

WSL-MAGAZIN

DIAGONAL

SCHWERPUNKT

Voneinander lernen: Forschung und Praxis im Austausch

Nr. 2

19

Neophyten: Kartieren
mit künstlicher
Intelligenz, S. 23

Knappes Wasser:
Reichen bestehende
Speicher aus? S. 25

Arktis: Tauender
Permafrost heizt Klima-
wandel an, S. 32

EDITORIAL

Liebe Leserin, lieber Leser
Unser Name macht es deutlich: Wir sind da, um zu forschen. Allerdings nicht zum Selbstzweck: Das ETH-Gesetz hält fest, dass wir «die Bedürfnisse des Landes» berücksichtigen müssen. Deshalb geben wir Erkenntnisse an die Wirtschaft und die öffentliche Hand weiter, so dass sie besser oder effizienter arbeiten können.

Dieses Diagonal ist der Zusammenarbeit und dem Wissenstransfer gewidmet. Beides beginnt bereits bei der Grundlagenforschung. Obwohl diese keinem Nutzen verpflichtet ist, hilft sie doch, Systeme und Prozesse zu verstehen, die gesellschaftlichen Problemen zugrunde liegen. Darauf baut die anwendungsorientierte Forschung auf und sucht Lösungen. Mit Publikationen in den Landessprachen, Softwares, Webauftritten, Kursen und Beratungen erfolgt schliesslich der Transfer in die Praxis.

So einfach und klar die Worte des Gesetzes, so herausfordernd ihre Umsetzung! Es ist ein Balanceakt, allen Aspekten des Auftrags angemessen gerecht zu werden. Wir hoffen und meinen, dass er uns gelingt. Aber lesen und urteilen Sie doch selber!



Christoph Hegg
Stellvertretender Direktor WSL



Forschung und Praxis



ERFAHRUNGEN TEILEN

Forschung und Praxis arbeiten eng zusammen, wenn es um den Schutz vor Naturgefahren geht. Vom Erfahrungsaustausch profitieren beide Seiten.

→ **2**



AUSBILDUNG

Das SLF bildet jedes Jahr Praktikerinnen und Praktiker im Bereich Schnee und Lawinen aus.

→ **10**



BEDÜRFNISSE ABHOLEN

Ein Forschungsprojekt untersucht das Potenzial von Energieholz in den ukrainischen Karpaten. Dabei sind wertvolle Kontakte zwischen Forschenden und der Bevölkerung entstanden.

→ **12**



GEMEINSAM IM FELD

Ein Pilz bedroht wertvolle alte Kastanienhaine. Um ihn zu bekämpfen, spannen Forschende mit Fachleuten aus der Praxis zusammen und erproben neue Behandlungsmethoden.

→ **14**

KERNTHEMEN

20 WALD

23 LANDSCHAFT

26 BIODIVERSITÄT

28 NATURGEFAHREN

30 SCHNEE UND EIS

PORTRÄTS

19 Anna Hersperger, Landschaftsforscherin

31 Francesca Pellicciotti, Glaziologin

34 Catherine Graham, Ökologin

35 IMPRESSUM, AUSBLICK

36 DAS DING: Samenreinigungsmaschine

BERATUNG Für einen wirksamen Schutz vor Naturgefahren braucht es wissenschaftliche Erkenntnisse genauso wie praktische Erfahrungen. Die WSL gibt ihr Wissen weiter und profitiert umgekehrt von den Einsichten der Praxis.

Zwischen Elfenbeinturm und Ernstfall



Der Gebirgswald-Ökologe Peter Bebi von der WSL erläutert, wie der Schutzwald auf Einflüsse wie Lawinen, geänderte Beweidung oder den Klimawandel reagiert.



Angehende Förster der Forstschulen Maienfeld und Lyss lernen auf einer Exkursion die Waldstruktur eines Lawenzugs kennen und erfahren, mit welchen forstlichen Massnahmen die langfristige Schutzfunktion des Waldes erhalten wird.

Dischmatal bei Davos (GR).

Bild: Herbert Schwyder

Kaum zwei Stunden lang fegte der Sturm «Vaia» in der Nacht vom 29. auf den 30. Oktober 2018 durch die Schweiz. Danach bot sich im Albula-tal, im Oberengadin und im Puschlav ein trauriges Bild: Bäume waren geknickt wie Zahnstocher, grosse Flächen sahen aus wie kahlrasiert. Der Orkan mit Windspitzen von bis zu 210 km/h hatte im Kanton Graubünden in kürzester Zeit gut hundert Hektaren Schutzwald umgelegt, der Siedlungen vor Lawinen, Rutschungen und Steinschlag schützen soll. Ähnlich viel Schutzwald zerstörte der berühmte Sturm «Burglind» vom 3. Januar 2018.

Die Förster standen vor drängenden Fragen: Sturmholz räumen, was eine sehr gefährliche Arbeit ist, oder liegen lassen? Ist der Schutz vor Naturgefahren noch gegeben? Droht eine Borkenkäferplage? Antworten darauf, so vermutete die Regionalforstingenieurin Claudia Bieler vom Bündner Amt für Wald und Naturgefahren, kann die WSL liefern. Deshalb bat sie um eine Beratung vor Ort. «Ich wollte erreichen, dass alle betroffenen Förster auf dem aktuellsten Wissensstand sind», erklärt Bieler.

Wenn die Natur mit voller Wucht zuschlägt und Wälder plättet oder ganze Bergflanken zu Tal donnern lässt, dann gerät das Erfahrungswissen der Praktikerinnen und Praktiker an seine Grenzen. Vor allem nach Extremereignissen – seien es Stürme, Überflutungen wie im Jahr 2005 oder Bergstürze wie in Bondo 2017 – ist das Spezialwissen der Forschenden gefragt. «Wir haben einen Gesamtüberblick über das Thema sowie mehr Zeit und Möglichkeiten für Vergleiche mit anderen Ländern und Regionen», sagt Peter Bebi, Schutzwaldexperte am SLF. Die Forschen-

den können etwa auf internationale Erfahrungen mit unaufgeräumten Sturmflächen zurückgreifen.

Konkrete Wissensgrundlagen für die Praxis zu schaffen, ist seit ihrer Gründung 1885 ein Kernauftrag der WSL – damals noch die «Centralanstalt für das forstliche Versuchswesen». Zu jener Zeit ging es unter anderem darum, wie Waldfachleute die stark übernutzten Wälder wieder fit für den Naturgefahrenschutz machen konnten. Auch heute noch führen Fachleute von WSL und SLF auf Anfrage von Behörden und Ingenieurbüros Workshops und Ausbildungen durch, geben Gutachten ab oder unterstützen Sicherheitsverantwortliche vor Ort bei Risikoanalysen. Ihre Forschungserkenntnisse bereiten sie in Form von Leitfäden, Merkblätter und Berichten für die Praxis auf. Insbesondere ihre Ereignisanalysen, also die umfassende rückblickende Auswertung der Vorgänge bei einer Naturkatastrophe, geben den lokalen Verantwortlichen wertvolle Grundlagen, um sich für ähnliche Ereignisse zu rüsten.

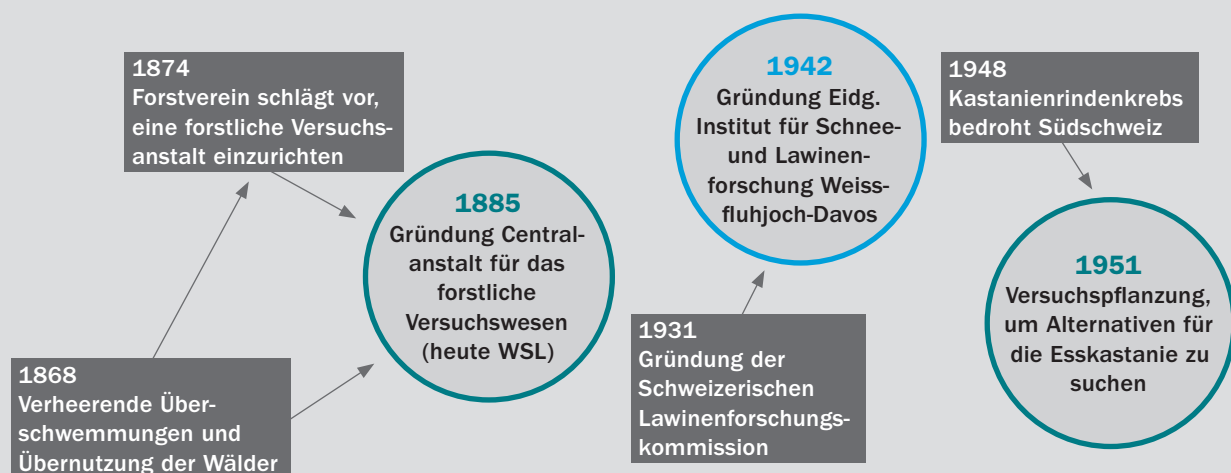
Mehr zum Thema
Schutzwald:
[www.slf.ch/
schutzwald](http://www.slf.ch/schutzwald)

Erfahrungen teilen

Im Fall des Sturms «Vaia» stapfte Peter Bebi gemeinsam mit anderen Forschenden von der WSL im Winter 2018/19 mehrfach mit den Förstern durch Windwurfflächen. «Wir konnten den Förstern direkt die Erfahrungen aus den Stürmen Vivian 1990 und Lothar 1999 vermitteln», sagt er. «Aus wissenschaftlicher Sicht gibt es viele Gründe, Sturmholz liegen zu lassen.» Die ausgerissenen Wurzelteller und Stämme sorgen meistens noch für genügend Schutz vor Lawinen und Steinschlag. Wo Risiken durch Borkenkäfer vertretbar sind, kann deshalb vermehrt diesem natürlichen Schutz vertraut werden. Dazu gibt es zwar auch gedruckte Publikationen, aber «bei gemeinsamen Begehungen können die Förster direkt Fragen stellen und erhalten den neusten Stand des Wissens aus erster Hand», sagt Forstingenieurin Bieler, die früher selbst am SLF gearbeitet hat und deshalb gute Kontakte zur Forschung hat.

Peter Bebi, seit 2006 Leiter der Gruppe Gebirgsökosysteme am SLF, hat schon Dutzende solcher Exkursionen und Begehungen im Bergwald geleitet. Er ist nicht nur erfahrener Gebirgswald-Ökologe, sondern auch Mitglied der Gebirgswaldpflegegruppe (GWG), in der sich seit 1986 Forstfachleute und Wissenschaftler zusammen für die beste Pflege der Schutzwälder einsetzen. Eine entsprechende Gruppe gibt es auch für Naturgefahren allgemein, die Fachleu-

Wie WSL und SLF auf Entwicklungen in Gesellschaft und Umwelt reagieren



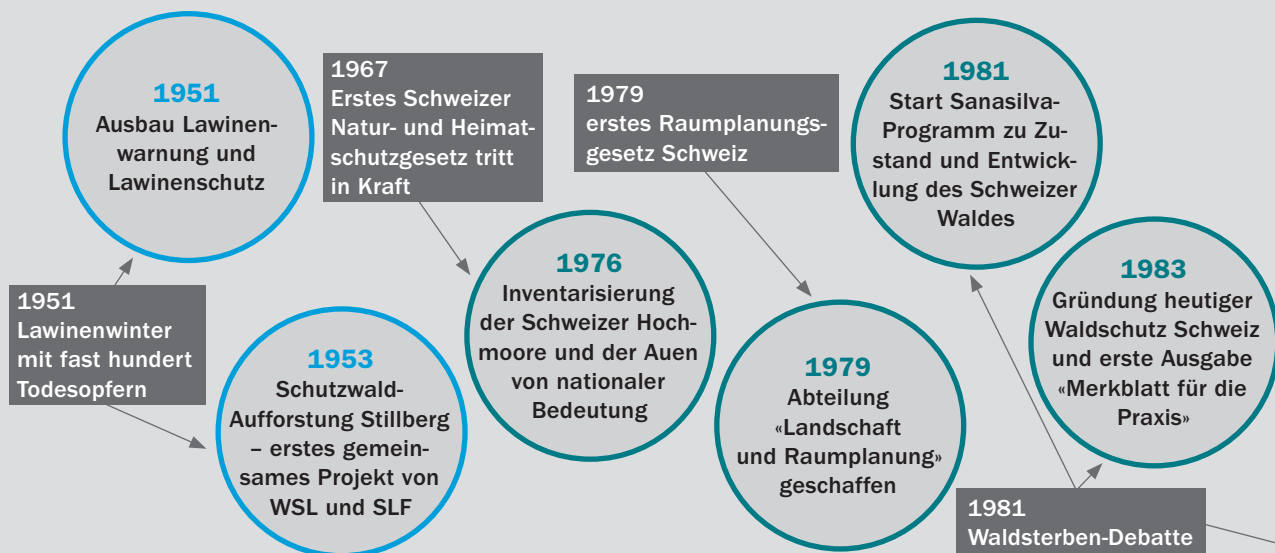


Nach den grossen Schäden am Schutzwald durch den Sturm «Vaia» 2018 im Kanton Graubünden berieten WSL-Forschende die Förster zur Behandlung der Sturmflächen.

te Naturgefahren Schweiz (FAN), in der Bund, Kantone, Private, Forschung sowie Versicherungen vertreten sind. Präsident ist der WSL-Geomorphologe Christoph Graf. Beide Gruppen bieten ihren Mitgliedern regelmässige Weiterbildungen an und fördern den regen Austausch zwischen Forschung und Praxis.

Extreme Ereignisse bewältigen

Wie beim Sturm «Vaia» gelangen Praktiker meist bei einem konkreten Ereignis oder mit ungelösten Problemen an die WSL. Der Kanton Graubünden beispielsweise wünschte sich klarere Verfahren, um Gebiete mit einem Risiko für Gletschneelawinen auf Gefahrenkarten festzuhalten. «Dann schreiben wir direkt einen Wissenschaftler mit viel Erfahrung in dem Gebiet an», sagt Christian



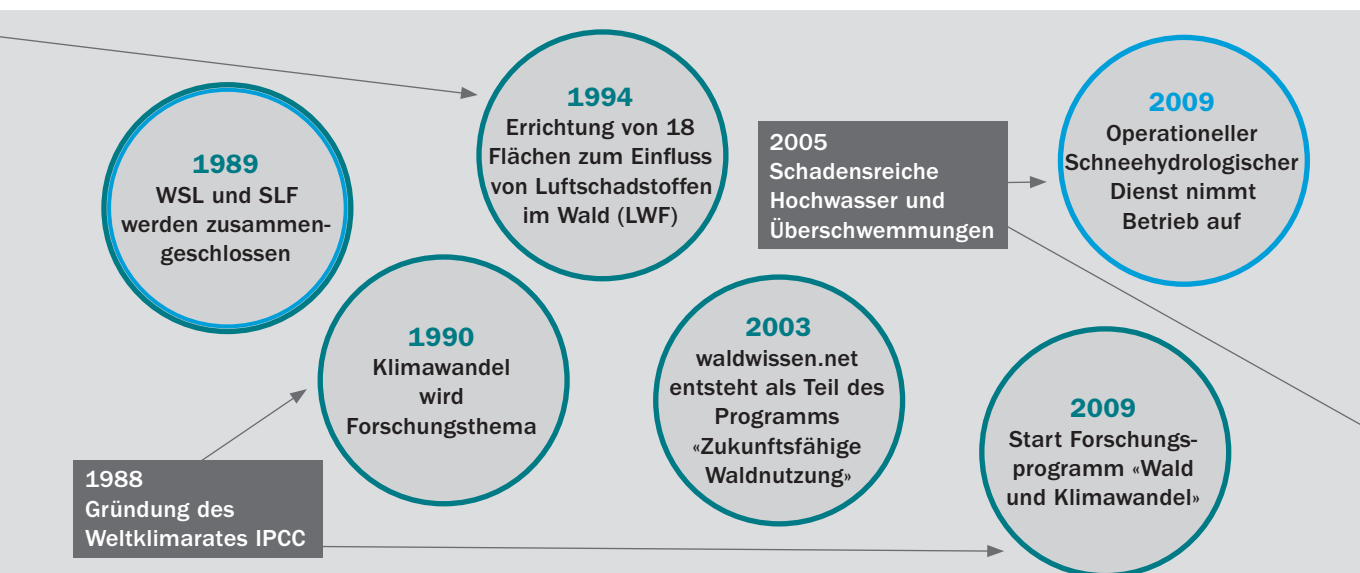
Wilhelm, Bereichsleiter Naturgefahren und Schutzbauten beim Bündner Amt für Wald und Naturgefahren. Aus dem Auftrag ging unter anderem ein WSL-Bericht für die Praxis hervor.

Auch private Ingenieurbüros suchen die Kooperation mit der Wissenschaft. «Wir pflegen bewusst einen engen Austausch mit Forschenden», sagt Daniel Tobler von Geotest, einer Firma im Bereich des Umwelt- und Geo-Engineering, auch er ein FAN-Mitglied. Zum Beispiel könnten sie den Einsatz von neusten Techniken und Geräten, wie Radar oder Laser zur Überwachung von Gesteinsbewegungen, von den Forschenden lernen. «Wenn man sich mit grossen, komplexen Projekten oder Naturgefahrenereignissen beschäftigt, dann geht es gar nicht ohne die Forschung.» Sie verfügt über Erfahrung und modernste Methoden, welche die Kapazitäten von Privaten sprengen würden. Umgekehrt fragen WSL-Mitarbeitende immer mal wieder seine Firma an, zum Beispiel, wenn sie auf der Suche nach einem geeigneten Ort für ein bestimmtes Projekt sind.

Anregungen für Forschungsprojekte

Auch SLF-Forscher Bebi betont, dass beide Seiten von einem engen Kontakt profitieren: «Wir lernen viel von der Praxis». Viele Fragen von Fachleuten «von der Front» münden in kleinere oder grössere Forschungsprojekte. Eine nicht geräumte «Vaia»-Fläche im Val Tuors bei Bergün bleibt als Forschungsfläche erhalten, damit Bebi und seine Kollegen untersuchen können, in welchem Ausmass die Restbestände Lawinen zurückhalten. Auch die Frage eines Engadiner Försters, wann Eingriffe in einschichtigen, dichten Fichtenbeständen förderlich sind, wurde direkt in einer Masterarbeit an der WSL angegangen.

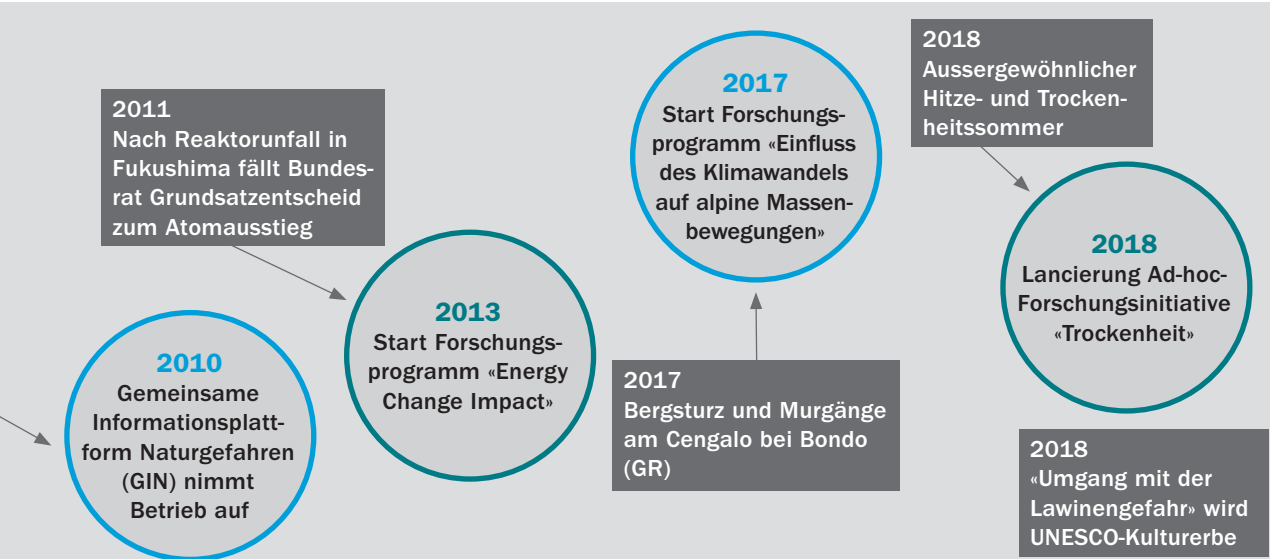
Nebst diesen Anregungen «von unten» hat die WSL auch Aufträge von «ganz oben», von Kantonen und vom Bund. Darunter sind vier gesetzlich vorgeschriebene Aufgaben: der Lawinenwarndienst, die langfristige Waldbeobachtung (Landesforstinventar, Sanasilva, LWF, Naturwaldreservate), die Überwachung der Waldgesundheit sowie die wissenschaftlich-technische Betreuung von Massnahmen gegen Waldschädlinge und -krankheiten. Häufig führen Anstösse von aussen zu lang-fristigen Kooperationen, wie etwa beim Frühwarnsystem für Sihl-Hochwasser für die Stadt Zürich, das beim Bau des neuen Tiefbahnhofs dringend notwendig wurde und bis heute weitergeführt wird. Sogar die Bundesversammlung liefert manchmal Anregungen für neue Forschung.



So mündete die Forderung des Parlaments nach verstärkter Forschung zur Energiezukunft der Schweiz in acht Forschungskompetenzzentren (SCCER), in deren Rahmen die WSL diverse Energieprojekte lancierte.

An sich funktioniert der Austausch von Forschung und Praxis also sehr gut. Allerdings befindet sich die WSL in einem Spannungsfeld zwischen Praxis und Wissenschaft, denn sie muss sich auch in der Spitzenforschung behaupten. Diese ist das Fundament für praktische Anwendungen gemäss den neusten wissenschaftlichen Erkenntnissen. Doch ihre Resultate werden üblicherweise zuerst als Fachartikel in wissenschaftlichen Zeitschriften publiziert, die meist auf Englisch geschrieben sind, und nicht primär in Berichten für Förster und Geoingenieurinnen. Manche Forschende bemängeln, dass die eigentliche Umsetzungsarbeit Zeit sei, in der sie keine Publikationen schreiben könnten und für die sie vom Wissenschaftsbetrieb wenig Anerkennung bekämen.

Der Publikationsdruck macht sich auch für die Praxis bemerkbar: «Die Forschung liefert neue Erkenntnisse heute mehr als früher in kleinen Häppchen», sagt Christian Wilhelm. «Für uns ist es manchmal schwierig abzuschätzen, bei welcher Neuerung wir unsere Praxis bereits anpassen müssen.» Generell seien neue Forschungserkenntnisse aber «sehr, sehr wichtig» für die Praxis. «Ständig verbesserte Modelle und Methoden sind das Fundament für einen wirksamen Naturgefahrenschutz.» (bki)





Alte, dicke Bäume sind wichtig für die Biodiversität im Wald, da sie vielen Tier- und Pflanzenarten, aber auch Flechten und Pilzen einen Lebensraum bieten. Forschende der WSL tauschen sich unter anderem in der AG Waldbiodiversität mit Personen aus der Praxis aus, wie die Vielfalt im Wald gefördert werden kann.

Wälder sind auch ein Ort für die Erholung: Auf rund zehn Prozent der Schweizer Waldfläche ist dies eine der wichtigsten Funktionen. WSL-Studien ergaben, dass Menschen inmitten der Bäume gute Luft und Naturerlebnisse suchen und es ihnen gelingt, den Stress des Alltags hinter sich lassen.



Etwa 36 Prozent aller Wälder in der Schweiz schützen vor Naturgefahren, zum Beispiel Steinschlag. Zusammen mit der Forstpraxis setzen sich Fachleute der WSL für eine nachhaltige Bewirtschaftung der Gebirgswälder ein, damit der Schutz vor Naturgefahren langfristig gewährleistet ist.



Kurstag im Gelände: Ein Schneeprofil liefert Informationen zur Schneedecke, die für die Beurteilung der Lawinengefahr wichtig sind.

Bilder: Stephan Harvey, SLF; S. 8/9; Beni Basler, Aarau

AUSBILDUNG **Dank fundiertem Wissen besser entscheiden.**

Das SLF bildet jedes Jahr Praktikerinnen und Praktiker in diversen Kursen im Bereich Schnee und Lawinen aus.

Soll eine Strasse wegen Lawinengefahr gesperrt oder eine Siedlung evakuiert werden? Mit solchen Fragen sind Lawinendienste im Berggebiet konfrontiert. Sie sind für die Sicherheit der Bevölkerung und der Touristen vor Ort verantwortlich. Einer von ihnen ist Franz Baumgartner, Bergführer und Mitglied in der Lawinenkommission Frutigen. Um Gefahrensituationen zu erkennen und die richtigen Massnahmen einzuleiten, braucht er Erfahrung und fundiertes Wissen.

Dieses vermittelt das SLF in Kursen zu Schnee und Lawinen, die sich an Mitarbeitende von Lawinendiensten und deren Beraterinnen sowie an die SLF-Beobachter richten. Sie sind die «Augen» des Lawinenwarndienstes im Gelände und liefern aktuelle Informationen. In den Kursen geht es zuerst um das Beobachten und Beurteilen: Welchen Einfluss hat das Wetter auf die Lawinengefahr? Wie entwickelt sie sich? Sind Strassen oder Gebäude gefährdet?

Darüber hinaus arbeitet das SLF mit externen Fachpersonen zusammen, beispielsweise mit Medientrainern oder Juristinnen. Franz Baumgartner ist überzeugt: «Die Kurse frischen das eigene Wissen auf, vermitteln neue Erkenntnisse aus der Lawinenforschung und stärken mich in der Entscheidungsfindung vor allem bei unklaren Lawinensituationen.» Zudem bieten die Kurse den Fachleuten aus der Praxis die Gelegenheit, sich über ihre Arbeit und ihre Erfahrungen auszutauschen.

Doch nicht nur die Teilnehmenden profitieren. Lukas Dürr, Lawinenprognostiker und Kursleiter, sagt: «Durch die persönlichen Kontakte bekommen wir mehr Rückmeldungen aus dem Gelände zu Lawinenabgängen und zur Schneesituation.» Informationen, die für die Lawinenwarnung essenziell sind, um ein zuverlässiges Lawinenbulletin zu erstellen.

Für Dürr ist es aber auch wichtig zu erfahren, welche Probleme den Praktikerinnen und Praktikern unter den Nägeln brennen und welche Situationen für sie besonders schwierig zu beurteilen sind. Zum einen können solche Themen in den nachfolgenden Kursen aufgegriffen werden, zum anderen fliessen sie in Forschungsarbeiten oder die Entwicklung neuer Tools des Lawinenwarndienstes ein.

(sni)

Weitere Infos zu den Kursen: www.slf.ch/kurse

WISSENSAUSTAUSCH **Der Bevölkerung eine Stimme geben.** Welchen Beitrag kann die Nutzung von Feuerholz zur Energiesicherheit in den ukrainischen Karpaten leisten? Das untersuchen Forschende der WSL – und setzen dabei auf ungewöhnliche Methoden.

In der Ukraine kommt es immer wieder zu Engpässen in der Energieversorgung, insbesondere wenn die Gaslieferungen aus Russland ausbleiben. Deshalb sucht das Land nach Möglichkeiten, seinen Selbstversorgungsgrad zu erhöhen – auch mithilfe erneuerbarer Energien. «Eine sinnvolle Ergänzung zu anderen erneuerbaren Energiequellen könnte die verstärkte Nutzung von Holz sein», sagt WSL-Forscherin Astrid Björnsen, die das Projekt «Identifying Green Energy Options» leitet. An diesem sind unter anderem das Zentrum für Entwicklung und Umwelt der Universität Bern sowie die Nationale Ukrainische Forstuniversität in Lwiw (ehemals Lemberg) beteiligt.

Weitere Infos:
www.wsl.ch/energieholz-ukraine

Im Projekt wird das Potenzial von Energieholz in den ukrainischen Karpaten untersucht. Riesige Waldflächen bedecken die gebirgige Gegend im Westen des Landes. Ein Fünftel der geernteten Holzmenge wird schon heute als Feuerholz genutzt. Ob sich mehr nutzen lässt, untersuchen die Forschenden anhand von ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Kriterien. «Dabei ist es uns sehr wichtig, die Menschen vor Ort mit einzubeziehen, damit die Forschung nicht an deren Bedürfnissen vorbeizieht», sagt Björnsen.

Deshalb lancierten die Forschenden einen Ideenwettbewerb in der Studienregion. Gesucht wurden unter anderem Vorschläge, wie sich Energieholz effizienter nutzen lässt. Den ersten Preis gewann eine Schule in der 38 000 Einwohner zählenden Stadt Boryslaw. Sie will einen Unterstand bauen, damit das



Die Bevölkerung der ukrainischen Kleinstadt Boryslaw war aufgefordert, ihr Erfahrungswissen einzubringen und Visionen für eine nachhaltige Energiezukunft zu entwickeln.

Bilder: Astrid Björnsen, WSL



Gestärkter Zusammenhalt: Bewohnerinnen und Bewohner von Boryslaw drehten gemeinsam ein Video zur Energieversorgung in ihrer Stadt.

Feuerholz für das Schulhaus nicht mehr im Regen, sondern trocken gelagert werden kann. «Der Vorschlag mag banal scheinen, aber er macht deutlich, mit welch grundlegenden Problemen die Menschen zu kämpfen haben», sagt Björnsen.

Video als Sprachrohr

Nach dem Gewinn des Ideenwettbewerbs wurden in Boryslaw weitere Projektmassnahmen durchgeführt. Dabei nutzen die Forschenden ein ungewöhnliches Mittel: Sie luden sechs Bewohnerinnen und Bewohner ein, unter Anleitung ein sogenanntes «Partizipatives Video» zur Energiesituation in ihrer Stadt zu drehen. «Die Methode dient dazu, die Mitglieder einer Gemeinschaft zusammenzubringen und ihnen eine Stimme zu verleihen», sagt Björnsen. Das Video wurde 2018 bei einem Publikumsanlass in Boryslaw sowie an einer internationalen Konferenz vorgestellt. «Neben dem inhaltlichen Erkenntnisgewinn sind auch wertvolle Kontakte zwischen Forschenden und der Bevölkerung entstanden.»

Das Projekt führte bereits zu positiven Veränderungen. Die Universität in Lwiw will ihren Praxisbezug weiter stärken: Masterstudierende werden Fallstudien in Boryslaw durchführen und Anträge für kommunale Förderprojekte im Bereich erneuerbarer Energien formulieren. Zudem engagiert sich die WSL im Aufbau von Forschungskapazitäten an der ukrainischen Partneruniversität und lädt Forschende als Gäste in die Schweiz ein.

Da das Projekt bis 2020 läuft, liegen zwar noch keine abschliessenden Ergebnisse zum Potenzial von Energieholz in den ukrainischen Karpaten vor. Doch laut Björnsen zeichnet sich ab, dass vermehrt Abfälle aus der Holzverarbeitung verwendet werden könnten. Auch die Effizienz spielt eine Rolle: Viel Holz liesse sich einsparen, wenn es vor dem Verfeuern ausreichend getrocknet würde, wie es nun die Schule in Boryslaw tun wird. *(cho)*

FELDVERSUCHE Die Rettung der Edelkastanie. Ein Pilz bedroht wertvolle alte Kastanienhaine. Um ihn zu bekämpfen, spannen Forschung und Praxis zusammen und erproben neue Behandlungsmethoden.

Kastanienwälder sind typisch fürs Tessin. Doch die Edel- oder Esskastanie wächst auch auf der Alpennordseite. Bis in die 1950er-Jahre diente sie als «Brotbaum der Armen», geriet dann aber in Vergessenheit. Nun erlebt sie ein Revival: Beispielsweise hat die IG Pro Kastanie Zentralschweiz in den letzten zwölf Jahren viele verwilderte Kastanienhaine um den Vierwaldstättersee instand gesetzt, etwa in der Chestenenweid bei Weggis (LU). Die bis zu 150 Jahre alten Bäume wurden geschnitten, es wurden neue gepflanzt und das Gelände von Gebüsch befreit.

Doch die Edelkastanien der Alpennordseite sind durch eine tödliche Krankheit bedroht, den Kastanienrindenkrebs. Dieser wird durch den Pilz *Cryphonectria parasitica* verursacht, der die Rinde befällt und Äste oder ganze Bäume zum Absterben bringt. «Auch in der Chestenenweid sind schon 40 Prozent der Kastanien infiziert», schätzt Emanuel Helfenstein, Forstwissenschaftler und Projektleiter bei der IG Pro Kastanie Zentralschweiz. Um die Bäume zu retten, gibt es derzeit nur eine wirksame Methode: die biologische Bekämpfung des Pilzes. Dazu verwendet man ein Virus, das den Pilz natürlicherweise befällt und ihn schwächt. In der Folge heilen die erkrankten Stellen – die sogenannten Krebse – aus, und die Bäume überleben. Während sich das Virus auf der Alpensüdseite von selbst verbreitet hat, muss nördlich der Alpen nachgeholfen werden.

«Die biologische Bekämpfung funktioniert gut», sagt Simone Prospero, Mitarbeiter in der Gruppe Phytopathologie der WSL. Zusammen mit seiner Kollegin Francesca Dennert führt er im Auftrag verschiedener Kantone Behandlungen durch. Dazu isolieren die Forschenden den jeweiligen Pilzstamm aus der Rinde einer infizierten Kastanie. Im Pflanzenschutzlabor der WSL übertragen sie in mehreren Schritten das schwächende Virus in den Pilz. Anschließend vermehren sie diesen zu einer Art Pilzpaste. Nun folgt die Anwendung: In Stamm oder Äste der ursprünglichen Kastanie werden um die infizierte Stelle kleine Löcher gebohrt und die Pilzpaste wird hineingefüllt. Das Virus überträgt sich auf den Pilz im Baum, sodass der Rindenkrebs nach Monaten bis Jahren ausheilt.

Aufwändige Behandlung

«Das Applizieren der Paste ist zwar nicht schwierig, aber aufwändig», sagt Helfenstein, der selbst Behandlungen im Feld durchführt. Für einen Baum benötigt er oft mehr als eine Stunde. Um die Anwendung einfacher und schneller zu machen, testet die WSL neue Methoden, unter anderem ein Pilzspray. Zudem läuft in der Chestenenweid derzeit ein Forschungsprojekt, das die IG Pro Kastanie angeregt hat. Darin untersuchen die WSL-Forschenden in Zusammenarbeit mit Helfenstein die Wirkung von Holzstücken, auf denen sich Pilzsporen mit dem Virus befinden. Diese werden einfach an Äste oder den Stamm von

Projektseite WSL:
[www.wsl.ch/
kastanien-
rindenkrebs](http://www.wsl.ch/kastanien-rindenkrebs)



IG Pro Kastanie
Zentralschweiz:
[https://kastanien.
application-lab.ch](https://kastanien.application-lab.ch)

Um eine neue Behandlungsmethode zu testen, befestigt Forstwissenschaftler Emanuel Helfenstein ein Holzstück mit virusinfizierten Pilzsporen an einer erkrankten Kastanie.

Kastanien gebunden. «Die Idee dahinter ist, dass der Regen die Sporen auswäscht und diese so in die Rinde gelangen, wo sie das rettende Virus übertragen», sagt Prospero.

Vorgängige Tests waren vielversprechend. «Doch ob die Methode wirklich funktioniert, werden erst die Versuche in der Chestenenweid zeigen», sagt Prospero. Von diesen profitieren beide Seiten: Die WSL, weil sie für ihre Forschung auf geeignete Testgelände angewiesen ist; die IG Pro Kastanie Zentralschweiz, weil die Forschungsergebnisse den Kampf gegen den Rindenkrebs erleichtern und so zur Rettung der Kastanien auf der Alpennordseite beitragen können. *(cho)*

DOPPELPASS Persönliche Kontakte pflegen. Eine Umfrage der WSL hat gezeigt, dass für Fachleute im Naturschutz die eigene Erfahrung mehr zählt als Fakten aus der Wissenschaft. WSL-Forscher Rolf Holderegger und Naturschutzpraktiker Stefan Birrer diskutieren, wie der Austausch zwischen Forschung und Praxis verbessert werden kann.

Herr Birrer, lesen Sie als Praktiker wissenschaftliche Publikationen in Fachzeitschriften?

SB: Ich lese vor allem Publikationen mit Bezug zur Schweiz und zu Mitteleuropa, amerikanische Fachzeitschriften sind für mich kaum von Nutzen. Aber es gibt ja nicht nur eine Praxis und einen Praktiker. Ein Verantwortlicher eines kleinen Schutzgebiets braucht keinen Kontakt zur Forschung, Leute im konzeptionellen Naturschutz hingegen schon.

Was kann die Forschung tun, um in der Praxis eine grössere Wirkung zu erlangen?

RH: Man muss etwas forschen, das für die Praxis relevant ist. Das Wichtigste ist aber, dass man den Austausch mit der Praxis will und auch Zeit dafür investiert. Wenn dich zwei, drei Leute aus der Praxis persönlich kennen und dir am Telefon Fragen stellen können, dann erzielst du wahrscheinlich mehr Wirkung als wenn du viel publizierst.

SB: Dass beide Seiten den Austausch wollen, finde ich sehr wichtig. Wir hatten mehrmals praktische Fragen, die gut in einer Masterarbeit beantwortet hätten werden können. Leider haben wir niemanden aus der Forschung gefunden, der diese Fragen für uns

untersucht hätte. Vielleicht interessiert die Forschenden die Problemstellung nicht, vielleicht finden sie aber auch keine Studierenden, die eine praktische Abschlussarbeit machen wollen.

Müsste man also schon in der Ausbildung Forschung und Praxis besser verbinden?

RH: Ja. An der Hochschule werden die Studierenden mit viel theoretischem Wissen eingedeckt. Ein grosser Anteil der Studienabgänger arbeitet aber später in der Praxis, nur ein verschwindend kleiner Teil hat die Chance, längerfristig in der Forschung zu bleiben. Die Hochschulen bilden also die Fachleute aus, die bei Behörden, Ökobüros und Firmen gebraucht werden. Auf diese Tatsache müsste in der Ausbildung mehr Augenmerk gelegt werden. Besonders gewünscht wären etwa bessere Artenkenntnisse oder Wissen zum gesetzlichen Umfeld, aber auch Soft Skills wie Kommunikationsfähigkeit und Verhandlungsgeschick.

SB: Da stellt sich die Frage, ob das nicht verschwendete Ressourcen sind, wenn die Leute nur in der Theorie, nicht aber für die Praxis ausgebildet werden.

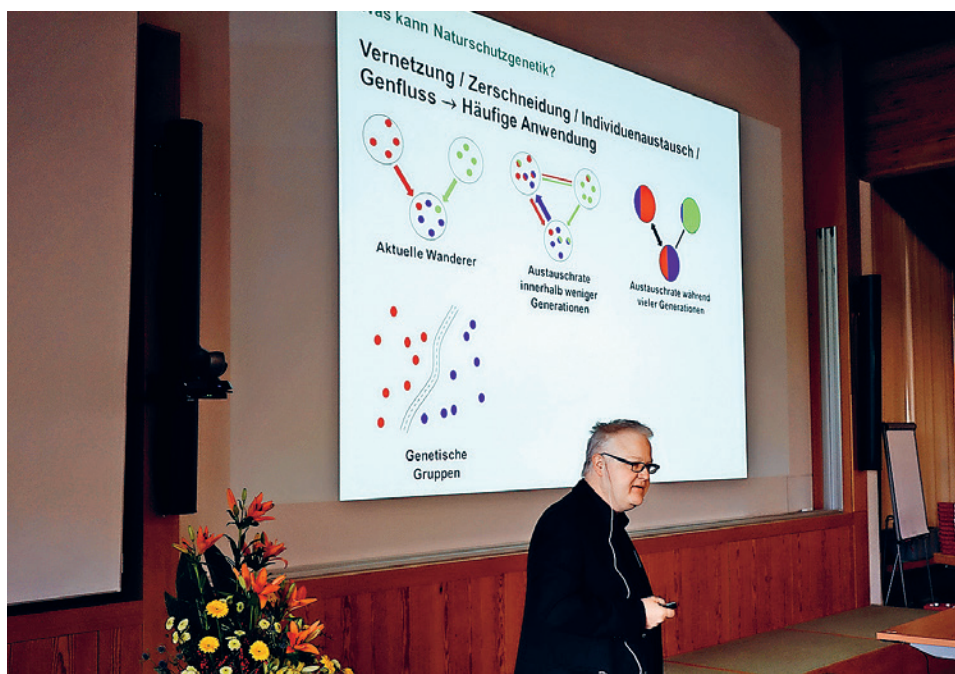
RH: Neben der Grundlagenforschung braucht es darum auch an-



Stefan Birrer ist Biologe und arbeitet seit 20 Jahren beim Ökobüro Hintermann & Weber in Reinach.



Der Biologe Rolf Holderegger leitet die Forschungseinheit Biodiversität und Naturschutzbiologie an der WSL.



Tagungen zu Themen, die auch die Praxis interessieren, fördern den Austausch und die persönlichen Kontakte.

gewandte Forschung an den Schweizer Hochschulen und Forschungsinstituten. Sie ist nicht nur wichtig für die Praxis, sondern auch ein Leistungsausweis gegenüber Politik und Gesellschaft. Diese erwarten von der Forschung neben einem hohen wissenschaftlichen Renommee auch einen Beitrag zur Lösung aktueller Probleme. Grundlagenforschung und angewandte Forschung gehen oft Hand in Hand und können sich gegenseitig befruchten.

Aber bringt Grundlagenforschung der Praxis überhaupt etwas?

RH: Oft nur indirekt und begrenzt. Es gibt den Begriff des «Trickle down»-Effekts: Man macht Grundlagenforschung und kümmert sich nicht darum, ob die Resultate anwendbar sind. Irgendwann, so hofft man, würden diese dann schon bis zur Praxis durchsickern. Eigentlich weiss man aber, dass dieser Ansatz nicht klappt oder sehr lange dauert.

SB: Bei der Genetik hat er aber funktioniert. Diese war am Anfang Grundlagenforschung, nun setzt man genetische Methoden im Naturschutz breit ein. Ich finde diese Annahme, dass die Forschungsergebnisse schon irgendwann in der Praxis ankommen, grundsätzlich richtig. Es gibt wohl nur wenige Praktiker, die die Grundlagenforschung als Problem ansehen. Es muss aber auch genügend Raum und Finanzen geben, damit praxisrelevante Forschung stattfinden kann.

Wie nützlich ist die angewandte Forschung überhaupt für die Praxis?

SB: Sehr nützlich. Aber ich bin in den letzten Jahren gegenüber der Wissenschaft etwas kritischer geworden. Es gibt immer wieder Arbeiten, die mich nicht überzeugen, auch wenn die statistischen Auswertungen korrekt sind. Oft passieren methodische Fehler, die vermieden werden könnten, wenn eine Fach-

person aus der Praxis beigezogen würde. Die Forschung fragt auch häufig zu wenig nach der Relevanz: Ist es bedeutsam, wenn es bei einer bestimmten Mähtechnik fünf Prozent mehr oder weniger einer Insektenart gibt? Oder sind vielleicht andere Faktoren wichtiger? Allerdings ist es mir auch unangenehm, als Praktiker den Forschenden Fehler in einer Untersuchung zu unterstellen; es ist immer sehr einfach zu kritisieren.

Einmal umgekehrt gefragt: Was wünscht sich denn die Forschung von der Praxis?

RH: Es gibt viele Forschungsfragen, die für die Praxis relevant sind und die mit den Daten der Praxis selbst, vor allem der Kantone, beantwortet werden könnten. Aber wir kommen an diesen Datenschatz nicht heran, weil er nicht aufbereitet ist. Hier wünsche ich mir grössere Offenheit. Auch bezüglich dessen, was die Forschung zu bieten hat. Man hört Vorurteile wie: «Die Forschenden wollen nur publizieren, wenn man mit ihnen redet, versteht man nichts. Sie sagen uns, wie man ihre Resultate interpretieren darf und am Schluss hat man keine Aussage.» Das Klischee stimmt ein Stück weit, aber es gibt viele Forschende, die zugänglich sind und sich mehr Austausch mit der Praxis wünschen.

SB: Diese negative Grundhaltung gibt es in der Praxis tatsächlich. Vor allem Artenspezialisten sind hier manchmal unglaublich streng. Sie finden, dass jemand, der nur ein paar Jahre studiert hat, der

keine Erfahrung hat und sich für die Feldarbeit erst in eine Artengruppe einarbeiten muss, am Schluss kein gutes Resultat erhalten wird.

Wie können diese Vorurteile überwunden werden?

RH: Wir haben ein paar Mal Tagungen gezielt für die Praxis angeboten, etwa zu Grünbrücken und zur Naturschutzgenetik. Wichtig sind Themen aus der Praxis und ein Programm, bei dem auch die Praktiker zu Wort kommen. Und es muss viel Zeit für den Austausch geben, damit man miteinander reden und sich kennenlernen kann.

SB: Solche Treffen finde ich sehr wertvoll, davon könnte es mehr geben. In Basel gibt es die Tagung «Naturschutz in und um Basel», da kommen alle Naturschützer aus der Region mit Forschenden zusammen und es werden wissenschaftliche Arbeiten vorgestellt.

RH: Aus meiner Sicht bringt der persönliche Kontakt am meisten für den Austausch zwischen Forschung und Praxis. (lbo)

Link zum WSL-Bericht «Informationsquellen der Naturschutzpraxis»: www.wsl.ch/bericht-naturschutzpraxis

«Das Wichtigste ist, dass man den Austausch mit der Praxis will und auch Zeit dafür investiert.»

Anna Hersperger, Birmensdorf

Preisträgerin

SNSF Consolidator Grant



RAUMPLANUNG IN BALLUNGSGBIETEN

Wie lässt sich die Entwicklung in grossen städtischen Regionen planen? Oder ist sie gar nicht steuerbar? Die Landschaftsforscherin Anna Hersperger hat die Raumplanung in 21 Städten Europas miteinander verglichen und analysiert nun für Bukarest, Zürich und Austin (Texas) die wichtigsten Prozesse im Detail. «Wir verstehen immer besser, welche Rolle strategische Visionen, Nutzungspläne und Akteure bei der Entwicklung von Ballungsgebieten spielen».

WALD Einschleppung von Schadorganismen mit Saatgut: Die Gefahr ist grösser als angenommen

Saat- und Pflanzgut von Bäumen wird heute europa- und weltweit gehandelt. Zum einen importiert man Saatgut, wenn es im Ausland billiger zu kaufen ist. Zum anderen besteht ein reger Handel mit Saatgut von exotischen Zierpflanzen, die Park- und Grünanlagen bereichern. Spätestens an der Schweizer Grenze stellt



Hohes Risiko trotz gesund aussehendem Saatgut: Keimende Föhrensamen werden innerhalb weniger Tage von mikrobiellen Organismen umwachsen, die in oder auf den Samen transportiert werden.

sich die Frage: Ist dieses Saat- und Pflanzgut frei von Schadorganismen wie Insekten und Pilzen? Denn mit dem importierten Saatgut können gebietsfremde Organismen in ein Land eingeschleppt werden, die sich in ihrer neuen Umgebung unter Umständen unkontrolliert vermehren und ausbreiten könnten.

Für die Einfuhr von Holz und lebenden Pflanzen benötigt man zwingend offizielle Dokumente, die

die Gesundheit des Pflanzenmaterials bestätigen. Nicht so für den Handel mit Saatgut. Weil dieses als weniger gefährlich eingestuft wird, ist für die Samen der meisten Baumarten der Handel nicht geregelt.

Vor der Ausfuhr Testpflanzungen anlegen

Doch das Risiko könnte grösser sein als gedacht. Biologin Iva Franić untersuchte in ihrer Doktorarbeit an der WSL und am «Centre for Agriculture and Bioscience International» (CABI) in Delémont Saatgut aus Nordamerika, Europa und Asien auf Insekten und Pilze. Dabei stellte sich heraus, dass die Saatgutproben einiger Baumarten aus China und Nordamerika von weit mehr Pilzen befallen sind als bisher angenommen. Darunter waren auch Pilzarten, die bereits heute als Schädlinge bekannt sind. Simone Prospero, der die Doktorarbeit von Franić an der WSL betreut, meint dazu: «Die hohe Infektionsrate des Saatguts einiger Baumarten ist beunruhigend.»

Noch ist nicht von allen gefundenen Insekten- und Pilzarten klar, ob sie gefährlich sind und wie gross ihr Schadenspotenzial ist. Um dies herauszufinden, werden die Forschenden der WSL und des CABI Delémont im Pflanzenschutzlabor in Birmensdorf Infektionsversuche mit Pflanzenmaterial sowie genetische Analysen durchführen.

Eine weitere Methode, um potenzielle Schädlinge zu identifizieren, sind sogenannte Wächterpflanzungen, die bereits im Ursprungsland des Saatgutes angelegt werden. Dabei pflanzt man Saatgut von häufig ex-

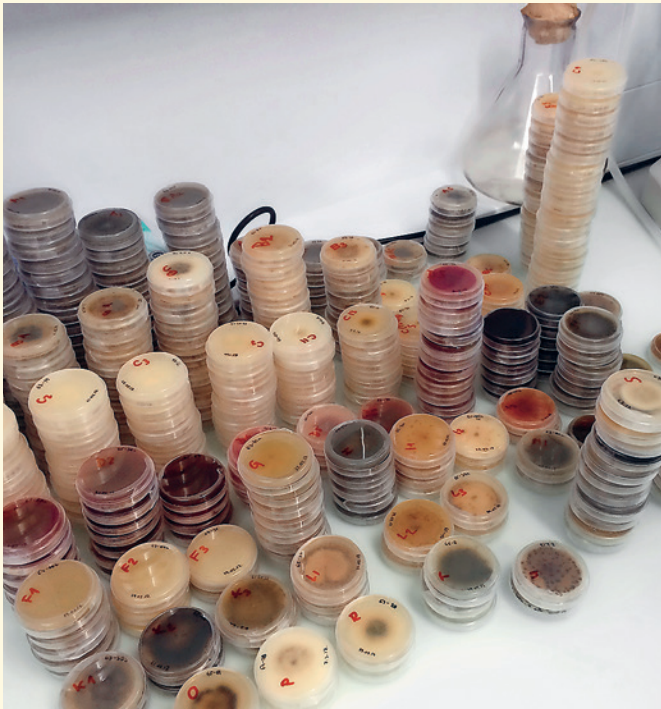
portierten Baumarten an und untersucht die Pflanzen danach auf Schadorganismen. Eine Risikoanalyse, ob sich diese Organismen in einem der importierenden Länder invasiv verhalten könnten, entscheidet schliesslich über die Ausfuhr des Samen- und Pflanzenmaterials. Eine dieser Pflanzungen steht seit 2018 im Forstgarten der WSL in Birmensdorf. Hier werden fünf in Mitteleuropa heimische Baumarten, die regelmässig nach Asien exportiert werden, auf Pilze und Insekten untersucht.

Tests von Saatgut gefordert

Aus den bisherigen Ergebnissen schliessen die Forschenden, dass es notwendig ist, die pflanzenschutzrechtlichen Massnahmen im Handel mit Baumsaatgut zu überdenken. «Das Risiko der ungewollten Einschleppung von Schadorganismen lässt sich nur minimieren, wenn Saatgut-Stichproben im Herkunftsland auf Pilz- und Insektenbefall getestet werden und die Probe dann ein entsprechendes Zertifikat erhält», erklärt Prospero. Denn je genauer und frühzeitiger man invasive Schadorganismen identifiziert, umso eher lässt sich deren Einschleppung in bisher befallsfreie Länder verhindern.

«Die neuen Pflanzengesundheitsverordnungen der EU und der Schweiz sind ein Schritt in die richtige Richtung», ist Prospero überzeugt. Darin werden die Importbestimmungen von Pflanzenmaterial aus Drittländern wie zum Beispiel China strenger reguliert. Denn wenn Schaderreger erst einmal über Kontinente verschleppt werden, können die daraus entstehenden finanziellen und ökologischen Folgen immens sein. (lbo)

www.wsl.ch/pflanzenschutzlabor



Das Diagnostiklabor der WSL führt regelmässig Saatgut-Kontrollen an importierten Föhrensamens durch.



Eichel einer amerikanischen Eichenart (*Quercus garryana*) mit Pilzbefall und Frassschäden durch Insektenlarven.

WALD Fachleute aus Forst und Naturschutz lösen Konflikt zwischen Ökonomie und Ökologie unterschiedlich



In einem Marteloskop ist jeder Baum nummeriert. Auf dieser Übungsfläche lassen sich verschiedene Aufgaben des Waldbaus in der Theorie durchspielen.

Wie kann man Holz ernten und gleichzeitig die Biodiversität im Wald fördern? Ein Team um Politologe Tobias Schulz und Forstingenieur Frank Krumm hat gemeinsam mit Forschenden aus Deutschland verglichen, wie Fachleute aus Forst und Naturschutz diesen Konflikt lösen. Dazu wurden an zwei Tagen je zwölf Teilnehmende in ein Marteloskop in einem Eichenwald eingeladen. Dies ist eine Trainingsfläche, auf der alle Bäume mit ihren Merkmalen erfasst und kartiert sind. Die Teilnehmenden mussten ökonomische und ökologische Ziele ausgleichen: Sowohl eine gewisse Menge an Wertholz zur Ernte anzeichnen als auch zehn Habitatbäume auswählen. Letztere sollen wegen ihrer Habitatstrukturen wie Höhlen und Risse erhalten bleiben, da sie vielen Tieren Lebensraum bieten.

Naturschutzfachleute zeichneten fast nur dicke, alte Eichen als Ha-

bitatbäume aus, während Forstleute auch jüngere Hainbuchen mit niedrigerem ökologischem Wert auswählten. Grosse Eichen sind ökonomisch wertvoll und wurden von den Forstleuten zur Ernte angezeichnet, von den Naturschützern hingegen kaum. Betreffend den Ausgleich zwischen Ökonomie und Ökologie verhielten sich die Förster einheitlicher als die Naturschützer, wählten sie doch alle Habitatbäume mit insgesamt tiefem ökonomischem Wert.

Wesentliche Faktoren wie etwa die Arbeitssicherheit oder der Zeitdruck wurden bei dieser Untersuchung nicht abgefragt. Wie diese Faktoren das Abwägen zwischen Ökonomie und Ökologie beeinflussen, sollen weitere Marteloskopübungen zeigen.

(lbo)

LANDSCHAFT Bei der Kartierung von Pflanzen ist der Computer teilweise besser als der Mensch

Unzählige Fahrzeuge verkehren täglich auf Schweizer Autobahnen. Aber nicht nur Menschen nutzen diese Hauptverkehrsachsen, entlang dieser Korridore breiten sich auch gebietsfremde Pflanzenarten aus. Einzelne dieser sogenannten invasiven Neophyten vermehren sich teils stark. Manche Arten sind giftig, verursachen Allergien oder führen zu erhöhten Kosten im Strassenunterhalt. Oft ist nicht klar, wo und wie schnell sie sich ausbreiten, da Kartierungen an Autobahnen gefährlich sind und darum fehlen.

Nun testen WSL-Ökologe Michael Nobis und sein Team zusammen mit dem Computer Vision Lab der ETH Zürich eine neue Methode, um Pflanzenarten schnell und automatisiert zu kartieren. Mit einem Auto befahren die Forschenden Autobahnen wie die A1 zwischen Genf und St. Margrethen. Dabei filmen zwei Kameras die Seiten- und Mittelstreifen. Bei 90 km/h und 24 Bildern pro Sekunde entsteht so ein Datensatz von mehreren Millionen Einzelbildern der Vegetation entlang der Strassen.

Ausgewertet wird dieser Datensatz mithilfe von «Deep Learning»: Künstliche neuronale Netze, die so trainiert werden, dass sie bestimmte Muster in Daten erkennen. Auf einem kleinen Teil der Bilder werden von Hand der Götterbaum und das Schmalblättrige Greiskraut markiert. Mit diesem Trainingsdatensatz lernt der Computer, die Arten zu erkennen. «Mit der neuen Technologie könnten aufwändige Routinearbeiten wie das Kartieren im Feld vereinfacht werden», ist Nobis überzeugt. Ein Vor-

projekt mit Drohnenaufnahmen an Bahntrassees der SBB hat gezeigt, dass die Maschine die Arten teils besser erkannte als ein Botaniker.

Ziel des aktuellen Projekts ist es, die neue Methode zu testen und detaillierte Verbreitungskarten des Götterbaums und des Schmalblättrigen Greiskrauts entlang von Autobahnen zu erstellen. Das Bundesamt für Strassen ASTRA, Auftraggeber des Pro-



Kameras filmen die Vegetation links und rechts aus dem Auto heraus. Der Götterbaum (rechts) ist bei 90 km/h erstaunlich scharf abgebildet.

jekts, und das Bundesamt für Umwelt BAFU haben grosses Interesse an den Resultaten. Diese werden die aktuelle Verbreitung invasiver Arten in der Schweiz aufzeigen und Entscheidungshilfen für den Umgang mit diesen Arten liefern. (lbo)

Umfrage zur Energiewende: Bevölkerung will stärker bei der Planung von Anlagen mitwirken

Die Schweizer Bevölkerung hat deutlich Ja zur Energiestrategie 2050 gesagt. Werden jedoch potenzielle Standorte – beispielsweise für Windkraftanlagen – vorgeschlagen, reagieren viele Menschen mit Skepsis. Wie sich die Bevölkerung die Umsetzung der Energiewende konkret in ihrem unmittelbaren Lebensraum vorstellt, hat die WSL in zwölf Gemeinden nordöstlich von Bern untersucht.

Dazu führte die Geografin Stefanie Müller eine Umfrage durch. Sie wollte von den in der Region lebenden Menschen erfahren, wie zufrieden diese mit der Mitwirkung bei der Planung erneuerbarer Energieanlagen sind. Zudem wollte Müller herausfinden, wie sich die Bevölkerung die Veränderung ihres Lebensraums durch die Installation von Anlagen

für die Produktion von erneuerbaren Energien vorstellt. Dabei ging die Forscherin neue Wege: Sie bat die Betroffenen, ein sogenanntes Geografisches Informationssystem zu benutzen und dabei auf digitalen Kartenausschnitten zu markieren, wo potenzielle Standorte von Windroturen sein könnten. Auch sollten sie begründen, an welchen Orten keine Windenergie erzeugt werden solle.

Insgesamt beteiligten sich 530 Personen an der Befragung. Eine grosse Mehrheit kann sich durchaus Standorte für Windkraftanlagen in ihrer Gemeinde vorstellen. Voraussetzung dafür ist jedoch, dass die Betroffenen stärker als bisher im lokalen Planungsprozess aktiv mitwirken dürfen, etwa bei der Wahl der Art der erneuerbaren Energiequelle oder des Produktionsstandorts sowie der konkreten Ausgestaltung der Anlagen.

Würde die Meinung der Bevölkerung stärker in die lokale Umsetzung der neuen Energiestrategie miteinbezogen, würde dies bisherige Abläufe in Politik und Verwaltung in Frage stellen. Eine grössere und frühzeitige Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger erhöht aber die Chance, dass erneuerbare Energiequellen in Zukunft nicht als Eingriff in den unmittelbaren Lebensraum, sondern vielmehr als Teil davon wahrgenommen werden. *(rlä)*

www.wsl.ch/umfrage-windenergie



Windkraftanlage bei Haldenstein im Churer Rheintal.

LANDSCHAFT Wasser könnte knapp werden – verfügt die Schweiz über ausreichend Speicher?



Das Wasser in künstlichen Speicherseen, hier im Val de Bagnes (VS), ist vorwiegend für die Stromproduktion reserviert.

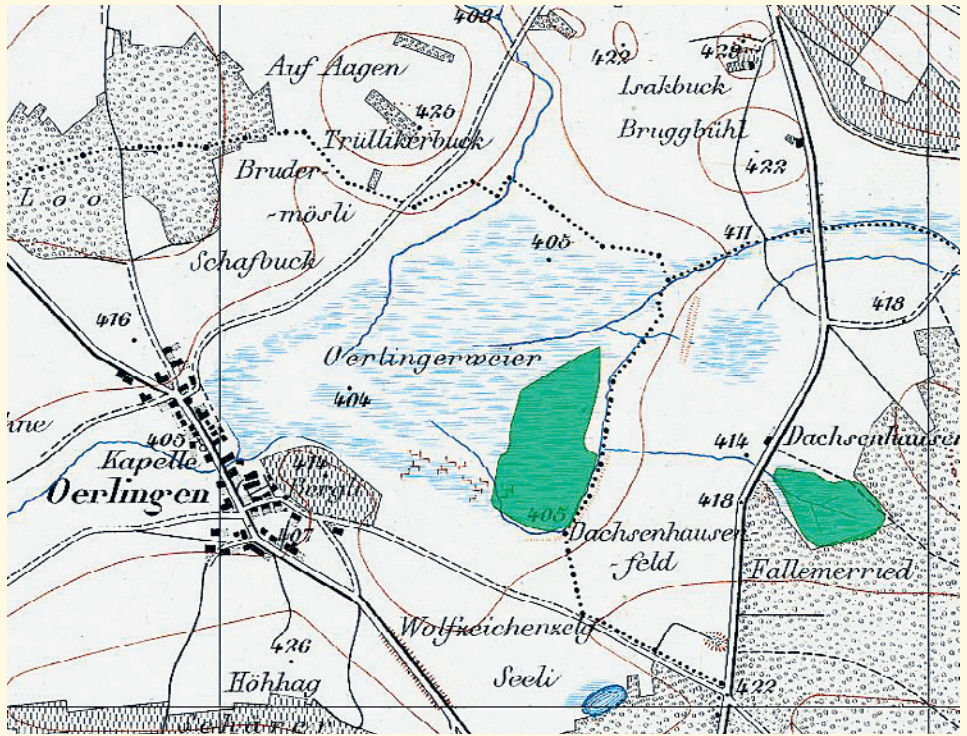
Mehr Hitzetage, trockene Sommer und schneearme Winter: Dies sind laut den Klimaszenarien CH2018 des Bundes die Folgen für die Schweiz, wenn der Klimawandel ungebremsst fortschreitet. Wasser könnte also knapp werden, vor allem im Sommer. Lässt sich dieser Knappheit begegnen, indem bestehende Wasserspeicher die ausfallenden Niederschläge und Abflüsse ersetzen? Im Auftrag des BAFU untersuchte die Hydrologin Manuela Brunner diese Frage zusammen mit der Hochschule Rapperswil. Für 307 Einzugsgebiete der Schweiz schätzten die Forschenden die heutige und zukünftige Wasserknappheit im Sommer ab und verglichen sie mit dem Speichervolumen von natürlichen Seen und künstlichen Reservoirs.

Das Ergebnis: Schweizweit reicht das Volumen der vorhandenen

Speicher aus, um einer Wasserknappheit entgegenzuwirken. Doch aufgrund von Reglementen ist nur ein kleiner Teil der Seevolumen tatsächlich nutzbar, und das Wasser in Stauseen dient vorwiegend der Wasserkraftproduktion. Um das Potenzial der Stauseen auszuschöpfen, müssten die Nutzungskonzessionen neu verhandelt werden. Ausserdem liegen die Speicher oft nicht im Mittelland, wo das Wasser vorwiegend gebraucht wird. In einem Folgeprojekt soll nun untersucht werden, wie die Rahmenbedingungen geändert werden müssen, damit eine Mehrfachnutzung der vorhandenen Speicher möglich wird.

(lbo)

Zürcher Moore: Ohne Gegensteuer werden weitere Pflanzenarten verschwinden



Die Feuchtgebiets-Signatur auf der Karte zeigt die Ausdehnung der Oerlinger Moore um 1850. Heute ist sie viel kleiner (grüne Flächen). Das ist typisch für Moore im Kanton Zürich.

Moore bedecken weniger als ein Prozent des Kantons Zürich – um das Jahr 1850 war die Fläche noch zehnmal so gross. Grund dafür ist, dass grosse Teile der Moorfläche seither trockengelegt wurden. Sie sind nun landwirtschaftlich genutzt oder überbaut. Es leuchtet ein, dass bei solch markanten Flächenverlusten Pflanzenarten verschwinden, die an Moore angepasst sind. So sind einzelne Moorspezialisten im Kanton bereits ausgestorben, zahlreiche weitere Arten sind viel seltener geworden.

Die Umweltwissenschaftlerin Anine Jamin hat in ihrer Masterarbeit untersucht, ob noch weitere Pflanzenarten verschwinden werden. Dazu verglich sie die Artenzahlen in Mooren, die seit 1850 nur wenig von ihrer Fläche verloren haben, mit je-

nen in stark geschrumpften Mooren. Das Ergebnis zeigt, dass in stark geschrumpften Mooren zurzeit mehr Pflanzenarten vorkommen als bei deren geringer Grösse zu erwarten ist. Das ist jedoch nur scheinbar ein gutes Zeichen: Der beobachtete Arten-Überhang wird als Aussterbeschuld bezeichnet. Biologe Ariel Bergamini, Betreuer der Masterarbeit, erklärt: «Wenn der Lebensraum schrumpft und zerstückelt wird, überleben das viele Pflanzen vorerst. Aber die Bestände in den isolierten Restflächen sind klein. Mit der Zeit gehen solche Arten verloren, zum Beispiel weil sie sich nicht mehr erfolgreich fortpflanzen.»

Chance für den Naturschutz

Dies bedeutet für die Zürcher Moore, dass weitere Pflanzen aussterben

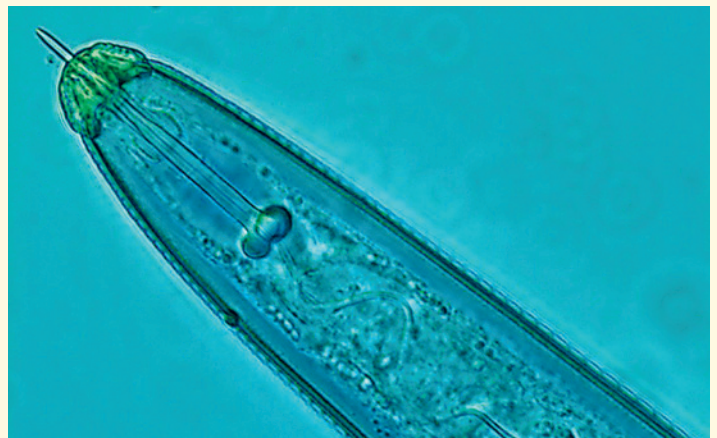
werden, selbst wenn die Moorfläche nicht weiter abnimmt – bis die Artenzahl mit der Grösse der Fläche im Einklang steht. Wenn diese Pflanzen erhalten werden sollen, fordern Bergamini und Jamin dringend Massnahmen zugunsten der Moore und ihrer Pflanzenwelt: Das bestehende Netzwerk von Feuchtgebieten solle ergänzt und erweitert werden, indem ein Teil der trockengelegten Moorflächen wiedervernässt wird. Um die Qualität der verbliebenen Moore zu

steigern, müssen Entwässerungsgräben geschlossen und ausreichende Pufferzonen eingerichtet werden. So paradox das tönen mag, sieht Bergamini in der Aussterbeschuld auch eine Chance für den Naturschutz: «Noch sind die Arten lokal vorhanden und können gerettet werden.» (bio)

BIODIVERSITÄT Boden erholt sich nach Eingriff

Extensiv genutzte Wiesen sind nährstoffarm und beherbergen deshalb eine grosse Artenvielfalt. Doch Düngung und häufiger Schnitt haben viele Magerwiesen in der Schweiz in hochproduktive, aber artenarme Agrarwüsten verwandelt. Der Naturschutz möchte ihren ursprünglichen Zustand wiederherstellen, etwa in Schutzgebieten. Ein umstrittener, aber effizienter Eingriff hierfür ist der Oberbodenabtrag. Ein Bagger entfernt dazu einen Teil der nährstoffreichen obersten Bodenschicht, danach kommen Schnittgut oder Samen aus intakten Magerwiesen auf die Fläche. Bodenexperten kritisieren, dass dies den Boden dauerhaft störe.

Diesen Einwand widerlegte die Umweltwissenschaftlerin Carol Resch von der WSL anhand von unterirdischen Anzeigern für den Bodenzustand, den Nematoden (Fadenwürmern). Es gilt: Je komplexer das Netzwerk aus pflanzen-, bakterien-, pilz- und fleischfressenden Nematoden, desto gesünder der Boden. Resch hat elf renaturierte Wiesen im Naturschutzgebiet Eigental (ZH) untersucht, denen vor 22 Jahren auf unterschiedliche Weise Nährstoffe



Fadenwürmer sind Anzeiger für den Zustand des Bodens. Die pflanzenfressende Art *Rotylenchus robustus* bohrt mit dem Stilet am Vorderende Pflanzenzellen an, um den Saft zu saugen.

entzogen wurden. Es zeigte sich, dass Oberbodenabtrag mit und ohne anschließender Aussaat die gewünschte Pflanzengemeinschaft wiederherstellen konnte, wiederholtes Mähen alleine jedoch nicht. Zudem erholten sich die Bodennematoden erfolgreich von den Baggerarbeiten. «Der Oberbodenabtrag alleine würde langfristig ausreichen, um eine intakte Magerwiese wiederherzustellen», ist Reschs Fazit. «Doch will man dies schneller erreichen, braucht es die zusätzliche Aussaat.» (bki)

Warum Forscher mit Netzen Steine aus Wildbächen fischen



Mit einem Fangnetz sammeln die Forschenden im Wildbach Avançon de Nant (VD) Steine.

An einem Stahlrohr fährt ein etwa 50 Zentimeter breites Fangnetz in den sprudelnden Wildbach Avançon de Nant (VD). Es angelt aber nicht nach Fischen, sondern sammelt Geschiebe, also vom Wasser mittransportiertes Gestein. Am Boden des Bachs befinden sich zudem Messplatten mit Geophonen, die Vibrationen der polternden Steine messen – damit lässt sich die Geschiebemenge abschätzen. Doch welches Geophon-Signal zeigt welche Menge Gestein an?

Das untersucht der WSL-Doktorand Tobias Nicollier. Er will eine Rechenmethode entwickeln, um künftig Geophonsignale automatisch bestimmten Geschiebemengen zuzuordnen. Dazu benötigt er Vergleichsda-

ten, die er mithilfe der bereits erwähnten Fangnetze oder auch mit fest installierten Geschiebefangkörben erhält. «Diese beiden Methoden sind bisher die einzigen, die bei hohen Abflüssen die Geschiebemenge bestimmen können», sagt Nicollier. Um die benötigten Daten zu erhalten, führte er im Sommer 2019 diverse Fangnetz-Messungen im Avançon de Nant, in der Albula (GR) und im Erlenbach (SZ) durch.

Am falschen Ort abgelagert kann Geschiebe dazu beitragen, dass Hochwasser Schäden anrichten. Für Wasserkraftwerke ist es zudem wichtig zu wissen, wie rasch sich Stauseen mit Sediment füllen. Doch die letzten umfassenden Geschiebemessungen in Schweizer Flüssen fanden vor achtzig Jahren statt.

Um die Bewegungen der mitgerissenen Steine noch genauer abzubilden, macht Nicollier Versuche in künstlichen Bachbetten. Dort baut er die Bodenstruktur und das Fliessverhalten der Wildbäche möglichst genau nach und filmt durch Plexiglaswände die Gesteinskörner. «Ziel ist es, den natürlichen Geschiebehaushalt besser zu verstehen.» Nicht zuletzt deshalb, weil zu einer gelungenen Flussrevitalisierung auch ein naturnahes Geschiebeverhalten gehört, etwa um Kiesbänke zu bilden. In der Schweiz müssen rund 4000 Kilometer Flussläufe revitalisiert werden. *(bki)*

www.wsl.ch/geschiebe

NATURGEFAHREN Felssturz und Lawine am Flüela Wisshorn: eine Verkettung von Prozessen

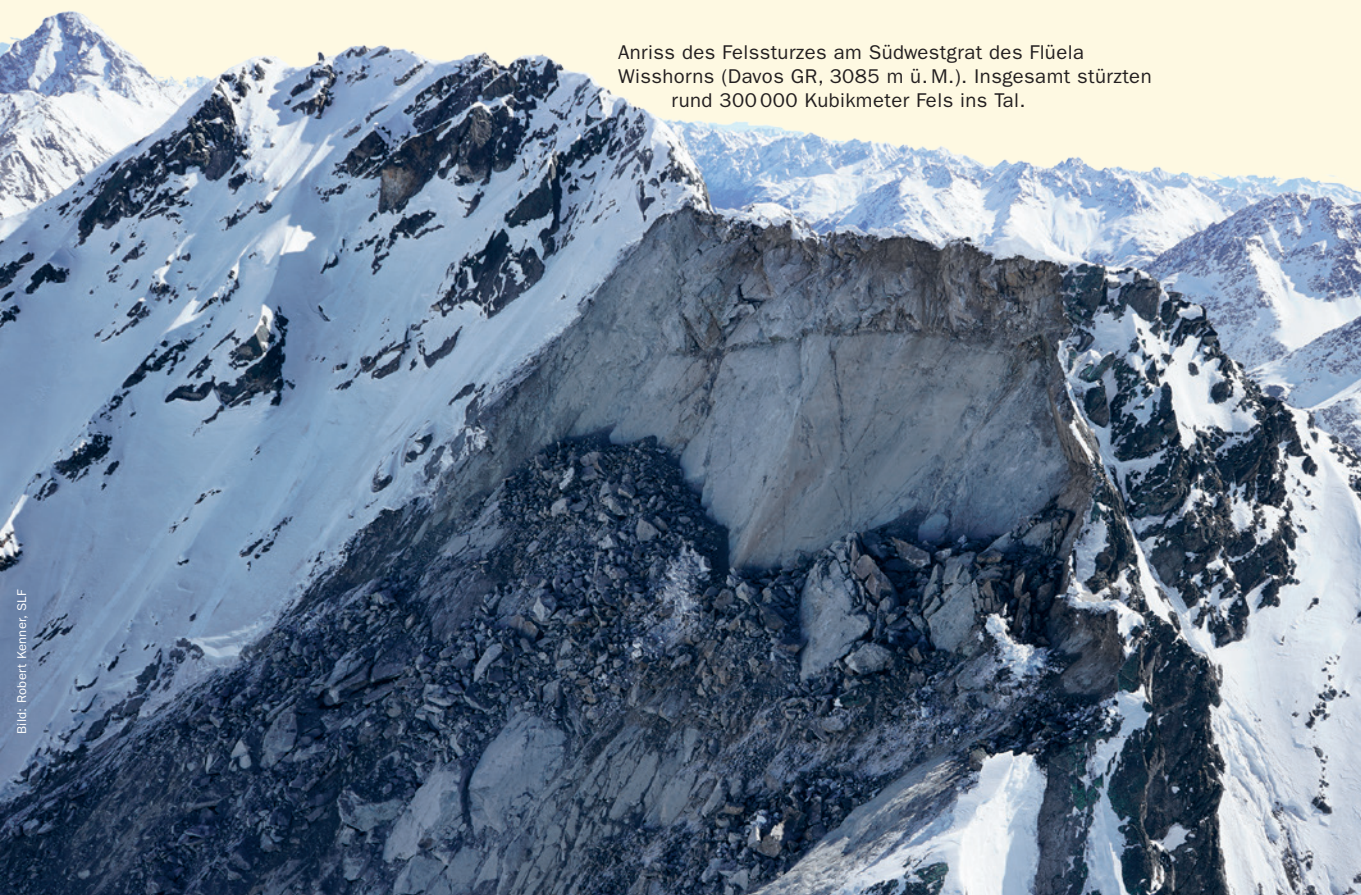
In der Nacht auf den 19. März 2019 stürzte am Flüela Wisshorn nahe Davos knapp eine Drittelmillion Kubikmeter Fels ab. In der Folge löste sich eine sehr grosse Schneelawine, die fast bis zur gesperrten Flüelapassstrasse floss. Über solche Verkettungen von Naturgefahrenereignissen – hier eines Felssturzes mit einer Lawine – ist noch wenig bekannt. Deshalb forscht das SLF im Rahmen des Programms «Klimawandel und alpine Massenbewegungen» intensiv zu diesem Thema. Ziel ist, die Prozesse im Detail zu verstehen und danach die Vorgänge am Computer zu simulieren. So können Schutzmassnahmen entsprechend angepasst werden. Das Ereignis am Flüela Wisshorn war ein interessantes Fallbeispiel, das Forschende des SLF unter anderem anhand von seismischen Messungen und Drohnenaufnahmen genau analysierten.

Permafrostforscher Robert Kenner fasst die Ergebnisse der Analyse zusammen: «Das Anrissgebiet des Felssturzes liegt im Permafrost. Die Hauptgründe für das Ereignis waren aber wohl die geologische Struktur des Felses und die Erosion des Hangfusses durch die Vergletscherung während der letzten Eiszeit.» Das abgestürzte Schnee-Fels-Gemisch lagerte sich auf einen bestehenden Blockgletscher ab. Die Forschenden sind nun gespannt, ob sich die Bewegung des Blockgletschers in den kommenden Jahren wegen dieser Zusatzmasse verändern wird.

Der Fall Flüela Wisshorn und einige vergleichbare Felsstürze in den vergangenen Wintern zeigen: Felsstürze dieser Grösse sind nicht nur im Sommer, sondern zu jeder Jahreszeit möglich. *(mbe)*

www.slf.ch/felsstuerze-permafrost

Anriss des Felssturzes am Südwestgrat des Flüela Wisshorns (Davos GR, 3085 m ü.M.). Insgesamt stürzten rund 300 000 Kubikmeter Fels ins Tal.



Wo liegt noch (kein) Schnee? Satelliten erfassen die Schneebedeckung auf Wanderwegen

Ob Wandern oder Mountainbiken: Tourismusorganisationen in Bergregionen und Outdoorplattformen im Internet werben mit aktiver Erholung in der Natur. Doch diese Angebote sind stark vom Wetter und von den Geländebedingungen abhängig. So sind Wanderwege in den Bergen auch



Nicht immer ist klar, ob die geplante Wanderung schneefrei ist.

im Sommer oft noch schneebedeckt. Wo genau der Schnee liegt und wie hoch, ist jedoch nicht klar, da die Wege im alpinen Gelände häufig schlecht erreichbar sind. Deren Zustand zu Fuss oder mit Hubschraubern zu erfassen, ist eine sehr kostspielige Lösung. Deshalb werden nur ausgewählte Strecken sporadisch überprüft. So fehlen den Tourismusverantwortlichen häufig Informationen, um den Zustand von Wanderwegen beurteilen und ihr Angebot entsprechend bewerben zu können.

Diese Lücke will das Startup-Unternehmen WeGaw zusammen mit dem SLF und mit Unterstützung der Europäischen Weltraumbehörde ESA

schliessen. Die junge Firma nutzt für ihr Pilotprojekt «DeFrost» verschiedene Satelliten, um aktuelle Informationen über die Schneedecke auf Bergwegen zu erhalten und diese in einer Karte darzustellen. Ergänzende Informationen liefern das aktuelle Lawinenbulletin des SLF und die Schneehöhen, welche von Messstationen in den Schweizer Alpen erfasst werden.

Um zu überprüfen, ob das neue Verfahren funktioniert, setzen die Forschenden des SLF automatische Kameras ein. Diese wurden an mehreren Standorten im Dischmatal bei Davos aufgestellt. Sie dokumentieren mit einer hohen räumlichen und zeitlichen Auflösung, wo der Boden tatsächlich noch mit Schnee bedeckt ist. Ein Abgleich der Bilder mit der Karte zeigt, wie gut diese die Realität abbildet.

Mit DeFrost soll ein «Schneebedeckungs-Index» für die Wege im alpinen Gelände entwickelt werden. Bis im Frühjahr 2020 wird das ganze System voraussichtlich in Betrieb sein. Es soll Tourismusorganisationen helfen, die Begehrbarkeit von Wanderwegen besser einschätzen zu können.

(sni)

Francesca Pellicciotti, Birmensdorf

Preisträgerin
ERC Consolidator Grant



FORSCHEN AUF DEM DACH DER WELT

Die Gletscher der Hochgebirge Asiens sind die drittgrösste Eismasse der Welt. Von ihrem Wasser hängen Millionen Menschen ab. Die Glaziologin Francesca Pellicciotti erforscht, welche Wasserressourcen für Mensch und Natur angesichts des Klimawandels zur Verfügung stehen

werden. Dafür sammelt sie mit ihrem Team Messdaten in Ländern wie Nepal, Tibet, Indien und Pakistan, aber auch in Chile und Peru. Ausserdem entwickelt sie Simulationsmodelle, die zukünftige Engpässe der Wasserversorgung vorhersagen können.

Wenn der Tundraboden taut: Arktische Mikroorganismen heizen den Klimawandel an



Messungen auf Spitzbergen zeigen: Trockener Tundraboden (Bild) stösst kaum Methan und Lachgas aus, nasser hingegen viel.

Nur wenige Wochen im Jahr haben die Pflanzen in der arktischen Tundra Zeit, um zu wachsen. Auch Boden-Mikroorganismen verbringen viele Monate in einer Art Kälteschlaf und sind nur kurz aktiv, wenn die oberste Schicht des Bodens auftaut. Dann bauen sie organisches Material ab – allerdings weniger, als die Pflanzen gleichzeitig bilden. So sind im Laufe der Jahrtausende dicke Torfböden entstanden. Weltweit speichern diese etwa doppelt so viel Kohlenstoff wie die ganze Atmosphäre. Aber der Klimawandel macht die Tundraböden von Kohlenstoffsenken zu Kohlenstoffquellen: Weil die Temperaturen steigen, ist der Boden weniger lang gefroren, und er taut im Sommer bis in tiefere Schichten auf. Das kommt vor allem den Mikroorganismen zugute. Sie bauen nun mehr organisches Material ab als die Pflan-

zen bilden. Das dabei freigesetzte Kohlendioxid verstärkt den Treibhauseffekt und damit den Klimawandel weiter. Und es könnte noch schlimmer kommen, erklärt Mikrobiologe Beat Frey: «Die Klimamodelle prognostizieren, dass die Arktis feuchter wird. In einem wassergesättigten Boden könnten andere Mikroorganismen aktiv sein als in einem trockenen, die stärkere Treibhausgase freisetzen.»

Lachgas und Methan statt Kohlendioxid

Freys Kollegin Aline Frossard, ebenfalls Mikrobiologin, nimmt daher Mikroorganismen sowohl im trockenen als auch im nassen Tundraboden genau unter die Lupe. Ihre Messungen auf Spitzbergen zeigen: Im nassen Boden sind, wie vermutet, andere Mikroorganismen aktiv als im tro-

cken Boden. Als Folge davon entweichen aus dem nassen Boden deutlich mehr Methan und Lachgas. Diese Gase verstärken den Treibhauseffekt rund fünfundzwanzig- beziehungsweise dreihundertmal stärker als Kohlendioxid. Frossard: «Das sollten die weltweiten Klimamodelle berücksichtigen, damit die Prognosen zuverlässiger werden.»

Frossard und Frey erforschen Mikroorganismen in Tundra- und Permafrostböden zu allen Jahreszeiten – im Winter bei ewiger Nacht und eisiger Kälte, im Frühling während

der Schneeschmelze und im Sommer bei Mitternachtssonne. Genetische Untersuchungen ihrer Bodenproben erlauben Einblicke in eine weitgehend unbekannte Schatztruhe an Arten. Denn so lebensfeindlich die Tundra wirken mag: Für viele Mikroorganismen ist sie der natürliche Lebensraum. *(bio)*

SCHNEE UND EIS Mikroplastik im Schnee stammt wahrscheinlich aus der Atmosphäre

Mikroplastik lässt sich mittlerweile in abgelegensten Regionen nachweisen, etwa im arktischen Meereis und in den Sedimenten der Tiefsee. Dort hin gelangen die winzigen Partikel mit Meeresströmungen. Doch das ist möglicherweise nicht der einzige Weg: Der Abrieb von Autoreifen, Lackpartikel, synthetische Kleiderfasern und andere Materialien könnten auch mit dem Wind durch die Atmosphäre transportiert werden. Dort fängt Schnee die Partikel ein und bringt sie zur Erde. Zumindest ist dieses Phänomen von anderen Arten von Luftverunreinigungen bekannt.

Nun haben Forschende erstmals Mikroplastik in Schneeproben nachgewiesen. An der Studie unter Leitung des deutschen Alfred Wegener Instituts waren auch Wissenschaftler des SLF beteiligt. Diese sammelten im Winter 2017/18 Neuschnee im Flüelatal bei Davos. Die Proben sowie weitere aus Bayern und von der Nordseeinsel Helgoland dienten als Vergleich mit arktischem Schnee, der

aus Spitzbergen und von verschiedenen Eisschollen nordöstlich von Grönland stammte.

Die grössten Mengen an Mikroplastik enthielten die Proben aus Bayern, die direkt neben einer Landstrasse gesammelt wurden: bis zu 150 000 Partikel pro Liter geschmolzenem Schnee. Doch auch die arktischen Proben enthielten immerhin bis zu 14 000 Partikel – erstaunlich viel für derart abgelegene Regionen. Im alpinen Flüelatal waren die Konzentrationen ähnlich hoch.

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass Mikroplastik wahrscheinlich mit den globalen Windsystemen bis in die Arktis gelangt. Wie die Partikel überhaupt in die Atmosphäre kommen, müssen weitere Studien zeigen. *(cho)*

Catherine Graham, Birmensdorf

Preisträgerin

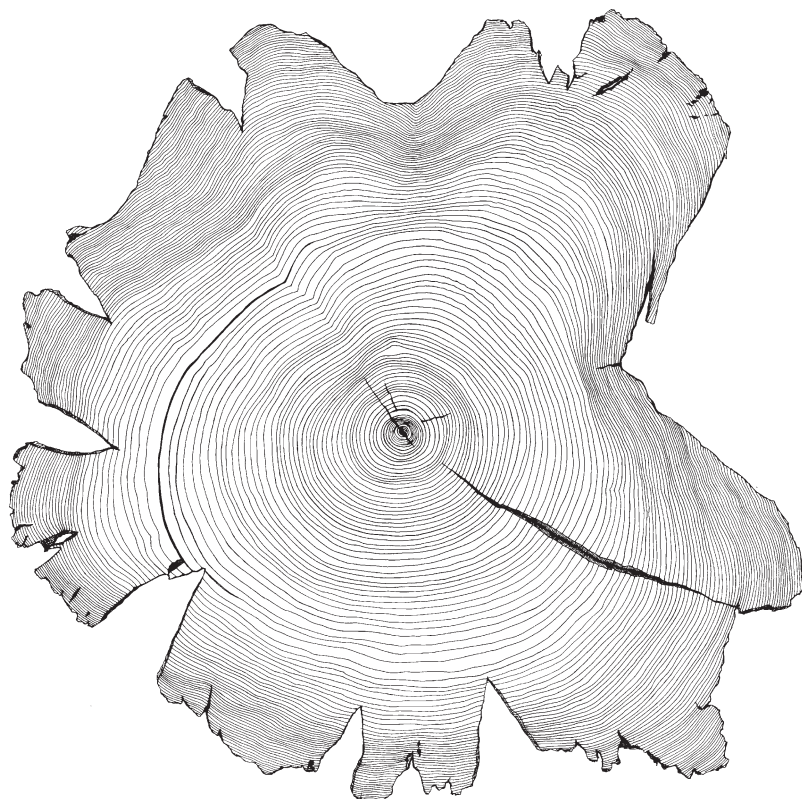
ERC Advanced Grant



DIE ARTENVIELFALT DER ZUKUNFT VORHERSAGEN

Wie verändert sich die Artenvielfalt? Und was bedeutet dies für die Wechselwirkungen zwischen Pflanzen und Tieren? Die Ökologin Catherine Graham untersucht diese Fragen unter anderem am Beispiel von Kolibris und ihren Futterpflanzen in

Bergregionen Mittel- und Südamerikas. Ihre Erkenntnisse werden in ein Modell einfließen, mit dem sich Wechselwirkungen diverser Tier- und Pflanzenarten vorhersagen lassen – ein wichtiges Werkzeug zum Schutz der Biodiversität.



Holz lässt sich vielfältig nutzen: Es dient als Brennstoff, Baumaterial oder zur Herstellung von Papier. Die WSL erforscht, wie der nachwachsende Rohstoff nachhaltig genutzt werden kann und erarbeitet Grundlagen für die Forstwirtschaft. Holz dient den WSL-Forschenden zudem als natürliches Archiv: Im Dendrolabor führen sie Jahrring-Analysen durch, unter anderem an jahrtausendealten, im Boden konservierten Baumstümpfen, und ziehen daraus Rückschlüsse auf das frühere Klima unseres Planeten.

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

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

IMPRESSUM

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

Text:
Lisa Bose (lbo), Martin Heggli (mhe),
Claudia Hoffmann (cho), Beate Kittl
(bki), Reinhard Lässig (rlä), Sara
Niedermann (sni), Birgit Ottmer (bio)

Redaktionsleitung:
Lisa Bose, Claudia Hoffmann;
diagonal@wsl.ch

Gestaltung:
Raffinerie AG für Gestaltung, Zürich

Layout: Sandra Gurzeler, WSL

Druck: cube media AG, Zürich
Papier: 100 % Recycling

Auflage und Erscheinen:
5000, zweimal jährlich

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

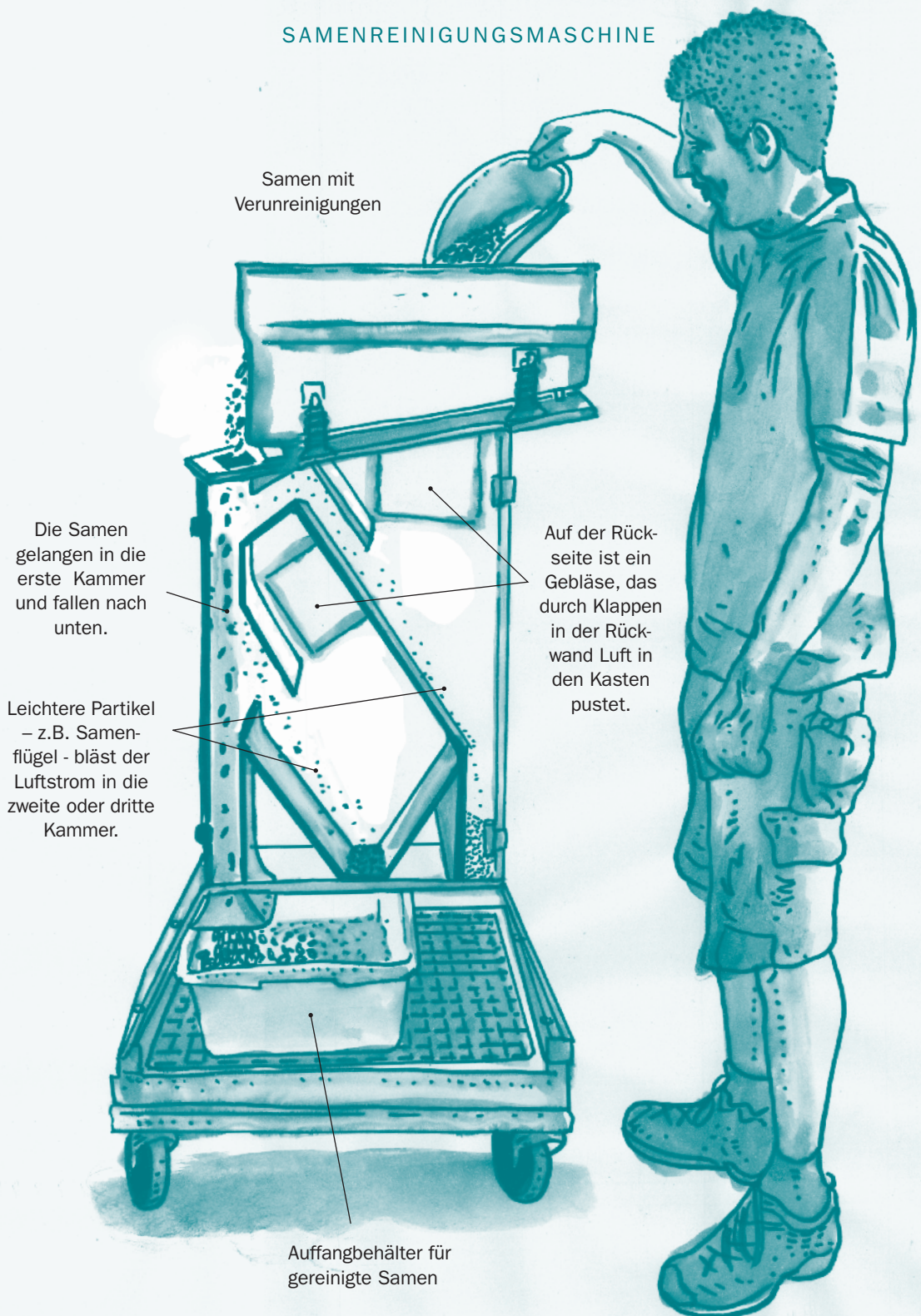
Zitierung:
Eidg. Forschungsanstalt WSL, 2019:
WSL-Magazin Diagonal, 2 / 19.
36 S., ISSN 2296-3561

PERSONEN



Die WSL-Redaktion von links nach
rechts; oben: Sandra Gurzeler, Birgit
Ottmer, Beate Kittl, Claudia Hoffmann;
unten: Reinhard Lässig, Sara Nieder-
mann, Lisa Bose

SAMENREINIGUNGSMASCHINE



Die WSL erntet, reinigt und lagert Samen von etwa neunzig verschiedenen Baumarten. Dieses Saatgut verwendet sie für eigene Versuche oder stellt es Forstbetrieben zur Verfügung. Um es von Verunreinigungen zu befreien, gibt es verschiedene Samenreinigungsmaschinen. Diese hier trennt das Ausgangsmaterial nach Gewicht, zum Beispiel schwerere Fichtensamen von leichteren Verunreinigungen. Die gereinigten Samen werden in einem Behälter gesammelt und weiterverwendet.

Video auf:
www.wsl.ch/ding





Mikroplastik: Auch im Schnee nachweisbar, S. 33



Wildbäche: Mit Netzen auf Steinfang, S. 28

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
lausanne@wsl.ch
www.wsl.ch/lausanne

Cadenazzo

Istituto federale di
ricerca WSL
Campus di Ricerca
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 Wald, Landschaft, 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, Cadenazzo, 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/geschaeftsbericht.

