

Schnee von gestern

Lawinen sind eines der gefährlichsten Naturereignisse im Gebirge. Zwar hat man schon viel über sie gelernt, doch eine sichere Vorhersage ist nach wie vor unmöglich. Um das zu ändern, sammeln Forscher in Davos unermüdlich Daten in den verschneiten Bergen – auch bei Nebel, Wind und Lawinenwarnstufe vier

TEXT: EDITH LUSCHMANN / FOTOS: RAINER KWIOTEK



Forschung mit vollem Körper-
einsatz: Im Winter sind die
Lawinenforscher fast jeden Tag in
den Bergen über Davos



Die Welt ist weiß, hier oben auf knapp 2600 Metern. Unten Schnee, oben Nebel. Nur die rote Jacke des Skifahrers bietet ein wenig Orientierung. Der junge Mann bremst, deutlich abseits der markierten Piste, und blickt prüfend nach unten. Dann geht er in die Knie und springt ab. Kaum berührt der erste Ski wieder den Boden, gerät etwas in Bewegung. Es knackt irgendwo in der Tiefe und der Sportler wird von einem Schneebrett von den Beinen gerissen.

Applaus und Gelächter schallen über den Berg. „Bravo! Und jetzt gleich nochmal!“ Der Mann auf den Skiern, der sich gerade aufrappelt und den Schnee von der Brille wischt, ist Konstantin Nebel, Praktikant am Lawinenforschungsinstitut SLF im Schweizer Bergort Davos. Kein leichtsinniger Tief-schneefahrer, der für einen Adrenalinkick sein Leben riskiert, sondern Versuchskaninchen für die Wissenschaft. „Es gibt verschiedene Belastungsstufen für diesen Test“, erklärt Bastian Gerling, ebenfalls ein junger Wissenschaftler, dem heute der Job des Protokollanten zugefallen ist. „Erstmal mit Skiern auf den Block laufen, dann dreimal wippen, dann von oben springen, erst mit Skiern, dann ohne, und dabei schauen wir, was passiert.“ Heute ist schon beim ersten Sprung ein Teil des zwei Meter breiten Schneeblocks, den die zwei vorher freigeschaufelt hatten, abgerutscht. Doch das reicht noch nicht, Nebel muss al-

so noch mal ran. Das Ziel der Lawinenforscher ist es, so viele Daten wie möglich zu sammeln, um die Mechanismen der Lawinenbildung besser zu verstehen und diese noch besser vorhersagen zu können. Dass ihr Testfahrer heute schon nach dem ersten Sprung im Schnee liegt, passt zur Einschätzung der Kollegen im Tal: Es herrscht Lawinenwarnstufe vier von fünf und damit große Lawinengefahr.

Der Chef der heutigen Expedition ist Alec van Herwijnen, Leiter der Forschungsgruppe Lawinenbildung am SLF. Er ist zufrieden mit dem Ergebnis der Stabilitätstestreihe. Denn egal ob der Auslöser das Klopfen mit der Hand auf eine Schneesäule war, Schaufelschläge oder eben der Skifahrer: Es ist immer die gleiche Schicht, die unter dem Druck von oben zuerst nachgibt und die Schneedecke ins Rutschen bringt. Denn die ist jetzt im März etwa 1,5 Meter hoch und besteht aus 20 bis 30 Schichten, von denen einige sogar mit ungeübtem Auge gut zu erkennen sind. Mit jedem neuen Niederschlag legt sich frischer Schnee auf den schon vorhandenen: mal fein und pulvrig, mal pappig und mal eisig.

„Es geht immer darum, die Schneedecke zu charakterisieren und so Hinweise auf ihre Stabilität zu erhalten“, erklärt van Herwijnen, während er seinem Assistenten Höhe und Strukturmerkmale der einzelnen Schichten diktiert und so ein sogenanntes Handprofil erstellt. Mit der Handkante klopft er gegen die unterste Schicht und klopft ein paar grobkörnige, eisige Kristalle heraus. „Die sind zum Beispiel schon recht alt, das ist Schnee vom Oktober oder November.“ Im Dezember war wenig Schnee gefallen, er lag nur etwa 40 Zentimeter hoch. Je dünner aber die Schneedecke, desto extremer ist der Temperaturunterschied zwischen dem Boden, an dem knapp unter Null Grad herrschen, und der Oberfläche, wo der Schnee die Wärmeeinstrahlung größtenteils reflektiert und es in kalten Nächten bis zu minus 25 Grad kalt sein kann. Um diesen Temperatursprung auszugleichen, verändern sich die Schneekristalle nah am Boden: Sie verschmelzen zu großen und kantigen Körnern mit wenigen Kontaktpunkten zueinander, wie sie der Forscher gerade zeigt. Auch mit nachfolgenden Schichten verbinden sie sich nur schlecht. „So entsteht eine schwache Basis und die geht eben nie weg, bis der ganze Schnee weggeschmolzen ist. Und das ist genau das Problem, das wir dieses Jahr haben.“ >

Wert, den feinsten Pulverschnee an richtig kalten Tagen zwar erreichen kann, der bei null Grad aber unrealistisch ist. Doch das Messgerät lässt sich nicht davon abbringen, der Fehler auf die Schnelle nicht finden und beheben. Es bleibt also bei der altbewährten Methode: Mit einem kleinen Zylinder wird eine genau definierte Menge Schnee aus jeder Schicht entnommen und gewogen. Form und Größe der Schneekörner bestimmen die Wissenschaftler mithilfe einer Lupe und einer Metallplatte, auf der ein Raster aufgezichnet ist. Dabei zwingt die Lufttemperatur von etwa null Grad Celsius zum schnellen Arbeiten. Denn gerade die kleineren Flocken schmelzen fast sofort weg. Was nichts an der Faszination ändert, die dieses unstete Element ausübt. Ein Blick durch die Lupe zeigt kunstvolle, fein verzweigte Strukturen, Sterne mit kleinen Ärmchen, die unter dem eigenen Atem zu einem Wassertropfen verschmelzen.

Diese besonderen Eigenschaften sind es, die die Wissenschaftler immer wieder vor neue Rätsel stellen. Wäre Schnee ein homogeneres Material wie Glas oder Eisen, wäre die Bruchmechanik, die jeder Lawine zugrundeliegt, leichter berechenbar. Aber zum einen erschwert die Schichtstruktur die theoretische Berechnung, und zum anderen seine Eigenschaf- ➤

Achtung Lawinen!

Besondere Vorsicht ist geboten ...

- ... am ersten schönen Tag nach starkem Schneefall.
- ... bei Neuschnee und Wind.
- ... je steiler und schattiger ein Hang ist.
- ... bei frischen Lawinen und „Wumm“-Geräuschen.
- ... bei schneller und markanter Erwärmung.
- ... bei einer Hangneigung zwischen 30° und 45°.

Abschätzen des Lawinenrisikos in drei Bereichen:

1) Verhältnisse: Welche Lawinenprobleme treten auf?

Neuschnee und Triebsschnee können als Brett abgleiten, Nassschnee schwächt die Schneedecke etc.

2) Gelände: Wo sind heikle Stellen?

Schattenhänge, Triebsschneehänge, im Lawinenbulletin erwähnte Hänge etc.

3) Mensch: Ist das Risiko durch richtiges Verhalten zu begrenzen?

Wahl der Route und des Zeitpunkts, Ausrüstung etc.

Mehr Informationen:

Merkblatt „Achtung Lawinen“:

www.slf.ch/dienstleistungen/merkblaetter/index_DE

Sammlung der regionalen Lawinenwarndienste:

www.alpenverein.de/DAV-Services/Lawinen-Lage/



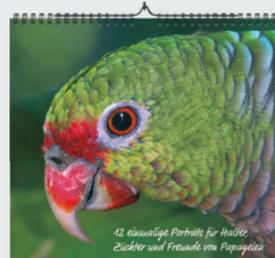
Ein ganzes Jahr Freude: Die neuen Kalender 2018!

Exklusive Porträts und Fotografien



Naturnahe, authentische Aufnahmen von Papageien im Freiland!

DIN A 3 (quer)
ISBN 978-3-945440-23-0
nur 19,90 €



PAPAGEIEN 2018
DIN A 3 (hoch)
ISBN 978-3-945440-21-6
nur 15,40 €

Farbenfrohe, artenreiche Freude mit diesen Exemplaren: Wellensittich, Kanarienvogel, Graupapagei u.v.m.



Die 12 beliebtesten Heimvögel
DIN A 4 (hoch)
ISBN 978-3-945440-22-3
nur 12,50 €

Planer & Kalender des WP-Magazins: Die 12 beliebtesten Heimvögel Deutschlands zeigt Ihnen dieser Kalender und bringt farbenfrohe, artenreiche Freude!

Auch als Geschenk hervorragend geeignet!

Die Kalender bestehen aus 12 Monats- und einem Deckblatt, sind auf umweltfreundlichem FSC-135-g-Hochglanzpapier gedruckt und mit praktischer Spiralbindung versehen.

Bestellung: Tel. 07252 97073-10 | Fax 07252 97073-25 | bestellung@arndt-verlag.de

Arndt-Verlag e. K. | Brückenfeldstraße 28 | 75015 Bretten

Versandkosten: 4,50 € DHL-Tarif (Inland). Ab 50,00 € Einkauf versandkostenfrei!



ARNDT-VERLAG
WIR LIEBEN VÖGEL!

ten. „Schnee ist hauptsächlich Luft mit ein bisschen Eis drin“, sagt van Herwijnen. „Und dieses Material versteht man noch nicht komplett. Weil es so warm ist, so nah am Schmelzpunkt.“ So entstehen etwa durch Druck und Wärme neue Verbindungen – wie bei einem Schneeball, den man in den Händen zusammendrückt. Und ebenso kann dieses Netzwerk aus Eiskristallen auch in sich kollabieren: ein zusätzlicher Bruchprozess, den man von anderen Materialien nicht kennt. „Das weiß man erst seit einigen Jahren, und war für die Lawinenbildung sehr wichtig. Denn das hat alles Einfluss auf die Mechanik.“

»Schnee ist Luft mit ein wenig Eis. Aber wir verstehen dieses Material noch nicht komplett«

Alec van Herwijnen, Lawinenforscher am SLF



Das letzte Experiment, das heute im Tiefschnee aufgebaut wird, soll helfen, die Bruchentstehung und -ausweitung in den Schwachschichten besser vorherzusagen – also die Prozesse, die bestimmen, ob eine Lawine abgeht und wie groß sie wird. „Wir sägen in die Schwachschicht, bis eine kritische Risslänge erreicht ist, ab der sich der Riss von selbst ausbreitet“, erklärt Konstantin Nebel, während er schwarze Knöpfe in die Seite eines senkrecht zum Hang stehenden Schneeblocks steckt. „Dann gleitet der Block ab.“ Die Markierungen sollen der Kamera als Orientierung dienen, die den kontrollierten Abgang der Mini-Lawine verfolgt. Drei kleine schwarze GPS-Geräte messen

die Beschleunigung der abrutschenden Schneedecke. Als Gerling die Säge an die Altschneeschiicht setzt, die sich auch in den vorangegangenen Versuchen als schwächste erwiesen hat, dauert es nur Sekunden, bis der Schnee über der Säge in Bewegung gerät und der Block in der Mitte auseinanderbricht.

Van Herwijnen zuckt mit den Schultern. Idealerweise sollten die oberen Schichten auf einem glatten Bruch abrutschen. Aber auch so ist der Ausgang des Experiments keine Enttäuschung. „Das passt schon zu den Beobachtungen“, so der Gruppenleiter. „Die Schneedecke ist recht weich und schwer, deswegen kann sich der Riss nicht so gut ausbreiten. Und über dem Schnee von vor etwa einer Woche liegen 60 bis 100 Zentimeter Neuschnee, die Schichten haben kaum Halt aneinander. Da wird schon klar, warum wir gerade Lawinengefahrenstufe vier haben.“

Als alle wieder warm und trocken im Forschungszentrum sind, liefert van Herwijnen alle Daten, die er heute vom Berg mitgebracht hat, an die Kollegen bei der Lawinenwarnung. Denn auch für die aktuelle Beurteilung der Risikolage sind seine Ergebnisse interessant. Überhaupt sind theoretische Forschung und Praxis am SLF eng verknüpft. In auf bis zu minus 40 Grad Celsius heruntergekühlten Laboren ermöglicht etwa ein Mikro-Computertomograf tiefe Einblicke, der die dreidimensionale Struktur ganzer Schneeschichten darstellen kann. Solche Daten sind für Computersimulationen heiß begehrt und ergänzen die Aufzeichnungen aus dem Feld. „Da hat sich viel entwickelt in letzter Zeit“, so der Experte. „Aber verstehen kannst du Lawinen nicht, ohne rauszugehen und zu wissen, was der Schnee in den Bergen macht.“ ■

Schwache Basis und viel Neuschnee: Keine 20 Zentimeter dringt die Säge in den Schnee, bis sich ein ganzer Block löst und bergab rutscht



Lawinen in Zahlen

Der weiße Tod

Geschwindigkeit, die eine Staublawine erreichen kann	300 km/h
Geschwindigkeit, die eine Steinlawine erreichen kann	100 km/h
Geschwindigkeit, die eine Schneebrettlawine erreichen kann	80 km/h
Durchschnittsgeschwindigkeit eines geübten Skifahrers	50-60 km/h
<hr/>	
Jahr, seit dem die einheitliche Europäische Gefahrenskala für Lawinen verwendet wird	1993
Jahr, in dem das Wissen im Umgang mit Lawinen immaterielles Weltkulturerbe wurde	2016
<hr/>	
Temperatur, um die ein Lawinenopfer je nach Bekleidung in der Stunde abkühlt	6-8 ° Celsius
Zeitraum, in dem die Überlebenschancen eines Lawinenopfers noch sehr hoch sind	18 Minuten
Prozentsatz der Verschütteten, die länger als drei Stunden unter einer Lawine überleben	3 Prozent
<hr/>	
Geschätzte Zahl der Lawinenopfer am „Weißen Freitag“ im Ersten Weltkrieg am 13.12.1916	5000
Menschliche Opfer der Lawine, die 218 v. Chr. den Heerführer Hannibal überraschte	18 000
Elefanten aus Hannibals Heer, die diese Lawine in den Tod riss	4
<hr/>	
Gewicht eines Kubikmeters normalen Neuschnees	50-100 kg
Gewicht eines Kubikmeters mehrjährigen Firns (stark verdichteter Altschnee)	500-800 kg
Schneemenge, die im Lawinenwinter 1999 auf den österreichischen Skiort Galtür niederging	160 000 Tonnen
<hr/>	
Fläche, die der Flimser Bergsturz vor fast 10 000 Jahren mit einer Schuttschicht überzog	> 50 km ²
Felsmasse, die von der Zugspitze in die Tiefe stürzte, als vor 3700 Jahren der Eibsee entstand	300 Mio. m ³
Zahl der Schlamm- und Gerölllawinen, die 1997 entlang der kalifornischen Küste abgingen	18 000

12,5 Tage überlebte der österreichische Seilbahnarbeiter Gerhard Freissegger begraben unter einer Schneelawine. Ein Wunder, wie es nur mit einer großen Portion Glück und vor allem eisernem Überlebenswillen zustandekommt.

Es war der 20. Januar 1951, als sich der 26-jährige Freissegger auf einen Tausch mit seinem Kollegen einließ und den Wochenenddienst an der Mittelstation einer kleinen Seilbahn am Großglockner übernahm. Seit Tagen hatte es geschneit und nun zog auch noch ein Sturm auf. Doch dem Mann blieb nichts anderes übrig, als auf dem Berg auszuharren und das Beste zu hoffen. Vergeblich. Nachts um zwei brach dann eine Lawine los und begrub die Hütte unter sich. Freissegger fand sich unter einer meterhohen weißen Decke wieder, nur in Unterwäsche auf die Matratze gedrückt und den linken Arm von Schneemassen eingeklemmt. Den rechten Arm hatte er instinktiv vors Gesicht gerissen – ein Reflex, der

ihm eine kleine Atemhöhle verschaffte und so wohl das Leben rettete. Jedoch, so schien es zuerst, nicht für lange. In den nächsten Tagen kamen Rettungsmannschaften, später Arbeiter, die Material transportierten, aber keiner fand den Verschütteten in seinem kalten Grab. Alles Rufen blieb ungehört. Er begann an der Eishöhle zu kratzen, erst mit den Fingernägeln, später mit einem Holzspan, den er fand, und suchte verzweifelt einen Weg nach draußen, während er immer schwächer wurde. Am zehnten Tag gelang es ihm schließlich, an die Oberfläche vorzustößen. Doch er musste sich zwingen, weiter in der Schneehöhle abzuwarten, bis die Materialträger zwei Tage später wiederkamen und ihn bemerkten – im eisigen Wind außerhalb seines Loches hätte er sonst keine Chance gehabt. Um 30 Kilo abgemagert, mit Erfrierungen dritten Grades und Blasen-, Nieren- und Lungenentzündung lieferten ihn seine Retter ins Krankenhaus ein, wo sie ihm die erfrorenen Beine amputieren mussten. Doch er überlebte.



Mit Fingerspitzengefühl, Augenmaß und viel Erfahrung erstellt Alec van Herwijnen ein Profil der Schneedecke und charakterisiert jede einzelne Schicht (o.). Bei der Größenbestimmung der Schneekörner helfen ein Raster und eine Lupe

Wenn eine dieser Schwachschichten bricht, hat der darüberliegende Schnee keinen Halt mehr – eine Schneebrettlawine geht ab. Die zusammenhängende Masse an Schnee, die bei diesem Lawinentyp ins Tal stürzt, macht sie deutlich gefährlicher als eine Lockerschneelawine. Diese breitet sich birnenförmig von einem Punkt auf der Oberfläche aus, richtet aber kaum großen Schaden an. Gefährlich, aber selten ist die Staublawine, bei der Schnee mit Luft verwirbelt wird und eine Druckwelle vor sich herschiebt.

„Etwa 95 Prozent aller Opfer haben ihre Lawine selber ausgelöst oder es war jemand aus ihrer Gruppe“, so van Herwijnen. Meist sind das Freerider, also Skifahrer auf Steilhängen abseits der Piste, oder Skitourenzügler. „Dass Personen auf Straßen oder in Siedlungen von Lawinen erfasst und getötet werden, das passiert fast nicht mehr.“ Denn der Lawinenschutz wurde seit den 50er Jahren stark verbessert. Bekannte Gefahrenstellen werden regelmäßig gesprengt und an

den Hängen stehen Schutzzäune oder Lawinenverbauungen, die vor spontanen Abgängen schützen. Gegenüber den 70er und 80er Jahren hat auch die Opferzahl bei den Freizeitsportlern signifikant abgenommen. Kamen im Zeitraum von 1976/77 bis 1995/96 im Mittel noch 28 Personen jährlich in Lawinen ums Leben, waren es in den letzten 20 Jahren in der Schweiz im Mittel noch 23 pro Jahr. Und trotz erhöhter Aktivität im freien Gelände war in diesem Zeitraum kein zunehmender Trend bei den Lawinenofern erkennbar. In Nachbarländern lassen sich ähnliche Tendenzen feststellen, im Gesamtalpenraum schwanken die Zahlen um etwa 100 Lawinentote im Jahr.

Schneelawinen sind damit zwar eine der bedeutendsten Naturgefahren in den Bergen, aber aufgrund ihrer Häufigkeit auch die einzige, für die man – anders als etwa für Erdbeben oder Steinschläge – relativ verlässliche Vorhersagen treffen kann. So weiß man, dass nach starkem Schneefall und Wind, aber auch in markanten Erwärmungsphasen die Lawinengefahr zunimmt. „Die Lawinenwarnung arbeitet hauptsächlich mit Wetterdaten, Informationen über die Schneedecke und Lawinen“, erklärt van Herwijnen. Über die Schweiz verteilt sind viele Messstationen und es gibt ein ganzes Netzwerk von rund 200 erfahrenen Beobachtern. „Aber es gibt immer eine sehr breite graue Zone: Wo Lawinen typischerweise runtergehen, das ist bekannt. Aber ob und wann genau wirklich eine runterkommt, das ist nicht vorhersagbar.“

An der generellen Gefahrenlage wird wohl auch der Klimawandel nicht viel ändern. „Lawinen sind wetterabhängig und nicht klimaabhängig“, betont van Herwijnen. Und Wetter werde es immer geben: Es wird kalt, es wird schneien und wieder tauen, ganz unabhängig davon, wie sich das Klima langfristig entwickelt. „Man kann auch einen schneereichen Winter in einer warmen Periode haben. Von daher ist es sehr schwierig, die Einflüsse voneinander abzukoppeln.“ Allerdings wird sich der Beginn des Frühlings, der die gefährlichen Nassschneelawinen mit sich bringt, im Zuge der Erderwärmung verschieben. „Aber viel mehr als das kann man bis jetzt nicht sagen.“

Für ein noch genaueres Abbild der Schneedecke setzen die Forscher jetzt eine elektronische Sonde auf den Schnee, die einen Messfühler in die Tiefe treibt und dabei den Eindringwiderstand misst. So lassen sich ebenfalls die Schichten bestimmen und einige mikrostrukturelle Parameter ableiten. „Das ist natürlich viel objektiver. Um die Daten jedoch richtig zu interpretieren, macht man immer noch ein Handprofil“, erklärt der Doktorand Gerling. Dass Erfahrung und Gefühl im Schneegestöber nicht zu verachten sind, zeigt sich wenige Minuten später, als die Männer die Dichte des Schnees bestimmen wollen: 39 Kilogramm pro Kubikmeter meldet das Gerät. Ein