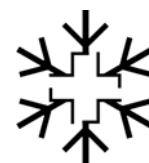


Vorhersehbarkeit von Lawinen

Jürg Schweizer, SLF Davos



Einleitung

Im Januar 1994 führte das SLF eine Tagung durch zum Thema „Lawinen und Rechtsfragen“. Skirechtsexperte Dr. H.-K. Stiffler stellte damals in seinem Übersichtsreferat zu den Rechtsgrundlagen fest, dass Lawinen (und Lawinenunfälle) aus rechtlicher Sicht voraussehbar seien. Nicht alle Teilnehmenden waren damals mit dieser Einschätzung einverstanden¹. Im folgenden betrachten wir die Voraussehbarkeit der Lawinengefahr (d.h. im weitesten Sinne von Lawinen) und einer einzelnen Lawine aus wissenschaftlicher Sicht mit dem Ziel, die obige Aussage aufgrund der heutigen Kenntnislage zu überprüfen.

Neuschnee als wichtiger Lawinen bildender Faktor

Die meisten Lawinen treten während oder unmittelbar nach bedeutenden Niederschlagsperioden auf. Mit zunehmender Neuschneemenge steigt die Lawinengefahr (Abb. 1). Allerdings lässt sich mit der Neuschneemenge allein die Lawinengefahr nicht prognostizieren. Die Lawinenbildung ist das Resultat des Zusammenspiels von verschiedenen Faktoren wie Niederschlag, Wind, Temperatur/Strahlung und Schneedecke. Auch bei einer bedeutenden Neuschneesumme von 100 cm in drei Tagen ist die Lawinengefahr nicht immer „gross“ oder „sehr gross“ (vgl. Abb. 1). Da die Schneedeckeneigenschaften je nach Klimaregion (eher schneereich vs. eher schneearm) unterschiedlich sein können, ist die Neuschneemenge, die für grosse spontane Lawinen als kritisch gilt, je nach Klimaregion unterschiedlich. In eher schneereichen Regionen treten grosse spontane Lawinen z.B. ab einer Neuschneemenge von 80 cm vermehrt auf, in eher schneearmen Region beträgt der kritische Wert aber z.B. nur 50 cm. Die Wiederkehrdauer für diese kritischen Neuschneemengen kann in beiden Regionen ähnlich sein, z.B. ca. 5-10 Jahre.

Im Tourenbereich hat sich der von Werner Munter eingeführte Begriff der kritischen Neuschneemengen etabliert, um abzuschätzen, ob die „erhebliche“ Gefahrenstufe erreicht ist. Für grosse spontane Lawinen gab und gibt es seit langem

¹ vgl. Ammann (1996, S. 52). Aufgrund der Diskussion anlässlich der Tagung einigte man sich auf die Formulierung „weitestgehend voraussehbar“. Diese Formulierung hat auch in der 3. Auflage des Schweizerischen Schneesportrechtes Eingang gefunden (Stiffler, 2002).

eine Tabelle, die als Referenz gilt (Tab. 1). Sie stellt einen Bezug her zwischen der Neuschneemenge und der Lawinenaktivität. Wie oben dargestellt sind die in der Tabelle aufgeführten Neuschneemengen als grobe Richtwerte zu interpretieren, da die lokalen Verhältnisse vor Ort zu deutlich anderen kritischen Werten führen können – etwa allein aufgrund der geographischen Lage in einer bestimmten (Schnee-)Klimaregion.

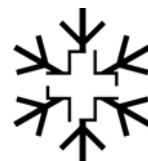
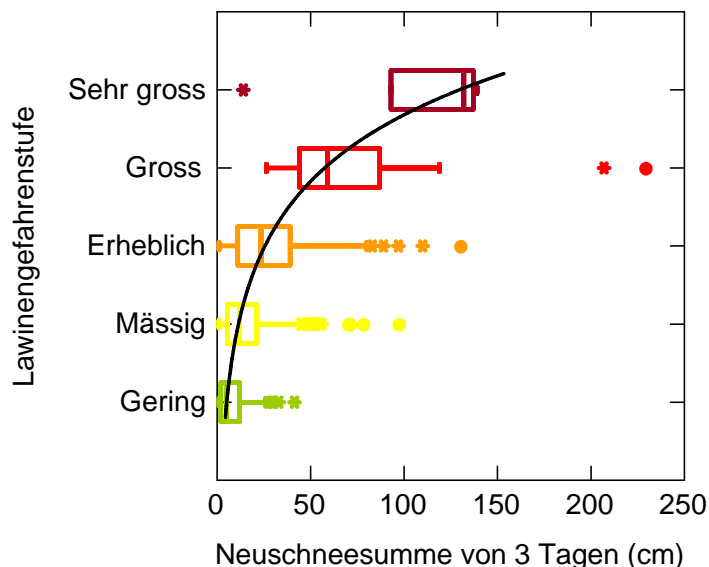


Abbildung 1: Zusammenhang zwischen der Neuschneesumme von drei Tagen und der Lawinengefahrenstufe (verifiziert). Datengrundlage: 10 Jahre (1985/86 bis 1994/95), Versuchsfeld Weissfluhjoch 2540 m ü.M.

Tabelle 1: Beurteilungstabelle für grosse spontane (Schaden-)Lawinen²

| Neuschneesumme | Auswirkung auf einzelne Objekte, Verbindungswege und Ortschaften |
|-----------------|--|
| bis 30 cm | Kaum Gefährdung |
| 30 – 50 cm | Vereinzelte Objekte und Verbindungswege unter ungünstigen Umständen gefährdet |
| 50 – 80 cm | Einzelne Lawinen bis in die Talsohle möglich, einzelne Objekte und Verbindungswege gefährdet |
| 80 – 120 cm | Mehrfach grosse Lawinen bis in die Talsohle sind zu erwarten, vereinzelte Objekte, Verbindungswege und einzelne exponierte Teile von Ortschaften sind gefährdet. |
| mehr als 120 cm | Katastrophensituation, auch seltene oder bisher nicht beobachtete grosse Lawinen bis in die Talsohle sind möglich, höchste Gefahr für Siedlungen und Verbindungswege |

² Die obige Tabelle dient der Beurteilung der Gefährdung von einzelnen Objekten, Verbindungs- und Ortschaften während und unmittelbar nach Grossschneefallperioden durch grosse spontane (Schaden-)Lawinen (trockener Schnee). Die angegebenen Neuschneesummen bezeichnen den Neuschneezuwachs innerhalb einer zusammenhängenden Schneefallperiode von 1-3 Tagen und beziehen sich auf die durchschnittliche Schneeablagerung in repräsentativen Ver-

Lawinengefahr - Lawinenergebnis

Die prognostizierte Lawinengefahrenstufe bezieht sich auf eine Region. Bei Gefahrenstufe „sehr gross“ sind gemäss der Europäischen Lawinengefahrenskala „zahlreiche grosse Lawinen zu erwarten“. In einer Region kann es Dutzende von Lawinenzügen haben. Was heisst dies nun für die Auslösewahrscheinlichkeit in einem bestimmten Lawinenzug? Muss in jedem Lawinenzug mit dem Niedergang einer Lawine gerechnet werden?

Eine Auszählung für das Urserental (Region Gotthard) hat ergeben, dass zum Beispiel im verheerenden Lawinenwinter 1951 etwa aus einem Drittel aller potentiellen Anrissgebiete Lawinen abgegangen sind.

In katastrophalen Lawinensituationen kann es also in Regionen, für die die Gefahr als „sehr gross“ prognostiziert worden ist, teilweise nur in 10% der Lawinenzüge zu einem Lawinenabgang kommen. Waren die angeordneten Sperrungen oder Evakuationen also verfehlt? Vergleicht man die Anzahl der Sperrungen mit der Anzahl der während Sperrungen eingetretenen Lawinenergebnisse, so ist ein Verhältnis von 5-10 recht typisch, d.h. zum Beispiel nur bei jeder siebten Sperrung kommt es zu einem bedeutenden Lawinenabgang. Diese hohe Anzahl von Fehlalarmen ist die Folge der Unsicherheit der Prognose, resp. der mangelnden Vorausehbarkeit eines konkreten Lawinenabganges in einem bestimmten Lawinenzug.



Die Wahrscheinlichkeit eines Lawinenabganges in einem bestimmten Lawinenzug dürfte in den meisten Fällen auch bei „sehr grosser“ Lawinengefahr im Bereich von weniger als 10% liegen – ein Abgang ist also nicht vorhersehbar. In einzelnen Lawinenzügen kann die Wahrscheinlichkeit aber auch grösser sein. Für solche Lawinenzüge, falls sie Infrastruktur, insbesondere Verkehrswege gefährden, sind permanente, bauliche Schutzmassnahmen angezeigt, da das Risiko (Todesfälle/Jahr) ohne Massnahmen im Bereich von etwa 10^{-2} liegen dürfte.

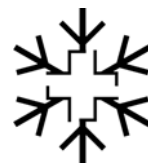
Voraussehbarkeit einzelner Lawinenergebnisse

Auch wenn die Lawinenbildung vom komplexen Zusammenspiel verschiedenster Wetter- und Schneedeckenparameter abhängig ist, so gibt es doch eine beständige Grösse: das Gelände. Lawinen brechen denn auch immer wieder – trotz stets anderer Bedingungen – an den selben Orten an. Nur deshalb ist es überhaupt möglich und sinnvoll, Schutzbauten zu erstellen. Daraus folgt, dass insbesondere Grosslawinen in Bezug auf den Ort weitestgehend voraussehbar sind, da nämlich kaum einmal eine derartige Lawine ausserhalb eines bekannten Lawinenzuges zu Unzeiten niedergeht. Überraschungen sind aber nicht ausgeschlos-

suchsfeldern. Vorausgesetzt ist ein allgemein eher günstiger Schneedeckenaufbau. Die Lawinenanbruchhöhen entsprechen dann ungefähr den Neuschneehöhen. Ein ungünstiger Schneedeckenaufbau verschärft die Gefährdung, da dann auch Teile der Altschneedecke mit in den Anbruch einbezogen werden können, womit in der Regel grössere Lawinen entstehen. Die Tabelle ist für eher tiefe Temperaturen gültig, da sich die Gefährdung bei Temperaturen um 0°C reduziert. Schneefallpausen wirken sich stabilisierend aus, insbesondere bei höheren Lufttemperaturen. Eine Abkühlung während der Schneefallperiode, oder gar ein Übergang von Regen in Schnee zu Beginn der Schneefallperiode wirken sich günstig aus, im Gegensatz zu einer Erwärmung nach kaltem Beginn.

sen. Wie oben dargelegt ist hingegen der genaue Zeitpunkt eines Lawinenabganges nicht vorhersehbar, ebenso wenig wie das genaue Ausmass im Auslaufgebiet.

Bei den von Schneesportlern ausgelösten Lawinen ist die Situation etwas komplizierter, da Schneesportler sehr verschiedenes Gelände befahren. Dadurch wird auch der Ort der Auslösung zunehmend von Zufälligkeiten bestimmt, die nicht vorhersehbar sind. Auch für von Schneesportlern ausgelöste Lawinen gilt, dass voraussehbar ist, in welchem Gelände Lawinen grundsätzlich möglich sind. Zeiten erhöhter Auslösewahrscheinlichkeit lassen sich ebenfalls recht zuverlässig prognostizieren, wobei auch bei erhöhter Auslösewahrscheinlichkeit und damit erhöhter regionaler Lawinengefahr die Auslösewahrscheinlichkeit in einem bestimmten Einzelhang in der Regel relativ gering ist. Für von Schneesportlern ausgelöste Lawinen gilt, dass es u.a. aufgrund der Schneedeckenvariabilität nicht möglich ist, den genauen Ort und Zeitpunkt der Auslösung zu prognostizieren. Andererseits ist bei „erheblicher Lawinengefahr“, die Wahrscheinlichkeit gross, dass in einer Region mindestens eine Lawine ausgelöst wird, was aus rechtlicher Sicht dazu führt, dass ein Lawinenabgang bei „erheblicher“ Lawinengefahr (sofern die Gefahr erkennbar war) als voraussehbar gilt – die nahe liegende Möglichkeit eines Lawinenabganges ist gegeben. Oder, wie es in der Interpretationshilfe zum Lawinenbulletin heisst: „Auslösung möglich“, d.h. Schneesportler müssen damit rechnen, dass sie eine Lawinen auslösen können. Die Wahrscheinlichkeit für den einzelnen Schneesportler ist noch immer sehr klein, so dass das Nichteintreten zu fatalen Fehleinschätzungen führen kann.



Fazit

Für den Fall grosser spontaner Lawinen gilt, dass *Lawinen* (Mehrzahl!), d.h. generell die Gefahr spontaner Lawinen, weitgehend voraussehbar sind, das hingegen *die* Lawine, d.h. das Einzelereignis in Bezug auf Ort (inkl. Ausmass) und Zeit, nicht genau voraussehbar ist. Allerdings kann natürlich auch für das Einzelereignis eine erhöhte Auslösewahrscheinlichkeit vorhergesehen werden, so dass meistens klar ist, wann und wo temporäre Schutzmassnahmen angezeigt sind. Die Tatsache, dass Zeitpunkt und Ausmass nicht genau vorhersehbar sind, bedeutet nämlich nicht, dass keine Massnahmen nötig sind, im Gegenteil, die Unsicherheit der Prognose kann gerade einen tiefen Schwellenwert für das Ansetzen von Massnahmen zur Folge haben, d.h. erhöhte Vorsicht ist u.U. angezeigt.

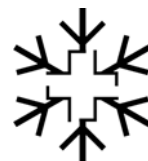
Im rechtlichen Kontext ist die Vorhersehbarkeit anders definiert. Es geht bei einem Lawinenunfall primär darum festzustellen, ob ein sorgfaltswidriges Verhalten vorliegt³. Dazu ist abzuklären, ob vorauszusehen war, dass ein erhöhtes Risiko bestand, ein Risiko, das ein vernünftiger Mensch nicht eingehen würde. In diesem Sinne, geht es also nicht darum, ob der Lawinenabgang voraussehbar war, sondern lediglich, ob die erhöhte Gefahr erkennbar war, eine Gefahr also bei der die naheliegende Möglichkeit eines Lawinenabganges bestand.

³ Der adäquate Kausalzusammenhang ist in der Regel gegeben.

In Bezug auf die eingangs erwähnte Einschätzung aus rechtlicher Sicht ergibt sich, dass grosse spontane Lawinen tatsächlich weitestgehend vorhersehbar sind. Allerdings ist es denkbar, dass in einem konkreten Fall temporäre Schutzmassnahmen getroffen wurden, dass aber das Lawinenausmass ausserordentlich war, was vom Sicherheitsverantwortlichen aus lawinentechnischer Sicht nicht vorausgesehen werden konnte. Ähnlich verhält es sich im Fall, wenn kurz vor Durchführung oder nach Aufhebung einer Sperre eine Lawine niedergeht. In solchen Fällen dürfte in der Regel kein sorgfaltswidriges Verhalten vorliegen.

Bei sog. Skifahrerlawinen kann es aus lawinentechnischer und rechtlicher Sicht durchaus vorkommen, dass ein Lawinenabgang nicht voraussehbar war – etwa wenn bei „mässiger“ Lawinengefahr in einem bereits mehrmals befahrenen Hang noch eine Lawine ausgelöst wurde.

Bei Lawinenunfällen, die sich möglicherweise durch ein Fehlverhalten ereigneten, ist im Rahmen eines Sachverständigengutachtens in der Regel zu prüfen, ob der Gefahrengrad erkennbar war, damit die Frage einer allfälligen Sorgfaltspflichtverletzung beantwortet werden kann; die Lawine selbst muss nicht vorhersehbar sein. Die in der Regel kleine Eintretenswahrscheinlichkeit des Einzelereignisses (einige wenige Prozent oder noch kleiner) ist in diesem Zusammenhang nicht zentral. Allerdings stellt sich unter Umständen die Frage, ob das Ereignis ausserordentlich (z.B. unerwartet gross) war.



Literatur

- Ammann, W. (Editor), 1996. Lawinen und Rechtsfragen. Proceedings zur Tagung vom 10.-14. Januar 1994 in Davos, Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Davos, Schweiz, 172 S.
- Bergamin, P., 2006. Rechtliche Situation beim Lawinenunfall. In: J. Schweizer (Editor), Lawinen und Recht - Proceedings zum Internationalen Seminar vom 6.-9. November 2005 in Davos, Schweiz. Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, Davos, Schweiz, S. 101-103.
- Margreth, S., 2006. Erkannte Gefahr ist halbe Gefahr: Langfristige Lawinenschutzmassnahmen. In: J. Schweizer (Editor), Lawinen und Recht - Proceedings zum Internationalen Seminar vom 6.-9. November 2005 in Davos, Schweiz. Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, Davos, Schweiz, S. 41-48.
- Munter, W., 2003. 3x3 Lawinen - Risikomanagement im Wintersport. Pohl&Schellhammer, Garmisch-Partenkirchen, Deutschland, 223 S.
- Salm, B., 1982. Lawinenkunde für den Praktiker. Verlag des Schweizer Alpen-Club SAC, Bern, Schweiz, 148 S.
- Schaer, M., 1995. Avalanche activity during major avalanche events - A case study for hydroelectric reservoirs. In: F. Sivardiè (Editor), Les apports de la recherche scientifique à la sécurité neige, glace et avalanche. Actes de Colloque, Chamonix, France, 30 mai-3 juin 1995. ANENA, Grenoble, France, S. 133-138.
- Schweizer, J., 2006. Lawinenbildung und Lawinengefahrenbeurteilung - Denken oder Würfeln? In: J. Schweizer (Editor), Lawinen und Recht - Proceedings zum Internationalen Seminar vom 6.-9. November 2005 in Davos, Schweiz. Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, Davos, Schweiz, S. 13-19.
- Schweizer, J., Jamieson, J.B. and Schneebeli, M., 2003. Snow avalanche formation. Reviews of Geophysics, 41(4), 1016.
- Stiffler, H.-K., 2002. Schweizerisches Schneesportrecht. 3. Aufl., Stämpfli, Bern, Schweiz, 228 S.

Wilhelm, C., 1999. Kosten-Wirksamkeit von Lawinenschutzmassnahmen an Verkehrsachsen. Vollzug Umwelt, Praxishilfe, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL, 110 S.

