

Drahtseilnetze im Anrissverbau von Lawinen

Autor(en): **Kuster, J.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **105 (1954)**

Heft 7

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-766664>

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.

wind shield. It has been found that this should roughly be equal to the average of the maximum snow depths found on a given site. Based upon such tests it is now being tried to prevent some large snow deposits from breaking off. The efficiency of such wind shields is being tested by comparison of ram profiles and snow structure from the area influenced by the shield, with such from undisturbed neighbouring areas.

The Avalanche Service was also active investigating about possibilities of "slowing down" tumbling avalanches. The first structures to be tested for this purpose were earth cones provided with a concrete wedge and covered with some lining. It soon became evident that simple earth piles without any reinforcement fulfilled their purpose just as well. Such artificial obstacles are, however, only applicable in places where the flow of an avalanche is already losing speed due to decreasing slope gradient. Such structures have been applied successfully at two sites during winter 1950/51.

A third problem has been dealt with in the 1952 activity programme: artificial releasing of avalanches by means of explosives. This method, however, is often risky because other avalanches than those being aimed at may be released, or when grenades do not burst. Furthermore, it requires a trained group of military men, and their activity is often limited due to inaccessibility of the danger areas, particularly in bad weather. Some tests were carried out with rockets, which in several ways appear to be better suited than trench mortars or guns. Rockets disperse less, and shooting is less dependent on weather conditions. A small concrete base may be erected to support the rocket thrower. In this way the shooting elements for a certain area can be determined once for ever. Rockets are easy to handle, and no failures occur. Some preliminary tests have been carried out successfully with hail rockets, other tests with larger units are in preparation.

Bibliography (the original titles and papers being written in German)

- A. Fuchs*: The shear strength of snow and ice in relation to temperature. *Ferdinandum Magazine*, 1949.
- Problems of snow and avalanche research. *Skisport* 1/1953.
 - Preparing a model of snow structure. *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*, Vol. II/2.
 - Improving the rotation apparatus for measuring the tensile strength of snow. *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*, Vol. II/2.
- W. Hassenteufel*: A new method of barricading avalanches. *Allgemeine Forstzeitung*, 1952. Transl. *A. Huber*

Drahtseilnetze im Anrißverbau von Lawinen

Von *J. Kuster*, Forstadjunkt, St. Gallen

(38.8)

Die von den Kabelwerken Brugg AG entwickelten Lawinennetze wurden versuchsweise erstmals im Winter 1951/52 im Oberengadin aufgestellt. In den folgenden zwei Jahren sind Drahtseilstützwerke u. a. in Lawinenanrißgebieten des Schafberges bei Pontresina, am Kneugrat bei Braunwald, am Kirchberg bei Andermatt und am Schilt bei Stein (Kanton St. Gallen) eingebaut worden. Nachdem diese Werktypen auf Interesse gestoßen sind und ihre weitere Entwicklung und Vervollkommnung

eingeleitet ist ¹, sei es gestattet, einige Beobachtungen über das Verhalten von Einzel- und kombinierten Netzelementen in den zwei vergangenen Wintern bekanntzugeben.

In der Lawinenverbauung Schiltlauri der Gemeinde Stein (Toggenburg) wurden in den letzten acht Jahren zirka 2000 m Schneerechen aus Holz erstellt. Vorausgeschickt sei, daß es sich um eine Anbruchverbauung in äußerst schneereicher NO-Lage in zirka 1500 m ü. M. handelt. Die Werke sind nur vorübergehend bis zur Erstarkung der Aufforstung zu erhalten. Die notwendige Erweiterung der Verbauung auf felsige, zum Teil sehr steile Hänge und die unbefriedigende Dauerhaftigkeit der Holzkonstruktionen lenkten die Aufmerksamkeit seit zwei Jahren auf die Drahtseilwerke. Da Netzelemente nur an Orten mit einwandfreien Verankerungsmöglichkeiten im Fels aufgestellt wurden, blieben bisher unangenehme Überraschungen aus, im Gegenteil, die Werke bewährten sich über alle Erwartungen gut. Neu verbaute Zonen, in denen sich früher jeden Winter nasse Schneebrettlawinen lösten, insbesondere Frühjahrs-Grundlawinen, zeigten keine Spuren von Anrissen oder Lawinenmäulern. Selbstverständlich wäre es verfrüht, nach zweijährigen Beobachtungen ein abschließendes Urteil zu fällen. Die nachstehenden Ausführungen möchten daher nur als erste Feststellungen an bestimmt noch ausbaufähigen Werktypen gewertet werden.

Beschreibung der verwendeten Netze. Die rechteckigen Drahtseilnetze sind 1,5 oder 2 m breit und 2 bis 3,3 m hoch, ohne die Aufhängeschlaufen. Die dreieckförmigen Netze besitzen 2 m Basisbreite und 2 m Höhe. Randseile 10 mm Durchmesser, 42×1 mm, rechnerische Bruchfestigkeit 4280 kg; Netzseile 8 mm Durchmesser, $42 \times 0,8$ mm, rechnerische Bruchfestigkeit 2740 kg; alle Seile verzinkt mit Rostschutzanstrich. Die Netzseile sind untereinander mit Kreuzklemmen und an den Randseilen mit Arretier-Preßhülsen verbunden. Maschenweite 28 bis 33 cm. Bei einem Teil der Rechtecknetze laufen die Netzseile diagonal, bei den übrigen Netzen parallel zu den Randseilen. Einige stark beanspruchte Netze sind mit doppelten Randseilen ausgerüstet.

Konstruktion der Werke

Die Mehrzahl der Netze wurde als *Einzelemente* entweder in gruppenweisem Verband, mit 6 bis 12 m Horizontalabstand je nach Hangneigung oder zerstreut an gefährlichen Punkten zwischen den bestehenden Holzrechen aufgestellt. Als Stützkörper dienen boucherisierte Fichtenstangen mit 12 bis 16 cm Zupfdurchmesser, deren Köpfe durch Holztraversen verbunden und mit Stangenkappen abgedeckt sind. Die Verstrebung ermöglicht ein einfaches Aufhängen der Netze und bietet

¹ Siehe «Vorschläge zur Konstruktion und Berechnung von Netzwerken», von Prof. R. H a e f e l i, Zürich, April 1954.

beim Aufrichten der Werke Vorteile. Der Stützenfuß steht *lose* in einer Bodenvertiefung; an sehr steilen Hängen kann er mit einer Drahtseilschleife an der bergseitigen Netzverankerung befestigt werden. Der Verankerung der Netze und Abspannseile im Fels wurde besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Die Zugkräfte werden über 50 bis 80 cm lange und 24 mm starke Rundeisen, die in fetten Zementmörtel gebettet sind, auf den oberflächlich oder in geringer Tiefe anstehenden Schrattenkalkfels übertragen. Die zirka 6 bis 9 m langen Abspannseile sind nur etwa 2 m seitlich verschwenkt, damit sie keine großen zusätzlichen Schneedrücke aufzunehmen haben. Dank dem rahmenartig ausgebildeten Stützkörper lassen sie sich auch übers Kreuz anordnen. Die talwärts überhängenden Stützen liegen etwa in der Winkelhalbierenden zwischen der unbelasteten Netzebene und den Abspannseilen. Wo die Spannseile ungünstiger Verankerungsverhältnisse wegen entlastet werden mußten, geschah dies durch annähernd rechtwinklige Stellung der Stützen zur Unterlage.

In einem 10 bis 20 m breiten, beidseitig von Felsbändern begrenzten Couloir entstanden *durchgehende Netzwerke*. An Spannseilen — das eine mit 25 t Bruchfestigkeit am Boden, das andere mit 38 t Bruchfestigkeit über dem Niveau des Schneehöhenmaximums — sind mehrere Rechtecknetze mit je 50 cm Abstand aufgehängt. Bei der Ermittlung der erforderlichen Stärke, Verankerung und dem zweckmäßigen Durchhang der Spannseile beriet uns das Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung in verdankenswerter Weise. Die zirka 100 cm langen, an der Basis aufgestauchten Ankereisen übernehmen einen maximalen Zug von 35 t.

Kosten der Netzwerke

Aus der Kostenanalyse für 33 Einzelemente mit einer mittleren Netzfläche von 4 m² ergaben sich pro 1953 folgende Durchschnittspreise pro Werk:

Ankauf der Lawinennetze, Abspannseile, Seilbriden, Kauschen usw.	Fr. 134.60	
Ankereisen, Bauschrauben für die Befestigung der Stützentraversen	» 17.80	
Holzstützen und -traversen	» 24.—	
Zement und Sand für den Ausguß der Verankerungslöcher	» —.50	
Materialtransporte	» 3.30	Fr. 180.20
Grab- und Bohrarbeit inkl. Maschinenmiete .	Fr. 25.60	
Einbau der Ankereisen u. Aufstellen der Netze	» 28.50	» 54.10
Durchschnittskosten pro Einzelement . . .		<u>Fr. 234.30</u>

Für die durchgehenden Netzwerke betragen die Laufmeterkosten Fr. 158.60. 14 % entfielen auf den Ankauf der 20 bzw. 24 mm starken Spannseile, 26 % auf deren Verankerung, 55 % auf die Netzwerke mit Zubehör und nur 5 % auf Transport und Montage.

Verhalten der Netzwerke in der Schneedecke

Im Winter 1952/53 waren die Netze am Schilt maximalen, im letzten Winter höchstens durchschnittlichen Schneehöhen ausgesetzt. Schon rein äußerlich gesehen war die Stauwirkung der Netze auf die Schneedecke auffallend und in keiner Weise hinter den gegliederten Holzwerken zurückstehend. Der Schnee wurde durch die dünnen Seile nicht zerschnitten, sondern plastisch verformt, ohne jedoch die Netzöffnungen zu durchfließen. Die Wirkung der 8-mm-Netzseile wurde mindestens zeitweise durch Anlagerung mächtiger Eismäntel vergrößert. Unterhalb der Netze bildete sich eine Kriechspalte. Die Form der durchhängenden Netze unterlag ständigen Änderungen, worin zweifellos ein Hauptvorteil dieser Werktypen liegt, sich den wechselnden Spannungsverhältnissen der Schneedecke anzupassen. Besonders günstig stellen sich in dieser Hinsicht die an schlaff gespannten Tragseilen aufgehängten Seilkörbe. Um diesen Vorteil voll auszunützen, ist es empfehlenswert, den Durchhang der Netze nicht zu knapp zu bemessen, auch weil er sich in erster Linie auf die Größe und Richtung der Verankerungskräfte auswirkt.

Tiefere Einblicke in die Verformung der Schneedecke durch die Netzwerke gaben Gleitmessungen. Solche erfolgten nach den vom Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung entwickelten Verfahren mit Hilfe von Leichtmetall-Gleitschuhen und Sägemehlsäulen. Einige Ergebnisse seien hier kurz dargestellt:

1. Gleitmessungen vom 23. November 1953 bis 22. Mai 1954 im Bereich der durchgehenden Netzwerke I und II

Mittlere Verschiebung von Leichtmetallgleitschuhen am Boden:

5,3 m ob Werk I	= 30 cm
3,3 m ob Werk I	= 24 cm
1,3 m ob Werk I	= 24 cm

Netzwerk I

1,5 m unter Werk I	= 68 cm
4,5 m unter Werk I = 7 m ob Werk II	= 64 cm
6,5 m unter Werk I = 5 m ob Werk II	= 55 cm
10,5 m unter Werk I = 1 m ob Werk II	= 14 cm

Netzwerk II

2 m unter Werk II	= 60 cm
-------------------	---------

Die Distanzen verstehen sich schräg in der Hangfalllinie gemessen. Hangneigung zirka 85 ‰.

Bodenoberfläche: Rasen, stellenweise etwas aufgeschürft.

Das Schneegleiten auf der Unterlage ist zirka 5 m oberhalb der durchgehenden Netzwerke merklich abgebremst worden. Bei der Verschiebbarkeit der frei aufgehängten Netze ist es einleuchtend, daß der Gleitvorgang selbst unmittelbar oberhalb der Netze nicht gänzlich abgeklungen ist. Die größten Gleitdistanzen wurden direkt unterhalb der Werke gemessen.

*2. Kriech- und Gleitmessungen
im Bereich von Einzelementen aus Netzwerk*

Durch Messungen an Sägemehlprofilen sind folgende *relativen Gleitgeschwindigkeiten* der Schneedecke,

u = Gleitgeschwindigkeit am Boden

Kriechgeschwindigkeit in Richtung Schneeoberfläche

ermittelt worden:

<i>Bei Lawinennetz 70</i> (1,5 × 2,5 m) vom 9.3. bis 13.4.54	<i>Bei den Lawinennetzen 4 und 6</i> (1,5 × 2,5 m) vom 26.1. bis 13.4.54
6 m ob Netz $u = 0,7$	1,8 m unter Netz 4 $u = 0,3$
3 m ob Netz $u = 0,4$	4,8 m unter Netz 4 = 8 m ob Netz 6 $u = 0,5$
2 m unter Netz $u = 0,2$	7,3 m unter Netz 4 = 5,5 m ob Netz 6 $u = 0,6$
6 m unter Netz =	
5 m ob Schneerechen 7 $u = 0,3$	9,8 m unter Netz 4 = 3 m ob Netz 6 $u = 0,3$
	1 m seitwärts Netz 6 $u = 0,3$
	2 m seitwärts Netz 6 $u = 0,8$
	in 3,5, 5 und 8 m seitwärts des Netzes 6 $u = 0,6$

Die in der Hangfalllinie oberhalb und unterhalb der Einzelemente angestellten Messungen ergaben einen Staubereich der Netzwerke von rund 5 m, was der zwei- bis dreifachen Schneehöhe beim Einbau der Sägemehlsäulen entspricht. Bemerkenswert ist die kleine relative Gleitgeschwindigkeit unterhalb der Einzelemente, bedingt durch die Aufhängung der Schneedecke am Werk. In diesem Punkt liegt ein grundlegender Unterschied gegenüber dem durchgehenden, die Schneedecke trennenden Lawinenverbau, mit maximalen Gleitdistanzen direkt unterhalb der Werke. Die Seitenwirkung der Einzelemente ist bescheiden und beträgt nicht mehr als je etwa 1,5 m, was der Netzbreite entspricht; mit andern Worten, der Wirkungsgrad der untersuchten Werke betrug zirka 3. Entsprechende frühere Gleitmessungen im Bereich durchgehen-

der Holzrechen ergaben ebenfalls seitliche Staubereiche von 1 bis 2 m, das heißt es besteht nur ein relativer Unterschied in der Seitenwirkung durchgehender und aufgelöster Werke. Für die Länge des bergseitigen Staubereiches durchgehender Netzwerke und durchgehender Schneerechen ergaben Einzelmessungen ähnliche Resultate.

Schlußbetrachtung

Auf Grund bisheriger Beobachtungen an einzelstehenden und durchgehenden Lawinennetzen im Gebiet der Schiltlaur sind wir zur Überzeugung gelangt, daß diese Werktypen die Technik des Lawinenverbau in wertvoller Weise ergänzen können. Auf solidem, felsigem Baugrund und bei schwierigen Transportverhältnissen ist dem Verbau mit Seilwerken — abgesehen vielleicht von dem unter bestimmten Verhältnissen in Frage kommenden Verwehungsverbau — kein annähernd so wirtschaftlicher Bautyp entgegenzustellen. Zukünftig kann an Verbauaufgaben herangetreten werden, die bisher finanziell untragbar schienen. Als Beispiel sei eine kleine, felsige Anbruchfläche oberhalb eines Gehöftes im Taminatal genannt. Unter Beizug des Eidg. Institutes für Schnee- und Lawinenforschung wurde vor vier Jahren die Sicherung mit Schneebrücken geprüft. Diese wäre mit einem Kostenaufwand von Fr. 15 000.— in Eisen/Holzkonstruktion möglich gewesen. Der Bau eines Ablenkdammes als Eventuallösung wäre auf mindestens Fr. 10 000.— zu stehen gekommen. Der heute vorgeschlagene Stützverbau mit Einzelnetzwerken ist auf Fr. 3000.— veranschlagt.



Abbildung 1

Einfluß eines durchgehenden Drahtseilnetzwerkes auf die Schneedecke
(Rückstau und Kriechspalte)

Das Gewicht der in Frage kommenden Baumaterialien ist klein. Ein Lawinennetz 2×2 m wiegt zirka 15 kg und eine 3,5 m lange Holzstütze höchstens 40 kg. Für steile Anbruchgebiete oberhalb von Siedlungen und Verkehrswegen, wo man oft Mühe hat, das Aushubmaterial für starre, gegliederte oder gar massive Werke zu deponieren, fällt der Vorteil der einfachen Fundierung der Netzwerke besonders ins Gewicht.

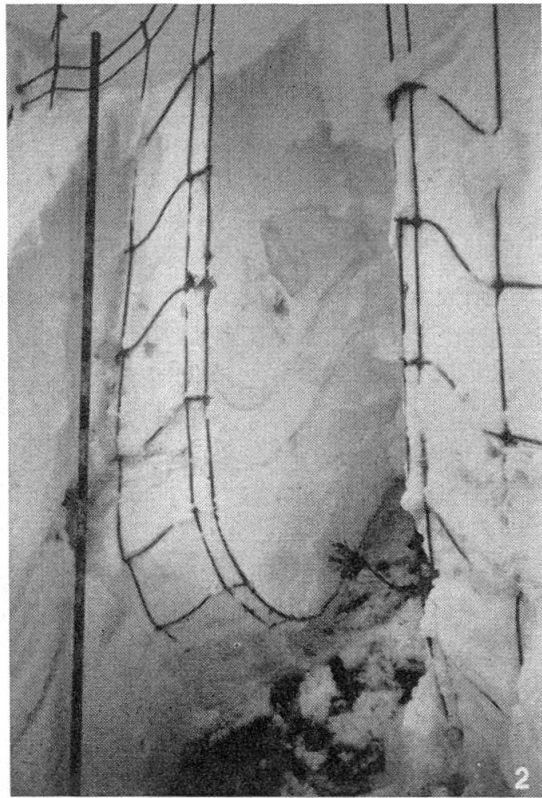


Abbildung 2

Verformung eines durchgehenden Netzwerkes unter der Wirkung des Schneedruckes. Schneehöhe 2,7 m. Man beachte die Aufstauung der Schneeschichten

Ebenso vorteilhaft ist deren Einbau innerhalb von bestehenden Lawinverbauungen oder Aufforstungen, wenn es gilt, nachträglich sich aufdrängende Verstärkungen vorzunehmen, mit möglichst geringer Beschädigung vorhandener Bauten und Kulturen durch Transporte und Fundierungsarbeiten. Für das Erstellen der Ankerlöcher stehen leichte kompressorlose Gesteinsbohrmaschinen zur Verfügung, die selbst in sehr schwierigem Gelände eingesetzt werden können. Die Montage der Werke ist einfach und kann nach kurzer Anlaufzeit zuverlässigen Waldarbeitern übertragen werden. Eine wertvolle Eigenschaft der Netzwerke liegt in ihrer Widerstandsfähigkeit gegen Steinschläge und Schneerutsche,

weil sie auf plötzliche dynamische Beanspruchungen mit einer gewissen Elastizität reagieren.

Bei Einzelelementen, die mit Vorteil rechteckig ausgebildet werden, läßt sich mit kräftigen, gut imprägnierten Holzstangen eine brauchbare Abstützung erstellen. Für durchgehende Netzwerke mit komplizierterem Kräftespiel ist die Entwicklung einer Leichtmetall-Pendelstütze sehr zu begrüßen. Die ideale Lösung des durchgehenden Netzwerkes mit Tragseilen betrachten wir vorläufig als Spezialfall für Couloirs bei einwandfreien seitlichen Verankerungsmöglichkeiten. Bei der Dimensionierung der Spannseile und Zuganker halte man sich vor Augen, daß gewaltige Kräfte auf den Boden übertragen werden müssen.

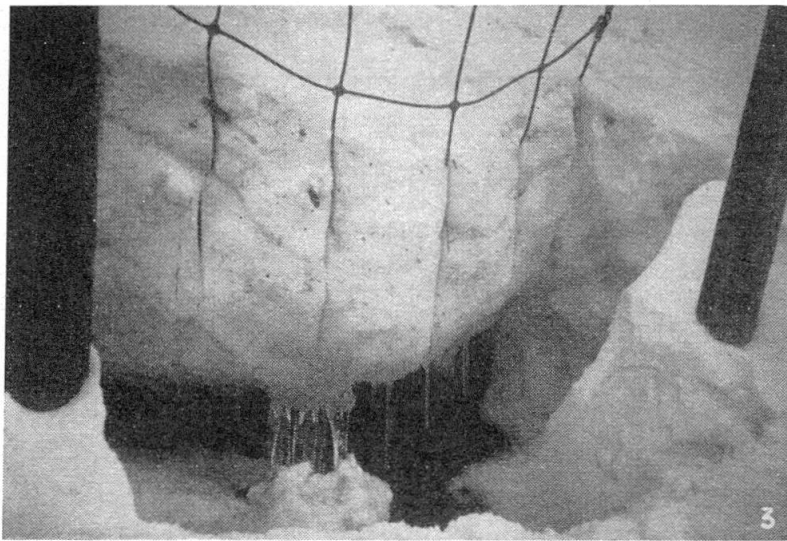


Abbildung 3

Plastische Verformung des Schnees durch ein Einzelnetzwerk 1,5/2,5 m, Maschenweite zirka 30 cm

Von der bisher rein empirisch gewählten Maschenweite von zirka 30 cm abzuweichen, besteht vorderhand beim Verbau der Schiltlauri keine Veranlassung. Sollten weitere Beobachtungen und Erfahrungen für engmaschigere Stützwerke sprechen, so ist vorgesehen, auf den Netzen ein 10-cm-Drahtgeflecht zu befestigen. Damit wäre die untere zulässige Maschenweite erreicht, denn wo solche Drahtgeflechte auf Holzrechen aufgelegt wurden, haben sie sich als praktisch schnee- und durchlässig erwiesen. Die Frage, ob eine diagonale oder randparallele Anordnung der Netzseile bei rechteckigen Werken vorzuziehen ist, dürfte eher zugunsten der ersteren entschieden werden.

Der Unterhalt der Netzwerke darf nicht allzu leicht genommen werden. Fest steht bereits, daß die gewöhnliche Verzinkung der Drahtseile den aggressiven Schneewässern nicht lange standhält. Möglicherweise ist

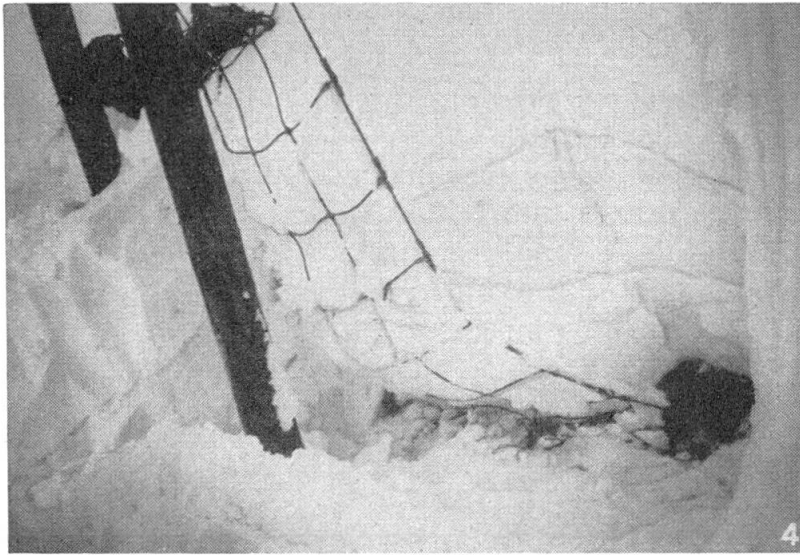


Abbildung 4

Verformung eines Einzelnetzwerkes. Schneehöhe zirka 2 m

Aufnahmen durch J. Kuster, Lawinenverbauung Schiltlauri, März/April 1954

ein dauerhafter Schutz der Seile durch bituminöse Anstriche zu erzielen. Übrigens lassen sich alle Bauteile sehr rasch und mühelos auswechseln, die Netzwerke zum Beispiel mit wenigen Handgriffen, ohne Öffnen einer Schraube, was für deren periodische Pflege und Nachbehandlung von großem Nutzen ist.

Netzstützwerke sind kein Allheilmittel im Lawinenverbau! Unverantwortlich wäre es, solche auf unzuverlässigem Baugrund aufzustellen. Die sichere Verankerung mindestens der Netzbasis in gesundem Fels ist Voraussetzung. Eine nicht vollwertige Verankerung der Abspannseile ließe sich durch netztangentiale Stellung der Stützen korrigieren.

Die Möglichkeit, Drahtseile für die Schneedeckenarmierung im Anrißgebiet und für die Sturzbahnverbauung zu verwenden, seien hier nur beiläufig erwähnt. Wenn diese Ausführungen etwas zur Beschaffung von Berechnungsgrundlagen für die wirtschaftliche Dimensionierung der Netzwerke beitragen können und zu weiteren Versuchen Anlaß geben, so ist ihr Zweck erfüllt.