

WSL-MAGAZIN

DIAGONAL

SCHWERPUNKT

Forschung XXL: die Natur als Labor

Nr. 1

16

Permafrost:

Je kälter, desto
mehr Leben,
S. 20

Geschichte der

Landschaft: Von der
Eiszeit bis zur
Gegenwart, S. 27

Lawinen:

Welche Sprengmethode
ist am wirksamsten?
S. 28

EDITORIAL

Liebe Leserin, lieber Leser

Mit «Grossversuchsanlagen» haben wir uns in dieser Ausgabe für einen methodischen Schwerpunkt entschieden. Oft ist Forschung nur mit aufwendiger Elektronik, Mechanik, Konstruktion und Informatik möglich. Und mit Geduld, z. B. wenn es gilt zu warten, bis die Lawine oder der Murgang tatsächlich im mit Messsensoren bestückten Versuchsgelände hinunterdonnert oder die Bäume gewachsen sind. Mit diesem Schwerpunkt gewähren wir Ihnen Einblick in diese infrastrukturintensive Forschung.

Aufmerksame Leserinnen und Leser werden feststellen, dass der gewöhnlich in der Frühsommer-Ausgabe abgedruckte Jahresbericht fehlt.

Dies, weil wir unsere Bücher neu nach den International Public Sector Accounting Standards (IPSAS) führen. IPSAS verlangt die Publikation eines umfassenden Finanz- und Geschäftsberichts. Sie finden ihn auf unserer Homepage unter www.wsl.ch/more/geschaeftsbericht. Die freigebliebenen Seiten nutzen wir für weitere Artikel zu unseren fünf Forschungsschwerpunkten.

Ich wünsche Ihnen bei der Lektüre viel Spass!



Christoph Hegg
Stellvertretender Direktor WSL



Forschung XXL: die Natur als Labor



DIE NATUR BESTIMMT, WANN'S LOS GEHT
Was passiert im Innern eines Murgangs? Wann transportiert ein Bach Steine und Geröll? Grossversuche in Wildbächen liefern Antworten.

→ 2



DOPPELPASS

Lorenz Meier, Geschäftsführer der Firma Geopraevent: «Heute würde man wohl keine neue Grossversuchsanlage mehr bauen.»

→ 10



MÖBEL STATT BRENNHOLZ

Die WSL führt im Tessiner Wald einen Grossversuch durch. Ziel ist, eine Bewirtschaftungsmethode zu finden, die Kastanienholz wirtschaftlich wieder interessant macht.

→ 15

KERNTHEMEN


- 20** Biodiversität
- 22** Wald
- 26** Landschaft
- 28** Naturgefahren
- 32** Schnee und Eis

PORTRÄTS

- 19** Arthur Gessler, Biologe
- 31** Andreas Zurlinden, Molekularbiologe
- 34** Bettina Richter, Meteorologin
- 35** IMPRESSUM, AUSBLICK
- 36** DAS DING: Scherapparat

SCHWERPUNKT Was passiert im Innern eines Murgangs?
Wann transportiert ein Bach Steine und Geröll?
Grossversuche in Wildbächen liefern Antworten.

Die Natur bestimmt, wann's los geht



Bei Niederschlägen vermischt sich das gelbliche, lockere Gesteinsmaterial mit Wasser zu einer breiartigen Masse, die als Murgang ins Tal fließt. Dabei werden auch grössere Blöcke mittransportiert.



Eine neue Anlage am Rand des Illgrabens misst mit Infrarot und Geofonen die Sturz- und Rutschprozesse im Einzugsgebiet, die zu Murgängen führen.

Der Illgraben bei Leuk (VS). Seit Mai 2000 hat die WSL 75 Murgänge gemessen.

Bild: Christoph Graf, WSL

Der Alarm röhrt ohrenbetäubend. Ein vorbeifahrender Mountainbiker schaut verwundert um sich und bleibt stehen. Das Plakat unter der blinkenden Warnlampe warnt: «Lebensgefahr! Es ist jederzeit mit Murgängen zu rechnen – auch bei schönem Wetter.» Erst als WSL-Techniker François Dufour ihm zuruft: «Pas de souci, ce n'est qu'un test», fährt er weiter über das fast ausgetrocknete Bachbett. Dem Rinnsal, das im Illgraben bei Leuk (VS) zwischen Kies und Geröll plätschert, traut man nichts Böses zu. Tatsächlich kann es sich aber in nur Sekunden zur todbringenden Schlamm- und Wasserwalze wandeln. Bei Niederschlag, manchmal mit Schmelzwasser kombiniert, donnern Hunderte Tonnen Schlamm und gröberes Gesteinsmaterial als Murgang ins Tal. Ein solcher Murgang hat deutlich mehr Energie als ein Hochwasser mit Geschiebe und richtet dementsprechend hohen Schaden an. Durch die geologische Konstellation im Illgraben finden solche Ereignisse hier mehrmals pro Jahr statt, was den Ort zum idealen Studienobjekt für Murgänge macht.

Freiluft-Grosslabor

Die WSL hat seit Mai 2000 im Illgraben eine ganze Reihe von Messinstrumenten installiert, so etwa Geofone, die seismische Bodenbewegungen messen. Die Geofone registrieren die Erschütterungen, die den Anfang eines Murgangs markieren, und starten automatisch Videoaufnahmen. Radar- und Lasergeräte erfassen an mehreren Stellen Fliesshöhe und Geschwindigkeit der Schlamm- und Geröllmassen. Im untersten Kesselbereich, wo der Illgraben in die Rhone mündet, messen Sensoren in einer Seitenmauer die Kräfte im Inneren der Murgangmischung. →

Und unter der Brücke der Kantonsstrasse erfasst eine Waage das Gewicht des vorbeifliessenden Materials.

«Wir haben hier die einzigartige Möglichkeit, das Innenleben von Murgängen zu untersuchen: ihre Zusammensetzung, ihr Fliessverhalten, ihre Charakteristik», erläutert Techniker Dufour. Mit den Daten verbessern die Forschenden ihr Verständnis der Prozesse, die während eines Murgangs ablaufen, und optimieren Computersimulationen. Diese dienen Ingenieuren und Planern dazu, Gefahrenkarten zu erstellen und allfällige Schutzmassnahmen zu bemessen.

Warnsystem für Dorf und Touristen

Dufour ist Ingenieur und einer der Techniker, die neben den Messgeräten für die Wissenschaft auch die Instrumente des Warnsystems im Illgraben betreuen. Kontrollen und Wartungsarbeiten sind besonders nach grösseren Murgängen nötig. Sein Weg zu den Messgeräten ist jedes Mal ein anderer, da die Schotterstrasse nach und nach der Erosion zum Opfer fällt. Heute muss er für die letzte Strecke auf allen Vieren über Felsen klettern und sich an Sträuchern und Ästen emporziehen, um das oberste Instrument zu erreichen.

Das Warnsystem installierte die WSL 2007 im Auftrag der Gemeinde Leuk/Susten. Sobald die Messgeräte einen Murgang registrieren, erhalten lokale Sicherheitsverantwortliche automatisch eine SMS-Mitteilung. Gleichzeitig zeigen optische und akustische Alarmer an drei Bachüberquerungen die Gefahr an. Als Basis für das Warnsystem dienten die Erkenntnisse der wissenschaftlichen Beobachtungen und ein mit der Gemeinde entwickeltes Notfallkonzept. Um einen grösseren Murgang frühzeitig erkennen zu können, werden im Einzugsgebiet zudem automatisch die Niederschläge gemessen und regelmässig Feldbegehungen durchgeführt, in Extremsituationen auch Helikopterflüge. Neben

Mehr zur Murgangforschung der WSL im Illgraben:
www.wsl.ch/more/illgraben



Hoch über dem Illgraben misst ein Radar die Bewegungen von Erdrutschen im Gebiet. Diese Erdrutsche liefern das Material, aus dem Murgänge bestehen.

Bild: Brian McArdell, WSL

der eigentlichen Schutzfunktion dient das Warnsystem als Pilotanlage für die Entwicklung von Warnvorkehrungen andernorts.

Murgang oder Hochwasser – es geht immer ums Geschiebe

Auch im Alptal (SZ) misst die WSL, wie viel Material ein Bach mit sich führen kann, wenn auch mit anderem Hintergrund. Hier regnet es oft und heftig, die Böden sind tonig, das Wasser versickert nur schlecht: Das Risiko für Hochwasser ist hoch. Was gefährlich für die umliegenden Siedlungen sein kann, ist für die Wissenschaft ein Glücksfall: Hier herrschen ideale Bedingungen, um zu erforschen, welche Faktoren Hochwasser begünstigen. In den 1960er-Jahren rüstete die WSL verschiedene Wildbäche im Alptal mit Messeinrichtungen aus, um herauszufinden, wie der Wald die Bildung von Hochwasser und die Wasserqualität beeinflusst. Seit den 1980er-Jahren untersuchen die Forschenden hier unter anderem auch den Transport von Geschiebe und Schwemmholz und erstellen seit einigen Jahren Modelle für die Hochwasservorhersage.

Dieter Rickenmann, wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Gruppe Wildbäche, steht mit zwei japanischen Forschern am Erlenbach im Alptal. Es ist trotz Sonne frisch, die Luft ist feucht, die Finger werden schnell klamm. Beim grossen Rückhaltebecken zeigt Rickenmann den Gästen, wie die WSL den Geschiebetransport in einem der aktivsten Wildbäche der Schweiz untersucht. Dass die Besucher von so fern anreisen, hat seinen Grund: Die Geschiebemessanlage der WSL ist bis heute weltweit einzigartig.

Die hydrologische
Forschung der WSL
im Alptal:
[www.wsl.ch/more/
alptal](http://www.wsl.ch/more/alptal)

Wenn Steine auf Metall treffen

Mitarbeitende der WSL entwickelten eine Methode, wie sie das Geschiebe indirekt überwachen und messen können. Geofone zeichnen die Erschütterungen auf, die Geschiebekörner verursachen, wenn sie über Stahlplatten schram-



Das Geschiebe, das der Erlenbach bei Hochwasser transportiert, sammelt sich im Rückhaltebecken an. Das Material wird regelmässig vermessen und danach ausgebaggert.

men. Die Stahlplatten sind ins Bachbett eingelassen, die Geofone befinden sich auf der Unterseite der Stahlplatte. Geeicht werden die Signale mit direkten Messungen der Geschiebefracht. Dazu haben die Forschenden Fangkörbe beim Einlauf des Rückhaltebeckens montiert. Diese laufen auf waagrechten Tragschienen und werden bei starkem Abfluss von Seilwinden automatisch in den Abflussstrahl gezogen. Dort fangen sie Steine und Geröll auf, das der Bach an seinem Grund transportiert. Auch das Material, das sich im Rückhaltebecken ansammelt, dient dazu, die Messungen der Geofone zu kalibrieren. Dazu wird das Volumen des abgelagerten Geschiebes vermessen.

«Dank den Messungen konnten wir die Berechnungsansätze für den Geschiebetransport stark verbessern und ein Computersimulationsmodell entwickeln. Mit diesem können wir nun auch über längere Abschnitte in Gebirgsflüssen berechnen, unter welchen Bedingungen wie viel Geschiebe transportiert wird», erklärt Rickenmann. Im Nationalen Forschungsprogramm 61 «Nachhaltige Wassernutzung» kam das Modell zur Anwendung: Die Forschenden untersuchten, wie sich die Klimaänderung auf den Geschiebetransport und die Lebensbedingungen für die Bachforelle auswirken könnte.

Heute bewegen sich die Fangkörbe nicht, der Erlenbach führt praktisch kein Wasser, geschweige denn Geschiebe. Dass der Wildbach auch anders kann, dokumentieren Bilder der letzten grossen Überschwemmung vom Juni 2007. Nach einem Gewitter füllte damals der Erlenbach innerhalb von zwei Stunden das Rückhaltebecken mit Steinen, Schlamm und Schwemmholz. «Ein solch extremes Ereignis findet hier etwa alle zehn Jahre statt, jedes Jahr haben wir 15 bis 20 Hochwasser mit Geschiebetransport», sagt Rickenmann. Im nahe gelegenen Weiler Brunni richtete der Bach 2007 zum Glück keine Schäden an.

Mehr Informationen zu den Grossversuchsanlagen der WSL: www.wsl.ch/more/gva

Zuerst im Feld, dann im Labor


Planung, Bau und Unterhalt einer Anlage wie am Erlenbach sind aufwendig. Das Rückhaltebecken muss regelmässig ausgebaggert werden, damit es jederzeit auch ein grosses Hochwasser mit viel Geschiebe auffangen kann. Etwa 1000 Kubikmeter verlädt der Bagger jeweils in 85 LKWs, die das Material auf eine Deponie bringen. «Vor allem für die Abflussmessungen, die wir auch für die Berechnungen des Geschiebetransports brauchen, ist der Unterhalt intensiv. Jede Woche kontrolliert ein Mitarbeiter die Messdaten und putzt verdreckte Instrumente», erklärt Rickenmann.

Vielleicht können die Geofone in Zukunft im Labor geeicht werden, was einfacher und günstiger wäre. Doktorand Carlos Wyss hat dies in seiner Doktorarbeit an der WSL untersucht. Seine Resultate sind ermutigend, auch wenn die im Labor kalibrierte Methode noch nicht ganz so genau ist, wie gewünscht.

Heisser, trockener Illgraben und nasser, kühler Erlenbach: Gemein ist den beiden WSL-Grossversuchsanlagen, dass nicht der Mensch, sondern die Natur die Versuche auslöst. Rickenmann erklärt: «Wir beobachten natürliche Prozesse, die man in diesem Ausmass gar nicht künstlich auslösen könnte». (*gpe/lbo*)




Geofone, die sich auf der Unterseite dieses Stahlplattenbandes befinden, zeichnen Erschütterungen auf und messen so den Geschiebetransport kontinuierlich. Die drei metallenen Fangkörbe werden bei starkem Abfluss automatisch nacheinander in den Abflussstrahl gezogen.

An aerial photograph of a snow-covered mountain peak. The snow is white and textured, with some dark patches visible. A prominent dark, circular depression is visible in the center of the peak. The sky is a clear, pale blue. A white line points from the text box to the dark depression.

Idealerweise wird die Sprengladung aus dem Helikopter abgeseilt und auf der Schneeoberfläche gezündet. Bei starkem Wind wird der Sprengstoff aus dem Helikopter ins Anrissgebiet geworfen.

Damit das seltene Experiment gelingt, muss vieles stimmen: Schneemenge, Wetterlage, Schneedeckenaufbau, Temperatur, klare Sicht für Helikopter und Messgeräte.



Das SLF betreibt im Wallis ein einzigartiges Testgelände für Katastrophenlawinen. Radar und Sensoren messen Geschwindigkeit, Druck, Dichte und Temperatur der Schneemassen. Die Daten helfen, Simulationsmodelle und -programme weiterzuentwickeln.

Vallée de la Sionne,
Arbaz (VS).

Von Grossversuchs- zu Pop-up-Anlagen

Kontrolliert Lawinen auslösen, Murgänge vermessen und Steine in Schutznetze werfen – wozu dient das? Ein Gespräch mit Perry Bartelt, WSL, und Lorenz Meier, Geopraevent, über Grossversuchsanlagen.

Welche Rolle haben Grossversuchsanlagen (GVA) in eurem beruflichen Werdegang gespielt?

PB: Eine sehr grosse. Wir haben explorativ angefangen, haben Videos von Lawinen, Murgängen oder Steinschlägen gemacht und geschaut, was wir dabei entdecken. Heute spüren wir ausgewählten Aspekten wie der Staubwolke nach. Wir sagen «In einer Lawine sollten wir das-und-das sehen» – und überprüfen es im Lawinendynamik-Testgelände im Vallée de la Sionne (VdLS).

LM: Ich habe im VdLS viele Sensoren kennengelernt – und Sensoren beschäftigen mich noch heute. Ich bin auch einmal im VdLS im Bunker mit den Messgeräten gewesen, aber die Lawine liess sich nicht auslösen. Das ist der Nachteil solcher GVA: Sie sind teuer und mit viel Technologie ausgestattet, aber die Ereignisse sind selten.

Wie häufig gelingt es denn im VdLS, eine Lawine auszulösen?

PB: Ein grösseres Ereignis alle zwei, drei Jahre ...

LM: Wenn die Lawine kommt, habt ihr sehr viele schöne Daten. Aber ihr müsst warten können. Das ist eine etwas passive Art der Forschung. Wir als kleines Start-up-Unternehmen können nicht drei Jahre warten. Wir müssen unsere Produkte schneller auf den Markt bringen. Deshalb gehen wir dorthin, wo

etwas passiert, zum Beispiel nach Brienz (GR), wo sich regelmässig Steinschlag ereignet. Wir haben ein vereinfachtes Messkonzept mit wenigen Geräten, in diesem Fall eine Kamera und ein Radar. So kommen wir rasch zu Daten.

PB: Auch wir können nicht so lange warten, wenn es konkrete Fragen gibt. Aber um ein Naturgefahren-Simulationsprogramm wie RAMMS überhaupt entwickeln zu können, haben wir die Daten aus den GVA benötigt. Jetzt können wir in Feldsituationen, wie in Brienz, mit mobilen kleinen Anlagen – nennen wir sie Pop-up-Anlagen – schnell und flexibel Daten erheben und damit RAMMS in anderem Gelände überprüfen.

Wie wichtig sind die Erkenntnisse aus den GVA für Geopraevent?

LM: Sie sind indirekt wichtig. Damit wir zum Beispiel für ein Warnsystem die Lawine am richtigen Ort erkennen, simulieren unsere Partner im Computer, wo sie durchfliesst. Die Computerprogramme dafür beruhen auf Erkenntnissen aus den GVA. Und in GVA können neue Technologien wie Radar ausprobiert werden, die wir später einsetzen. Wir selber können nicht völlig neue Technologien entwickeln.

Die WSL hat in den letzten Jahren GVA stillgelegt. Gehört die Zukunft den Pop-up-Anlagen?



Lorenz Meier (LM) ist Geschäftsführer der Firma Geopraevent, die Warn- und Überwachungsanlagen für Naturgefahren entwickelt. Von 2009 bis 2013 arbeitete er am SLF.



Perry Bartelt (PB) leitet das Forschungsprogramm «Rapid Mass Movements RAMMS» an der WSL. Die gleichnamige Software modelliert Lawinen, Steinschlag und Murgänge.



Ein 19 Meter hoher Messmast steht im Vallée de la Sionne mitten in der Lawinenbahn. Er ist mit zahlreichen Messgeräten für Geschwindigkeit, Druck, Dichte und Temperatur der Lawinen ausgerüstet.

PB: Steinschlag lässt sich besser mit Feldversuchen untersuchen, zum Beispiel auf Wiesen, im Wald, in Schutthalden und mit verschiedenen Steinformen.

GVA sind also ein Auslaufmodell?

PB: Ich denke, für Steinschlag ja, für Lawinen eher nicht. Wenn

das Klima sich verändert und es zukünftig vielleicht mehr Nassschneelawinen gibt, ist es gut, wenn wir dazu Daten aus dem VdIS haben.

LM: Für Pop-up-Anlagen spricht auch, dass Computer heute viel kleiner und leistungsfähiger sind. Man muss nicht mehr ein ganzes Rack in einen Bunker stellen. Und mit Laser-

Mehr Infos zur
Lawinen-Grossver-
suchsanlage:
[www.slf.ch/more/
vdls-de](http://www.slf.ch/more/vdls-de)

Film dazu:
[www.slf.ch/more/
film-lawine](http://www.slf.ch/more/film-lawine)

scans kann man in einer Stunde ein exaktes Geländemodell bekommen. Heute würde man wohl keine neue GVA mehr bauen, denke ich.

PB: Aber es gibt noch ungelöste Probleme. Wir erhalten zum Beispiel viele Anfragen zu Eis- und Staublawinen im Himalaya. Die riesigen Höhendifferenzen, die schnellen Bewegungen, die Staubwolke, die sich auf 6000 Meter ganz anders verhält: Um die Physik zu verstehen, verwenden wir Daten von Staublawinen aus dem VdIS. Oder Murgänge, die viel seltener und schwieriger vorhersehbar sind als Lawinen. Da sind wir in der Forschung noch weniger weit und verstehen vor allem die Massenbilanz noch nicht. Die Murgang-GVA im Illgraben braucht es deshalb weiterhin.

Entspricht das den Bedürfnissen von euch Praktikern?

LM: Ihr fokussiert auf die Grundlagen. Auch wir wollen, dass man diese versteht. Insofern entspricht das unseren Bedürfnissen. Ich habe aber eine provokative Forderung: Ich finde, RAMMS müsste Open Source sein.

PB: Dazu fehlen uns die Mittel. Das Geld, das wir mit RAMMS einnehmen, fließt direkt in die Weiterentwicklung und die Unterstützung der Anwender, wie zum Beispiel Support und Schulung.

LM: Dann müsstet ihr genau das verkaufen! Oder Zertifizierungen: Wer RAMMS brauchen will, muss sich von euch ausbilden lassen. So hättet ihr eine Qualitätskontrolle, dass die Modelle richtig angewandt und die Resultate richtig interpretiert werden.

Vor fünfzig Jahren sind 88 Arbeiter am Mattmark-Staudamm durch einen Gletscherabbruch ums Leben gekommen. Liesse sich eine solche Tragödie heute dank GVA vermeiden?

PB: Heute würde man vermutlich im Voraus modellieren, wo die Unterkünfte zu stehen kommen. Ich würde es gerne mal nachsimulieren, um die Frage beantworten zu können.

LM: Wie man heute mit instabilen Gletschern umgeht, sieht man am Weissmies im Wallis. Im Sommer 2014 hat sich dort häufiger als

Weitere Informationen zum Forschungsprogramm RAMMS: www.slf.ch/more/ramms-de



Im Beobachtungsbunker der Lawinen-Grossversuchsanlage überwachen Wissenschaftler und Techniker die Messungen, und Radare messen die Geschwindigkeit der Lawine.

Bild: Martin Hiller, SLF



Mobile Systeme ergänzen heute die Grossversuchsanlagen. Hier vermisst ein Forscher eine Lawine mithilfe einer Drohne, um später die genaue Schneeverteilung zu berechnen.

früher Eisschlag ereignet, da ein Teil des Gletschers instabil geworden ist. RAMMS-Simulationen haben gezeigt, wie viel Eis abbrechen muss, bis es zur Piste oder gar bis ins Tal gelangt. Seither überwachen wir den Gletscher mit Radar. Grössere Abbrüche erkennen wir einige Tage im Voraus an der erhöhten Fließgeschwindigkeit. Auch die Grösse des Abbruchs können wir abschätzen. Dann treffen die Behörden Schutzmassnahmen.

Und so etwas wäre vor fünfzig Jahren nicht möglich gewesen?

LM: Nein, weil die Modelle fehlten, und die hatte man auch deshalb nicht, weil man noch keine Daten aus GVA hatte. Aber auch die Messtechnologie war noch nicht so weit.

PB: Auch die Geländemodelle und die Rechenkapazität haben damals gefehlt. Aber vor allem hat man die Prozesse noch nicht so gut verstanden, dass man sie modellieren konnte – heute dank GVA schon. Der Nutzen der GVA für die Gesellschaft ist also gross. *(bio)*

«Heute würde man wohl keine neue Grossversuchsanlage mehr bauen.»

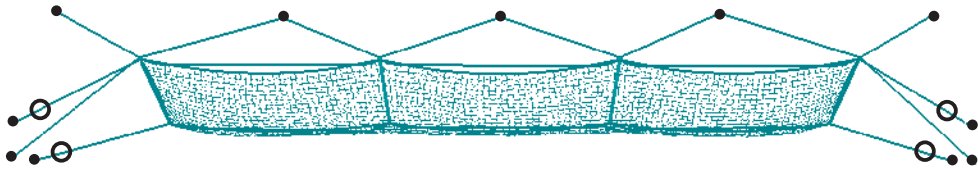
INFOGRAFIK Schutznetze gegen Steinschlag

In einem alten Steinbruch bei Walenstadt (SG) prüft die WSL Steinschlagschutznetze nach internationalen Richtlinien. Wichtig sind dabei die Lasten auf die Verankerungen, der Bremsweg sowie Zustand und Höhe des Netzes nach dem Versuch.

T = 0 SEK

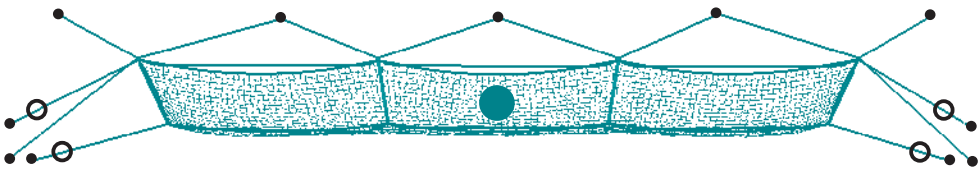
Der Stein wird aus 32 Metern fallen gelassen.

● 6,5t oder 5 Mittelklassewagen



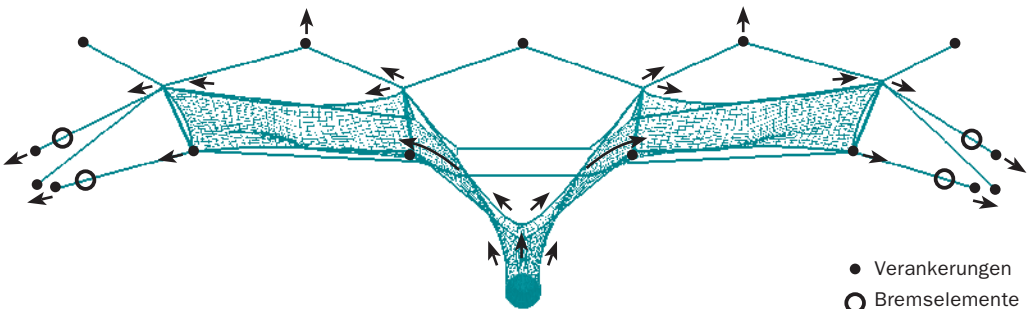
T = 2,55 SEK

Aufprall



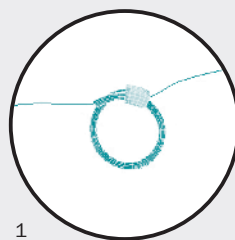
T = 2,94 SEK

Maximale Auslenkung

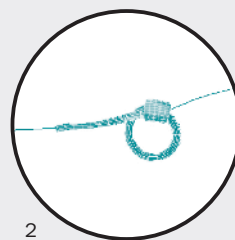


Die WSL entwickelt auch Computermodelle, die die oft aufwendigen Feldtests simulieren. Die Wissenschaftler stehen dabei vor grossen Herausforderungen: Wie lassen sich der Abbremsvorgang des Steins, die Verformungen des Netzes und die Maximallasten in den Verankerungen modellieren, und wie präzise sind die Simulationen im Vergleich zur Realität?

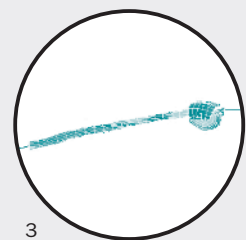
BREMSELEMENTE an den Seilenden vernichten die Energie des aufprallenden Steins, indem sie sich ab dem Moment des Aufpralls plastisch verformen.



1



2



3

Die WSL führt im Tessiner Wald einen Grossversuch durch. Ziel ist, eine Bewirtschaftungsmethode zu finden, die Kastanienholz wirtschaftlich wieder interessant macht.

Er war 45, als er die Experimente in den Tessiner Kastanienwäldern plante. Trotzdem wird er wohl nicht mehr erleben, was dieser Grossversuch bewirken wird, jedenfalls nicht als WSL-Mitarbeiter. Andreas Zingg steht kurz vor der Pensionierung. Fast sein ganzes Berufsleben widmete er der Ertragskunde, die untersucht, wie sich der Wald und damit Volumen und Wert von Holz bei unterschiedlichen Bewirtschaftungsformen entwickeln. Und das, obwohl er eigentlich gar nie beabsichtigte, an der WSL zu arbeiten: «Im Studium wollte ich zwei Sachen mit Sicherheit nicht», erzählt der ETH-Forstingenieur heute schmunzelnd, «Bestandesaufnahmen machen und in einer Versuchsanstalt arbeiten.»

Dennoch hat er seine Zeit an der WSL nie bereut, auch wenn es als Waldforscher einen langen Atem braucht. «Bäume und Wälder wachsen, bezogen auf ein Menschenleben, extrem langsam. Ein Problem, das wir heute untersuchen, könnte später überhaupt niemanden mehr interessieren, dann, wenn endlich konkrete Ergebnisse vorliegen», sagt Zingg. Mit diesem Risiko muss er leben. Umso wichtiger ist es, die Forschung so aufzugleisen, dass die Ergebnisse auch für andere Fragestellungen verwendet werden können. So wie im Tessin.

Mehr verdienen an Kastanienholz

Seit die Römer die Edelkastanie ins Tessin gebracht haben, hat diese Baumart für unseren südlichsten Kanton eine immense Bedeutung: Überall dort, wo ursprünglich Linden- oder Eichenmischwälder stockten, wachsen heute Kastanienwälder, und die Kastanie ist auf der Alpensüdseite die wichtigste Laubholzart. Die Tessiner nutzten ihre «castagni» während Jahrhunderten auf vielfältige Weise: In den Selven produzierten sie Früchte, ihr lange Zeit wichtigstes Nahrungsmittel. In den Niederwäldern – Wälder die man alle 12 bis 20 Jahre komplett abholzt – schlugen sie Brennholz oder verarbeiteten die Stämme zu Reb- oder Zaunpfählen. Heute sind diese Zeiten vorbei: Da die Niederwälder zu wenig Gewinn abwerfen, nutzen die Waldbesitzer sie seit mehr als 50 Jahren praktisch nicht mehr, und die Kastanien wachsen ungehindert in die Höhe.

Zingg und seine Kollegen haben sich zum Ziel gesetzt, dies zu ändern. Zingg: «Mit unserem Grosseperiment wollen wir Kastanienholz als Produkt wieder attraktiver machen. Wir testen, mit welcher Methode sich Kastanien-Niederwälder bewirtschaften lassen, damit sich das Holz in Zukunft nicht nur zum Heizen, sondern auch für Möbel oder Parkettböden verwenden lässt.» Im Vergleich zu einem Kubikmeter Brennholz, der heute rund CHF 50 kostet, lässt sich mit Wertholz das Vielfache verdienen. Werden die Niederwälder für ihre Besitzer wieder interessanter, steigen auch die Chancen, diese prägenden Landschaftselemente im Tessin zu erhalten.

Eine frühere Studie der WSL ermutigte Zingg zu den Tessiner Versuchen. Kastanienholz lässt sich von der Qualität her gut mit Eichenholz vergleichen. Im Gegensatz zur Eiche leidet die Kastanie aber unter der Ringschale, einem Holzfehler, bei dem sich das Holz durch Spannungen oder Verletzungen entlang eines Jahrrings lösen kann. Entsprechend fällt oder klappt ein Brett komplett auseinander, das die Ringschale anschneidet. Doch nicht immer. Zingg: «Ein früherer Doktorand und jetziger Mitarbeiter der WSL, Patrick Fonti, hat herausgefunden, dass die Ringschale eher ausbleibt, wenn der Baum an einem Standort mit guter Wasser- und Nährstoffversorgung wächst, regelmässige Jahrringe bilden kann und höchstens 40 bis 60 Jahre alt wird.» In der Folge richtete Zingg in den 1990er-Jahren drei Versuchsflächen ein, zusammen mit Marco Conedera und Mitarbeitern der WSL-Aussenstation in Cadenazzo sowie Forschenden aus dem italienischen Arezzo. Alle drei Versuchsflächen befinden sich im Kastaniengürtel. Sie unterscheiden sich vor allem bezüglich Höhenlage, Exposition, Hangneigung und vorangehender Bewirtschaftung. Eine dieser Flächen liegt in Bedano, einem Dorf im Bezirk Lugano.

Versuchslabor fast so gross wie drei Fussballfelder

Noch heute zeugen grosse, schöne Früchte der Sorte Torcion négro – der besten Kastanienart des Tessins – davon, dass das Versuchsgelände früher als Selve diente. Der reine Kastanienbestand wird aber seit über 50 Jahren als Niederwald genutzt. In diesem rund zwei Hektaren grossen Waldstück wenden die beiden Forscher, wie auch in den zwei anderen Versuchsflächen, drei verschiedene waldbauliche Optionen an, jeweils in dreifacher Wiederholung. Zingg: «1998 liessen wir den gesamten Bestand abholzen. Die Stöcke der abgeholzten Bäume treiben wieder neu aus, eine Fähigkeit, die bei der Kastanie besonders ausgeprägt ist. Auf einem Teil der Fläche, der Kontrolle, wachsen die Bäume seither ungehindert.»

Bei der zweiten Bewirtschaftungsform wählten die Forscher nach acht Jahren Z-Bäume aus – Bäume, die schön gerade wuchsen und eine regelmässige Krone bildeten. Diese befreiten sie von den schärfsten Konkurrenten und entasteten sie ein Jahr später bis auf eine Höhe von 6 Meter, um beste Wuchsbedingungen für eine schöne Kronenform und eine hohe Qualität des unteren Stammstücks zu schaffen. Diese Behandlung wiederholten sie seither ein weiteres Mal.

Bei der dritten Behandlungsvariante liessen sie nach acht Jahren die Hälfte aller dominanten Stockausschläge stehen, die andere Hälfte schlugen sie heraus. Auch diese Behandlung wurde seither einmal wiederholt. Seit 1998 vermessen Mitarbeitende der Aussenstation Cadenazzo ausserdem jährlich jeden Baum auf den zwei Hektaren gemäss einem Protokoll, das bei allen ertragskundlichen Versuchsflächen angewendet wird. Position, Baumart, Durchmesser, Höhe oder «soziale Stellung» gehören beispielsweise zu den Messgrössen. Sollte sich am Ende des Experiments herausstellen, dass sich im Tessin niemand mehr für Kastanienholz interessiert, lässt sich diese Datenmenge für andere Fragestellungen verwenden, zum Beispiel, wie sich Kastanienwälder mit dem Klimawandel entwickeln.

Der Grossversuch ist auf insgesamt rund 30 Jahre angelegt. Dann sollte die ganze Fläche, entsprechend der Niederwaldbewirtschaftung, wieder voll-



Marco Conedera (links) und Andreas Zingg begutachten einen Z-Baum – ein Kastanienbaum, der nach Ende des Versuchs Möbelholz liefern soll.

ständig abgeholzt werden. Doch bereits heute, nach 17 Jahren, zeigen sich erste Tendenzen. Conedera: «Die Variante mit den Z-Bäumen scheint sich bei uns am besten zu entwickeln.» In der Tat weisen diese Kastanienbäume einen stattlichen Durchmesser von rund 30 Zentimeter auf und überragen die Kronen der anderen Bäume deutlich. Diese Entwicklung steht im Gegensatz zur Praxis in Italien. Conedera: «Unsere Z-Bäume wachsen zum Teil aus Samen. Deshalb sind sie auch so schön aufrecht. Im trockeneren, mediterranen Klima Italiens können die Samen nur in Ausnahmejahren keimen, dort ist es Erfolg

versprechender, auf Stockausschläge zu setzen und die Hälfte der Stämme herauszuschlagen.»

Trotz diesen ersten Tendenzen scheint im Tessin noch kaum jemand auf die neue Art der Niederwaldbewirtschaftung setzen zu wollen; bisher liess sich erst ein Förster davon überzeugen. Für Zingg keine Überraschung: «Förster sind grundsätzlich eher konservativ», und er ergänzt augenzwinkernd: «Ihre Sozialpsychologie wäre wohl ein ganzes Thema für sich.»

Holz – Alternative zum Erdöl

So wie im Tessin betreut die WSL heute 131 Ertragskunde-Versuchsflächen im Schweizer Wald, insgesamt rund 130 Hektaren. Einzelne bestehen bereits seit 1886, den Gründungszeiten der Versuchsanstalt. Entsprechend wertvoll sind die langjährigen Datenreihen. Im Gegensatz zu den Versuchsanlagen im Tessin sind die meisten dieser Versuche Fallstudien. Zingg: «In der Ertragskunde wurde bisher kaum mit Experimenten gearbeitet, die eine statistisch repräsentative Aussage zulassen.

In Zukunft möchte die WSL vermehrt auf solche Studien wie in den Tessiner Kastanienwäldern setzen.» Genauso wie auf das Arbeiten mit Computermodellen, mit denen der künftige Wert von Holz für verschiedene Standortbedingungen und Bewirtschaftungsmethoden hochgerechnet werden kann. Für Zingg ist klar: «Der nachwachsende Rohstoff Holz wird bei knapper werdendem Erdöl immer mehr zum Thema. Umso wichtiger ist es, rechtzeitig Verfahren zu testen und zu entwickeln, die für unsere Wälder nachhaltig sind.» Aus dieser Überzeugung schöpfte Zingg die Motivation für seine langjährige Arbeit. Trotzdem freut er sich, nun bald in den Ruhestand zu treten und die Kastanienwälder nur noch in ihrer Schönheit zu geniessen. *(chu)*

Arthur Gessler,
Birmensdorf

«Auf unserer LWF-Demo-
fläche in Birmensdorf
können wir experimen-
tieren und neue Mess-
systeme ausprobieren. Die
Fläche ist aber auch
ein Begegnungsort, wo wir
der Öffentlichkeit, ins-
besondere Schulklassen,
unsere Arbeit zeigen und
den Wald näherbringen.»



DER WALD UNTER DAUERBEOBACHTUNG

Wie wachsen Bäume? Was sind die Eigenschaften des Bodens? Wie wirken sich Luftverschmutzung und Klimawandel auf den Wald aus? Als Leiter des Forschungsprogramms «Langfristige Waldökosystemforschung LWF» geht Arthur

Gessler diesen Fragen nach. Er kommuniziert gerne mit anderen Forschenden, mit Studierenden und interessierten Laien: «Wissenschaft soll nicht in einem geschlossenen System stattfinden, sie benötigt den Austausch.»

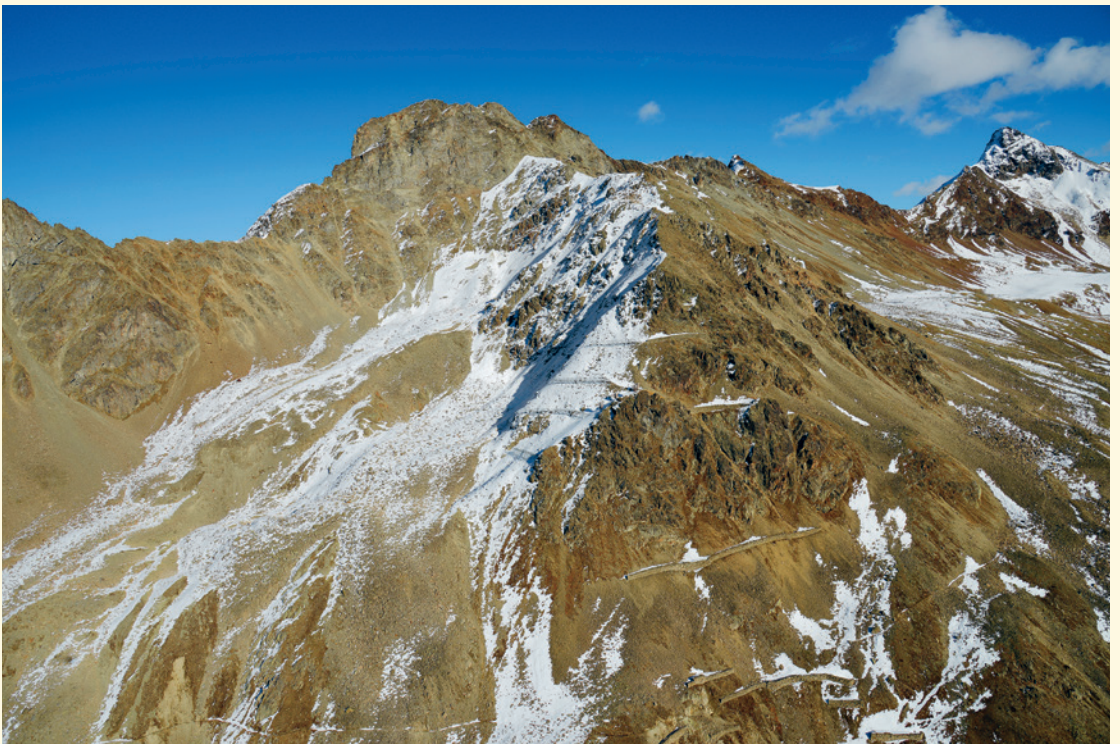
Je kälter, desto mehr Leben: Permafrost in den Alpen ist reich an Mikroorganismen

Muot da Barba Peider, ein Bergkamm unterhalb des Piz Muragl im Oberengadin. Hier auf knapp 3000 m ü.M. beträgt die durchschnittliche Jahrestemperatur -3°C , der Boden in der Tiefe ist ständig gefroren, wie die langjährigen Monitoringdaten des SLF belegen. In diesem Permafrost scheint kein Leben möglich. Oder doch?

Beat Frey und Martin Hartmann, Mikrobiologen an der WSL, suchten erstmals Bodenproben aus dem alpinen Permafrost nach Leben ab. Die Resultate überraschen: Sie fanden bis zu 1000 verschiedene Organismen, über viele ist bislang nichts oder nur wenig bekannt. Und die Vielfalt an Bakterien, Pilzen und anderen Kleinstlebewesen ist im alpinen Dauerfrostboden grösser als im darüberliegenden, aufgetauten

Boden. Die beiden Forscher analysierten die Erbsubstanz der Organismen und gruppierten sie nach Verwandtschaftsgrad. «Wir kultivieren einige nun im Labor, um herauszufinden, was sie zum Überleben brauchen», erklärt Frey.

Die Vielfalt im Permafrost kann potenziell gefährlich sein, wenn darunter Organismen sind, die Mensch und Tier schaden. Taut der Permafrost, gelangen diese Organismen mit dem Schmelzwasser ins Tal und somit in dicht bevölkerte Gebiete. Sie kann aber auch biotechnologisch interessant sein, zum Beispiel für die Entwicklung von umweltschonenden Chemikalien. *(lbo)*



Die Bodenproben vom Muot da Barba Peider (erste Spitze im Bildvordergrund) sind voller Leben. Erstaunlicherweise fanden die Forscher auf der kälteren Nordostseite mehr Organismen als auf der Südwestseite des Bergkamms.

BIODIVERSITÄT Automatischer Soundcheck für Fledermausarten

In finsterner Nacht eine vorbeifliegende Fledermaus bestimmen: Das kann die von Ruedi Bösch und Martin Obrist an der WSL entwickelte Software BatScope. Sie analysiert Fledermauslaute, die mit speziellen Aufnahmegeräten (Batloggern) aufgezeichnet wurden. Die Software zerlegt die Aufnahmen in einzelne Rufe und ordnet diese anhand einer Referenzdatenbank der wahrscheinlichsten Art zu. Martin Obrist: «Dahinter stecken komplexe statistische Modelle, die recht genaue Resultate liefern.» Eingesetzt haben Obrist und Kollegen die Software, um für die 2014 veröffentlichte Rote Liste der Fledermäuse der Schweiz die Fledermausbestände zu erheben. Weiter können Fleder-

mausbeauftragte damit lokale Bestände überwachen oder Bauherren abschätzen, wie stark Fledermäuse gefährdet sind, etwa durch neue Windkraftanlagen. (bki)

www.wsl.ch/more/fledermaeuse



Das Grosse Mausohr (*Myotis myotis*) ist stark bedroht durch Gebäuderenovationen und Umnutzungen von Dachstöcken.

BIODIVERSITÄT Mit genetischen Methoden zum Schutz bedrohter Tiere und Pflanzen beitragen

Auerhuhn und Kammmolch. Zwei unterschiedliche Tierarten mit einer Gemeinsamkeit: Sie sind in der Schweiz selten und vom Aussterben bedroht. Will man mit herkömmlichen Methoden feststellen, ob und wie viele Individuen noch in einem Gebiet leben, muss man die Tiere beobachten oder gar einfangen. Heute kann man ihnen aber auch auf die Schliche kommen, ohne sie zu stören. Dazu reicht es, ihre Spuren genetisch zu untersuchen, sei es Kot des Auerhuhns oder eine Wasserprobe aus einem Tümpel, in dem sich der Kammmolch aufgehalten hat. Obwohl sich mit genetischen Methoden ganz neue Möglichkeiten ergeben, stehen Naturschützer ihnen oft skept-

tisch gegenüber. Das Buch «Naturschutzgenetik», das diesen Frühling im Haupt Verlag erschienen ist, will helfen, diese Hemmschwelle abzubauen. Es liefert Hintergrundwissen und Fallbeispiele, wo sich der Einsatz von genetischen Methoden im Naturschutz lohnt. «Wir hoffen, mit diesem Buch Wissenschaft und Praxis miteinander zu vernetzen», so Rolf Holderegger, WSL-Forscher und Mitautor des Werks. (lbo)

www.haupt.ch

WALD Einheimische Waldföhren keimen besser als süd- und osteuropäische



Saatfläche mit 25 Saatplätzen (10 × 10 cm). Im ersten Jahr des Versuchs testeten die Forschenden Plastikhütchen als Aufwuchshilfen.

Der Klimawandel setzt den Nadelwäldern in den tiefen, südexponierten Lagen des Churer Rheintals und des Domleschgs zu. Bei gut zwei Grad höheren Jahresmitteltemperaturen und gleich viel Niederschlag wie vor 50 Jahren benötigen Waldföhren auf trockenen Standorten heute teilweise mehr Wasser, als sie zur Verfügung haben, und sterben ab. Soll der Wald seine Funktionen weiterhin erfüllen, müssen junge Bäume die absterbenden ersetzen. Eine Kernfrage ist, an welchen Standorten die Bodenfeuchtigkeit für die Keimung der Föhrensamens und das Aufwachsen der zarten Sämlinge noch ausreicht.

Die WSL führte von 2009 bis 2014 gemeinsam mit dem Amt für Wald und Naturgefahren des Kantons Graubünden ein Experiment durch, in dem sie testete, wie Föhren

und Fichten aus dem Rhein- und Rhonetal sowie aus kontinentalen Gebieten Osteuropas und dem Mittelmeerraum keimen und sich weiter entwickeln. «Mit einem Keimungsversuch wollten wir herausfinden, ob Samen aus trockenen Gebieten besser an das zukünftige Klima des Rheintals angepasst sind als inländische», sagt Barbara Moser von der Forschungsgruppe Störungsökologie. Auf südexponierten Waldstandorten mit unterschiedlichen Bodeneigenschaften unterhalb 1000 m Meereshöhe säte ihr Team Samen und veränderte zugleich die Bodenfeuchtigkeit mithilfe von kleinen Dächern, die den Regen unterschiedlich stark fernhielten.

Witterung im Frühjahr massgebend

Für die erfolgreiche Keimung der Samen und das Aufwachsen der Sämlinge war vor allem die Witterung im Frühjahr entscheidend. 2013 war diese feucht, und es überlebten nicht nur deutlich mehr junge Bäumchen als im trockenen Frühjahr 2011, sie wiesen zwei Vegetationszeiten später auch fünfmal so viel Biomasse auf. Trockene Sommer verringerten das Wachstum und den Anteil der in einem feuchten Frühjahr gekeimten jungen Bäume nur geringfügig. Die einheimischen Bäume schnitten bei genügend Regen im Frühjahr besser ab als die ausländischen, im trockenen 2011 hingegen wuchsen alle Sämlinge langsam und produzierten weniger Biomasse.

Barbara Moser zieht aus dem Experiment zwei Schlüsse: Gibt es in den Wäldern des Churer Rheintals

weiterhin gelegentlich feuchte Frühjahre und Störungen, die Licht in den Wald bringen, dürfte sich die einheimische Waldföhre auch auf sonnenverwöhnten Standorten regelmässig verjüngen und damit den Fortbestand dieser Wälder ermöglichen. Nur auf Böden, die wenig Wasser speichern, könnte die Föhrenverjüngung gefährdet sein. Föhren aus heute schon trockenen Regionen Ost-

oder Südeuropas dürften bei gleichbleibenden Frühjahrsniederschlägen kaum eine Alternative zu den einheimischen sein. Sollte es jedoch bis Ende des 21. Jahrhunderts so warm werden, dass praktisch jedes Frühjahr trocken ist, empfiehlt Moser, alternative Baumarten zu testen. (rlä)

www.wsl.ch/more/buendnerwald

WALD Historische Wasserkanäle als Langzeit-Bewässerungsexperiment

An den Süd- und Südosthängen des Rhonetals zwischen Lens und Varen im Wallis ist es extrem trocken. Die Vegetation ist karg, Bäume sind klein, einige abgestorben. Nur nicht an den historischen Wasserkanälen, den Suonen oder Bissen. Diese leiten seit über 500 Jahren Wasser auf Wiesen und Felder, das allerdings zum Teil unterwegs versickert. Davon profitieren die in Kanalnähe stehenden Bäume.

Linda Feichtinger fand in ihrer Doktorarbeit heraus, dass Föhren an lange stillgelegten und erst seit Kurzem wieder Wasser führenden Suo-

nen besser wachsen als jene, die an dauerhaft wasserführenden Kanälen stehen. Die erneute Wasserzufuhr förderte den Abbau der über lange Zeit abgelagerten Streu; die Föhren verfügten damit sprunghaft über zusätzliche Nährstoffe. Derartige Experimente bieten die einzigartige Gelegenheit zu erforschen, wie Bäume bei unterschiedlicher Wasserversorgung wachsen und sind wertvoll für Prognosen, wie sich der Wald in Zeiten des Klimawandels entwickeln wird. (rlä)



Am Südhang des Rhonetals profitieren die Föhren vom Sickerwasser der Grand Bisse de Lens.

WALD Je besser strukturierte Wälder, desto weniger Hangrutschungen



In grossen Waldlücken wie hier bei St. Antönien (GR) können flachgründige Hangrutschungen anreissen.

Wald stabilisiert den Boden grundsätzlich. Trotzdem ist in sehr lückigen Wäldern eine beachtliche Zahl von flachgründigen Hangrutschungen zu beobachten. Bekannt ist, dass Geländeform, Geologie und Bodeneigenschaften beeinflussen, ob solche Rutschungen entstehen. Christine Moos untersuchte in ihrer Masterarbeit am SLF, inwiefern auch die Waldstruktur dafür verantwortlich ist. Die ETH zeichnete diese Arbeit mit dem Preis des Masterstudiengangs Umweltnaturwissenschaften aus.

Moos verwendete für ihre Forschung Laserscanningdaten und führte Felddaten in St. Antönien (GR) durch. Dabei stellte sich heraus, dass die Rutschgefährdung geringer ist, wenn die Bäume näher beieinanderstehen und wenn die Waldlücke in Hangrichtung weniger

als 20 Meter lang ist. Die Untersuchung zeigte ausserdem, dass die direkten Felddaten zuverlässigere Aussagen ermöglichen als die Fernerkundungsdaten. In einer ergänzenden Bachelorarbeit untersuchte Josias Mattli, inwiefern Wurzeln in Abhängigkeit vom Abstand zum nächsten Baumstamm den Boden verstärken. Beide Studien ermöglichen, besser zu quantifizieren, wie stark der Wald den Boden stabilisiert und so vor flachgründigen Rutschungen schützt. *(mhe)*

www.slf.ch/more/sostanah

WALD Einzigartiges Umweltarchiv: Uralte Hölzer lagern in den Böden der Schweiz

Im Mai 2013 machten Forscher der WSL im Zürcher Stadtteil Binz einen sensationellen Fund: Über 250 bis zu 14 000 Jahre alte Föhrenstrünke. Das uralte Holz lässt sie hoffen, die bestehende Chronologie der Jahrringe um rund 1500 Jahre bis zum Ende der letzten Eiszeit vor etwa 15 000 Jahren erweitern zu können – und so die Klimageschichte Mitteleuropas besser zu verstehen. Denn jeder Jahrring kann Informationen über Temperatur und Niederschlag zum Zeitpunkt seiner Entstehung enthalten. Der mit dem Binz-Holz arbeitende WSL-Doktorand Frederick Reinig beschreibt den Arbeitsfortschritt wie folgt: «So wie es aussieht, fehlen derzeit noch Daten, um die Chronologie endgültig zu komplettieren.»

Neue Holzfundstücke bitte melden

Die WSL-Forschenden suchen deshalb mehr Holz, das seit dem Ende der letzten Eiszeit im Boden lagern dürfte, konserviert unter meterdicken Erdschichten. «Jeder Baum zählt!», sagt Reinig, denn selbst kleine Holzfundstücke können Gold wert sein, wenn sie Lücken zwischen bestehenden Messungen schliessen. Wird altes Holz aus Baustellen oder Kiesgruben gemeldet, werden im Labor unter anderem dessen Jahrringbreiten gemessen; im besten Fall sogar jahrtausendealte DNA extrahiert. Die Forscher – sie arbeiten mit Forschungsinstituten in Potsdam, Freiburg i.Br. und Mannheim zusammen – sind für Mitteilungen neuer Funde äusserst dankbar. Dabei wird garantiert, dass sich der Baufortschritt nicht verzögert.

Erste Funde wurden bereits gemeldet: Zusammen mit Forstdiensten

und Baufirmen konnten die Jahrringforscher 2015 in Celerina (GR), Engi (GL) und Aigle (VD) rund 150 Föhren, Fichten und Eichen bergen. ¹⁴C-Messungen im Labor für Ionenphysik an der ETH Zürich zeigen, dass die Proben bis zu 9000 Jahre alt sind. Ein paar ältere fehlen also noch. (rlä)

www.wsl.ch/more/binzholz



Entnahme von Holzscheiben aus altem Eichenholz, das über Jahrtausende in Seesedimenten einer Kiesgrube bei Aigle überdauerte.

LANDSCHAFT Die Renaturierung von Flüssen und Bächen im Spiegel der Medien



Die Behörden sollten die Bevölkerung differenziert über Vor- und Nachteile von Renaturierungen informieren.

Rund 15 000 Kilometer Flüsse und Bäche in der Schweiz sind stark verbaut. Seit 2011 verpflichtet das Gewässerschutzgesetz die Kantone, einen Teil dieser Gewässer ökologisch aufzuwerten, indem beispielsweise Lebensräume für standorttypische Tier- und Pflanzenarten geschaffen werden. Gleichzeitig wird angestrebt, durch breitere Flussbetten die potenziellen Schäden von Hochwassern zu reduzieren. Trotz diesen positiven Auswirkungen sind Renaturierungen oft umstritten, unter anderem, weil sie häufig Kulturland beanspruchen und die Nutzung der Gewässer zum Beispiel für die Energieerzeugung einschränken. Partizipative Verfahren, in denen die Betroffenen ihre Standpunkte einbringen können, helfen, solche Nutzungskonflikte möglichst einvernehmlich zu lösen. Da in diese Verfahren meist nur relativ wenige

Personen direkt einbezogen sind, bildet sich die breite Bevölkerung ihre Meinung vorwiegend aufgrund von Medienberichten. Dabei spielt es eine wesentliche Rolle, wie die Renaturierungen von Bächen und Flüssen dort dargestellt werden.

Regelmässig vertiefende Information der Bevölkerung empfohlen

Um besser zu verstehen, wie die Medien über Renaturierungen berichten, werteten WSL-Forschende systematisch rund 700 Artikel aus, die zwischen 2000 und 2013 in drei Zeitungen in den Kantonen Bern und Wallis erschienen waren. Sie untersuchten unter anderem, welche Akteure zu Wort kamen und welche Argumente vorgebracht wurden. «Die Berichterstattung ist überraschend stark durch befürwortende Argumente ge-

prägt», erklärt Helena Zemp, die für die Auswertung verantwortlich war. Ein Grund dafür kann sein, dass kritische Standpunkte nicht bis zu den Journalisten vordringen. Laut Zemp waren die von den Medien angeführten Argumente zudem meist wenig differenziert. Schliesslich gab es Themenbereiche, die in allen drei Zeitungen kaum aufbereitet wurden, zum Beispiel, wie sich die Eingriffe auf die Landwirtschaft oder die Nutzung der Wasserkraft auswirken. In einem kürzlich erschienenen WSL-Bericht empfehlen die Autoren deshalb, dass Projektverantwortliche die Bevölkerung zum Beispiel an Podiumsdiskus-

sionen oder via Newsletter informieren, insbesondere auch über von den Medien vernachlässigte Themen. Zemp: «Mehr Hintergrundwissen würde der Bevölkerung erlauben, sich ein differenzierteres Urteil über geplante Renaturierungsprojekte zu bilden.» (mbe)

www.wsl.ch/more/medienanalyse

LANDSCHAFT Schweizer Landschaftsgeschichte: Der Blick zurück liefert Anregungen für die Zukunft

Berge, Seen, malerische Dörfer: Wer an die Schweizer Landschaft denkt, hat sofort bestimmte Bilder im Kopf. Doch stimmen diese Bilder, oder besser, stimmen sie heute noch? Die Landschaft um uns verändert sich laufend. Waren es vor 15 000 Jahren Gletscher und Verwitterungsprozesse, die die Landschaft formten, so ist es jetzt vor allem der Mensch, der gestaltend eingreift.

Die Landschaft in der Schweiz muss heute auf engem Raum diversen gesellschaftlichen Bedürfnissen gerecht werden. Ein Blick in die Geschichte kann helfen, den heutigen Wandel einzuordnen, und Anregungen für einen sorgsamen Umgang mit der Landschaft liefern. Mit diesem Hintergrund ist diesen Frühling das Buch «Geschichte der Landschaft in der Schweiz» erschienen. Matthias Bürgi, Landschaftsforscher an der WSL und Mitautor des Werks: «Die Schweiz ist ein eigentliches

Landschaftslabor. Hier finden sich fast alle landschaftlichen Themen, die auch in den übrigen Ländern Europas diskutiert werden.» (lbo)

www.wsl.ch/more/landschaftsgeschichte



Wissenschaftler lassen es knallen: Wie wirksam sind Lawinensprengungen?

Noch zehn Sekunden, bis die Sprengladung zündet. Stephan Simioni geht in Deckung. Ein ohrenbetäubender Knall erfüllt das winterliche Tal bei Hinterrhein, unweit der A13, wo Au-



Stephan Simioni bereitet eine Sprengladung in Hinterrhein vor.

tos mit wärmesuchenden Touristen Richtung Süden rollen.

Um Skipisten oder Strassen wie die A13 zu schützen, sprengen Sicherheitsverantwortliche oft vorsorglich Lawinen. Simioni untersucht in seiner Doktorarbeit, was sich bei einer solchen Sprengung im Schnee abspielt und wie wirksam die eingesetzten Sprengmethoden sind. Heute verfolgt er mit Videokameras, ob und wo nach der Sprengung ein Bruch in der Schneedecke entsteht. Mikrofone nehmen auf, wie sich die Druckwelle, die eine Sprengung hervorruft, über der Schneedecke ausbreitet, und Beschleunigungssensoren messen, wie stark sich die Schneedecke aufgrund des Drucks

verformt. Da Simioni seine Sprengversuche in der Ebene auf einem Schiessplatz durchführt, besteht für niemanden Gefahr. Einen ersten Sprengkurs absolvierte er bereits im Bauingenieur-Studium. Einfach aus Spass. Damals wusste er noch nicht, dass dieses Handwerk bald zu seiner Passion werden würde.

Sprengstoff oder Gas – was eignet sich besser?

Inzwischen hat er an die 100 Sprengladungen gezündet – die grösste Versuchsreihe in dieser Art, die nicht einer der Hersteller von Sprengsystemen selbst durchführte, und die einzige, die verschiedene Methoden vergleicht. Und die Arbeit ist noch nicht abgeschlossen. Geplant sind weitere Versuche, nicht nur im Flachen, sondern auch in Lawinhängen. Simioni möchte damit die Wirkung von Systemen mit Sprengstoff gegenüber solchen mit Gas noch besser vergleichen können – gerade für Praktiker eine wichtige Planungshilfe. Eine Gruppe von Experten verschiedener Kantone und Skigebiete begleitet deshalb die Doktorarbeit. Auch das Bundesamt für Umwelt legt Wert auf handfeste Ergebnisse: So hat Simioni den Auftrag, einen Standardtest zum Vergleich der Sprengmethoden zu präsentieren.

Bereits heute kann er erste Resultate vorweisen: Seine Versuche zeigen, dass die Belastung, die die Sprengung in einer gewissen Distanz von der Explosion in der Schneedecke erzeugt, kleiner ist als bisher angenommen. Um abzuschätzen, was dies für die Praxis heisst, arbeitet Simioni jetzt an einem Computermodell, das

simulieren kann, wie einfache Geländeformen wie Mulden oder die Hangneigung die Wirksamkeit der Sprengungen beeinflussen. Auch mit dem Versuchsaufbau in Hinterrhein ist er zufrieden: «Die Experimente im Flachfeld zeigen ähnliche Resultate wie Messungen an operationellen Systemen zur künstlichen Lawinenauslösung. Von einem Standardtest, der einen aussagekräftigen Vergleich

zulässt, sind wir nicht mehr weit weg.» Die Resultate seiner Arbeit sollen Sicherheitsverantwortlichen wichtige Grundlagen liefern, um abzuschätzen, wo und wie sie Lawinsprengungen am besten durchführen.»
(chu)

www.slf.ch/more/sprengversuche

NATURGEFAHREN Ein neues Beurteilungssystem für Wintertouren im Jura



Blick von der Röti im Weissensteinzug (SO) in Richtung Mittelland. Die Lawinen-Geländeklassifikation ist im Jura besonders nützlich, da das Lawinenbulletin dort erst ab der Stufe 3 (erheblich) zur Verfügung steht.

Daniel Silbernagel, Bergführer und Inhaber des topo.verlag, suchte eine Methode, um zu beurteilen, wie lawinengefährdet das Gelände im Schweizer Jura ist. Zusammen mit Christine Pielmeier vom SLF-Lawinenwarndienst entwickelte und testete er ein Klassifikationssystem, das in Kanada in ähnlicher Form bereits erfolgreich angewendet wird. Damit lassen sich Ski-, Schneeschuh- und Wandertouren in drei Gelände-Klassen einteilen:

«einfach», «teilweise anspruchsvoll» und «komplex». Die Früchte dieser Arbeit fließen unter anderem in Silbernagels Tourenguide ein, der Ende 2016 neu aufgelegt wird: 60 Touren sind entsprechend klassifiziert. Dies erleichtert insbesondere Einsteigern die Routenplanung.
(chu)

NATURGEFAHREN Gemeinden gegen Naturgefahren widerstandsfähiger machen



Badia in Italien ist wiederkehrend von Murgängen betroffen. Ein Netzwerk von professionellen und freiwilligen Soforthelfern unterstützt die Gemeinde nach einer Naturkatastrophe (Dezember 2012).

Wie gut erholt sich eine Gemeinde von einer Naturkatastrophe? Gemäss den Resultaten aus dem europäischen Forschungsprojekt «emBRACE» (Building Resilience Amongst Communities in Europe) hängt dies nebst der Grösse und Art der Katastrophe von verschiedenen Faktoren ab: Auf welche personellen, finanziellen oder natürlichen Ressourcen eine Gemeinde zugreifen kann, wie sie in Notsituationen handelt oder wie sie daraus lernt und sich daran anpasst. Die 11 Forschungspartner – darunter die WSL – identifizierten anhand von Fallstudien und Befragungen zudem eine Reihe von Schlüsselfaktoren, mit denen sich bestimmen lässt, wie widerstandsfähig eine Gemeinde gegenüber Naturgefahren ist. Ob ein Frühwarnsystem vorhanden ist zum

Beispiel, wie gut die Bevölkerung über Naturgefahren Bescheid weiss, wie stark ihr Vertrauen in die Behörden ist oder wie gut entwickelt soziale Netzwerke innerhalb der Gemeinde sind. Die Erkenntnisse aus diesem Projekt stehen Entscheidungsträgern in einem Handbuch zur Verfügung. Dies ermöglicht es Gemeinden, sich in Zukunft besser gegen Murgänge, Lawinen, Überschwemmungen, Hitzewellen oder Erdbeben zu rüsten. *(chu)*

www.wsl.ch/more/emBRACE

Andreas Zurlinden,
Birmensdorf

«Der dreidimensionale MFO-Park auf dem Gelände der ehemaligen Maschinenfabrik Oerlikon in Zürich wächst immer stärker zu, erinnert aber trotzdem noch an die alte Fabrikhalle, die hier stand. Der Ort ist eine gelungene Verbindung von Natur und urbaner Umgebung, hier fühle ich mich wohl.»

RISIKO- UND UMWELTMANAGEMENT

Andreas Zurlinden ist Sicherheits- und Umweltbeauftragter. Er sorgt dafür, dass die Mitarbeitenden im Büro, im Feld oder im Labor gefahrenlos arbeiten können und ihre Gesundheit nicht gefährden. Für den Umweltbericht stellt der Mole-

kularbiologe Daten zum Energie- und Wasserverbrauch zusammen und kontrolliert den Erfolg verschiedener Umweltmassnahmen. «Ich schätze die Vielseitigkeit meiner Arbeit, Routine kenne ich nicht.»

SCHNEE UND EIS Die Waldstruktur beeinflusst, wie der Schnee verteilt ist

Ein grosser Teil des globalen Süsswasserabflusses stammt aus bewaldeten Gebieten, die im Winter von Schnee bedeckt sind. Wann und wie schnell dieser Schnee schmilzt, beeinflusst, ob Hochwasser entstehen können. Entsprechend wichtig ist es zu wissen, wie viel Schnee tatsächlich in diesen Wäldern liegt und bei der Schneeschmelze in die Gewässer gelangt. Die Mächtigkeit der Schneedecke auf waldfreien Flächen im sel-



Baumkronen halten einen beträchtlichen Teil des Schnees zurück. Er kann von dort direkt wieder sublimieren oder verzögert auf den Boden fallen.

ben Gebiet ist dabei eine schlechte Referenz, weil die Baumkronen im Wald bis zur Hälfte des Schneefalls zurückhalten können. Ein beträchtlicher Teil des Schnees kann von dort direkt wieder als Wasserdampf von der Luft aufgenommen werden, wodurch er nicht zur lokalen Abfluss-

bildung beiträgt. Bisherige Modelle, welche die Entwicklung der Schneedecke in bewaldeten Gebieten zu simulieren versuchen, sind stark vereinfacht. Sie können deshalb die natürliche Variabilität der Schneedecke am Waldboden nur ungenügend wiedergeben.

Verbessertes Modell berücksichtigt die Waldstruktur

In seiner Doktorarbeit am SLF benutzte David Moeser Laserscanningdaten, um die Verteilung und die Grösse von Lücken im Kronendach zu beschreiben. Parallel dazu führten die Forschenden der Gruppe Schneehydrologie am SLF während drei Jahren über 84 000 Schneemessungen auf neun Versuchsflächen in der Umgebung von Davos durch. Dies ist weltweit die umfassendste Feldstudie zur Schneeverteilung im Wald. Die Kombination dieser Schneemessungen mit den Laserscanningdaten erlaubte es Moeser, ein Schneemodell zu entwickeln, das auch für unregelmässige Waldstrukturen vorherzusagen vermag, wo im Wald wie viel Schnee liegt. *(mhe)*

www.slf.ch/more/waldstruktur

SCHNEE UND EIS Schnee bleibt auch in steilen Felswänden liegen und beeinflusst die Felstemperatur



Anna Haberkorn steigt am Jungfrauoch in eine Felswand ein, um Schneeprofile zu erstellen.

«Feldarbeit ist enorm wichtig, um die Natur zu verstehen», hält Anna Haberkorn fest. Ohne geht in ihrer Dissertation nichts: Die Meteorologin untersucht die Schneedecke in Felswänden. Früher ging man davon aus, dass dort wenig Schnee liegt, weil er ständig abrutscht. Zu Unrecht: «Meine Untersuchungen zeigen, dass sich in Felswänden eine bis zu zwei Meter dicke Schneedecke bildet. Der Schnee türmt sich auf Absätzen.»

Es ist eine besondere Schneedecke mit auffällig vielen Schmelzkrusten und schwach gebundenen Schichten, fast immer mit Eis am Grund. «Eis verhindert, dass Schmelzwasser in den Fels eindringt und so Wärme in ihn trägt», erklärt Haberkorn. Diese Tatsache und die Schneedecke an sich, die isolierend wirkt und die Wärmeabstrahlung verändert, spie-

len eine wichtige Rolle für das Temperaturregime im Fels – und dieses wiederum beeinflusst dessen Stabilität. Anhand von meteorologischen Daten und Geländeinformationen simuliert Haberkorn mit dem Computermodell SNOWPACK bereits erfolgreich die Schneedecke und die Temperaturen im Fels an Einzelpunkten. Nun möchte sie solche Simulationen für ganze Felswände und vielleicht einmal für ein ganzes Gebirge erstellen. Büroarbeit ist für die passionierte Alpinistin angesagt. *(bio)*

www.slf.ch/more/felswaende

Bettina Richter, Davos

«Ich verbringe gerne meine Mittagspause auf Pischa. Mit der Gondel ist man schnell oben. Besonders gefällt mir der Blick ins wilde Vereinatal. Und dass man nach einer schönen Abfahrt mit den Skiern auf der Flüelapassstrasse bis vors SLF fahren kann.»



BERECHNEN DER SCHNEEDECKENSTABILITÄT

Die Meteorologin Bettina Richter arbeitet in ihrer Dissertation daran, den Schneedeckenaufbau zu modellieren. Das Modell hilft, die Lawinengefahr für die Region Davos besser einzuschätzen. Für ihr Computermodell verwendet sie Daten automa-

tischer Wetterstationen und Wettervorhersagemodelle. «Ich erhoffe mir, dass die Lawinewarner durch diese numerische Lawinenvorhersage mehr Informationen für ihre tägliche Prognose erhalten.»



Chancen und Risiken der Energiewende

Keine Atomkraft, weniger Klimagase: Die Energiewende verspricht eine ökologischere Zukunft. Doch kann die Schweiz ihren Bedarf mit alternativen Energien decken? Und zieht deren Ausbau allenfalls unerwünschte Nebenwirkungen bei Mensch und Natur nach sich? Diesen Fragen spürt das WSL-Forschungsprogramm «Energy Change Impact» nach.

Das DIAGONAL kostenlos abonnieren:
www.wsl.ch/diagonal

Bezug einzelner Exemplare:
Eidg. Forschungsanstalt WSL
Zürcherstrasse 111,
CH-8903 Birmensdorf
eshop@wsl.ch; www.wsl.ch/eshop

IMPRESSUM

Verantwortlich für die Herausgabe:
Prof. Dr. Konrad Steffen, Direktor WSL

Text und Redaktion:
Lisa Bose (lbo), Sandra Gurzeler (sgu),
Martin Heggli (mhe), Christine Huovinen (chu),
Beate Kittl (bki), Reinhard Lässig (rlä),
Birgit Ottmer (bio),
Gottardo Pestalozzi (gpe)

Redaktionsleitung:
Lisa Bose, Christine Huovinen;
diagonal@wsl.ch

Gestaltung:
Raffinerie AG für Gestaltung, Zürich

Layout: Sandra Gurzeler, WSL

Druck: Sihldruck AG, Zürich

Auflage und Erscheinen:
5200, zweimal jährlich

Das WSL-Magazin DIAGONAL erscheint
auch in Französisch und Englisch.

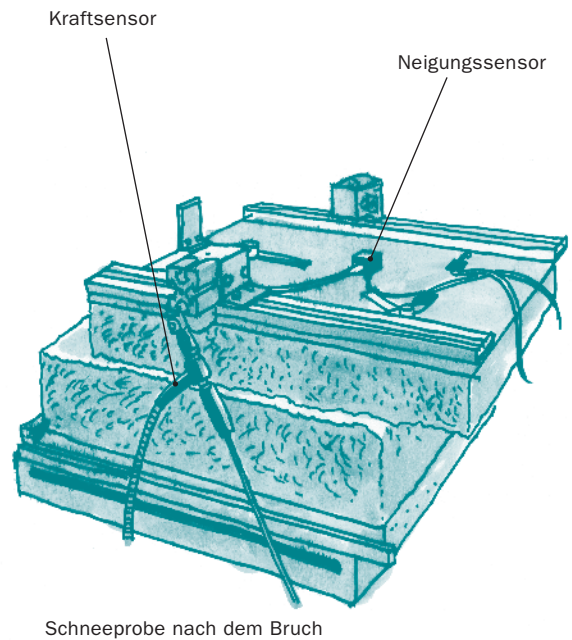
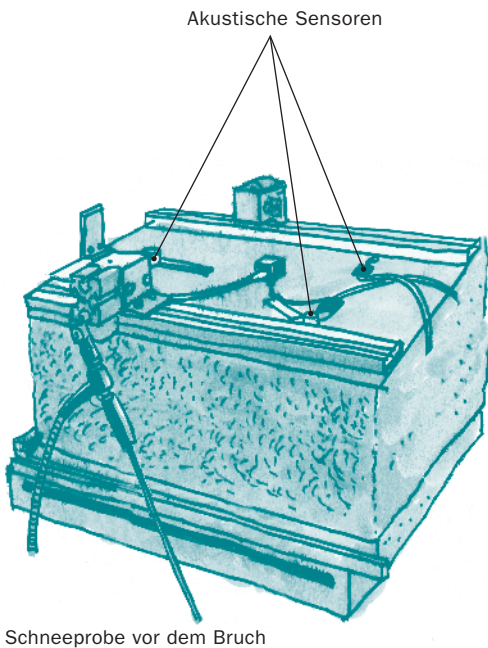
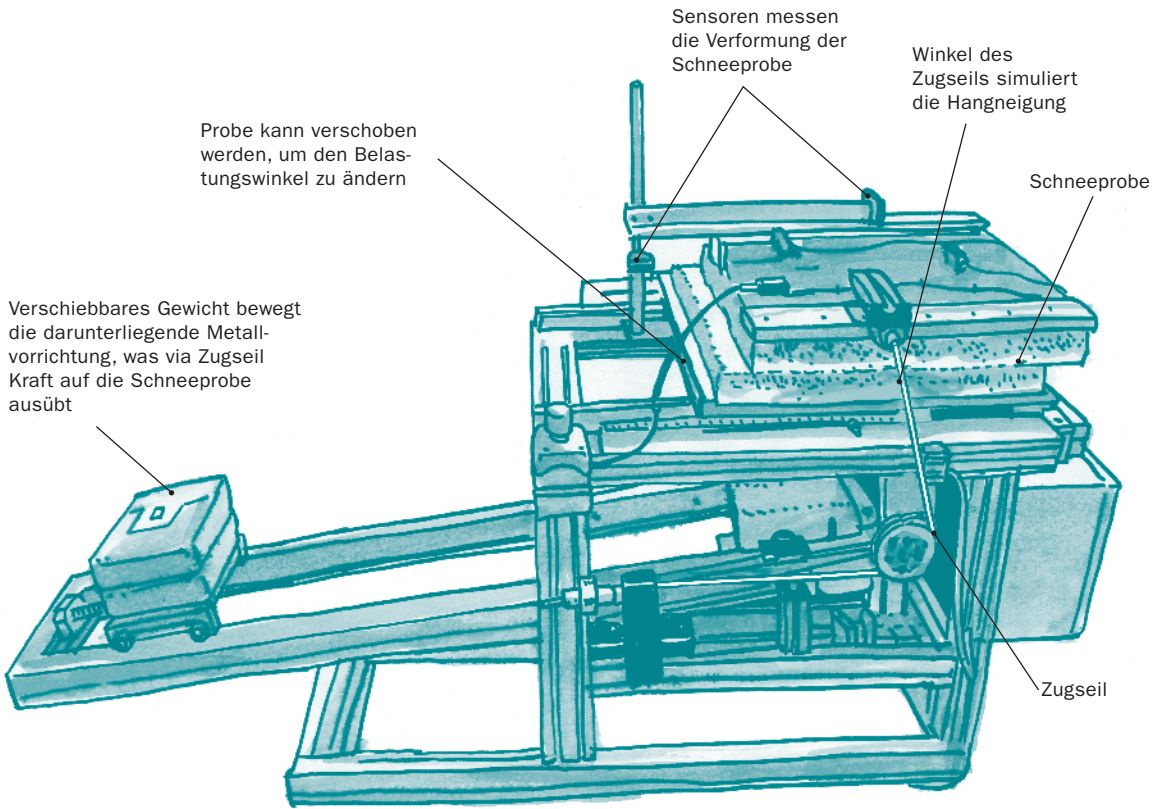
Zitierung:
Eidg. Forschungsanstalt WSL 2016:
WSL-Magazin Diagonal, 1 / 16.
36 S., ISSN 2296-3561

PERSONEN



Die WSL-Redaktion von links nach
rechts; oben: Birgit Ottmer, Sandra
Gurzeler, Reinhard Lässig, Beate Kittl;
unten: Christine Huovinen, Lisa Bose,
Martin Heggli

SCHERAPPARAT



Bevor sich Schneebrettlawinen lösen, erzeugen kleine Risse und Reibung zwischen den Schneekörnern Geräusche. Mit dem Scherapparat untersuchen die Forschenden im Labor den Bruchvorgang und die akustischen Signale, die dabei entstehen.

Video auf:
www.wsl.ch/ding





Schnee in Felswänden: wichtige Rolle für Temperatur, S. 33



• **Föhrenverjüngung:** nur an sehr trockenen Standorten gefährdet, S. 22

STANDORTE

Birmensdorf

Eidg. Forschungsanstalt
für Wald, Schnee und
Landschaft WSL
Zürcherstrasse 111
CH-8903 Birmensdorf
Telefon 044 739 21 11
wslinfo@wsl.ch
www.wsl.ch

Davos

WSL-Institut für Schnee- und
Lawinenforschung SLF
Flüelastrasse 11
CH-7260 Davos Dorf
Telefon 081 417 01 11
contact@slf.ch
www.slf.ch

Lausanne

Institut fédéral de
recherches WSL
Case postale 96
CH-1015 Lausanne
Telefon 021 693 39 05
antennenromande@wsl.ch
www.wsl.ch/lausanne

Cadenazzo

Istituto federale di
ricerca WSL
a Ramél 18
CH-6593 Cadenazzo
Telefon 091 821 52 30
info.cadenazzo@wsl.ch
www.wsl.ch/cadenazzo

Sion

Institut fédéral de
recherches WSL
c/o HES-SO
Route du Rawyl 47
CH-1950 Sion
Telefon 027 606 87 80
valais@wsl.ch
www.wsl.ch/sion

FORSCHUNG FÜR MENSCH UND UMWELT

Die Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL untersucht Veränderungen der terrestrischen Umwelt sowie die Nutzung und den Schutz von natürlichen Lebensräumen und Kulturlandschaften. Sie überwacht Zustand und Entwicklung von Landschaft, Wald, Biodiversität, Naturgefahren sowie Schnee und Eis und entwickelt nachhaltige Lösungen für gesellschaftlich relevante Probleme – zusammen mit ihren Partnern aus Wissenschaft und Gesellschaft. Die WSL nimmt in diesen Forschungsgebieten einen internationalen Spitzenplatz ein und liefert Grundlagen für eine nachhaltige Umweltpolitik in der Schweiz. Die WSL beschäftigt über 500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in Birmensdorf, Bellinzona, Lausanne, Sitten und Davos (WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF). Sie ist ein Forschungszentrum des Bundes und gehört zum ETH-Bereich. Kennzahlen der WSL finden Sie auf www.wsl.ch/more/geschaeftsbericht.

