

WSL-MAGAZIN

DIAGONAL

SCHWERPUNKT

Holz und mehr: Waldnutzung im Wandel

Nr. 1

20

Landesforstinventar:
So steht es um den
Schweizer Wald, S. 20

Naturschutzgebiete:
Wie gut wirken sie?
S. 25

Gletscher: Interview
mit einem «Sterbebe-
gleiter», S. 29

EDITORIAL

Liebe Leserin, lieber Leser

In dem alten Bauernhaus, in dem ich wohne, habe ich mir im Dachstock ein Büro eingerichtet. Hier kann ich, wenn ich Homeoffice mache, in aller Ruhe arbeiten. Einen schöneren Ort kann ich mir dafür kaum vorstellen: Das viele Holz – die alten Dachbalken, die Wandvertäfelung und das Parkett – strahlt eine Wärme und Behaglichkeit aus, wie sie kein anderes Material erzeugen kann. Häuser oder Möbel aus Holz zu bauen, ist heute sinnvoller denn je: Nicht primär wegen der Gemütlichkeit, sondern weil es im Kampf gegen den Klimawandel hilft. Denn Bäume filtern das Treibhausgas CO₂ aus der Luft, und dieses bleibt auch nach dem Fällen im Holz gebunden. Wie muss der Schweizer Wald bewirtschaftet und wie soll das geerntete Holz verwendet werden, um möglichst viel CO₂ möglichst lange zu binden? Antworten auf diese Fragen liefern Forschende der WSL (mehr dazu auf Seite 10). Damit tragen sie auch zum Klimaschutz bei. Wenn dieser ganz nebenbei eine gemütliche Wohn- und Arbeitsatmosphäre schafft – umso besser!



Prof. Dr. Konrad Steffen
Direktor WSL



Holz



HOLZ FÜRS KLIMA

Bäume binden CO₂ aus der Luft: Allein im Schweizer Wald lagern 925 Millionen Tonnen davon. Dieser Klimaschutz-Effekt lässt sich noch steigern – wenn man das Holz geschickt nutzt.

→ **10**



ZERSTÖRERISCHE KRAFT

Schwemmholz in Flüssen kann Brücken einreissen und Wehre blockieren. Neue Erkenntnisse helfen, die Gefahr besser abzuschätzen.

→ **14**



DA WÄCHST WAS

Im Wallis untersuchen WSL-Forschende, wie ein wärmeres Klima das Wachstum von Bäumen und damit die Holzbildung beeinflusst.

→ **16**

MEHR ALS EIN HOLZLIEFERANT

Der Wald erfüllt neben der Holzproduktion viele wichtige Funktionen: Er schützt vor Naturgefahren, filtert das Trinkwasser, bietet Lebensraum. Wie können diese Leistungen erhalten werden – und wer zahlt das?

→ **2**

KERNTHEMEN

- 20** WALD
- 22** LANDSCHAFT
- 24** BIODIVERSITÄT
- 28** SCHNEE UND EIS
- 32** NATURGEFAHREN

PORTRÄTS

- 19** Jasmine Zollinger, Personalfachfrau
- 31** Marco Ferretti, Forstwissenschaftler
- 34** Tamaki Ohmura, Politikwissenschaftlerin
- 35** IMPRESSUM, AUSBLICK
- 36** DAS DING: Sporenfalle

FORSTWIRTSCHAFT Mit der Produktion und dem Verkauf von Holz schreibt heute kaum ein Forstbetrieb mehr schwarze Zahlen. Und trotzdem soll der Wald seine vielfältigen Aufgaben für die Allgemeinheit erbringen. Diese sind jedoch nicht gratis zu haben.

Ein Wald für alles

Eine wirksame Pflege des Schutzwaldes wäre ohne bedeutende Unterstützung durch den Bund und die Kantone nicht möglich.





Forschende der WSL entwickeln ein IT-Tool, mit welchem der Einsatz von Seilkrananlagen rasch und einfach geplant werden kann.

Der Gebirgswald muss gepflegt werden, damit der Schutz vor Naturgefahren nachhaltig gewährleistet ist. Dazu werden Seilgeräte wie dieser Mobilseilkran mit aufgebautem Prozessor eingesetzt, was aufwändig und teuer ist.

Rothenthurm (SZ), April 2015.

Bild: Fritz Frutig, WSL

Schaut ein Waldeigentümer auf seinen Wald, dann muss sein Blick gleichzeitig mindestens fünfzig bis hundert Jahre voraus schweifen. Er sieht heute vielleicht viele gleichaltrige Fichten, die in der nächsten Trockenperiode absterben könnten. Soll er die Bäume jetzt ernten, damit er noch einen akzeptablen Holzpreis erzielt, und dann klimaresistentere Douglasien oder – noch besser – eine Eichenart pflanzen? Ist sein Wald naturnah, hat vielleicht eine Vogelschützerin einen seltenen Weissrückenspecht beobachtet, dem ein Naturwaldreservat langfristig eine Heimat böte. Soll der Waldbesitzer künftig auf die Holznutzung verzichten und stattdessen Subventionen beantragen?

Massnahmen, die Forstbetriebe heute beschliessen, beeinflussen nicht nur die Entwicklung des Waldes und dessen Leistungen für die Gesellschaft für viele Jahrzehnte, sondern auch das eigene wirtschaftliche Überleben. Dabei steckt die Branche derzeit in Schwierigkeiten, über die Hälfte der Schweizer Forstbetriebe arbeitet defizitär (siehe Interview Seite 7).

Seit ihrer Gründungszeit leistete die WSL-Forschung der Forstwirtschaft Schützenhilfe, indem sie Planungswerkzeuge für die ökologische und kosteneffiziente Nutzung der Wälder entwickelte. Dazu gehören Modelle, welche die Organisation, Planung und Durchführung von Forstmassnahmen optimieren: Holzwachstum berechnen, Kosten und Erträge für verschiedene Holzernarbeiten abschätzen oder aufwändige Arbeiten wie den Einsatz von temporären Holztransportseilbahnen effizient planen. «Diese Modelle haben wir so entworfen, dass sie gut, einfach, benutzerfreundlich und trans-

parent sind», erklärt Janine Schweizer, Leiterin der WSL-Forschungsgruppe Nachhaltige Forstwirtschaft.

Die Herausforderungen der Försterinnen und Waldbesitzer gehen heute jedoch weit über technische Fragen hinaus. Deshalb richtet die WSL ihre Forschung künftig vermehrt auf die überbetriebliche Ebene aus. Der Wald ist längst nicht mehr nur ein Holzlieferant. Er soll Siedlungen und Infrastrukturen vor Naturgefahren schützen, vielfältige Tier- und Pflanzenarten beherbergen und Menschen sollen dort ungehindert ihre Freizeit verbringen können. Daneben gilt als selbstverständlich, dass Wälder Trinkwasser filtern und CO₂ aus der Atmosphäre entfernen.

All diese Zielfunktionen sind in der Waldpolitik 2020 festgelegt, nach der sich die Forstwirtschaft richten muss und deren Umsetzung die WSL von Forschungsseite her unterstützt. Es ist ein Balanceakt. «Je vielfältiger die nachgefragten Güter und Leistungen des Waldes sind, desto herausfordernder wird die Planung und Entscheidungsfindung der Forstbetriebe», sagt die Forstwissenschaftlerin Schweizer. Die Zauberformel heisst «Multifunktionale Waldplanung». Für den Forstbetrieb Wagenrain bei Bremgarten (AG) haben WSL-Forschende beispielhaft für die Biodiversitätsförderung berechnet, wie dieses Ziel erreicht werden kann. Simulationen von vier Bewirtschaftungsszenarien über fünfzig Jahre zeigten, dass separate, zwischen den Nutzflächen angelegte Naturschutzgebiete für den Biodiversitätsschutz am besten funktionieren – und gleichzeitig andere Funktionen, etwa die Attraktivität für Waldbesuchende, miterfüllen.

Noch weiter gefasst ist ein neues Projekt der WSL-Gruppe Ressourcenanalyse, das für ganze Regionen vorhersagen soll, wie sich die Holznutzung auf Waldleistungen auswirkt. Das Modell errechnet mit Daten des schweizweiten Landesforstinventars (LFI) und Klimadaten, wie dick Bäume auf den LFI-Stichprobenflächen im Lauf der Zeit werden. Damit lassen sich die Auswirkungen erhöhter oder verringerter Holznutzung auf die Waldentwicklung simulieren. Die Berechnungen zeigen die Entwicklung der Bäume und Bestände und erlauben damit, diverse Waldleistungen abzuschätzen wie Holzmenge, Kohlenstoff im Boden als CO₂-Senke oder Totholz, das ein wichtiger Lebensraum für viele Tiere ist. «Das Modell kann bei Entscheidungen helfen, die Bewirtschaftung auf eines oder mehrere dieser Ziele auszurichten», erklärt die Biologin Esther Thürig, die die Forschungsgruppe leitet.

Stürme und Borkenkäfer

Die sorgfältige, langfristige Planung wird jedoch immer öfter durch unvorhersehbare Ereignisse über den Haufen geworfen. Schon heute müssen Förster und Waldbesitzerinnen wegen Stürmen und Borkenkäferbefall etwa die Hälfte der jährlichen Holzmenge notfallmässig ernten. Eine Zäsur war das Jahr 2018 mit dem extrem trockenen Sommer, den Stürmen Burglind und Vaia und drei statt der üblichen zwei Borkenkäfer-Generationen. Die Forstbetriebe und Sägereien waren ausgelastet, der Preis für Fichtenholz sank um rund ein Drittel.

«Jahre wie 2018 dürften mit dem Klimawandel leider immer häufiger vorkommen», sagt Schweizer. Gemeinsam mit ihrem Team will sie die Forstwirtschaft deshalb in zukünftigen Forschungsprojekten bei der Planung des Ungeplanten unterstützen: Wie lassen sich die immensen Holzmengen nach Stürmen



Forschungsgruppe
Ressourcenanalyse:
[www.wsl.ch/
ressourcenanalyse](http://www.wsl.ch/ressourcenanalyse)

Nach Stürmen und Borkenkäferbefall sind die Schweizer Sägereien ausgelastet. Dies führt zusammen mit der Konkurrenz durch Holzimporte dazu, dass der Holzpreis tief bleibt.

bewältigen? Wie löst man das Problem, dass die Böden in wärmeren Wintern immer weniger lang gefroren sind und dann schlecht mit schweren Maschinen befahren werden können?

Hinzu kommen Absatzprobleme für Schweizer Holz. Früher ging man davon aus, dass durch die Holznutzung quasi automatisch alle anderen Waldfunktionen miterfüllt und mitfinanziert werden können; man sprach von der «Kielwasser-Theorie». Dieser Automatismus ist heute passé: Die Holzpreise sind tief, und die heimischen Holzanbieter müssen oft mit billigerem Importholz konkurrieren.

Försterinnen und Waldeigentümer fordern deshalb, für Nichtholz-Waldleistungen entschädigt zu werden – ähnlich den Ökobeiträgen in der Landwirtschaft. In Wäldern fördert der Bund derzeit nur die Schutzwaldpflege in den

Bergen sowie bestimmte Massnahmen zum Erhalt der Biodiversität und zur Anpassung an den Klimawandel. «Die Bevölkerung nimmt bestimmte Waldleistungen für die Allgemeinheit wie sauberes Trinkwasser und Erholungsmöglichkeiten als ‹öffentliches Gut› wahr und erwartet, dass sie gratis sein sollen», erklärt Roland Olschewski, Leiter der WSL-Gruppe Umwelt- und Ressourcenökonomie. «Das erschwert die Vermarktung von Ökosystemleistungen.»

«Prämie» für Schutzwald

Der Forstökonom untersucht unter anderem die Zahlungsbereitschaft der Bevölkerung für Waldleistungen. Im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms «Nachhaltige Wirtschaft» befragte sein Team Haushalte in verschiedenen Bündner und Walliser Gemeinden, ob sie für eine zusätzliche Waldpflege, die den Schutz ihrer Häuser vor Naturgefahren wie Lawinen erhöht, bezahlen würden. Das Ergebnis: In diesem Fall war die Mehrheit der Haushalte sehr wohl bereit, eine extra «Versicherungsprämie» für den Schutzwald zu bezahlen. Untersuchungen anderer Wissenschaftler haben auch gezeigt, dass die Bevölkerung insbesondere in urbanen Räumen durchaus willig wäre, für Waldbesuche zu bezahlen, und zwar zwischen 80 bis 200 Franken pro Jahr.

Vereinzelte Waldeigentümerinnen haben die Chance erkannt und verkaufen diverse, spezielle Waldleistungen auf freiwilliger Basis: Baum- oder Waldpatenschaften, private Naturwaldreservate, Klimawälder zur langfristigen Speicherung des Treibhausgases CO₂. Einnahmequellen können auch Waldhäuser oder Waldkindergärten sein. In Friedwäldern können Verstorbene unter Bäumen ihre letzte Ruhestätte finden.

Solche Angebote können jedoch die Kosten und Risiken der Waldbewirtschaftung nicht kompensieren, vor allem bei privaten Waldeigentümern ohne Steuereinnahmen. In dieser Situation kann die WSL-Forschung helfen, etwa indem sie Vorschläge macht, wie der Wert der Waldleistungen in Franken ausgedrückt werden kann oder wie Zielkonflikte zwischen ihnen gelöst werden können. Um eine öffentliche Abgeltung für manche Ökosystemleistungen wird längerfristig kein Weg herumführen, ist Olschewski überzeugt. «Nur so können diese langfristig sichergestellt werden.»

(bki)

INTERVIEW «**Waldleistungen dürfen nicht mehr gratis sein**». Sinkende Holzpreise stellen die Leistungen des Waldes für die Gesamtbevölkerung in Frage. Wie reagieren Schweizer Waldbesitzer auf diese Situation? Fragen an Urban Brütsch, Vizedirektor von WaldSchweiz.

Herr Brütsch, über die Hälfte der Forstbetriebe arbeitet heutzutage defizitär. Wie ist es dazu gekommen?

UB: Früher deckten die Holz Erlöse noch die gesamten Kosten der Forstbetriebe und der Waldeigentümer ab. Mit den Gewinnen konnte in Infrastruktur oder Maschinen investiert werden, um wieder kostengünstiger zu arbeiten, oder es konnten andere Waldleistungen finanziert werden. Dies ist für viele Forstbetriebe seit längerem nicht mehr der Fall. Somit hat die Holzproduktion aus finanzieller Sicht laufend an Bedeutung verloren.

Was hat das für Folgen?

UB: Falls weiterhin hohe Verluste drohen, werden manche Betriebe die Waldbewirtschaftung einschränken oder sogar einstellen müssen. Ein für den Klimawandel fitter, stabiler Wald, der viele Leistungen wie Schutz vor Naturgefahren, Trinkwasserfilterung, Biodiversitätsschutz oder Erholung erfüllen kann, benötigt aber laufend eine gezielte Pflege. Diese wäre in Frage gestellt.

Wie lässt sich das lösen?

UB: Es bleibt nur die konsequente weitere Reduktion der Kosten oder die Generierung neuer Einnahmen, etwa indem «Nichtholz-Waldleistungen» wie Erholungseinrichtungen oder CO₂-Speicherleistung angeboten und

vermarktet werden. Private Waldeigentümer ohne Steuereinnahmen erbringen immer mehr von der Öffentlichkeit gewünschte, respektive geforderte Leistungen – bisher meistens gratis. Dies können sie so nicht mehr weiter tun.

Manche Waldeigentümer bieten bereits Baumpatenschaften, Wälder als letzte Ruhestätte oder CO₂-Speicher-Zertifikate an. Lässt sich so künftig die Waldpflege finanzieren?

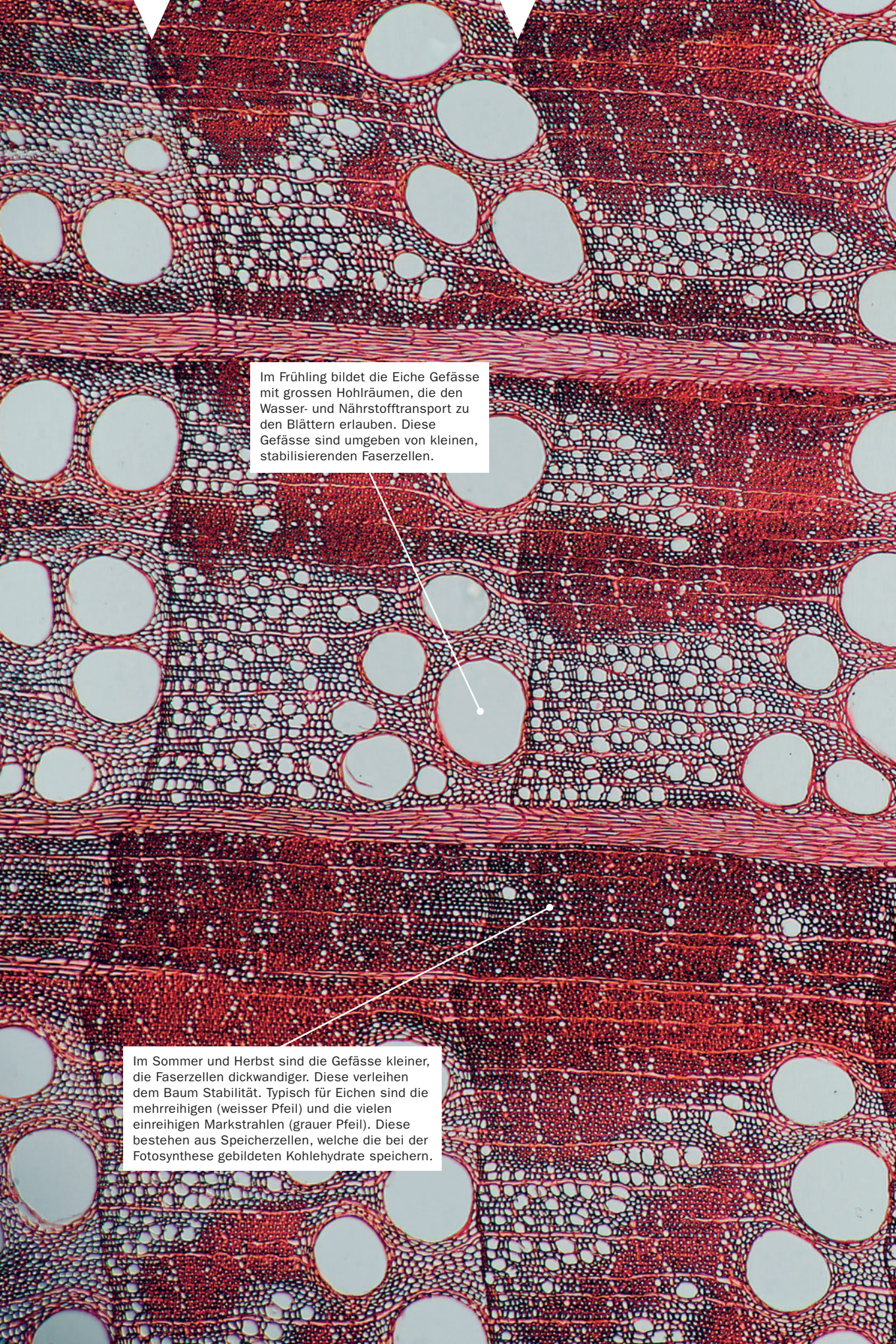
UB: Die positiven Beispiele zeigen, dass so zusätzliche Erlöse erzielt werden können. Dieses Potenzial schöpfen Forstbetriebe und Waldeigentümer meist noch zu wenig aus. Konkrete Vereinbarungen mit den Nutznießern, zum Beispiel den Gemeinden, sind notwendig, um Waldleistungen in Wert setzen zu können.

Wie kann die WSL-Forschung hier helfen?

UB: Für Nichtholz-Waldleistungen gibt es oft noch keine konkrete kommerzielle Nachfrage. Deshalb wären Berechnungstools für den Wert dieser Leistungen hilfreich, wie es sie für die Trinkwasserspeicherung bereits gibt. Erwünscht wäre auch Unterstützung bei der praktischen Umsetzung von Forschungsergebnissen, etwa die Erholungsleistung des bewirtschafteten Waldes mit konkreten Vergütungsansätzen zu beziffern. *(bki)*

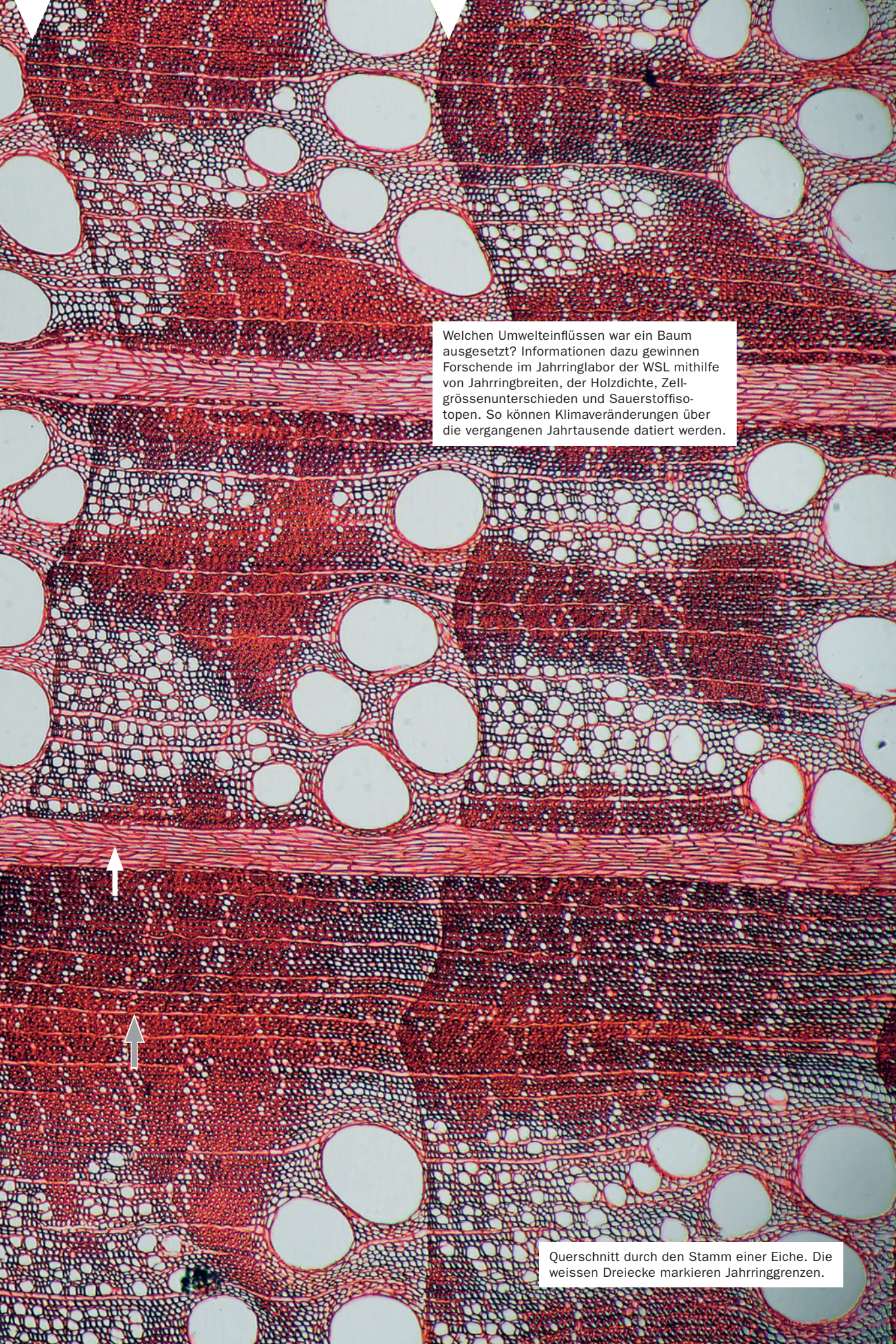


Der Forstingenieur Urban Brütsch ist Vizedirektor und Leiter Ökonomie von WaldSchweiz, dem Verband der Schweizer Waldeigentümer.



Im Frühling bildet die Eiche Gefässe mit grossen Hohlräumen, die den Wasser- und Nährstofftransport zu den Blättern erlauben. Diese Gefässe sind umgeben von kleinen, stabilisierenden Faserzellen.

Im Sommer und Herbst sind die Gefässe kleiner, die Faserzellen dickwandiger. Diese verleihen dem Baum Stabilität. Typisch für Eichen sind die mehrreihigen (weisser Pfeil) und die vielen einreihigen Markstrahlen (grauer Pfeil). Diese bestehen aus Speicherzellen, welche die bei der Photosynthese gebildeten Kohlehydrate speichern.



Welchen Umwelteinflüssen war ein Baum ausgesetzt? Informationen dazu gewinnen Forschende im Jahrringlabor der WSL mithilfe von Jahrringbreiten, der Holzdichte, Zellgrößenunterschieden und Sauerstoffisotopen. So können Klimaveränderungen über die vergangenen Jahrtausende datiert werden.

Querschnitt durch den Stamm einer Eiche. Die weissen Dreiecke markieren Jahrringgrenzen.

NACHHALTIGKEIT **Holz für den Klimaschutz.** Wald bindet viel CO₂, und Holz ist als nachwachsender Rohstoff klimafreundlich. Aber wie genau sollen in der Schweiz der Wald gepflegt und das Holz genutzt werden, um das Klima maximal zu schützen?

Bis zu acht Tonnen CO₂ entzieht eine grosse Buche der Atmosphäre im Laufe ihres Lebens. Den Kohlenstoff speichert sie in Stamm, Wurzeln und Ästen. 925 Millionen Tonnen CO₂ lagern im Schweizer Wald. Das haben Berechnungen ergeben, die Esther Thürig, Leiterin der Forschungsgruppe «Ressourcenanalyse» an der WSL, zusammen mit ihrem Team und Kollegen aus Beratungsbüros und Hochschulen veröffentlicht hat. Die Hälfte des CO₂ steckt im Waldboden, die andere in den Bäumen. Dieser Speicher entspricht knapp zwanzigmal der jährlichen CO₂-Emission der Schweiz. Die Forderung nach mehr Wald liegt auf der Hand: Mehr Wald bedeutet weniger CO₂ in der Luft – so können Emissionen geschickt kompensiert werden.

In der Schweiz hat es allerdings – ausser in den Alpen – kaum Platz für zusätzliche Wälder. Die Frage ist viel mehr, ob und wie der bestehende Wald weiteren Kohlenstoff binden kann. Zurzeit ist das der Fall: Es wächst mehr Holz, als geerntet wird – vor allem in den Alpen, wo die Waldnutzung aufwändig und wirtschaftlich unattraktiv ist. Aber WSL-Biologin Thürig warnt: «Der Wald ist nicht immer eine Senke für Kohlenstoff, er kann auch zur Quelle werden!» Zum Beispiel, wenn Stürme wie Lothar übers Land fegen. Die entwurzelten oder umgeworfenen Bäume verrotten und setzen dabei CO₂ frei. Ähnliches gilt, wenn Bäume wegen Trockenheit oder Borkenkäfer-Befall sterben oder bei einem Waldbrand verbrennen. Mit dem Klimawandel ist zu erwarten, dass solche Ereignisse häufiger werden.

Verbautes Holz speichert den Kohlenstoff

Betrachtet man nur die Waldwirtschaft und damit den Waldrand als Systemgrenze, reduziert zudem jeder Stamm, der aus dem Wald abtransportiert wird, den Kohlenstoffvorrat im Wald – egal, ob er regulär geerntet oder vom Sturm geworfen wurde, egal wofür das Holz danach gebraucht wird. Das heisst aber nicht, dass auch wirklich CO₂ in die Luft gelangt. Wird das Holz verbaut oder zu Möbeln verarbeitet, bleibt der Kohlenstoff gebunden und das Holz ersetzt energieintensivere Materialien wie Beton. Es ist daher sinnvoller, die Effekte der Wald- und Holzwirtschaft kombiniert zu untersuchen.

Das haben Esther Thürig und ihre Kollegen gemacht: Sie überlegten sich insgesamt fünf Szenarien – also mögliche zukünftige Entwicklungen – und berechneten deren Einfluss auf die Kohlenstoffbilanz der Schweiz. Die Spanne der möglichen «Zukünfte» reicht von vermehrter Holznutzung fürs Bauen und Heizen über die Fortsetzung der aktuellen Trends bis hin zu deutlich weniger gefälltten Bäumen als heute. «Es mag auf den ersten Blick überraschen», kommentiert Thürig, «aber möglichst viele alte, grosse Bäume wachsen zu lassen, ist langfristig nicht der beste Weg, um das Klima zu schützen.» Denn je weiter



Um der Luft möglichst viel CO₂ zu entziehen und so das Klima zu schützen, sollte Wald gefördert und Holz genutzt werden – zuerst zum Bauen, danach zum Heizen.

man in die Zukunft schaut, desto klarer erkennbar ist, dass das Szenario mit der intensivierten, aber immer noch nachhaltigen Holznutzung am meisten Kohlenstoff bindet. Etwas genauer ausformuliert: Um der Atmosphäre langfristig so viel CO₂ wie möglich zu entziehen, sollte der Wald so bewirtschaftet werden, dass er mehr Holz als heute produziert. Dieses einheimische Holz soll verbaut werden. Wenn ein Holzgebäude seinen Lebensabend erreicht, soll das Holz verbrannt und die Wärme genutzt werden. Auf diese Art entfaltet das Holz eine mehrfache Klimaschutz-Wirkung: Einerseits Aufbau eines grösseren CO₂-Speichers, andererseits Ersatz zuerst von energieintensiven Baumaterialien, dann von fossilen Brennstoffen. Langfristig liesse sich so die jährliche CO₂-Emission der Schweiz um immerhin rund fünf Prozent senken.

Allerdings: Das Szenario kann nicht auf Knopfdruck umgesetzt werden. Da sich die Wirtschaftlichkeit der Waldnutzung verschlechtert hat (siehe Seite 3), wird bisher nicht mehr Holz geerntet – somit kann es auch nicht verbaut werden. Verschärft wird das Problem dadurch, dass der Schweizer Wald je länger, je weniger Fichtenholz liefern wird, da Fichten schlecht an die zukünftigen klimatischen Bedingungen angepasst sind. Das stattdessen wachsende Laubholz hat etwas andere Materialeigenschaften und kann heute weder von Sägereien noch von Holzbauern gut und kostendeckend verarbeitet werden.

Kohlenstoffsenken fördern

Thürig aktualisiert zurzeit die Szenarien, insbesondere um der heutigen Ausgangslage gerecht zu werden und neueste Forschungserkenntnisse in den Simulationsmodellen zu berücksichtigen. Besonders wichtig zu wissen ist, wie sich die Kohlenstoffbilanz verändert, wenn alles weiterläuft wie bisher und aktuelle Trends sich fortsetzen, also beispielsweise der Holzpreis weiter sinkt. Diese Basis dient dazu abzuschätzen, ob und wie gut Klimaschutz-Massnahmen wirken. Denn sowohl die Wald- wie auch die Holzwirtschaft versuchen heute schon, die Senkenleistung ihres jeweiligen Teilsystems zu fördern. So können Private oder Firmen zum Beispiel bei der Oberallmeindkorporation Schwyz CO₂-Zertifikate zur freiwilligen Kompensation ihrer Emissionen kaufen. Die Korporation erhöht dafür den Holzvorrat in ihren Wäldern kontrolliert und dauerhaft.

Waldbesitzer und -bewirtschafter gründeten zudem vor einem Jahr den Verein «Wald-Klimaschutz Schweiz». Dieser strebt an, dass seine Mitglieder die Senkenleistung des Waldes auf dem CO₂-Markt verkaufen können. Die zusätzlichen Einnahmen könnten dazu beitragen, die Bewirtschaftung noch gezielter auf den Klimaschutz auszurichten. Auch die Holzindustrie verfolgt ähnliche Ziele und hat ihrerseits den Verein «Senke Schweizer Holz» gegründet in der Hoffnung, ans Geld der CO₂-Kompensationstöpfe zu gelangen, die Holznutzung zu fördern und mehr Kohlenstoff in verbautem Holz zu binden.

Die Szenarien und Modellierungen von Thürig und ihren Kolleginnen und Kollegen liefern dabei unverzichtbare Informationen, um effektive Kompensationszahlungen oder Subventionen zu entwickeln. Sie werden aber auch für eine korrekte Treibhausgas-Berichterstattung der Schweiz gegenüber der internationalen Gemeinschaft verwendet.

(bio)

ILLUSTRATION Lebensraum Holz

Alte, aber auch absterbende oder tote Bäume bieten vielen Tieren, Pflanzen und Pilzen einen Lebensraum oder dienen ihnen als Nahrungsquelle. Je nach Abbauphase wird ein Baum von unterschiedlichen Pilz- und Käferarten besiedelt, die das Holz zersetzen. So werden Nährstoffe wieder verfügbar gemacht.

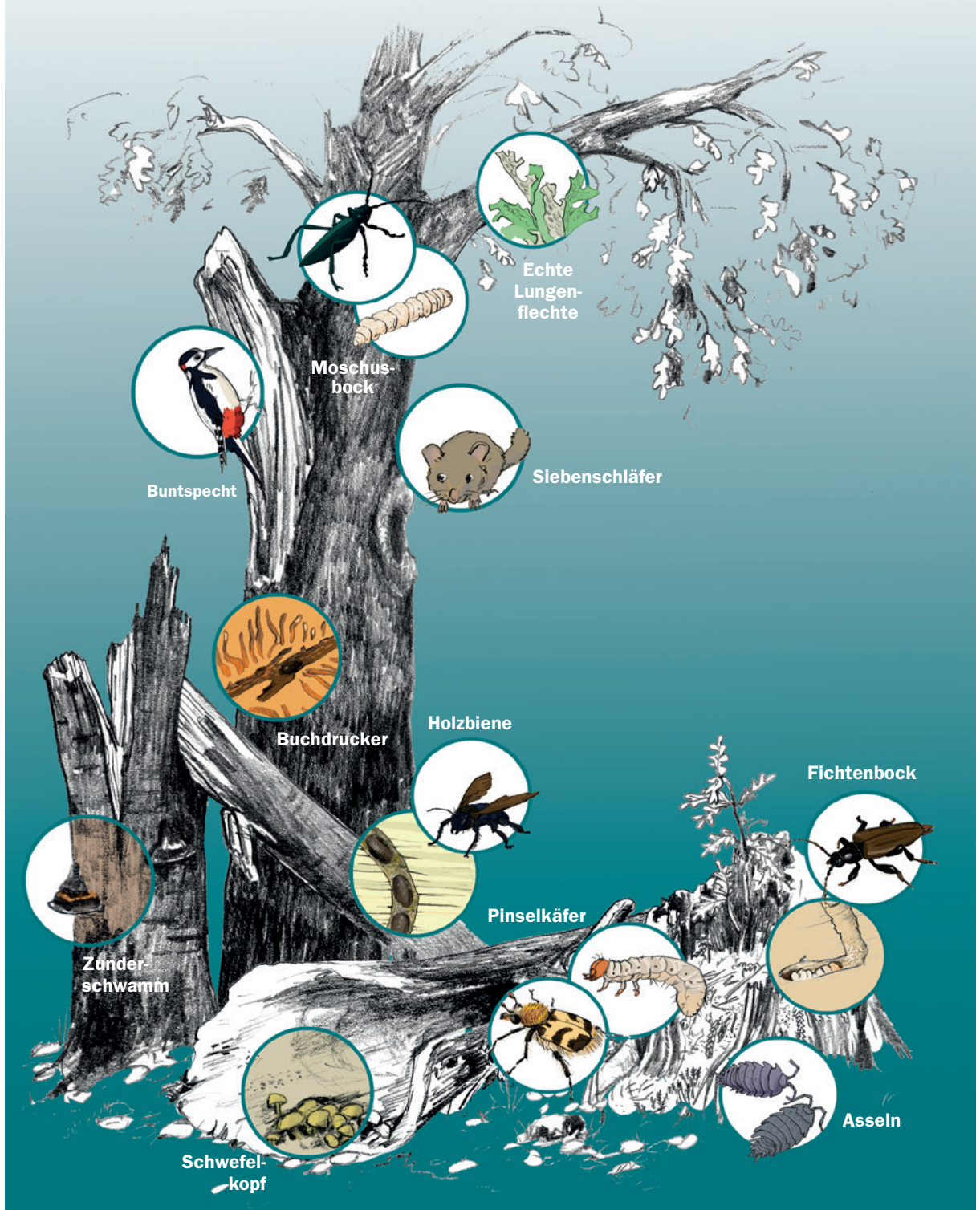


Illustration: Yvonne Roggemoser, Zürich

NATURGEFAHREN **Damit Schwemmholz nicht zur Gefahr wird.** Hochwasser reissen Äste und Stämme mit, die Brücken zerstören oder Wehre blockieren können. Ein Forschungsprojekt liefert praxisnahe Hilfen, um Schwemmholzmengen künftig besser vorhersagen zu können.

Holz in Bach- und Flussbetten fördert die Artenvielfalt, denn es bietet Tieren Lebensraum und Nahrungsquelle. Doch reisst ein Fluss bei Hochwasser Äste, Gestrüpp oder ganze Baumstämme mit, können diese zur Gefahr für Mensch und Infrastruktur werden. Schwemmholz kann Wehre verstopfen, Brückene Pfeiler gefährden oder durch Rückstau zur Überschwemmung ganzer Siedlungen führen.

Beim extremen Hochwasser im Jahr 2005 fielen in der Schweiz mehr als 100 000 Kubikmeter Schwemmholz an – das entspricht etwa 2500 LKW-Ladungen. «Allerdings variieren die Mengen zwischen einzelnen Hochwasserereignissen sehr stark», sagt Nicolas Steeb, wissenschaftlicher Assistent in der Forschungsgruppe Wildbäche und Massenbewegungen an der WSL. Deshalb war es bisher schwierig vorherzusagen, wie viel Schwemmholz in welchen Gewässern auftreten wird.

Um dies künftig besser abschätzen zu können, hat das Bundesamt für Umwelt (BAFU) das Forschungsprogramm «WoodFlow» in Auftrag gegeben. Darin arbeiteten während rund vier Jahren Forschende der WSL sowie der ETH Zürich, der Berner Fachhochschule und der Universität Genf. Sie untersuchten die Entstehung, den Transport und die Ablagerung von Schwemmholz. «Ziel war es, eine Wissensgrundlage für die Praxis zu schaffen», sagt Steeb. Unter anderem wurden verschiedene Tools für Ämter oder Ingenieurbüros entwickelt. Damit lässt sich beispielsweise beim Brückenbau der erforderliche Mindestabstand zwischen Wasserspiegel und Brückenunterkante berechnen, um Beschädigungen durch Schwemmholz zu vermeiden.

Weitere Informationen zu WoodFlow:
woodflow.wsl.ch

Wie viel Schwemmholz kann entstehen?

Steeb entwickelte in seinem Projektteil ein GIS-Modell für die Praxis, mit dem sich das Schwemmholzpotenzial verschiedener Einzugsgebiete vorhersagen lässt. Dazu modellierte er Prozesse wie Murgänge, Rutschungen und Erosion von Flussufern und kombinierte sie mit Karten des Gewässernetzes und der Waldflächen. Zudem integrierte er eine Holzvorratskarte, die angibt, welche Menge Holz auf einer betroffenen Waldfläche vorhanden ist. Aus diesen und weiteren Daten berechnet das Modell die potenzielle Schwemmholzmenge, wie sie statistisch gesehen alle 30, 100 oder 300 Jahre bei grösseren Hochwasserereignissen auftreten kann. Die Informationen können Behörden dazu nutzen, in ihrer jeweiligen Region entsprechende Schutzmassnahmen zu planen.

In einem weiteren Teilprojekt untersuchte Steeb die Grössenverteilung der Schwemmholzstücke. Dazu verwendete er Daten von rund 6000 Holz-



Hochwasser an der Reuss im August 2005: Am Wehr bei Perlen (LU) hat sich eine grosse Menge Schwemmholz angesammelt.

stücken, welche die WSL nach dem Hochwasser vom August 2005 vermessen hatte. Die meisten der gefundenen Stücke waren zwischen einem und drei Metern lang, sehr grosse sind hingegen selten. Ein Grossteil des Holzes wird während des Transports im Wasser stark zerkleinert. Aus Länge und Durchmesser der gefundenen Stücke lässt sich rückschliessen, dass die meisten nur noch ein Fünftel ihrer ursprünglichen Grösse haben. Die Daten fließen nun in das Simulationsmodell «Iber-Wood» ein, welches den Transport und die Ablagerung von Schwemmholz in Flüssen berechnet. Es kann unter anderem genutzt werden um vorherzusagen, wo sich an Ufern oder auf Kiesbänken Holz ansammelt. Dieses muss überwacht und gegebenenfalls entfernt werden, da es beim nächsten Hochwasser mit fortgerissen werden kann und dann zur Gefahr würde.

(cho)

Eindrückliches
Video: www.youtube.com/watch?v=ZM6P-kf5argY

HOLZBILDUNG Dem Holz beim Wachsen zusehen. Wann bildet ein Baum neue Zellen? Und wie beeinflussen Umweltbedingungen diesen Vorgang? Antworten auf diese Fragen finden Forschende der WSL in Holzproben aus dem Lötschental.

Schwungvoll dreht Loïc Schneider am Rad der Schneidmaschine. Auf der Schnittfläche türmen sich hauchdünne Streifen eines Paraffinklotzes, der in der Maschine fixiert ist. Im Klotz eingebettet ist ein etwa ein Zentimeter langer Bohrkern aus dem Holz einer Lärche. Vorsichtig legt Schneider einen Streifen mit der Pinzette ins warme Wasserbad und fischt ihn sogleich mit einem Glasplättchen wieder heraus, um das Ganze zum Trocknen auf die Seite zu legen.

Schneider ist technischer Mitarbeiter im Jahrringlabor der WSL. Die Holzproben, die er schneidet, stammen aus dem Lötschental im Kanton Wallis. Seit 2007 entnehmen Mitarbeitende der WSL dort jede Woche kleine Bohrkern von Lärchen und Fichten aus der Wachstumszone der Bäume. Hier bildet der Baum während der Vegetationsperiode laufend neue Zellen und legt so an Umfang zu. Gut vierzig Bäume auf fünf unterschiedlichen Höhenstufen werden derzeit beprobt. Sensoren bei den Bäumen messen die Standortbedingungen, etwa Temperatur und Feuchtigkeit von Luft und Boden. Weitere Messgeräte liefern Informationen dazu, wie viel Wasser die Bäume verdunsten.

«Wir wollen herausfinden, wie die Umweltbedingungen die Zellbildung und die Merkmale der Holzzellen beeinflussen, zum Beispiel die Dicke der Zellwände», erklärt Patrick Fonti, der die Untersuchungen leitet. Damit lassen sich Rückschlüsse auf die Funktion des Holzes ziehen – etwa, ob die Leitgefässe gross genug sind, um genügend Wasser vom Boden zu den Blättern zu trans-



Schneidmaschine für Feines: Mit einem sogenannten Rotationsmikrotom erzeugt Loïc Schneider hauchdünne Scheibchen der Holzbohrkerne.



Oberhalb von Ferden im Lötschental (VS) entnehmen Forschende der WSL jede Woche Holzproben von Lärchen und Fichten.

portieren. Insbesondere interessiert Fonti, welchen Einfluss veränderte Temperaturen auf den Zeitpunkt haben, zu dem die Zellbildung im Frühling beginnt. Letztendlich hoffen Fonti und seine Kollegen, Aussagen dazu machen zu können, wie sich der Klimawandel auf das Wachstum der Bäume auswirkt und ob sie mit den veränderten Umweltbedingungen zurechtkommen werden.

Das Lötschental eignet sich besonders gut, um den Einfluss der Klimaerwärmung auf Bäume zu untersuchen: Der Temperaturunterschied zwischen Baumgrenze und Talboden entspricht dem vorausgesagten Temperaturanstieg von 3°C für die nächsten hundert Jahre. Mit den Holzbohrkernen von verschiedenen Höhenstufen lassen sich so Vergleiche ziehen, wie sich eine Veränderung der Temperaturen auf das Baumwachstum auswirkt. Seit mehreren Jahren reisen Fonti und weitere Mitarbeitende der WSL einmal pro Woche ins Wallis, um die Proben zu nehmen. «Der Aufwand ist enorm, aber er lohnt sich. Wir erhalten so eine zeitlich hochaufgelöste Datenreihe und können quasi zusehen, wie das Holz wächst und die Jahrringe gebildet werden. Mit so vielen Bäumen und über eine so lange Zeit hat das bislang noch niemand gemacht», sagt der Dendroökologe. Entsprechend gross ist darum das Interesse von Forschenden aus aller Welt, mit den Daten arbeiten zu können.

Weitere Informationen zum Lötschentalprojekt:
www.wsl.ch/loetschental

Zellen sichtbar gemacht

Bevor Fonti und sein Team die Holzbohrkerne untersuchen können, muss Schneider sie im Jahrringlabor der WSL präparieren. Dazu sind aufwändige Arbeitsschritte nötig, der Prozess dauert mehrere Tage. Vor dem Schneiden wird dem Holz Wasser entzogen, danach werden die Bohrkerne in Paraffin eingebettet, eine wachsartige Substanz, die bei Raumtemperatur fest ist. Dadurch sind die Holzstücke so fixiert, dass Schneider sie sieben Mikrometer dünn schneiden kann – rund zehn Mal dünner als ein durchschnittliches Menschen-

haar. Die Holzzellen bleiben dabei intakt. Damit deren Bestandteile besser unterscheidbar sind, färbt Schneider die Mikroschnitte ein.

«Früher haben wir die Holzproben unter dem Mikroskop angeschaut und die Zellen von Hand gezählt. Heute erledigt das der Computer», erklärt Fonti. Er öffnet einen Scanner, der hundert Proben gleichzeitig verarbeiten kann. Die Maschine liefert hochaufgelöste Bilder, auf denen jede einzelne Zelle sichtbar ist. Die Bestandteile der Zelle – Lignin und Zellulose – sind dank dem Färben der Proben unterscheidbar. Eine Software übernimmt das Zählen und Ausmessen der Holzzellen und liefert Daten zu deren Aufbau.

Holz der Zukunft

Mit den bislang ausgewerteten Daten konnten Fonti und seine Kollegen zeigen, dass sich bei den Bäumen der Start des Zellwachstums pro hundert Meter Höhendifferenz um zwei bis drei Tage verschiebt. Anders ausgedrückt: Wird es ein Grad wärmer, startet die Wachstumsphase etwa fünf Tage früher. Dieses Startmoment ist insofern relevant, da dann der Baum beginnt, CO₂ in seinen Zellen einzulagern – eine wichtige Grösse, mit der die Forschenden berechnen können, wie viel Kohlenstoff ein Baum aus der Atmosphäre binden kann (siehe Seite 10).

Noch sind nicht alle Holzbohrkerne aus dem Lötschental präpariert und ausgewertet. Sobald genügend Daten vorhanden sind, werden die Forschenden ein Modell entwickeln können. Dieses soll in Abhängigkeit der Standortbedingungen voraussagen, wie viel Holz ein Baum bildet, welche Struktur die Holzzellen und welche Eigenschaften das Holz haben wird – und ob der Baum überhaupt überleben kann, wenn es massiv wärmer oder trockener wird. Dazu kombinieren sie ihre Daten mit den Ergebnissen der klassischen Jahrringforschung.

Besonders gespannt ist Fonti auf die Proben vom Hitzesommer 2015, der im Holz seine Spuren hinterlassen hat. «Wir wollen herausfinden, wie die extreme Trockenheit die Struktur des Holzes beeinflusst hat.» Diese Daten werden 2020 ausgewertet. (lbo)

Jasmine Zollinger, Davos
«Mich fasziniert beim Golf das Spiel gegen sich selbst. Einmal war ich kurz davor, mein Eisen in die Albula zu werfen, weil es nicht funktionierte, wie ich wollte. Da hat mir ein erfahrener Golfer gesagt: «Golf lehrt Demut.» Wie recht er hat!»

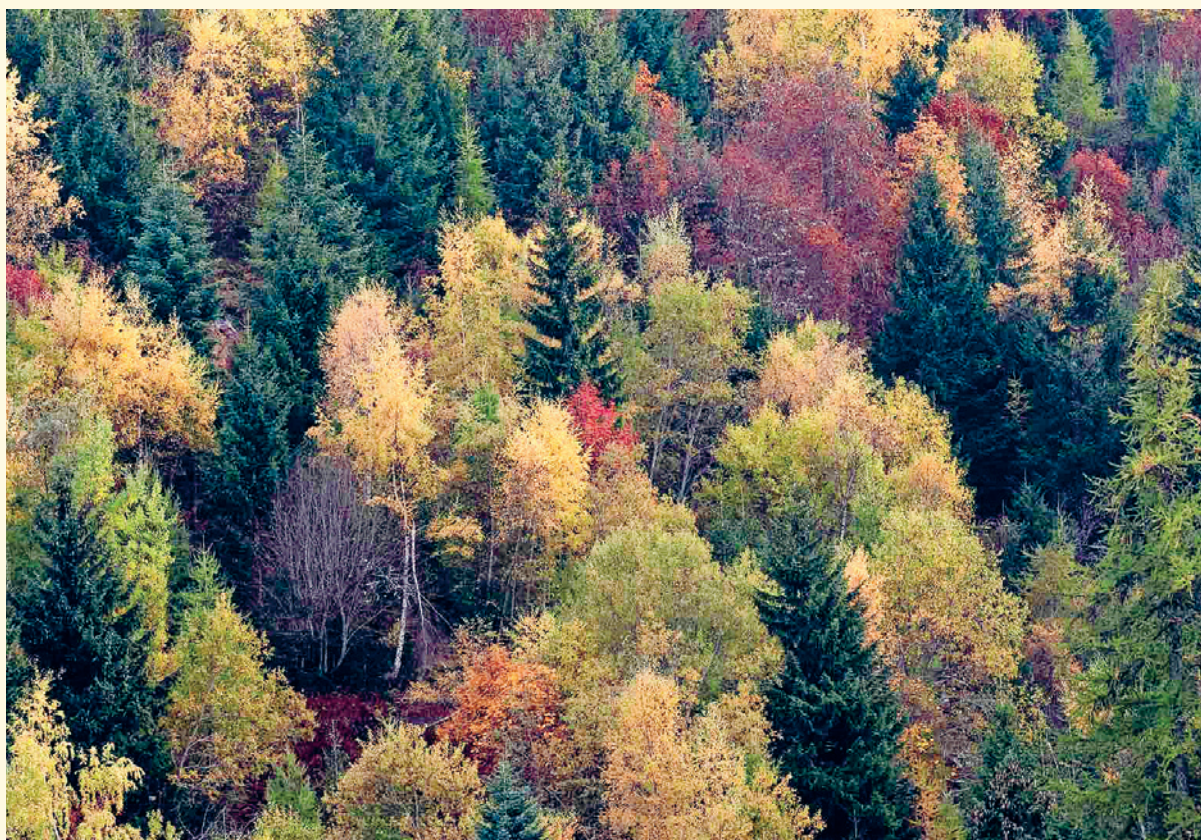


PERSONALERIN MIT HERZ

Als Kind wollte Jasmine Zollinger Meeresbiologin werden. Heute ist sie sehr zufrieden mit ihrem Job als HR-Bereichsleiterin am SLF. Sie stellt Mitarbeitende ein und betreut diese bis zum Austritt. Ihr gefällt es, mit Menschen aus unterschiedli-

chen Berufen und Kulturen, mit verschiedenen Persönlichkeiten und Ansichten zu tun zu haben. Sie unterstützt die Mitarbeitenden gerne. Dazu gehört auch, bei zwischenmenschlichen Konflikten beratend zur Seite zu stehen.

WALD Landesforstinventar: Die Waldfläche wird grösser, der Wald vielfältiger



Baumartenreicher Wald am Col de la Forclaz (VS).

Knapp ein Drittel der Schweizer Landesfläche ist mit Wald bedeckt. Wie es den Bäumen geht, erfasst das Landesforstinventar (LFI). Nach neun Jahren Feldarbeit und intensiver Datenanalyse liegen nun die Ergebnisse der vierten Erhebung vor, die von 2009 bis 2017 stattfand.

Die Auswertungen zeigen, dass die Waldfläche seit der letzten Erhebung um 2,4 Prozent zugenommen hat. Auch der Holzvorrat ist gestiegen: Heute stehen 13 Millionen Kubikmeter mehr Holz im Wald als acht Jahre zuvor – umgerechnet über 5000 olympische Schwimmbecken voll. Die Zunahme fand vor allem in den Alpen und auf der Alpensüdseite statt. Im Mittelland hat der Holzvorrat hingegen weiter abgenommen, da

hier mehr Holz genutzt wird als nachwächst.

Deutlich gestiegen ist die Qualität des Waldes als Lebensraum für Tiere und Pflanzen. Der Wald ist strukturreicher und vielfältiger geworden, insbesondere die Anzahl verschiedener Gehölzarten hat auf den LFI-Flächen zugenommen. «Diese Vielfalt ist aber nicht nur positiv», sagt Urs-Beat Brändli, langjähriger Leiter des Wissenschaftlichen Dienstes im LFI-Programm an der WSL. Unter den Gehölzen befinden sich auch einige eingeführte Straucharten, die invasiv sind und einheimische Pflanzen verdrängen können, wie etwa der Sommerflieder oder die Hanfpalme. Brändli meint dazu: «Wir werden diese Problemarten bei

der nächsten Erhebung genauer unter die Lupe nehmen und ihre Ausbreitung dokumentieren.»

42 Prozent der Waldfläche dienen gemäss LFI in erster Linie als Schutzwald für Siedlungen und Verkehrswege. «Die Schutzwirkung des Waldes gegen Naturgefahren wie Steinschlag oder Lawinen hat sich seit der letzten Erhebung leicht verbessert, die Bestände sind etwas dichter geworden», stellt Brändli fest. Ob das auch in Zukunft so bleiben wird, ist allerdings fraglich: In rund einem Viertel der Schutzwälder ist die Verjüngung ungenügend, es wachsen also nicht genug Bäume nach.

«Schuld daran könnten unter anderem die hohen Bestände von Reh, Rothirsch oder Gämse sein», so Brändli. Bei der Weisstanne, die vor allem im Schutzwald eine wichtige Rolle spielt, hat sich der Verbiss im Jungwald innerhalb von zwanzig Jahren mehr als verdoppelt. Zudem ist die Pflege, also die Förderung der Waldverjüngung und der Bestandesstabilität, in diesen Gebieten schwierig, denn nur etwas mehr als ein Drittel der Schutzwälder sind für die Bewirtschaftung gut erschlossen.

Wertvolle Daten für die Schweiz

Die WSL führt das LFI seit den 1980er-Jahren in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Umwelt durch. Vor der Auswertung der Daten stehen jeweils die Aufnahmen im Feld. Die Erhebungen sind harte Arbeit für die Aufnahmeteams: Über 6500 Stichprobeflächen, gleichmässig verteilt über die ganze Schweiz, haben sie fürs LFI4 aufgesucht. Mehr als 72 000 Bäume haben sie vermessen, zum Teil in sehr steilem Gelände. Daraus entstanden sind statistisch verlässliche Aussagen über den Zu-

stand des Waldes, die für die ganze Schweiz gültig sind.

Die wichtigsten Ergebnisse des LFI4 sind im Internet in Form von Tabellen und Karten publiziert. Sie sind zudem erläutert und in den aktuellen Kontext gestellt auch als Buch



Hohe Wildbestände, etwa von Rehen, führen vermehrt zu Verbiss im Jungwald.



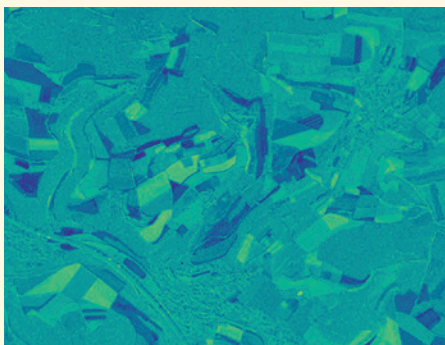
Die Ergebnisse des vierten Landesforstinventars sind in Buchform zusammengefasst.

erhältlich. Dieses kann gegen die Versandgebühren bei der WSL bezogen werden. Die Daten aus dem LFI4 sind aber noch lange nicht alle ausgewertet. Sie stehen nun Wissenschaft und Praxis auf Anfrage für weitere Analysen zur Verfügung. Das Monitoring geht derweil weiter: Seit 2018 laufen bereits die Erhebungen zum LFI5. *(lbo)*

www.lfi.ch

LANDSCHAFT Satellitenbilder zeigen, wie Wiesen und Weiden bewirtschaftet werden

Auf Schweizer Landkarten sind Landwirtschaftsgebiete weiss dargestellt. Das hat seinen Grund, denn zu diesen «weissen Flecken» fehlen landesweit bislang tatsächlich Informationen, etwa wie diese Flächen bewirtschaftet werden. Diese Lücke können Forschende der WSL nun für



Satellitenaufnahmen von Bözen (AG) und Umgebung vom 7. (oben) und 16. Juni 2019 (Mitte). Das unterste Bild macht die Unterschiede der Aufnahmen sichtbar: Einige Wiesen wurden gemäht (dunkelblau), andere sind gewachsen (gelbgrün).

Wiesen und Weiden dank modernster Satellitentechnik schliessen.

Für ihre Arbeit nutzten die Forschenden um Geoinformatiker Robert Pazur unter anderem Daten des PlanetScope-Satelliten. Dieser liefert Bilder im sichtbaren und im Nahinfrarot-Spektrum in hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung – ein Bild pro Tag und in einer Genauigkeit von drei Metern. Die Bildinterpretation hat Pazur automatisiert. Dazu hat er den Computer die Abstufungen des «Grüns» der Wiesen auf den Bildern messen lassen. So konnte er etwa Unterschiede vor und nach dem Mähen einer Wiese sichtbar machen, zu welchem Zeitpunkt eine Fläche gedüngt oder wie intensiv sie beweidet wurde.

Als Testregion für die neue Methode diente der Kanton Aargau. Hier wird auf einem grossen Gebiet Landwirtschaft betrieben, von sehr intensiv bis extensiv. So ergibt sich ein heterogenes Mosaik, das alle Stufen der Landnutzung abdeckt. Zudem erhebt der Kanton Daten zur Art der Bewirtschaftung, etwa welche Flächen beweidet und welche zur Heuproduktion verwendet werden. «Dank diesen Informationen konnten wir sehen, dass unsere Ergebnisse aus der automatisierten Bildinterpretation plausibel sind», erklärt Pazur.

Erleichterte Datenaufnahme

Wie Wiesen und Weiden bewirtschaftet werden, ist etwa aus Sicht des Biodiversitätsschutzes wichtig zu wissen. So werden Vernetzungsmassnahmen wie Hecken, die zwei Schutzgebiete miteinander verbinden sollen, idealerweise in wenig intensiv genutzten

Gebieten geplant. Auswertungen der Satellitenbilder können solche Planungen nun unterstützen.

Auch bezüglich Biodiversitätszahlungen an die Landwirtschaft könnte die neue Methode hilfreich sein. Heute beruhen die Zahlungen grösstenteils auf den Angaben der Landwirte, die ihre Tätigkeiten rapportieren müssen. In Zukunft könnten Satellitenbilder die Datenerhe-

bung und -eingabe erleichtern. Dazu muss die Methode aber noch weiter getestet und verbessert werden. (lbo)

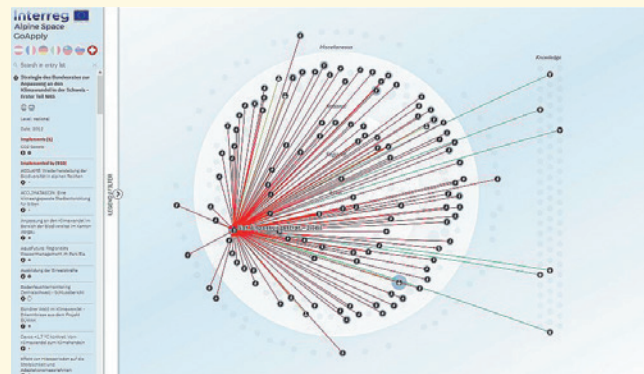
LANDSCHAFT Klimapolitik per Mausklick sichtbar machen

Hitzewellen in Städten, Starkregen mit Hochwasser und Erdbeben oder das Auftreten neuer Krankheiten: Die Menschen müssen sich an die Auswirkungen des Klimawandels anpassen. Was die Politik dafür tut und wie sie diese Aktivitäten koordiniert, hat das überregionale EU-Projekt «GoApply» für sieben Alpenländer zusammengetragen. Damit sich Interessierte rasch einen Überblick über die verschiedenen Regelwerke, Massnahmen und Akteure bei der Klimaanpassung verschaffen können, haben WSL-Forschende diese auf einer interaktiven Webseite zusammengestellt.

Klickt man zum Beispiel auf die Schweiz und ihren Aktionsplan zur «Nationalen Anpassungsstrategie», verbinden Linien wie ein Spinnennetz die involvierten Stellen und die zahlreichen Pilotprojekte. Dazu gehören zum Beispiel eine an Hitze und Starkregen angepasste Stadtentwicklung in Sion im Kanton Wallis und eine Graslandversicherung für Bauern bei extremer Trockenheit. Auffällig wenige Linien führen zu lokalen oder kantonalen Akteuren, was auf geringe lokale Partizipation hindeutet. «Das Webtool zeigt Stärken und

Schwächen einzelner Ansätze auf», sagt WSL-Projektleiter Marco Pütz. Es kann genutzt werden, um Handlungsmöglichkeiten zu erkennen sowie Prioritäten für die Anpassung an den Klimawandel zu setzen. (bki)

www.wsl.ch/gov-vis-cca



Die interaktive Webseite von «GoApply» zeigt, welche Klimaprojekte und Akteure es gibt und wie sie vernetzt sind.

BIODIVERSITÄT Alpenpflanzen und der Klimawandel: Welche Gene helfen bei der Anpassung?



Bei jedem Wetter unterwegs: Die Forschenden bestimmten die Wuchsorte der Pflanzen mittels GPS und sammelten Blattproben für die genetischen Analysen.

Die Klimaveränderung macht Alpenpflanzen zu schaffen: Ihre Lebensräume verändern sich stark, weil es wärmer wird. Wie gut sich Pflanzen an die neuen Bedingungen anpassen können, hängt von ihrer genetischen Ausstattung ab. So können manche Individuen einer Population Gene oder Genvarianten besitzen, die ihnen bei der Eroberung neuer Lebensräume helfen. Bisher ist jedoch kaum untersucht, wie die Vielfalt im Erbgut mit verschiedenen Standortbedingungen zusammenhängt.

Dies haben nun Doktorandin Aude Rogivue und Felix Gugerli, wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Forschungsgruppe Ökologische Genetik an der WSL, am Beispiel der Alpen-Gänsekresse (*Arabis alpina*) untersucht. Das anspruchslose Pflänzchen wächst auch im Hochgebirge, an Orten, die sich über wenige Meter

hinweg stark unterscheiden können – von sonnig bis schattig, kalt bis warm und feucht bis trocken. «Unser Ziel war, Unterschiede im Erbgut zwischen nah beieinanderstehenden Individuen zu finden, die ganz verschiedenen Umweltbedingungen ausgesetzt sind», sagt Rogivue. Dies würde zum Verständnis beitragen, welche Genvarianten den Pflanzen bei der Anpassung an den Klimawandel helfen.

In Zusammenarbeit mit der ETH Lausanne und den Universitäten Neuenburg und Bern bestimmten die Forschenden das vollständige Erbgut von 300 Individuen der Alpen-Gänsekresse. Diese wuchsen in vier Untersuchungsgebieten in den Waadtländer Alpen bei Les Diablerets, in Höhen zwischen 2000 und 2500 m ü.M. Von den Untersuchungsgebieten erstellten die For-

schen ein hochaufgelöstes digitales Geländemodell. Dazu nutzten sie vom Kanton Waadt zur Verfügung gestellte Aufnahmen mit LiDAR, einer laserbasierten Methode zur Abstandsmessung. Aus dem Modell leiteten sie ökologisch relevante Information über die Wuchsorte der untersuchten Pflanzen ab. Zudem setzten sie Messsonden für Temperatur und Luftfeuchtigkeit ein.

So entstand ein riesiger Datensatz, den es in dieser Form bisher nicht gab und der nun fortlaufend ausgewertet wird. «Bisher konnten wir keinen eindeutigen Trend feststellen», sagt Gugerli. Zwar zeigten sich Unterschiede zwischen den untersuchten Pflanzen in Genen für den allgemeinen Stoffwechsel oder die Fortpflanzung. Doch die Funktion vieler anderer Gene ist bisher nicht bekannt, was das Aufdecken von Zusammenhängen mit den Umweltbe-



Die Alpen-Gänsekresse (*Arabis alpina*) wächst an vielen verschiedenen Standorten, auch in Fels und Geröll.

dingungen erschwert. Der Datensatz lässt sich aber jetzt schon nutzen, um daran weitere Fragestellungen zur Populationsgenetik zu untersuchen. Er steht anderen Forschungsgruppen zur freien Verfügung. (cho)

www.wsl.ch/genescale-de

BIODIVERSITÄT Seltene Pflanzen profitieren in Naturschutzgebieten, aber der Schutz ist noch nicht gut genug

Sie heissen Sumpf-Enzian, langblättriger Sonnentau oder Berg-Kronwicke und sind Bewohner von Mooren oder artenreichen Trockenwiesen. Diese nährstoffarmen Lebensräume haben aufgrund der Intensivierung der Landwirtschaft seit Beginn des 20. Jahrhunderts rund neunzig Prozent ihrer Fläche verloren. Die verbliebenen Reste stehen heute weitgehend unter Naturschutz, um die hochspezialisierten Arten zu erhalten.

Ein Team von WSL-Forschenden wollte herausfinden, wie gut Schutzgebiete ihre Aufgabe erfüllen. Dazu hat die Masterstudentin Nina Dähler Daten von drei bestehenden Erhebungen analysiert, in denen das Vor-

kommen seltener Pflanzen in- und ausserhalb von geschützten Flächen nach einer ersten Aufnahme erneut überprüft worden war. Sie fokussierte dabei auf Arten, die für Moore und Trockenwiesen und -weiden (TWW) typisch sind. Ihre Datenquellen waren die Datenbanken für die revidierte Rote Liste der Gefässpflanzen, die Erfolgskontrolle Moorschutz sowie eine Erhebung von Zielarten in Trockenwiesen und -weiden im Kanton Schaffhausen.

Von Allerweltsarten verdrängt

Nur jede zweite Feuchtgebietsart sowie zwei von drei TWW-Arten konn-



Die Rehhagweid im Kanton Basel-Land in der Nähe von Langenbruck, eine geschützte Trockenwiese.

ten an Orten, wo sie früher vorgekommen waren, bestätigt werden. Dieser Anteil erhöhte sich aber in Gebieten, die mehr geschützte Flächen beinhalteten. Die Forschenden kommen deshalb zum Schluss, dass Schutzgebiete das Überleben seltener Arten zwar generell erhöhen. «Doch auch von geschützten Standorten verschwinden Zielarten des Naturschutzes, wie wir das zum Beispiel in Mooren feststellen konnten», sagt Ariel Bergamini, Leiter der WSL-Gruppe Lebensraumdynamik.

Verloren gegangene Moorarten wie die Graue Segge oder der Kleine Sumpf-Hahnenfuss benötigen mehr Licht und nährstoffärmere, feuchtere

Bedingungen als häufige Arten. «Pflanzen von nährstoffarmen Standorten sind oft konkurrenzschwach», sagt der Biologe. «Allerweltsarten» wie das Knäulgras oder der Wiesenschwingel gedeihen besser und schneller und nehmen den Spezialisten das Licht weg. Deren Rückgang legt nahe, dass noch immer zu viele Nährstoffe in die Schutzgebiete geraten, was gemäss Bergamini durch unangepasste Nutzung wie Überweidung oder Bewässerung oder auch durch zu hohe Einträge von Nährstoffen über die Luft verursacht sein könnte.

Hoffnung machen die Daten aus Schaffhausen: Dort war der Grossteil von 26 naturschutzrelevanten Trockenwiesenarten seit den 1990er-Jahren nicht zurückgegangen, nur vier waren seltener und acht waren sogar deutlich häufiger geworden. «Bei Trockenwiesen funktioniert der Schutz bei angemessener Pflege gut», sagt Bergamini. Spätes Mähen ermöglicht seltenen Pflanzen die Vermehrung, und extensive Beweidung verhindert die Verbuschung.

Ein Grundproblem ist, dass die Schutzgebiete oft klein sind und weit voneinander entfernt liegen. Das erschwert die Ausbreitung der Pflanzen und erhöht die Gefahr, dass Arten lokal aussterben. Bergamini hält deshalb auch die Wiederansiedlung von Zielarten unter bestimmten Bedingungen für eine sinnvolle Option – analog zur Auswilderung von Tierarten wie dem Bartgeier. (bki)

biotopschutz.wsl.ch

BIODIVERSITÄT Gefährdeter Lebensraum für Moose und Farne: Findlingsblöcke im Mittelland und im Jura

Im von kalkreichen Gesteinen geprägten Jura und Mittelland trifft man gelegentlich auf Findlinge – grosse Felsbrocken, die Gletscher in der letzten Eiszeit aus den Alpen gebracht haben. Anders als ihrer Umgebung bestehen sie oft aus Silikatgesteinen. Für manche Pflanzen sind sie gewissermassen Oasen in der Wüste: Nur hier ermöglicht ihnen das kalkfreie Gestein das Überleben.

Der Biologe Daniel Hepenstrick, wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften und Doktorand an der WSL, untersucht Moose und Farne auf solchen Findlingen: «Die meisten gefundenen Arten sind nicht selten, aber regional kommen sie ausschliesslich auf Findlingen vor.» Hepenstrick möchte daher das Bewusstsein fördern, dass Findlinge als Lebensräume schützenswert sind.

Früher waren die harten Gesteinsbrocken beliebte Mini-Steinbrüche für Baumaterial. Heute ist die

Gefährdung durch den Menschen subtiler: zum Beispiel «Putzen», also das Entfernen der Vegetation, fürs Klettern und Bouldern.

Kalk hemmt Keimung

Die Sportlerinnen und Sportler pudern zudem für eine bessere Haftung am Fels ihre Hände mit Magnesia ein, das chemisch mit Kalk verwandt ist. Schon geringe Spuren davon können die Keimung typischer Moosarten hemmen, zeigen Laborversuche.

Eine Lösung sieht Hepenstrick nicht in einem generellen Kletterverbot, sondern in einer Aufteilung des Findlings in Zonen. So könnten die wertvollsten Stellen für Pflanzen geschützt werden. *(bio)*

www.zhaw.ch/findlingsflora



Genaueres Hinschauen erforderlich: Daniel Hepenstrick (hinten) und René Amstutz von Pro Natura betrachten die Moosarten auf einem Findling.



Probenentnahme auf dem Versuchsfeld Weissfluhjoch oberhalb von Davos: Um eine Verunreinigung der Schneeproben zu vermeiden, tragen die Forschenden Schutzanzüge und Mundschutz.

Eisbohrkerne von den Polkappen oder von Gebirgsgletschern helfen, das Klima der Vergangenheit zu rekonstruieren. Dafür werden verschiedene Einschlüsse im Eis analysiert: Ionen wie Ammonium und Calcium oder Spurenelemente wie Eisen und Blei zeigen Luftverschmutzungen an, etwa durch Waldbrände oder Vulkanausbrüche. Sauerstoff-Isotope wiederum geben Aufschluss über die frühere Temperatur.

Bei der Interpretation der Ergebnisse muss man jedoch berücksichtigen, wie die jeweiligen Stoffe überhaupt ins Eis gelangt sind: Sie wurden zunächst im Schnee abgelagert, welcher sich erst im Laufe von Jahren oder Jahrzehnten zu Eis umgewandelt hat. «In diesem Zeitraum kann viel passieren», sagt Jürg Trachsel vom SLF. Durch Luftaustausch mit der Atmosphäre, Umwandlungspro-

zesse im Schnee – die sogenannte Schneemetamorphose – sowie Schmelzereignisse verändert sich die Schneedecke und damit auch die Verteilung der Einschlüsse. «Das kann dazu führen, dass nicht die ursprüngliche, sondern eine veränderte Zusammensetzung in den Eisbohrkernen landet», sagt Trachsel.

Starke Veränderung

Er hat deshalb in seiner Doktorarbeit zusammen mit Forschenden des Paul Scherrer Instituts (PSI) in Villigen untersucht, welchen Einfluss Umwandlungsprozesse auf Isotopen, Ionen und Spurenelementen im Schnee haben. Dazu nahm er im Winter 2017 Schneeproben im Feld und führte parallel Experimente im Kältelabor durch. Das Ergebnis: Die Verteilung und die Konzentration der Einschlüsse können sich inner-

halb weniger Wochen oder Monate stark verändern.

Die untersuchten Spurenelemente blieben zwar über den Winter stabil, einige wurden jedoch mit Beginn der Schneeschmelze ausgewaschen. Das gleiche Muster zeigten die Ionen: Während einige mit dem Schmelzwasser fast komplett verschwanden, blieben andere wie Ammonium und Fluorid erhalten. Verantwortlich dafür ist die Schneemetamorphose, welche diese Ionen tiefer in die Eisstruktur einbaut. Auch auf die Isotopenkonzentration hatten Metamorphose und Schmelzwasser einen Einfluss.

«Für die Interpretation von Eisbohrkernen bedeutet das, dass die Unsicherheiten grösser sind als bisher angenommen», sagt Trachsel. Die Studie zeigt, welche Ionen und Spurenelemente am besten erhalten bleiben. Dies gewinnt für die Analyse von Eisbohrkernen künftig an Bedeutung, da durch die Klimaerwärmung auch höher gelegene Gletscher immer öfter vorübergehenden Tauphasen ausgesetzt sind, welche die Einschlüsse im Eis beeinflussen. (cho)

<http://tiny.cc/rb2dlz>

SCHNEE UND EIS Gletscherbeobachtung: Wenn das Extremjahr zur Normalität wird

Matthias Huss, Gletscher werden in der Schweiz seit über hundert Jahren vermessen. Braucht es das weiterhin?

MH: Ja. Wir brauchen Messungen, um herauszufinden, was mit den Gletschern passiert. Und für den Blick in die Zukunft, um Simulationsmodelle weiterzuentwickeln. Je länger die Messreihen sind, desto wertvoller!

Wieso braucht es dazu Forscher?

MH: Dieses Monitoring ist eigentlich ein Handwerk. Zum Teil kommen Helferinnen und Helfer zum Einsatz, aus Tradition vor allem Förster. Viele Messungen werden auch seit jeher mit der gleichen Methode gemacht. So messen wir die Gletscherschmelze immer noch mit Pegelstangen. Ergänzend setzen wir aber moderne Technik ein – Luftbilder und GPS lösen das Messband ab. Oder wir bestimmen mit Laserscanning und Photogramme-

trie die Volumenänderung. Solche Weiterentwicklungen machen Wissenschaftler. Und: Immer, wenn ich draussen bin und die Veränderungen 1:1 erlebe, bekomme ich ganz viele Ideen für die Forschung.



Aufnahmen des Griesgletschers in den Walliser Alpen im August 2003 (oben) und September 2018 (unten): In nur fünfzehn Jahren ist er markant zurückgegangen.

Letzten Herbst wurde der Pizolgletscher für tot erklärt. Warum untersuchen Sie ihn trotzdem weiter?

MH: Den Pizolgletscher haben wir zwar aus dem Monitoring-Messnetz gestrichen, da er zu klein wurde. Es ist aber immer noch Eis vorhanden. Weil noch nie jemand das Verschwinden eines Gletschers bis zum bitteren Ende dokumentiert hat, tun wir es. Wenn zum Beispiel das Eis immer mehr schmilzt und gleichzeitig zerfällt und von Schutt zugedeckt wird – was passiert dann? Entstehen dann allmählich Permafrost-Formen wie zum Beispiel Blockgletscher? Das sind ungeklärte Fragen, obwohl es in der Schweiz viele solche Fälle gibt.

Also sind Sie «Sterbebegleiter» für Gletscher. Ist das nicht deprimierend?

MH: Von aussen mag das so scheinen. Ich finde es aber faszinierend, wenn etwas passiert. Ich bin Forscher: Sachen, die sich verändern, werfen Fragen auf. Das ist spannend.

Blick in die Zukunft: Werden Ihre Enkel noch Gletscher in den Alpen erleben?

MH: Es ist unglaublich, wie schnell die Gletscher zurzeit Eis verlieren. Auch früher gab es Jahre mit sehr viel Schmelze – aber die letzten vier Jahre waren allesamt extrem! Gletscher sind nämlich zu gross fürs aktuelle Klima und versuchen krampfhaft, sich durchs Schmelzen anzupassen und ein neues Gleichgewicht zu erreichen. Auch wenn der Klimaschutz sehr schnell und weltweit umfassend umgesetzt wird, werden daher meine Enkel nur rund einen Drittel des heutigen Gletschervolumens vorfinden. Viele kleinere

Gletscher werden verschwunden sein, und lange, ins Tal reichende Gletscherzungen wird es nicht mehr geben.

Könnte man die Gletscher stattdessen mit technischen Massnahmen retten?

MH: Auf kleinen Flächen klappt es gut, Schnee und Eis im Sommer abzudecken. Ein weisses Vlies reduziert die Schmelze deutlich und erhält wichtige Skipisten-Abschnitte. Aber man kann dies aus Kosten- und Umweltschutzgründen nicht auf ganze Gletscher anwenden. Nun gibt es die Idee, den Morteratsch-Gletscher künstlich zu beschneien, um so Eis aufzubauen. Theoretisch funktioniert das, wenn wir ein Klimaszenario mit geringer Erwärmung annehmen. Der Knackpunkt: Das braucht sehr viel Wasser, und zwar im Winter. Also müssten grosse Speicherseen errichtet werden – das wäre sehr teuer und schwer umsetzbar.

Die Technik wird's also nicht richten?

MH: Nein, höchstens lokal. Wenn wir die Gletscher retten wollen, dann müssen wir das Klima schützen.

www.glamos.ch



Matthias Huss ist Glaziologe an der WSL und leitet das Schweizer Gletschermonitoring-Netzwerk GLAMOS.

Tamaki Ohmura, Birmensdorf

«Auf meinem Weg zur Arbeit fahre ich mit dem Velo extra die längere Strecke durch den Wald. An dieser Lichtung bleibe ich meist kurz stehen und lassen den Ort auf mich wirken. Hier sieht man den Wechsel der Jahreszeiten sehr schön.»



LÖSUNGEN FÜR DIE FORSTWIRTSCHAFT

Holz nutzen oder besser Bäume stehen lassen und dafür Geld in Form von CO₂-Zertifikaten erhalten? Dies ist nur einer von möglichen Zielkonflikten, die sich Waldeigentümern heute stellen. Die Politikwissenschaftlerin Tamaki Ohmura erar-

beitet im Projekt ATREE Lösungsansätze, wie solche Konflikte mit politischen Instrumenten angegangen werden können. Dies können etwa neue Gesetze sein oder wirtschaftliche Anreize wie die Schaffung eines Marktes für CO₂-Zertifikate.

Lernen aus Lawinenwintern, um künftig besser vorbereitet zu sein

Die grösste Lawinenkatastrophe des 20. Jahrhunderts in den Schweizer Alpen ereignete sich im Winter 1950/51: 98 Personen starben und gegen 1500 Gebäude wurden zerstört. So tragisch diese Ereignisse auch waren: «Jeder Lawinenwinter der letzten 150 Jahre hat dazu beigetragen, den Lawinenschutz zu verbessern», sagt Stefan Margreth, Leiter der Gruppe Schutzmassnahmen am WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF. Auch der Winter 1951 führte zu einem Paradigmenwechsel: Bis anhin bestanden Schutzverbauungen in Lawinen-Anrissgebieten vor allem aus massiven Mauern und Terrassen. Es zeigte sich jedoch, dass diese zu wenig wirkten. Daher wurde nun der Bau von Stützwerken aus Stahl, Beton und Aluminium massiv vorangetrieben, das SLF testete verschiedene Kon-

struktionsarten und Baumaterialien. Zudem wurden Hänge mit Schutzwald wieder aufgeforstet und die Lawinenwarnung verbessert.

Den Lawinen des Winters 1951 fielen auch etliche Gebäude zum Opfer, die erst vor kurzem gebaut worden waren. Um lawinengefährdete Zonen künftig in der Raumplanung ausscheiden zu können, entstanden die ersten Gefahrenkarten. Für ihre Weiterentwicklung und Vereinheitlichung war der Lawinenwinter 1968 massgeblich, während dem viele ausserordentlich grosse Lawinen niedergingen. Die mit Abstand grösste Schadenlawine war die Dorfbachlawine in Davos, die vier Tote forderte und 29 Gebäude zerstörte. Zwar existierte eine Gefahrenkarte für das betroffene Gebiet, diese berücksichtigte aber nur Lawinengrössen, wie sie etwa alle 50 Jahre auftreten. Das SLF erarbei-



Hundertprozentige Sicherheit vor Lawinen gibt es nicht: Im Januar 2019 verursachte eine Staublawine grosse Schäden auf der Schwägalp (AR).

tete daraufhin einheitliche Kriterien für die Erstellung von Gefahrenkarten. Diese berücksichtigen Extremlawinen mit einer Wiederkehrdauer von bis zu 300 Jahren.

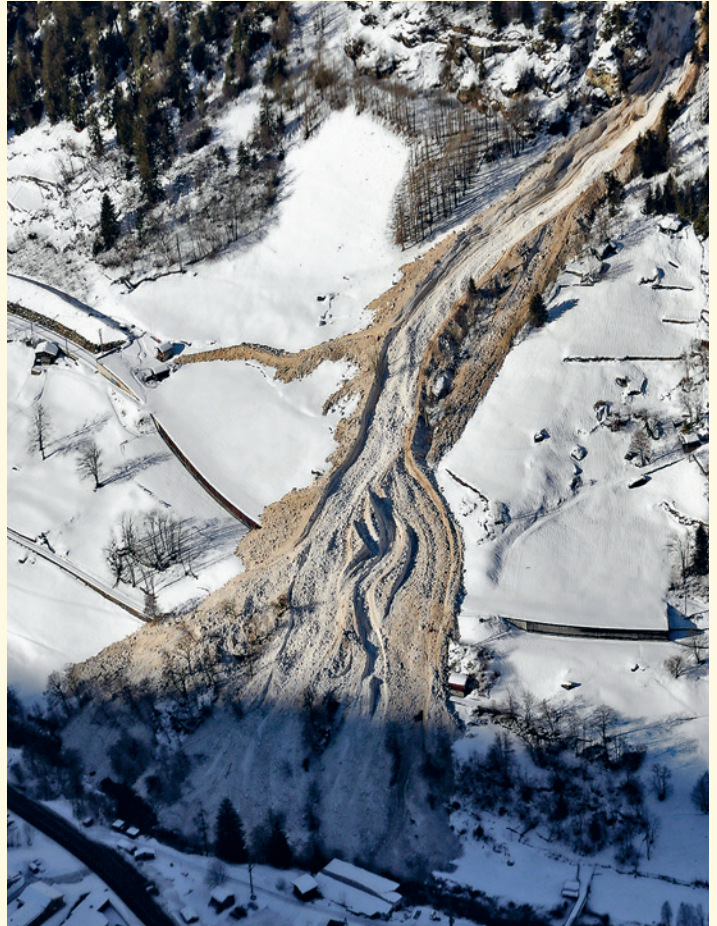
Zusammenspiel verschiedener Massnahmen

Extreme Lawinen brachte auch der Winter 1999: Langanhaltende, intensive Schneefälle schnitten Täler und Dörfer für mehrere Tage von der Umwelt ab. Es gab 1200 Schadenlawinen und 17 Todesopfer. Das SLF führte eine detaillierte Analyse der Ereignisse durch. «Diese zeigte, dass der bauliche Lawinenschutz gut funktionierte», sagt Margreth. Insgesamt hat das Zusammenspiel von baulichen mit planerischen (z. B. Lawinengefahrenkarten), biologischen (Schutzwald) und organisatorischen Massnahmen (z. B. Sperrungen) wesentlich dazu beigetragen, dass die Schäden nicht noch grösser ausfielen. Dieser sogenannte integrale Lawinenschutz wurde nach 1999 weiter verbessert. Die Ereignisanalyse ergab jedoch auch, dass es bei den lokalen Lawinendiensten noch Defizite gab. Deren Ausbildung wurde in der Folge weiter vorangetrieben.

Die Lawinensituation im Januar 2018 stellte den integralen Lawinenschutz auf die Probe: Erstmals seit 1999 prognostizierte der Lawinewarndienst des SLF verbreitet die höchste Gefahrenstufe 5. Doch trotz 150 Schadenlawinen gab es in diesem Lawinenwinter weder Todesopfer noch grössere Schäden im Siedlungsgebiet. «Dabei mag auch Glück eine Rolle gespielt haben», sagt Margreth. Zudem waren Schneemengen und Lawinenaktivität weniger extrem als 1999. «Entscheidend war aber, dass sich die Entwicklungen und Massnahmen zum integralen Lawinen-

schutz bewährt haben.» Das bestätigte die Ereignisanalyse, die das SLF im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt erstellte.

Eine neue Herausforderung wird künftig der Einfluss der Klimaerwärmung auf die Lawinenakti-



Die Jungbachlawine bei St. Niklaus (VS) verfehlte im Januar 2018 einige landwirtschaftliche Gebäude nur knapp.

vität sein. So könnten Prozesse wie eine stark schwankende Schneefallgrenze mit Regen bis in hohe Lagen oder Gleitschneelawinen häufiger werden und eine Anpassung von Schutzmassnahmen nötig machen. Margreth ist überzeugt: «Hier braucht es dringend Forschung, um für künftige Ereignisse bestmöglich vorbereitet zu sein.» (sni)

<https://bit.ly/2JePIOZ>

Marco Ferretti, Birmensdorf

«In der Café Bar «Nordbrücke» in Zürich Wipkingen entspanne ich mich gerne nach einem intensiven Arbeitstag, trinke einen guten Espresso oder treffe am Abend Freunde. Ich schätze diesen Hauch von Dorfatmosphäre mitten in Zürich.»



VERSTEHEN, WIE SICH DER WALD VERÄNDERT

Marco Ferretti leitet die Forschungseinheit «Waldressourcen und Waldmanagement» und ist Vorsitzender des internationalen Waldmonitoringprogramms ICP Forests. Für ihn sind Synergien zwischen den verschiedenen Arten der Waldbeob-

achtung von strategischer Bedeutung. «Die Langzeitbeobachtung ist eine Goldgrube für die Forschung. Das Zusammenführen von Daten kann uns helfen, besser zu verstehen, wie Umweltveränderungen die Vitalität unserer Wälder beeinflussen.»



Das Extreme interessiert und fasziniert uns: sei es die Forschung am Nordpol bei unvorstellbarer Kälte, aussergewöhnliche Hitzesommer mit Trockenheit und Waldbränden – oder Lebewesen, die an den unwirtlichsten Orten überleben können. Forschende der WSL untersuchen, wie Natur und Mensch auf ausserordentliche Umweltereignisse reagieren – und begeben sich manchmal selber in Extremsituationen.

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

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

IMPRESSUM

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

Text:
Lisa Bose (lbo), Claudia Hoffmann
(cho), Beate Kittl (bki), Sara Nieder-
mann (sni), Birgit Ottmer (bio)

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

Gestaltung:
Raffinerie AG für Gestaltung, Zurich

Layout: Sandra Gurzeler, WSL

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

Auflage und Erscheinen:
5000, zweimal jährlich

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

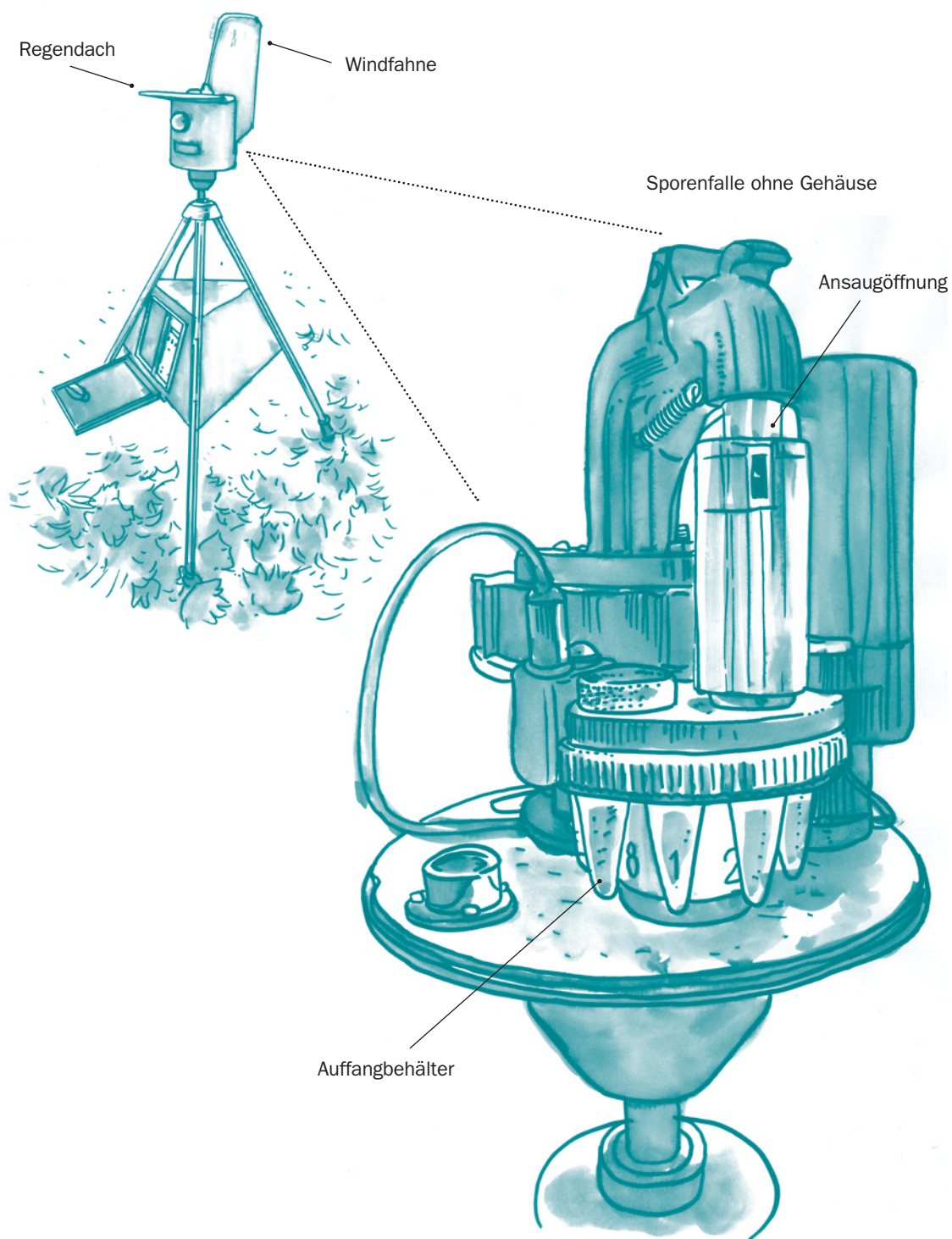
Zitierung:
Eidg. Forschungsanstalt WSL, 2020:
WSL-Magazin Diagonal, 1 / 20.
36 S., ISSN 2296-3561

PERSONEN



Die Diagonal-Redaktion von links nach
rechts; oben: Sara Niedermann,
Birgit Ottmer, Beate Kittl; unten:
Claudia Hoffmann, Sandra Gurzeler,
Lisa Bose

SPORENFALLE



Die Sporenfalle saugt konstant Luft aus der Umgebung an und sammelt darin vorkommende Partikel in einem kleinen Behälter – darunter auch Sporen von Pilzen. Von welchen Arten diese stammen, zeigen genetische Analysen der Proben. Die Falle auf dem WSL-Gelände in Birmensdorf ist Teil eines globalen Sporen-Monitoringprojekts. Heute sind erst 150 000 Pilzarten wissenschaftlich beschrieben, man geht jedoch davon aus, dass es tatsächlich zwischen zwei bis 13,2 Millionen gibt. Dank dem Monitoringprojekt sollen diese Schätzungen genauer werden.

Video auf:
www.wsl.ch/ding





Schützenswert: Moosflora auf Findlingen, S. 27



Einschlüsse: Spuren der Klimavergangenheit im Schnee, S. 28

STANDORTE

Birmensdorf

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

Davos

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

Lausanne

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

Cadenazzo

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

Sion

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

FORSCHUNG FÜR MENSCH UND UMWELT

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

