

DIAGONAL

SCHWERPUNKT

Dem Umwelt- wandel auf der Spur

Nr. 1
15

Nach Stürmen:

Wie schnell entsteht
junger Wald von
selbst? S. 22

Zersiedelung:

Abnahme hat
verschiedene
Gründe, S. 24

Ausbau Wasserkraft:

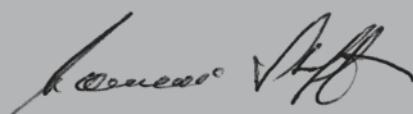
Gefällt die geplante
Energielandschaft
Grimsel? S. 28

EDITORIAL

Liebe Leserin, lieber Leser
Unsere Umwelt ändert sich stetig.
Zahlreiche Prozesse und Ände-
rungen stehen daher unter Dauer-
beobachtung. Das führt zu ge-
waltigen Datenfluten, alleine WSL
und SLF erheben an tausenden
Standorten Informationen über die
Umwelt. Hinzu kommen Daten
von Satelliten, Luftbildern und neu-
erdings auch Drohnen. Doch wofür
dieses Monitoring?

Um mit unserer Umwelt verant-
wortungsvoll umzugehen, ist ihre
langfristige Beobachtung unver-
zichtbar. Denn nur so lassen sich
langsame und daher oft unauf-
fällige Entwicklungen erkennen und
komplexe Zusammenhänge aufde-
cken. So sind zum Beispiel jahr-
zehntelange Messreihen nötig, um
zu verstehen, welche Folgen der
Klimawandel für unseren Wald, die
Landschaft, die Artenvielfalt oder
die Schneedecke hat.
Mithilfe von Modellen lässt sich
dann auch berechnen, wie sich
die Umwelt in Zukunft entwickeln
könnte. Ausserdem engagiert
sich die WSL beim Aufbau einer
Umweltdatenbank, um die Daten
für Wissenschaft und Praxis zu-
gänglich zu machen.

Viel Spass beim Lesen!



Prof. Dr. Konrad Steffen
Direktor WSL



2

UMWELT UNTER DAUERBEZOCHTUNG

Welche Arten von Umweltmonitoring betreibt die WSL, und was geschieht mit den gesammelten Daten?

10

DOPPELPASS

Reto Imesch, Technischer Leiter Bergbahnen Grächen: «Es kann dir nie jemand präzise voraussagen, wann etwas Grosses passieren wird.»

**16**

LANDESFORST- INVENTAR

Monitoring ist mehr,
als im Wald Bäume
zählen.

KERNTHEMEN

- 20** Biodiversität
- 22** Waldökosysteme
- 24** Landschaftsentwicklung
- 26** Management von Naturgefahren
- 28** Nachhaltige Ressourcennutzung

PORTRÄTS

- 19** Florian Zellweger, Geograf
- 30** Sabine Hirt, Personalfachfrau
- 31** Charles Fierz, Physiker

JAHRESBERICHTERSTATTUNG

- 32** Finanzen
- 33** Personal
- 34** Kerngrössen

- 35** Impressum, Ausblick

DAS DING

- 36** Tribometer

SCHWERPUNKT

Monitoring: Die WSL beobachtet Wald, Schnee und Landschaft. Wie verändert sich unsere Umwelt?

Dem Umweltwandel auf der Spur



Die gelbe Box schützt den Datenlogger, der die hoch aufgelösten Daten vieler Messgeräte speichert. Ein drahtloses Funknetzwerk übermittelt die riesigen Datenmengen in Echtzeit an die WSL.



Die silbernen Manschetten schützen temperaturempfindliche Sensoren, die auf einer bewässerten und einer unbewässerten Versuchsfäche die Verdunstung des im Föhrenstamm transportierten Wassers messen.

In der luftdicht versiegelten Bodenkammer wird das austretende Kohlendioxid zur Berechnung der Bodenatmung gesammelt. Diese ist ein wichtiger Bestandteil des Kohlenstoffkreislaufs.

Fläche der Langfristigen Waldökosystemforschung LWF im Naturpark Pfyn-Finges bei Leuk (VS).

Die Landschaft um uns herum verändert sich oft schleichend. Hier wird ein Acker überbaut, dort eine Naturwiese in Strasse umgewandelt, andernorts erobert der Wald ehemalige Weideflächen zurück. Es fällt kaum auf, besonders dort, wo wir uns regelmäßig aufhalten. Doch wenn wir an einen Ort unserer Kindheit zurückkehren, staunen wir bisweilen über die gewaltigen Veränderungen.

Um unsere Umwelt nachhaltig zu bewirtschaften, müssen wir jedoch wissen, wie sich Natur und Landschaft langfristig entwickeln. Wohin, wie schnell und warum wandeln sie sich? Und was sagen wir Menschen dazu? Ein umfassendes Umweltmonitoring, das auch die gesellschaftliche Wahrnehmung berücksichtigt, wird deshalb immer bedeutender.

Ein Ökosystem, das die WSL intensiv beobachtet, ist der Wald. Mit teils erstaunlichen Resultaten: Entgegen der öffentlichen Wahrnehmung breitet sich der Wald in der Schweiz aus; eine Fläche von etwa achtzehn Fussballfeldern kommt täglich hinzu. Das zeigen die Daten des Schweizerischen Landesforstinventars LFI (s. Artikel S.16). Außerdem wird der Wald immer naturnäher, was Schweizer und Schweizerinnen grundsätzlich positiv bewerten, wie das Projekt «Waldmonitoring soziokulturell» aufzeigt. Den steigenden Mengen an Totholz, die für die Biodiversität im Wald sehr wichtig sind, stehen sie hingegen eher skeptisch gegenüber.

Das Forschungsprogramm «Langfristige Waldökosystemforschung LWF» untersucht, wie der Wald auf Luftbelastung und Klimawandel reagiert. Es erfasst seit 20 Jahren auf 19 Waldflächen zahlreiche Prozesse, etwa das Baumwachstum oder die Stoffkreisläufe von Stickstoff und Schwefel.

Bild: Gilbert Prijer, WSL

So fanden die Forschenden heraus, dass die Trockenheit und die Verteilung der Niederschläge über das Jahr das Baumwachstum massiv beeinflussen können. Als Teil des internationalen Programms ICP Forests wiederum waren die Messreihen eine wichtige Grundlage, um Massnahmen gegen Luftschatstoffemissionen zu ergreifen. Insbesondere die Schwefelbelastung ist seitdem deutlich zurückgegangen. Die LWF-Flächen bilden zudem eine wichtige Basis, um Satellitendaten wie Kronenzustand oder Vitalität des Waldes zu validieren.

Die Landschaft wird umgestaltet

Die WSL beobachtet nicht nur den Wald, sondern auch die Entwicklung der offenen Landschaft. Diese steht im Zentrum der «Landschaftsbeobachtung Schweiz LABES», sowohl aus natur- wie auch sozialwissenschaftlicher Sicht – eine europaweit einzigartige Kombination. Die Forschenden definierten 34 neue Indikatoren, um zu erfassen, wie sich die Landschaft verändert und was die Gesellschaft davon hält. Einer der Indikatoren ist ein Mass für die Zersiedelung. Er zeigt, dass die Landschaft heute fast doppelt so stark zersiedelt ist wie noch 1950. Zwischen 2002 und 2010 sind sogar fast 500 neue Siedlungen getrennt von bereits bestehenden Orten entstanden. Umfragen belegen zudem, dass die Bewohner der besonders stark gewachsenen Agglomerationen die Landschaft ihrer Wohngemeinde weniger positiv beurteilen als Stadt- oder Landbewohner. Dennoch sind die Schweizer und Schweizerinnen gesamthaft mit ihrem Wohnort mehrheitlich zufrieden.

Monitoring-Standorte der WSL in der Schweiz:
www.wsl.ch/more/monitoring-standorte

Oft lohnt sich auch der Blick von oben. WSL-Forschende entwickelten neue Methoden, um Luftbilder, Landkarten oder auch Daten der Arealstatistik auszuwerten. So können sie flächendeckend dokumentieren, wie zum Beispiel im Mittelland Flussläufe, Wege und Feldgrenzen begradigt, Hecken, Einzelbäume und Bäche entfernt und Felder zu grösseren Einheiten zusammengelegt wurden und wie Städte und Dörfer zu grossflächigen Siedlungsgebieten zusammenwuchsen. Seit einigen Jahren beobachten die Forschenden allerdings auch vereinzelt gegenläufige Entwicklungen wie neue ökologische Ausgleichsflächen oder Renaturierungen von Flüssen.

Auch in den Berggebieten geht das abwechslungsreiche Nebeneinander von Wiesen- und Weideflächen sowie Bergwäldern mancherorts verloren, wie das interdisziplinäre Forschungsprogramm «AlpFUTUR» unter der Leitung von WSL und Agroscope aufdeckt. Wenn Bauern ihre Alpen immer weniger beweidet, breitet sich der Wald langsam aus. Kulturlandschaft wird hier wieder zu Naturlandschaft – eine Entwicklung, die vielen Menschen gefällt, zumindest bis zu einem gewissen Grad. Seit 2000 nimmt die Zahl der Weidetiere auf der Alp jedoch nicht weiter ab, nicht zuletzt auch, weil die wachsende Stadtbewöhlkerung die Alpwirtschaft und ihre Produkte heute wieder vermehrt wertschätzt.

Südliche Arten fühlen sich im Norden wohl

Wie sich der Wandel der Landschaft auf Flora und Fauna auswirkt, untersucht die WSL unter anderem mithilfe der Daten des «Biodiversitätsmonitorings Schweiz BDM». Neu entwickelte statistische Modelle weisen nach, dass vor allem in mittleren Höhenlagen besonders viele einheimische Arten auf kleinstem Raum leben. Doch der Artenreichtum ist bedroht durch die aktuellen



Vegetationsaufnahmen in einem Moor bei der Alp Flix für das Projekt «Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz» (WBS).

Umweltentwicklungen wie Nutzungsaufgabe oder Zersiedelung. Im Mittelland profitieren zwar mitunter Generalisten und Neuzuzüger – sogenannte Neobiota – etwa der Kirschchlorbeer, der als invasive Art aus dem Siedlungsbereich in den Wald verwildert. Arten der traditionellen Kulturlandschaft verlieren jedoch oft, wie beispielsweise Ackerwildkräuter oder Arten, die auf extensive Grünlandnutzung angewiesen sind. Im Alpenraum wiederum breitet sich der Wald auf artenreiche Biotope aus, etwa Trockenwiesen und -weiden sowie Flachmoore. Wie die «Erfolgskontrolle Moorschutz» aufgrund langjähriger Datenreihen zeigte, haben Qualität und Naturschutzwert der Moore trotz



Messstation des Interkantonalen Mess- und Informationssystems IMIS. Sie liefert alle 30 Minuten aktuelle Daten zur Schneedecke.

dem gesetzlichen Schutz weiterhin abgenommen. Die Folge: Die Schweiz hat lange Rote Listen.

Auch das WSL-Projekt «BiodiverCity» deckte einige verblüffende Entwicklungen auf: In den Städten nördlich der Alpen sind immer häufiger Arten der Alpensüdseite oder aus dem Mittelmeerraum zu finden, etwa die Spinne *Steatoda italica* und die Biene *Anthidium florentinum*, deren Herkunft klar an den wissenschaftlichen Namen zu erkennen ist. Das warme Stadtclima behagt zudem Alpen- und Weissrandfledermäusen. Letztere fühlen sich in den Stadtzentren von Zürich und Luzern sogar so wohl, dass sie die heimische

Zwergfledermaus an die Stadtränder zurückdrängen. Brutplätze in Gebäudenischen und Rollladenkästen locken ausserdem ursprüngliche Felsenbewohner wie Mauer- und Alpensegler an.

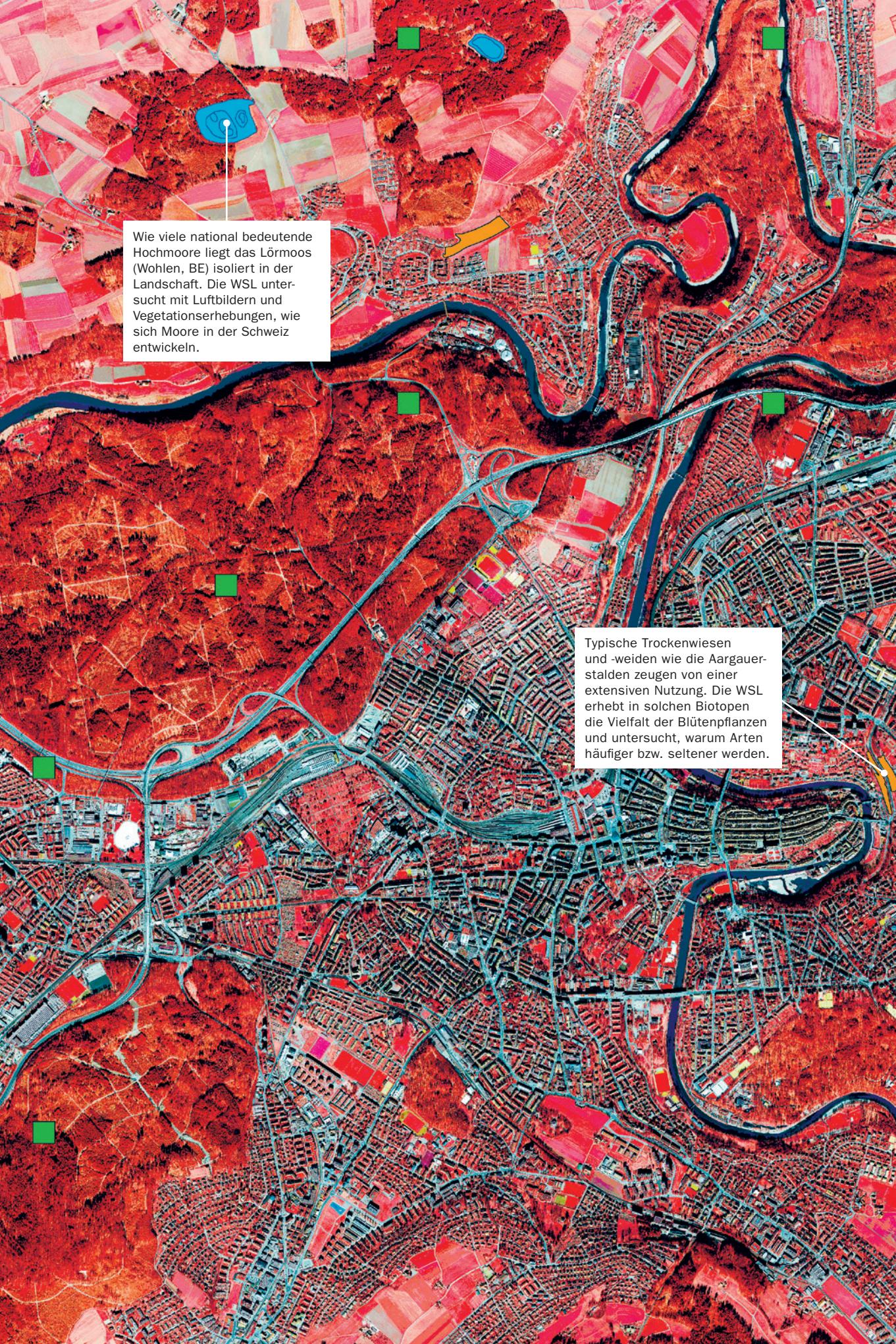
Der Klimawandel lässt den Schnee schmelzen

Das wärmere Klima macht sich nicht nur in Städten bemerkbar, sondern wirkt sich etwa auch auf Naturgefahren wie Murgänge, Steinschläge und Hochwasser aus. Umso wichtiger ist es, auch solche Prozesse systematisch zu überwachen. Das SLF zum Beispiel beobachtet intensiv den Schnee. Das Interkantonale Mess- und Informationssystem IMIS liefert seit knapp 20 Jahren automatisch alle 30 Minuten Daten zur Schneedecke im Alpenraum. Über 100 Beobachter messen den Schnee auch von Hand. Die Messreihen gehen teils bis ins 19. Jahrhundert zurück. All diese Messungen dienen nicht nur der Lawinenprognose, sie zeigen auch langfristige Veränderungen auf. So lässt sich unterhalb von etwa 1300 m ü. M. ein klarer Trend zu weniger Schnee feststellen, da aufgrund der gestiegenen Temperaturen der Winterniederschlag vermehrt als Regen anstelle von Schnee fällt und der Schnee schneller schmilzt. Anders auf dem Weissfluhjoch. Dort, auf 2540 m ü. M., liegt heute während der Skisaison genauso viel Schnee wie früher, trotz Klimaerwärmung. Die Schneeschmelze Ende Saison ist aber auch hier intensiver. In Kombination mit grossen Niederschlagsmengen kann dies im Frühling zu einem erhöhten Hochwasserrisiko führen.

Die Resultate all dieser Aktivitäten der WSL verdeutlichen, wie sich die Umwelt in der Schweiz verändert und wie der Mensch diesen Wandel wahrnimmt. Um solche Trends quantifizieren zu können, ist es nicht nur wichtig, die beobachteten Systeme gut zu kennen und die häufig komplexen Zusammenhänge interpretieren zu können. Auch die Datenqualität ist sicherzustellen, etwa durch intensive Schulungen der Feldaufnahmegruppen oder durch mathematische Plausibilitätskontrollen. Ausserdem gilt es, die Messreihen langfristig fortzuführen, die Daten dauerhaft zu archivieren und der Wissenschaft zur Verfügung zu stellen. Die WSL entwickelt daher aktuell im Projekt ENVIDAT ein Datenportal für langfristige Umweltdaten.

Laufend kommen neue Projekte hinzu, wie die «Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz». Sie untersucht, ob die Schutzziele für Biotope von nationaler Bedeutung tatsächlich erreicht werden. Monitorings liefern so nicht nur zentrale Grundlagen für Entscheidungsträger in Politik und Wirtschaft, sie dienen auch als Frühwarnsysteme für die Gesellschaft sowie als Kontrolle, um den Erfolg von Massnahmen im Naturschutz, in der Land- und Forstwirtschaft und im Naturgefahrenmanagement abzuschätzen. *(bzi)*

Mehr Informationen zum Umweltmonitoring an der WSL auf:
www.wsl.ch/more/monitoring-de



Wie viele national bedeutende Hochmoore liegt das Lörmoos (Wohlen, BE) isoliert in der Landschaft. Die WSL untersucht mit Luftbildern und Vegetationserhebungen, wie sich Moore in der Schweiz entwickeln.

Typische Trockenwiesen und -weiden wie die Aargauerstalden zeugen von einer extensiven Nutzung. Die WSL erhebt in solchen Biotopen die Vielfalt der Blütenpflanzen und untersucht, warum Arten häufiger bzw. seltener werden.



Monitoring im Permafrost: Wo liegt der Nutzen für die Praxis? Im Gespräch mit Reto Imesch, Bergbahnen Grächen, und Marcia Phillips, SLF.

Permafrost, also ständig gefrorener Boden, nimmt rund 6 Prozent der Fläche der Schweizer Alpen ein. Seit 1996 überwacht das SLF sein Vorkommen. Wieso?

Phillips: Dank einem der grössten Messnetze in den Alpen können wir an verschiedenen Orten in der Schweiz Temperatur und Hangbewegungen im Permafrost messen. Diese Daten brauchen wir, um das Phänomen Permafrost besser zu verstehen. Aber nicht nur das: Wir können so auch langfristige Trends erkennen. Und beraten ganz konkret die Praktiker, zum Beispiel ob es sinnvoll ist, ein Bergrestaurant am geplanten Ort zu bauen, oder ob dort der Untergrund wegen Permafrost ungeeignet ist.

Welche Trends zeichnen sich denn ab?

Phillips: Der Permafrost hat sich während der letzten Jahre tendenziell erwärmt, und wir nehmen an, dass dieser Trend anhalten wird. Dadurch wird das Gelände instabiler und kann ins Rutschen geraten, oder grosse Felsblöcke und Steine können sich daraus lösen und abstürzen.

Ein grosser Teil der Skiliftanlagen in Grächen steht auf Permafrostboden. Ist das, gerade unter diesen Vorzeichen, sinnvoll?

Phillips: In Lagen über 2400 Meter über Meer kommt Permafrost verbreitet vor. Also genau dort, wo man auch mit guten Wintersport-

bedingungen rechnen darf.

Imesch: Permafrost gibt es überall in den Bergen, nicht nur in Grächen. Man kann für die touristische Erschliessung eines Gebiets durchaus auf Permafrost bauen. Man muss nur die richtigen Massnahmen treffen.

Was heisst das konkret?

Imesch: Als wir 1997 die ersten Anlagen bauten, da wusste man noch kaum etwas über Permafrost. Die Mittelstation einer Sesselbahn zum Beispiel, das war früher eine starre, aus zwei Teilen bestehende Konstruktion. Die beiden Steher der Brückenkonstruktion verschoben sich innerhalb eines Jahres um bis zu zwölf Zentimeter, überall gab es Risse im Beton. Die Station haben wir nun so umgebaut, dass die Steher miteinander verbunden sind und sich so verschieben lassen, dass wir die Bewegung des Bodens ausgleichen können. Heute helfen uns die ganzen Messungen des SLF zu sehen, was bei uns im Skigebiet wirklich passiert. Und entsprechend zu handeln und vorauszuplanen.

Ein Beispiel für ein solches Vorausplanen?

Phillips: Reto Imesch will hier (zeigt den Hang hinauf) eventuell einen neuen Skilift bauen. Mit unseren Laserscanneraufnahmen kann er bestimmen, wo er am besten die Masten aufstellt, ohne dass sie sich dann bewegen.



Reto Imesch, Technischer Leiter Bergbahnen Grächen



Marcia Phillips, Leiterin Forschungsgruppe «Permafrost und Schneeklimatologie»



Messtechniker überprüfen Bohrlochdeformationen.

Imesch: Wenn man vorgängig weiß, wie die Situation aussieht, kann man das Fundament der Masten entsprechend konstruieren, zum Beispiel mit Verschiebechassis in alle Richtungen, und dann hat man sicher einige Jahre Ruhe. Wirtschaftlich gesehen lohnen sich die Mehrkosten für solche Massnahmen auf jeden Fall.

Was sagen denn die Laserscanner-messungen: Wie sieht die Permafrostsituation hier aus?

Phillips: Das Gelände besteht aus einer Mischung von Steinen und Eis und kriecht langsam talwärts, wie Honig. Das ist wie ein Förderband, da kommt dauernd Material nach, und irgendwann ist es zuviel und dann gehts los. Letzten Sommer hat sich der Hang um zwei Meter nach unten bewegt, im Jahr davor auch. Daraus kann leicht ein Murgang entstehen.

Was bedeutet das für den Skiliftbetreiber?

Imesch: Wir hatten zum Beispiel einen Mast bei einer Sesselbahn, dessen Fundament ist 30 Meter hinuntergerutscht. Klar mussten wir entfernen. Solche grossen Bewegungen passieren aber meist im Sommer und zeichnen sich längerfristig ab. Im Winter ist die grösste Herausforderung, dass wir immer gewährleisten können, dass die Seilführung bei den Rollenbatterien stimmt. Deshalb kontrollieren wir die Geometrie aller Anlagen jeden Tag aufs Genauste.

Je besser die Überwachung, desto sicherer also das Skigebiet?

Imesch: Man muss es nicht übertrieben. Jetzt sind wir dran, ein neues Überwachungskonzept auszuarbeiten. Ich seh Sinn und Zweck nicht mehr, jedes Jahr für Deformationsmessungen in tiefen

Bildstrecke zum Interview auf:
[www.slf.ch/more/
permafrost-graechen](http://www.slf.ch/more/permafrost-graechen)



Dank periodischen Laserscanneraufnahmen des Geländes lassen sich auch kleine Bodenbewegungen feststellen.

Bohrlöchern mehrere Tausend Franken zu bezahlen, nur damit man sagen kann, dass man nichts weiss. Es kann dir sowieso nie jemand präzise voraussagen, wann genau etwas Grosses passiert.

Ihr könnt also trotz intensivem Monitoring die grossen Gefahren nicht voraussagen oder verhindern. Ist Monitoring also für die Katz?
Phillips: Es ist für die Katz, wenn Reto mich am Morgen anruft und fragt, wie es im Bohrloch aussieht. Dann habe ich keine Ahnung. Ich habe keinen direkten Zugang zu den Daten, und auch wenn, helfen sie Reto nicht, am Morgen zu entscheiden, ob er seinen Lift laufen lassen darf oder nicht. Er muss

das aufgrund der Werte entscheiden, die er direkt bei der Station oder Strecke misst. Aber sicher nicht für die Katz ist das Monitoring für die Forschung und zum Verstehen, wie Permafrost sich mit der Zeit verändert. Langfristig ist das auch für Bergbahnen relevant.

Dann könnt Ihr beide voneinander profitieren?

Phillips: Definitiv. Reto und seine Leute sind viel im Gelände und ihre Beobachtungen können nicht durch unsere Messungen ersetzt werden. Manchmal hat man die Messungen auch nicht genau dort, wo etwas passiert. Am besten fahren wir, wenn wir ihre Beobachtungen mit unseren Daten kombinieren.

So können wir sehen, was sich wo und warum bewegt.

Imesch: Am meisten profitieren wir von der Forschung, wenn man immer dieselben Leute hat. Wenn immer neue Leute kommen, muss man wieder von vorne anfangen. Es ist wichtig, dass jemand das Gebiet kennt, so wie Marcia. Wenn jemand nur kommt und Messungen abliest und sonst nix macht, hilft das nicht viel.

Es gibt ja unglaublich viele Daten, die sich bei Umweltbeobachtungen im Verlauf der Jahre anhäufen.

Besteht da nicht die Gefahr eines Datenfriedhofs?

Phillips: Die Gefahr ist tatsächlich da. Wir publizieren aber regelmässig in wissenschaftlichen und anwendungsorientierten Zeitschriften wie tec21. So sieht auch die Praxis, was mit unseren Messungen passiert. Und wenn wir genügend Daten haben, machen wir Trendanalysen: Wird der Permafrost kälter oder wärmer, oder kriecht er schneller, oder gibt es Zusammenhänge zwischen Starkniederschlägen und grossen Hangbewegungen. Wir halten auch regelmässig Vorträge zu all diesen Sachen.

Und zum Schluss zwei persönliche

Fragen:

Marcia, du arbeitest als Frau in einem männerdominierten Umfeld.

Fühlst du dich dort akzeptiert?

Phillips: Ich habe den Eindruck, dass die Akzeptanz gross ist. Wichtig ist, dass man Erfahrungen austauscht und zusammen etwas aufbaut,

egal ob als Mann oder Frau.

Imesch: Ja, das kann ich nur bestätigen!

Reto, du bist verantwortlich für die Sicherheit des ganzen Skigebiets.

Kannst du nachts ruhig schlafen?

Imesch: Ja sicher, wenn ich Bedenken hätte, dürfte ich keine Gäste mehr befördern. Wir kontrollieren am Morgen die Strecke und entscheiden, ob wir fahren können oder nicht. Wenn man weiss, wie mit dem Permafrost und den ganzen Hangbewegungen umgehen, hat man viele Möglichkeiten. Normalerweise ist das nichts, das schnell geht. Es bedingt einfach, dass man alles gut anschaut und kennt. (chu)

«Man kann einen Skilift durchaus auf Permafrost bauen, wenn man die richtigen Massnahmen trifft.»

Die WSL beobachtet die Umwelt für Wissenschaft und Gesellschaft – sechs Beispiele

Die WSL erhebt in verschiedensten Bereichen Langzeit-Datenreihen, die teils mehrere Jahrzehnte zurückreichen. Diese Informationen ermöglichen einerseits den Forschenden, Umweltveränderungen zu analysieren, andererseits liefern sie Politik und Behörden Entscheidungsgrundlagen in gesellschaftlich wichtigen Fragen.

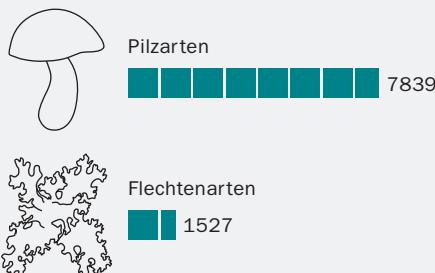
WALD

Versuchsflächen der WSL im Emmentaler Plenterwald werden seit rund 100 Jahren gleichartig bewirtschaftet. Obwohl sich auch die Struktur des Waldes und der Boden kaum verändert haben, ist seit Mitte der 1970er-Jahre der jährliche Holzzuwachs markant angestiegen. Mögliche Gründe dafür sind mehr Stickstoffeintrag aus der Atmosphäre, mehr CO₂ in der Luft oder das wärmere Klima.



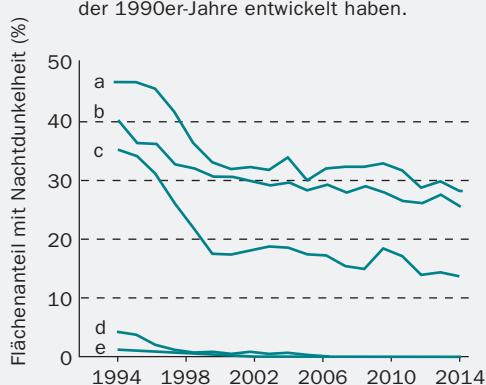
BIODIVERSITÄT

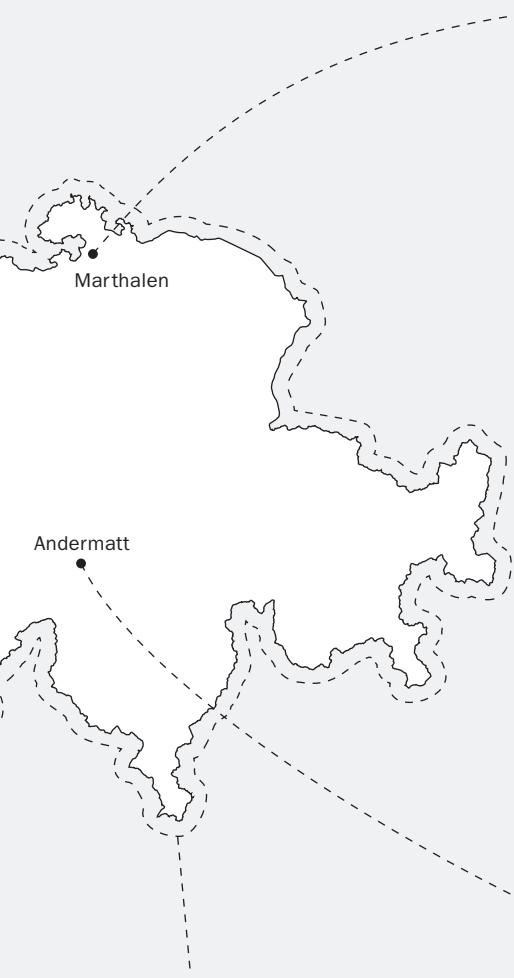
Die WSL betreibt im Auftrag des Bundes Datenzentren, die alle Vorkommen von Pilz- und Flechtenarten in der Schweiz sammeln. In SwissFungi sind derzeit mehr als 500 000 Nachweise von 7839 Pilzarten und in SwissLichens über 100 000 Funde von 1527 Flechtenarten registriert (Stand Jan. 2015).



LANDSCHAFT

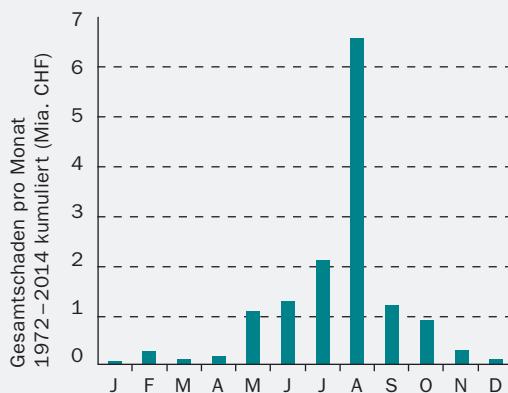
In der Schweiz gibt es immer weniger Gebiete, die in der Nacht völlig dunkel sind. In den letzten Jahren nahmen solche Gebiete in den Zentralalpen (a), an der Alpensüdflanke (b) und Alpennordflanke (c) ab. Im Jura (d) und im Mittelland (e) sind sie ganz verschwunden. Aufgrund von Satellitenbildern untersucht die WSL, wie sich die Lichemissionen in der Schweiz seit Mitte der 1990er-Jahre entwickelt haben.





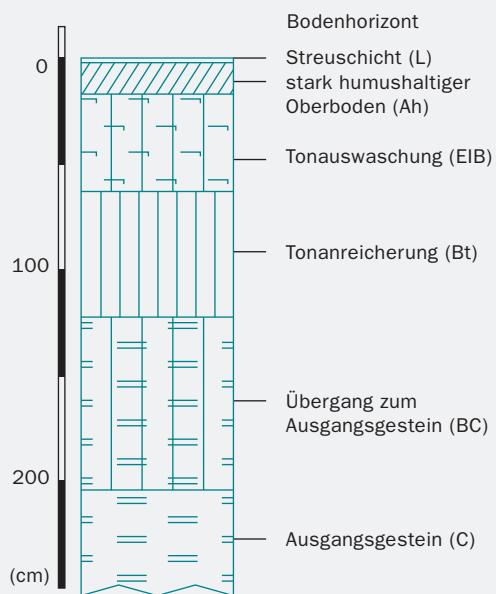
UNWETTER

Unwetter verteilen sich nicht gleichmäßig über das Jahr. Die WSL erfasst seit 1972 die durch Unwetter verursachten Schäden im Jahresverlauf. Auf den Monat August entfällt fast die Hälfte des von 1972–2014 aufgelaufenen Gesamtschadens von 13,7 Mia. Franken, unter anderem weil in diesem Monat wiederholt grosse Hochwasserschäden zu verzeichnen waren.



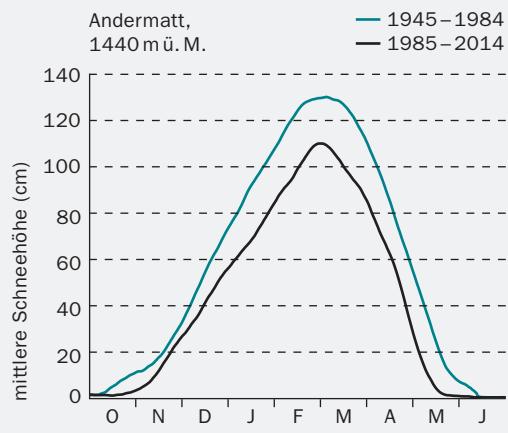
BODEN

Die Profilskizze zeigt eine Parabraunerde aus einem Buchenwald bei Marthalen (ZH). In ihrer Podothek bewahrt die WSL mehrere tausend Bodenproben auf. Diese dienen unter anderem als Referenz, um langfristige Veränderungen der Böden belegen zu können.

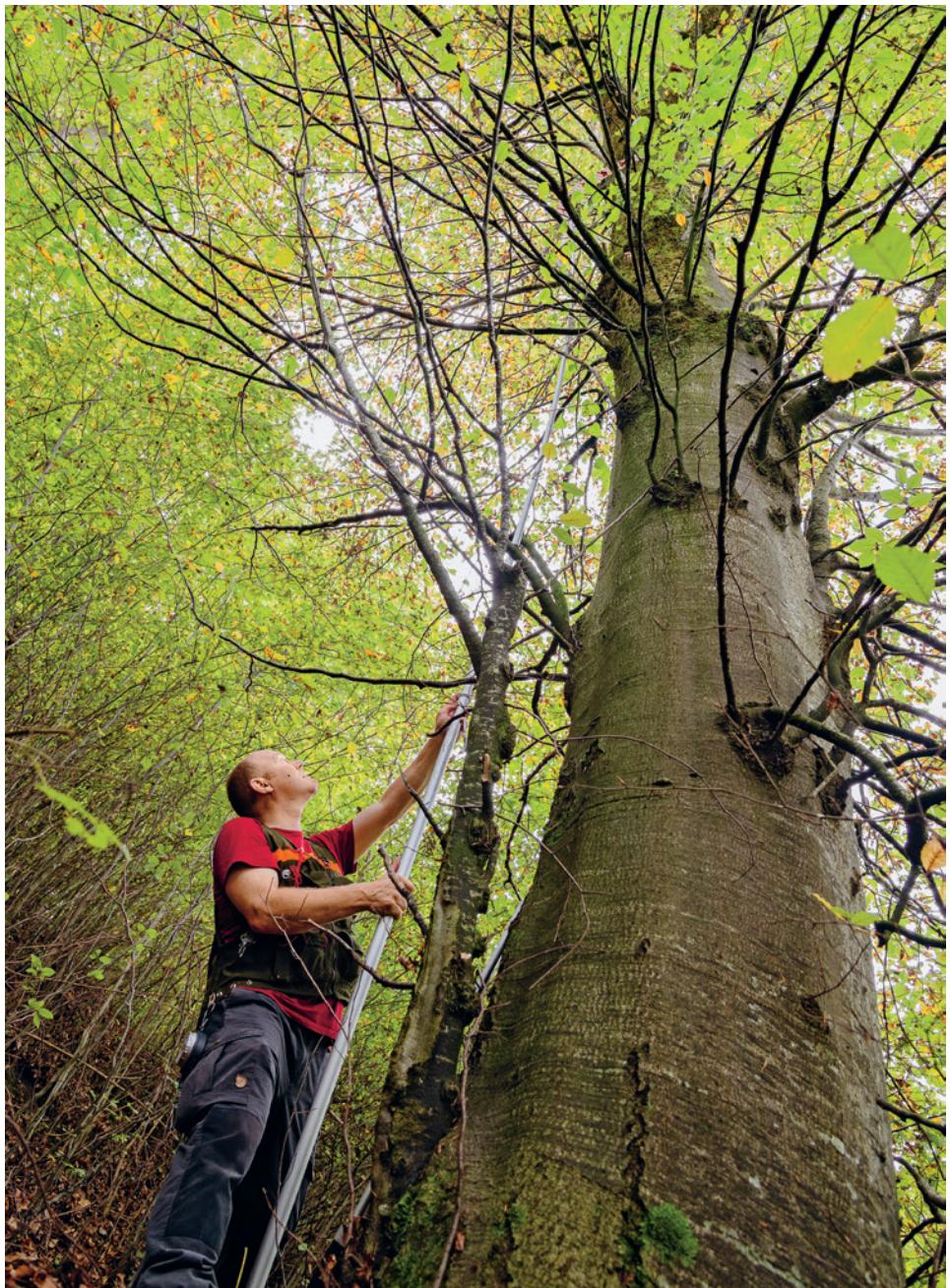


SCHNEE

Die mittlere tägliche Schneehöhe in Andermatt war in den letzten 30 Jahren (1985–2014) deutlich geringer als in den 40 Jahren davor (1945–1984). Die langjährigen Schneemessreihen des SLF sind nicht nur für die tägliche Lawinenwarnung wichtig, sondern dienen auch der Forschung.



REPORTAGE Landesforstinventar: 30 Jahre im Leben
der stattlichen Buche BANR 70716



Die Buche BANR 70 716 steht in einem Wald in der Nähe von Turgi auf einer der rund 6500 Flächen, die fürs Landesforstinventar alle 9 Jahre untersucht werden.

«Ein bisschen stolz bin ich schon: Ich, eine ansehnliche Buche – die Fachleute nennen mich BANR 70 716 – darf hier für rund 80 000 Bäume sprechen. Wir alle werden regelmässig gemessen und von allen Seiten begutachtet. Meine Nachbarbäume, ich und unser Standort sind schon viermal drangekommen. Das ist jeweils viel Arbeit für die Forscher! Aber der Reihe nach: Angefangen hat es vor mehr als

30 Jahren. Da ist ein Flugzeug über meinen Kopf geflogen, und aus diesem Flugzeug sind Fotos gemacht worden.»

Gemäss Waldgesetz muss der Bund periodisch feststellen, wie es um den Schweizer Wald steht und wie er sich entwickelt. Im Rahmen des Landesforstinventars LFI nahm die WSL bereits dreimal umfassende Daten auf und wertete sie zusammen mit dem Bundesamt für Umwelt BAFU aus. Die Arbeiten am vierten LFI laufen seit 2009. Zuerst stellen jeweils speziell geschulte Luftbildinterpretoren an der WSL anhand von Luftaufnahmen der swisstopo fest, ob auf den regelmässig über die ganze Schweiz verteilten Untersuchungspunkten überhaupt Wald steht und ob somit ein Feldteam die Fläche aufsuchen wird; und sie bestimmen daraus Kenngrössen wie Kronendeckungsgrad, Bestands Höhe, Anteil Nadel- und Laubgehölze oder Waldrandlänge.

«Dann ist vorerst nichts Aussergewöhnliches mehr passiert. Ein paar Bäumchen sind gekeimt. Hin und wieder ist ein Stein den Hang heruntergekullert, ein Reh hat am jungen Ahorn geknabbert – alles Alltag. Bis am 28. November 1984 zwei Leute aufgetaucht sind. Anders als die Spaziergänger und Jogger, an die ich mich längst gewöhnt habe, sind sie länger geblieben und hatten seltsame Geräte dabei. Zuerst haben sie einen Punkt ganz genau eingemessen und ihn mit einem Metallröhrchen gekennzeichnet. Dann haben sie jeden etwas dickeren Baum untersucht: Wo steht er genau? Wie dick ist er? Zu welcher Art gehört er? Wie geht es ihm? Ich bin auf 41 Zentimeter Dicke gekommen. Auf einer kleinen Fläche haben sie sogar jedes einzelne Bäumchen unseres Nachwuchses vermessen!»

Bei den Feldaufnahmen fürs erste Landesforstinventar wurden in den 1980er-Jahren 10975 Flächen untersucht. Ziel: Mehr Information über den Schweizer Wald.

«Lange musste ich danach warten! Aber etwa alle zehn Jahre hat es sich dann wiederholt: erst Fotos aus der Luft, dann die Forscher mit ihren Messgeräten. Ab dem zweiten Mal hatten sie statt Papierformularen einen Computer dabei. Und es hat sie immer mehr interessiert: zum Beispiel tote, umgefallene Bäume, von denen man nicht einmal mehr die Art erkennt. Oder wie viele Menschen in unserer Umgebung herumrennen oder Velo fahren; oder ob Spechte, Moose, Flechten, Ameisen bei uns wohnen. Dazu sprechen sie auch mit unseren Förstern, die ihnen erzählen, wann und wozu sie Bäume gefällt oder gepflanzt haben und welche Aufgaben unser Wald hat. Hier bei mir geht es um Naturschutz und Erholung für die Menschen; Holz ist schon lange nicht mehr geerntet worden.»

Beim LFI1 standen die Waldfläche und Fragen rund um «Wald als Holzressource» im Vordergrund. In den folgenden Untersuchungen kamen weitere Waldleistungen wie Schutz vor Naturgefahren, Erholung und Biodiversität dazu. So lassen sich dank dem LFI Fragen wie «Wie gut wirkt der Schutzwald?», «Wieviel Holz dürfen wir heute und zukünftig dem Wald entnehmen, ohne ihn zu schädigen?» oder «Welche Qualität hat unser Wald als Lebensraum?» beantworten.

«Das vorerst letzte Mal bin ich 2011 untersucht worden. Ich bringe inzwischen 65 Zentimeter in die Klappe – aber von den anderen neun

Film zum Landesforstinventar auf:
www.lfi.ch/film-de

Bäumen, welche die Forscher 1984 angeschaut haben, hat der Sturm Lothar im Dezember 1999 sechs umgebracht. Dafür sind eine Buche und eine Fichte über die Kluppschwelle gewachsen.»

Dank der Wiederholungen und der exakten Arbeitsweise ist nicht nur bekannt, wie es dem Wald geht, sondern auch, wie er sich entwickelt. So zeigt sich, dass der Wald naturnäher wird. Im Mittelland verschwinden langsam die teils noch im vorletzten Jahrhundert angepflanzten reinen Fichtenbestände. Sie machen vielgestaltigen Mischwäldern Platz. Verschiedene Gehölzarten wachsen heute bunt gemischt nebeneinander, Jungwuchs gedeiht neben Baumveteranen, und immer mehr Totholz dient als Lebensgrundlage für viele Waldbewohner. Obwohl seit dem LFI2 nur noch rund 6500 Flächen untersucht werden, sind zuverlässige Aussagen auch zu Regionen möglich: In den Alpen bleiben abgelegene Wälder vermehrt sich selbst überlassen, und der Holzvorrat wächst. Im Mittelland nimmt er hingegen leicht ab, denn die Wälder sind dort auf guten Standorten stärker genutzt. Manche Kantone verdichten das Aufnahmenetz zusätzlich. Umgekehrt fliessen die Schweizer Untersuchungen in europäische und weltweite Netze ein.

«Werden die Forscher in zehn Jahren wieder kommen? Ich hoffe es. Jedenfalls habe ich vor, noch lange hier zu stehen und mich alle paar Jahre fotografieren oder auch mit neuen Geräten untersuchen zu lassen. Und sollte ich mal nicht mehr sein, gibt es ja noch meine Kinder und Kindeskinder ...»

Das LFI ist langfristig angelegt; die WSL plant gewisse Arbeiten bereits bis ins Jahr 2050. Denn Monitoring ist weit mehr, als im Wald ein paar Bäume zählen. Abklären, ob neue Bedürfnisse aufgetreten sind, Methoden entwickeln – so könnten zukünftig Laserscanner zum Einsatz kommen – oder Feldgeräte und Datenbanken programmieren, sind nur einige der Arbeiten, die vor der Feldaufnahme anfallen. Sind die Daten erhoben, müssen sie sicher verwahrt werden; und aus den rund 400 Messgrössen werden über 50 000 Auswertungstabellen gerechnet – wobei auch diese zuerst entwickelt werden müssen. Die Resultate werden in Büchern, wissenschaftlichen Artikeln und im Internet veröffentlicht und dienen für verschiedenste Zwecke: So basiert das CO₂-Reporting der Schweiz unter anderem auf LFI-Daten, oder WSL-Forschende konnten dank dem LFI ein flächendeckendes Vegetationshöhenmodell der Schweiz berechnen.

«Wo ich genau stehe? Das verrate ich nicht. Auch die Forscher hängen die genaue Lage der LFI-Flächen nicht an die grosse Glocke, damit man uns Probebäume weder bewusst noch unbewusst anders behandelt als den Rest des Waldes. Nur so können wir unsere wichtige Aufgabe, als Stichprobe den Schweizer Wald zu repräsentieren, weiterhin und voller Stolz erfüllen.»

(bio)

Mehr zum Landesforstinventar auf:
www.lfi.ch

Florian Zellweger, Birmensdorf

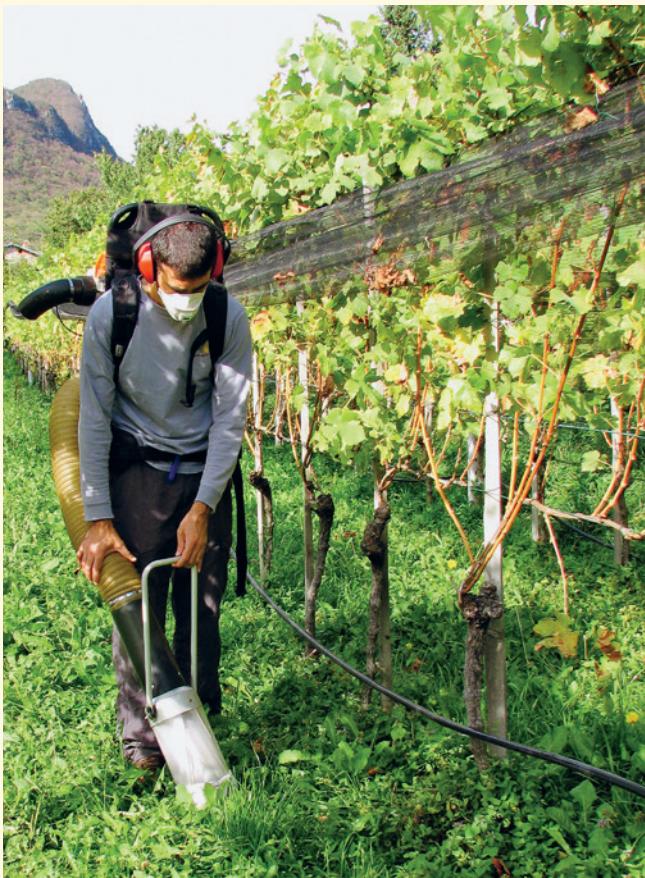
«Meine Freizeit verbringe ich am liebsten draussen in der Natur mit Wandern, Pilzesammeln oder Fliegenfischen. Ich gehe gerne in der Gegend des Wasserschlosses spazieren, wo sich Aare, Reuss und Limmat vereinen. Die vielfältigen Auenwälder hier faszinieren mich, das fliessende Wasser lädt zum Innehalten ein.»



FERNERKUNDUNG UND WALDBIODIVERSITÄT

Inwiefern hängt die Biodiversität im Wald von der Waldstruktur ab? Florian Zellweger, Geograf und Doktorand an der WSL, untersucht diese Fragestellung mithilfe von Laser- und Satelliten-daten, die er in Beziehung stellt zu Daten über

die Artenvielfalt im Wald. «Mich interessiert, wie man aus Fernerkundungsdaten Kenngrössen ableiten kann, die das Vorkommen und die Vielfalt von verschiedenen Artengruppen in der Schweiz erklären können.»



Mit dieser Saugvorrichtung lassen sich zwischen den Rebstockreihen effizient Insekten und Spinnen in Bodennähe fangen.

Weinproduzenten, deren Rebberge eine hohe biologische Vielfalt aufweisen, können von Bund und Kanton Direktzahlungen erhalten. Bisher fehlten für das Tessin allerdings regionalspezifische Kriterien wie Listen von ökologisch wertvollen Tier- und Pflanzenarten, anhand derer solche Gelder ausbezahlt werden.

Um solche Instrumente entwickeln zu können, untersuchten Biologen der WSL in Bellinzona und Birmensdorf, der Forschungsanstalt Agroscope in Cadenazzo und des Kantonalen Naturhistorischen Museums in Lugano die Biodiversität in 48 Tessiner Rebgebieten. In den mindestens 2000 m² grossen Weinbergen

platzierten sie Bodenfallen für Spinnen und Laufkäfer, direkt in den Rebstöcken Klebefallen für fliegende Insekten. An Wegböschungen und zwischen den Reben fingen sie mit staubsaugerähnlichen Geräten in Bodennähe Tierarten, die nicht in die Fallen gelangten. Außerdem erfasssten sie auf Stichprobenflächen alle Pflanzenarten.

In nur einem Sommer haben die Forschenden 1127 Tier- und Pflanzenarten gefunden, darunter fast 30 Prozent der in der Schweiz bekannten Zikaden- und 25 Prozent aller Spinnenarten. 17 Tierarten wiesen sie erstmals für die Schweiz nach, viele davon stammen aus dem Mittelmeerraum. Die grössten Artenzahlen bezüglich Pflanzen, Insekten, Spinnen, Asseln und Tausendfüsslern wiesen Rebberge an sonnigen Hängen auf. Dort gibt es lange, begrünte, sich schnell erwärmende Böschungen sowie Terrassen und Trockenmauern, die in den Weingütern der Ebene fehlen. Durch die extensivere Bewirtschaftung scheinen die Hänge naturnäher zu bleiben als die Anbauflächen in den Tallagen.

Die Untersuchungen zeigten weiterhin, dass die Lebensräume für Flora und Fauna umso zahlreicher sind, je mehr unterschiedlich genutzte Flächentypen aneinanderstossen. Durch die vielen Grenzen steigt auch die Zahl der Gegenspieler von Rebschädlingen.

Empfehlungen für die Bewirtschaftung

Aus dieser Studie filterten die Forschenden der WSL 95 für den Rebbau im Tessin typische Pflanzenarten

heraus, einige davon sind gefährdet, andere typisch für eine hohe Biodiversität oder extensiv bewirtschaftete Weinberge. Mit dieser Artenliste kann nun der ökologische Wert der Tessiner Rebberge berechnet werden. Ausserdem empfehlen die Forschen-



Die Blutzikade, eine in den Weinbergen des Tessins häufige Insektenart.

den, die Vegetationsdecke nicht mehr als dreimal jährlich zu mähen, Herbizide nicht reihen-, sondern punktweise anzuwenden und höchstens einmal jährlich organisch zu düngen. Damit liesse sich die erstaunlich hohe Biodiversität in den Tessiner Rebbergen auch in Zukunft erhalten. (rlä)

www.wsl.ch/more/biodivine-en

Studie über gefährdete Vogelart mit ETH-Medaille ausgezeichnet

Sie konnte es kaum glauben, als sie am 31. Oktober 2014 die Medaille der ETH für herausragende Masterarbeiten in Empfang nehmen durfte. Ein schöner Lohn für Nica Huber, Umweltnaturwissenschaftlerin an der WSL. Im Zentrum ihrer Studie stand der Waldlaubsänger, ein kleiner, gelb-grüner Vogel, dessen laute Stimme bei uns aus ungeklärten Gründen seit den 1990er-Jahren immer seltener zu hören ist.

Huber wollte aufzeigen, wie der Wald beschaffen sein sollte, damit der Sänger erfolgreich brüten kann. Dazu verglich sie Laserscanaufnahmen der swisstopo, die das Gelände auf einer sehr kleinen Skala charakterisieren, mit Daten der Vogelwarte Sempach zu Brutnachweisen. Gemäss Hubers Studie scheint der Sänger zum Beispiel gleichförmige, steile Wälder mit dichtem Blätterdach zu mögen. Sie erstellte auch eine Karte,

wo der Waldlaubsänger in der Schweiz potenziell brüten könnte. Huber: «Ich hoffe, meine Arbeit kann dazu beitragen, die gefährdete Vogelart in unseren Wäldern wieder vermehrt zu fördern.» (chu)

www.wsl.ch/more/waldlaubaenger-en



Der in der Schweiz gefährdete Waldlaubsänger bevorzugt gleichförmige, steile Buchenwälder mit dichtem Blätterdach.

Nach Stürmen: Wald verjüngt sich in Tieflagen rascher als im Gebirge

Die Orkantiefs Vivian und Lothar verwüsteten 1990 beziehungsweise 1999 zahlreiche Wälder in der Schweiz. Da stürmischer Wind der wichtigste Störungsfaktor in unseren Wäldern ist, hilft es Forstleuten und Waldeigentümern zu wissen, wie sich vom Sturm verursachte Kahlflächen (Sturmflächen) natürlich wiederbewalden. So können sie besser beurteilen, wie sich ein Sturm wirtschaftlich und ökologisch auf den Wald auswirkt, und zielgerichtet über die Art der Waldverjüngung entscheiden.

Wie auf Sturmflächen von selbst ein junger Wald entsteht, war bisher nur aus Fallstudien bekannt. Daher untersuchten Forschende der WSL diese Frage schweizweit vertieft: durch mehrmalige Inventuren in 19 Wäldern und mit einer einmaligen Aufnahme in 90 jeweils mehr als drei Hektaren grossen Vivian- und Lotharflächen. Die Vielfalt der unter die Lupe genommenen Standorte und Wälder ist europaweit beispiellos.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die Waldverjüngung auf Sturm-

flächen sehr oft den Baumarten des Vorbestandes entspricht, aber sehr ungleich verteilt ist. Mal sind es weniger als 1000, mal weit mehr als 50000 Gehölzpflanzen pro Hektare. Generell stellten die Forschenden fest, dass die jungen Bäume in tieferen Lagen, auf basischen Böden und bei wenig deckender Bodenvegetation am dichtesten aufkommen. In Wäldern höherer Lagen hingegen entsteht Jungwald von selbst oft nur langsam. Junge Bäume zu pflanzen, kann dort die Waldentwicklung wesentlich beschleunigen und helfen, den Schutz vor Naturgefahren rasch wieder sicherzustellen.

Noch viel Totholz

Im Vergleich zur durchschnittlichen Menge an totem Holz im ganzen Schweizer Wald ($21,5 \text{ m}^3 \text{ pro ha}$) liegt auf den geräumten Sturmflächen im Mittel etwa das Dreifache davon, auf belassenen Flächen sogar das Dreizehnfache. Je stärker dieses Holz zersetzt ist, desto besser können darauf Fichten keimen und wachsen, vor allem in höheren Lagen. Außerdem ist Totholz auch für zahlreiche andere Organismen ein wichtiger Lebensraum.

(rlä)

www.wsl.ch/more/windwurf



Sowohl auf belassenen als auch auf geräumten Sturmflächen gibt es noch viel Totholz.

Trockenheit stressst Schwarzföhre und Douglasie weniger als Waldföhre, Fichte und Lärche

Wissenschafter erwarten, dass der Klimawandel in der Schweiz zu häufigeren und längeren Trockenperioden und zu grösseren jährlichen Klimaschwankungen als bisher führt. Dies dürfte sich auf das Wachstum von Bäumen auswirken. Dabei interessiert besonders, ob es unter den Nadelbäumen Alternativen zur trockenheitsempfindlichen Fichte gibt. Forschende der WSL haben darum die Jahrringentwicklung von Fichten, Waldföhren und Lärchen unter die Lupe genommen und mit derjenigen von Schwarzföhren und Douglasien verglichen. Sie setzten dabei das Wachstum der Stämme in Beziehung zu früheren Dürrezeiten, in denen das Wasser im Boden knapp war.

Die insgesamt 770 untersuchten Bäume stammten aus den Voralpen, dem Schweizer Mittelland, dem Jura und den Zentralalpen. Während Fichten, Waldföhren und Lärchen unabhängig vom Wasserhaushalt des Bodens fast überall empfindlich auf Trockenheit reagierten, beeinträchtigten Hitze und fehlendes Wasser Schwarzföhren und Douglasien viel weniger. Offenbar vertragen diese beiden aus Südeuropa beziehungsweise Nordamerika stammenden Baumarten Dürreperioden besser als die drei einheimischen Nadelhölzer.

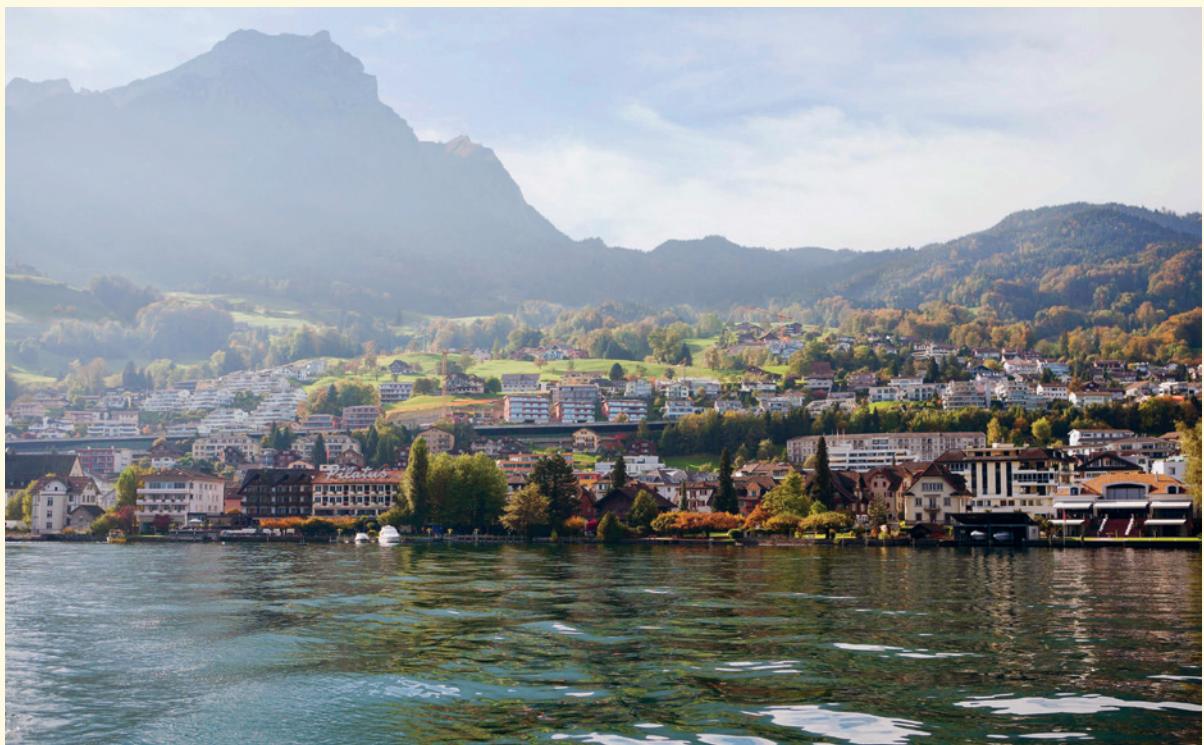
Aufgrund der Studie könnten die beiden schon heute in der Schweiz gedeihenden Baumarten grundsätzlich Fichte oder Waldföhre dort ersetzen, wo es diesen im Zuge des Klimawandels zu trocken wird. Dabei sind Vor- und Nachteile von Schwarzföhre und Douglasie sorgfältig abzuwägen, denn sie könnten auf Schädlinge anfällig sein und

Lebensraum für weniger Arten bieten als einheimische Bäume. Sie sollten weiterhin zurückhaltend und nur in Mischung mit einheimischen Baumarten verwendet werden. (rlä)

www.wsl.ch/more/nadelbaeume_trockenheit



Douglasien wachsen sehr rasch und erreichen in Europa Höhen von bis zu 60 Meter.



In Hergiswil sind unter anderem hohe Baulandpreise, die Abschaffung der Überbauungsziffer sowie die natürliche Begrenzung des Siedlungsgebiets die Erklärung dafür, dass die Zersiedelungswerte leicht zurückgingen.

Ein erfahrener Stadtplaner, minimale Ausnützungsziffern oder ein Rutschhang – so verschieden sind die Gründe, warum an einigen Orten die Zersiedelung abnimmt. Gierina Cathomas, Geografin: «Es gibt kein Zaubermittel, es sind einmalige Konstellationen von gesetzlichen, naturräumlichen, historischen und personellen Faktoren.»

Zwei Beispiele: Sils/Segl (GR) zonte in den 1970er-Jahren die ganze Ebene zwischen Silser- und Silvanersee ein. Kanton, Landschaftsschutzorganisationen und Bevölkerung erkannten dann den Wert der Landschaft und zonten fast alles zurück – dank einem Gesetz zur Nutzungskonzentration teilweise entschädigungslos. Sils füllt nun im Dorf Baulücken auf und bevorzugt

Hotels und Erstwohnungen gegenüber Zweitwohnungen.

In Nyon hat sich die Bevölkerung seit 1960 fast verdreifacht, das Siedlungsgebiet aber nicht einmal verdoppelt. In erster Linie dank Quartierplänen: Nutzung, Ausnützung, Höhe – fast alles ist dann verhandelbar. Weil der Eigentümer eine höhere Rendite erreichen und die Gemeinde zum Beispiel Vorgaben zu Sozialwohnungen machen kann, sind Quartierpläne für alle attraktiv. Eine wichtige Rolle in diesem Verhandlungsmodell spielte zudem der langjährige Stadtplaner.

Alle diese Beispiele werden in einem Buch vorgestellt. (bio)

www.wsl.ch/zersiedelung

Fünf Schweizer der Zukunft: Städte auf Kosten der Ackerfläche?

«Am meisten hat mich erstaunt, wie sich die Siedlungen weiter ausbreiten werden, im Mittelland, aber auch im Rheintal, im Tessin und im Wallis», erklärt die Landschaftswissenschaftlerin Bronwyn Price. Gemeinsam mit ihrer Kollegin Janine Bolliger hat sie fünf Szenarien entwickelt, die zeigen, wie die Landschaft in der Schweiz in Zukunft genutzt werden könnte.

Als Grundlage verwendeten die Forscherinnen fünf globale Storylines – Modellgeschichten, die mögliche Entwicklungen in Wirtschaft und Gesellschaft beschreiben, z. B. Globalisierung, Regionalisierung oder das Anhalten aktueller Trends. Daraus leiteten sie fünf Storylines für die Schweiz ab, etwa wie stark die Bevölkerung wächst, wieviel Siedlungsfläche die Einwohner beanspruchen oder ob der Bau von Gebäuden auf die zur Zeit geltenden Bauzonen beschränkt bleibt. Das aktuelle Verbot, den Wald zu roden, liessen sie für alle Modellgeschichten bestehen.

Die Forscherinnen modellierten zudem für jede Hektare schweizweit, für welche Landnutzung sie sich am besten eignet: Siedlung, Wald, Landwirtschaft oder Brachland. Dies kombinierten sie mit den Storylines und berechneten daraus fünf Landnutzungsszenarien für das Jahr 2035. Erstmals floss dabei die Siedlungsentwicklung explizit in die Modellierung ein.

In der Karte sind Orte, an denen sich die Landnutzung besonders stark verändern könnte, als Hotspots erkennbar. «Wenn die Politik nicht grossangelegte, planerische Massnahmen umsetzt, wird sich dort die Zersiedelung auf Kosten der

Hotspots der Landnutzungsaufgabe



Hotspots der Zersiedelung



Die hellen Flächen zeigen die sogenannten Hotspots, Orte, an denen mehrere Szenarien eine Landnutzungsaufgabe (oben) bzw. eine Zersiedelung (unten) beschreiben.

Ackerflächen weiter ausbreiten», so Price. «In den Alpen andererseits ist das Risiko hoch, dass wenig wirtschaftliche Weiden auch in Zukunft aufgegeben werden.» Mit den Informationen wollen die Wissenschaftlerinnen unter anderem dazu beitragen, die Raumplanung zukunftsfähig auszurichten. *(bzi)*

Download Szenarien und Dokumentation:
www.wsl.ch/more/luc-scenarios-en

RAMMS::RISK: Neue Software zeigt auf, wo das Risiko von Naturgefahren besonders hoch ist

Viele Siedlungen im Gebirge sind im Winter durch Lawinen bedroht. Um sie wirksam und kosteneffizient zu schützen, müssen Fachleute beurteilen können, wie gross die zu erwartenden Schäden bei einem Lawinenabgang sind. Linda Ettlin entwickelte am SLF eine neue Software, die aufzeigt, welche Gebäude in einem bestimmten Gebiet in Bezug auf Lawinen oder andere Naturgefahren dem grössten Risiko ausgesetzt sind. Das hilft den Sicherheitsfachleuten Schutzmassnahmen so zu planen, dass die



Mit RAMMS::RISK kann zum Beispiel das Risiko für Lawinenschäden in einem Gebiet untersucht werden.

besonders grossen Risiken gezielt reduziert werden.

RAMMS::RISK basiert auf einer Intensitätskarte, die beispielsweise den Druck einer möglichen Lawine auf Gebäude beschreibt. Diese Intensitätskarte kann mit RAMMS erstellt werden, einem Softwarepaket, um Lawinen, Steinschläge und Muren zu berechnen und den Einfluss von Gelände, Wald und Schutzmassnahmen abzuschätzen. Überdies benötigt RAMMS::RISK ein Inventar der gefährdeten Objekte mit verschiedenen Gebäudekennwerten wie der genauen Lage, dem Wert und der Art des Gebäudes (z.B. Wohnhaus, Restaurant, Stall). Aufgrund dieser Angaben berechnet RAMMS::RISK, wie hoch das Risiko ist, dass Personen oder Sachwerte zu Schaden kommen, sowohl bezogen auf einzelne Gebäude als auch auf ein ganzes Gebiet. Außerdem stellt die Software die räumliche Verteilung der Risiken auf einer Karte dar. «Solche Risiko-Visualisierungen vereinfachen die Kommunikation mit Laien, zum Beispiel betroffenen Anwohnern», erklärt Linda Ettlin. RAMMS::RISK wird als eigenes Modul in RAMMS integriert. Mit der neuen Software lässt sich das Risiko genauer analysieren. So kann man sich etwa alle Gebäude einer Siedlung anzeigen lassen, für welche ein Gesamtschaden von mehr als einer Million Franken zu erwarten ist, oder diejenigen, bei welchen das Personenrisiko am höchsten ist.

(mhe)

www.wsl.ch/more/ramms-de

Hangmuren-Datenbank: Mit den Daten früherer Erdrutsche neue Ereignisse besser verstehen

Bei starken Regenfällen geraten im Berggebiet Hangbereiche gelegentlich ins Rutschen. An steilen Hängen, vorwiegend auf Bergwiesen, löst sich dann ein Gemisch aus lockerem Gestein, Boden und Pflanzenbewuchs und bewegt sich rutschend, manchmal auch fliessend zu Tal. Vielfach bedrohen derartige Hangmuren nicht nur Gebäude und Verkehrswege, sondern auch Menschen und Vieh.

Hangmuren sind schwer vorherzusagen, weil verschiedene Faktoren wie Hangneigung, Wassersättigung, Bodenart und Gesteinsanteil dazu beitragen, sie auszulösen. Um das Zusammenspiel solcher Faktoren

besser zu verstehen, entwickelt die WSL zusammen mit dem Bundesamt für Umwelt BAFU eine Datenbank. Diese enthält die wichtigsten Messgrössen zahlreicher Hangmuren aus allen Regionen der Schweiz. Die Datenbank soll voraussichtlich ab 2016 Nutzern aus Forschung und Praxis helfen, Gefahrenkarten zu erstellen oder kritische Situationen früher zu erkennen. (rlä)

www.wsl.ch/more/hangmurendatenbank

Tiefencastel: Grösste Geschiebemessanlage der Schweiz in Betrieb genommen

Vor kurzem hat die WSL in Tiefencastel (GR) eine Anlage gebaut, die misst, wieviel Geschiebe die Albula transportiert. Es ist die erste solche Einrichtung an einem grösseren Schweizer Gebirgsfluss. An Stahlplatten in der Flussohle sind Geophone montiert. Diese zeichnen akustische Signale auf, die entstehen, wenn das Geschiebe über die Platten rollt. Projektleiter Dieter Rickenmann möchte mit den Messungen besser verstehen, wie der Abfluss den Geschiebetransport in einem Gebirgsfluss beeinflusst. Indem sie die Messungen bei Tiefencastel mit der Sedimentmenge vergleichen, die sich im flussabwärts gelegenen Stausee Solis ablagert, wollen die Forschenden die Methode der akustischen Geschiebemessung weiterentwickeln. Ausser-



Diesen Frühling wurde in der Albula bei Tiefencastel eine neue Geschiebemessanlage gebaut.

dem können die Ergebnisse helfen, die Hochwassergefahr von Gebirgsflüssen besser einzuschätzen und den Geschiebehaushalt bei Wasserkraftanlagen zu optimieren. (mhe)

www.wsl.ch/more/geschiebe

Was sagen die Touristen?



Wie verändert der Ausbau der Wasserkraft die Grimsellandschaft?
Oben: heutiger Zustand. Unten: Landschaft mit erhöhter Staumauer.

Der Grimsel – grossartige Hochgebirgs- und gross angelegte Energielandschaft. Seit Längerem gibt es Überlegungen, eine der Mauern des Stausees um 23 Meter zu erhöhen, um Stromproduktion und Speicherkapazität zu steigern. Der grössere See würde jedoch einzigartige Natur, etwa jahrhundertealte Arven, unter Wasser setzen. In einer Region, deren Attraktion die Landschaft ist, stellt sich die Frage: Was halten die Touristen davon?

Die WSL untersuchte im Auftrag der Kraftwerksbetreiberin KWO, wie die heutige und die geplante Energielandschaft den Besuchern gefällt. Im Sommer 2012 befragte das Team von Sozialwissenschaftler Marcel Hunziker 1229 Personen mithilfe von Fragebögen. Fotomontagen zeigten das Grimselgebiet mit erhöhter Staumauer, um einen Vergleich mit der heutigen Situation zu ermöglichen.

Das Ergebnis der Umfrage: Die Landschaft gefällt den Touristen mehrheitlich gut, auch dann noch, wenn der Stausee vergrössert würde. Aus Sicht der Touristen leidet zwar die Attraktivität der Landschaft, aber nicht allzu sehr; die Besucher würden trotzdem wiederkommen. Dem Ausbau eher positiv gegenüber standen diejenigen, die bei einer Führung der KWO Informationen erhielten. Eher negativ sahen es die Stammgäste. Sie möchten, dass alles so bleibt, wie es ist. Ein möglicher Nachteil für eine Region, die den Tourismus fördern möchte.

Die Studie deckte zudem auf, dass die Befragten Wasserkraft nicht als erneuerbare Energie wie Wind- und Solarenergie wahrnehmen. Die Kraftwerksbetreiber könnten also die positive Grundhaltung der Bevölkerung erneuerbarer Energie gegenüber vermehrt nutzen, um der Wasserkraft zu besserer Akzeptanz zu verhelfen.

(bzi)

www.wsl.ch/more/grimsel-de

Landschaftsqualität: Den Nutzen der Landschaft ökonomisch bewerten

Wohnung mit Seesicht, Sonnenhang, Grünfläche in unmittelbarer Nähe – diese Vorzüge sind nicht umsonst zu bekommen; sie wirken sich auf den Mietpreis aus. Solcher Preisunterschiede bedienten sich Forschende der WSL, um im Auftrag des Bundesamts für Umwelt BAFU den Nutzen der Landschaft für die lokale Wohnbevölkerung zu quantifizieren. Sie setzten die Mieten von über 170 000 Schweizer Wohnungen in Bezug zu Indikatoren der Landschaftsbeobachtung Schweiz (LABES) und weiteren Variablen, welche die Umgebung der Wohnungen beschreiben. Nebst positiven Elementen wie Aussicht oder Seenähe identifizierten die Forschenden auch Faktoren, welche die wahrgenommene Landschaftsqualität negativ beeinflussen und sich deshalb mietpreismindernd auswirken, beispielsweise Verkehrslärm oder eine nahe gelegene Hochspannungsleitung. Tendenziell steigt mit

zunehmender Urbanität die Bedeutung solcher landschaftlicher Standortfaktoren für das Wohnen. Mittels Szenariorechnungen zeigten die Forschenden auf, wie sich landschaftsverbessernde Eingriffe auf die Mieten in den umliegenden Quartieren auswirken könnten. So schätzten sie zum Beispiel, dass die Einhausung der Autobahn in Zürich Schwamendingen zu rund drei Prozent höheren Mieten führen könnte. Die Ökomen schränken aber auch ein, dass für die Wohnungswahl der meisten Schweizerinnen und Schweizer andere Aspekte wie Wohnungsgröße und Erreichbarkeit von Arbeitsplätzen oder Einkaufsgelegenheiten wichtiger sind als die Landschaftsqualität. (mhe)

www.wsl.ch/more/standortfaktor-landschaft



Die Miete für eine Wohnung ist in der Regel höher, wenn sich in der Nähe eine Grünfläche befindet.

Sabine Hirt, Birmensdorf

«Ich bin in der Nähe des Klingnauer Stausees aufgewachsen. Schon als Kind war ich oft am Wasser oder fuhr mit dem Velo um den See. Heute treffe ich mich ab und zu mit einer Freundin für einen Spaziergang, beobachte die Vögel oder schaue einfach auf das Wasser und geniesse die Ruhe am See.»



IM DIENSTE DER ANGESTELLTEN

Vom Vorstellungsgespräch bis zum Austrittsinterview: Sabine Hirt ist Personalfachfrau und begleitet Mitarbeitende während ihrer Tätigkeit an der WSL. Sie ist zuständig für Anliegen der Angestellten an den Standorten Birmensdorf, Bellinzona

und Lausanne, für Lernende wie auch für Forschende. «Was mir gefällt, sind grössere Projekte wie etwa das Mitentwickeln von elektronischen Tools, die uns und den Mitarbeitenden die Arbeit erleichtern.»

Charles Fierz, Davos

«An Davos gefällt mir, einerseits in den Bergen zu sein, anderseits doch auch eine gewisse Weite zu spüren. Meine Familie und ich kommen immer wieder hier hoch zur Stafelalp an der Waldgrenze. Zum Glück können wir direkt von unserer Haustüre losgehen, ohne vorher weit fahren zu müssen.»

MODELLIERUNG DER SCHNEEDECKE

Als Leiter der Forschungsgruppe Schneedecke und Mikrometeorologie am SLF beschäftigt sich der Physiker Charles Fierz unter anderem damit, das Schneedeckenmodell SNOWPACK weiterzuentwickeln. Neben der Arbeit am Computer ist er

regelmässig selbst draussen unterwegs, um die Schneedecke zu untersuchen. «Mir ist die wissenschaftliche Zusammenarbeit wichtig, deshalb engagiere ich mich auch in internationalen Fachgremien.»

FINANZEN

Die Finanzlage der WSL ist nach wie vor ausgewogen. Zwar stieg der Personalbestand weiterhin an, doch gelang es der WSL gleichzeitig, die Einnahmen aus Zweitmitteln zu erhöhen und die Ausgaben für Rückstellungen deutlich zu reduzieren.

Die Gesamteinnahmen beliefen sich 2014 auf 82,2 Millionen Franken. 53,1 Millionen Franken stammten vom Finanzierungsbeitrag des Bundes (rund 65 %). 22,2 Millionen Franken kamen aus Zweitmitteln, darunter fielen alleine 17,1 Millionen Franken auf die Forschungsaufträge des Bundes. Von diesen gingen rund 3,5 Millionen Franken an das Landesforstinventar, 2,5 Millionen Franken an die Lawinenwarnung des WSL-Instituts für Schnee- und Lawinenforschung SLF, rund 1,7 Millionen Franken an den Biotopschutz Schweiz, 1,5 Millionen Franken an das Programm Wald und

Klimawandel sowie 2,6 Millionen Franken als Beitrag an das neue Pflanzenschutzgebäude.

Der Gesamtaufwand nahm 2014 gegenüber dem Vorjahr um knapp fünf Millionen auf 79,8 Millionen Franken ab. Mit rund 57 Millionen Franken war der Personalaufwand der grösste Posten. Er stieg aufgrund der generellen Lohnerhöhung und des wachsenden Personalbestands um 2 Millionen Franken. Der Aufwand für Rückstellungen sank wegen des Neubaus des Pflanzenschutzlabors um über 6 Millionen auf 8,1 Millionen Franken. Bundesrat Johann Schneider-Ammann weihte das neue Gebäude im Herbst 2014 persönlich ein. Im Lauf des aktuellen Jahres wird die WSL das nationale Sicherheitslabor stufenweise in Betrieb nehmen.

(lst)

Erfolgsrechnung 2014

Aufwand in tausend Franken	2014	2013
Personalaufwand	56 971	54 964
Sachaufwand	14 686	14 800
Rückstellungen/Abschreibungen	8 117	14 772
Total Aufwand	79 774	84 536
Ertrag in tausend Franken	2014	2013
Finanzierungsbeitrag Bund	53 106	55 041
Competence Center CCES	969	576
Zweitmittel	22 269	20 896
Forschungsförderung	3 981	3 916
Forschungsaufträge Bund	17 060	16 189
Europäische Forschungsprogramme	1 228	791
Drittmittel	3 035	3 292
Diverse Erlöse	2 825	2 890
Total Ertrag	82 204	82 695

PERSONAL

Im Jahr 2014 stieg die Zahl der WSL-Mitarbeitenden um vier Personen auf insgesamt 540 an. Der Zuwachs erfolgte vor allem beim wissenschaftlichen Personal, das um 24 Mitarbeiterende zunahm. Im technischen bzw. administrativen Bereich beschäftigte die WSL sieben Mitarbeiterende bzw. einen Mitarbeitenden weniger, auch die Zahl der Praktikanten nahm um 12 Personen ab. Rund 30 Prozent aller Beschäftigten stammen aus dem Ausland, 88 Prozent davon aus dem EU-Raum. Der Frauenanteil stieg um zwölf Mitarbeiterinnen auf 37,4 Prozent an.

Die internationale Forschungszusammenarbeit und der Wissenstransfer ist der WSL ein wichtiges Anliegen. Die Forschungsanstalt unterstützt deswegen auswärtige Forschende mit einer Fellowship, damit diese einen gewissen Zeitraum an der WSL verbringen und hier gemeinsam mit WSL-Mitarbeitenden neue

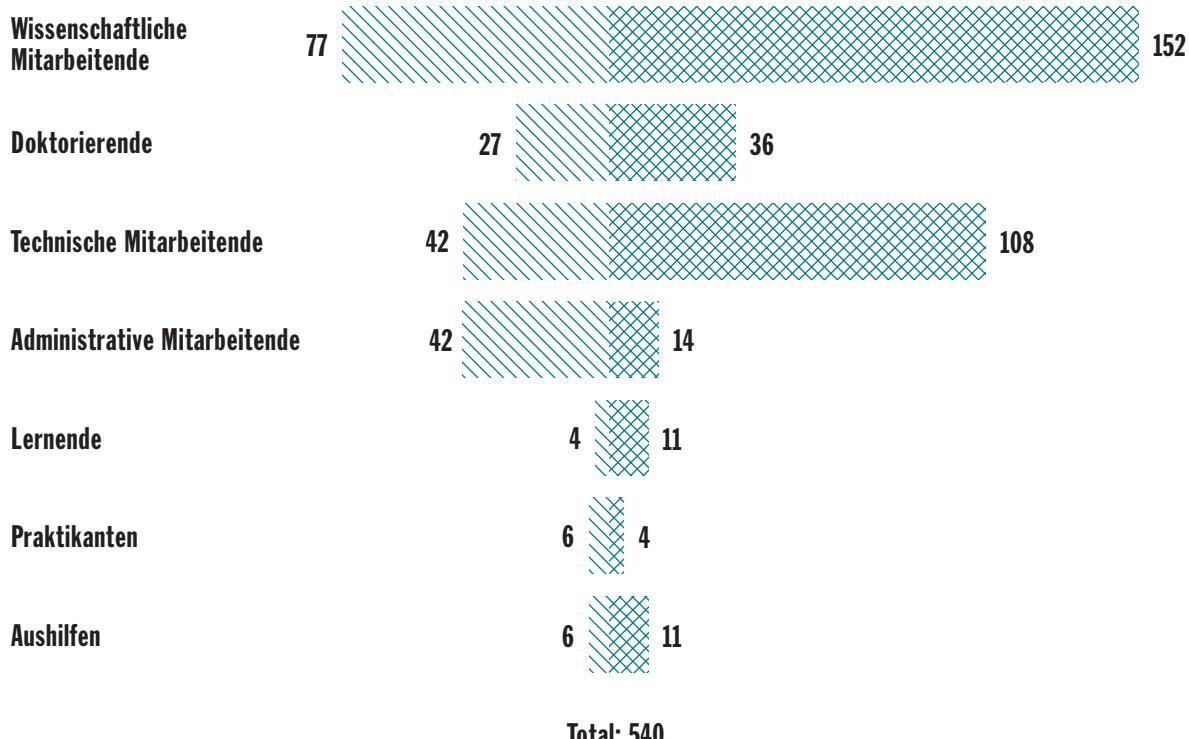
Forschungsprojekte entwickeln und durchführen können. Die erste Ausschreibung von Fellowships fand 2014 statt. Die Direktion hat aus den zahlreichen Bewerbern drei ausgewählt und freut sich, die ersten Fellows dieses Jahr begrüßen zu dürfen.

Im Bereich Nachwuchsförderung bot die WSL ein breites Spektrum an Aktivitäten an. Am Zukunftstag sowie am Internationalen Tag des Waldes konnten rund 100 Kinder einen Blick hinter die Kulissen der Forschung werfen. Zudem entwickelt die WSL zurzeit ein Umweltbildungsprogramm für Schulen im Raum Birmensdorf. 2014 besuchten erste Klassen die Forschungsanstalt im Rahmen dieses Programms. Außerdem diskutierten Gymnasiastinnen und Gymnasiasten im Rahmen eines «World Cafés» mit Forschenden über deren Arbeit.

(lst)

Anzahl Personen 2014

Frauen Männer



KERNGRÖSSEN

Viele Kerngrössen der WSL entwickeln sich erfreulich. Auch 2014 übertrafen die Zahlen die letztjährigen Werte. Verglichen mit 2010 nahmen letztes Jahr die eingeworbenen Mittel von Dritten (plus 12 % auf 26,27 Millionen Franken), die Umsetzungspublikationen (plus 20 % auf 378), die ISI-Publikationen (plus 49 % auf 405) oder die Zitationen (plus 85 % auf über 13 300) teils markant zu. Die Zahl der durchschnittlichen Zitierung pro Artikel hat sich mit 8,92 in den vergangenen fünf Jahren mehr als verdoppelt.

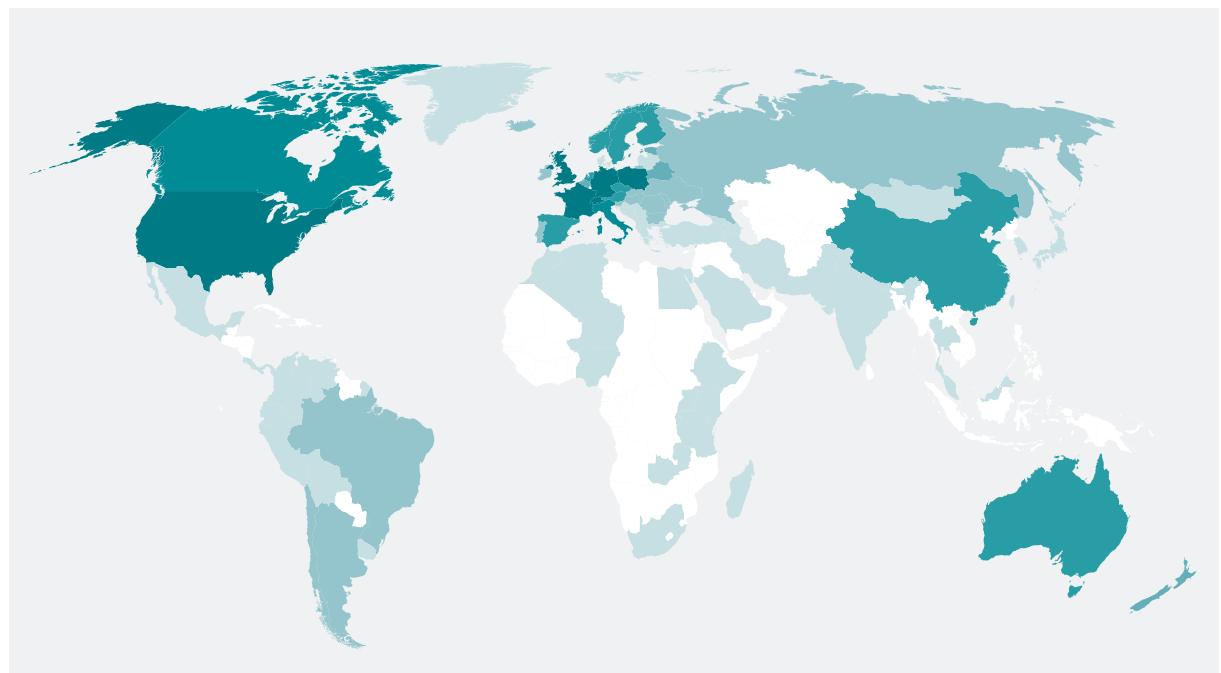
Über Jahrzehnte haben Generationen von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftern der WSL ein weltweites Forschungsnetzwerk aufgebaut. Summiert über die letzten fünf Jahre publizierten unsere Forschenden gemeinsam mit Partnerinnen und Partnern aus 99 Ländern, das

sind erstmals mehr als die Hälfte der Staaten der Vereinten Nationen mit ihren 193 Mitgliedern. Am häufigsten arbeiteten die WSL-Forschenden mit Kolleginnen und Kollegen aus Deutschland zusammen. Mit 331 Artikeln machen diese Kontakte fast 21 Prozent der Publikationen der WSL aus. Dann folgen USA, Frankreich und Italien mit 281, 231 und 156 Beiträgen.

Die Präsenz der WSL in Afrika ist das Resultat des Engagements unseres Direktors. Er leistete einen Beitrag zum «State of the Climate in 2012». Dies ist ein Zustandsbericht des National Climatic Data Center NCDC der nationalen ozeanografischen und atmosphärischen Behörde NOAA der USA über den weltweiten Klimawandel, an dem 385 Forscherinnen und Forscher aus 52 Ländern mitgearbeitet haben.

(hcb)

ISI-Publikationen



Internationale Publikationsaktivitäten der WSL-Forschenden in Partnerschaften rund um die Welt, summiert über die letzten 5 Jahre. Je dunkler der Farbton, desto häufiger die Publikationszusammenarbeit. Die Werte stammen aus dem Web of Science, einer Datenbank, die Thomson Reuters wöchentlich nachführt. Die hier verwendeten Zahlen datieren vom 11. Februar 2015. (<https://apps.webofknowledge.com>)

Anzahl ISI-Publikationen	
>200	25–49
100–199	10–24
50–99	1–9



Im Bodenprofil zeigt sich, ob ein Boden mechanischer Belastung ausgesetzt war. Die graublaue Farbe deutet darauf hin, dass hier die Luft nicht mehr zirkuliert; die Bodenfunktionen sind gestört.

Boden ist mehr als nur Dreck. Unsere Böden erbringen eine Vielzahl von Leistungen, ohne die ein Leben auf der Erde nicht möglich wäre: Sie speichern Wasser und Nährstoffe, bieten Pflanzen Halt zum Wachsen oder spielen eine wichtige Rolle im Kohlenstoffkreislauf. Durch falsche Bewirtschaftung oder Schadstoffeinträge sind diese Bodenfunktionen gefährdet. Wie können wir unsere Böden schützen? Was passiert mit den Böden, wenn sich das Klima verändert? Und wie schützen wir uns vor Böden, die ins Rutschen kommen? Die nächste Ausgabe des DIAGONAL zeigt, wie die WSL solchen Fragen auf den Grund geht und Lösungen erarbeitet.

ABOSERVICE

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

IMRESSUM

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

Text und Redaktion:
Hans-Caspar Bodmer (hcb), Lisa Bose (lbo), Kathrin Brugger (kbr), Sandra Gurzeler (sgu), Martin Heggli (mhe), Christine Huovinen (chu), Reinhard Lässig (rlä), Birgit Ottmer (bio), Ludwig Stecher (lst), Bärbel Zierl (bzi)

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

Gestaltung:
Raffinerie AG für Gestaltung, Zürich

Druck:
Sihldruck AG, Zürich

Auflage und Erscheinen:
6000, zweimal jährlich

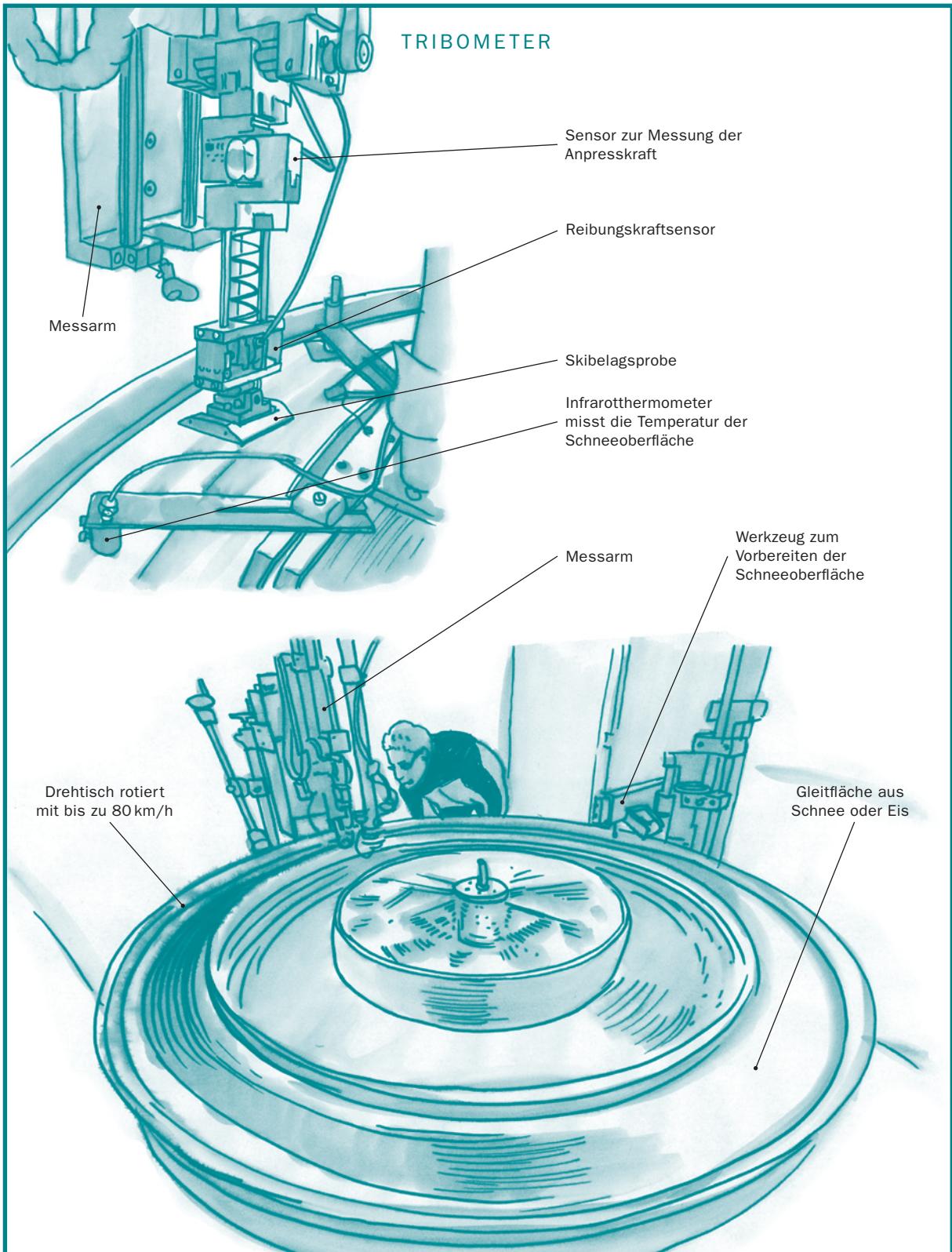
Das WSL-Magazin Diagonal erscheint
auch in Französisch.

Zitierung:
Eidg. Forschungsanstalt WSL 2015:
WSL-Magazin Diagonal, 1 / 15.
36 S., ISSN 2296-3561

PERSONEN



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



Das Tribometer steht in einem Kältelabor des SLF. Es misst die Reibungskraft zwischen einer Materialprobe und einer sich bewegenden Eis- oder Schneeoberfläche. Die Forschenden untersuchen damit zum Beispiel, wie gut Skibeläge und Kufen aus unterschiedlichen Materialien auf Schnee oder Eis gleiten oder wie sich die Gleiteigenschaften von Skis durch Wachsen verbessern.
 Video auf: www.wsl.ch/ding



Rebberge im Tessin: Erstaunlich hohe Biodiversität, S. 20



Naturgefahren: Risiko für Gebäude abschätzen, S. 20

STANDORTE

Birmensdorf

Eidg. Forschungsanstalt
für Wald, Schnee und
Landschaft WSL
Zürcherstrasse 111
CH-8903 Birmensdorf
Telefon 044 739 21 11
Fax 044 739 22 15
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
Fax 081 417 01 10
contact@slf.ch
www.slf.ch

Lausanne

Institut fédéral de
recherches WSL
Case postale 96
CH-1015 Lausanne
Telefon 021 693 39 05
Fax 021 693 39 13
antenneromande@wsl.ch
www.wsl.ch/lausanne

Bellinzona

Istituto federale di
ricerca WSL
Via Belsoggiorno 22
CH-6500 Bellinzona
Telefon 091 821 52 30
Fax 091 821 52 39
info.bellinzona@wsl.ch
www.wsl.ch/bellinzona

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.

