

WSL-MAGAZIN

DIAGONAL

SCHWERPUNKT

Waldreservate: Wo die Natur Vorrang hat

Nr. 1
17

Samenmast:

Warum bilden Bäume massenhaft Früchte?
S. 20

Rumänien:

Wildnis ja, aber bitte keine Einschränkungen, S. 22

Jungfraubahn:

Dank Gutachten besser vor Gletscherabbruch geschützt, S. 29

EDITORIAL

Liebe Leserin, lieber Leser
Seit dem Fall des Eisernen Vorhangs
reisen WSL-Waldforscherinnen
und Waldforscher regelmässig in die
Ukraine und nach Bulgarien.
Dort finden sie etwas, das es in der
Schweiz nicht gibt: fast unberührte
Wälder, die wie unsere Wälder
vorwiegend aus Buchen oder Fich-
ten bestehen. Die geografische Reise
dient als eine Art Zeitreise und
zeigt, wie der Wald vor der Nutzung
durch den Menschen ausgesehen
hat. Ist es Kolonialismus, wenn un-
sere Wissenschaftler die Urwälder
dieser wirtschaftlich schwachen
Länder erforschen? Ich glaube nicht.
Die Arbeit erfolgt partnerschaftlich,
und mehrere junge ukrainische
Nachwuchsforscher konnten zum
Beispiel dank der Zusammenarbeit
ihre Ausbildung in der Schweiz
vertiefen. Bekanntlich ist Wissen ein
Gut, das sich beim Teilen vermehrt.
Und es kennt keine Grenzen – ent-
sprechend lässt sich Forschung nicht
auf einen bestimmten Staat ein-
grenzen. Darum sind wir froh, dass
die Schweiz dank einer massvollen
Umsetzung der Masseneinwande-
rungsinitiative wieder bei der euro-
päischen Forschung Horizon2020
mitwirken darf.

Viel Spass beim Lesen!



Prof. Dr. Konrad Steffen
Direktor WSL



Waldreservate



DOPPELPASS

Ulrich Mergner, Bayerische Staatsforsten: «Einen 08/15-Wald aus der Nutzung zu nehmen, damit man eine Prozentzahl erfüllt, halte ich nicht für zielführend.»

→ **10**



PARTNERSCHAFTLICHE URWALDFORSCHUNG NÜTZT BEIDEN SEITEN

Dank Studien in Urwäldern in der Ukraine und in Bulgarien verstehen wir besser, wie sich Schweizer Wälder entwickeln.

→ **13**



AUF DIE QUALITÄT KOMMT ES AN

Trotz mehr Totholz in Schweizer Wäldern ist die Hälfte aller holzbewohnenden Käferarten bedroht.

→ **16**



ZURÜCK ZUM URWALD?

Was passiert, wenn Wälder nicht mehr bewirtschaftet werden? Die Forschung in Naturwaldreservaten liefert Antworten.

→ **2**

KERNTHEMEN

20 WALD

22 LANDSCHAFT

24 BIODIVERSITÄT

28 NATURGEFAHREN

32 SCHNEE UND EIS

PORTRÄTS

19 Ani Bürgin, angehende Fachfrau Betriebsunterhalt

27 Nora Helbig, Meteorologin


34 Matthias Bürgi, Umweltnaturwissenschaftler

35 IMPRESSUM, AUSBLICK

36 DAS DING: SnowMicroPen

REPORTAGE Was passiert, wenn Wälder nicht mehr bewirtschaftet werden? Die Forschung in Naturwaldreservaten liefert Antworten.

Zurück zum Urwald?

A photograph of two researchers in a forest. The researcher in the foreground is wearing a yellow long-sleeved shirt and a large orange and black backpack. The researcher in the background is wearing a blue cap, a red and black plaid shirt, and a green vest. They are using surveying equipment, including a tripod-mounted camera and a white and orange measuring pole. The forest is filled with tall, thin trees and dense undergrowth.

Mit der Bussole und dem Fluchtstab lässt sich die Position der Bäume genau einmessen.



WSL-Mitarbeitende führen in 49 Schweizer Naturwaldreservaten alle 8 bis 15 Jahre Inventuren nach einem vorgegebenen Protokoll durch.

Viel totes Holz, ob stehend oder liegend, ist charakteristisch für ein Naturwaldreservat.

Naturwaldreservat Seeliwald (OW).

Bild: Gilbert Projer, WSL

«Haben Sie denn eine Fahrbewilligung?», erkundigt sich eine Spaziergängerin skeptisch, als das WSL-Auto am Rand der Teerstrasse hält, die durchs Schlierental führt. Aus dem Auto steigt Lucien Schoch, ein junger, mit Farbe bekleckelter Zivildienstleistender. «Ja natürlich», antwortet er. Die Passantin geht weiter. Sie scheint schon länger nicht mehr unterwegs gewesen zu sein in diesem idyllischen Hochtal oberhalb von Sarnen (OW), denn das WSL-Auto parkiert hier jeden Morgen, schon seit über drei Wochen.

Nach einem kurzen Wegstück durch eine Weide taucht Schoch ein in den «Seeliwald» – ein Naturwaldreservat, das in einem der bei uns selten gewordenen Hochmoore liegt. Die weichen Torfmoose, die vielerorts den Untergrund bilden, sind vollgesogen mit Wasser, das bei jedem Schritt neben den Schuhsohlen hervorquillt. An den kniehohen Heidelbeersträuchern hängen haufenweise blaue Früchte. Und überall wächst die Aufrechte Bergföhre mit ihren grauen Stämmen, meist klein, mal locker, mal dichter verteilt auf dem moosigen Untergrund. Auffällig viele Bäume sind abgestorben, aber ihre Wurzeln halten sie immer noch aufrecht. Es ist nicht nur diese Art von Vegetation, es ist auch die Stille – ausser einigen Vogelrufen ist überhaupt nichts zu hören –, die an Skandinavien erinnert und die die Hektik der Stadt weit wegrücken lässt.

Natürliche Dynamik statt Holzertrag

Seit rund 60 Jahren beobachtet die ETH Zürich, wie sich der Wald in Naturwaldreservaten wie dem Seeliwald entwickelt – Wälder, die nach früherer Nutzung heute vertraglich gesichert der Natur überlassen sind.

Dieser Schutz garantiert, dass der Wald seinen Entwicklungsprozess ungestört durchlaufen kann, die Bäume also ohne menschlichen Eingriff keimen, wachsen, altern, absterben und sich zersetzen. Und so auch vielen Tier- und Pflanzenarten Lebensraum bieten, die in bewirtschafteten Wäldern selten sind. Seit 2007 leiten ETH und WSL das Projekt gemeinsam, wobei das Bundesamt für Umwelt (BAFU) sie stark unterstützt. Inzwischen umfasst das Monitoring 49 Reservate – im Vergleich mit dem übrigen Europa verfügt die Schweiz über ein vielfältiges Netzwerk an relativ alten Naturwaldreservaten. Der auf rund 1450 m ü.M gelegene Seeliwald ist mit seinen 80 ha eine der grösseren Flächen. Er steht seit 1972 unter Schutz, als die ETH mit der Korporation Schwendi – der Waldeigentümerin – einen Vertrag abschloss.

Wie viele andere Reservate aus der Anfangszeit wächst der Seeliwald an einem ertragsarmen Standort. Mit den sauren, nährstoffarmen und nassen Moorböden kommt nur die Bergföhre zurecht, und auch sie gedeiht nur sehr langsam. Ausserdem sind die Torfmoosböden schlecht befahrbar. Möglicherweise liess sich die Besitzerin dank dieser eher ertragswidrigen Umstände leichter überzeugen, ihren Wald unter Schutz stellen zu lassen – zumal der Nutzungsverzicht finanziell abgegolten wird. Viel schwieriger war und ist es auch heute noch, grosse Wälder auf produktiven Flächen als Reservate auszuscheiden. Nicht zuletzt deshalb ist der Flächenanteil der Waldreservate im Mittelland schweizweit am geringsten (siehe Infografik S. 5).

Bäume über die Zeit verfolgen

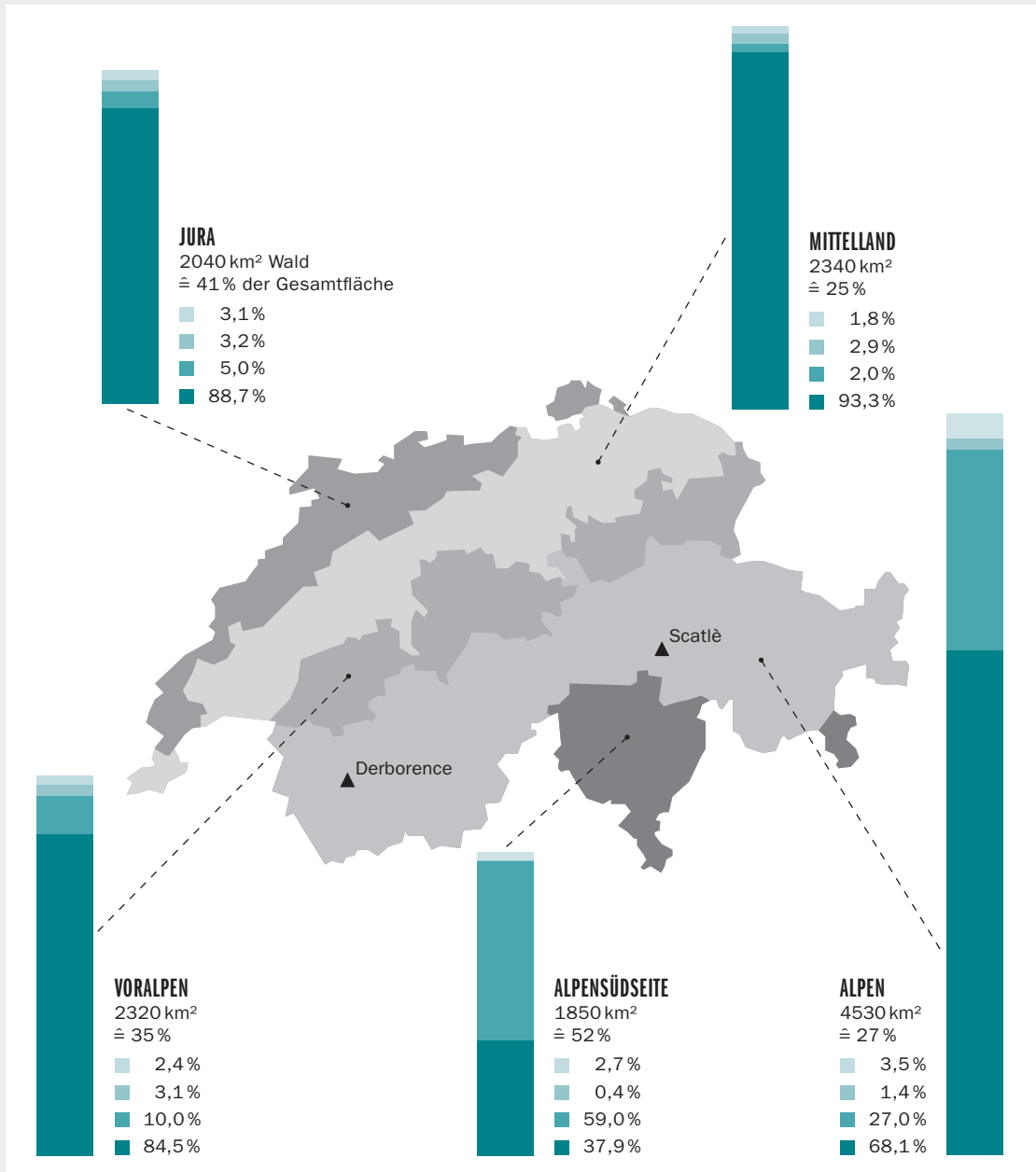
«Da bist du ja endlich», ruft Jonas Stillhard Schoch entgegen und setzt augenzwinkernd nach: «Hast du dich verlaufen?» Der 33-jährige Umweltingenieur und sein Team – ein weiterer Zivi, David FitzGerald, sowie die beiden technischen Mitarbeiter Gilbert Projer und Gallus Keller – waren an diesem Morgen schon früher als Schoch in den Seeliwald aufgebrochen. Während Stillhard die Bäume mit einer Drahtbürste reinigt, nimmt FitzGerald ein Stempelset zur Hand: «73», «85», «95» – die Bäume erhalten farbige Nummern, sobald sie dicker als 4 cm sind. Die blau bemalten Bäume stehen in einer der sechs rund 1 ha grossen Dauerflächen. Bei jeder Dauerflächenaufnahme – im Seeliwald ist das jetzt seit der Reservatsgründung schon die vierte – wird das Schicksal der markierten Bäume genauestens verfolgt. Stillhard: «Wir messen den Durchmesser, notieren die Baumart und erfassen Strukturen wie Löcher und Risse, die wichtige Lebensräume für Tiere, Pilze und Pflanzen sein können.»

Stillhard übergibt die Drahtbürste an Schoch und lässt die beiden Zivis alleine Bäume markieren. Weiter geht's zu den Stichprobeflächen – eine der Neuerungen, die 2007 eingeführt wurden. Insgesamt 99 dieser je 500 m² grossen, kreisförmigen Flächen gibt es im Seeliwald, angeordnet in einem fixen Raster, verteilt über das ganze Reservat. Projer und Keller haben soeben die Stichprobefläche 56 in Angriff genommen. Sie hantieren mit Transponder und Vertex – Geräte, die auch Landvermesser zum Ermitteln der Distanz zwischen zwei Punkten benutzen. Keller weist Projer an, welchen Baum er ansehen muss. Projer misst auf Brusthöhe mit der sogenannten Kluppe den Durchmesser. Keller wiederum ermittelt über den Vertex die Baumhöhe, begutachtet den Zustand des Baums – ob er lebend ist oder tot oder wie seine Krone beschaffen ist – und gibt alle Daten gleich in den Feldcomputer ein. Nach einem vorgegebenen Pro-

Mehr Informationen
zur Forschung
in Schweizer Wald-
reservaten:
www.waldreservate.ch

INFOGRAFIK Waldreservate, unbewirtschaftete Wälder und Nutzwälder in der Schweiz

In der Schweiz sind bislang rund fünf Prozent der Wälder als Reservate geschützt. Vor allem auf der Alpensüdseite und in den Alpen werden viele weitere Wälder seit Jahrzehnten nicht mehr genutzt, weil eine Bewirtschaftung unrentabel ist. Sie entwickeln sich derzeit weitgehend natürlich; langfristig ist ihr Schutz aber nicht gesichert.



- ▲ **Urwälder:** Auf weniger als 0,01% der Schweizer Waldfläche gibt es keine Spuren von früherer Holznutzung.
- **Naturwaldreservate:** Durch den vollständigen Verzicht auf Bewirtschaftung entwickeln sich diese Schutzgebiete auf natürliche Weise.
- **Sonderwaldreservate:** Gezielte waldbauliche Eingriffe sollen bestimmte Tier- oder Pflanzenarten fördern oder traditionelle Nutzungsformen erhalten.
- **Unbewirtschaftete Wälder:** Auf diesen Flächen, die seit mindestens 50 Jahren nicht mehr genutzt werden, entwickelt sich der Wald derzeit weitgehend natürlich.
- **Nutzwälder:** Die Holznutzung steht im Vordergrund, wobei Art und Intensität der Bewirtschaftung bestimmen, wie naturnah sich diese Wälder entwickeln.



Jonas Stillhard misst mit der Kluppe den Durchmesser einer Bergföhre.

tokoll nehmen sie auch auf, ob junge Bäumchen aufwachsen und wie viel totes Holz in der Fläche liegt. Ist sich der eine unsicher bei der Beurteilung, kommt ihm der andere zu Hilfe – ein eingespieltes Team, dem man anmerkt, dass es während Monaten fast täglich zusammen unterwegs ist. Zwischendurch hilft auch Stillhard mit bei den Feldaufnahmen, so wie während der letzten Tage im Seeliwald. Häufiger jedoch sitzt er im Büro, koordiniert die Feldarbeit seiner Kollegen oder widmet sich der Datenbank, in der alle Aufnahmedaten des Reservatsprojekts gespeichert sind. Zurzeit arbeitet er daran, sämtliche Daten seit


1948 in eine neue Datenbank zu überführen und dabei Fehler auszumerzen. Stillhard: «Über die Jahre arbeiten so viele verschiedene Leute bei diesem Projekt mit, dass es schon mal zu Fehlern kommen kann.»

Ein neuer Urwald entsteht

Zahlreiche Forschungsarbeiten sind dank der Daten aus dem Reservatsprojekt inzwischen entstanden. Eine der Studien konnte zeigen, dass die Reservate bereits jetzt erste Kennzeichen eines Urwaldes aufweisen, mehr Totholz oder mehr dicke Bäume als im Wirtschaftswald zum Beispiel. Soll diese Entwicklung weitergehen, ist jedoch ein Schutz der Reservate nötig, der weit über die Dauer der üblichen Vertragsperiode von 50 Jahren hinausgeht. Und auch dann wird nicht ein Urwald entstehen, wie er die Landschaft vor der Holznutzung prägte, sondern eine neue Art von Urwald: ein Naturwald eben. Denn unterdessen haben sich die Bedingungen verändert; das Klima wird wärmer, Grossraubtiere fehlen, um die wachsenden Wildbestände zu regulieren, und über die Luft gelangt mehr Stickstoff in den Waldboden.


Im vergangenen Jahr untersuchte eine Masterstudentin erstmals, wie viel Totholz in fichtendominierten Gebirgswaldreservaten liegt. Solche Kennzahlen sind wertvolle Referenzwerte für Empfehlungen, wie viel Totholz nötig ist, um davon abhängige Arten auch in bewirtschafteten Wäldern zu fördern. Ebenfalls im letzten Jahr erschien eine Doktorarbeit, in der basierend auf dem riesigen Datensatz Modelle für die Sterblichkeit von Bäumen verschiedener Arten entwickelt wurden. Eine Forschung, die auch den Besitzern von bewirtschafteten Wäldern zugutekommt. Stillhard: «Wenn wir zum Beispiel sehen, dass sich eine wertvolle Nebenbaumart in Naturwaldreservaten auch ohne kostspielige Pflegeeingriffe in ausreichender Anzahl und guter Qualität durchsetzen kann, entlastet das beim momentan niedrigen Holzpreis das Portemonnaie der Waldbesitzer.»

Nach einem langen Feldtag packen Projer, Keller und Stillhard ihre Sachen zusammen – sechs Stichprobeflächen haben sie heute geschafft. Die beiden Zivis warten schon beim Auto. Insgesamt dauert die Inventur im Seeliwald, die erst in 10 bis 20 Jahren wiederholt wird, rund drei Monate. Bis dahin werden die Männer fast 7000 Bäume unter die Lupe genommen haben – eine Arbeit, die ihnen auch heute noch keine moderne Technik abnehmen kann. *(chu)*

A photograph of a forest with a grassy slope. The trees are tall and thin, with green foliage. The ground is covered in grass and some tree stumps. The lighting is bright, suggesting a sunny day.

In Amden prüft die WSL zusammen mit der Vogelwarte Sempach und dem Forstdienst, ob sich die Fördermassnahmen im Sonderwaldreservat positiv auf die Lebensräume und die Auerhuhnpopulation auswirken.

In Sonderwaldreservaten greift man aktiv in den Wald ein, um gefährdete Arten zu fördern. Dazu gehören vor allem Arten, die lichte Wälder benötigen, zum Beispiel das Auerhuhn.



Das Auerhuhn braucht Platz zum Fliegen, es mag es nicht, wenn die Bäume zu dicht stehen. Schneiden im Wald erleichtern ihm den Zugang zu Sitz- und Schlafbäumen.

Aufgelockerte Waldbestände lassen viel Licht auf den Boden. Dadurch werden Heidelbeeren gefördert, die im Sommer den Speisezettel des Auerhuhns ergänzen.

Aufwertungsmassnahmen für das Auerhuhn im Sonderwaldreservat Amden (SG).

DOPPELPASS Hohe Artenvielfalt durch Schutz und Nutzung. Waldreservate bieten bedrohten Tier- und Pflanzenarten Lebensraum. Doch auch in Wirtschaftswäldern kann die Artenvielfalt hoch sein. Ein Gespräch mit Kurt Bollmann, WSL, und Ulrich Mergner, Bayerische Staatsforsten.

In Waldreservaten ist der Wald vertraglich geschützt. Bis 2030 sollen sie in der Schweiz 10 Prozent der Waldfläche ausmachen. Was sagen Sie zu diesen Forderungen?

UM: Für die Artenvielfalt ist es egal, ob das fünf, acht oder zehn Prozent sind, entscheidend sind die Habitatstrukturen wie Baumhöhlen, rissige Rinden oder abgestorbene Äste, die vielen Arten einen Lebensraum bieten. Einen 08/15-Wald aus der Nutzung zu nehmen, damit man eine Prozentzahl erfüllt, halte ich nicht für zielführend. In unserem Forstbetrieb Steigerwald haben wir Flächen ausgeschieden, wenn es dort eine Häufung von Bäumen mit Habitatstrukturen gab. Mit über 200 Trittsteinflächen, 10 Biotopbäumen pro Hektar und den Waldreservaten kommen wir so auf 12 Prozent ungenutzte Fläche.

KB: Die Zahl ist politisch begründet und wurde nicht wissenschaftlich hergeleitet. Anfänglich wurde zu stark um Prozentzahlen gefeilscht und zu wenig um Inhalte. Um die Artenvielfalt zu erhalten, braucht es neben Strukturen und Nutzungsvielfalt auch natürliche Prozesse wie Stürme, Waldbrände oder Überschwemmungen. Dadurch werden neue Lebensräume geschaffen, die gewisse Arten aus dem Dornröschenschlaf wecken können. Die Salbeiblättrige Zistrose im

Tessin zum Beispiel kann nach einem Feuer plötzlich wieder da sein. In einer bewirtschafteten Landschaft braucht es darum verbindlich geschützte Gebiete, in denen natürliche Prozesse Lebensräume gestalten. Dort können sich bei optimalen Lebensbedingungen starke Populationen entwickeln und sich von dort ausbreiten.

Wie natürlich sind Naturwaldreservate eigentlich?

UM: Bei uns ist jeder Quadratmeter, ob Naturwaldreservat oder bewirtschafteter Wald, in den letzten Jahrhunderten kahlgeschlagen worden. Urwald gibt's hier und in praktisch ganz Deutschland nicht mehr. Aber in den Naturwaldreservaten haben wir vielleicht das Arteninventar eines Urwalds zu 60 bis 70 Prozent, das ist eine Art Lebensversicherung. Sie entwickeln sich, was die Strukturen und Prozesse angeht, schon in Richtung der Wälder, die ich in Rumänien und im Iran als Urwälder gesehen habe.

Sind unberührte Wälder denn artenreicher als bewirtschaftete?

KB: Der Mittelwald zum Beispiel entsteht durch eine sehr intensive Waldnutzung. Von den alten Bäumen wird nur ab und zu eine Eiche genutzt, der Jungwuchs wird



Ulrich Mergner ist Forstbetriebsleiter der Bayerischen Staatsforsten im Staatswald «Steigerwald», der in der Nähe von Würzburg (D) liegt.



Kurt Bollmann leitet die Forschungsgruppe «Naturschutzbiologie» an der WSL.

alle 10 bis 20 Jahre kahlgeschlagen. Der Naturschutz begrüsst diese Art der Waldbewirtschaftung, weil sie vorübergehend licht- und wärmebedürftigen Arten Lebensraum bietet. Dieses Beispiel zeigt, dass hohe Nutzungsintensität unter bestimmten Voraussetzungen auch zu hohem Artenreichtum führen kann.

Unter welchen Umständen soll man in ein Naturwaldreservat eingreifen?

UM: In unsere Naturwaldreservate wird nicht eingegriffen. Gelegentlich schaffen Stürme Lücken. In diesen wachsen jedoch meist Buchen mit erdrückend hoher Dominanz im Vergleich zur Eiche. Wahrscheinlich verlieren wir deshalb die Eiche. Diese Diskussion verwirrt die Naturschützer. Die Hardliner sagen, «Natur ist Natur, dann fliegt die Eiche halt raus.» Andere sagen, «ihr könnt doch nicht zulassen, dass die Eiche verschwindet». Letztere wollen im Naturwaldreservat pflegen. Also das lassen wir bleiben, wir können die Eiche im Wirtschaftswald schützen und als Einzelbaum erhalten. Vielleicht gibt's irgendwann Ereignisse, wo sich alles ändert, etwa mit der Klimaerwärmung.

KB: Früher hatten wir eine klare Vorstellung, welche Arten auf gewissen Standorten in natürlichen Anteilen vorkommen sollten. Die heutige Wald- und Klimaforschung lehrt uns, dass wir uns an Veränderungen anpassen müssen. Das Beispiel der Eiche und der dominanten Buche zeigt, dass Naturwaldreservate keine Breitbandlösung für alle Naturschutzfragen sind. Es braucht auch Sonderwaldreservate und einen ökologisch ausgerichteten Waldbau.

Wieso wird vor allem in den Reservaten geforscht?

KB: Die ökologische Forschung untersuchte die Natur über Jahrzehnte dort, wo der Mensch nicht konstant seine Finger drin hat, also in Nationalparks und Reservaten. Das festigte die Meinung, dass sich die «richtige» Natur auf solche Gebiete beschränkt. Die genutzte Landschaft liess man aussen vor. Insofern hat die waldökologische Forschung eine Schlagseite, hier sehe ich einen Nachholbedarf.

UM: Für uns waren und sind die Untersuchungen im Naturwaldreservat sehr wichtig. So wissen wir, was für Arten es dort gibt, und können einen Vergleich mit dem Wirtschaftswald ziehen. Im Wirtschaftswald wollen wir alle Arten des Naturwaldreservats – nicht von der Dichte, aber von der Anzahl her. Ich stimme Kurt Bollmann aber voll zu, dass im bewirtschafteten Wald zu wenig geforscht wurde. Die Forschung in den Reservaten sehe ich aber nicht als Nachteil, da wir auch weiterhin den Vergleich brauchen.

Im Sonderwaldreservat wird zugunsten gewisser Arten eingegriffen. Wie wird entschieden, welche Art man fördern will, zum Beispiel das Auerhuhn?

UM: Das ist Geschmackssache. Es gibt keinen vernünftigen Grund, gerade das Auerhuhn zu fördern. Der Vogel hat allerdings schon immer die Jäger beeindruckt. Es war die hohe Kunst, den Auerhahn anzupirschen. Nun wird grosser Aufwand betrieben, mit allen möglichen Massnahmen dieses Auerhuhn zu erhalten, obwohl sich der Lebensraum verändert hat. In bestimmten Regionen machen wir bei diesen Programmen mit,



Werden dunkle Wälder aufgelichtet, profitieren nicht nur das Auerhuhn, sondern auch andere seltene Tier- und Pflanzenarten.

weil der Naturschutz dies fordert. Ich persönlich halte es für einen ziemlichen Humbug, sich beim Artenschutz auf nur eine Art zu fokussieren und billigend in Kauf zu nehmen, dass dann möglicherweise andere Arten weichen müssen.

KB: Es gibt keinen fachlichen Grund, das Auerhuhn einem Totholzkäfer vorzuziehen. Das Beispiel zeigt, dass Naturschutz mit menschlichen Werten, Normen und Prioritäten zu tun hat. Oft ist es auch der Nimbus einer Art, der durch die Literatur, die Jagd, durch Lieder und die Volkskunst hochgehalten wird. In der Schweiz sehen wir das etwas nüchterner als unsere Nachbarn. Bevor 2008 das nationale Förderungsprogramm für das Auerhuhn gestartet wurde, mussten Fakten her. Die WSL konnte zeigen, dass unter dem Schirm des Auer-

huhns auch andere seltene Arten profitieren, wenn geschlossene, dunkle Gebirgswälder aufgelichtet werden.

UM: Damit könnte ich mich anfreunden, eine Schirmart, die für ganz viele Arten steht. Bei allen Überlegungen zum Schutz von Waldarten sollte aber der naturnahe Lebensraum mit ausreichend viel Biotopbäumen und Totholz im Mittelpunkt stehen. *(lbo)*

«Hohe Nutzungsintensität kann unter bestimmten Voraussetzungen zu hohem Artenreichtum führen.»

OST-WEST-ZUSAMMENARBEIT **Partnerschaftliche Urwaldforschung nützt beiden Seiten.** In der Ukraine und in Bulgarien gibt es noch grossflächige Urwälder. Für Forschende der WSL sind sie wichtige Studienobjekte, um Entwicklungen in Schweizer Waldreservaten und Schutzwäldern besser zu verstehen.

Nirgendwo in Europa gibt es ausgedehntere Buchen-Urwälder als in den ukrainischen Karpaten. In der Schweiz hingegen, wo die Buche die häufigste Laubbaumart ist, werden alle Buchenwälder seit Jahrhunderten bewirtschaftet, selbst die heutigen Buchenwald-Reservate wurden vorher lange genutzt. Mit der Forderung nach grossen Waldreservaten im Mittelland ist auch das Interesse an Buchen-Urwäldern stark gestiegen. Darum reisten Brigitte Commarmot und Anton Bürgi von der WSL im April 1999 erstmals ins Karpaten-Biosphärenreservat in der Westukraine. Die beiden Forstwissenschaftler wollten abklären, ob sich dort ein Projekt durchführen liesse, in dem sie die natürliche Entwicklung dieser Urwälder mit derjenigen von Waldreservaten und naturnah bewirtschafteter Buchenwälder in der Schweiz vergleichen konnten.

Das geplante Projekt liess sich realisieren und aus der ersten Reise wurden mehr als zwanzig. Immer tiefer sind Brigitte Commarmot und weitere Forschende der WSL und aus der Ukraine seither in die Geheimnisse des rund 100 km² grossen, fast nur aus Buchen bestehenden Urwaldes Uholka-Shyrokyi Luh eingetaucht. Sie fanden dort bis zu 500 Jahre alte Bäume und rund zehnmal so viel stehendes und liegendes Totholz pro Hektare wie im Durchschnitt in den Wäldern des Schweizer Mittellandes und Juras. Jeder dritte lebende Baum

Weitere Infos zur Kooperation zwischen der WSL und der Ukraine auf dem Gebiet der Urwald- und Naturwaldforschung: www.wsl.ch/more/urwald-ukraine



Der im Urwald von Transkarpatien vorkommende Blau-Schnegel (*Bielzia coerulea*) wird gut 10 Zentimeter lang und ist meistens einfarbig blau bis schwarz. Jungtiere schillern auch in grün, gelb und anderen Farben.

wies Höhlen, Risse oder andere Verletzungen auf, die Kleinstlebensräume für Insekten, Fledermäuse, Vögel und andere Tiere bieten, wie etwa den Blau-Schneigel, der auffälligsten Schnecke in diesen Wäldern. Zusammen mit ihren ukrainischen Partnern fingen die Forschenden der WSL im Urwald dreimal mehr seltene, auf Alt- und Totholz angewiesene Käferarten als in alten Buchenwäldern der Schweiz. In hoher Dichte fanden sie auch seltene Flechtenarten, die von alten Bäumen profitieren.

Urwälder als Referenz für Waldreservate

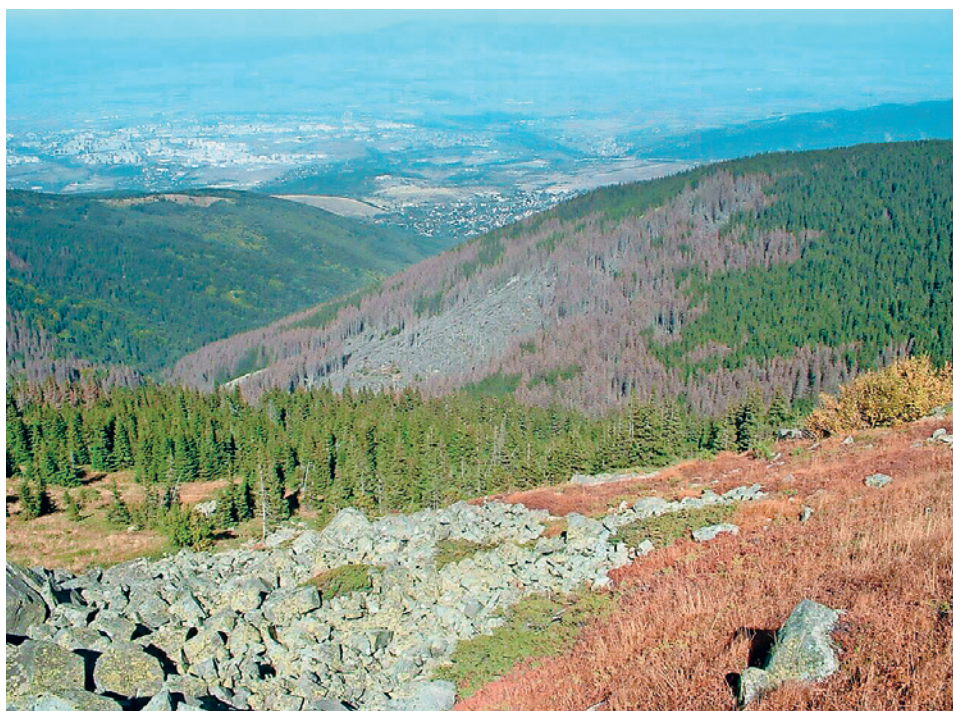
Welchen Nutzen zieht die Schweiz aus dieser Kooperation? «Der Buchen-Urwald in der Ukraine ist für uns ein riesiges Forschungslabor», sagt Commarmot, die die Zusammenarbeit seitens der WSL über viele Jahre koordinierte. «Wälder, die vom Menschen weitgehend unbeeinflusst sind, sind eine wichtige Referenz. Diese nutzen wir, um zu beurteilen, wie naturnah Schweizer Waldreservate wie der Sihlwald bei Zürich sind, und um zu untersuchen, wie sich die Bewirtschaftung auf die Biodiversität auswirkt.» Und der Nutzen für die Ukraine? Die Zusammenarbeit brachte den Partnern der WSL Zugang zur internationalen Forschungsgemeinschaft. «In den 17 Jahren Zusammenarbeit haben wir in der Westukraine viele motivierte und begabte junge Forschende angetroffen», sagt Brigitte Commarmot. Sechs davon gelang es, Stipendien der Eidgenossenschaft für längere Studienaufenthalte an der WSL und an Schweizer Hochschulen zu bekommen. Einige haben Dissertationen abgeschlossen oder stehen kurz davor. Für die ukrainischen Forschenden ist darüber hinaus wichtig, dass sie bei der WSL neben fachlicher Unterstützung Zugang zu modern ausgerüsteten Labors erhalten, zum Beispiel für genetische Untersuchungen.

International auf starkes Interesse stossen die über viele Jahre gesammelten, einmaligen Datensätze zur Entwicklung des grössten Buchen-Urwaldes Europas. Dies dürfte mit dazu beigetragen haben, dass die ukrainischen Urwälder zusammen mit den slowakischen seit 2007 das Label «UNESCO Weltnaturerbe» führen dürfen. «Das Label wirkt dem Nutzungsdruck in- und ausländischer Firmen entgegen und hilft, diese Wälder langfristig zu schützen», sagt Commarmot. Seit Anfang Mai 2017 ist sie pensioniert, ihre Arbeiten führt Peter Brang weiter.

Wind, Schnee und Licht in bulgarischen Schutzwäldern

Peter Bebi erforscht am SLF in Davos, wie dicht oder licht Wälder sein sollten, die vor Lawinen, Hangrutschen und Steinschlag schützen. Auch ihm fehlte bis vor wenigen Jahren die Referenz, an die sich die Schutzwaldbewirtschaftung anlehnen kann. Solche natürlich strukturierten Wälder findet man zum Beispiel in Bulgarien, wo es in den Gebirgsregionen noch grosse Waldreservate mit Urwäldern sowie seit Langem nicht bewirtschaftete Nadelwälder gibt. Sie ähneln typischen Schutzwäldern in den Alpen: Die Bäume stehen oft sehr dicht beieinander und sind dann auch besonders anfällig gegenüber Stürmen und Schneebruch. Die Anfrage seines heutigen Projektpartners Momchil Panayotov von der Universität für Forstwirtschaft in Sofia kam Bebi darum sehr gelegen. Panayotov wollte während eines Postdoc-Aufenthaltes derartige Wälder der Schweiz unter die Lupe nehmen und mit Wäldern in seiner Heimat vergleichen.

Weitere Infos zu Lawinenschutzwäldern: www.wsl.ch/more/bulgarien



Im Biosphärenreservat «Bistrishko branishte» (Westbulgarien) wurden reine Fichtengebirgswälder, die manchen Schutzwäldern in der Schweiz sehr ähnlich sind, im Jahr 2001 von einem 60 Hektare grossen Windwurf und später auch von Borkenkäfern und Waldbrand betroffen.

Nach zehn Jahren haben die beiden mehrere Projekte in den bulgarischen Gebirgswäldern abgeschlossen und ihre Ergebnisse veröffentlicht. Diese helfen Bebi, abzuschätzen, wie Windwurf, Borkenkäferbefall oder andere Naturereignisse die Schutzwirkung des Waldes vor Naturgefahren beeinträchtigen. Der Einfluss zu dicht stehender Bäume auf die Stabilität des Waldes und die natürliche Ansammlung junger Bäume stehen dabei im Zentrum. Bebi hofft, dass die Erkenntnisse aus den bulgarischen Urwäldern dazu beitragen, die Empfehlungen für das Schutzwaldmanagement zu verbessern. Momchil Panayotov schätzt an der Zusammenarbeit vor allem den gegenseitigen Erfahrungsaustausch und dass sein Team heute Teil eines internationalen Netzwerks von Gebirgswaldforschenden ist.

Mit bescheidenen Mitteln viel erreichen

Die Zusammenarbeit von Wissenschaftlern aus Ost und West war für beide Seiten zunächst zwar ein ungewisser Schritt in eine neue Forschungskultur. Doch heute bewerten alle Beteiligten die Kooperation als äusserst positiv. Die natürlich entwickelten Referenzflächen in Bulgarien ermöglichen, die langfristige Waldentwicklung besser zu verstehen und darzustellen. «Wir müssen wissen, an welchem Extremwert eines Waldzustands wir uns orientieren, damit wir den Schutz vor Naturgefahren möglichst gut sicherstellen können», sagt Peter Bebi und spricht Brigitte Commarmot damit aus dem Herzen. «Hinzu kommt etwas ganz Triviales», resümiert die Forstwissenschaftlerin: «Wir haben bei unseren osteuropäischen Partnern gelernt, wie wir unter oft erschwerten Rahmenbedingungen und mit bescheidenen Mitteln erstaunlich viel erreichen können.» (rlä)

TOTHOLZ **Auf die Qualität kommt es an.** Obwohl die Totholzmenge in Schweizer Wäldern weiterhin zunimmt, ist die Hälfte aller holzbewohnenden Käferarten bedroht. Es mangelt an Totholz geeigneter Qualität.

Von wegen tot: Totholz, also abgestorbene Bäume oder Baumteile, gehört zu den artenreichsten und wichtigsten Lebensräumen im Wald. Etwa ein Viertel aller im Wald lebenden Arten ist auf Totholz angewiesen – in der Schweiz sind das allein etwa 2700 Grosspilze, 150 Flechten- und 1700 Käferarten. Dazu kommen grössere Tiere wie Spechte, Siebenschläfer, Fledermäuse und manche Reptilien. Ausserdem wächst jede zweite junge Fichte im Gebirgswald auf vermodernden Baumstämmen heran.

Fast die Hälfte aller Totholz bewohnenden Käferarten ist gefährdet: Sie stehen auf der vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) veröffentlichten Roten Liste, die vier grosse Holzkäferfamilien umfasst. «Das zeigt, dass wir ein Problem haben», sagt ein Mitautor der Roten Liste, Thibault Lachat, Gastwissenschaftler an der WSL und Professor an der Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL. Das BAFU nennt den Mangel an Totholz «eines der grössten ökologischen Defizite im Schweizer Wald». Zwar nimmt die Menge an Totholz in den Schweizer Wäldern seit der Umstellung auf Öl als Brennstoff kontinuierlich zu – bis heute, wie die Zahlen des an der WSL durchgeführten Schweizerischen Landesforstinventars (LFI) belegen. Einen grossen Schub brachten die Orkane Vivian (1990) und Lothar (1999) sowie die mangelnde Rentabilität der Holzernte in vielen Regionen. Gemäss LFI wird fast ein Fünftel der Schweizer Waldbestände seit über 50 Jahren nicht mehr bewirtschaftet (siehe Infografik



In Konkurrenz mit dem Menschen: Für seine Entwicklung benötigt der stark gefährdete Zimmermannsbock (*Acanthocinus aedilis*) tote, aber noch frische Föhren in warmen, tiefen Lagen – also ausgerechnet in erstklassiger Baulage.

S. 5). Zudem kennen viele Waldbesitzer und -bewirtschafter heute den ökologischen Wert von Totholz, schützen alte, lebende Bäume mit Höhlen und absterbenden Ästen, sogenannte Habitatbäume, und lassen Holzerntereste liegen.

Im Durchschnitt liegen heute auf einer Hektare Schweizer Wald 24 m³ Totholz, damit könnte man etwa 200 Badewannen füllen. Das ist schon recht nah an den Zielwerten, die der Bund in der Waldpolitik 2020 zur Förderung der Artenvielfalt definiert hat: Bergwälder sollen 25 Kubikmeter pro Hektare, Wälder im Mittelland 20 m³/ha enthalten. Von Natur- oder gar Urwäldern sind diese Werte indes weit entfernt: Nach einigen Jahrzehnten ohne Nutzung gibt es in Naturwaldreservaten zwischen 50 und 130 m³/ha Totholz, in Urwäldern im Schnitt sogar 140 m³/ha. «Es ist schon mal gut, Zielwerte zu haben», sagt Beat Wermelinger, Insektenspezialist an der WSL, auch wenn sie seiner Meinung nach eher das politisch Machbare als das Nötige spiegeln. «Das Erreichen dieser Zielwerte würde die Bedürfnisse von vielen, wenn auch nicht den hochspezialisierten Arten grossflächig abdecken.» In seinem neuen Buch «Insekten im Wald» widmet er den Totholzarten sowie den gefährdeten Waldinsekten je ein eigenes Kapitel.

Auen und lichte Wälder schwinden

Warum stehen denn trotzdem so viele Totholzarten auf der Roten Liste? Mangelware ist vor allem Totholz von besonderer Qualität. Gemäss Lachat sind Habitatbäume, aber auch stehende oder liegende dicke, besonnte tote Baumstämme sowie Holz in fortgeschrittenen Abbaustadien sehr selten geworden. Im Wirtschaftswald werden Bäume lange vor ihrem «Greisenalter» gefällt: Eine Weisstanne kann 500 bis 600 Jahre alt werden, wird aber meistens mit 90 bis 130 Jahren geerntet.

Alte Bäume, lichte Auen- und Laubwälder in tiefen Lagen, gestufte Waldränder, Kastanienselven oder Hochstamm-Obstbäume – genau auf diese heut-

Weitere Informationen zum Totholz:
www.totholz.ch



Im Schweizer Wald gibt es im Schnitt 24 Kubikmeter Totholz pro Hektare – das ist zwar mehr als vor 50 Jahren, aber noch weit von der Menge in Natur- oder Urwäldern entfernt.

zutage seltenen Lebensräume sind jene 118 einheimischen Holzkäferarten angewiesen, die auf der Roten Liste stehen. Um diese Liste zu erstellen, haben Artenspezialisten 256 Arten von Pracht-, Bock-, Rosenkäfern und Schröttern von Hand mit Keschern, Klopfschirmen oder Fallen gefangen, und zwar an insgesamt 240 Standorten in der Schweiz, auf denen das Vorkommen seltener Arten vermutet wurde. Fast die Hälfte der Arten aus diesen vier grossen Familien (46 %) wurde gemäss den Kriterien der Weltnaturschutzunion IUCN als bedroht auf der Roten Liste eingestuft, weitere 47 Arten (18 %) als potenziell gefährdet.

Wichtigste Empfehlung der Roten Liste ist es denn auch, die Lebensräume für diese spezialisierten Arten zu fördern. Wie das gehen soll, zeigt das WSL-Merkblatt für die Praxis «Totholz im Wald» detailliert auf. Es ging aus den Resultaten des WSL-Projekts «Dynamik von Totholz und xylobionten Insekten in Waldreservaten» hervor, das von 2009 bis 2014 lief. Zum Beispiel können sich die Larven des stark gefährdeten Zimmermannsbocks (*Acanthocinus aedilis*) nur unter der Rinde von toten, aber noch frischen Föhren in warmen, tiefen Lagen entwickeln. Der Dreizehenspecht hingegen lässt sich nur nieder, wo es mindestens 18 m³ stehende, dürre Nadelbäume pro Hektare gibt. Der Bund fördert seit kurzem Alt- und Totholz durch Finanzhilfen: Wer in Wirtschaftswäldern sogenannte Altholzinseln einrichtet, also Orte, an denen besonders dickes oder altes Totholz stehen bleiben darf, und Habitatbäume bis zum Zerfall stehen lässt, bekommt Geld. Diese «Trittsteine» sollen die grossen Distanzen zwischen einzelnen Waldreservaten überbrücken und auch wenig mobilen Arten eine Chance bieten, sich auszubreiten. Das Merkblatt beschreibt für Waldbau-Praktiker, wie sich dies ökologisch nutzbringend und ohne Gefahren für Arbeiter und Waldbesucher umsetzen lässt.

All den Bemühungen für die Totholzarten wirkt in jüngster Zeit ein starker Gegenspieler entgegen: der Energieholzboom. Biomasse gilt als wichtiger erneuerbarer Energieträger. «Weil dabei auch Holz minderer Qualität verwendet werden kann, könnte sich die Zunahme an Totholz verlangsamen oder umkehren», befürchtet Wermelinger. Eine neue Studie von Lachat weist nach, dass Totholzinsekten gerne Energieholzhaufen besiedeln, die bis zur Verarbeitung einen Sommer lang liegen gelassen werden. Die WSL prüft derzeit, ob dies ein Problem für den Erhalt der Käfer im Wald darstellt und erarbeitet Tipps für die Lagerung von Energieholz. (bki)



Ani Bürgin, Birmensdorf

«In diesem Innenhof im Zürcher Kreis 3 bin ich aufgewachsen. Wir Kinder waren eine richtige Bande und spielten die ganze Zeit draussen, am liebsten Fussball. Oft komme ich auf einem Spaziergang an dieser Oase im Quartier vorbei.»

IM DIENST DER MITARBEITENDEN

Defekte Lampen auswechseln, tropfende Wasserhähne flicken, den Rasen mähen und im Winter sicherstellen, dass niemand auf den glatten Wegen ausrutscht: Ani Bürgin ist als angehende Fachfrau Betriebsunterhalt ständig unterwegs auf

dem grossen WSL-Gelände in Birmensdorf. Sie schätzt nicht nur die Vielseitigkeit ihres Berufs: «Ich arbeite gerne als Dienstleisterin, die Zusammenarbeit mit den unterschiedlichen Mitarbeitenden der WSL macht mir grossen Spass.»

WALD Warum bilden Waldbäume manchmal massenhaft Früchte? Freiwillige helfen der Forschung



Wenn fast alle Bäume in einer Region massenweise Früchte tragen – so wie diese Buche – spricht man von «Vollmast».

Im vergangenen Herbst waren die Buchen im Mittelland unübersehbar dicht mit Buchennüsschen behangen. Regelmässige Waldbesucher wissen, dass das nicht jedes Jahr so ist. Thomas Wohlgemuth, Biologe an der WSL: «Bei Buchen tritt das Phänomen etwa alle drei Jahre, bei Fichten alle sechs Jahre auf. Wir nennen es Voll- oder Samenmast. Warum das so ist, welche Rollen das Klima und das Wetter dabei spielen oder was das für die anderen Pflanzen und Tiere im Wald bedeutet, ist erst lückenhaft untersucht.» Es könnte für die Bäume evolutiv vorteilhafter sein, alle paar Jahre massig statt jedes Jahr gleich viele Samen zu produzieren, etwa weil die Bestäubung besser klappt oder weil die Anzahl überlebender Keimlinge höher ist. Will also ein For-

scher die Waldverjüngung verstehen, muss er auch Mastphänomene studieren, denn die Frucht- bzw. Samenproduktion ist ihr erster Schritt.

Dazu braucht er jedoch Daten. Für einige Baumarten gibt es Aufzeichnungen aus der Forstpraxis. Anton Burkart, Leiter des WSL-Versuchsgartens, hält seit 1991 jedes Jahr fest, wo in der Schweiz welche Baumarten wie viele Früchte tragen. Diese Aufzeichnungen bilden den Kern-Datenbestand für Thomas Wohlgemuth. Aber er braucht noch viel mehr Angaben. «Wir setzen dafür auf Citizen Science. Das heisst, dass uns interessierte Bürgerinnen und Bürger helfen», erklärt Wohlgemuth. Er und seine Kollegen bauten das Webportal www.mastweb.ch auf, auf dem Profis und Laien eingeben

können, wie stark Waldbäume mit Samen bzw. Früchten behangen sind. Vorerst stehen sechs Baumarten im Fokus. Ein Ausbau auf etwa zwanzig Arten – darunter auch solche, die für die Alpensüdseite typisch sind, wie die Edelkastanie – ist geplant. Wertvoll sind auch Beobachtungen von sogenannten Fehlmasten, also wenn die Bäume weiträumig praktisch keine Früchte tragen.

Wohlgemuth sieht viel Potenzial im wachsenden Datensatz. Schon bei der Auswertung der bereits verfügbaren Aufzeichnungen von Kollege Burkart stiess er auf interessante Zusammenhänge. So erlegen Jägerinnen und Jäger im Kanton Zürich im Winter nach einer Eichen-Vollmast deutlich mehr Wildschweine. Das reiche Nahrungsangebot scheint die natürliche Überlebensrate der Schweine zu erhöhen, obwohl nur fünf Prozent aller Bäume im Kanton Eichen sind. Solche Studien mögen vorerst nach einer netten Spielerei von Forscherinnen und Forschern klingen. Sollten aber aufgrund von Klimaänderungen Mastjahre häufiger – oder auch seltener – eintreten, könnten die Verän-

Fagus Sylvatica

- Fehlmast
- Halbmast
- Vollmast



Die Karte aus www.mastweb.ch zeigt, dass 2016 in allen Landesteilen der Schweiz eine Vollmast Buche stattfand (grün eingefärbt).

derungen für das Ökosystem markant sein, mit noch unbekanntten Folgen. Und die freiwilligen Melderinnen und Melder? Sie können im Internet verfolgen, wie aus den vielen Meldungen Karten der Mastintensität der verschiedenen Baumarten entstehen. *(bio)*

www.mastweb.ch

WALD HeProMo: Die Kosten der Holzernte abschätzen

Was kostet es, einen Kubikmeter Energieholz zu ernten und zu transportieren? Auf solche für die Forstwirtschaft wichtigen Fragen geben die überarbeiteten Holzernte-Produktivitätsmodelle (HeProMo) der WSL eine Antwort. In das vom Bundesamt für Umwelt mitfinanzierte Berechnungstool gibt man Daten zu den Bäumen, zum Gelände sowie zu Personal und Maschinen ein und erhält die Erntemenge pro Stunde und die Kosten. Gegenüber dem bisherigen HeProMo sind nun auch weite-

re Prozesse integriert, wie Hacken von Energieholz, Abtransport von Hackschnitzeln und die Vollbaumernte mit Kombiseilgeräten am Hang. Anwender sind nebst der Forstwirtschaft auch Forschende und der Bund, beispielsweise beim Abschätzen des Holznutzungspotenzials der Schweiz. *(bki)*

www.wsl.ch/more/hepromo

LANDSCHAFT Neue Schutzgebiete in Rumänien: Wildnis ja, aber bitte keine Einschränkungen

Unberührte Wälder, tiefe Schluchten und reissende Flüsse: In den Südwest-Karpaten in Rumänien befinden sich einige der letzten Wildnisgebiete Europas, wo natürliche Prozesse



Die Südwest-Karpaten in Rumänien zählen zu den letzten Wildnisgebieten in Europa.

weitgehend ohne menschlichen Einfluss ablaufen. Meist liegen diese Gebiete in bereits bestehenden Naturschutzgebieten. Derzeit gibt es Pläne, die Wildnisgebiete unter besonderen Schutz zu stellen. Dazu braucht es aber die Akzeptanz und die Unterstützung der Bevölkerung. Was hat

sie für eine Einstellung zur Wildnis? Und was hält sie von den bestehenden Naturschutzgebieten in ihrer Region? Im Rahmen eines WWF-Projekts führte die WSL in fünf rumänischen Naturschutzgebieten zwei Umfragen durch. Eine fand 2014 statt, die andere 2016 nach einer Informationskampagne des WWF Rumänien mit Dokumentarfilmen, Workshops vor Ort und Flyern zum Thema Wildnis und deren Schutz.

Ursprünglich plante Nicole Bauer, Leiterin der WSL-Untersuchung in Rumänien, die Befragungen schriftlich per Post durchzuführen. «Uns wurde schnell abgeraten. Entweder gibt es keinen Postdienst in diesen Regionen, oder man kann sich nicht auf ihn verlassen», sagt sie. Zudem sind viele ältere Leute wenig geübt im Lesen und Schreiben. Der WWF Rumänien organisierte deshalb Sozialwissenschaftler aus Rumänien, die in die entlegenen Gebiete reisten und die Interviews vor Ort durchführten.

Wilde Natur ist erwünscht

Die Befragten lassen sich in zwei Gruppen einteilen: die «modernen Naturfreunde», die der Natur ihren freien Lauf lassen möchten, und die «traditionellen Naturnutzer», die oft Land besitzen und für ihr Einkommen von der Natur abhängen. Beide Gruppen hatten bereits vor der WWF-Kampagne eine positive Einstellung zur Wildnis: Sie verbinden damit Gefühle der Freude, Freiheit oder Faszination. Beide Gruppen würden jedoch Beweidung zulassen, befürworten Windturbinen und wünschen sich mehr Infrastruktur wie Strassen in der Wildnis. Zu einem

ähnlichen Resultat kam eine Umfrage, die die WSL vor mehr als 10 Jahren in der Schweiz durchgeführt hatte. Auch hier hatten die Befragten eine positive Einstellung zur Wildnis, wünschten sich darin aber mehr Infrastruktur in Form von Sitzbänken und Abfallkübeln.

Geht es um die bestehenden Naturschutzgebiete, unterscheiden sich die beiden Gruppen. Die «modernen Naturfreunde» bewerten sie wesentlich positiver als die andere Gruppe und sehen in ihnen einen grösseren Nutzen für die touristische und wirtschaftliche Entwicklung der Region. Die «traditionellen Naturnutzer» verbinden die Schutzgebiete eher mit Einschränkungen im täglichen Leben.

Offene Kommunikation ist wichtig

Ein direkter Vergleich vor und nach der WWF-Kampagne ist nicht möglich, da nicht die gleichen Personen zweimal befragt werden konnten. Die Teilnehmenden der zweiten Umfrage sind aber auch positiv gegenüber der Wildnis eingestellt. Sie sehen in den Schutzgebieten zudem eher einen Vorteil als die zwei Jahre zuvor Befragten. Allerdings gibt es Unterschiede zwischen den fünf Regionen: Die Auswirkungen des jeweiligen Schutzgebiets auf das tägliche Leben werden unterschiedlich bewertet, und die Befragten der fünf Regionen fühlen sich unterschiedlich gut über den jeweiligen Park und die Massnahmen der Parkverwaltung informiert. Dies zeigt, dass die Entstehungsgeschichte eines Schutzgebiets und die Kommunikationsmassnahmen vor Ort einen grossen Einfluss auf die Akzeptanz der Bevölkerung haben.

Die Empfehlungen, die die Forschenden aufgrund ihrer Befragungen in Rumänien abgeben, sind aus

der Schweiz bekannt: Sollen neue Schutzgebiete eingerichtet werden, muss die betroffene Bevölkerung von Anfang an miteinbezogen werden. Entscheidend ist, dass mögliche Ein-



Auch das ist Wildnis in Rumänien: verwilderte Kulturlandschaft.

schränkungen durch das neue Schutzgebiet klar kommuniziert werden. Doch das ist keine Garantie für Akzeptanz: Im Falle des geplanten Parc Adula, des zweiten Schweizer Nationalparks, hätten bei der Abstimmung im November 2016 mindestens 13 von 17 Gemeinden das Projekt annehmen müssen – es waren aber nur neun. Trotz gegenteiliger Beteuerung der Parkpromotoren überwog die Sorge vor Einschränkungen. In einer Umfrage der WSL 2013 gab knapp die Hälfte der Befragten an, dass sie das neue Nationalparkprojekt befürworten. *(lbo)*

BIODIVERSITÄT Mit genetischen Methoden der Arvengeschichte auf der Spur



Alte Arve oberhalb des Aletschgletschers.

Der Mensch fällt über Jahrhunderte deutlich mehr Arven als nachwachsen, vor allem wegen des wohlriechenden Holzes, das er in vielfältiger Weise nutzte. Die Arve ist jedoch für die in den Zentralalpen lebende Bevölkerung von weit grösserer Bedeutung. Sie ist Bestandteil hoch gelegener Schutzwälder, bietet Lebensraum für spezialisierte Tiere und prägt eine attraktive Erholungslandschaft.

Wurden Arvenwälder früher übernutzt, so werden heute natürlich verjüngte Arven gefördert, gelegentlich auch gepflanzt. Doch aus welcher Gegend sollen die Jungpflanzen stammen? Und ist ein lokaler Bestand ursprünglich oder stammen die Bäume von früher gepflanzten, ortsfremden Herkünften? Das Muster der genetischen Verwandtschaft kann dazu wertvolle Hinweise geben.

Felix Gugerli, Leiter der Gruppe Ökologische Genetik, analysierte zusammen mit seinem Team etwa 3000 Bäume aus fast 140 Arvenbeständen. Ihre genetischen Fingerabdrücke zeigen, dass sich die Vorkommen in der Ostschweiz deutlich von jenen in der Westschweiz unterscheiden, mit ihnen also nicht eng verwandt sind. Gugerli vermutet, dass die Vorfahren dieser beiden Vorkommen die letzte Eiszeit in zwei voneinander getrennten Refugien entlang der südlichen Randalpen überdauert haben. Pollenfunde sowie subfossile Holz-, Samen- und Zapfenreste stützen diese These. Weshalb aber sind die Ost- und Westschweizer Populationen bis heute genetisch unterscheidbar? Gugerli: «Nach der letzten Eiszeit wanderten die genetisch unterschiedlichen Arven aus ihren jeweiligen Refugien zurück in die Alpen ein. Es scheint, dass sie

im Bereich des Gotthardmassivs zwar miteinander in Kontakt kamen, sich aber wegen der für Arven unwirtlichen Habitats kaum durchmischten – der Gebirgszug also eine Art von Barriere für den genetischen Austausch darstellt.» Solche Kontaktzonen gibt es alpenweit noch andernorts, was auf zusätzliche eiszeitliche Refugien deutet.

Die Ergebnisse der Untersuchungen haben eine wichtige praktische Relevanz: Sie legen nahe, für Anpflanzungen lokales Saatgut zu verwenden, da dieses an die jeweilige

Umwelt angepasst sein dürfte. Laufende Untersuchungen sollen zeigen, inwieweit dies auch für zukünftige Umweltbedingungen gilt. (rlä)

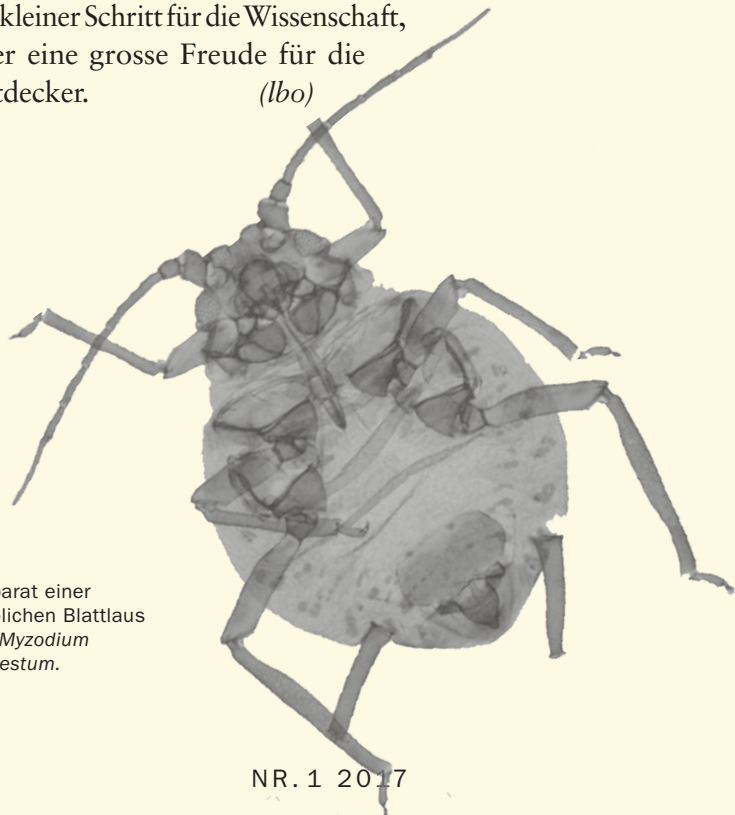
www.wsl.ch/morelarve

BIODIVERSITÄT Im Moos ist was los: Blattläuse im Schweizerischen Nationalpark

Bei Blattläusen will man häufig nur eines: sie bekämpfen. Neben den Schädlingen an Kultur- und Zierpflanzen oder den Waldhonigproduzenten gibt es aber viele Blattlausarten, über die man wenig weiss. 350 Arten sind bislang in der Schweiz beschrieben. Die meisten wurden zufällig entdeckt, so auch die Blattlaus *Myzodium modestum*, die im und von Moos lebt. Obwohl die Art in unseren Nachbarländern und auch in Skandinavien, Russland, Grönland und Nordamerika vorkommt, wurde bislang kein Exemplar in der Schweiz gefunden – weil niemand nach ihr gesucht hat. Forschende der WSL sind im Sommer 2013 im Schweizerischen Nationalpark zufällig auf die Blattlaus gestossen, als sie Nahrungsnetze auf Weiden untersuchten.

Das Spezielle am Fund: Es waren zwei geflügelte Männchen und ein Weibchen dabei. Solche Geschlechtstiere wurden weltweit bisher noch nie nachgewiesen bei Blattläusen, die ausschliesslich auf Moos le-

ben. Die Wissenschaft nahm daher an, dass sich diese Blattlausarten nur durch Jungferngeburt vermehren, eine Form der eingeschlechtlichen Fortpflanzung, bei der die Nachkommen aus unbefruchteten Eizellen entstehen. Mit dem Fund der Geschlechtstiere im Nationalpark wurde diese Annahme nun widerlegt – ein kleiner Schritt für die Wissenschaft, aber eine grosse Freude für die Entdecker. (lbo)



Präparat einer weiblichen Blattlaus von *Myzodium modestum*.

Der Schneehase – ein Verlierer in Zeiten des Klimawandels?



Die Zukunft des Schneehasen in den Schweizer Alpen ist ungewiss.

Maik Rehnus faszinieren Schneehasen schon lange – entsprechend feierte er letztes Jahr sein 10-jähriges Forschungsjubiläum. «Schneehasen sind die Indikatorart für arktisch-alpine Ökosysteme», erklärt er sein grosses Interesse an den Tieren. «Denn sie reagieren sehr sensibel auf Umweltveränderungen.» Ihr Verhalten entspreche sozusagen einem Frühwarnsystem.

Rund sechzig Tage im Jahr ist Rehnus den scheuen Überlebenskünstlern in den Schweizer Alpen auf der Spur – oder besser gesagt: ihren Kotkugelchen. Denn er und seine österreichischen Kollegen entwickelten eine Methode, um Schneehasen zu erforschen, ohne sie zu stören: Anhand frischer «Bölleli» können die Forscher Stresshormone nachweisen. «Auf diese Weise müssen wir die stressempfindlichen Tiere nicht ein-

fangen», erklärt der gebürtige Sachse. Denn gestresste Tiere brauchen bis zu 20 Prozent mehr Energie als ungestörte, wie Rehnus in einer Studie im Natur- und Tierpark Goldau belegte. Ausserdem fand er heraus, dass die Stresshormon-Konzentrationen in den Kotkugelchen von wild lebenden Schneehasen in Wintersportgebieten höher sind als in ungestörten Gebieten wie dem Schweizerischen Nationalpark, der im Winter geschlossen ist.

Rehnus untersuchte auch, wie sich die Verbreitung der Schneehasen in den Schweizer Alpen im Klimawandel verändert. Fazit: Erwärmt sich das Klima wie prognostiziert, schwindet und zerstückelt sich der Lebensraum der kälteangepassten Schneehasen. In isolierten Lebensräumen kann es zu Inzucht kommen, was zu einem höheren Aussterberisiko führt. Dies hätte auch Folgen für gefährdete Arten wie den Uhu oder den Steinadler, die den Schneehasen regelmässig auf ihrem Speiseplan haben.

«Vor zehn Jahren wusste man nur wenig über den Schneehasen in den Alpen», sagt Rehnus. Heute können die Forschungsergebnisse für praxisorientierte Empfehlungen genutzt werden. Der Wildtierökologe arbeitet mit Kollegen an der WSL auch an Methoden für ein schweizweites Schneehasen-Monitoring, um damit Grundlagen für eine nachhaltige Schneehasenjagd zu liefern. (ssc)

www.wsl.ch/medien/news/schneehasen

Nora Helbig, Davos

«Die Schatzalp ist mein Hausberg. Ich wohne ganz in der Nähe und liebe es, hier heraufzurennen. So kann ich gut abschalten. Wenig Menschen, scheue Tiere und die bunte Natur machen diesen Berg für mich speziell.»

IM DIENST DER HOCHWASSERVORHERSAGE

Wenn der Schnee schmilzt, ist die Meteorologin Nora Helbig besonders gefragt: Im Rahmen des operationellen schneehydrologischen Diensts (OSHD) am SLF analysiert sie, wo in der Schweiz wie viel Schneeschmelze zu erwarten ist. Ihre

Berechnungen fliessen in die Hochwasservorhersage des Bundesamts für Umwelt BAFU ein. In der restlichen Zeit arbeitet sie daran, die Schneeschmelzprozesse in den OSHD-Modellen besser zu beschreiben.

Radar macht das Innere von Staublawinen sichtbar



Mit einem Radar untersuchen Forschende vom Beobachtungsbunker aus das Fliessverhalten von Lawinen.

Mehrere dumpfe Detonationen erschüttern am 3. Februar 2015 das Vallée de la Sionne oberhalb des Walliser Dorfes Arbaz. Auf 2700 Metern gerät die Schneedecke ins Rutschen. Innert Sekunden entsteht eine Lawine, deren Kern bald in einer Staubwolke aus aufgewirbeltem Schnee verschwindet. Forschende des SLF haben die Lawine im abgesperrten Testgelände künstlich ausgelöst.

Was passiert unter der Staubwolke?

Um zu berechnen, wie weit Lawinen fließen und welche Kräfte in ihnen auftreten, wollen die Forschenden das Fliessverhalten von Lawinen möglichst genau verstehen. Während die Versuchslawine ins Tal donnert, sitzen Anselm Köhler und Martin Hiller vom SLF sowie Jim McElwaine von der Universität Durham im Beobachtungsbunker unterhalb des Lawinhangs. Ihr Blick wandert hin und her zwischen dem panzerglasverstärkten Bullauge, das einen verzerrten Blick auf den Lawinhang freigibt, und ihren Bildschirmen. Darauf betrachten sie die Daten, die Radar-

antennen an der Aussenwand des Bunkers messen. Das Radar ermöglicht, durch die Staubwolke hindurch zu sehen, wie sich der dichtere Fliessanteil der Lawine bewegt.

Dynamik von Lawinen besser verstehen

Köhler, der die Radarmessungen im Rahmen seiner Doktorarbeit auswertet, erklärt: «Wir können damit erstmals direkt nachweisen, was Lawinenforscher schon seit Längerem vermuten: Grosse Lawinen setzen sich aus zahlreichen einzelnen Schüben zusammen, die wir «Surges» nennen, und wir können deren Geschwindigkeit messen.» Einerseits handelt es sich dabei um sekundär ausgelöste Lawinen, durch die sich die Masse der ursprünglichen Lawine auf ihrer Bahn ins Tal vervielfachen kann. Andererseits gibt es kleinere Ansammlungen von dichterem Schnee, die teilweise schneller fließen als die Hauptmasse der Lawine. Dabei können sie die aktuelle Lawinenfront sozusagen durchstossen, werden danach aber stark abgebremst. Die Forschenden führen die verschiedenen Fliessgeschwindigkeiten in der Lawine auf Unterschiede in der Reibung zurück. Die neuen Erkenntnisse werden dabei helfen, physikalische Lawinenmodelle so weiterzuentwickeln, dass sie das komplexe Fliessverhalten besser berücksichtigen. *(mhe)*

www.slf.ch/more/radar

NATURGEFAHREN Hängegletscher unter Beobachtung: SLF-Gutachten trägt zum Schutz der Jungfraubahn bei

Zwischenstation Eigergletscher. Die Jungfraubahn hält. Staunend fotografieren die Touristen das Bergpanorama. Dann fährt der Zug in den sieben Kilometer langen Tunnel, hinauf auf das Jungfraujoch. Was wohl die wenigsten Passagiere wissen: Zu ihrer Sicherheit überwacht modernste Technik Tag und Nacht den Gletscher oberhalb der Zwischenstation.

Dass sich Gletscher bewegen, ist normal. Beim Hängegletscher in der Westflanke des Eigers zeichnete sich im Herbst 2015 jedoch eine kritische Situation ab: Glaziologen der ETH stellten fest, dass sich hinter der Gletscherfront eine Spalte bildete, die eine Eislamelle mit einem Volumen von 80 000 m³ abtrennte (entspricht ca. 80 Einfamilienhäusern). Bricht die Lamelle ab, könnte dies die Bahnstation bedrohen. Die Jungfraubahnen, die jährlich rund eine Million Passagiere auf 3453 m ü.M. befördern, reagierten sofort und beauftragten das SLF, ein Gutachten über die Gefährdungssituation zu erstellen. Stefan Margreth, Leiter der Gruppe Schutzmassnahmen, simulierte mit der Compu-

tersoftware RAMMS vier verschiedene Szenarien und definierte die zu treffenden Massnahmen. Kritisch ist ein Eisabbruch vor allem, wenn viel und instabiler Schnee unterhalb des Gletschers liegt, der von der Eislawine mitgerissen werden kann. Auf Anraten von Margreth überwacht ein Radarsystem die Bewegung des Gletschers seit März 2016 kontinuierlich. So können Abbrüche einige Tage im Voraus erkannt und die gefährdeten Bereiche vorsorglich gesperrt werden. Im Winter kommt zudem ein Lawinenradar zum Einsatz. Erfasst es einen Abbruch, können die Züge rechtzeitig gestoppt werden. (sni)

Westflanke des Eigers mit Hängegletscher (▲) und Station Eigergletscher (■).



Alles Gute kommt von oben: Drohnen eröffnen neue Perspektive für die Schneeforschung



Yves Bühler überfliegt mit seiner Drohne die Ablagerung einer Lawine.

Drohnen schwirren immer häufiger über unsere Köpfe und beschäftigen auch die Medien – sei es, wenn es um den Schutz von Persönlichkeitsrechten geht oder wenn eine Drohne abstürzt und dabei knapp einen Skirennfahrer verfehlt, wie 2015 bei einem Weltcup-Slalom in Madonna di Campiglio (I).

Auch das SLF setzt inzwischen auf mit Kamera bestückte Drohnen – nicht um Personen zu filmen, sondern um Schnee zu untersuchen. Yves Bühler, Fernerkundungsspezialist am

SLF: «Die Vorteile von Drohnen liegen auf der Hand: Sie sind günstig, liefern hochaufgelöste Bilder, sind rasch und flexibel einsetzbar und erreichen Gebiete, die nicht oder nur schwer zugänglich sind.»

Lawinen gefahrlos vermessen

Bühler investiert viel Zeit, damit der Flug seiner Drohnen reibungslos verläuft: Mithilfe von Karten und Geländemodellen programmiert er am Computer im Voraus, wohin er seine Drohne später lotsen möchte. Nachdem er im Feld die Planung an die aktuellen Gelände-, Wind- und Temperaturverhältnisse angepasst hat, sucht die Drohne automatisch die definierten Punkte anhand des eingebauten GPS auf. So zum Beispiel am 7. Februar 2015: Bühler beflog zusammen mit Andreas Stoffel Anrissgebiet und Ablagerung der Wildi-Lawine, die drei Tage zuvor eingangs des Dischmats in Davos niedergegangen war. Mit einer Fotogrammetrie-Software erzeugten die Forscher aus den Kamerabildern anschliessend ein digitales Oberflächenmodell. Rund drei Monate später beflogen sie das inzwischen schneefreie Gelände nochmals. Aus dem Vergleich der beiden Oberflächenmodelle berechnete Bühler, wie hoch die Schneeablagerungen der Wildi-Lawine waren – mit einer Treffsicherheit von rund 10 cm. Bühler: «Mit dieser Methode lassen sich Lawinenniedergänge genau und effizient dokumentieren, ohne dass wir gefährliches Gelände betreten müssen.» Liegen detaillierte Oberflächenmodelle des schneefreien Gebiets schon vor dem Lawinenabgang vor,

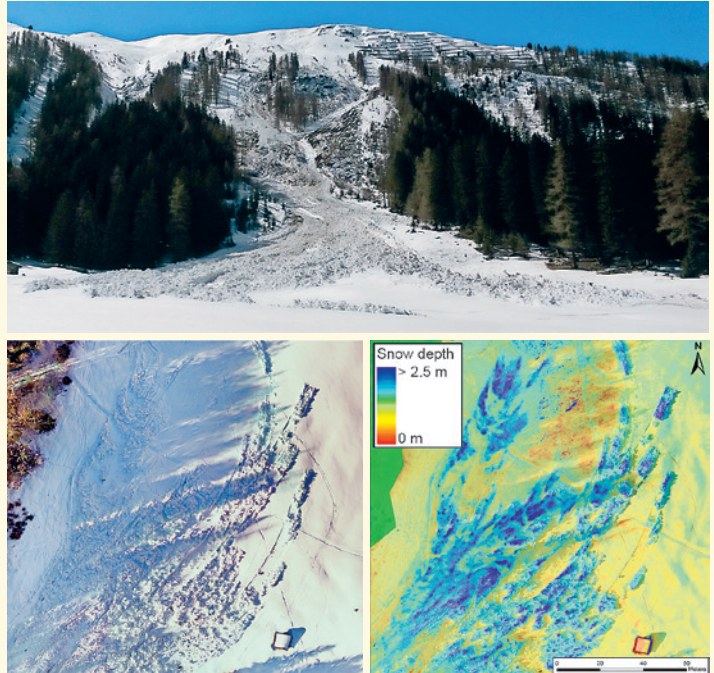
kann man die Ausmasse der Lawinenaflagerungen auch direkt nach dem Ereignis ermitteln.

Technologie der Zukunft

Mittels Drohnenflug berechnete Geländemodelle helfen auch, alpine Naturgefahren wie Steinschläge, Murgänge und Lawinen am Computer besser zu simulieren. Je präziser das Geländemodell – eine grundlegende Voraussetzung für die Simulation –, desto genauer lässt sich die Naturgefahr am Bildschirm mit der Simulations-Software RAMMS nachbilden. Die Simulation liefert Anhaltspunkte, wie stark Siedlungen und Verkehrswege gefährdet sind und wie man sie am besten schützen könnte. Eine weitere interessante Anwendung der Drohnen ist die flächendeckende Bestimmung der Schneehöhe. Wer wissen möchte, wo wie viel Schnee liegt und wie sich die Schneehöhe im Verlauf des Winters verändert, war bisher in erster Linie auf Daten von automatischen Wetterstationen angewiesen. Die Schneehöhe in den Gebieten zwischen den Stationen lässt sich anhand von mathematischen Funktionen hochrechnen – mit entsprechend grosser Ungenauigkeit, variiert die Schneedecke doch zum Teil bereits auf kleinstem Raum beträchtlich. Anhand verschiedener Oberflächenmodelle aus Drohnenflügen im schneefreien und schneebedeckten Zustand gelang es Bühler, die Schneehöhe in unterschiedlichem Gelände sehr genau zu ermitteln, wie händische Kontrollmessungen bestätigten.

Dieses Schneemonitoring aus der Luft eröffnet der Schneeforschung ganz neue Perspektiven: Nicht nur die Lawinenwarnung könnte von den Daten profitieren. Es liesse sich damit auch besser vorher sagen, wo wie viel Wasser im Schnee

gebunden ist bzw. bei der Schmelze frei wird – eine wichtige Information für die Wasserkraftnutzung oder die Hochwasserwarnung. Man könnte auch die Präparation von Skipisten optimieren oder bestimmen, wo künstliche Lawinenauslösesysteme am besten aufgestellt werden. Inzwi-



Oben: Wildi-Lawine bei Davos, GR; unten links: Luftbild der Ablagerung der Wildi-Lawine; unten rechts: Aus den Drohnen-Oberflächenmodellen berechnete Ablagerungshöhen der Wildi-Lawine.

schen erhält Bühler bereits Anfragen aus der Praxis, die sich der neuen Messtechnologie bedienen möchten. So überfliegt er im Auftrag des Kantons Graubünden ein Gebiet im Engadin, um zu ermitteln, wie Windzäune die Schneeverfrachtung beeinflussen. (chu)

www.slf.ch/more/drohnen

www.slf.ch/more/fernerkundung

SCHNEE UND EIS Eine Spielkonsole hilft, die Schneeverfrachtung genauer zu untersuchen



Im Windkanal des SLF untersuchen Forschende die Verfrachtung von Schnee.

Wind kann grosse Mengen von Schnee verfrachten. Dadurch beeinflusst er wesentlich, wie der Schnee in alpinen und polaren Regionen verteilt ist. Dort, wo sich viel Trieb Schnee ansammelt, können sich Lawinen bilden. Im 14 Meter langen Windkanal in Davos untersuchen Forschende des SLF deshalb, wie der Wind den Schnee transportiert. Sie wollen zum Beispiel besser verstehen, wie Schnee in Abhängigkeit von der Windstärke und den Eigenschaften der Schneedecke verfrachtet wird. Dazu erzeugen sie unter kontrollierten Bedingungen Wind mit Geschwindigkeiten von bis zu 70 Stundenkilometern und realitätsnahen Turbulenzen dicht über einer natürlichen Schneeoberfläche.

Im Rahmen seiner Doktorarbeit untersucht Philip Crivelli Erosions-

formen, die der Wind an der Schneeoberfläche bildet. Er setzt dafür ein Gerät ein, das ursprünglich als Bewegungssensor für eine Computer-Spielkonsole entwickelt wurde. Mit einem Infrarotsensor bestimmt es die genaue Position von Objekten im Raum. Diese Fähigkeit nutzt Crivelli, um die Schneeoberfläche im Windkanal mit hoher Auflösung dreidimensional zu vermessen und zu verfolgen, wie sich diese über die Zeit verändert. Daneben setzen die Forschenden weitere Messmethoden ein wie einen Schneepartikelzähler oder die «Shadowgrafie». Bei letzterer werden die durch die Luft fliegenden Schneeteilchen von einer Seite des Windkanals her beleuchtet und von der anderen Seite mit einer High-speed-Kamera aufgenommen. Aus der Abfolge von Schattenbildern be-

stimmen die Wissenschaftler dann Geschwindigkeit, Grösse und räumliche Verteilung der transportierten Schneeteilchen.

Schneeverfrachtung ist ein komplexes Phänomen

Mit diesem Versuchsaufbau können Crivelli und seine Kollegen erstmals genau verfolgen, wie der Wind Schneeteilchen erodiert und ablagert. Dabei spielen einerseits bodennahe Turbulenzen eine wichtige Rolle, andererseits können auftreffende Teilchen andere Teilchen aus der Schneedecke losschlagen, wobei auch unterschiedliche Eigenschaften der Schneedecke eine Rolle spielen. Da die einzelnen Schneeteilchen durch feine Eisbrücken miteinander verbunden sind,

braucht es eine gewisse Kraft, um diese Verbindungen zu brechen, bevor der Wind einzelne Schneeteilchen wegtransportieren kann. Nicht zuletzt beeinflusst die sich verändernde Schneeoberfläche selbst wiederum die Schneeverfrachtung. Dank den Messungen im Windkanal können die Forschenden die komplexe Schneeverfrachtung in Wetter- und Klimamodellen künftig besser beschreiben. *(mbe)*

www.slf.ch/more/windkanal

SCHNEE UND EIS Die Kunst, Schnee zu übersommern

Seit einigen Jahren setzen Winter-sportorte vermehrt auf Snowfarming, um Schnee über den Sommer zu lagern. Dazu werden gegen Ende Winter an geeigneten Standorten im Freien mehrere Meter hohe Haufen aus technischem Schnee produziert und mit einer isolierenden Schicht, zum Beispiel aus Sägemehl bedeckt. Diese Schicht schützt den darunterliegenden Schnee vor dem Schmelzen. Der so konservierte Schnee dient als Basis für die Präparation von Langlaufloipen, Skipisten oder Sprungschanzen am Anfang des Folgewinters. Mittels hochauflösender Laserscanning-Aufnahmen an zwei Snowfarming-Standorten ermittelten Forschende des SLF, dass rund drei Viertel des Schnees übersommert werden kann. Zudem passten sie das Computermodell SNOWPACK so an, dass sie damit die Menge des Schneeverlusts voraussagen können.



Über den Sommer gelagerter Schnee ermöglicht es, unabhängig vom Wetter zu Beginn der Wintersaison Loipen oder Pisten zu präparieren.

Das Modell setzen die Forschenden nun unter anderem dazu ein, günstige Standorte für Snowfarming zu bestimmen. *(mbe)*

www.slf.ch/more/snowfarming

Matthias Bürgi,
Birmensdorf

«Einen Tag pro Woche arbeite ich auf unserem Weingut Rütihof in Uerikon, das meine Frau und ich gemeinsam bewirtschaften. Die Arbeit im Rebberg ist ein sehr schöner Ausgleich zum Büroalltag. Gerne pflege ich auch die Streuwiesen, Hecken und Trockenmauern auf unserem Land.»



VERÄNDERUNGEN DER LANDSCHAFT AUFZEIGEN

Matthias Bürgi ist Umweltnaturwissenschaftler und leitet die Forschungseinheit Landschaftsdynamik. Die Forschenden dieser Einheit untersuchen das Wachstum der Bäume, wie sich Arten verbreiten und wie sich Landschaften wandeln.

Dabei berücksichtigen sie auch den Klimawandel. In seinen eigenen Projekten beschäftigt sich Bürgi vor allem mit der Landschaftsgeschichte: «Durch den Blick zurück verstehen wir die Gegenwart besser.»



Die Landschaft ist eine wichtige Lebens- und Wirtschaftsgrundlage. Dabei verändert sie sich ständig: Wo früher Kühe grasten, stehen heute Wohn- und Bürohäuser, auf ehemaligen Moorböden wächst Gemüse. Insbesondere in dicht besiedelten Regionen ist der Druck auf die natürlichen Landschaften gross. Forschende der WSL untersuchen, warum und wie sich Landschaften verändern und was das für Mensch und Umwelt bedeutet.

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

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

IMPRESSUM

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

Text:
Lisa Bose (lbo), Martin Heggli (mhe),
Christine Huovinen (chu), Beate Kittl
(bki), Reinhard Lässig (rlä), Sara
Niedermann (sni), Birgit Ottmer (bio),
Stephanie Schnydrig (ssc)

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

Gestaltung:
Raffinerie AG für Gestaltung, Zürich

Layout: Sandra Gurzeler, WSL

Druck: Sihldruck AG, Zürich

Auflage und Erscheinen:
5200, zweimal jährlich

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

Zitierung:
Eidg. Forschungsanstalt WSL 2017:
WSL-Magazin Diagonal, 1/17.
36 S., ISSN 2296-3561

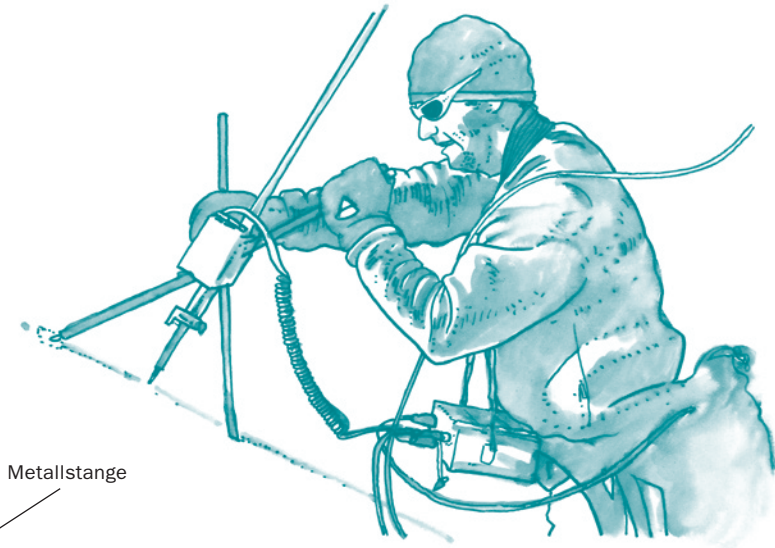
PERSONEN



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

SNOWMICROPEN

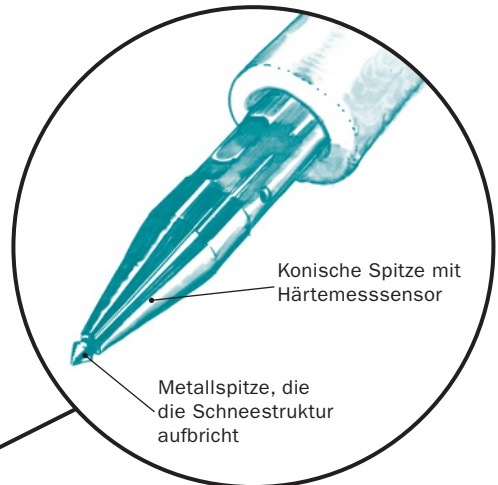
Verstärker des Messsignals



Metallstange

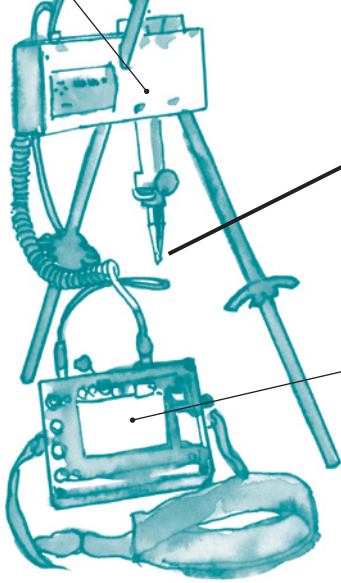
Motor, der die Metallstange antreibt. Dadurch dringt die Metallspitze in die Schneedecke ein.

Skistöcke zur Positionierung des Geräts im Schnee

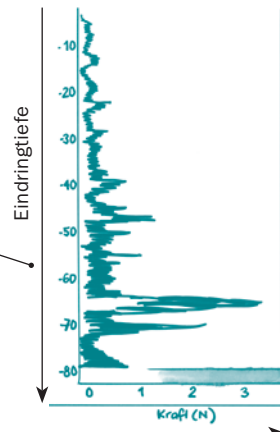


Konische Spitze mit Härtemesssensor

Metallspitze, die die Schneestruktur aufbricht



Batteriebetriebene Gerätesteuerung mit Display



Schneehärte

Der vom SLF entwickelte SnowMicroPen (Schnee-Mikropenetrodrometer) misst die Härte der Schneedecke. Ohne Schnee-Schaufeln erlaubt diese Messung Rückschlüsse auf die Schneedichte und Schneestruktur und damit auf die Schneesichtung – ein wichtiger Faktor für die Lawinenbildung.

Video auf: www.wsl.ch/ding



STANDORTE

Birmensdorf

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

Davos

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

Lausanne

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

Cadenazzo

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

Sion

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

FORSCHUNG FÜR MENSCH UND UMWELT

Die Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL untersucht Veränderungen der terrestrischen Umwelt sowie die Nutzung und den Schutz von natürlichen Lebensräumen und Kulturlandschaften. Sie überwacht Zustand und Entwicklung von 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/more/geschaeftsbericht.



Drohnen: Neue Perspektive für die Schneeforschung, S. 30



Der Schneehase: Ein Verlierer in Zeiten des Klimawandels? S.26

