

Tafel 3.5 Extremer Schneedeckenzuwachs

Einleitung

Das Eidgenössische Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF), das organisatorisch der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) angehört, ist für die Forschung im Bereich Schnee und Lawinen zuständig. Daneben versieht es gemäss WSL-Verordnung den Lawinenwarndienst in der Schweiz und informiert die Öffentlichkeit über die Lawinengefahr. Zu diesem Zweck unterhält es ein Beobachtungsnetz mit Vergleichsstationen und Messstellen (vgl. Tafel 3.1). Auf diesen Stationen werden täglich die wichtigsten Wetter- und Schneeparameter erhoben und an die Zentralstelle auf dem Weissfluhjoch oberhalb Davos weitergeleitet. Die Stationen mit den längsten Beobachtungen sind mittlerweile schon über 50 Jahre in Betrieb. Im Laufe der Zeit erfuhr das Messnetz eine wesentliche Erweiterung. Gegenwärtig werden im Alpenraum an rund 100 Stationen Messdaten erhoben, was einer mittleren Dichte von 250 km^2 pro Station entspricht. 93 Stationen verfügen über Messreihen von mehr als 15 Jahren. Diese Daten bilden den Ausgangspunkt für die vorliegenden Analysen, bei denen Messreihen aus anderen Netzen, insbesondere diejenigen der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt, nicht berücksichtigt werden.

Die Beurteilung der Lawinengefahr beruht im wesentlichen auf der Analyse der vier Parameter Neuschnee, Wind, Temperatur und Schneedeckenaufbau, wobei letzterer aus naheliegenden Gründen nicht täglich, sondern lediglich zweimal pro Monat in den repräsentativen Versuchsfeldern auf den Stationen anhand sogenannter Schneeprofile erhoben wird. Für die Ausarbeitung des Lawinenbulletins [4], das als wesentliche Hilfe für die operationelle kurzfristige Lawinenwarnung bezeichnet werden kann, müssen die Daten kurzfristig zur Verfügung stehen. Sie werden aber auch aufgearbeitet und in der sogenannten «Schneedatenbank» gespeichert, von der Auszüge jährlich im Winterbericht [3] publiziert werden. Mit Hilfe von statistischen Lawinenwarnmodellen können für die aktuelle Situation ähnliche Wetter- und Schneesituationen gesucht werden, um so anhand früherer Begebenheiten auf die wahrscheinliche Lawinengefahr und -aktivität zu schliessen. Analysen, wie sie in der vorliegenden Tafel des «Hydrologischen Atlas» zu finden sind, dienen dem langfristigen Lawinenschutz und werden auch bei klimatologischen Studien über den Alpenraum beigezogen. Für die Dimensionierung von Lawinen-Anrissverbauungen wurden Richtlinien ausgearbeitet [2]. Der projektierende Ingenieur berücksichtigt zudem anhand der SIA-Norm 160 [5] die extremen Schneelasten (vgl. Tafel 3.2).

Schneefallperiode, Neuschnee- und Gesamtschneehöhe

Während einer mehrtägigen Schneefallperiode liegt jeden Morgen Neuschnee auf dem Beobachtungsbrett. Sobald ein Tag ohne Neuschnee oder mit weniger als 0.5 cm Neuschnee vorkommt, ist eine Schneefallperiode abgeschlossen. Die Dauer einer Schneefallperiode weist auf die Länge der Niederschlagsperiode hin, wobei innerhalb der Periode kurzfristig durchaus kein Schnee fallen kann.

Die Neuschneesumme in einer Schneefallperiode zeigt die Niederschlagsintensitäten auf. Andererseits gibt der Schneedeckenzuwachswert, also die Differenz der Gesamtschneehöhe am Tag unmittelbar vor der Schneefallperiode bis zum Tag mit der grössten Gesamtschneehöhe in der Schneefallperiode, einen wichtigen Hinweis auf die Setzungsverhältnisse und damit auf die Temperaturbedingungen während des Schneefalls. Der Neuschnee wird nämlich nicht einfach auf der bestehenden Schneedecke akkumuliert; er führt durch sein Eigengewicht zu einer wesentlichen Verdichtung der Altschneedecke, was einen entscheidenden Einfluss auf die Lawinenaktivität haben kann. In längeren Schneefallperioden stellt sich nach etwa drei bis fünf Tagen oft ein Gleichgewichtsverhältnis ein, indem danach die Gesamtschneehöhe nicht mehr wesentlich zunimmt. Bei der Darstellung der Extremereignisse beschränkte man sich deshalb auf die grössten jährlichen Neuschneesummen in drei Tagen (HN_3) und die grössten jährlichen Schneedeckenzuwachswerte in drei Tagen (ΔHS_3). Kartiert wurden die Werte mit einer Wieder-

kehrperiode von 100 Jahren, wobei für die zeitliche Extrapolation die Gumbelverteilung angewandt wurde.

Regionale Analysen

Die räumliche Interpolation der beiden Parameter HN_3 und ΔHS_3 erfolgte auf der Basis der in den Karten eingezeichneten Stationen mit einem in der Meteorologie üblichen Verfahren [1]. Fehlende Werte wurden anhand von Nachbarstationen interpoliert; dies betrifft allerdings nur 3 % aller Werte. Vorgängig zur Interpolation wurden die Messwerte pro SLF-Region mit Hilfe der linearen Regression auf eine einheitliche Meereshöhe von 2000 m reduziert. Die kartierten regionenspezifischen Reduktionsfaktoren erlauben die Berechnung der beiden Parameter für beliebige Höhen zwischen 1000 m und 2500 m. In der Tabelle werden die auf die Stationshöhe bezogenen und die auf 2000 m reduzierten Werte ausgewiesen. Wegen der bei der Interpolation der Daten erfolgten Generalisierung liegen die auf 2000 m reduzierten Werte der Tabelle in Einzelfällen geringfügig ausserhalb des kartierten Wertebereiches.

In der Karte der 100jährigen Neuschneesummen in drei Tagen heben sich das Simplongebiet und die westlichen Teile des Tessins mit dreitägigen extremen Neuschneesummen von mehr als 280 cm deutlich von den übrigen Regionen ab. Eher kleine Werte (< 160 cm) finden sich im Gebiet des Grossen Sankt Bernhards und im Oberengadin.

Die Karte der 100jährigen Schneedeckenzuwachswerte in drei Tagen liefert Angaben über die Verteilung der massgeblichen Anrissmächtigkeiten zur Berechnung von Fliesslawinen. Die Wiederkehrperiode von 100 Jahren ist in den meisten Planungsfällen relevant. Die Meereshöhe von 2000 m wurde gewählt, weil sich wichtige Lawinenanrissflächen auf dieser Höhe befinden. Für eine umfassende Beschreibung eines einzelnen Lawinenzuges sind aber auch die örtlichen Windverhältnisse, die Hangexpositionen und die Beschaffenheit des Untergrundes zu berücksichtigen. Es ist zu beachten, dass selbst in Regionen mit relativ geringen Zuwachswerten Grosslawinen auftreten können. Hier spielt demnach der Schneedeckenaufbau – also die Spannungs- und Festigkeitsverhältnisse der einzelnen Schneeschichten – die entscheidende Rolle.

Extreme Schneefallperioden

Bei den Schneefallperioden mit einer Neuschneesumme von mehr als 50 cm verdeutlichen die Diagramme der sieben ausgewählten Stationen den klimatischen Einfluss der Alpen. So weist der Alpennordhang – repräsentiert durch die Stationen Grindelwald, Trübsee und Braunwald – wesentlich andere Verhältnisse auf als die inneralpinen Gebiete (Zermatt, Zuoz). Die Analyse zeigt, dass die Station Trübsee pro Winter durchschnittlich sechs Schneefallperioden mit mehr als 50 cm Neuschnee, die Station Zuoz durchschnittlich nur eine solche Schneefallperiode aufweist.

Bezüglich der jährlichen Häufigkeit solcher Extremereignisse ist in den letzten 50 Jahren kein Trend auszumachen, hingegen treten Extremereignisse in jüngster Zeit häufiger gegen den Frühling hin auf; dies trifft insbesondere im Wallis und in Nordbünden zu.

Extremwertstatistik

Für die zeitliche Extrapolation von Messreihen mit mehr als 15 Beobachtungsjahren eignet sich die 1. Extremalverteilung (Gumbelverteilung) relativ gut. Die Zuverlässigkeit der Extrapolation steigt mit zunehmender Beobachtungsdauer. Wie detaillierte Analysen gezeigt haben [6], ist es nicht notwendig, dass alle Messreihen denselben Zeitraum abdecken. Methodische Hinweise zur Extremwertstatistik finden sich in Tafel 2.4. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind die einzelnen Messwerte in den Frequenzdiagrammen nicht eingezeichnet. Für die Darstellung im Rahmen des Atlases wurde eine Stationenauswahl getroffen. Die vollständigen Diagramme von allen 93 analysierten Stationen können vom SLF angefordert werden.

Literatur

- [1] **Blackadar A. (1990):** Computer Weather Maps: Contouring Observed Data. In: Weatherwise Vol. 43, No. 3:154–158, Washington.
- [2] **BUWAL – Eidg. Forstdirektion, WSL – Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung (1990):** Richtlinien für den Lawinenverbau im Anrissgebiet. Vertrieb: EDMZ, Bern.
- [3] **Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung (1936/37–1993/94):** Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen. Winterberichte Nr. 1 bis 57, Davos.
- [4] **Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung (1994):** Interpretationshilfe zum Lawinenbulletin. Mitteilung Nr. 50, Weissfluhjoch/Davos.
- [5] **SIA (1989):** SIA Norm 160 – Einwirkungen auf Tragwerke. Zürich.
- [6] **Witmer, U. (1986):** Erfassung, Bearbeitung und Kartierung von Schneedaten in der Schweiz. Geographica Bernensia, G25, Bern.