

SCHICHTGRENZEN IM SCHNEE **Reflexionen in Infrarot.** Schneedecken haben Schichten. Deren Grenzen zu erkennen, hilft vielen, vom Lawinenwarndienst bis zum Wintersport. Je objektiver, desto besser. Forscher am SLF haben hierfür ein Gerät entwickelt. DIAGONAL hat sie bei einem Test begleitet.

Langsam, ganz langsam, neigt sich der Schlitten zur Seite. Lars Mewes macht einen schnellen Schritt nach vorne und stabilisiert ihn. Benjamin Walter zieht das Gefährt weiter hinter sich her. Gemeinsam kämpfen sich die Physiker des WSL-Instituts für Schnee- und Lawinenforschung SLF in Davos mit ihrer Last durch den Tiefschnee unterhalb des Pischagrats. Rund vierzig Kilogramm an technischen Geräten schleppen sie mit sich.

Das wichtigste Gepäckstück: ein schwarzer Kasten – der SnowImager. Entwickelt haben ihn Martin Schneebeli und Walter. Damit erkennen die Wissenschaftler Schichtgrenzen im Schnee. So heisst die Grenze zwischen zwei Lagen im Aufbau der Schneedecke. Diese entstehen sowohl, wenn Neuschnee auf Altschnee fällt, als auch, wenn sich auf einer Schneeschicht Oberflächenreif bildet, der dann zu einer eigenen Schicht gefriert. Einzelne Schichten unterscheiden sich beispielsweise durch verschiedene Dichten und die Art der Schneekristalle. Ihre Grenzen und Beschaffenheit sind unter anderem für den Lawinenwarndienst wichtig, um Schwachschichten zu identifizieren. Denn die können brechen, entweder spontan oder weil Druck auf ihnen lastet, beispielsweise durch einen Skifahrer. Dann besteht die Gefahr, dass der über der Schwach-



Am Anfang steht das Schaufeln: Benjamin Walter und Lars Mewes graben sich durch den Schnee. Rechts der Schlitten, vollbeladen mit zahlreichen Messgeräten.



Messen mit Infrarot: Der Prototyp des SnowImagers im Einsatz.

schicht liegende Schnee als Schneebrettlawine hangabwärts donnert. Noch vermessen Lawinenwarnerinnen und Lawinenwarner die Schneedecke meist zeitintensiv von Hand. Der SnowImager soll das deutlich beschleunigen. «Darüber hinaus erhalten wir eine Auflösung, die bis zu zehnmal höher ist», sagt Walter – und objektiv.

Vor dem Messen steht das Schaufeln. Mewes und Walter graben gleichmässig im Takt. Schneekristalle am Hang reflektieren das gleissende Sonnenlicht. Hundertdreissig Zentimeter geht es nach unten, dann stossen die Forscher auf Grund und erweitern das Loch. Schliesslich zieht Walter mit Säge, Mauerkelle und Pinsel eine Wand der Grube glatt. «Wir brauchen eine plane Fläche zum Messen», erklärt Mewes.

### **Von der Grundlage zur Anwendung**

Endlich ist es so weit. Die Wissenschaftler holen den SnowImager vom Schlitten. Dann geht alles ganz schnell. Von unten nach oben hält Mewes den Kasten mehrmals an die Schneewand. Das dauert insgesamt kaum mehr als zwei Minuten. Leuchtdioden senden für menschliche Augen unsichtbares Infrarotlicht auf die Schneewand. Zwei kleine Kameras im SnowImager messen, wie viel davon die Schneekristalle reflektieren: Je kleiner sie sind, desto mehr Licht kommt zurück. Im Anschluss folgt ein zweiter Durchgang. Diesmal deckt eine Blende mit einem Schlitz die Vorderseite des SnowImagers ab. «So bestimmen wir zusätzlich zur Grösse der Schneekristalle auch die Dichte der einzelnen Schichten», erläutert Walter. Je geringer die Dichte, desto tiefer dringt das Licht in die Schneeschicht ein. Und je tiefer es eindringt, desto weiter breitet es sich wegen der Reflexion an den Kristallen seitlich aus. Die Kameras messen aber nur den Anteil des Lichts, der durch den Schlitz zurückkommt. Die Kombination aus beiden Werten liefert eine Analyse, wie die Schneedecke aufgebaut ist.

mehr Bilder:



Der lange Weg zum fertigen SnowImager zeigt, wie wichtig Grundlagenforschung ist. In den 1970er-Jahren hörte der fotografiebegeisterte Teenager Martin Schneebeli erstmals von Infrarotfilmen. Aber erst 1995 ergriff er die Chance, sie auszuprobieren. Da forschte er bereits am SLF und zog mit einem Kollegen, Kamera und Infrarotfilm zum Flüelapass. «Die Idee war, ein Schneeprofil farbig darzustellen, de facto durch unterschiedliche Grautöne», erinnert sich Schneebeli. Der Versuch war erfolgreich, die Schichten waren deutlich zu sehen. Zwischen 2005 und 2007 entstand dazu eine erste Doktorarbeit, später ein Gerät, um die Korngrösse des Schnees zu bestimmen. Die Dichte zu messen, war weiterhin mühsame Handarbeit. «Erst während der Coronazeit kam uns der Geistesblitz: ‘Heureka, ein Schlitz vor dem Profil ist die Lösung’», sagt der ehemalige Leiter der SLF-Forschungseinheit Schnee und Atmosphäre. Die Idee für den SnowImager war geboren, Benjamin Walter machte sich an die Arbeit.

### **Bereit für die Serienproduktion**

An einem sonnigen ersten Februar fahren Mirjam Eberli und Simon Grüter vom Lawinenwarndienst in einen Hang abseits der Pisten des Parsenn-Gebiets bei Davos ein. Auch die beiden schaufeln zuerst. Aber danach geht es nicht so schnell weiter wie bei Mewes und Walter. Zunächst untersuchen sie mit einer Rammsonde, wie gut die Schneedecke verfestigt ist. Dann fährt Grüter vorsichtig mit dem Zeigefinger über die gegrabene Schneewand und ruft Eberli zu, in welcher Höhe er Übergänge von einer Schicht zur anderen fühlt. Danach analysieren sie mit Lupe und Raster Schicht für Schicht Grösse und Art der Schneekristalle. Schliesslich bestimmen sie aufwändig die Dichte der gesamten Schneedecke. Das Ergebnis ist bei dieser Methode individuell, denn wenn Menschen messen, schätzen sie die Lage subjektiv ein, so dass es zu leichten Unterschieden beim Ergebnis kommen kann. Der SnowImager beseitigt diese Unschärfe. Zudem misst er die Dichte pro Schicht und liefert daher detailliertere Daten.

Noch wiegt er fünf Kilogramm. Doch er soll handlicher, leichter, alltagstauglich werden – und serienreif. Davos Instruments will den SnowImager vor Ort produzieren. Das Projektteam sieht allein in der Schweiz langfristig einen Bedarf für bis zu sechshundert Stück und spricht vom ersten tragbaren und gleichzeitig bezahlbaren Gerät, um Schichten im Schnee zu vermessen. Zur Zielgruppe gehören nicht nur Lawinenwarndienste. Aus dem Aufbau der Schneedecke schliessen Expertinnen und Experten, wann und wo Hochwasser drohen. Klimaforschende gewinnen Erkenntnisse zum Klimawandel. Profisportlerinnen und -sportlern helfen die Daten bei der Wahl des richtigen Materials.

Am Ende ihres Messtages haben Mewes und Walter eine weitere, anstrengende Aufgabe vor sich. Sie müssten das mühsam gegrabene Loch wieder zuschütten, erklärt Walter: «Nicht, dass ein Freerider reinfährt und sich verletzt.»

*(job)*