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

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 143 (1992)

Heft: 7

Artikel: Verwehungsverbau Hinterrugg

Autor: Ehrbar, Rolf

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-765839

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

Verwehungsverbau Hinterrugg

Von *Rolf Ehrbar*

FDK 11: 384.1: (494.28)

1. Einleitung

Die Nordostschweiz gehört mit den Churfirsten und dem Alpstein zu den schneereichsten Regionen der Schweiz. Die maximale Meereshöhe dieser beiden Gebirgszüge ist mit 2306 m (Hinterrugg) bzw. 2503 m (Säntis) eher bescheiden. Die hohen Niederschläge von rund 2500 mm/Jahr (Säntis) sind durch die Lage der beiden Bergketten am nördlichen Rand der Alpen verursacht. Die Nord- und Westwinde haben ungehindert Zutritt und stauen sich an diesen markanten Hindernissen. Die Churfirsten verlaufen ziemlich genau in westöstlicher Richtung. Die sieben Berggipfel sind charakteristisch geformt mit relativ sanft geneigten Nordhängen und sehr steil gegen den Walensee abfallenden Südhängen. Das alles ergibt eine ausgeprägte Lawinengefahr auf der Südseite, insbesondere bei nordwestlichen Winden. Besonders prekär ist die Situation für das Städtchen Walenstadt (etwa 430 m ü. M.) am oberen Ende des Walensees. Auf der Südseite des Hinterruggs bricht die «Schattenbachlawine» an und bedroht die Verbindungsstrasse Walenstadt–Walenstadtberg. Als Staublawine erfasst sie das ganze Städtchen Walenstadt. Glücklicherweise forderte sie bisher keine Menschenleben. Der Lawinenschutz von Walenstadt beruht heute auf der Lawinengefahrenkarte als Planungsgrundlage, dem künstlichen Auslösen der Schattenbachlawine mit Minenwerfern, dem wintertauglichen Ausbau einer Waldstrasse ausserhalb des Gefahrengebietes als Notverbindung nach Walenstadtberg und dem Verwehungsverbau auf dem Hinterrugg. Ein Restrisiko bleibt; es scheint aber den Verantwortlichen vertretbar. Die Sicherheit hängt entscheidend vom Lawinensicherungsdienst Walenstadt ab, der für die rechtzeitige Sperrung der Bergstrasse und den Lawinenabschuss verantwortlich ist.

2. Verwehungsverbau auf dem Hinterrugg

2.1 Wirkungsweise

Das rund 5 ha grosse Plateau auf dem Hinterrugg ist mit 20 bis 25 % nach Norden geneigt. Der Hinterrugg ist als höchster Churfirstengipfel (2306 m) den Nord- und Nordwestwinden völlig frei ausgesetzt. Es ist bekannt, dass Schneeverwehungen (Treibschneebildungen) schon bei relativ kleinen Windgeschwindigkeiten einsetzen, wie sie auf dem Hinterrugg an der Tagesordnung sind. Mit zunehmender Windgeschwindigkeit nimmt die Transportrate überproportional zu. Vor Erstellen der Verbauung wurde der Schnee vom Hinterrugg weggefegt, so dass das Plateau im Winter praktisch schneefrei war. Dieser Treibschnee lagerte sich im Windschatten auf der Südflanke des Hinterruggs im oberen Anbruchgebiet der Schattenbachlawine ab. Die höchstgelegenen und somit gefährlichsten Anbrüche der Schattenbachlawine ereignen sich auf gut 2200 m ü. M. Zwischen den Schneeverwehungen auf dem Hinterrugg und der Schattenbachlawine besteht also ein direkter Zusammenhang, und dies ausgerechnet bei den gefährlichsten Lawinensituationen, den Nordwestlagen. Die Kombination von sehr grossen Schneeniederschlägen und starken Schneeverwehungen in das Lawinenanrissgebiet ergibt eine extreme Lawinengefahr. Ein wichtiges Element des Lawinenschutzkonzepts für Walenstadt ist deshalb das Verhindern der Schneeverwehungen vom Hinterruggplateau in das Einzugsgebiet der Schattenbachlawine mittels eines Verwehungsverbaus. Damit lässt sich der Neuschneezuwachs im Lawinenanbruchgebiet bei gefährlichen Lawinensituationen massgeblich reduzieren. Man erhofft sich eine Verlängerung der Wiederkehrperiode von Schadenlawinen und eine Reduktion des Lawinenvolumens und des Schadenausmasses. Allerdings bleibt die Bergstrasse nach wie vor gefährdet.

2.2 Konzeption und Ausführung des Verwehungsverbaues

Da sich die Treibschneebildung in der bodennahen Luftschicht abspielt, hat man mit beschränkten Werkhöhen die Möglichkeit, das Windfeld günstig zu beeinflussen. Auf Empfehlung des Eidgenössischen Instituts für Schnee- und Lawinenforschung Weissfluhjoch-Davos wurde vorerst ein Probeverbau erstellt. Aufgrund der beobachteten Schneeablagerungen sollte dann der Hauptverbau konzipiert werden. Der Probeverbau wurde im Jahr 1987 in Form von zwei je 50 m langen und 5 m hohen Treibschneehägen gebaut. Der Abstand der oberen Werkreihe von der südlichen Krete beträgt 100 m. Dasselbe Mass wurde für den gegenseitigen Abstand der beiden Werkreihen gewählt. Die beiden parallelen Reihen liegen genau hintereinander und stellen sich quer zur Hauptwindrichtung aus NW. Die konstruktive Gestaltung

lehnt sich an Bündner Beispiele an, wobei als Vereinfachung auf einen Windverband verzichtet und nur eine einseitige (leeseitige) Abstützung gewählt wurde. Selbstverständlich mussten die 42 Träger und Stützen im Abstand von 2,5 m entsprechend stärker bemessen werden. Bei den senkrechten Trägern sind zwei quadratische Hohlprofile hintereinander im Abstand von 60 mm angeordnet. Die Träger und Stützen bestehen aus Stahl, der Rost aus horizontal eingebauten Lärchenholzbrettern mit einem Füllungsgrad von 50% (nur Kernholz). Dieser Füllungsgrad leitet sich von theoretischen, strömungsmechanischen und ausführungstechnischen Gesichtspunkten ab und gewährleistet eine gute Schneerückhaltewirkung.

Die Schneemessungen im Winter 1987/88 ergaben ein ermutigendes Resultat. Bei einer maximalen Schneehöhe von 5,5 m lagerten sich zwischen den Werken 32 000 m^3 Schnee ab, was auf einen Vollausbau von etwa zweimal 250 m Länge extrapoliert 160 000 m^3 ergibt. Das sind immerhin 25% der im Extremfall gleichzeitig anbrechenden Lawinenkubatur von rund 680 000 m^3. Dieses Rückhaltevolumen wurde auch aufgrund der extrapolierten Schneehöhen des Säntis als theoretisch erforderlich hergeleitet. Bei Teilabbrüchen der Schattenbachlawine ist der erwähnte Prozentsatz entsprechend grösser. Dank der guten Schneerückhaltewirkung entschlossen wir uns für einen Vollausbau. Der Werkabstand von 100 m wurde als richtig beurteilt, während der Abstand zur Krete etwas grösser sein sollte. Die Werkhöhe von 5,0 m und der Bodenspalt, das heisst der Abstand vom untersten Brett zur Bodenoberfläche von durchschnittlich 85 cm, erwiesen sich als zu klein, denn die Werke wurden stellenweise fast ganz eingeschneit. Dies wollten wir eigentlich vermeiden, vor allem auch um die Stützen nicht mit viel Schnee zu belasten. Einige Stützen wurden denn auch durch den Schneedruck leicht deformiert. Der Bodenspalt hat die Funktion, den Stützenfuss und die Wand freizuhalten und die Rückhaltekapazität infolge grösserer Ablagerungslänge zu erhöhen.

Die Hauptverbauung wurde 1989 erstellt. Die beiden Reihen der Probeverbauung wurden auf beide Seiten in gerader Fortsetzung verlängert, wodurch sich infolge der speziellen topografischen Verhältnisse von selbst ein grösserer Abstand zur Krete ergab. Die Werkhöhe wurde um 1 m auf 6,0 m vergrössert, ebenso der Bodenspalt auf etwa 1 m. Die südliche Reihe ist 200 m lang, die nördliche 175 m. Die gesamte Werklänge der Hauptverbauung beträgt 375 m. Die beiden Reihen des Probeverbaues messen zusammen 100 m. Die Verbauung von 475 m Länge erfasst die ganze Breite des Hinterruggplateaus. Gegenüber dem Probeverbau mussten die 150 Träger und Stützen des Hauptverbaues verstärkt werden, um die zusätzlichen Windkräfte auf die 1 m höhere Wand aufnehmen zu können.

Die Träger und Stützen sind quadratische Hohlprofile. Die Stützenlänge ist so festgelegt, dass das Feld- und Kragmoment der Wand gleich gross ist. Beim Hauptverbau sind die Stützen durchschnittlich 4,5 m lang. Sie wurden auf Mass geliefert. Die Fundation der Träger und Stützen erfolgte mit Stab-

ankern von 36 mm Durchmesser und 2,00 m Länge, welche mit einem Schutzrohr versehen wurden. Mindestens die Hälfte der Verankerungszone liegt im Fels. Geologisch bedingt (dünngebankter, zerklüfteter Seewerkalk) wurde sehr viel Ankermörtel verbraucht, nämlich 37 kg pro Loch oder 18 kg pro Laufmeter Bohrlänge *(Abbildung 1)*.

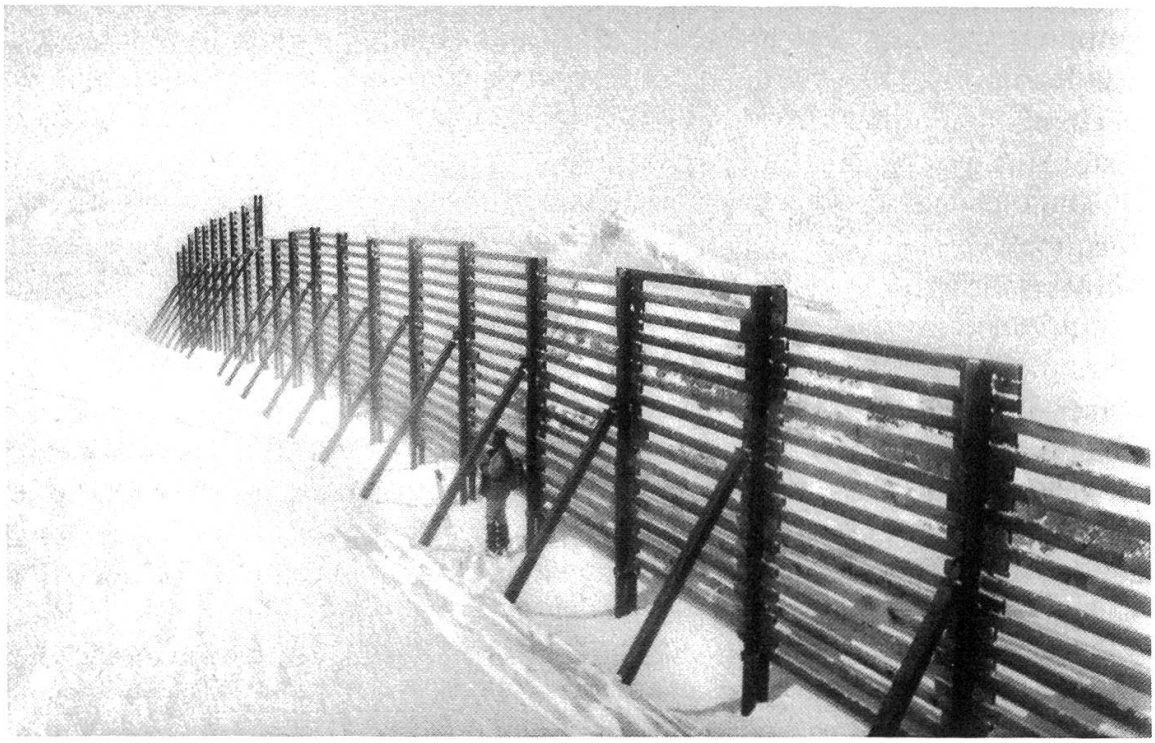

Abbildung 1. Verwehungsverbau Hinterrugg (Probeverbau und Hauptverbau, April 1992).

3. Baukosten

Die direkten Baukosten für Stahlbau, Baumeisterarbeiten und Lieferung der Holzbretter betragen 850 Franken pro Laufmeter Werklänge. Es gilt zu beachten, dass diese Verbauung, die in einem extrem rauhen Gebirgsklima völlig ungeschützt dauernd Wind und Wetter ausgesetzt ist, immer einen gewissen Unterhalt benötigen wird.

4. Erfahrungen

4.1 Bemessung

Die Verbauung wurde ursprünglich auf die Windkräfte bemessen. Wir erwarteten, dass die grosse Werkhöhe und der Bodenspalt ein Einwehen der Verbauung verunmöglichen, so dass keine bedeutenden Schneekräfte auf-

treten. Als Bemessungswert der Beanspruchung wurde ein Staudruck von 3,2 kN/m^2 in Rechnung gestellt. Die Träger und Stützen des Hauptverbaues haben das Profil 100 x 100 x 5,0. Die Verbauung hat dem Jahrhundertsturm vom Februar 1990 («Vivian») schadlos standgehalten (maximale Windgeschwindigkeit auf dem Weissfluhjoch/Davos 233 km/h). Das Einwehen des Probeverbaues und als Folge davon einiger benachbarter Stützen der Hauptverbauung im Winter 1990/91 führte aber zu Biegebeanspruchungen mit Stützendeformationen. Teilweises Einwehen der Verbauung bis in Höhe der Stützenköpfe können wir aufgrund der bisherigen Erfahrungen und entgegen der ursprünglichen Annahme bei ungünstigen Verhältnissen offenbar nicht verhindern. Wir befinden uns in einem typischen Föhngebiet, so dass mit Rückverwehungen aus südlichen Richtungen gerechnet werden muss. Somit ist für die Stützen nicht die Windlast der massgebende Belastungsfall, sondern der Schneedruck infolge Kriechen, Gleiten und Setzung der Schneedecke. Diese Kraft wurde anhand der Deformationswerte berechnet. 18 Stützen des Hauptverbaues (12%) wurden 1991 auf das Profil 150 x 150 x 6,0 und alle 42 Stützen des Probeverbaues auf das Profil 120 x 120 x 5,0 verstärkt. Alle Träger und Stützen bestehen jetzt aus Stahl der Sorte Fe E 275 (St 44). Die Anker waren den aufgetretenen Zugkräften ohne Schaden zu nehmen gewachsen. Der Bodenspalt wurde in der ganzen Verbauung nochmals um 50 cm auf durchschnittlich rund 150 cm vergrössert, was stellenweise ein Auffüllen dieses Zwischenraumes auch nicht verhindern kann, aber dennoch eine positive Wirkung zeigt. Der Winter 1991/92 hat uns überdurchschnittliche Schneehöhen beschert, so dass wir im Frühling 1992 den Erfolg der getroffenen Massnahmen überprüfen können.

4.2 Schneerückhaltung

Seit 1987 werden jeden Winter mehrmals an 124 systematisch angeordneten Messpunkten Schneehöhenmessungen durchgeführt, bis heute 16mal. Im Wirkungsbereich der Verbauung wurden maximal 140 000 m^3 Schnee abgelagert. Das dürfte nahe am Speichervermögen und dem erforderlichen Speichervolumen liegen. Die grösste punktuelle Schneehöhe betrug 6,0 m. Es ergeben sich typische Ablagerungsbilder mit zwei werkparallelen Hügeln südlich der beiden Reihen. Der Abstand dieser Schneerücken zur Verbauung ist je nach Windverhältnissen unterschiedlich, so dass die Ablagerungsbilder Auskunft über die vorherrschenden Windrichtungen während des Schneefalls geben. Die frühere Schneewächte an der Krete des Hinterruggs ist praktisch verschwunden.

Die 5 m hohe Probeverbauung wurde stellenweise vollständig eingeweht, während dies bei der 6 m hohen Hauptverbauung nie der Fall war. Dennoch wurde der Bodenspalt der Hauptverbauung lokal aufgefüllt, und die Wand

wurde auf einem kurzen Abschnitt bis zum Stützenkopf, das heisst etwa 4,2 m hoch, eingeweht.

Beide Werkreihen sind nötig, es hätte nicht genügt, nur eine, beispielsweise die südliche, zu erstellen.

Es macht den Anschein, dass der Abstand zwischen den beiden Verbauungsreihen und zur Krete bei extremen Schneehöhen doch etwas zu klein ist.

Interessante Beziehungen zeichnen sich zwischen der Schneeablagerung in der Verbauung und den Ablesungen an den beiden Schneemesspegeln auf der Südseite des Hinterruggs ab.

5. Natur- und Landschaftsschutz

Der Verwehungsverbau tritt vor allem durch seine gegliederte Wand in Erscheinung. Dank der Verwendung des natürlichen Baustoffes Holz wirkt die Verbauung nicht allzu stark als Fremdkörper. Die Tragkonstruktion mit den schlanken Stahl-Trägern und -Stützen ist nicht aufdringlich.

Grosse Anstrengungen wurden unternommen, um die alpine Vegetation zu schonen. Dem Unternehmer wurden sehr strenge Bauvorschriften auferlegt. Die gewählte Fundationsart mit Ankern verursacht ohnehin nur einen minimalen Eingriff in die Bodenoberfläche. Das Resultat war denn auch sehr befriedigend. Ein gewisser Einfluss auf den Boden und die Vegetation geht wohl von der verspäteten Ausaperung aus. Wir sind aber der Meinung, dass die Schafe, welche die Vegetation dauernd sehr kurz halten, diese sehr viel mehr stören. Die Schafe lagern sich bevorzugt im Schatten der Verbauung, was mit der Zeit Trittschäden zur Folge haben kann.

6. Schlussbemerkung

Der Verwehungsverbau auf dem Hinterrugg ist eine sehr interessante Verbauung. Für die Projektierung standen nur relativ spärliche Grundlagen zur Verfügung, so dass ein teilweise empirisches Vorgehen gewählt werden musste. Die Verbauung besteht aus zwei Etappen von unterschiedlicher Werkhöhe. Der Bodenspalt wurde zweimal vergrössert. Somit können verschiedene Einflussfaktoren auf die Schneeablagerung im Massstab 1:1 untersucht werden. Wünschenswert wäre es, neben den Schneehöhen auch einmal die Schneeigenschaften zu bestimmen. Wir haben eine umfangreiche Fotodokumentation angelegt.

Fest steht, dass auf dem Hinterrugg eine Werkhöhe von 5,0 m nicht genügt. 6,0 m dürften etwa das richtige Mass sein. Doch auch bei dieser Werkhöhe und einem Bodenspalt von 1,5 m kann ein teilweises Einwehen der Verbauung bei

extremen Verhältnissen nicht verhindert werden. Die sogenannte Leiteinwirkung für die Bemessung der Stützen ist deshalb der Schneedruck. Jetzt sollte die Verbauung den normgemässen Anforderungen an die Tragsicherheit und die Gebrauchstauglichkeit genügen. Es sind interessante Ergebnisse konzeptioneller Art zu erwarten, etwa über die Ablagerungsgeometrie des Schnees und die erforderlichen Werkabstände. Die Erwartungen in die Verbauung wurden trotz der unvorhergesehenen Probleme voll erfüllt.

Résumé

Palissades anti-congères à Hinterrugg

Les palissades anti-congères, construites à 2300 m d'altitude en haut d'Hinterrugg, sont, pour la petite ville de Walenstadt, un élément important du concept de protection contre les avalanches. Ces palissades empêchent la formation, dans le bassin versant de «Schattenbachlawine», des amas de neige du grand plateau de 5 ha de cette montagne. A la suite de la mise en place d'une palissade d'essai, la construction de deux ouvrages de 6 m de haut s'avère nécessaire. Des connaissances intéressantes concernant la conception et les dimensions des palissades résultent des observations faites à propos de la neige. La pression de la neige constitue le facteur décisif auquel les appuis sont soumis; en effet, lors de conditions défavorables, il est manifestement impossible d'empêcher l'enfouissement des appuis sous la neige. Des accumulations typiques de neige se constituent; selon les conditions atmosphériques, ces accumulations peuvent toutefois présenter des différences considérables. Le volume des avalanches a ainsi pu être réduit d'un quart au moins. Jusqu'à présent, 140 000 m^3 de neige ont été retenus.

Traduction: *Diane Morattel*

Verfasser: Dr. Rolf Ehrbar, Kreisoberförster, CH-8739 Rieden.