

WSL-MAGAZIN

DIAGONAL

SCHWERPUNKT

Was den Wald und uns gesund hält

Nr. 1
21

Stadtplanung:

Landschaft wichtiger nehmen, S. 24

Neues Buch:

Wandern, wo andere forschen, S. 26

Gletscherabbruch:

Gutachten für mehr Sicherheit, S. 31

EDITORIAL

Liebe Leserin, lieber Leser
Der Wald tut dem Menschen gut – gerade in Zeiten der Coronapandemie, das haben Untersuchungen der WSL gezeigt. Doch auch wenn Corona allgegenwärtig und die menschliche Gesundheit zweifelsohne zentral ist, so haben auch andere Organismen, ja ganze Ökosysteme immer wieder mit Gesundheitsproblemen zu kämpfen. Wie Bäume und der Wald mit altbekannten Herausforderungen wie dem Borkenkäfer, aber auch mit neuen Krankheiten und den negativen Auswirkungen des Klimawandels umgehen, davon handeln mehrere Beiträge in diesem Heft.

Ganz aussen vor lassen wir die menschliche Gesundheit in dieser Ausgabe aber nicht: Im Permafrost könnten derzeit noch unbekannte Bakterien und Pilze mit antibiotischer Wirkung ihrer Entdeckung harren – unsere Fachleute für Mikroorganismen im Boden sind ihnen auf der Spur. Sie leisten mit ihrer Arbeit wie alle anderen Forschenden der WSL einen Beitrag zum besseren Verständnis der Vorgänge in der Natur – zum Wohle von Mensch und Umwelt.



Christoph Hegg
Acting Director WSL



Gesundheit



ERMITTLER GEGEN BAUMKRANKHEITEN

Im Pflanzenschutzlabor durchleuchten WSL-Forschende neu aufgetauchte Krankheitserreger und untersuchen, wie man sie bekämpfen kann.

→ **8**



GESUND DURCH NATUR

Bewegung in der Natur ist gut für Körper und Seele – aber stimmt das auch? Das diskutieren eine Umweltpsychologin und ein Präventivmediziner.

→ **13**



MEDIZIN AUS DER KÄLTE

Im Permafrost leben Mikroorganismen, die dringend benötigte neue Antibiotika produzieren könnten. WSL-Forschende sind ihnen auf der Spur.

→ **18**

DAUERPATIENT WALD?

Klimawandel, Schadstoffe, Schädlinge: Der Wald steht vor grossen Herausforderungen. Wie die WSL hilft, ihn dafür zu wappnen.

→ **2**

KERNTHEMEN

- 20** WALD
- 24** LANDSCHAFT
- 27** BIODIVERSITÄT
- 31** NATURGEFAHREN
- 32** SCHNEE UND EIS

PORTRÄTS

- 19** Karin von Känel, Chemikerin
- 23** Lukas Dürr, Lawinenprognostiker
- 34** Fabian Bernhard, Umweltingenieur
- 35** IMPRESSUM, AUSBLICK
- 36** DAS DING: Radiometer

WALDGESUNDHEIT Saurer Regen, Borkenkäfer, Trockenschäden: Unsere Wälder stehen immer wieder vor neuen Herausforderungen – und die Forschung der WSL mit ihnen.

Dauerpatient Wald?

Das «Waldsterben» und der «saure Regen» beschäftigen die Öffentlichkeit. Kreisoberförster Hans Zehnder weist eine Besuchergruppe auf die Symptome hin, die vermutlich durch schwefelhaltige Abgase entstanden sind.





Zu Beginn der 1980er-Jahre beobachten Förster ausgeprägte, fortschreitende Nadelverluste bei Tannen und Fichten.

Das «Waldsterben» half bei der Durchsetzung der Luftreinhaltverordnung von 1985, die Massnahmen wie Katalysatoren für Autos und entschwefeltes Heizöl sowie Emissions-Grenzwerte vorschrieb.

Möhlin (AG), 7. Mai 1983.

Bild: KEYSTONE/SIT

Irgendwo im Kanton Zürich: Ein langhaariger Reporter mit Schnauz und Wollpullover spaziert mit einem Förster, seinerseits in Anzug und Krawatte, durch den Wald. «Diese Weisstanne hat kaum noch Nadeln und wird in nächster Zeit ganz absterben», sagt der Förster. Kameratechnik auf schwächliche Tannen, untermalt mit schriller Musik. «Der Wald steht krank und leidet. Alarmierende Schäden auch in der Schweiz. Was tun?», fragt der Sprecher. Die Szene stammt aus einer Sendung des Schweizer Fernsehens von 1983 zum «Waldsterben».

Die Wissenschaft zu jener Zeit ist zunächst ratlos, wie die vielen gelichteten Baumkronen – das Hauptsymptom des «Waldsterbens» – einzuordnen sind. Als Ursache vermutet man, schwefelhaltige Abgase, die als «saurer Regen» in die Wälder gelangen, die Bäume schwächen und anfällig für Trockenheit und Schädlinge machen. Zweifelsfrei belegen lässt sich das nicht, es fehlen die Vergleichsdaten aus der Vergangenheit.

Um dieses Manko zu beheben, startete die WSL 1984 die Sanasilva-Inventur (lateinisch: «gesunder Wald»). Mit dieser überprüft sie seit her jährlich den Waldzustand auf derzeit rund fünfzig Waldflächen. Als Krankheitssymptom wählten die Forschenden den Nadel- oder Blattverlust, der einfach zu beurteilen ist. Die Grenze, ab wann ein Baum als geschädigt galt, wurde bei 25 Prozent Blattverlust angesetzt.

Die Frage, was ein gesunder Baum oder ein gesunder Wald ist, treibt die WSL seit ihrer Gründung 1885 um. Damals bereitete der Wald schon einmal Sorgen. Vor allem im Gebirge waren Wälder geplündert und übernutzt worden. Nach schlimmen Überschwemmungen gab sich

die Schweiz 1876 ein für damals revolutionäres Forstpolizeigesetz, das die nachhaltige Waldnutzung einläutete, und gründete die «Centralanstalt für das forstliche Versuchswesen», die Vorgängerinstitution der WSL. Ihr Auftrag: «Der Forstwirtschaft eine sichere Grundlage zu verschaffen».

Die Forschenden legten rasch zahlreiche Dauerbeobachtungsflächen an, auf denen sie als Grundlage für die Holznutzungsplanung Wachstum, Zusammensetzung und Zustand der Wälder massen. Sie wiesen auch Zusammenhänge zwischen dem Wald und Lawinen, Erdbeben und Hochwassern nach. Als «gesunder» Wald galt damals einer, der dem Menschen Holz liefert und ihn vor Naturgefahren schützt. Doch als in den 1980er-Jahren die Luftverschmutzung ihren Tribut forderte, zeigte sich, dass es an Grundlagenkenntnissen fehlte, um die Frage zu beantworten, warum die Bäume serbelten. Deshalb wurde kurz nach Sanasilva auch die Langfristige Waldökosystemforschung (LWF) gestartet. Seit 1994 erfasst die WSL auf knapp zwanzig Testflächen schweizweit mit einer ganzen Batterie von Messgeräten Umwelteinflüsse und Schadstoffe sowie die Reaktion der Bäume darauf.

Die erhobenen Langzeitdaten belegten bald, dass der Wald zwar geschädigt, aber in seiner Existenz nicht unmittelbar bedroht war – ein «Waldsterben» fand also nicht statt. Da aber in den 1980er-Jahren Referenzwerte zum Waldzustand fehlten, kamen der Wissenschaft und der Öffentlichkeit die Menge an Bäumen, die schwächelten oder gar abstarben, immens vor.

Tote Bäume ermöglichen neues Leben

Seither hat sich die Wahrnehmung von Waldgesundheit markant verändert. «Noch beim Waldsterben hat man nur auf die Bäume geschaut», sagt Andreas Rigling, Forstingenieur und Mitglied der WSL-Direktion. «Heute berücksichtigt man auch die Bodenorganismen, ja das ganze Ökosystem.» Und zu diesem gehört auch, dass Bäume absterben. Stürzen sie um, machen sie Platz für Jungwuchs und lichtliebende Tier- und Pflanzenarten, etwa Orchideen oder die Waldschnepfe. Zudem ist schätzungsweise jeder dritte Waldorganismus von totem Holz abhängig, seien es holzabbauende Pilze, Tothholzkäfer oder Spechte. Seit 2005 erfasst das von der WSL durchgeführte Landesforstinventar die Tothholzmenge als wichtigen Bestandteil des Waldökosystems.

Ein gewisser Anteil toter Bäume ist also normal und sogar wünschenswert. Was ein gesunder Wald ist, lässt sich dennoch nicht so einfach definieren. Denn dies hängt stark davon ab, was der Mensch vom Wald will. Ein Wald kann gesund sein, wenn er genügend Holz liefert, aber auch, wenn er sicher vor Lawinen schützt oder wenn sich die Menschen darin erholen können. Die Wälder in der Schweiz sollen je nach Region mehrere ihrer wichtigen Funktionen – Schutz vor Naturgefahren, Holzlieferant, Erholungsort, Lebensraum für Flora und Fauna, Speicher für Treibhausgase, Wasser- und Luftfilter – gleichzeitig erfüllen. Multifunktionale Wälder sind das Ziel, aber mit unterschiedlicher Gewichtung der Funktionen.

Wo was zu tun ist und was das kosten darf: Diese Fragen stellen sich Fachleute aus Waldpolitik und -bewirtschaftung ständig. Dass man gegen Umweltgifte oder eingeschleppte Krankheiten etwas tun soll, ist klar. «Aber schon bei den einheimischen Borkenkäfern scheiden sich die Geister», sagt Eckehard Brockerhoff, Spezialist für Waldinsekten und Leiter der Forschungseinheit Wald-

gesundheit und biotische Interaktionen. Wie viel Borkenkäferfrass kann und soll toleriert werden? Die WSL hilft den Forstleuten mit Diagnosen und Computermodellen, Käferschäden dort einzudämmen, wo Waldleistungen gefährdet sind (siehe Seite 16).

Die kommenden Krisen

Neben den Borkenkäfern hat der Wald mit weiteren Problemen zu kämpfen. Denn obwohl die Massnahmen zur Luftreinhaltung die Schadstoffeinträge stark reduziert haben, ist die Belastung der Wälder mit Stickstoff und Ozon aus Landwirtschaft und Verbrennungsprozessen nach wie vor vielerorts kritisch. «Wir sind zwar den sauren Regen los, aber empfindliche Böden versauern weiterhin wegen hoher Stickstoffeinträge», sagt Peter Brang, Forstingenieur und Experte für Wald und Klimawandel an der WSL. Und trotz Grenzkontrollen sind wir teilweise machtlos gegen die vielen invasiven Pflanzen und Schädlinge, die der internationale Handel in unser Land schwemmt. Seit 2014 betreibt die WSL ein Hochsicherheitslabor, um solche Neuankömmlinge zu diagnostizieren, zu untersuchen und natürliche Wege für ihre Bekämpfung zu suchen (siehe Seite 8).


Und dann ist da noch der Klimawandel. Er schreitet so schnell voran, dass die natürliche Anpassungsfähigkeit der Waldökosysteme nicht Schritt halten kann. Das zeigte sich, als im Trockensommer 2018 zahlreiche Bäume verdursteten. «Wir müssen alles tun, um auch in Zukunft stabile Wälder zu erhalten», sagt Rigling. Wälder mit vielfältigen Strukturen und Baumarten können Schädlingen, Stürmen und anderen Unwägbarkeiten besser standhalten und sich schneller davon erholen. Eine zukunftsgerichtete und naturnahe Waldpflege kann dies beschleunigen und in die gewünschte Richtung lenken. «Gleichzeitig ist dafür zu sorgen, dass der Jungwald überhaupt vielfältig aufwachsen kann», so Brang. Denn die übermässig zahlreichen Hirsche und Rehe fressen ausgerechnet Sprösslinge von klimatoleranten Zukunftsbaumarten wie Eiche und Weisstanne besonders gerne.

Bei all diesen Fragen steht die WSL wiederum mit Rat und Tat zur Seite. Ökonomen berechnen, was es kostet, Waldleistungen zu erhalten und wie die Waldeigentümer dafür entschädigt werden können. Forstwissenschaftlerinnen identifizieren Baumarten, die mit dem zukünftigen Klima klarkommen: In einem neuen Grossprojekt pflanzt ein Team um Peter Brang und Kathrin Streit schweizweit über 50 000 Bäume und verfolgt während der nächsten dreissig Jahre deren Gedeihen.


Immerhin hat das «Waldsterben» der 1980er-Jahre gezeigt, dass rasches Handeln möglich ist. Die kranken Bäume haben Politik und Bevölkerung damals so aufgerüttelt, dass im Rekordtempo Luftreinhaltevorschriften, entschwefeltes Heizöl, Rauchgasfilter und Katalysatoren in Autos eingeführt wurden. Um auf kommende Krisen gezielt reagieren zu können, braucht es fundiertes Wissen. Deshalb wird die WSL die Gesundheit des Waldes weiterhin erforschen.

(bki)


Ausschnitt aus der SRF-Sendung «CH-Magazin» zum Waldsterben vom 20.9.1983: bit.ly/waldsterben1983




Im Projekt «Healthy Alps» untersuchte die WSL zusammen mit der Universität für Bodenkultur Wien, welchen Zusammenhang es zwischen der Biodiversität und dem Wohlbefinden und der Gesundheit von Menschen gibt. 22 Freiwillige hielten sich jeweils während einer definierten Zeitdauer in unterschiedlichen Alpwiesen auf.



Die Teilnehmenden gaben an, dass sie in der bewirtschafteten, artenärmeren Wiese Stress besser abbauen konnten als in der nicht mehr bewirtschafteten Wiese.



Die kognitive Leistung der Teilnehmenden war nach einem Aufenthalt in der artenreicheren Wiese besser als nach einem Aufenthalt in einer bewirtschafteten Wiese.



Sowohl artenreiche als auch weniger artenreiche Alpwiesen scheinen einen positiven Einfluss auf die Gesundheit und das Wohlbefinden zu haben. Eine hohe Diversität bedeutet demnach nicht in jedem Fall einen positiveren Einfluss.

PFLANZENSCHUTZ **Ermittlungen gegen einen neuen Krankheitserreger. Käfer, Pilze, Bakterien – in der Schweiz gibt es immer mehr Baumschädlinge. Forschende des WSL-Pflanzenschutzlabors identifizieren neue Erreger und ermitteln, ob und wie diese bekämpft werden sollen – wie kürzlich bei einer neu entdeckten Pilzart.**

Eigentlich sehen die orangen Pünktchen auf der Rinde ganz hübsch aus. Doch für die Hagebuche aus dem Jura bei Delémont, von der dieser etwa oberarmdicke Ast stammt, sind sie nichts Erfreuliches. Denn die Pusteln stammen von einem Pilz, der den Baum krank macht. Ludwig Beenken, Forstpathologe bei Waldschutz Schweiz an der WSL in Birmensdorf, legt den befallenen Ast zurück auf den Labortisch und nimmt eine weitere Baumprobe in die Hand: ein Rindenstück aus dem Auwald bei Brugg. Auch darauf sind die orangen Pusteln zu erkennen. Ebenso auf einem Stück eines Baumstamms von der Lägern im Aargau oder auf dem Ast aus einem Wald bei Neuenburg. Der Name des Krankheitserregers lautet *Cryphonectria carpinicola* – «*carpini*» ist der lateinische Name der Hagebuchen, «*cola*» steht für «wächst auf». Mehr wusste man bis vor Kurzem auch nicht über diesen Pilz, denn die Forschenden haben ihn gerade erst entdeckt und als neue Art beschrieben.

Zufallsfund beim Friedhof

Von den Hunderten von verschiedenen Baumschädlingen gehören Pilze zu den gefährlichsten: Die aggressivsten unter ihnen können Bäume innerhalb von wenigen Monaten komplett absterben lassen. Den neuen Missetäter *C. carpinicola* hat der Leiter von Waldschutz Schweiz, Valentin Queloz, im Januar 2018 zum ersten Mal in der Schweiz gefunden – zufälligerweise, als er in der Nähe eines Friedhofs in Basel einer anderen Baumkrankheit auf der Spur war. Er fotografierte den Pilz und nahm eine Probe davon. «Im Pflanzenschutzlabor an der WSL starteten wir dann die Detektivarbeit», erzählt Queloz. Ist der Pilz schon bekannt, wurde er schon einmal in der Schweiz gefunden und wie aggressiv ist er?

Um diese Fragen zu beantworten, schaute sich Ludwig Beenken zunächst unter dem Mikroskop die Morphologie des Pilzes an, also dessen Gewebestruktur aus Fäden und Sporen. So erkennt der Experte schon die meisten der bekannten Holzpilze – und eben auch, wenn er etwas noch Unbekanntes vor sich hat. Zudem züchteten die Forschenden den Pilz im Labor. Dazu nimmt Beenken jeweils mit einer Pinzette ein winziges Stück von einer der Pilzpusteln und setzt diese in einer Petrischale auf einen Nährboden.

Woher kommt der neue Pilz?

In ihrem Labor ein Stockwerk tiefer hebt Carolina Cornejo den Deckel von einer der zig Petrischalen mit solchen Pilzkulturen, die sich auf den Labortischen stapeln. Der Nährboden der Schale ist über und über mit einer orangegelben

Weitere Infos zum
WSL-Pflanzenschutz-
labor: [www.wsl.ch/
pflanzenschutzlabor](http://www.wsl.ch/pflanzenschutzlabor)



Blick in die Gene: WSL-Forscherin Carolina Cornejo analysiert im Diagnostiklabor die isolierte Pilz-DNA.

Masse überwachsen. «*Cryphonectria carpinicola*», sagt Cornejo. Die Biologin ist dafür zuständig, das Erbmateriale von Bakterien- oder Pilzerregern zu isolieren und zu untersuchen. Dadurch lässt sich ein Organismus zweifelsfrei identifizieren, zudem kann Cornejo mittels Genvergleichen mit ähnlichen Pilzen einen genetischen Stammbaum erstellen.

Dessen Verästelungen zeigen im Falle von *C. carpinicola*, dass der Pilz mit *Cryphonectria parasitica* verwandt ist, einem aggressiven Cousin, der in den 1940er-Jahren aus Asien eingeschleppt wurde und bei einheimischen Edelkastanien den gefährlichen Kastanienrindenkrebs verursacht. Noch näher ist *C. carpinicola* aber mit einer Gruppe von Pilzen verwandt, die seit Tausenden von Jahren in Europa ansässig sind und die sich schon früh vom asiatischen *Parasitica*-Ast abgespalten haben. Daraus kann Cornejo Entscheidendes herauslesen: *C. carpinicola* wurde wahrscheinlich nicht nach Europa eingeschleppt, sondern war schon seit langem da und wurde erst jetzt aktiv.

Bäume kontrolliert infizieren

Aber wie gefährlich ist der Pilz denn nun für die Bäume? «Das ist allein aus Beobachtungen von befallenen Bäumen in der Natur schwierig abzuschätzen»,

sagt Daniel Rigling, Leiter der Gruppe Phytopathologie an der WSL. Denn wenn Bäume krank werden, geschieht das häufig aufgrund einer Mischung aus Umweltfaktoren wie Trockenheit und manchmal gleich mehreren Krankheitserregern. Um zu klären, wie sich *C. carpinicola* auswirkt, führten die Forschenden darum im Pflanzenschutzlabor Infektionsversuche durch – zum Teil mit Jungbäumen, die im Sicherheits-Gewächshaus beobachtet wurden, zum Teil mit abgeschnittenen Stammstückchen. In diese bohren die Forschenden jeweils ein kleines Loch und streichen mit einem Spatel etwas Pilzkultur hinein, um die Proben zu infizieren.

Rigling öffnet die Tür der Klimakammer, in der die Infektionsversuche laufen. Aufgereiht in Plastikboxen kranken hier Hunderte jeweils etwa 20 Zentimeter lange, fingerdicke Baumstämmchen vor sich hin. Rigling nimmt einen der Baumteile in die Hand. Neben dem Bohrloch sind zentimetergrosse schwarze Flecken zu erkennen. «Das sind Läsionen, also Verletzungen, die der Pilz verursacht.» Im Fall von *C. carpinicola* hat sich gezeigt, dass Jungbäume zwar Läsionen bekommen, aber den Pilz in Schach halten können und nicht absterben – eine gute Nachricht.

Die Trockenheit macht Bäume anfälliger

Einen Hinweis darauf, warum der Pilz jetzt aktiv geworden ist, nachdem er so lange unentdeckt blieb, haben weitere *C. carpinicola*-Funde geliefert. WSL-Masterstudent Valentin Brühwiler hat Schweizer Hagebuchenwälder durchstreift und untersucht, wo der Pilz auftritt und wo nicht. So wurde klar, dass *C. carpinicola* nur auf ausgedörrten Hagebuchen ausbricht. «Die langen Trockenperioden in den Sommern der letzten Jahre haben die Bäume geschwächt und anfällig gemacht», erklärt Valentin Queloz. So kann sich ein Pilz, den die Bäume zuvor in Schach halten konnten, plötzlich ausbreiten.



Über und über ist diese Rindenprobe mit den typischen orangen *C. carpinicola*-Pusteln überzogen. Unter dem Mikroskop wird die Feinstruktur des Pilzes sichtbar.

Und *C. carpinicola* ist kein Einzelfall: «Uns fällt auf, dass wir gerade in den letzten Jahren vermehrt auf neue Erreger stossen», sagt Queloz. Häufig handelt es sich dabei auch um eingeschleppte Organismen. Über den Welthandel verbreiten sie sich rasch über Ozeane und Kontinente hinweg, etwa in transportierter Erde, in Zierpflanzen, Paletten oder Holzverpackungen. «Ein aggressiver Erreger kann grossen Schaden anrichten», sagt Carolina Cornejo, «deshalb ist es so wichtig, dass wir neu auftretende Organismen identifizieren und überwachen.»

Drehscheibe zwischen Forschung und Praxis

Dabei helfen den Forschenden die guten Beziehungen, die sie zu vielen Förstern, Mitarbeitenden von Baumschulen und interessierten Privatpersonen unterhalten. Vielfach melden die Fachleute Befälle, die sie noch nicht kennen. In einem Formular beschreiben sie den Befall, vielfach schiessen sie ein Foto oder schicken gleich eine Probe per Post. Über vierhundert solche Meldungen gingen 2020 bei Waldschutz Schweiz ein.

All diese Daten aus Waldbeobachtungen, Infektionsversuchen und genetischen Untersuchungen fliessen im Pflanzenschutzlabor der WSL zusammen und helfen den Forschenden einzuschätzen, wie mit einem Krankheitserreger umgegangen werden soll. Für *Cryphonectria carpinicola* ist inzwischen klar: Es ist nicht nötig, befallene Bäume zu fällen, ebenso wenig müssen Fallen aufgestellt werden, die Pilzsporen aus der Luft filtern, um den Erreger zu überwachen. Doch die Forstdienste wurden über den neuen Pilz informiert und dazu aufgerufen, befallene Bäume zu melden. Auch die WSL-Forschenden werden in den Wäldern weiter nach dem Erreger fahnden. «Weil der Pilz Bäume unter Trockenstress befällt, dürfte er sich mit der Klimaerwärmung weiter ausbreiten», sagt Rigling. «Diese Entwicklung wollen wir im Auge behalten.» (sru)

Informationen zur
Arbeit von Wald-
schutz Schweiz:
waldschutz.wsl.ch

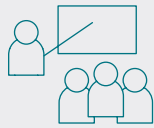


Eine Spatelspitze Pilzkultur – entnommen aus der Petrischale – macht das Stammstückchen krank. Solche Infektionsversuche zeigen, wie stark ein Erreger einem Baum zusetzt.

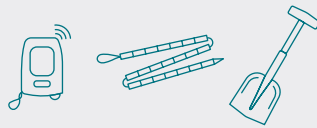
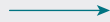
Lawinengefahr bedeutet Lebensgefahr

LAWINENPRÄVENTION

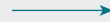
So lassen sich Lawinenunfälle vermeiden: Infos über Lawinengefahr und Wetter einholen, Tour sorgfältig planen, die richtige Ausrüstung mitführen und einen Lawinenkurs besuchen.



Einen Lawinenkurs besuchen



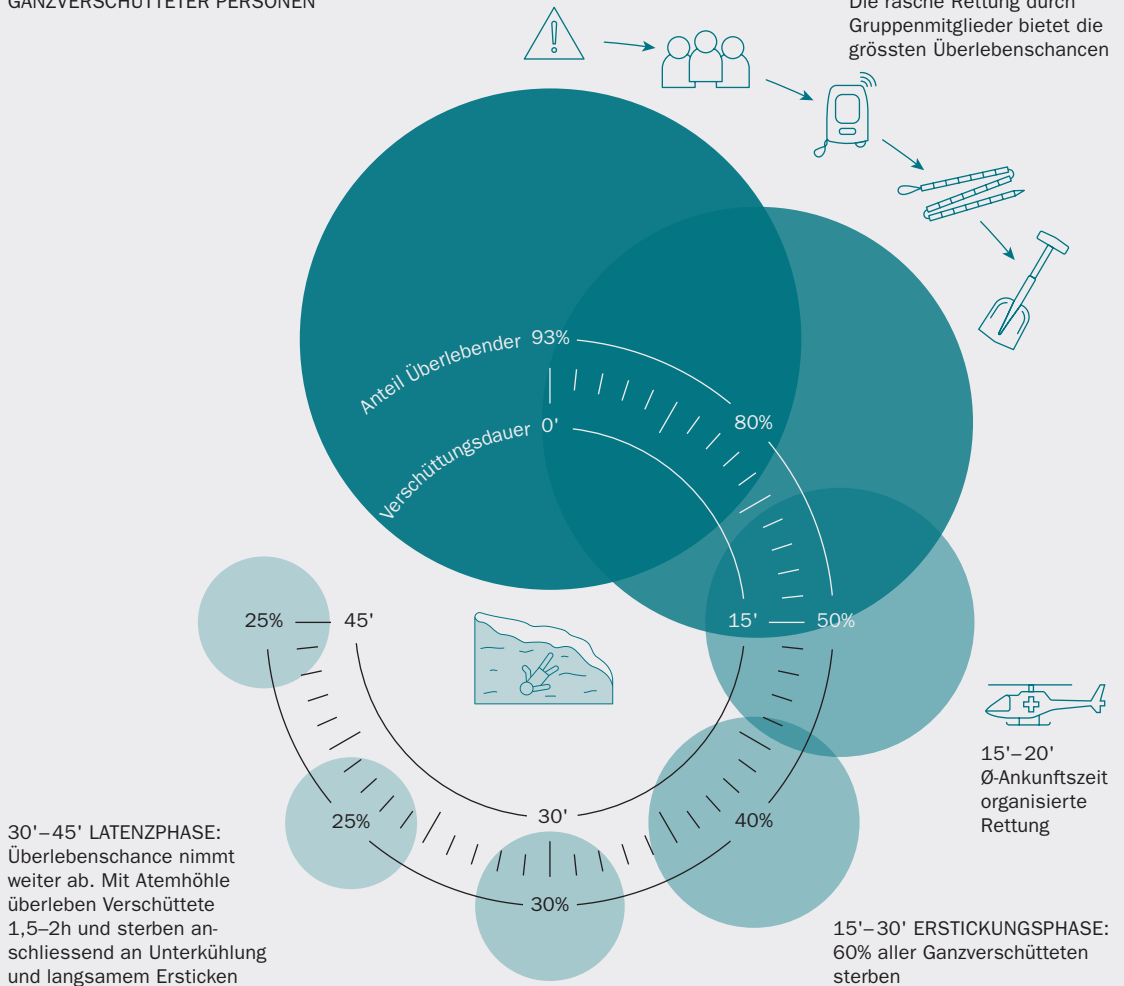
Lawinenschüttelersuchgerät (LVS-Gerät), Sonde und Schaufel (Notfallausrüstung) auf sich tragen



Das Lawinenbulletin vor jeder Tour konsultieren

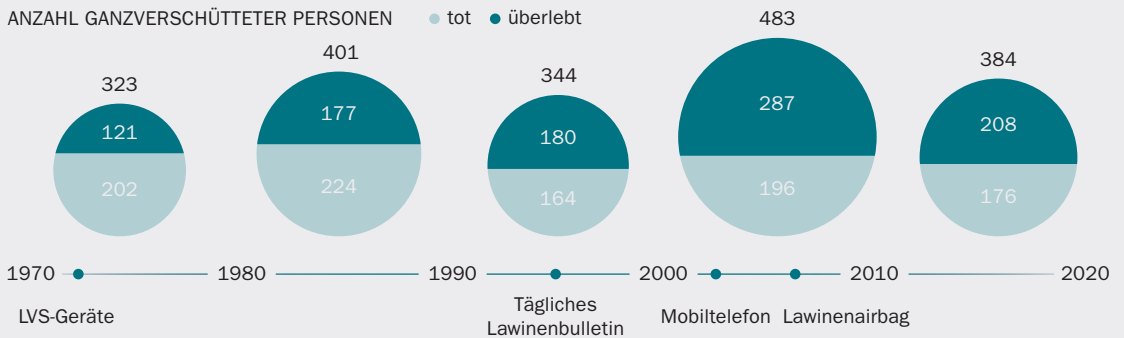
ÜBERLEBENSWAHRSCHEINLICHKEIT GANZVERSCHÜTTETER PERSONEN

KAMERADENRETTUNG
Die rasche Rettung durch Gruppenmitglieder bietet die grössten Überlebenschancen



ANZAHL GANZVERSCHÜTTETER PERSONEN

● tot ● überlebt



DOPPELPASS «Eltern sollten bei ihren Kindern die Liebe für die Natur fördern». Ob Velo fahren, joggen oder im Garten werkeln: Bewegung in der Natur fördert unsere Gesundheit. Aber stimmt das für alle und immer? Die WSL-Umweltpsychologin Nicole Bauer und der Umwelt- und Präventivmediziner Hans-Peter Hutter verraten, wie die Beziehung zur Natur uns prägt.

Bewegung in der Natur tut uns Menschen gut. Aber welcher Faktor ist wichtiger – Bewegung oder Natur?

NB: Beides ist wichtig, wirkt aber leicht unterschiedlich. Das haben wir in Studien gesehen: Schon nach körperlicher Bewegung allein – auf dem Laufband, ohne Naturerlebnis – waren die Testpersonen in besserer Stimmung. Andere Wohlfühlindikatoren, etwa wie gelassen oder wie wach sich die Probanden fühlten, haben sich nur zusammen mit einem Naturerlebnis verbessert.

Woher kommt diese Wirkung?

NB: Die Natur fasziniert uns Menschen auf eine besondere Weise. Sie fesselt unsere Aufmerksamkeit, ohne dass wir uns dafür anstrengen müssen. Das ist sehr wohltuend und erleichtert uns, eine Distanz zum Alltagsstress zu finden. Dazu kommt die Weite: Man fühlt sich in der Natur weniger eingengt als im Siedlungsumfeld. Ein wichtiger Faktor ist die Vielfalt der Landschaft. Wir haben entdeckt, dass sich Hobbygärtnerinnen und -gärtner in artenreichen Gärten besser erholen als in artenärmeren.

HPH: Zudem wirken in der Natur Umweltfaktoren in anderer Qualität auf uns als in urbanen

Räumen. Die Luft enthält weniger gesundheitsbedenkliche Partikel wie etwa Russ aus Verbrennungsprozessen. Und die positiven Sinneseindrücke in der Natur aus Licht, Farben, Gerüchen und angenehmen Geräuschen erhöhen für die meisten den positiven Effekt, den Bewegung auf unsere Gesundheit hat.

Wie allgemeingültig ist diese Wirkung – hilft Bewegung in der Natur jedem Menschen?

NB: Grundsätzlich ja. Wir haben allerdings in einer Studie eine Ausnahme identifiziert. Wir hatten analysiert, inwiefern der Stresslevel von Testpersonen davon abhing, wie oft sie sich in der Natur aufhielten. Dabei war häufiges Rausgehen klar mit einer geringeren Stressreaktion verbunden. Einzig bei zeitlich sehr stark belasteten Personen wirkte der Aufenthalt in der Natur kontraproduktiv, weil er als zusätzlicher Stressor gesehen wurde. Einen Anspruch wie «ich muss jeden zweiten Tag eine Stunde joggen gehen» in einen ohnehin stressigen Alltag einzubauen, dürfte kaum mehr erholsam sein.

HPH: Genau um diesen selbstauferlegten Druck zu mindern, unterstützen wir in der Präventivmedizin die Alltagsbewegung. Man



Hans-Peter Hutter ist Facharzt für Hygiene mit Schwerpunkt Umwelt- und Präventivmedizin und stellvertretender Leiter der Abteilung für Umwelthygiene und Umweltmedizin der Medizinischen Universität Wien.



Nicole Bauer ist Umweltpsychologin an der WSL in Birmensdorf und forscht zum Einfluss von Natur auf die Gesundheit.

nimmt einfach die Treppe anstelle der Rolltreppe oder für kurze Strecken das Velo anstelle des Autos. So können alle einfach und zugeschnitten auf ihren Alltag Bewegung einbauen.

Dennoch gibt es Vorgaben, wie viel jeder und jede sich der Gesundheit zuliebe bewegen sollte.

HPH: Ja, diese Richtwerte sind durch Studien abgesichert. Schon wer sich eine halbe Stunde pro Tag bewegt, senkt sein Risiko, frühzeitig zu sterben, um rund zwanzig Prozent. Von Herz-Kreislauf-Erkrankungen über Diabetes bis zu Krebs – es gibt praktisch kein Medikament, das das Erkrankungsrisiko derart stark und nachhaltig reduziert wie regelmässige Bewegung. Auch darum sollten Eltern bei ihren Kindern die Vorliebe für Bewegung früh fördern, insbesondere Bewegung in der Natur. Wir sehen in der Forschung immer deutlicher, dass vor allem die Erfahrungen der ersten Lebensjahre spätere Vorlieben und Verhaltensweisen – also auch die Freude an Bewegung – stark mitprägen.

Inwiefern?

NB: Ich kann Ihnen ein Beispiel von meinem kleinen Neffen geben. Er wohnt in einer Einfamilienhaus-siedlung, deren Gärten pflegeleicht aus Rasen und Steinbeeten bestehen. Als er zwei Jahre alt war, habe ich ihn mal mit in den Wald genommen. Er war verblüfft und etwas verängstigt, hat sich mit grossen Augen umgeschaut. Er kannte das gar nicht, Wald.

HPH: Mich beunruhigt, wenn ich in den Freibädern beobachte, wie viele kleine Kinder nicht mehr barfuss über die Wiese gehen. Auf dem Weg vom Badetuch zum Schwimmbcken haben sie Sandalen an, weil die Wiese stachlig sei oder wegen Insekten.

Wo liegt da das Problem?

HPH: Es besteht eine grobe Fehleinschätzung, was dieses absolut harmlose Naturerlebnis mit ihnen anstellen könnte. Wie soll sich jemand, der schon nicht barfuss über den Rasen geht, später getrauen, allein in den Wald zu gehen?

NB: Für viele Kinder ist die Natur heute etwas Furchteinflössendes und Ekliges, das haben Studien vor allem im angelsächsischen Raum ergeben. Damit verlieren sie Erlebnisse der Selbstwirksamkeit, die ihnen langfristig helfen, schwierige Situationen zu bewältigen. Wenn sich die Furcht vor der Natur ins Erwachsenenalter weiterzieht, werden sie die wohltuende und stressreduzierende Wirkung der Natur nicht erleben können.

Hat sich das durch die Covid-19-Pandemie möglicherweise verbessert? Offenbar gingen die Leute während der Lockdowns mehr in die Natur.

HPH: Internationale Studien deuten darauf hin, dass sich durch die Lockdowns negative Verhaltensweisen verstärkt haben. Das betrifft etwa den Alkoholkonsum, ungesunde Ernährung und eben auch körperliche Inaktivität. Dass durch die Pandemie massenweise Menschen

«Schon wer sich eine halbe Stunde pro Tag bewegt, senkt sein Risiko, frühzeitig zu sterben, um rund zwanzig Prozent.»



Die Sinneseindrücke in der Natur erhöhen den positiven Effekt, den Bewegung auf unsere Gesundheit hat.

die Natur für sich entdeckt haben, dürfte also eher ein Trugschluss sein. Allerdings muss man berücksichtigen, dass die Lockdowns je nach Land unterschiedlich hart waren. In Österreich zum Beispiel durfte die Bevölkerung im ersten Lockdown ja höchstens mal um den Block gehen.

NB: In der Schweiz haben wir dazu eine Untersuchung durchgeführt. Es stellte sich heraus, dass sich die Menschen während des Lockdowns im Frühling 2020 in zwei Extreme geteilt haben. Vorher gingen die meisten gelegentlich in den Wald, nur wenige hielten sich extrem oft oder fast gar nicht dort auf. Während des Lockdowns aber verschob sich diese Häufigkeit: Es gab sehr viele Personen, die kaum mehr in den Wald gingen, aber auch viele, die das viel häufiger als vorher taten.

In der Schweiz kam es sogar zu regelrechten Massenaufläufen in den Erholungsgebieten.

NB: Ja, gerade weil viele städtische Parks oder Promenaden gesperrt waren, stieg beispielsweise der Nutzungsdruck auf die Stadtwälder.

HPH: Und die Leute fuhren vermehrt mit dem Auto an Seen oder in die Berge. Dadurch erzeugten sie mehr Verkehr, mehr Luftschadstoffe und mehr Lärm – alles Dinge, die den Erholungswert der Natur deutlich schmälern. Da fährt man doch besser mit dem ÖV oder dem Velo ins Grüne – uns Menschen und der Natur zuliebe. *(sru)*

WALDINSEKTEN **Der Borkenkäfer treibt den Umbau der Wälder voran.** Kaum jemals haben Borkenkäfer so viele Fichten dahingerafft wie derzeit. Der Mensch hat die Situation mitzuverantworten. Forstleute fördern in den Lücken robusteren Mischwald, um die Wälder widerstandfähiger zu machen.

Zu einem gesunden Wald gehören Borkenkäfer dazu. Wenn sie sich unter die Rinde absterbender Bäume bohren, erfüllen die Käfer wichtige Funktionen im Ökosystem. Sie bahnen den Weg für holzzersetzende Pilze oder dienen anderen Insekten und Vögeln als Nahrung. Sie können sich jedoch rapide vermehren, wenn viele Bäume geschwächt sind.

Derzeit ist es besonders schlimm. In vielen Wäldern trifft man auf verdorrte Nadelbäume oder Rodungsflächen. Nach der Trockenheit 2018 vermehrten sich Borkenkäfer massenweise – allen voran der Buchdrucker (*Ips typographus*). Er brachte allein im Jahr 2019 Tausende Fichten zum Absterben – umgerechnet über 50 000 Lastwagenladungen voll. Das war der zweithöchste je beobachtete Wert.

Ein herber Schlag für die Forstwirtschaft, deren wichtigste Nutzbaumart die Fichte ist. Allerdings ist das Problem quasi hausgemacht. Ab dem Mittelalter pflanzten die Menschen statt der ursprünglich im Mittelland heimischen Laubbäume schnell wachsende Fichten an, die natürlicherweise in höheren, kühleren Lagen gedeihen. Mit dem Klimawandel wird es diesen nun zu heiss und zu trocken. Der Buchdrucker hat leichtes Spiel.

Neuerdings gerät die Baumart sogar in ihrem angestammten Territorium in den Bergen in Not. Die Käfer können dank wärmerem Klima mancherorts

Weitere Informationen zum Buchdrucker: www.wsl.ch/buchdrucker



Der Buchdrucker ist die häufigste Borkenkäferart in der Schweiz.

Bild: Beat Weirmelinger, WSL



Das Trockenjahr 2018 wirkt nach: von Borkenkäfern befallene Fichten im Jura im Juli 2020.

eine zweite Generation Nachkommen pro Jahr erzeugen. «Die Wälder verlieren teilweise ihre Schutzfunktion», sagt Martin Bader von Waldschutz Schweiz. Dazu trägt auch die wachsende Zahl an Hirschen und Rehen bei. Diese fressen junge Bäume weg, die den Wald stärken könnten.

Waldschutz Schweiz hilft Forstdiensten, Behörden und Privaten bei der Diagnose von Käferbefall und berät sie zu Massnahmen. Weil Pestizide im Wald verboten sind, müsse man die Brutmöglichkeiten der Käfer minimieren, erklärt Bader. Befallene Bäume sollten gefällt und entfernt oder entrindet werden. Damit Forstleute die Käferbekämpfung besser planen können, hat die WSL ein Computermodell zur Berechnung der Buchdrucker-Entwicklung erarbeitet. Es zeigt den Stand der regionalen Käferentwicklung auf. Mit anderen Computermodellen versuchen WSL-Forschende, die Bedeutung der Käfer unter dem Klimawandel zu prognostizieren.

In tiefen Lagen wird es in Zukunft weniger Fichten geben, ganz aussterben werden sie wohl nicht. Die natürlichen Feinde der Borkenkäfer wie Erz- oder Brackwespen zögen mit ihrer Vermehrung nach und dezimierten die Käfer, sagt Bader. «In einem oder zwei Jahren könnte sich – abhängig von der Witterung – die Situation entspannen.»

In den Lücken gelte es, robustere Mischwälder zu fördern, die sowohl gefrässigen Insekten als auch dem Klimawandel besser standhalten, so Bader. Für die Holzproduktion sollte die Fichte durch trockenresistentere Nadelbäume wie Waldföhre oder Douglasie (siehe Seite 21) ersetzt werden. «Der Borkenkäfer erzwingt einen Waldumbau.»

(bki)

Computersimulation
der Buchdrucker-
Entwicklung in der
Schweiz:
www.borkenkaefer.ch

INFEKTIONEN BEKÄMPFEN **Neue Antibiotika aus dem Permafrost?** Im dauerhaft gefrorenen Boden tummeln sich Millionen unbekannter Mikroorganismen. Einige von ihnen könnten dringend benötigte neue Wirkstoffe produzieren. WSL-Forschende sind ihnen auf der Spur.

Immer mehr Antibiotika verlieren ihre Wirkung, weil Bakterien dagegen resistent werden. Das führt dazu, dass schon heute manche Infektionskrankheiten nicht mehr behandelt werden können. Gemäss der Weltgesundheitsorganisation WHO sterben allein in Europa jährlich etwa 25 000 Menschen durch resistente Spitalkeime. Deshalb sind Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auf der ganzen Welt auf der Suche nach neuen Antibiotika.

Zu ihnen zählt auch WSL-Biologe Beat Frey. Sein Spezialgebiet ist die Mikrowelt im Permafrost, also im dauerhaft gefrorenen Boden – und genau dort will er neue Wirkstoffe finden. «Die Biodiversität im Permafrost ist sehr gross», sagt Frey. Untersucht man die Vielfalt des Erbguts der Mikroben, die sich in einem Klümpchen gefrorenem Schutt finden, kann man etwa vierzig Prozent davon keiner bekannten Art zuordnen. Unter den unbekanntem Organismen könnten jedoch etliche sein, die neue Wirkstoffe produzieren, unter anderem neuartige Antibiotika. Diese dienen den Bakterien und Pilzen vermutlich dazu, im Kampf um knappe Ressourcen ihre Konkurrenten auszuschalten. Für die Medizin könnten sie von grossem Nutzen sein. «Im Permafrost schlummert ein Schatz», ist Frey überzeugt.

Erste vielversprechende Kandidaten

Diesen Schatz will er gemeinsam mit seinem Doktoranden Joel Rüthi heben. Bereits 1500 Bakterienstämme haben die beiden aus Permafrost-Proben isoliert, die grösstenteils aus den Schweizer Alpen stammen. Zweihundert Isolate von sogenannten Actinobakterien hat Rüthi im Labor schon auf ihre Fähigkeit getestet, antimikrobielle Substanzen zu produzieren. In Zusammenarbeit mit der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) in Wädenswil fand er einen vielversprechenden Kandidaten, der sich gegen *Staphylococcus aureus* wirksam zeigte, einen typischen Spitalkeim.

Ein erster Erfolg, der jedoch mit Vorsicht zu geniessen ist: «Es kann gut sein, dass es sich um kein neues, sondern um ein bereits bekanntes Antibiotikum handelt», sagt Frey. Denn diese kommen in der Natur häufig mehrfach vor. Ob es sich beim Fund der Forscher um einen bislang unbekanntem Wirkstoff handelt, sollen nun Genanalysen klären, welche an der ZHAW durchgeführt werden. Und Rüthi und Frey werden nach weiteren Antibiotikaproduzenten suchen, die vielleicht noch im Permafrost schlummern. (cho)



Karin von Känel, Birmensdorf

«Ich mache seit sechs Jahren Orientierungslauf. Mir gefällt es, dass man auch mental gefordert und bei jedem Wetter in der Natur ist. Im OL starten Kinder, Amateure und Profis gemeinsam. Ich mag den Teamgeist, obwohl es ein Einzelsport ist.»

CHEMISCHE ELEMENTE AUFSPÜREN

Karin von Känel arbeitet im Zentrallabor der WSL Birmensdorf. Die Chemikerin analysiert Wasser-, Pflanzen- und Bodenproben, die WSL-Forschende im Feld gesammelt haben. Sie weist zum Beispiel im Bodenwasser Nährelemente wie Phosphor, Na-

trium oder Kalium sowie Schwermetalle nach. Ausserdem bildet von Känel Lernende zu Chemielaborantinnen und -laboranten aus, plant deren Einsätze und ist Ansprechperson für die jungen Menschen, etwa bei Schulproblemen. (bki)

WALD «Die bisherige Art der Bewirtschaftung hat unsere Wälder anfällig gemacht»



Für die Holzproduktion ist diese mehrere Hundert Jahre alte Eiche ein Störfried, doch für die Artenvielfalt ist der knorrige Baum ein Segen.

Auf den ersten Blick scheint kommerzielle Forstwirtschaft unvereinbar mit der Artenvielfalt im Wald. Denn für die Holzproduktion sind Monokulturen aus schnell wachsenden Bäumen am effizientesten, dagegen braucht es für mehr Biodiversität unterschiedliche Baumarten, alte Bäume und Totholz. Wie sich die beiden Anliegen dennoch unter einem Blätterdach vereinen lassen, zeigt der WSL-Forstwissenschaftler Frank Krumm zusammen mit 156 Kolleginnen und Kollegen aus 19 europäischen Ländern in einem Buch.



Frank Krumm ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Forschungsgruppe Gebirgsökosysteme.

Frank Krumm, Sie fordern, dass Waldbesitzerinnen und Förster mehr für die Artenvielfalt im Wald

tun. Wieso aber sollten diese sich dafür einsetzen?

FK: Zunächst einmal haben wir eine moralische Verantwortung, bestehende Arten zu erhalten. Zum anderen kommt mehr Biodiversität auch den Waldbesitzerinnen und -besitzern zugute. Denn die Artenvielfalt erhöht die Fähigkeit des Waldes, mit Veränderungen klarzukommen – etwa mit Auswirkungen der Klimaerwärmung wie langen Dürreperioden. Doch die bisherige Art der Waldbewirtschaftung hat viele Wälder anfällig gemacht. So gab es in den letzten Jahren in Europa vermehrt Borkenkäferschäden und auch in der Schweiz litten die Wälder unter den Rekorddürren.

Für die Holzproduzenten bedeutet das massive Verluste.

Wie können wir das ändern?

FK: Wir müssen anfangen, ganzheitlicher zu denken. Bisher hat man Forstwirtschaft und Artenschutz meist räumlich getrennt. In einem Wald hat man wirtschaftlich günstige, aber anfällige Monokulturen für die Holzproduktion gezogen, andernorts Waldreservate für den Artenschutz geschaffen. Stattdessen sollten wir anfangen, beide Aufgaben in denselben Wald zu holen.

Das klingt nach einer riesigen Umstellung.

FK: Nicht unbedingt, denn schon einfache Massnahmen haben einen grossen Effekt. So bringt es bereits viel, wenn Waldbesitzer statt auf Monokulturen auf zwei oder drei Baumarten setzen. Das bringt ihnen auch ökonomische Vorteile: Wenn etwa aufgrund eines Schädling eine Baumart ausfällt, kann die andere kompensieren. Und die Artenvielfalt steigt, weil es Tier- und Pflanzenarten gibt, die eine bestimmte Baumart benötigen. Wir empfehlen auch, Totholz vermehrt im Wald liegenzulassen, denn die Zersetzungsprozesse, die darin ab-

laufen, sind für viele Mikroorganismen, Pilze, Insekten und Vögel lebenswichtig. Ebenso wichtig sind alte, ausgehöhlte Bäume, die vielen Kleinsttieren einen Lebensraum bieten. Schon wenn einige solche Greise im Abstand von 100 Metern voneinander stehen gelassen werden, fördert dies die Artenvielfalt.

Sie stellen im Buch auch konkrete Projekte vor, die die Holzproduktion mit der Artenvielfalt kombinieren.

FK: Ja, ein Beispiel ist das Sonderwaldreservat der St. Galler Gemeinde Amden. Dort wurde der Wald darauf ausgerichtet, dem gefährdeten Auerhuhn einen idealen Lebensraum zu bieten, etwa indem man Flächen gelichtet oder grosse Sitz- und Schlafbäume erhalten hat. Dadurch hat sich die Auerhuhnpopulation stark erholt. Gleichzeitig verkauft die Gemeinde Holz und nimmt dabei in Kauf, dass es weniger ist, als wenn der Wald primär auf die Holzproduktion ausgerichtet wäre. (sru)

<https://forbiodiv.wsl.ch/en/the-book>

WALD Die Douglasie: Ein umstrittener Zukunftsbaum

Forstleute lieben sie: Die Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*) ist eine Nadelbaumart aus Nordamerika, die schnell wächst und wertvolles Holz liefert. In der Schweiz wird sie seit 1850 angebaut und macht heute 0,3 Prozent des Holzvorrats aus.

Angesichts des Klimawandels gilt sie als robuster und leistungsfähiger Nadelbaum-Ersatz für die Fich-

te im Mittelland. Denn diese wichtigste Holzlieferantin ist durch Stürme, Trockenheit und Käferbefall bedroht (siehe auch Seite 16). Die Douglasie hingegen erträgt Trockenheit gut und wird von einheimischen Borkenkäfern weniger stark befallen.

«In Lücken, die durch Zwangsnutzung von Käferholz entstehen, setzen heute viele Forstbetriebe Grup-



In ihrer Heimat an der Pazifikküste Nordamerikas wird die Douglasie über hundert Meter hoch. In der Schweiz misst das grösste Exemplar 63 Meter.

pen von Douglasien», sagt Thomas Wohlgemuth, Waldökologe an der WSL. Doch das alarmiert die Naturschutzfachleute: Sie sorgen sich, dass die Exotin sich unkontrolliert ausbreiten und heimische Pflanzen und Tiere verdrängen könnte.

Junge Douglasien haben es schwer

Ob die Bedenken begründet sind, haben Wohlgemuth und sein Team überprüft. In 39 Douglasien-Altbeständen suchten sie nach jungen Bäumen. In 34 davon waren weniger als fünf Prozent des Jungwuchses Douglasien. Weil die Art im Jugend-

stadium viel Licht braucht, müssen Forstleute konkurrierende Bäume aktiv entfernen. Einzig auf drei trockenen, kargen Standorten im Tessin und Wallis fanden die Forschenden dichten Douglasien-Jungwuchs.

In intakten Wäldern im Mittelland kann sich die Douglasie also nicht von selbst ausbreiten. An trockenen Lagen kann sie zwar gedeihen, aber auch leicht wieder abgeholzt werden. Doch wie steht es um die Gefahren für die biologische Vielfalt? Wohlgemuth machte dazu eine Übersichtsanalyse von 34 Einzelstudien, die dies untersucht hatten. In Douglasienkronen leben weniger Insekten und Spinnen als auf einheimischen Buchen, Eichen und Fichten. Sie locken deshalb weniger insektenfressende Vogelarten an. Im Boden unter Douglasien fanden sich weniger Pilzarten. Dennoch: «Solange Douglasien nur als Einzelbäume oder in kleinen Gruppen vorkommen, bedrohen sie die Waldbiodiversität insgesamt wenig.»

Wohlgemuth hält Douglasien an geeigneten Standorten im Mittelland für vertretbar – in Mischung und nicht grossflächig. Bei grösseren Pflanzungen wäre ein Biodiversitätsmonitoring sinnvoll. «Die Douglasie wird den Ausfall der Fichte allein nicht kompensieren. Ihr Anbau ist eine von mehreren Strategien, um Wald und Waldwirtschaft für den Klimawandel fit zu machen.» (rkü)

Lukas Dürr, Davos

«Das Grüscher Äpli ist ein magischer Ort mit saftigen Alpweiden und knorrigen, alten Bäumen. In scharfem Kontrast dazu stehen die schroffen Felsen des Rätikons. Dort gehe ich gerne Klettern – eine grosse Leidenschaft von mir.»



DIE LAWINENGEFAHR VORAUSSAGEN

Lukas Dürr ist Lawinenwarner am SLF und Bergführer. An beiden Berufen begeistert ihn der Umgang mit Naturgefahren und mit Menschen. Als Lawinenwarner will er möglichst präzise Lawinenprognosen erstellen, damit alle, die abseits der Pisten unter-

wegs sind, eine gute Planungsgrundlage für ihre Touren haben. «Lawinenwarner zu sein ist mein Traumberuf. Mir gefällt die Abwechslung: Ich erstelle Prognosen, leite Ausbildungskurse und betreue unsere Beobachterinnen und Beobachter.» (sni)

LANDSCHAFT Planerinnen und Planer europäischer Städte sollten Wissen aus der Forschung besser einbeziehen



Eine Oase in der Stadt: Parks wie hier der Parco delle Cave in Mailand bilden idealerweise das Rückgrat für die Planung urbaner Regionen.

Seit Jahrtausenden gestalten wir Menschen die Landschaft nach unseren Wünschen: Wir bauen Strassen und Siedlungen, roden Wälder, legen Moore trocken, verändern Wasserläufe. «Die Landschaft ist längst ein komplexes Mosaik geworden», sagt Anna Hersperger, Landschaftsforscherin und Direktionsmitglied an der WSL. Und diese Landschafts-Mosaiksteine erfüllen für uns Menschen ganz unterschiedliche Aufgaben: Naturräume etwa bieten Erholung, werfen eine Stadt auf und können gleichzeitig die Biodiversität fördern. «Dieses Zusammenspiel zwischen Landschaft und Menschen ist gerade bei der Entwicklung von Stadtregio-

nen wichtig», sagt Hersperger. Inwiefern eine solche gesamtheitliche Sichtweise in die Planung von urbanen Regionen einfließt, hat die Forscherin zusammen mit ihrem Team untersucht.

Von der Industriestadt zur Dienstleistungsstadt

Dafür analysierten die Forschenden die Raumplanungsdokumente von achtzehn europäischen Stadtregionen – von Helsinki im Norden über London, Berlin und Mailand bis zu Lissabon im Süden. «Viele dieser Stadtregionen befinden sich mitten im Umbau vom Industrie- zum Dienstleistungszeitalter», erklärt Hersper-

ger. Etwa in Mailand oder Turin haben riesige Areale der ehemaligen Autoindustrie ausgedient und sollen nun sinnvoll umgenutzt werden. Dabei steht jede Stadt vor anderen Herausforderungen. Die Analyse der Raumplanungsdokumente sollte nun klären, welchen Stellenwert die Landschaft als ganzheitliches Konzept in der Planung urbaner Regionen einnimmt und ob entsprechende Erkenntnisse aus der Forschung in die Planungen einfließen.

Wie die Ergebnisse zeigten, nehmen viele der Dokumente durchaus Wissen aus der Forschung auf. Beispielsweise berücksichtigen sie, dass sich bestimmte Veränderungen in der Landschaft auf die Biodiversität oder auf den Erholungswert eines Naturraums auswirken können. Doch die Analyse offenbart auch Mängel. So bezieht lediglich die Hälfte der Strategiepläne all die vielfältigen Perspektiven auf die Landschaft mit deren unterschiedlichen Aufgaben ein – die Erholung und Gesundheit der Bevölkerung, ökologische Funktionen wie die Biodiversität oder die Ästhetik. Die andere Hälfte behandelt nur einen oder zwei dieser Aspekte.

In der Praxis sollen die Dokumente aber Fachplanerinnen und -planern helfen, verschiedene Aspekte zu koordinieren: Welche Naherholungsgebiete brauchen beispielsweise die Bewohnerinnen und Bewohner einer neuen Überbauung, um sich wohlfühlen? Wie zerschneiden neue Strassen den Lebensraum von Wildtieren? «Darum sollten schon die Planungsdokumente auf einer solch ganzheitlichen Betrachtung gründen», sagt Hersperger.

Die Analyse zeigt zudem, dass die Landschaft zwar in den meisten Plänen berücksichtigt ist, dort aber eine untergeordnete Rolle einnimmt.

Häufig wird sie erst bei den konkreten Massnahmen erwähnt. «Einen deutlich grösseren Stellenwert erhielt sie, wenn sie schon bei den Zielen des Konzepts im Zentrum stünde», sagt Hersperger. Damit wäre es beispielsweise einfacher, Hauptverkehrsachsen zu bündeln. Denn: «Eine vielfältige Landschaft kann man schlecht gestalten, wenn sie ständig von Verkehrswegen durchschnitten wird.»

Die Menschen müssen mitmachen

Schliesslich ortet die Analyse bei den meisten Stadtregionen die Chance, Governance-Prozesse zu verbessern. Hersperger spricht von der «integrativen Kraft der Landschaft». «Es wäre sinnvoll, die ganze Planung besser auf das Zusammenspiel von Landschaft und Menschen abzustützen», sagt die Forscherin. Alle Akteure, die an der Gestaltung der Landschaft teilhaben, sollten durchgehend miteinbezogen werden – etwa Bauern, Landeigentümerinnen, Organisationen, die die Biodiversität fördern, oder Freizeitvereine. Um die Landschaft gezielt zu formen, brauche es heute politische Entscheide und das Engagement der Menschen, sagt Hersperger. «Und dafür muss man den Menschen immer wieder die Möglichkeit bieten, mitzuarbeiten.»

(sru)

LANDSCHAFT Wissenschaft erwandern: Acht Routen zur WSL-Forschung im Wallis

Hohe Berge und die höchste Zahl an Sonnenstunden in der Schweiz machen das Wallis zum Mekka für Touristen – und für die Umweltforschung. Warum nicht beides kombinieren, dachte sich der WSL-Ökologe Thomas Wohlgemuth und kreierte zusammen mit der Wissenschaftskommunikatorin Christine Huovinen einen Wanderführer. «Wandern, wo andere forschen» führt auf acht Wanderungen zu Standorten im Mittel- und Oberwallis, an denen die WSL teils seit über dreissig Jahren tätig ist.

Ein wichtiges Thema – für Forschung und Tourismus – sind Naturgefahren wie Lawinen, Murgänge oder Felsstürze. Vielerorts trifft die Wanderin auf Geräte und Experimente zu deren Erkundung. Das trockene Wallis ist auch eine ideale Frühwarnregion für Veränderungen durch die Klimaerwärmung. Deshalb untersuchen WSL-Forschende ver-

dorrende Föhren oder die Folgen von Waldbränden.

Immer wieder führen das Buch und die praktische Web-App zu überraschenden Nebenschauplätzen, zum Beispiel einem Suonen-bewässerten Schutzwald. Unter den Routenvorschlägen gibt es touristische Klassiker wie den Aletschgletscher und das Lötchenthal. Ebenso reizvoll sind die weniger ausgetretenen Pfade, etwa ins Vallée de la Sionne, wo das SLF grosse Lawinenversuche macht.

Das Wanderbuch ist eine unterhaltsame Antwort auf die oft gestellte Frage: «Was forscht ihr eigentlich an der WSL?» Es darf in keinem Bücherregal von Wander-, Wissenschafts- und Wallis-Fans fehlen. *(bki)*

*Das Buch ist im Haupt Verlag erhältlich,
ISBN: 978-3-258-08206-6*

biking.wsl.ch



Die Bhutanbrücke führt über den Illgraben. Dieser ist für seine zahlreichen Murgänge bekannt, welche die WSL seit Jahren überwacht und untersucht.

BIODIVERSITÄT Lange Flügel, kleine Körper: Landnutzung bestimmt Eigenschaften von Insekten

Intensiv oder extensiv? Wie der Mensch das Land bewirtschaftet, bestimmt, welche Arten in einem Lebensraum vorkommen können – und auch deren Eigenschaften. WSL-Doktorand Felix Neff konnte dies am Beispiel von Zikaden, Wanzen und Heuschrecken in unterschiedlich stark genutzten Wiesen und Weiden zeigen.

Die Insekten gingen zwischen 2008 und 2016 in die Netze von Forschenden, die im Rahmen des Grossprojekts «Biodiversitäts-Exploratorien» der Deutschen Forschungsgemeinschaft Daten aufgenommen hatten. Neff hat diverse Körpermerkmale an den von Experten bestimmten Insektenarten gemessen. Arten aus intensiv genutzten Flächen hatten längere Flügel und kleinere Körper als solche aus extensiv genutzten Flächen. «Die Tiere sind dadurch mobiler und können bei häufigem Grasschnitt besser in umliegende Flächen flüchten», sagt Neff, «grössere Arten werden hingegen eher getötet.» Die Landnutzungsintensität wirkt also wie ein Filter, der gewisse Körpermerkmale der Insekten bevorzugt und andere benachteiligt.

Das kann auch einen Einfluss auf die Prozesse im Ökosystem haben. «Sind in einer Wiese nur kleine Insekten vorhanden, fressen diese möglicherweise weniger als grosse, die Biomasseproduktion der Wiese wäre dann entsprechend höher», so Neff. Ob die Frassraten der Insekten in intensiv genutzten Flächen tatsächlich kleiner sind, untersucht Neff in einer weiteren Arbeit. (lbo)



Die Rote Keulenschrecke (*Gomphocerippus rufus*) bevorzugt hohes Gras und kommt daher eher in extensiv genutzten Flächen vor.

www.wsl.ch/funcnet

BIODIVERSITÄT Plastikabfall im Boden verändert die Lebensgemeinschaften von Bakterien und Pilzen



Erdproben sammeln in Grönland: Auch in kalten Böden leben zahllose Bakterien, darunter solche, die Plastikabfälle besiedeln.

Nicht nur in Meeren und Flüssen, sondern auch im Erdboden sammelt sich Plastik an. Forschende der Materialforschungsanstalt Empa haben berechnet, dass in der Schweiz etwa vierzig Mal mehr Plastik in Böden landet als in Gewässern. Welche Auswirkungen dies auf Bodenlebewesen hat, ist bisher noch kaum erforscht – insbesondere in alpinen und arktischen Böden, die besonders empfindlich auf Umweltveränderungen reagieren.

Deshalb sind WSL-Biologe Beat Frey und Doktorand Joel Rüthi der Frage nachgegangen, wie Plastik Bakterien und Pilze in kalten Böden beeinflusst. Die Mikroorganismen spielen eine wichtige Rolle für die Bodengesundheit und -fruchtbarkeit,

weil sie unter anderem organisches Material abbauen und Nährstoffe für Pflanzen bereitstellen. «Unsere Vermutung war, dass Plastik die Artenzusammensetzung im Boden verändert», sagt Frey. Ein solcher Effekt tritt nämlich im Ozean auf: Auf schwimmenden Plastikteilchen siedeln sich andere Bakteriengemeinschaften an als im umgebenden Meerwasser.

In einem Laborexperiment verwendete Joel Rüthi alpine und arktische Bodenproben, die von einem Berg nahe Pontresina (GR) sowie aus Nordgrönland stammten. Die Proben gab er in Gefässe und vergrub darin kleine Stücke von zwei bioabbaubaren Plastiksorten sowie des nicht abbaubaren Polyethylens. Die Gefässe bewahrte er zwei beziehungsweise vier Monate bei 15 Grad Celsius auf, um Bedingungen wie im arktischen Sommer zu simulieren. Anschliessend grub er die Plastikstücke wieder aus und untersuchte mittels einer DNA-Analyse, welche Mikroorganismen auf den Oberflächen gewachsen waren.

Das Ergebnis zeigte: Die Zusammensetzung der Pilz- und Bakterienarten auf dem Plastik unterschied sich von jener im umliegenden Boden, welcher nicht mit Plastik in Berührung gekommen war. Ausserdem war besonders bei den Bakterien die Vielfalt geringer. «Unsere Studie ist die erste, die diese Effekte in Böden aus kalten Regionen nachgewiesen hat», sagt Frey. Weil das Phänomen bisher kaum untersucht ist, lässt sich jedoch noch keine Aussage zu den Auswirkungen aufs Ökosystem machen.

Hunger auf Bioplastik

Die Veränderungen in der Bakteriengemeinschaft waren bei den bioabbaubaren Kunststoffen deutlich grösser als beim nicht abbaubaren Polyethylen – mit gutem Grund: Für bestimmte Bakterienarten ist bioabbaubares Plastik im wahrsten Sinne des Wortes ein gefundenes Fressen. Sie nutzen es als Nahrung und zersetzen es. Die Forschenden fanden etliche bekannte «Plastikfresser», aber auch neue Arten. Der Zersetzungsprozess scheint in kalten Böden jedoch nur sehr langsam voranzutreiben zu

gehen. Im Experiment war nach zwei Monaten noch fast nichts zu sehen, erst nach vier Monaten gab es erste Anzeichen von Zersetzung. «Bis das Material komplett verschwunden ist, dauert es möglicherweise Jahre», sagt Frey. «Deshalb sollte auch vermeintlich umweltfreundliches, bioabbaubares Plastik nicht unkontrolliert in die Umwelt gelangen.» (cho)

BIODIVERSITÄT Auch in Rothenthurm werden die Moore trockener

Trotz Schutzbemühungen entwickeln sich viele Schweizer Moore in eine unerwünschte Richtung: Sie werden trockener und verbuschen teilweise, vor allem in Hochmooren reichern sich zu viele Nährstoffe an. Der Kanton Schwyz wollte wissen, ob dies im Speziellen auch auf den Schwyzer Teil der Rothenthurmer Moore zutrifft. Der dort geplante Waffenplatz war Auslöser der Rothenthurm-Initiative, auf die hin 1987 Moore von nationaler Bedeutung unter Schutz gestellt wurden. Im Auftrag des Kantons hat die WSL nun unter der Leitung des Biologen Meinrad Küchler die Moore in Rothenthurm untersucht, dreizehn Jahre nach der letzten Erhebung.

Die Resultate sind ernüchternd: Die Moore hier entwickeln sich gleich wie andernorts in der Schweiz. Die Flächen sind nicht genügend mit Wasser versorgt, einige seltene Arten wie die Torf-Segge (*Carex heleonastes*) sind verschwunden. «Die laufenden Aufwertungsprojekte müssen un-



Die Fläche der geschützten Moore in Rothenthurm bleibt zwar weitgehend bestehen, die Qualität der Lebensräume sinkt jedoch stetig.

bedingt weitergeführt werden», sagt Küchler. Dazu müssen weitere Entwässerungsgräben zugeschüttet und Büsche konsequent entfernt werden. «Nur so können wir diesen besonderen Lebensraum erhalten.» (lbo)

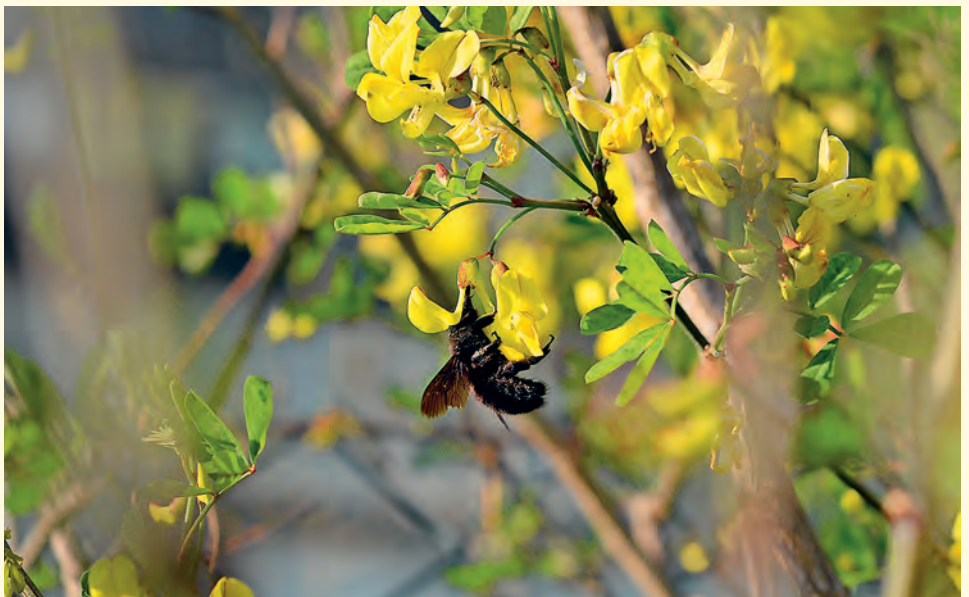
BIODIVERSITÄT Hohe Insektenvielfalt in Zürich dank einem Mosaik aus Lebensräumen

Städte sind vielfältige Lebensräume aus überbauten und offenen Flächen und unterschiedlichen Grünräumen. Zudem ist es hier wärmer und trockener als im Umland. Ein Team um die WSL-Biologen Marco Moretti und David Frey wollte herausfinden, wie sich diese Lebensbedingungen auf die Artenzusammensetzung der Insekten in der Stadt auswirken, insbesondere der Laufkäfer und Wildbienen, und welche Eigenschaften diese aufweisen.

Die Forschenden sammelten und bestimmten dazu Insekten auf verschiedenen Grünflächen der Stadt Zürich. Daneben verwendeten sie Daten von früheren Erhebungen der WSL. Sie konnten unter anderem zeigen, dass die Artenvielfalt erstaunlich gross ist, da jede Grünfläche ihre eigene Lebensgemeinschaft an Insekten aufweist. In Gärten kamen zum Beispiel eher kleinere Wildbienenarten mit kürzeren Zungen vor als auf Flachdächern und in Parks. «Mit der

Auswahl der Pflanzen bestimmt der Mensch das Nahrungsangebot und somit auch, welche Insektenarten wo vorkommen», sagt Frey. Auch bei den Laufkäfern gab es Unterschiede: In den sonnenexponierten Schrebergärten fanden die Forschenden Arten, die besser an Trockenheit angepasst sind als jene, die in Privatgärten vorkamen.

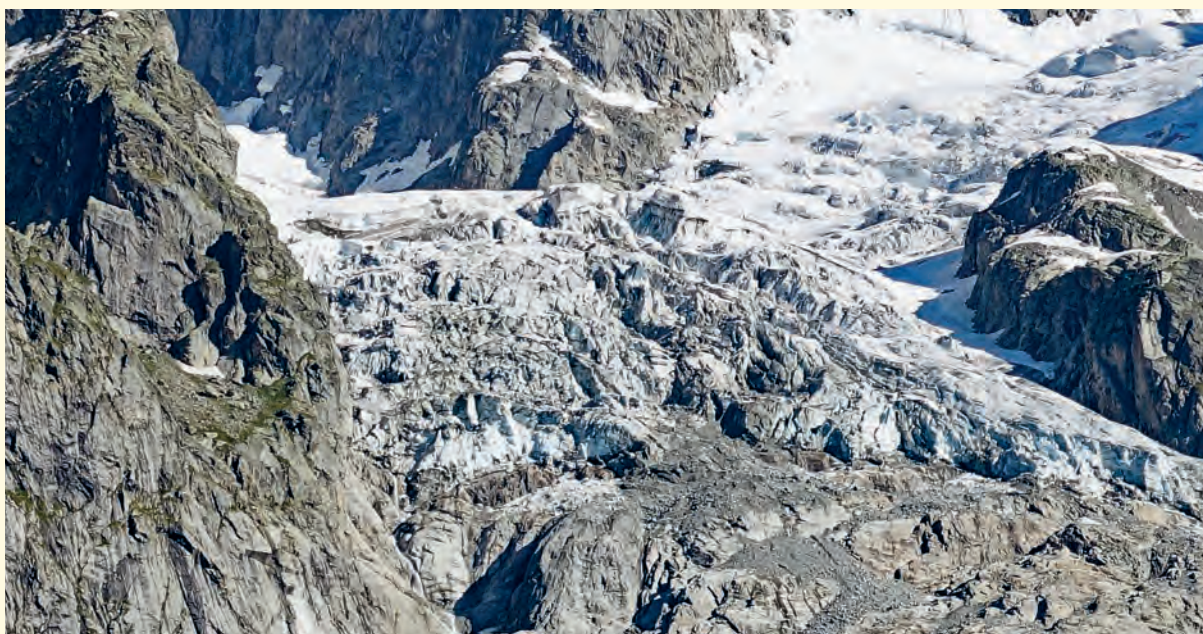
Die Resultate zeigen, wie wichtig die städtischen Grünflächen für die Biodiversität sind. Allerdings haben anspruchsvollere Arten wie Grosslaufkäfer oder Kuckucksbienen Mühe, sich in Städten zu etablieren, da die Lebensräume hier häufig zu klein oder isoliert sind oder sich sehr schnell verändern. Deshalb seien noch grössere Anstrengungen nötig, um den Verlust der Biodiversität durch die Verstädterung zu stoppen, so Frey. *(lbo)*



Dank der richtigen Pflanzenauswahl können selbst ziemlich seltene Wildbienenarten im Haus- und Familiengarten beobachtet werden wie diese Holzbiene, die Nektar an einer Strauchwicke erntet.

Bild: Sofia Mangili

NATURGEFAHREN Möglicher Gletscherabbruch: Gutachten hilft Behörden bei Entscheidungen



Der Planpincieux-Gletscher im Mont-Blanc-Massiv: Grosse Eismassen drohen abzubrechen.

Auf der italienischen Seite des Mont Blanc befindet sich der Planpincieux-Gletscher. Von diesem droht eine riesige Eismasse ins Val Ferret (Region Aostatal) zu stürzen. Eine beunruhigende Situation für Bevölkerung und Gäste im Tal. Der Gletscher machte im August 2020 negative Schlagzeilen, man rechnete mit einem Abbruchvolumen von 500 000 m³ Eis. Die Lage beruhigte sich zum Glück nach ein paar kühleren Tagen.

Doch die Gefahr ist nicht gebannt. Vor allem die Strasse, die ins Tal führt, bereitet Sorgen. Dies nicht zuletzt, weil das Tal vom Tourismus lebt. «Der Druck auf die Behörden, die Zufahrtsstrasse offen zu lassen, ist gross», sagt Stefan Margreth. Er ist Leiter der Gruppe Schutzmassnahmen am SLF. Sein Gutachten soll den italienischen Behörden bei ihren Entscheidungen helfen. Mit der SLF-Software RAMMS simuliert er Szenarien mit verschiedenen Abbruchvolumen

und bestimmt die erforderlichen Sicherheitsmassnahmen. Zudem berechnet er, wie weit im Winter Lawinen ins Tal vorstossen könnten, wenn Eismassen auf eine instabile Schneeschicht stürzen würden. Im Worst-Case-Szenario könnten Teile des Ortes Planpincieux verschüttet werden. Dass dies eintritt, hält Margreth jedoch für eher unwahrscheinlich. Denn dazu braucht es eine Kombination von sehr grosser Lawinengefahr mit einem maximalen Abbruchvolumen. Kleinere Eisabbrüche sind aber jederzeit möglich. Seit 2019 wird der Gletscher deshalb mittels Radar überwacht und es wurde eine Alarmanlage installiert. *(sni)*

www.slf.ch/beratung-gutachten

SCHNEE UND EIS Forschen in der Arktis: Es braucht präzise Schneedaten für genauere Klimaprognosen



SLF-Forscherin Amy Macfarlane nahm an der MOSAiC-Expedition teil. Sie bringt ein neues Gerät, die sogenannte NIRbox, zu einem Schneeprofil und muss dabei Schmelztümpel durchqueren.

Im Herbst 2020 endete die grösste Arktisexpedition, die je stattgefunden hat. Ihr Name, MOSAiC, steht für «Multidisciplinary drifting Observatory for the Study of Arctic Climate». Über ein Jahr liessen sich Forschende an Bord des Eisbrechers «Polarstern» an einer Scholle festfrieren und drifteten Richtung Nordpol. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler verschiedener Forschungsgebiete haben erstmals mit modernsten Instrumenten die Wechselwirkung zwischen arktischem Ozean, Atmosphäre und Eis im Jahresverlauf untersucht.

Die Arktis spielt eine Schlüsselrolle bei der Klimaerwärmung. Was hier passiert, hat einen Einfluss auf unseren gesamten Planeten. «Wenn das Meereis schmilzt, hat das Auswir-

kungen auf das globale Klima – und ebenso auf das Nahrungsnetz im Nordpolarmeer, von den Algen bis hin zu den Eisbären», sagt Martin Schneebeli. Er ist Leiter der Forschungseinheit Schnee und Permafrost am SLF und hat mit vier Kolleginnen und Kollegen der WSL an der MOSAiC-Expedition teilgenommen. Dass auch Schweizer Forschende unter den Teilnehmenden aus zwanzig Nationen waren, mag auf den ersten Blick erstaunen. Schneebeli erklärt: «Wir waren nicht nur als Forschende gefragt, wir konnten auch die besten Schneeeinstrumente liefern, unter anderem den Mikro-Computertomografen.» Mit diesem Instrument hat das sogenannte Eisteam, zu dem auch Schneebeli gehörte, Schneeproben dreidimensional durchleuchtet.

Schnee ist eine grosse Unbekannte im Klimapuzzle. Bisher wusste man nicht genau, wie viel Schnee in der Arktis fällt und welche physikalischen und chemischen Prozesse sich in der arktischen Schneedecke abspielen. Da Schnee ein Material ist, das immer relativ nahe an seinem Schmelzpunkt ist, finden ständig Umwandlungsprozesse statt. Die Mikrostruktur verändert sich, Fachleute sprechen von Schneemetamorphose. Diese Prozesse haben die Forschenden nun erstmals in arktischen Schneeproben mit dem Computertomografen angeschaut. «So präzise und über den ganzen Jahreszyklus wurde die Schneedecke noch nie vermessen», sagt Schneebeli. «Die Veränderungen in der Schneedecke sind dynamischer als bisher angenommen.»

Menge und Beschaffenheit des Schnees entscheidend

Die physikalischen Eigenschaften des Schnees – etwa wie viel Licht er reflektiert oder wie viel Wärme er transportiert – hängen von den Strukturen der Schneekristalle ab. So reflektieren zum Beispiel grosse Schneekristalle weniger Sonnenlicht als kleine. Aber auch ob und wie viel Schnee auf dem Eis liegt, ist von Bedeutung dafür, ob das Eis wächst und wann es zu schmelzen beginnt. Wenn im Frühling die Sonne wieder intensiver und länger scheint, schützt der Schnee das Meereis. Schmilzt der Schnee schliesslich doch, bilden sich auf dem Eis Schmelzwasser-Tümpel. Ihre dunkle Wasseroberfläche nimmt viel Sonnenenergie auf und erwärmt sich, was die Eisschmelze weiter beschleunigt.

SLF-Doktorandin Amy Macfarlane war ebenfalls sechs Monate bei der Expedition dabei und konnte diese Schmelzprozesse während des arktischen Sommers hautnah miterle-

ben. Ihr gelang es zudem, eine besondere Art von Schnee im Computertomografen zu untersuchen, den Sommerschnee. Dieser fällt nicht vom Himmel, sondern entsteht durch Umwandlungsprozesse aus Meereis. «Wir haben den Schnee in all seinen Stadien untersucht und erhoffen uns dadurch neue Erkenntnisse», sagt Macfarlane.

Die nun vorliegenden, sehr umfangreichen Messungen über ein ganzes Jahr liefern Daten, die nötig sind, um die Klimamodelle zu füttern und so genauer zu machen – das Hauptziel von MOSAiC. Die Auswertungen laufen auf Hochtouren, sie werden die Teams aber noch eine Weile auf Trab halten. *(sni)*

www.slf.ch/blog-mosaic



Das Forschungsschiff «Polarstern». Ziel der Expedition: Die Arktis im Jahresverlauf erforschen.

Fabian Bernhard, Birmensdorf

«Der Platzspitzpark ist einer meiner Lieblingsorte in Zürich, weil er so kontrastreich und geschichtsträchtig ist. Hier trifft Natur auf Stadt, die wilde Sihl auf die gemächliche Limmat und die Vergangenheit vermischt sich mit der Gegenwart.»



WÄLDER IM TROCKENSTRESS

In seiner Doktorarbeit untersucht Umweltingenieur Fabian Bernhard, wie sich Trockenheit auf Wälder auswirkt. Er bildet dazu die Prozesse des Wassers im Boden mit einem Computermodell ab, um das verfügbare Bodenwasser für verschiedene Stand-

orte und Bodentypen vorhersagen zu können. Im Feld nimmt er Proben aus Böden und von Bäumen, um den Weg des Wassers mithilfe von stabilen Isotopen zu verfolgen. «Mir gefällt die Kombination von Grundlagen- und angewandter Forschung.» (Ibo)



Im nächsten Diagonal nehmen wir Sie mit auf Expedition: Ob Afrika, Sibirien oder Spitzbergen, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der WSL unternehmen immer wieder grössere Forschungsreisen. In entlegenen Gebieten sammeln sie Daten, um globale Fragestellungen zu beantworten, etwa zur Schneeverteilung in der Arktis oder zum vergangenen Klima, das in altem Holz festgeschrieben ist. Doch auch in der Schweiz lässt sich viel entdecken – auf Mini-Expeditionen in Hochmoore oder auf Bergspitzen.

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:
Dr. Christoph Hegg, Acting Director
WSL

Text:
Lisa Bose (lbo), Claudia Hoffmann
(cho), Beate Kittl (bki), Rahel Künzler
(rkü), Sara Niedermann (sni), Santina
Russo (sru)

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:
4800, zweimal jährlich

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

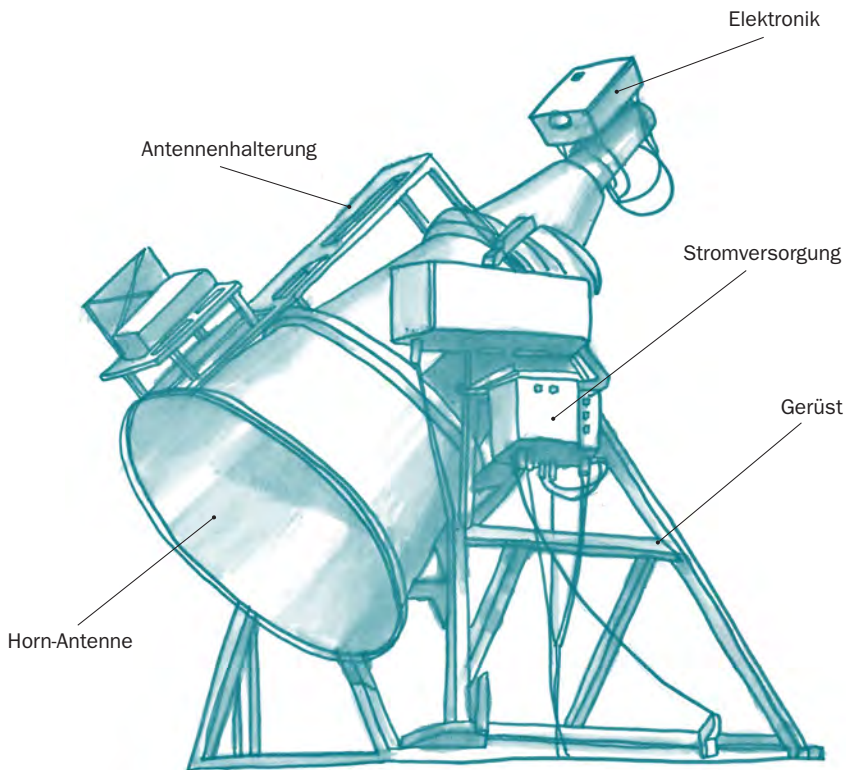
Zitierung:
Eidg. Forschungsanstalt WSL, 2021:
WSL-Magazin Diagonal, 1/21.
36 S., ISSN 2296-3561

PERSONEN



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

DAS RADIOMETER



Um den globalen Wasserkreislauf besser zu verstehen und die Zuverlässigkeit von Wettervorhersagen zu erhöhen, messen Satelliten die Bodenfeuchte auf der Erde. Für Vergleichsaufzeichnungen am Boden kommen Radiometer zum Einsatz, die unter anderem an der WSL entwickelt wurden. Sie stehen zum Beispiel in Davos Laret (GR) oder auf dem Tibetischen Hochplateau. Wie viel Wasser in Böden, der Vegetation und im Schnee vorhanden ist, lässt sich aus der gemessenen Mikrowellenstrahlung berechnen.

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

Lausanne

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

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

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

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

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.

