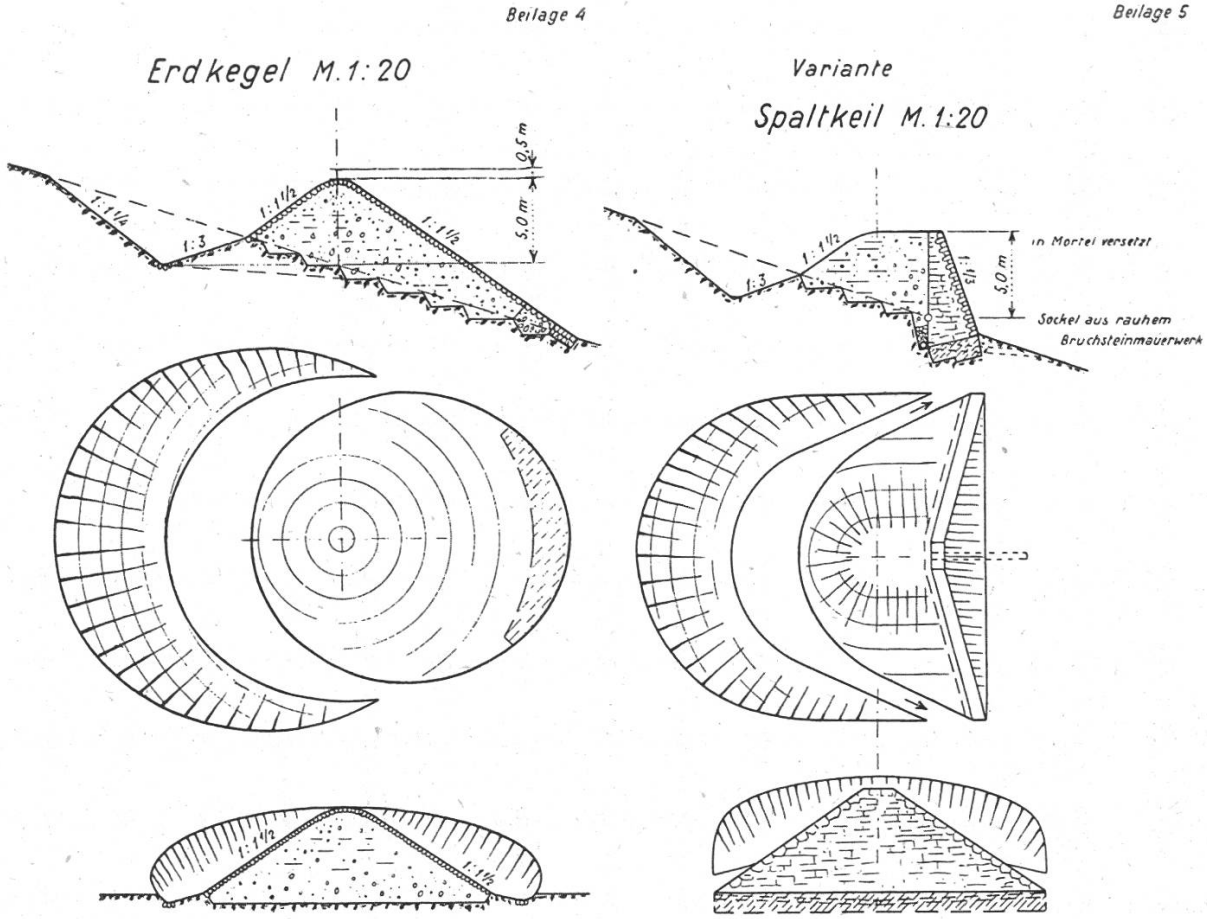


Bezüglich der Ausbildung der einzelnen Bremskörper ist in Abb. 4 ein entsprechender Vorschlag skizziert (Hauptlösung). Derselbe stellt einen Versuch dar, die Widerstandskörper aus den an Ort und Stelle vorhandenen Baustoffen aufzubauen, d. h. unter alleiniger Verwendung von Erde und Steinmaterial. Der Bremskörper besteht im wesentlichen aus einer Erdpyramide, die durch eine Trockenpflästerung geschützt wird. Die Frage, ob an Stelle der Trockenpflästerung eine Humusierung und Bepflanzung mit Alpenerlen möglich wäre, ist noch näher zu prüfen. Der talseitige Fuß des Erdhügels sollte durch eine kleine Trockenmauer abgestützt werden, wie dies im Querschnitt der Beilage 4 angedeutet ist. Bergseits dieser Trockenmauerung wäre zur guten Entwässerung der Erdmauern ein möglichst durchlässiges Material, z. B. Fels mit gebrochenem Kies, zu verwenden.

Um die Bildung von Gleitflächen zu vermeiden, ist vor dem Anschütten des Erdkegels die Humusdecke zu entfernen und der Untergrund abzutreppen. Über dem gewachsenen Boden sollte zunächst eine mindestens 0,5 m starke Schicht von möglichst durchlässigem Material aufgebracht werden. Zur Gewinnung des erforderlichen Steinmaterials kann auf der

rechten Seite des Grabens ein kleiner Steinbruch im anstehenden Kalkfelsen eröffnet werden. Der übrige Teil des Erdkegels ist unter Massenausgleich aus dem bergseits anstehenden Erdmaterial aufzubauen, wobei ungeeignetes bzw. allzu stark lehmiges Material auszuscheiden wäre. Längs des bergseitigen Böschungsfußes des so entstehenden Grabens ist eine Entwässerungsschale mit genügender Neigung vorzusehen.

Außer der Hauptlösung (Beilage 4) in der Form eines reinen Erdkegels ist in Abb. 5 noch eine Variante wiedergegeben, die einen Spaltkeil vorsieht, der aus einer talseitigen Trockenmauer mit einer in Mörtel versetzten Verkleidung und einer bergseitigen Hinterfüllung besteht. Der Zweck dieser Variante besteht darin, die nötigen Grundlagen für eine vergleichende Kostenberechnung zu liefern, damit die wirtschaftlich günstigste Lösung gefunden werden kann.



4. Schlußbemerkungen

Da die in Frage stehende Lawine die Ortschaft Melchtal nur bei ganz außergewöhnlichen Schneeverhältnissen bedroht, indem in seltensten Fällen die Möglichkeit besteht, daß sie bis in die besiedelten Gebiete vordringt, halten wir eine geeignete Verbauung der Sturzbahn mit der Aufgabe, einen Teil der lebendigen Kraft der bewegten Massen zu vernichten, für eine zweckmäßige und ausreichende Schutzmaßnahme.

Die vorgesehene Energievernichtungsanlage, die hauptsächlich aus einzelnen, etwa 5 m hohen Erdkegeln oder eventuell Spaltkeilen besteht, die sich der Lawine in den Weg stellen, um ihre Wucht zu brechen, wird an der engsten Stelle des Lawinengrabens geplant. Die topographischen Verhältnisse liegen in dieser Beziehung außerordentlich günstig.

Über die genaue Wirkungsweise der vorgesehenen Maßnahme liegen allerdings, da es sich um eine neuartige Lösung handelt, noch keine Erfahrungen vor. Dagegen werden grundsätzlich ähnliche Energievernichter im Flußbau mit Erfolg angewandt, um die Energie des Wassers zu brechen. Wie im Flußbau könnte die Wirkungsweise der vorgeschlagenen Konstruktion wohl am ehesten auf Grund von Modellversuchen genauer beurteilt werden. Denn da wie dort handelt es sich um Vorgänge, welche auf theoretischem Wege, d. h. durch Rechnung allein, kaum erfaßbar sind.

Die vorgesehene Maßnahme besitzt den wesentlichen Vorteil, daß sie in einzelnen Etappen ausgeführt und damit die bei einer ersten Etappe gewonnenen Erfahrungen zunutze gezogen werden können. Konstruktiv wurde zunächst versucht, mit einfachen Methoden auszukommen und auf die Anwendung von ortsfremden Materialien, wie Eisen oder Zement, ganz zu verzichten. Die ursprünglich vorgesehenen, gemauerten Spaltkeile (die hier noch als Variante figurieren), wurden daher bei der Hauptlösung durch die leichter auszuführenden Erdkegel ersetzt. Bei der Durchführung der Kostenberechnung sollte jedoch nicht unterlassen werden, die in Beilage 4 dargestellte Lösung mit der in Beilage 5 wiedergegebenen Variante eines Spaltkeiles kostenmäßig zu vergleichen. Auf eine detaillierte Profilgestaltung des später eventuell zu erstellenden Leitdammes oder einer entsprechenden Leitmauer kann vorläufig verzichtet werden, da derselbe erst in einer dritten Etappe, deren Realisierung heute noch offen steht, zur Ausführung käme.

Besondere Aufmerksamkeit sollte in zukünftigen Wintern der sorgfältigen Beobachtung des zu verbauenden Gebietes geschenkt werden. Neben dem Stellen von Schneepegeln, die wahrscheinlich aus der Distanz mittels Fernrohr oder Feldstecher abgelesen werden können, wäre vor allem die Beobachtung der Lawinenbildung unter besonderer Berücksichtigung der Lawinenkegel für die weitere Entwicklung des Verbauungsprojektes von grundlegender Bedeutung, wobei photographische Aufnahmen nach außerordentlichen Lawinenstürzen besonders wertvoll sind.»

Zürich, den 16. Mai 1947

Literaturhinweise

1. *W. Hassenteufel:* Bremsverbauungen (unveröffentlicht). Externer Bericht Nr. 2158 der S.L.F. (1958).
2. *W. Schwarz:* Bremsverbauungen. Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen, Nr. 1 (1960).
3. *R. Haefeli:* Schnee, Lawinen, Firn und Gletscher. Ingenieurgeologie von L. Bendel, II. Bd. p. 688, Manuskript (1943).