

DIAGONAL

SCHWERPUNKT

Stopp! Gefahr! Klimawandel und Natur- gefahren

Nr. 1
—
25

Stadtplanung:
Flexibler heisst nicht
immer grüner, S. 24

Zeitreise via Erbgut:
Wie Bäume die Eis-
zeiten überstanden,
S. 29

Gletscher erhalten:
Es gibt noch etwas
zu retten, S. 34

EDITORIAL

Liebe Leserin, lieber Leser,
Die Berge bröckeln, denn die Klima-
erwärmung setzt den Bergen
besonders zu. Gletscher schmelzen,
Permafrost schwindet, der Schnee
wird weniger. Kombiniert mit Extrem-
wetterlagen führt das zu einer Zunah-
me der Naturgefahren im Alpenraum.
Bund, Kantone, Gemeinden, Bevöl-
kerung, wir alle sind gefordert, uns
anzupassen – und die weitere Erhit-
zung zu bremsen. Naturgefahren-
prozesse, deren Veränderung und wie
man sich davor schützt zu verstehen,
gehört zu den Kernaufgaben der WSL.
In dieser Ausgabe lesen Sie, dass
«Spitzenforschung für innovative,
praxistaugliche Lösungen» kein hoh-
ler Werbespruch der WSL ist! Wir
tragen dazu bei, sich anbahnende
Gefahren besser erkennen und so
potenzielle Gefahrenprozesse voraus-
schauend modellieren zu können.
Dies hilft Sicherheitsverantwortlichen,
das Risikomanagement zu optimieren.
Trotzdem werden Überraschungen
nicht ausbleiben, denn die Natur ist
und bleibt zu einem gewissen Grad
unberechenbar. Diese Unsicherheit zu
verkleinern, dafür brennen viele unse-
rer Forscherinnen und Techniker. Und
mit der Gründung des CERC sind wir
auf dem besten Weg, dass das SLF
zum One-Stop-Shop für die Präven-
tion alpiner Naturgefahren wird.



Jürg Schweizer
Leiter SLF



Klimawandel und Naturgefahren



ONE-STOP-SHOP FÜR NATURGEFAHREN

Lawinen, Steinschlag und mehr: In Folge des Klimawandels wird die Zahl solcher Ereignisse steigen. Umso wichtiger ist Forschung, die dabei hilft, besser gegen sie gewappnet zu sein.

→ 2

INFOGRAFIK

WSL und SLF beschäftigen sich mit vielen Naturgefahren.

→ 7

ALPINE ROLLING STONES

Mit künstlichen Steinen, die sie Berghänge hinunterrollen und - hüpfen lassen, sammeln Forschende des SLF Daten zu Steinschlägen.

→ 8

BAHN IN GEFAHR

Wie der Klimawandel Bahnstrecken bedroht und wie man sie schützt. Ein Expertengespräch.

→ 10

MAL ZU WENIG, MAL ZU VIEL

Das variierende Wasserangebot wird in der Schweiz in Zeiten des Klimawandels zum Problem. Höchste Zeit, sich vorzubereiten.

→ 14

JE FRÜHER, DESTO BESSER

Um drohende Naturgefahren und Veränderungen im Wald früh genug zu erkennen, setzen Forschende auf Satelliten, künstliche Intelligenz und Spürhunde.

→ 17

ALLE AN EINEN TISCH

Wie gelingt es, dass alle in einer Talschaft beim Schutz vor Naturgefahren Hand in Hand arbeiten? Annäherungen im Saastal und im Göschenental.

→ 20

KERNTHEMEN

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

PORTRÄTS

- 21 Simona Gradinaru, Geographin**
- 27 Tatjana Scherrer, Empfang**
- 31 Felix Zimmermann, Biologe**

36 AUS DEM ARCHIV

NATURGEWALTEN

Lawinen, Steinschlag und mehr – wer in den Alpen lebt, kennt viele Risiken. Auch manches, was erst im Flachland seine volle Wucht entfaltet, beginnt dort. Die Vorgänge zu verstehen, wird immer wichtiger.

Der Gefahr auf der Spur

Im Juni 2024 tobte ein gewaltiges Unwetter über dem südlichen Graubünden. An einem einzigen Tag kommt es zu zwei aufeinanderfolgenden Starkniederschlägen von jeweils dreissig Minuten Dauer. Die Folge sind Murgänge und Hochwasser, die Tote, Verletzte und zahlreiche Schäden an Gebäuden und Infrastruktur verursachen.

Auffällend ist insbesondere die hohe lokale Dichte von Ereignissen: In der Region zwischen Cama und Cabbiolo in der stark betroffenen Gemeinde Lostallo kommt es innerhalb kurzer Zeit in fast jedem Bach zu einem Murgang.



In Folge der Naturereignisse brechen am 21. Juni 2024 rund 200 Meter der Autobahn A13 weg. Die wichtige Nord-Süd-Route über den San Bernadino ist damit unterbrochen. Erst Anfang September wird sie wieder vierspurig befahrbar sein.

Misox, GR

14. April 2024, Kombinierte Fels-Eis-Lawine am Piz Scerscen, Graubünden: Rund 5,5 Millionen Kubikmeter Fels und Eis donnern ins Tal – etwas mehr als das doppelte Volumen der Cheopspyramide. Auf ihrem Weg nehmen sie weitere 6,8 Millionen Kubikmeter Schnee und Eis mit, glücklicherweise ohne Schäden anzurichten.

Der Bergsturz am Piz Scerscen ist nur eines aus einer ganzen Reihe von Naturereignissen im vergangenen Jahr, von denen einige zu grossen Schäden bis hin zum Verlust von Menschenleben führten. Die Häufung war kein Zufall: «Wir werden in den kommenden Jahrzehnten erleben, wie die Zahl dieser Ereignisse und die Grösse in Folge des Klimawandels steigen wird», sagt Nadine Salzmann. Die Geographin leitet die Forschungseinheit Alpine Umwelt und Naturgefahren am SLF in Davos.

Dort wie an der WSL in Birmensdorf sind zahlreiche Forscherinnen und Forscher damit beschäftigt, zu analysieren, wie Naturgefahren entstehen und welche Prozesse dabei ablaufen, um die Schäden auch in Zukunft so gering wie möglich zu halten. Es geht ihnen um Fels- und Bergstürze, Lawinen, Murgänge, Rutschungen, Waldbrände, Hochwasser und Dürren (siehe Infografik S. 7). Unter anderem untersuchen sie nach Ereignissen, was zu diesen geführt hat und wie sie im Detail abgelaufen sind. Oft erstellen sie solche Ereignisanalysen gemeinsam mit Behörden und Kantonen, zurzeit etwa für die Unwetter im Sommer 2024.

Oder eben für die Fels- und Eismassen am Piz Scerscen. Sieben Forschende erhoben zunächst zahlreiche Daten des Ereignisses und simulierten die Fels-Eis-Lawine dann mit am SLF entwickelten Softwaremodellen. «Die Ergebnisse zeigen, dass die

Bild: Keystone, TI-PIESS, Alessandro Crinari/Cinari



Nach dem Bergsturz am Piz Scerscen im April 2024: Wegen der winterlichen Verhältnisse ist die gemischte Fels-Eis-Lawine auf einer Unterlage aus Schnee weit ins Tal vorgedrungen.

mächtige Schneedecke spät im April eine wichtige Rolle für die Reichweite des Ereignisses spielte», schreiben sie. Hätte kein oder nur wenig Schnee gelegen, wäre das Fels-Eis-Gemisch nicht sechs Kilometer weit ins Tal gerutscht.

Gemeinsam oder nacheinander

Naturgefahren treten nicht nur alleine, sondern gerne auch gemeinsam oder zeitlich nahe beieinander auf. In diesem Fall unterscheiden Forschende zwei Arten. Einerseits Compounds. Bei solchen kombinierten Ereignissen treten mehrere Effekte gleichzeitig auf. Das kann beispielsweise eine Kombination aus Hitzewelle und Dürre sein, mit negativen Folgen für Landwirtschaft, Industrie, Energieversorgung und Gesundheit der Menschen im Land. Oder als im Oktober 2011 in den Berner Alpen starke Regenfälle auf eine warme, feuchte Schneedecke fielen. Dadurch kam es vor allem im Kandertal (BE) und im Lötschental (VS) zu Überschwemmungen, die Schäden in Höhe von 90 Millionen Schweizer Franken anrichteten.

Etwas Anderes sind Kaskaden, Ketten von Prozessen, die hintereinander ablaufen, etwa ein Felssturz, der eine Lawine auslöst. Wie gefährlich solche Ereignisse sein können, zeigte die Katastrophe im italienischen Longarone im Jahr 1963. Damals stürzten 270 Millionen Kubikmeter Gestein aus einer Bergflanke in einen Stausee. Dieser lief über. Die Welle überschwemmte tiefer liegende Gebiete, rund zweitausend Menschen starben.

Solche Prozesskaskaden waren einer von fünf Schwerpunkten im WSL-Forschungsprogramm CCAMM. Die Abkürzung steht für Climate Change Impacts on Alpine Mass Movements, zu Deutsch Einfluss des Klimawandels auf alpine Massenbewegungen. Das Forschungsprogramm startete 2018. Der Synthesebericht erscheint diesen Sommer.



Im August 2024 beschädigte ein Murgang in Brienz (BE) Gebäude, Fahrzeuge, Strassen sowie die Bahninfrastruktur. Zahlreiche Personen wurden rechtzeitig evakuiert.

12. August 2024, ein Murgang dringt ins Siedlungsgebiet von Brienz (BE) ein und richtet erhebliche Schäden an.

Forschende am Forschungszentrum Climate Change, Extreme Events and Natural Hazards in Alpine Regions Research Centre des SLF, kurz CERC, gehen dem Phänomen Murgang im Engadin nach. An einem Standort im Val Greva oberhalb der Ortschaft Madulain (GR) haben sie unter anderem Kameras installiert sowie Seismometer, die anzeigen, wenn Murgänge den Boden erschüttern. Eine Webcam und Fernerkundungsflüge mit einer Drohne liefern zusätzliche Daten. Ziel ist, Erkenntnisse über die Abläufe kleinerer Murgänge zu gewinnen, die hier immer wieder abgehen.

Für grössere macht das die WSL bereits seit 25 Jahren im Illgraben in der Gemeinde Leuk (VS). Die Forschenden messen dort unter anderem mit Lasern und Radar zahlreiche Daten, wie die Durchgangszeiten des Murgangs entlang des Gerinnes und die Abflusshöhe, aus denen sie Grössen wie die Fliessgeschwindigkeit, das Volumen und die Dichte des Ereignisses berechnen. «Während in anderen Gegenden Murgänge seltene Ereignisse sind, kommen im Illgraben zwei- bis zehnmal pro Jahr solche Wasser-Schlamm-Gestein-Gemische herunter», beschreibt Alexandre Badoux, Leiter der Forschungsgruppe Wildbäche und Massenbewegungen, den grossen Vorteil dieser einzigartigen Beobachtungsstation. Im Laufe der Jahre gewannen die Forschenden detaillierte Erkenntnisse über die Prozesse, die dabei ablaufen. Beispielsweise wiesen sie nach, dass nicht nur die Fliessbedingungen, sondern auch die Beschaffenheit der Sohle ein wichtiger Faktor für die Erosion sind. Ihre Ergebnisse fliessen auch in Computermodelle ein, die solche Ereignisse simulieren.

Naturgefahren im Labor

Und sie haben den Prozess ins Labor geholt. Im Grossraumlabor der WSL stand eine eigens entwickelte Rutsche, über die Forschende Wasser und Gesteinsmassen hinabgleiten liessen. «Im Grunde genommen studierten wir den Einfluss von Wassergehalt und Feinanteilen auf die Eigenschaften von Murgängen», erklärt Badoux. Auf diese Weise konnte sein Team das Fliess- und Auslaufverhalten von Murenschüben unter kontrollierten Laborbedingungen untersuchen.

Oberhalb von Davos zieht SLF-Doktorandin Melin Walet im Winter regelmässig auf Tourenski auf eine Höhe von rund 2400 Metern ü. M., wo ihre Messgeräte stehen. Dort untersucht sie die Bruchzähigkeit von Schwachschichten. Diese Eigenschaft ist entscheidend, um zu verstehen, wie sich Brüche in einer Schwachschicht entwickeln und letztendlich Schneebrettawinen auslösen. Parallel dazu züchtet ihr Kollege Jakob Schöttner im Kältelabor am SLF solche Schwachschichten und testet ihre Festigkeit unter kontrollierten Bedingungen. Ziel der beiden ist, den Zusammenhang von Schneemechanik und Schneemikrostruktur zu untersuchen.

Die Kombination aus Labor- und Feldarbeit soll zu einem besseren Verständnis der Prozesse führen, die Schneebrettawinen auslösen, und klären, was dabei in der Schneedecke passiert.

21. Juni 2024, ein Unwetter tobts über dem Bündner Südtal Misox (Valle Mesolcina) und löst Murgänge und Hochwasser aus. Die Folge: Mehrere Tote, beschädigte Häuser und Infrastruktur. Die Wassermassen zerstören 200 Meter der Autobahn A13, der wichtigen Nord-Süd-Route über den San-Bernardino-Pass.

Ein weiterer Fall für eine der Datenbanken von SLF und WSL, die Unwetterschadens-Datenbank. Darin sammelt die WSL seit mehr als fünfzig Jahren Informationen über Schäden durch Unwetter. Erst auf Papier, seit den 1990er Jahren ist das Archiv digital. Die Datenbank enthält mittlerweile mehr als 28 000 Ereignisse, mit einem Gesamtschaden von mehr als fünfzehn Milliarden Franken. Die mit Abstand höchsten Kosten verursachen Hochwasser: Fast neunzig Prozent der Schadenssumme gehen auf sie zurück (s. Seite 14). «Auf der Kartansicht wird deutlich, dass in den vergangenen fünfzig Jahren kaum eine Gemeinde verschont blieb», erklärt WSL-Forscherin Käthi Liechti.

Doch WSL und SLF sind nicht nur damit beschäftigt, Ereignisse zu analysieren, zu katalogisieren und die ihnen zugrunde liegenden Prozesse zu verstehen. Sie entwickeln auch Konzepte, wie sich die Gesellschaft auf Naturgefahren und vor allem die steigende Zahl der Ereignisse einstellen und vor ihnen schützen kann (s. Seite 17). Das geht von der Lawinenverbauung über Hochwasserprognosen bis hin zum Waldschutz. Heraus kommen unter anderem praxistaugliche Publikationen wie Anleitungen für den Schutz vor Lawinen und Bauen im Permafrost, zu forstlichen Massnahmen nach Waldbränden und den Folgen des Klimawandels für Wanderwege.

WSL und SLF bieten damit ein Gesamtpaket für die Gesellschaft. SLF-Leiter Jürg Schweizer gibt das Ziel vor: «Wir wollen der One-Stop-Shop für alpine Naturgefahren sein.» *(job)*

INFOGRAFIK One-Stop-Shop für Naturgefahren. Naturgefahren sind ein Schwerpunkt von WSL und SLF. Forschende beschäftigen sich sowohl mit den zugrundeliegenden Prozessen als auch mit Massnahmen zum Schutz von Mensch und Infrastruktur. Einige Beispiele:

Treiber Klimawandel

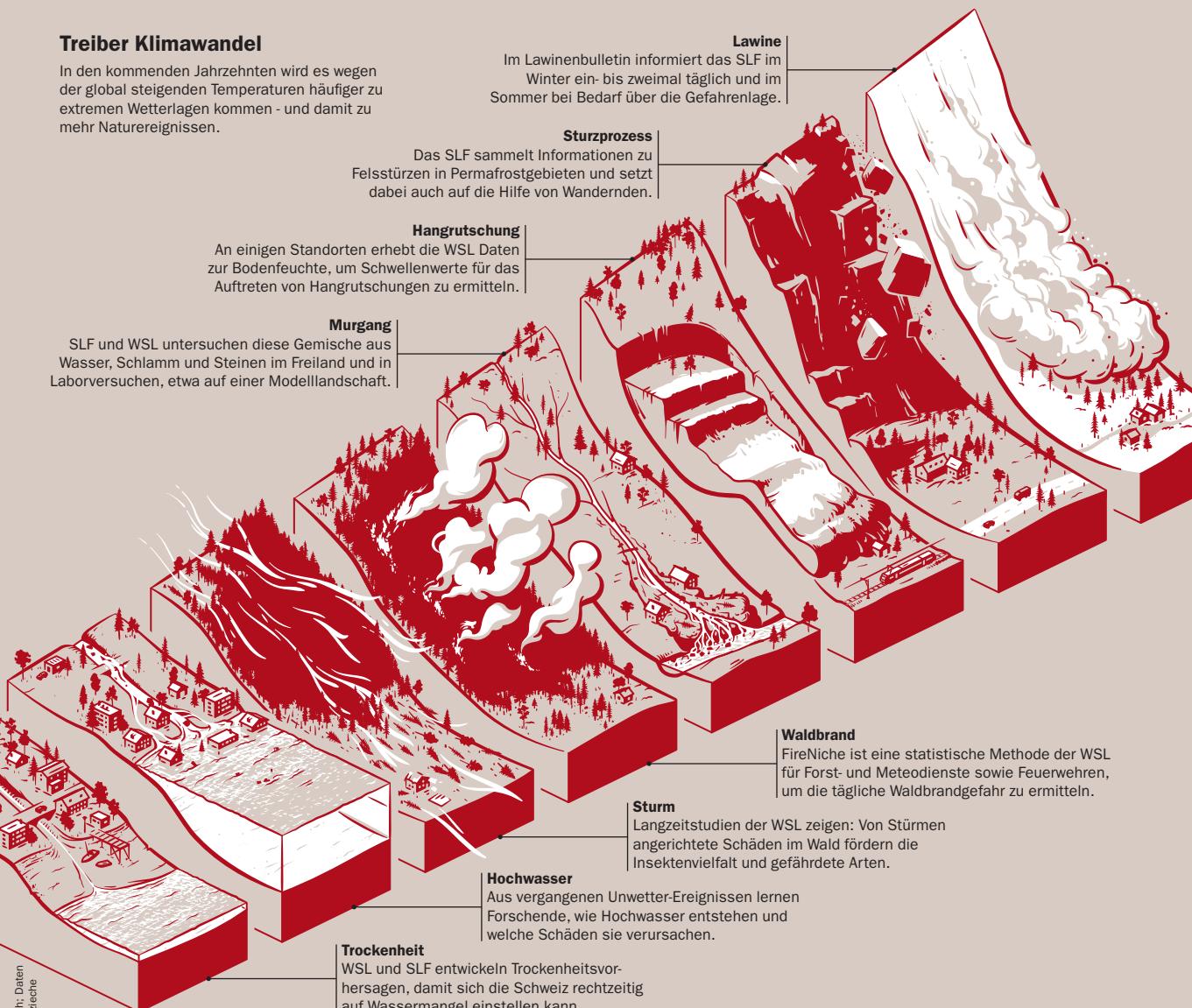
In den kommenden Jahrzehnten wird es wegen der global steigenden Temperaturen häufiger zu extremen Wetterlagen kommen - und damit zu mehr Naturereignissen.

Lawine
Im Lawinenbulletin informiert das SLF im Winter ein- bis zweimal täglich und im Sommer bei Bedarf über die Gefahrenlage.

Sturzprozess

Hangrutschung

Murgang



Treten verschiedene Naturgefahrenprozesse gemeinsam auf, unterscheiden Forschende zwischen



Compound
Hierbei überlagern sich mindestens zwei Ereignisse. Das kann zum Beispiel eine Kombination aus Hitzeawelle und Dürre sein, mit negativen Folgen für Landwirtschaft, Industrie und Gesundheit des Menschen.



Kaskade
Dieser Begriff bezeichnet Kettenreaktionen. Beispielsweise kann ein Schößsturz in einen Bergsee eine Flutwelle auslösen, die erhebliche Schäden am Ufer des Sees anrichtet.



Ein rotoranger Betonklotz stürzt einen gut 30 Grad steilen Hang nahe des Weissfluhjochs bei Davos herunter. Nicht von selbst – Forschende des SLF haben ihn angeschoben. Sie wollen mit diesen Versuchen herausfinden, wie Steine und Felsblöcke auf rauem Untergrund wie Hangschutt herabstürzen, rollen, sich bewegen und wie Hindernisse sie ablenken.

In dem Betonblock stecken Sensoren, die auf dem Weg ins Tal diverse Daten wie Beschleunigung und Rotationsgeschwindigkeit messen. Die Ergebnisse fließen in ein Computermodell ein, das Stein- und Blockschläge simuliert. Auf dessen Basis können unter anderem Gefahrenhinweiskarten für Gemeinden und Kantone erstellt werden.



Um vergleichbare Resultate zu erhalten, haben die Forschenden dreissig stahlbewehrte Blöcke mit einer Masse zwischen 45 und 200 Kilogramm mehrfach den Hang hinabgestossen. Deren Sturzbahn verläuft nicht einheitlich. Sie können hoch in die Luft geschleudert werden, ihre Richtung schlagartig ändern oder auch bei einem einzigen Aufprall jegliche Bewegungsenergie verlieren und liegen bleiben.

INFRASTRUKTUR «Wir haben 327 Gefahrenstellen identifiziert.» Fabian Nellen, Projektleiter Infrastruktur bei der Matterhorn Gotthard Bahn, und Michael Bründl, Leiter der Forschungsgruppe Risiko und Resilienz am SLF, über den Schutz von Bahnstrecken in Zeiten des Klimawandels.

FN: Fabian Nellen, die Matterhorn Gotthard Bahn (MGBahn) war 2024 von Naturgefahren besonders betroffen. Im Sommer stand der Zugverkehr zwischen Visp und Zermatt rund neun Wochen still. Grund war ein Hochwasser. Werden solche Ereignisse künftig häufiger auftreten?

FN: Ich hoffe es natürlich nicht. So ein Unterbruch von neun Wochen ist sehr, sehr aussergewöhnlich. Die Analyse hat gezeigt, dass das Hochwasser ein Ereignis war, das nur etwa alle hundert Jahre auftritt. Wir hatten einen sehr nassen Juni, gefolgt von mehreren überdurchschnittlich starken Regenfällen und auch noch vergleichsweise viel Schnee in hohen Lagen. Ob so etwas in der Tendenz häufiger wird, ist schwierig zu quantifizieren.

Sieht das die Forschung genauso, Michael Bründl?

MB: Es ist wirklich schwierig zu sagen. Je nachdem, welches Klimaszenario wir wählen, können wir durchaus herauslesen, dass aus einem 100-jährlichen Ereignis in Zukunft ein 60- oder gar 25-jährliches wird und aus einem 300-jährlichen ein 60-jährliches. Ob das wirklich so eintritt, wissen wir nicht. Aber die Tendenz, dass bisher seltene Ereignisse künftig häufiger auftreten werden, die Hinweise haben wir.



Fabian Nellen war zum Zeitpunkt des Interviews Projektleiter Infrastruktur bei der Matterhorn Gotthard Bahn in Brig.



Michael Bründl ist Geograph und leitet die Forschungsgruppe Risiko und Resilienz am SLF sowie das Forschungsprogramm Climate Change Impacts on Alpine Mass Movements (CCAMM).

Wie viel Prozent des Streckennetzes der MGBahn sind denn derzeit von Naturgefahren bedroht?

FN: Ungefähr die Hälfte. Unser Netz ist 144 Kilometer lang, und wir haben 327 Gefahrenstellen identifiziert. Das ist aber nicht vollständig, man kennt nie alle. Die, die wir kennen, sind auch nicht gleichmässig verteilt. Viel hängt vom Gelände ab. Zum Beispiel die Strecke über den Oberalppass im Winter. Dort liegen offene, steile Hänge direkt oberhalb der Strecke. Da sind Lawinen ein Thema. An anderen Stellen, beispielsweise zwischen St. Niklaus und Kalpetran, haben wir über mehrere Kilometer ein Steinschlagrisiko.

Und was unternehmen Sie dagegen?

FN: Wir haben dort zum Beispiel Steinschlagnetze installiert. Aber das geht nicht überall und es muss ja auch kostenwirksam sein. Galerien und Tunnel sind teuer. Das heisst, an manchen Stellen ist es wirtschaftlich sinnvoller, nichts zu machen und stattdessen die Schäden zu beheben, wenn etwas passiert.

Im Ernst?

FN: Ja. Nur, um mal Grössenordnungen zu nennen: In gewöhnlichen Jahren gibt die MGBahn rund 800 000 Franken für Massnahmen entlang der Strecke aus, bei denen

sie nur eine von mehreren Nutzniessern ist. Die Kosten für Überwachungen und kleinere Massnahmen am eigenen Netz belaufen sich auf weitere 600 000 Franken. Dann gibt es noch Einzelprojekte, etwa einen Tunnel oder eine Galerie. Da sind wir schnell bei mehreren hundert Millionen. Aktuell laufen etwa die Planungsarbeiten für einen Tunnel zwischen Täsch und Zermatt. Es geht hier aber nicht nur um Gleise, sondern auch um Menschen.

MB: Und da spielen auch noch andere Kriterien rein. Unter anderem darf die Wahrscheinlichkeit, dass eine Person in Folge von Naturgefahren ums Leben kommt, pro Jahr nicht grösser als eins zu Hunderttausend sein. Ist diese Wahrscheinlichkeit in einem Gebiet überschritten, für welches eine Institution Verantwortung trägt, dann muss diese Institution mögliche Gegenmassnahmen erarbeiten. Diese Massnahmen werden dann mit einer Kosten-Nutzen-Rechnung überprüft. Dafür wird das Instrument EconoMe verwendet, das die reduzierten Risiken den Kosten gegenüberstellt. Dabei werden nicht nur Investitions-, sondern auch Unterhalts- und Betriebskosten für die Schutzmassnahmen einbezogen.

Aber das ist nicht alles.

MB: Genau. Wichtig ist auch ein Vergleich, welchen Zinsertrag die Bahngesellschaften für das Geld, das sie für solche Investitionen ausgeben, stattdessen am Geldmarkt erhalten hätten. Das wird oft vergessen. Zudem spielen ökologische Aspekte eine Rolle

und ob die Bevölkerung solche Massnahmen akzeptiert. Was wir allerdings noch nicht einbeziehen, sind ökonomische Folgekosten, beispielsweise, wenn eine Verkehrssachse tagelang gesperrt bleibt. Dann werden zwar die Gäste aus einem Touristenort häufig ausgeflogen, neue kommen aber nicht nach.

FN: Manchmal müssen wir aber auch Massnahmen ergreifen, die sich nach einer klassischen Kosten-Nutzen-Rechnung nicht rentieren, die aber trotzdem sinnvoll sind, weil sie indirekte Kosten vermeiden.

Warum das?

FN: Wir haben zum Beispiel Steinschlagnetze an Stellen installiert, an denen immer wieder kleine Steine auf den Gleisen gelandet sind. Das hat immer wieder den Verkehr aufgehalten, weil die Steine vom Gleis mussten. Die Folgekosten für diese betrieblichen Einschränkungen sind in den Wirtschaftlichkeitsberechnungen nicht berücksichtigt.

Michael Bründl, im Rahmen des CCAMM-Forschungsprogramms haben Sie sich mit der Sicherheit von Verkehrswegen beschäftigt. Was kann die Forschung hier beitragen?

MB: Immer wichtiger wird, die Folgen des Klimawandels auf die Streckennetze zu simulieren. Die Herausforderung ist, die Modelle aus der Klimaforschung in unsere Modelle für Massenbewegungen wie Lawinen und Murgänge zu integrieren. Das ist nicht ganz einfach. Zumal sich die Unsicherheiten aus beiden Modellen multiplizieren.

«Es wird aber immer ein Restrisiko bleiben, wir können nicht alles absichern.» Michael Bründl, SLF

Wir stecken da derzeit viele Kapazitäten rein, weil das sehr stark von Behörden nachgefragt wird, nicht nur in der Schweiz, sondern auch aus dem Ausland, vor allem aus Ländern wie Nepal, in denen Naturgefahren bisher kaum oder gar nicht beurteilt werden.

Frage an den Praktiker: Hilft Ihnen das?

FN: Es ist eigentlich genau das, was uns umtreibt. Die grosse Herausforderung für uns ist ja, unsere Ressourcen an den richtigen Stellen einzusetzen. Wir wollen wissen, wo wir jetzt schon handeln müssen und wo wir noch Zeit haben. Wir dürfen nicht so lange abwarten, dass wir am Ende nur noch reagieren können. Wir müssen proaktiv handeln können. Und wir wollen wissen: Wie sollen wir mit Unsicherheiten umgehen?

Braucht es dafür neue Ansätze?

MB: Tatsächlich entwickeln wir die gerade. Das Thema Unsicherheiten ist seit Jahren ein Dauerbrenner. Wir müssen neue Wege aufzeigen, diese greifbarer und fassbarer zu machen. Der bislang dominierende Ansatz mit 30-, 50-, 100- oder 300-jährlichen Ereignissen greift dazu kurz. Mit unseren neuen Methoden können wir bessere Aussagen über die Wahrscheinlichkeit für ein Ereignis treffen. Wir gehen weg von der traditionellen Form, hin zu einer Idee, inspiriert vom Versicherungswesen. Versicherer wollen ja genau wissen, wie sie ihre Prämien berechnen. Und dazu benötigen sie nicht Aussagen, wie oft ein Ereignis im langjährigen Durchschnitt auftritt, sondern wie wahrscheinlich es ist, dass es im kommenden Jahr dazu kommt oder gar in zwei aufeinan-

derfolgenden Jahren. Es wird aber immer ein Restrisiko bleiben, wir können nicht alles absichern. Dieses Restrisiko müssen wir tragen.

Fabian Nellen, Sie haben jetzt ein paarmal genickt.

FN: Der wahrscheinlichkeitsbasierte Ansatz, also die probabilistische Modellierung, hat grosses Potenzial. Damit sind wir nicht mehr so stark in den Definitionen der Naturgefahren-Szenarien gefangen, die wir derzeit haben. Wir sind zudem auch auf die Sicherheitsverantwortlichen vor Ort angewiesen, die ja auch am SLF ausgebildet werden. Und sobald die neuen Methoden entwickelt sind, müsste man das Personal schulen, damit es damit umgehen kann.

Wie sieht Ihre Vision für ein sicheres und klimawandelresistentes Bahnnetz in zwanzig bis achtzig Jahren aus?

FN: Wir werden in den kommenden Jahren an Stellen, die jetzt schon bekannt sind, bauliche Massnahmen treffen. Ebenso werden wir bestehende Schutzbauten unterhalten und wo erforderlich optimieren. Aber das eigentlich grosse Potenzial sehe ich in der Überwachung mit Hilfe von intelligenten Lösungen. Auf einigen der kritischen Strecken verkehren die Züge aufgrund des Gefälles und der Kurvenradien nicht sehr schnell, sodass die Bremswege nicht sehr lang sind. Ich glaube, auch dort könnten wir mit Automatisierung noch viel rausholen, wenn wir die aktuelle Lage besser kennen.

MB: An dieser Überwachung sind wir dran. Wir setzen dabei auch auf Fernerkundung. Die Daten werden immer besser und detaillier-



Hochwasserschäden an der Bahnstrecke Visp-Zermatt im Sommer 2024.

ter. Ein Ziel ist, aus dem All die betroffenen Regionen zu überwachen und rechtzeitig zu sehen, wenn sich ein Hang plötzlich schneller bewegt. Und für Ereignisse, die vom Wetter abhängen, verknüpfen wir die Modelle für die Wetterprognose mit denen für Massenbewegungen. Ziel ist beispielsweise, in zwanzig Jahren bereits für einzelne Stellen direkt zu erkennen, mit welcher

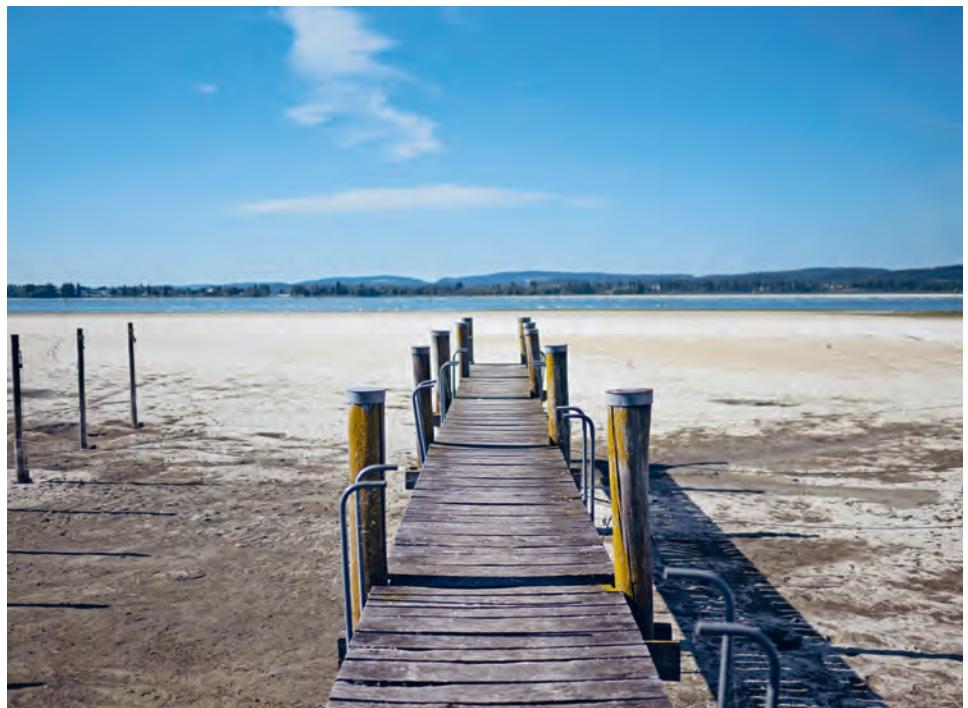
Wahrscheinlichkeit da bald eine Lawine runterkommt oder nicht – und bei Bedarf kurzfristig in den Betrieb einzugreifen. *(job)*

WASSEREXTREME Neuer Volkssport Wassersparen. Mal zu wenig, mal zu viel: Das wegen des Klimawandels variierende Wasserangebot wird in der Schweiz zunehmend zum Problem. Höchste Zeit, sich auf Trockenheit und Hochwasser vorzubereiten.

Hitzesommer in der Schweiz. Die Rhätische Bahn hat den Betrieb eingestellt – Waldbrände bedrohen die Bahngleise an mehreren Orten. In Basel sterben zunehmend Betagte an Hitzefolgen, auch Herz-Kreislauf-Beschwerden nehmen zu. Im Aargau drosseln die Kernkraftwerke ihre Stromproduktion um fünfzig Prozent, damit das Flusswasser nicht zu warm wird, was für viele Fische tödlich wäre.

Zum Glück ist dieses Szenario nur eine Übung: Im Hörsaal der WSL spielen rund vierzig Personen eine extreme, anderthalb Jahre andauernde Trockenheit in den Kantonen Aargau, Basel-Stadt, Graubünden und Wallis durch. Es sind die Männer und Frauen, die bei echten Notlagen zur Tat schreiten: etwa von Feuerwehr, Polizei, Zivilschutz, kantonalem Führungsstab und Rotem Kreuz. Gruppenweise diskutieren sie, über welche Ressourcen sie in ihrem Kanton verfügen, um die Wasserknappheit zu meistern, und welche davon zum jeweiligen Zeitpunkt zum Einsatz kommen. Mit jeder Runde eskaliert die Lage weiter.

Die Schreckensbilder sind nicht aus der Luft gegriffen. «Sie basieren unter anderem auf den Erkenntnissen des laufenden WSL-Forschungsprogramms Extremes», sagt Programmleiterin Astrid Björnsen. Dieses untersucht die Aus-



Mal zu trocken ... Trockenheit wie hier in Triboltingen am Untersee (Bodensee) im August 2022 ist bisher eine unterschätzte Naturgefahr.

wirkungen seltener Naturereignisse und entwickelt Lösungen, wie sich die Gesellschaft besser darauf vorbereiten und reagieren kann. «Die unterschätzte Naturgefahr Trockenheit war ein zentrales Thema», erklärt die Forscherin. Wasserextreme – also Trockenheit und Hochwasser – werden mit dem Klimawandel häufiger und intensiver. Gemäss den Klimaszenarien des Bundes werden künftig die Sommer trockener und Starkniederschläge nehmen zu.

Wasser knapp – Strom knapp!

Wassermangel kann gravierende Folgen haben, etwa wenn die Stromproduktion einbricht, wie im Übungsszenario im WSL-Hörsaal. Tatsächlich ist laut dem Bund eine landesweite Strommangellage das grösste Risiko für Wirtschaft und Gesellschaft in der Schweiz. Und eine Analyse der WSL im Fachjournal *Science* zeigt, dass mehrjährige, extreme Dürren in den letzten vierzig Jahren häufiger, länger und extremer geworden sind.

Bei der simulierten Wasserkrise ist es Sommer, die Wasserpegel sinken. Die kantonalen Arbeitsgruppen verhängen Feuerverbote und rufen zum Wassersparen auf, Landwirte dürfen nicht mehr mit Flusswasser bewässern. Solcherlei ist bereits Realität: Der Kanton Tessin verbietet im Sommer immer öfter, Swimming-Pools zu füllen und Autos zu waschen. Dem Kanton Aargau sagen die Klimaszenarien zwanzig Prozent weniger Sommerregen bis 2085 voraus. Das sei gewöhnungsbedürftig für die wasserverwöhnte Schweiz, sagt der WSL-Hydrologe und Tessiner Massimiliano Zappa. «Wasser sparen ist hier bislang kein Volkssport.»

Was im Detail zu solch extremer Trockenheit führt, ist noch schlecht verstanden. Das wollen Forschende von WSL und SLF ändern. Der ehemalige WSL-Mitarbeiter Pascal Buri etwa hat im Rahmen von Extremes die ober- und unterirdischen Wasserabflüsse während der extremen Trockenperioden von



... mal zu nass. Grosse Überschwemmungen, ebenfalls am Untersee, nämlich in Berlingen, im Juni 2024, werden mit dem Klimawandel zunehmen.

2018, 2022 und 2023 in der Schweiz in hoher Auflösung simuliert. Das hilft dabei, besser zu verstehen, wie ein schneearmer Winter eine Trockenheit im Sommer verstärken kann.

Die Schweizer Berge spielen eine entscheidende Rolle bei Wasserextremen. Schnee und Eis retten das kostbare Nass vom Winter in den Sommer, die Flüsse bringen es nach der Schneeschmelze in die Tieflagen. Die Gruppe von Manuela Brunner, Hydrologie-Professorin am SLF in Davos und an der ETH Zürich, erkundet diese Prozesse mit verschiedenen Rechenmodellen und Simulationen. Unter anderem untersucht sie so, wie sich Trockenheit und Hochwasser von den Bergen in unterliegende Regionen ausbreiten. Das hilft auch, Vorhersagen weiter zu verbessern. Denn ob Bäuerin oder Brunnenmeister: Eine frühe Vorauswarnung hilft den Verbrauchenden. Eine nationale Trockenheits-Plattform auf der Basis der WSL-Forschung geht dieses Jahr in Betrieb.

Zu viel Wasser ist auch nicht gut

Brunner will jetzt einen Schritt weiter gehen und auch die Langzeit-trends für Hochwasser besser abschätzen. Denn das ist die Naturgefahr in der Schweiz, welche die höchsten Schäden anrichtet. Allerdings bilden die aktuellen Modelle die zukünftige Entwicklung der Hochwassergefahr nicht zuverlässig genug ab. «Hochwasser variieren stark von Jahr zu Jahr, da erkennt man Trends weniger gut», sagt Brunner. Die Zahl der grossen Hochwasser dürfte aber wegen des Klimawandels zunehmen: Je wärmer die Luft ist, desto mehr Wasser kann sie aufnehmen. Dies führt zu mehr Starkniederschlägen, intensiveren Oberflächenabflüssen und letztlich zu Flusshochwassern.

Genau das passiert auch in der Übung im Hörsaal. Nach heftigen Gewittern sickern im Aargau Verunreinigungen durch den rissigen Boden ins Grund- und Trinkwasser. Hangrutsche unterbrechen die Strecke der Rhätischen Bahn an mehreren Stellen. Die Lage erinnert bedrückend an die Hochwasser und Murgänge im Frühsommer 2024 im Bündner Südtal Misox. Am Ende des Planspiels rufen alle Kantone den Notstand aus.

Die gemeinsam mit dem Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) und dem Centre for Security Studies der ETH Zürich organisierte Trockenheitsübung soll Kantonen und Gemeinden helfen, auf solche Situationen möglichst gut vorbereitet zu sein und Lücken zu erkennen. «Es soll ein gemeinsames Verständnis für die Bewältigung und Prozesse einer extremen Trockenheit entstehen», erklärt der Leiter der Übung, André Baur vom BABS. (bki)

Mehr zum
Forschungs-
programm Extremes:
wsl.ch/extremes

WARNUNGEN Je früher, desto besser. Um drohende Naturgefahren und Veränderungen im Wald früh genug zu erkennen, setzen Forschende auf Satelliten, künstliche Intelligenz und Spürhunde. Damit verschaffen sie den Menschen mehr Zeit, um zu reagieren.

Goldau, 2. September 1806: *Vierzig Millionen Kubikmeter Gestein brechen vom Rossberg ab und töten 457 Menschen. Obwohl der Berg seit dreissig Jahren bedrohlich gegrollt hatte, obwohl sich Risse und Spalten im Fels aufgetan hatten, hatte niemand erkannt, dass sich die Situation nach dem nassen Sommer dramatisch verschärft hatte.*

Wäre das heute anders? Mylène Jacquemart forscht an der WSL und der ETH Zürich und hat zuvor in einem Büro gearbeitet, das Alarm- und Warnsysteme für Naturgefahren anbietet. «Bekannte Felsbewegungen wie etwa am Spitze Stei ob Kandersteg können Ingenieurbüros heute sehr gut überwachen und erkennen, ob der Absturz akut droht», erklärt die Frühwarn-Spezialistin, «dann können die Behörden zum Beispiel gefährdete Häuser evakuieren oder Strassen sperren.» Schwieriger sei es, herauszufinden, welche Berge sich überhaupt bewegten. Im Rahmen des Forschungsprogramms Climate Change Impacts on Alpine Mass Movements analysierten Jacquemart und der SLF-Radar spezialist Andrea Manconi, ob sie dies mit satellitenbasierten Radardaten erkennen. «Leider gibt es ausgerechnet im steilen Gelände häufig die grössten technischen Limiten», mussten sie feststellen.



Goldau aus Richtung Südosten vom Lauerzersee aus, nach dem Bergsturz. Im Hintergrund links die Rigi, rechts der Rossberg mit der Absturzschniese, in der Mitte die aufgetürmten Felsmassen.



Fernerkundung mit einer Senkrechtstarter-Drohne.

Vom Himmel und am Boden

Solche Limiten stacheln den Ehrgeiz von Yves Bühler an, der die Forschungsgruppe Alpine Fernerkundung am SLF leitet. Er und sein Team nutzen eine breite technische Klaviatur: «Wir kennen die Vor- und Nachteile der verschiedenen Trägersysteme und Sensoren, von der Drohne übers Flugzeug bis zum Satelliten, vom Fotoapparat über Laser bis zum Radar», erklärt er. So brauchen Drohnen geeignetes Flugwetter, kommen dafür aber ganz nah dran. Radar durchdringt auch Wolken, ist aber teils schwierig zu interpretieren. «Wir

kombinieren die Messungen und denken dabei von der Naturgefahr her, nicht von der Technik», erklärt Bühler. «Das unterscheidet uns von anderen Fernerkundungsgruppen.»

Manfred Stähli bleibt auf dem Boden. Der Leiter der WSL-Forschungseinheit Gebirgshydrologie und Massenbewegung möchte Hangrutschungen mit Hilfe von hydrologischen Daten vorhersagen. Zwar ist bekannt, dass intensive Regenfälle, die in Folge des Klimawandels häufiger werden, diese Prozesse auslösen. Stähli differenziert aber: «Ebenso entscheidend wie die Regenmenge ist die Bodenfeuchte, welche in Zukunft eher abnimmt.» Er kombiniert mit Hilfe von künstlicher Intelligenz Bodenfeuchte- und Niederschlagsdaten mit Beobachtungen von Erdrutschen. Ähnlich wie bei der Lawinenwarnung geht es darum, die Gefährdungslage in einer Region einzuschätzen; den konkreten Rutsch an einem Hang zu prognostizieren, ist nicht möglich. Aber auch damit können Sicherheitsdienste dank ihrer Lokalkenntnis und Erfahrung – wo nötig – Schutzmassnahmen treffen.

Kameras, die anders sehen als Menschen

Noch besser als Frühwarnung ist es, wenn die Natur den Menschen schützt. So verhindert Wald manche Rutschung und kann Steinschlag und Lawinen bremsen. Allerdings: Die wegen des Klimawandels heißeren und trockeneren Sommer stressen die im Schutzwald häufige Fichte. Das freut die Borkenkäfer: Die geschwächten Bäume können sich nicht mehr gegen deren gefräßige Larven wehren. Sie sterben und schützen längerfristig nicht mehr vor Naturgefahren. Wenn der Baum stirbt, haben sich die Larven bereits zu Käfern entwickelt, ihre Kinderstube verlassen und selbst Eier in andere Bäume abgelegt.

Auch aufmerksame Försterinnen und Förster erkennen einen befallenen Baum meist nicht während der ersten Wochen, in denen die Larven in ihm leben. Denn zu Beginn des Befalls erscheint er noch vital. Aber genau dann müssen sie die weitere Ausbreitung der Käfer verhindern, indem sie den Baum fällen und mitsamt den Larven aus dem Wald entfernen.

Die Forstwissenschaftlerin Alessandra Bottero nutzt, dass ein gestresster Baum im nicht-sichtbaren Bereich des Lichtes erkennbar ist. Mit Drohnen werden spezielle Kameras über den Wald geflogen, die nur bestimmte Farbbereiche aufnehmen, auch solche, die wir mit unseren Augen nicht sehen. Allerdings beeinflussen auch die Jahreszeit, der Standort und das Wetter diese Farben. «Wir arbeiten noch daran, den Borkenkäfer-Stress im Bild zuverlässig zu erkennen.» Ergänzend setzt sie daher auch auf die Spürnase von ausgebildeten Borkenkäfer-Spürhunden. «Wir wollen ein System entwickeln, das den Waldfachleuten hilft», hält Bottero fest. «Sie müssen innert weniger Wochen nach dem Befall einen Borkenkäferbefall erkennen, den forstlichen Eingriff planen und umsetzen.» Wie bei Bergstürzen oder Rutschungen: Jeder Zeitgewinn zählt!

(bio)

WISSENSAUSTAUSCH

Alle an einen Tisch gegen Naturgefahren.

Bergtäler müssen sich gegen den Klimawandel wappnen. Wie gelingt es, dass alle in einer Talschaft am gleichen Strang ziehen? Annäherungen im Saastal und im Göschenental.

Der Klimawandel wird die Bergregionen der Schweiz stärker treffen als andere Landesteile. Naturgefahren drohen zuzunehmen, aber auch Einbussen im Tourismus. Studien zeigen indes, dass sogar direkt betroffene Menschen eher auf Ereignisse reagieren als sich mit künftigen Risiken zu befassen.

Kann ein Wissensaustausch eine Talschaft dazu animieren, sich aktiver auf Naturgefahren vorzubereiten? Das testeten die WSL-Forschenden Elisabeth Maidl und Matthias Buchecker im Saastal im Wallis und im Göschenental in Uri im Rahmen des Forschungsprogramms CCAMM. Sie luden ortsansässige Personen mit möglichst unterschiedlichem Wissensstand und Interessen zu Workshops ein, darunter Geologen, Naturgefahrens-Verantwortliche, Personen aus der Tourismusbranche, dem Forstwesen und von der Feuerwehr.

Die Teilnehmenden diskutierten die künftige Naturgefahrenlage im Tal. Ziel war es, Wissen auszutauschen und ein gemeinsames Verständnis der Prozesse betreffend Naturgefahren zu erarbeiten. So etwas geschehe normalerweise bei der Naturgefahrenprävention nicht, erklärt Buchecker.

Der Versuch sei in beiden Tälern erfolgreich verlaufen, so der Forscher. «Der Austausch hat ein umfassenderes und vor allem ein geteiltes Verständnis zu Klimarisiken und den nötigen Massnahmen dagegen hervorgebracht.» Sein Fazit: «Es ist wichtig zu berücksichtigen, wie das Leben der Menschen und die Wirtschaft betroffen sein werden.» Die Forschenden wollen jetzt ihre Erkenntnisse in einem Leitfaden anderen Talgemeinschaften und Projekten zugänglich machen.

(bki)



Beim Workshop im Saastal tauschten sich Einheimische über Naturgefahren aus und suchten gemeinsam nach Lösungen.

Bild: Van Schmid

**Simona Gradinaru,
Birmensdorf**

«Ich geniesse meine Zeit hier in unserem Gemeinschaftsgarten: Zu säen, die Pflanzen zu umsorgen und dann mit meiner Ernte das Ergebnis dieser Arbeit in Händen zu halten. Zudem verbindet der Garten die Nachbarschaft. Wir tauschen Samen aus, Pflanzen und Früchte.»



STÄDTE VERSTEHEN

Die Geographin Simona Gradinaru untersucht, wie sich die Landschaft in Städten und um diese herum verändert: «Ich will herausfinden, wie die Verstädterung geplant wird und wie effizient dieser Prozess ist.» Dafür wertet sie unter anderem Raum-

analysen und Planungsdokumente aus und befragt Entscheidungsträger. «Wir wollen den Boden effizienter nutzen, und dazu müssen wir wissen, was die Hebel bei Planungsentscheiden sind. Dann können wir vielleicht etwas ändern.» (kus)



Wald im Val Müstair: Er braucht gezieltes Management, damit er auch mit dem Klimawandel vor Naturgefahren schützt und Holz liefert.

«Falsche Entscheidungen bei der Waldflege haben eine grosse Tragweite», sagt Janine Schweier, Leiterin der WSL-Gruppe Nachhaltige Forstwirtschaft. Denn Wälder haben viele Aufgaben, beispielsweise nehmen sie Kohlendioxid (CO_2) auf und liefern Holz. Wegen des Klimawandels, der mehr Stürme, Trockenheit und Schädlinge mit sich bringt, wird es künftig noch komplexer, Wälder zu bewirtschaften und zu planen. Dies besonders bei Gebirgswäldern, die Schutz vor Naturgefahren gewähren.

Um die Forstleute dabei zu unterstützen, erarbeitet Schweiers Team softwaregestützte Hilfsmittel («multi-criteria decision support systems»). Diese sind im Prinzip eine Sammlung von Faktoren, die wie Stellschrauben beeinflussen, wie sich Wälder entwi-

ckeln sollen: CO_2 speichern, vor Naturgefahren schützen, Holz liefern, Freizeitort für Menschen sein und die Artenvielfalt schützen. Diese kombinieren die Forschenden mit dem von der ETH entwickelten Modell ForClim, das simuliert, wie sich Waldbestände unter verschiedenen Umweltbedingungen über die Zeit verändern. Damit lässt sich dann beispielsweise virtuell erkunden, wie sich unterschiedliche Klimaszenarien auf Waldleistungen auswirken oder mit welchen waldbaulichen Massnahmen Forstleute einen gewünschten Waldzustand erreichen.

Nun haben die Forschenden so eine Entscheidungshilfe speziell für Bergwälder erarbeitet. Sie bündelt zahlreiche Grundlagen für Entscheidungen, erklärt der WSL-Doktorand

Simon Mutterer: «So lassen sich zum Beispiel Zielkonflikte – etwa zwischen Holzertrag und Artenvielfalt – frühzeitig identifizieren.»

Wald der Zukunft im Val Müstair

Den Blick in die Zukunft wagten die Forschenden für das Val Müstair in der Schweiz und das tiefer gelegene Gebiet um die slowenische Stadt Tržič. Die Simulation macht deutlich, dass Gebirgswälder gezielt mit Blick auf den Klimawandel bewirtschaftet werden müssen, wenn sie bestimmte Dienste im gleichen Masse wie bisher leisten sollen. Bei extremen Klimawandelszenarien gelang das in tiefen Lagen mit dem herkömmlichen Waldbau indes nicht mehr. Das müssen Forstbetriebe auffangen, etwa indem sie an das künftige Klima angepasste Baumarten fördern.

Dennoch kann in beiden Regionen die dort bereits praktizierte nahe Waldwirtschaft ein goldener

Mittelweg sein. Diese strebt einen alters- und strukturmässig gut durchmischten und gegen Störungen stabilen Wald an, dessen Baumarten und Bäume an den Standort angepasst sind und sich selbst fortpflanzen. Sie ist in der Schweiz üblich, aber viele Wälder Europas sind sehr uniform.

«Ich sehe die Entscheidungshilfe als eine Art Multifunktionstool für die Waldplanung», sagt Mutterer. Im nächsten Schritt will er sie so erweitern, dass sie auch berücksichtigen kann, wie anfällig Wälder auf Waldbrände, Borkenkäferbefall und Windwurf sein werden. *(bki)*

WALD Zwitschern macht attraktiv

Bitte schauen Sie in die von uns vorgegebene Blickrichtung. Sagen Sie auf einer Skala von 1 bis 10, wie Ihnen der Wald gefällt. Diese Frage ist eine von gut dreissig, mit denen WSL-Umweltnaturwissenschaftlerin Tessa Hegetschweiler und ein Team von WSL und Empa untersucht haben, wie gut Waldbesuchenden ihre Umgebung gefällt – und welche Rolle dabei Geräusche spielen.

Damit beschritten die Forschenden neue Wege. «Gewöhnlich macht man solche Studien mit Hilfe von Virtual-Reality-Brillen im Labor», erklärt die Wissenschaftlerin. «Alternativ werden Befragte gebeten, auf die Geräusche zu achten, um so die



Vogelgesang macht den Wald attraktiver (im Bild ein Rotkehlchen).

Wahrnehmung der Geräuschkulisse zu erfassen.» Anders bei ihrer Untersuchung.

Für diese massen die Empa-Forschenden je eine Woche lang an zwanzig übers Mittelland verteilten Waldstandorten die Schallpegel und machten Tonaufnahmen der Geräuschkulisse. Das WSL-Team befragte an diesen Orten vorbeikommende Personen unter anderem dazu, wie attraktiv sie den Wald fanden. Dass im Hintergrund eine Erhebung der Geräusche stattfand, wussten die Befragten nicht.

Das Resultat überraschte. Die Geräuschkulisse beeinflusste die Antwort auf die Eingangsfrage – obgleich jene eigentlich eher die optische Wahrnehmung anspricht: Den Befragten gefiel der Wald besser, wenn Vögel darin zwitscherten. «Das haben wir nicht so deutlich erwartet», sagt Hegetschweiler. «Eigentlich war man davon ausgegangen, dass hier-

bei überwiegend optische Eindrücke wichtig sind und Geräusche eine untergeordnete Rolle spielen.»

Die Lautstärke dagegen spielte an den untersuchten Standorten keine nachweisbare Rolle dabei, wie gut der Wald gefiel. «Das kann daran liegen, dass keine extrem lauten Orte dabei waren», erklärt die Forscherin. «Dem würde ich gerne in einer weiteren Studie nachgehen.»

Viele Menschen nützen stadtnahe Wälder, um sich zu erholen, erklärt die Forscherin. «Wenn wir sehen, wie und welche Geräusche die Qualität dieser Grünräume beeinflussen, können wir besser auf die Geräuschkulisse achten, wenn es etwa darum geht, neue Fuss- und Radwege anzulegen.»

(kus)

LANDSCHAFT

Gut geplant ist nicht immer grün geplant

Bäume und Sträucher bieten Schatten und wirken im bebauten Gebiet wie eine Klimaanlage, da sie die Umgebung kühlen. Dies mildert die negativen Folgen des Klimawandels in Städten. Zudem wirkt sich das Grün positiv auf die Gesundheit und das Wohlbefinden der Menschen aus und bietet Tieren in der Stadt Lebensraum und Nahrung.

Daher spielen Bäume und Sträucher bei der Planung von städtischen Bauvorhaben eine wichtige Rolle – sollte man meinen. Erstaunlicherweise ist dem nicht immer so. Das hat Franziska Schmid in ihrer Doktorarbeit an der WSL herausgefunden. Die Geografin verglich Überbauungen im Kanton Zürich, die entweder mit ei-

nem Gestaltungsplan oder über die herkömmliche Planung in der Bau- und Zonenordnung entstanden sind. Ersterer bietet den Planenden grösseren Spielraum beim Platzieren von Gebäuden und Gestalten des Außenraums als Letztere und sollte so die Qualität der Städte verbessern. Das Resultat überrascht: Der Gestaltungsplan schnitt bezüglich Stadtgrün schlechter ab als das herkömmliche Planungsinstrument.

«Wir haben erwartet, dass Überbauungen mit einem Gestaltungsplan grüner sind als konventionell geplante», sagt WSL-Forscherin Anna Hersperger, die die Arbeit betreute. Denn bei Ersteren seien häufig Landschaftsarchitektinnen und -architekten im



Ein gutes Beispiel, wie Bäume und Sträucher bei einer Überbauung mitgeplant werden können: Friesenbergquartier in Zürich.

Prozess involviert. Das schlechtere Abschneiden könnte laut Hersperger daran liegen, dass bei früheren Planungen – der Kanton Zürich führte Gestaltungspläne bereits 1975 ein – Stadtgrün noch zu wenig wichtig war. Ursprünglich war diese Art Planungsinstrument vor allem dazu gedacht, Siedlungsgebiete zu erhalten und sanft zu entwickeln, die aufgrund ihrer ökologischen, sozialen oder städtebaulichen Bedeutung als sensibel gelten.

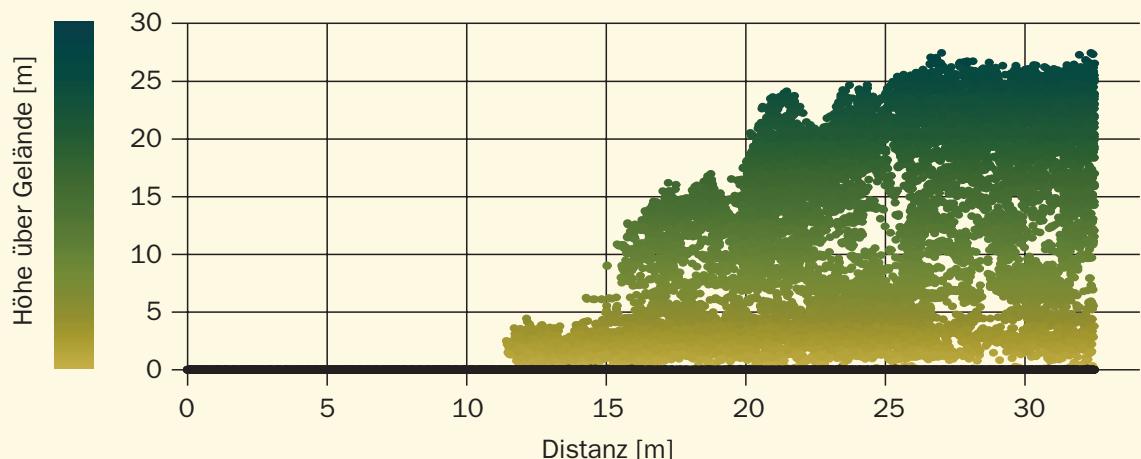
Frühzeitig an die Bäume denken

Hersperger hält den Gestaltungsplan dennoch für ein gutes Instrument – mit Potenzial für Verbesserung: «Bäume, ob bestehende oder neue, brauchen mehr Gewicht im Prozess.» Bei der Bewertung von Gestaltungsplänen könnten Bäume und Sträucher zum Beispiel ein zusätzliches Standardkriterium mit hoher Priorität sein. Noch besser wäre es, schon bei der Vergabe von Studienaufträgen und Architekturwettbewerben feh-

lendes Stadtgrün als Ausschlusskriterium zu definieren. Ein weiterer Vergleich von Schmid zeigte nämlich, dass, wenn Gestaltungspläne einen hohen Baum- und Strauchanteil vorschreiben, dies auch so umgesetzt wird.

Denn auch wenn der Platz knapp ist: Zu einer nachhaltigen Stadtentwicklung gehören auch Bäume und Sträucher. Nicht nur für das Wohlbefinden der Menschen, sondern auch, um die biologische Vielfalt im bebauten Gebiet zu erhalten und zu fördern.

(lbo)



Querschnitt durch die Punktwolke: Die Forschenden können so die Struktur eines Waldrands aus den Swisstopo-Fernerkundungsdaten ableiten. Von links nach rechts steigt der Saum vom Offenland zum Wald hin an.

Die Schweiz besitzt mehr als Hunderttausend Kilometer Waldränder. Diese Übergangsbereiche zwischen Offenland und Wald sind wertvolle Lebensräume – wenn sie genügend tief, strukturen- und artenreich sind. Fachleute erfassen diese Charakteristika systematisch im Rahmen des Landesforstinventars (LFI), das den Zustand der Schweizer Wälder festhält. Allerdings liegen die meisten LFI-Probenflächen mitten im Wald. Die Daten zu Waldrändern sind daher begrenzt. Mit einer neuen Methode können WSL-Forschende dies nun ändern.

Das Verfahren basiert auf den Punktwolken der Laserscanningdaten der Schweiz, die das Bundesamt für Landestopografie Swisstopo alle sechs Jahre von Flugzeugen aus aufnimmt. Aus ihnen bestimmen die Forschenden, wie unterschiedlich hoch die Pflanzen sind, wie dicht sie den Wald zum Offenland abschliessen, wie tief Strauchgürtel und Waldmantel sind, welche Lichtverhältnisse herrschen und in welchem Winkel der Saum vom Offenland zum Wald hin ansteigt. «Das beschreibt die Struk-

tur eines Waldrands, was Hinweise auf dessen ökologische Qualität gibt», sagt der Geograph Moritz Bruggisser, der die Methode an der WSL entwickelt hat. Erfolgreich getestet hat das Team sie bereits an den 25 000 Kilometern Waldrändern des Mittellandes.

«Viele Waldränder sind zu wenig tief oder zu wenig strukturiert», sagt Bruggisser. «Sie gehören deshalb zu den Lebensräumen, die der Bund und die Kantone prioritär ökologisch aufwerten wollen.» Mit seiner Methode lassen sich nun flächenhaft solche identifizieren, für die das sinnvoll wäre. «Wir wollen nun die Daten verschiedener Messjahre von Swisstopo vergleichen und schauen, ob wir Veränderungen entdecken», sagt Bruggisser. (kus)

Bruggisser M., Wang Z., Ginzler C., Webster C., Waser L.T. (2024) Characterization of forest edge structure from airborne laser scanning data. *Ecol. Indic.* 159, 111624. doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111624

Tatjana Scherrer,
Davos

«Mein Arbeitsalltag ist geprägt von vielen kurzfristigen Anliegen, Wünschen und Bedürfnissen, die möglichst optimal erfüllt sein wollen. An einem Ort wie dem Dorfberg finde ich Ruhe in der Weite, mit Blick auf die Berge, den See und Davos. Das hilft, um am nächsten Tag wieder parat zu sein.»



HERZLICHER EMPFANG

«Ich mag die Abwechslung, den Kontakt mit den Menschen»: Tatjana Scherrer begrüßt seit 2016 Mitarbeitende wie Besuchende am Empfang in Davos, hilft ihnen weiter und organisiert Führungen. Besonders liebt sie dabei, für Anliegen, die nicht ganz Courant normal sind, Lösungen zu fin-

den. «Das können Kleinigkeiten sein, wie eine Umorganisation von Raumreservationen, so dass am Schluss alle Platz haben, oder ein alternativer Vorschlag für ein Büromaterial, das wir nicht im Sortiment haben.» (job)



Schön, aber gefährlich: der Asiatische Eschenprachtkäfer.

«Die Käfer haben die Plastikgefässe angenagt, in denen sie geschlüpft sind», erzählt WSL-Biologin Nina Feddern. Das ist nicht ihre übliche Nahrung. Gewöhnlich fressen Asiatische Eschenprachtkäfer Eschenblätter – was für die Bäume kein Problem ist. Durchaus eines sind aber ihre Larven. Sie nagen sich durch das Gewebe zwischen Rinde und Holz. Dort liegen die Leitungsbahnen, in denen Wasser und Nährstoffe transportiert werden. Sind diese zerstört, stirbt der Baum.

Eschen aus dem natürlichen Verbreitungsgebiet der Käfer in Ostasien

können die Larven in Schach halten, so dass sie selten ernsthaft Schaden nehmen. In den USA allerdings haben die Insekten, seit sie in den 1990er Jahren eingeschleppt wurden, Millionen Eschen abgetötet. In Europa tauchte der Käfer 2003 in Westrussland auf. Wie er dorthin und nach Nordamerika gelangte, ist unklar; ein möglicher Weg ist mit Larven befallenes Verpackungsholz. Mittlerweile hat der Käfer die russische Ostseeküste und die Ukraine erreicht. «Es ist im Grunde genommen nur eine Frage der Zeit, bis er auch in der Schweiz auftaucht», sagt Feddern. Um hiergegen besser gewappnet zu sein, liess sie die beissfreudigen Käfer im Brutschrank an der WSL schlüpfen.

Suche nach Umwelt-DNA

Früherkennung ist das Stichwort. «Wir wollten herausfinden, ob wir einen Befall durch die Käfer über das Wasser nachweisen können, das bei Regen von Blättern tropft oder den Stamm eines Baums herabfliesst», erklärt Feddern. Darin, so vermuteten die Forschenden, könnten sich Spuren des Erbguts der Tiere finden. Die Käfer hinterlassen dieses etwa in ihren Ausscheidungen, die das Wasser mitnimmt.

Die Arbeiten erfolgten im Nationalen Pflanzenschutzlabor an der WSL. Dessen strenge Sicherheitsmaßnahmen erlauben, auch solche hochgefährlichen Schadorganismen zu untersuchen. Dort brachte Feddern Eier, Larven und erwachsene Käfer auf Eschenschösslingen aus – genau abgezählt, damit beim Einsammeln am Schluss sicher auch alle wieder da waren und keiner die Chance

bekam, zu entkommen. Was allerdings ohnehin äusserst schwierig gewesen wäre: Die Räume haben doppelte Türen, die Pflanzen mit den Käfern standen in Metallkäfigen und Feddern hatte sie zusätzlich noch einzeln mit Gazegewebe eingepackt.

Dann simulierte die Wissenschaftlerin Regen: Sie besprühte die Pflanzen mit Wasser und fing es am Fuss der Bäumchen wieder auf. Diese Wasserproben untersuchte sie dann auf Eschenprachtkäfer-DNA. Und tatsächlich: «Für die erwachsenen Käfer und deren Larven funktioniert der Nachweis», sagt Feddern. «Nur bei den Eiern war er ungenau.»

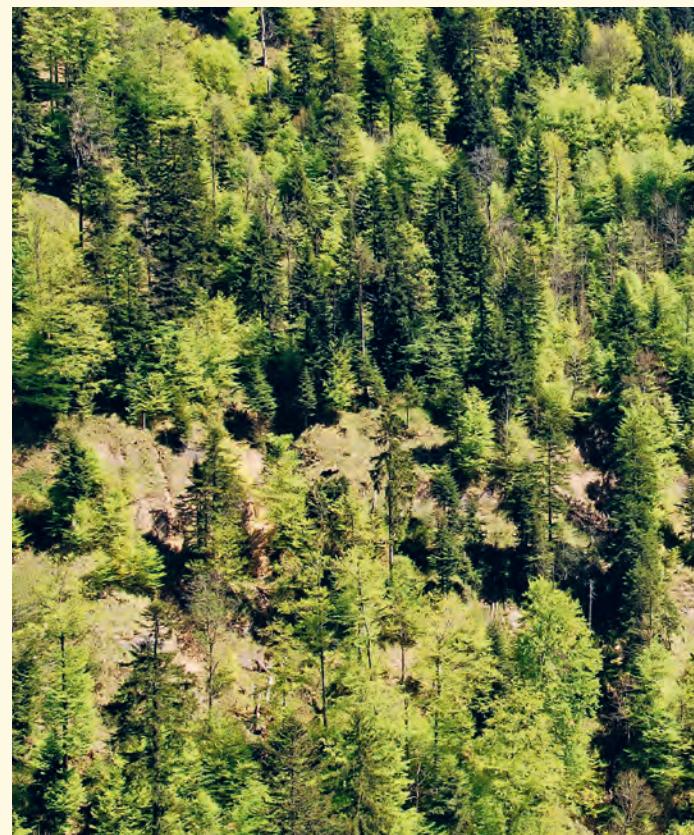
Zwar fand sie das gesuchte Erbgut auch in manchen dieser Proben. Aber nicht genügend oft, um einen sicheren Nachweis zu erlauben. «Möglichlicherweise müssten wir unsere Methode hierfür weiter verfeinern.» Dies wäre in einem nächsten Schritt zu testen.

wsl.ch/eschenprachtkaefer

BIODIVERSITÄT Zeitreise via Erbgut: Wie Baumarten die Eiszeiten überstanden

Rund 21 000 Jahre ist es her: Ganz Europa ist von Eis bedeckt. Ganz Europa? Nein! Es war nicht mal nur ein kleiner Fleck, der den Eismassen Widerstand leistete: Selbst damals, zum Höhepunkt der letzten Eiszeit, existierten eisfreie Gebiete in Mitteleuropa und im Süden des Kontinents. Doch wie bei den vorhergegangenen Eiszeiten waren weite Teile des Lebensraums europäischer Baumarten trotzdem unter Eis verschwunden. Wie verkrafteten die Arten diesen Verlust? Dies untersuchten WSL-Forschende gemeinsam mit einem internationalen Team.

Sie nahmen sich sieben kommerziell und ökologisch wichtige europäische Baumarten vor: Fichte, Hängebirke, Waldföhre, Rotbuche, Traubeneiche, Schwarzpappel und Strandkiefer. Von jeder nahmen sie Proben in mindestens zwanzig Populationen, also regionalen Vorkom-



In der Schweiz sammelten die Forschenden Proben von Buche und Fichte. Im Bild ein Mischwald im Tössbergland (ZH).

men, aus deren europäischem Verbreitungsgebiet.

Vielsagende Unterschiede

Zurück im Labor analysierten sie das Erbgut der Bäume. Sie interessierten sich speziell für die genetische Variabilität, die Unterschiede der DNA-Sequenzen: solche zwischen den Individuen der jeweiligen Arten sowie jene zwischen deren Populationen. Denn mit einer Kombination aus modernen molekularen Methoden und statistischen Berechnungen lassen diese tief in die Vergangenheit blicken. So konnten die Forschenden bestimmen, wie sich die genetische Vielfalt und die Gesamtpopulationen der untersuchten Arten über Jahrtausende entwickelt hatten.

Bei massiven Umweltveränderungen wie Eiszeiten erwarteten sie Einbrüche in den Populationsgrößen und abnehmende genetische Vielfalt. Doch nicht einmal die Höhepunkte der Eiszeiten mit grossflächigen Verwitterungen hatten klare Spuren hinterlassen. Allen Widrigkeiten zum Trotz blieb die genetische Vielfalt der untersuchten Arten über Millionen Jahre stabil oder stieg sogar an, und ihre Gesamtpopulation nahm zu. Wie geht das?

WSL-Genetiker Benjamin Dauphin, einer der Hauptautoren der Studie, erklärt: «Die Verbreitungsgebiete der untersuchten Waldbauarten waren selbst während der Eiszeiten noch relativ gross – und ausreichend zusammenhängend, dass Genfluss möglich war, etwa über weiten Pollenflug.» Zusammen mit der grossen Gesamtpopulation trug dies dazu bei, dass die genetische Vielfalt der Arten erhalten blieb. Zudem konnten die

Bäume zu jener Zeit ungehindert von menschgemachten Hindernissen ihren «idealen» Lebensbedingungen hinterherwandern.

Heute sieht es anders aus. «Menschliche Aktivitäten fragmentieren die Lebensräume zunehmend», sagt Dauphin. Das schränkt nicht nur die Durchmischung ein, sondern erhöht das Risiko, dass einzelne Vorkommen verschwinden – und mit ihnen ihre vielleicht einzigartige genetische Variabilität. Auch stehen den Bäumen unter anderem weniger Flächen zum Ausweichen zur Verfügung – bei gestiegener Dringlichkeit, ihren passenden Lebensräumen hinterherzuwandern: «Heute verändert sich das Klima deutlich schneller als in der Vergangenheit», so der Forscher. «Das könnte die Anpassungsfähigkeit dieser Arten überfordern.»

(kus)

Milesi P., Kastally C., Dauphin B., Cervantes S., Bagnoli F., Budde K.B., ... (2024) Resilience of genetic diversity in forest trees over the Quaternary. *Nat. Commun.* 15, 1: 8538.
doi.org/10.1038/s41467-024-52612-y

Felix Zimmermann,
Birmensdorf

«Schon als Kind war ich
immer mit meinen Eltern
zelten, und noch immer
sind die schönsten Ferien
für mich, wenn ich
einfach nur mit Zelt und
Velo unterwegs bin.
Nur Natur um mich
herum, das finde ich
enorm entspannend.»



KEINE EICHE IST ALLEINE

Auch Pflanzen besitzen ein Mikrobiom aus Kleinstlebewesen, mit denen sie in enger Gemeinschaft leben. Der Biologe Felix Zimmermann untersucht einen wichtigen Symbiosepartner der Eiche: den Mykorrhizapilz *Cenococcum geophilum*. Dafür hat der Doktorand in ganz Europa Proben des Pilzes

gesammelt. Derein Erbgut entschlüsselt er, um mehr über die Verwandtschaftsbeziehungen der Pilze untereinander herauszufinden, ihre Anpassungen, etwa an Trockenheit, und ihren Einfluss auf die Eiche. (kus)

Jürg Schweizer, das SLF organisiert ein Seminar «Lawinen und Recht». Warum?

Um das Verständnis zwischen Untersuchungsbehörden und Gerichten einerseits und Berggägerinnen und -gängern andererseits zu verbessern. Denn Erstere wissen oft wenig über Lawinen. Letztere sind ebenso oft irritiert, dass ein Lawinenunfall strafrechtliche Folgen haben kann. Juristisch gesehen kann man sich aber bei einem Lawinenunfall der fahrlässigen Tötung schuldig machen.

Wie das?

Wenn eine überlebende Person nicht die nötige Sorgfalt anwendete und etwas machte oder unterliess, das zum Unfall führte. Bei jedem tödlichem Unfall muss die Staatsanwaltschaft untersuchen, ob ein solches pflichtwidriges Verhalten vor-

liegt. Die meisten Verfahren stellt sie ein, und Schultersprüche sind sehr selten. Wir beobachten zum Glück keine Kriminalisierung des Bergsports. Dass immer überall Schuldige gesucht werden, ist eher ein Medienphänomen.

Was müssen Tourengeher über rechtliche Konsequenzen von Lawinenunfällen wissen?

Eigentlich gar nichts! Besser setzen sie sich mit Lawinenprävention auseinander: die Tour sorgfältig planen, die Lawinensituation kennen und sich im Gelände entsprechend verhalten – etwa einzeln abfahren und die steilsten Hangpartien meiden. Kommt es dann doch zu einem tödlichen Lawinenunfall, dürften ihre moralischen Probleme grösser sein als ihre juristischen. Man kann also weiterhin ohne Anwalt auf Skitour.



Ein Lawinenunfall mit Todesopfer führt immer zu einer strafrechtlichen Untersuchung. Meist wird das Verfahren eingestellt; nur ganz selten kommt es zu einer Verurteilung.

Kann nach einer falschen Prognose auch ein SLF-Lawinenwarner einer Strafuntersuchung ausgesetzt sein?

Theoretisch schon. Die Fehlprognose müsste aber den Unfall direkt verursacht haben und auf Pflichtwidrigkeit beruhen. Wenn sie sorgfältig arbeiten, sollten sie nichts zu befürchten haben. Fehler sind erlaubt, Schlampelei nicht.

Und was müssen Staatsanwältinnen und Richter über Lawinen wissen?

Dass die Beurteilung der Lawinengefahr nie ganz genau ist und die Unterschiede im Gelände gross sein können. Selbst eine hohe Gefahrenstufe ist nicht vergleichbar mit einer roten Ampel. Daher sollten Gerichte unbedingt Gutachten von Sachverständigen beziehen.

SLF-Mitarbeitende verfassen solche Gutachten. Ist das Institut da nicht in einem Interessenskonflikt, weil auch das Lawinenbulletin hinterfragt werden muss?

Doch, ein Stück weit schon. Daher trennen wir Gutachten und Lawinenbulletin personell. Und manchmal kritisieren die Gutachter das Bulletin auch in ihren Berichten. Das Bulletin ist aber vor allem eine Planungsgrundlage. Wichtiger ist die Beurteilung der Situation vor Ort. Es geht meist darum, ob die Betroffenen bei den damals herrschenden Verhältnissen die Standards der Unfallprävention eingehalten haben.

Ist die juristische Situation in den Nachbarländern ähnlich wie in der Schweiz?

Ja. Nur Italien ist speziell: Dort ist das Auslösen einer Lawine strafbar, auch ohne Schaden. Das führt dazu, dass viele Leute glimpflich verlaufene Vorfälle aus Angst vor

Strafe nicht melden. Und das kann unnötige Rettungsaktionen auslösen, zum Beispiel, wenn jemand anderes eine Lawine entdeckt, in die Skispuren hineinführen.

Zurück zum Seminar: Welche Schwerpunkte hat es dieses Jahr?

Im Grunde dieselben wie immer. Denn es kommen immer wieder neue Staatsanwälte und Sicherheitsverantwortliche, die wir ans Thema heranführen wollen. Daneben legen wir einen Schwerpunkt auf Absperrungen, besonders bei der künstlichen Auslösung von Lawinen mit Sprenganlagen.

Hat Ihr vertieftes Wissen über «Lawinen und Recht» Auswirkungen darauf, wie Sie z'Berg gehen?

Nicht direkt. Aber weil ich beim Erstellen von Unfallgutachten oft sehe, was alles schieflaufen kann, mache ich mir heute viel mehr Gedanken, was passieren würde, wenn sich an dieser oder jener Stelle eine Lawine ereignet. Ich beachte also nicht nur die Wahrscheinlichkeit einer Lawinenauslösung, sondern auch die potenziellen Folgen. Also zum Beispiel, wie gross der Hang ist, und ob ich aufgrund der Geländeform tief verschüttet werden könnte.

(bio)

slf.ch/lr



Der Umweltphysiker und Glaziologe Jürg Schweizer leitet die Forschungseinheit Lawinen und Prävention sowie das SLF und ist Mitglied der Direktion der WSL.

Daniel Farinotti, die UNO hat dieses Jahr zum internationalen Jahr der Erhaltung der Gletscher ernannt. Sind die Gletscher denn noch zu retten?

Es gibt immer noch etwas zu retten. In den Alpen etwa im besten Fall immerhin vierzig Prozent der Gletscher. Allerdings nur, wenn alle Staaten das Klimaabkommen von Paris einhalten.

Das wird aber knapp. 2024 lag die Erwärmung bereits bei 1,6 Grad.

Ja, leider. Nehmen wir also mal ein «mittleres» Klimaszenario, in dem wir das Paris-Abkommen etwas überschissen. Steigen die Temperaturen um 2,5 Grad, werden wir in den Alpen achtzig Prozent des Gletschervolumens verlieren. Das heisst zum Beispiel, dass man den Grossen Aletschgletscher vom Aussichtspunkt Moosfluh auf der Riederalp im Wallis vielleicht noch in ganz weiter Entfernung sehen könnte.

Und im schlimmsten Fall?

Bei einer ungebremsten globalen Erwärmung wären die Alpen praktisch eisfrei. Hier und dort wären ein paar kleine Eisreste übrig, wir würden unsere Landschaften aber wohl kaum wiedererkennen.

Aber selbst im besten Fall wird es deutliche Verluste geben?

Weltweit gilt als Faustregel, dass es pro 0,1 Grad Erwärmung zwei Prozent globalen Eisvolumenverlust geben wird. Da geht es um Gletscher, nicht um die polaren Eisschilde – also nicht um Grönland

und die Antarktis. Das heisst, bei einem Grad plus gehen zwanzig Prozent verloren und bei zwei Grad plus vierzig Prozent. Zurzeit schrammen wir bereits an der 1,5 Grad-Marke. Das heisst dreissig Prozent Verlust von jetzt an gerechnet werden wir sicher sehen, selbst, wenn man das Klima jetzt stabilisieren würde. Die Verluste sind einfach noch nicht realisiert.

Was hat das für Folgen?

Es gibt lokale Folgen, und es gibt globale. Zu den ersteren gehören die Änderung im Landschaftsbild, der lokalen Ökosysteme oder auch die Entstehung neuer Gletscherseen, die unter Umständen gefährlich werden können. Die grösseren Effekte sind aber der Anstieg des globalen Meeresspiegels und der Einfluss auf die Wasserressourcen ganzer Regionen. Das wird nicht nur Menschen beschäftigen, die in unmittelbarer Nähe von Gletschern leben, sondern die Weltbevölkerung.

Wenn die Gletscher dreissig Prozent Volumen verlieren, dann hat es ja noch viele, die als Wasserspeicher dienen.

Das ist eine globale Zahl – das heisst nicht, dass alle Gletscher dreissig Prozent verlieren. Der Rückgang ist räumlich nicht gleich verteilt. Die Alpengletscher werden zum Beispiel mehr schwinden als die polaren Gletscher. Gewisse Regionen werden daher auch bei nur dreissig Prozent Verlust unter Trockenheit leiden.



Daniel Farinotti ist Glaziologe und ausserordentlicher Professor an der WSL und der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) der ETH Zürich.



Fleece-Abdeckungen am Rhone-Gletscher.

Wie sieht es mit technischen Mitteln zur Rettung der Gletscher aus? Sie abzudecken etwa?

Lokal sind solche Massnahmen tatsächlich sehr effektiv, wobei lokal heisst: mehrere Fussballfelder gross. Vielleicht auch Dutzende von Fussballfeldern. Aber wenn wir über die «Rettung» der Gletscher ganzer Gebirgszüge sprechen, wie der Alpen, dann wäre das nicht nur ökologisch und landschaftlich unverantwortlich, sondern auch irrsinnig teuer und logistisch praktisch nicht machbar.

Gibt es denn noch andere Vorschläge?

Ja, zurzeit werden in der Tat weitere Ideen generiert, die zum Teil auch recht bizarr anmuten. In den Polarregionen verlieren die Gletscher zum Beispiel nicht nur durch Oberflächenschmelze an Volumen,

sondern auch, weil sie in den Ozean fliessen und dort abbrechen oder vom Meerwasser geschmolzen werden. Es gibt Vorschläge, das Wasser unter dem Eisschild wegzupumpen und so die Gleitbewegung der Gletscher zu verlangsamen. Oder unter Wasser Mauern vor ihnen zu installieren, um sie vor dem vergleichsweise warmen Meerwasser zu schützen. Die dafür nötige Logistik wäre buchstäblich kolossal, und die damit verbundenen Nebenwirkungen sind kaum abschätzbar ...

Das klingt nicht realistisch.

Nein, und ich hoffe ehrlich gesagt auch nicht, dass es so weit kommen wird. Schlussendlich ist die Lösung, um die Gletscher zu schützen, bekannt: Es gilt, die Klimaerwärmung so klein wie möglich zu halten. *(kus)*



WASSERMESSTATION SCHWÄNDLIBACH, 1952

Die Wassermessstation Schwändlibach misst den Abfluss des gleichnamigen Baches. In den 1950er Jahren war sie Teil eines Experiments, in dem Forschende der Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, dem Vorläufer der WSL, an zwei solchen Stationen untersuchten, inwieweit Wald den

Wasserabfluss beeinflusst. Der Versuch endete nach einigen Jahren, als sich zeigte, dass die beiden Einzugsgebiete aufgrund ihrer Geologie nicht miteinander vergleichbar waren. Das Bundesamt für Umwelt betreibt die Messstation Schwändlibach in der Nähe von Plaffeien (FR) heute noch. (kus)

ABOSERVICE

Das Diagonal
kostenlos abonnieren:
wsl.ch/diagonal



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

STANDORTE

Birmensdorf

Eidg. Forschungsanstalt WSL
Telefon 044 739 21 11
wslinfo@wsl.ch, wsl.ch

Lausanne

Institut fédéral de recherches WSL
Telefon 021 693 39 05
lausanne@wsl.ch, wsl.ch/lausanne

Sion

Institut fédéral de recherches WSL
Telefon 044 739 21 61
valais@wsl.ch, wsl.ch/sion

Davos

WSL-Institut für Schnee-
und Lawinenforschung SLF
Telefon 081 417 01 11
contact@slf.ch, slf.ch

Cadenazzo

Istituto federale di ricerca WSL
Telefon 091 821 52 30
info.cadenazzo@wsl.ch,
wsl.ch/cadenazzo

IMPRESSUM

Herausgeberin
Eidg. Forschungsanstalt WSL

Text:
Jochen Bettzieche (job), Lisa Bose (lbo),
Beate Kittl (bki), Stephanie Kusma (kus),
Birgit Ottmer (bio)

Redaktionsleitung:
Jochen Bettzieche, Stephanie Kusma;
diagonal@wsl.ch

Gestaltung:
Raffinerie AG für Gestaltung, Zürich

Layout: Sandra Gurzeler, WSL

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

Auflage und Erscheinen:
4700, zweimal jährlich

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

Zitierung:
Eidg. Forschungsanstalt WSL (2025)
WSL-Magazin Diagonal, 1 / 25.
36 S., ISSN 2296-3561



Alle Inhalte stehen, soweit nicht
anders angegeben, unter der Creative
Commons-Lizenz CC BY 4.0.

FORSCHEN FÜR MENSCH UND UMWELT
IN EINER WELT IM WANDEL

Die Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL ent-
wickelt wissenschaftsbasierte Lösungen für Wald, Landschaft, Biodiversität, Natur-
gefährden sowie Schnee und Eis in einer Welt im Wandel. Als Forschungsanstalt des
Bundes und Teil des ETH-Bereichs verpflichtet sich die WSL zu Spitzenleistungen in
Forschung und Umsetzung zum Wohle von Natur und Gesellschaft.

