

DIAGONAL

SCHWERPUNKT

Trockenheit im Wasser- schloss Schweiz?

Nr. 2

13

Flächennutzung:

Handelbare Zertifikate als wirkungsvolles Instrument, S. 26

Neue Produkte:

Schnee- und Lawinenwissen erleben und verstehen, S. 29

Energiewende und

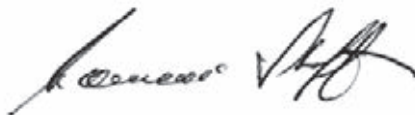
Natur: Wo kommt es zu Nutzungskonflikten? S. 30

EDITORIAL

Liebe Leserin, lieber Leser,
«Trockenheit im Wasserschloss
Schweiz?» steht in grossen
Buchstaben auf dem Umschlag
dieses Hefts. Das erschien abwegig,
als wir im Frühsommer 2013
recherchierten: Alle klagten über
das nasskalte Wetter, Überschwem-
mungen in der Schweiz und vor
allem in Deutschland prägten die
Schlagzeilen. Der heisse Juli
zeigte dann, dass die Frage dennoch
berechtigt ist. Die meisten Klima-
forscher sind sich einig, dass
die Schweiz zukünftig häufiger und
intensiver unter Trockenheit
leiden wird. Grund genug, dass wir
erforschen, wie sich Trockenheit
auf den Schweizer Wald auswirkt
oder wie wir sie früh genug
erkennen können.

Weil der Klimawandel – wie auch
die Energiewende – vom Verhalten
von uns allen abhängt, sollten
gerade wir als Umwelt-Forschungs-
institut unsere Verantwortung
ernst nehmen. Am Schluss dieses
Hefts finden Sie daher erst-
mals unsere Nachhaltigkeitsbe-
richterstattung.

Ich wünsche Ihnen eine anregende
Lektüre!



Prof. Dr. Konrad Steffen
Direktor WSL





3 **URSACHE UND WIRKUNG**
Werden sich Konflikte um die Ressource Wasser infolge des Klimawandels verschärfen?



10

DOPPELPASS
Markus Ritter, Präsident des Schweizerischen Bauernverbandes: «Die wirklich wichtige Frage ist globaler Natur: Was passiert bei uns, wenn es anderswo grossflächige Dürren gibt?»



TROCKENKANTON WALLIS
Auf einer Reise durchs Wallis lernen wir die verschiedenen Herausforderungen im Umgang mit der Trockenheit kennen.

KERNTHEMEN

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

PORTRÄTS

- 21** Patrik Krebs, Geograf
- 32** Aino Kulonen, Geografin
- 33** Herbert Kurmann, Bauleiter

NACHHALTIGKEITSBERICHT-ERSTATTUNG

- 34** Umwelt und Sicherheit
- 35** Impressum, Ausblick

DAS DING

- 36** Snowmaker

SCHWERPUNKT Trockenperioden nehmen zu.
Auch in der Schweiz. Wie wirkt sich Trockenheit
auf Natur, Mensch und Wirtschaft aus?

Trockenheit im Wasserschloss Schweiz?

Unter den verbrannten
Föhren samten sich
langsam auch junge Laub-
und Nadelbäume an.

Im Frühsommer fallen auf
Teilen der Waldbrandfläche bei
Leuk die gelben Blüten des
Färberwaid, das rosa blühende
Seifenkraut und der seit
100 Jahren als verschollen
geltende Erdbeerspinat auf.
Einige Pflanzen wie das Weiden-
röschen sind auf verbrannten
Untergrund angewiesen, um
sich voll entwickeln zu können.



Bild: Ulrich Wässem, WSL

Waldbrandfläche bei Leuk (VS).

Sommer 2003: Eine Hitzewelle überrollte die Schweiz. Da auch die Niederschläge mehrere Monate ausblieben, erlebten wir eine bis September anhaltende Trockenheit mit regional unterschiedlichen Folgen. Vielerorts dörrte der Boden aus, der Grundwasserspiegel sank ab, und Flüsse wie auch Bäche führten oft wenig Wasser oder trockneten vollständig aus. Im Gebirge schmolzen die Gletscher stark ab und füllten die Alpenflüsse mit Wasser.

Trockenjahre gibt es immer wieder. Entscheidend für Ökosysteme ist, wie häufig und wie ausgeprägt diese Trockenzeiten sind. Im Wallis untersucht die WSL seit mehreren Jahren, wie sich Trockenheit auf die Waldentwicklung auswirkt (S. 16). Denn dort sind Auswirkungen des Klimawandels bereits heute sichtbar. Die Waldverjüngung kann durch Trockenperioden beeinträchtigt werden: Trockenheit im Frühjahr lässt Baumkeimlinge rasch verdorren und Jungbäume absterben. Nehmen Dürreperioden zu, kann sich der Wald in trockenen Regionen schlechter verjüngen. Ältere Bäume wiederum sind nach wiederholtem Trockenstress anfälliger für Schädlinge wie Borkenkäfer und bestimmte Pilze. Tritt die Trockenheit während der winterlichen Wachstumsruhe auf, beeinträchtigt sie einzelne Bäume nur gering, dafür steigt die Gefahr für Waldbrand. Besonders im Tessin fehlt im Winter ein Blätterdach, das den Unterwuchs und die Streuschicht vor dem Austrocknen schützt. Schlägt ein Blitz ein oder lässt ein Mensch eine brennende Zigarette fallen, kann in der trockenen Streuschicht ein Feuer entstehen, das sich äussert schnell ausbreitet. →

Wirtschaftliche Folgen für das Wasserschloss Europas

Trockenperioden fordern nicht nur die Natur heraus, sondern auch die Wirtschaft. Obwohl im Wasserschloss Europas in Gletschern, Seen und im Grundwasser grosse Wasservorräte, nämlich sechs Prozent von Europas Süsswasservorrat gespeichert sind, mindern ausgeprägte Trockenzeiten wie im Sommer 2003 lokal die Erträge aus Wald-, Land- und Wasserwirtschaft oder dem Wintertourismus. Dies lässt bereits heute mancherorts Konflikte um die Ressource Wasser entstehen.

Die Waldwirtschaft erleidet Einbussen, wenn Bäume durch Trockenstress krank werden oder Brände ganze Waldgebiete zerstören. Trockenheit beeinflusst auch die Leistungen des Waldes jenseits der Holznutzung, zum Beispiel den Schutz vor Naturgefahren. Ein WSL-Projekt untersucht, wie sich Sommertrockenheit und andere mögliche Folgen des Klimawandels auf Gebirgswälder und ihren Schutz vor Lawinen auswirken. Erste Resultate zeigen grosse regionale Unterschiede und betonen die Bedeutung von Risikoanalysen auf regionaler Ebene. Das Projekt ist Teil des Forschungsprogramms «Wald und Klimawandel», das die WSL gemeinsam mit dem Bundesamt für Umwelt BAFU durchführt und das noch bis 2015 läuft.

Trockenperioden können auch den Wintertourismus beeinträchtigen, wie der Winter 2010/11 zeigte: Im Januar und Februar fiel sehr wenig Schnee, und viele Skigebiete litten unter Schneemangel. Aus Berechnungen der WSL und des SLF zum Tourismusgebiet Davos geht hervor, dass durch schneearme Winter ein Verlust von bis zu zehn Prozent des regionalen Volkseinkommens auftreten kann. Deshalb setzt Davos wie viele andere Skigebiete auch – auf technischen Schnee, auch Kunstschnee genannt, um den Betrieb sicherzustellen. Die Beschneidung eines Skigebiets bedeutet jedoch höheren Energie- und Wasserverbrauch: In Davos etwa bis 0,5 Prozent des gesamten Energieverbrauchs der Gemeinde

Mehr zu den Auswirkungen des Klimawandels auf den Wald auf: www.wsl.ch/wald_klima



Wärmere Sommertemperaturen fördern Schadinsekten wie den Prachtkäfer.

Bild: Beat Wermelinger, WSL

und 20 bis 35 Prozent des gesamten Wasserverbrauchs der Region. Wobei ein guter Teil dieses Wassers im Frühling abschmilzt und genauso wie Schmelzwasser aus der natürlichen Schneedecke in den regionalen Wasserhaushalt zurückfliesst und so wiederverwendet werden kann.

Die Energieproduktion von Wasserkraftwerken kann in Trockenperioden weit über die Trockenheit hinaus zurückgehen. So reduzierte sich zum Beispiel die Leistung der aargauischen Flusskraftwerke im Folgejahr nach dem trockenen Winter 2010/11 im Mittel um fünfzehn bis zwanzig Prozent. In Anbetracht der Energiewende stellt sich die Frage, ob die Wasserkraftwerke trotz Klimawandel die vom Bundesrat erwartete Produktionssteigerung von 2000 GWh bis 2030 erbringen können. In einem interdisziplinären Projekt mit der Uni Bern, der ETH Zürich und der Universität Zürich haben die WSL-Forscher die Auswirkungen der Klimaänderung auf die schweizerische Wasserkraftnutzung untersucht. Sie rechnen bis 2035 mit keinen grossen Veränderungen für die Wasserkraftproduktion, doch die Resultate lassen sich nicht gleichermassen auf alle Kraftwerke übertragen. Je nach geografischer Lage, Einzugsgebiet und Wassernutzung können die Auswirkungen beträchtlich sein. Auf der Alpensüdseite und im südlichen Wallis dürfte die Stromproduktion gegen Ende des 21. Jahrhunderts sinken, weil die Jahresniederschlagssummen abnehmen werden.

Was bringt die Zukunft?

Werden sich die Konflikte um die Ressource Wasser infolge des Klimawandels weiter verschärfen? Klimamodelle liefern uns wichtige Informationen, um diese Frage zu beantworten. Sie sagen voraus, dass die totale jährliche Niederschlagsmenge bis Ende des Jahrhunderts etwa gleich bleiben wird. Saisonal und lokal ist jedoch mit Veränderungen zu rechnen. Im Winter wird es mehr Niederschläge geben, und diese werden vermehrt in Form von Regen fallen (s. auch

Mehr zu Trockenheit und ihren Auswirkungen auf: www.wsl.ch/trockenheit-projekte



Leuk: Flaumeichen bilden auch Jahre nach dem Brand wieder Stockausschlag.

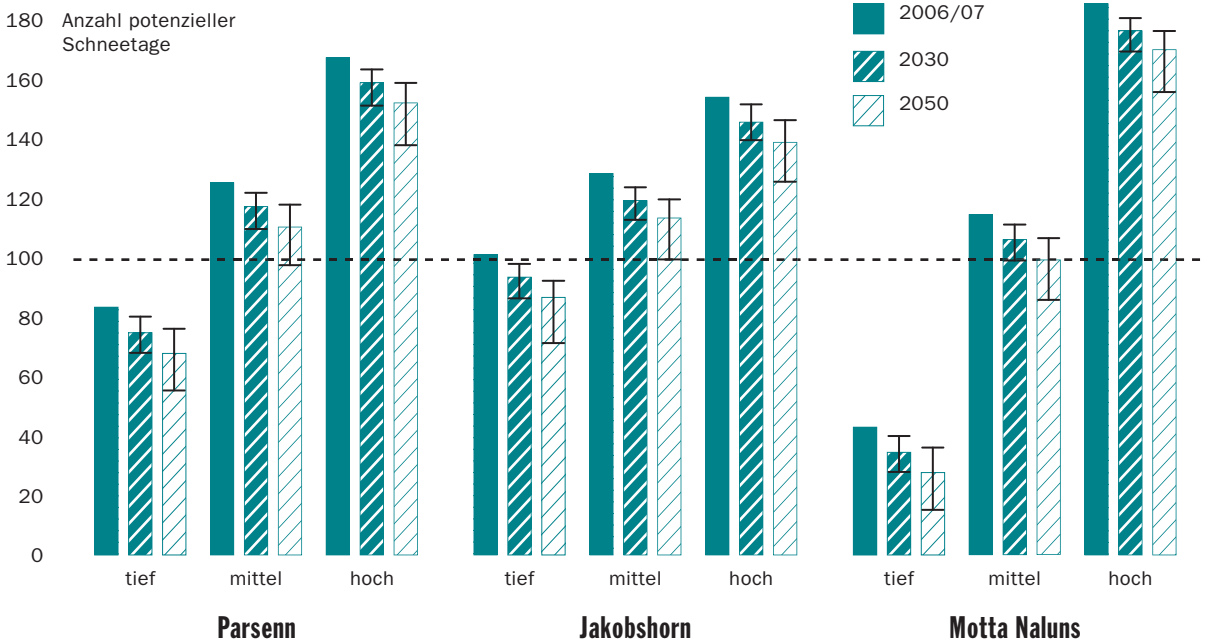
Infografik S. 7). Im Sommer hingegen werden die Niederschläge um bis zu fünfzehn bis zwanzig Prozent abnehmen; für die Zentralalpen sind Prognosen noch unsicher. Die Temperaturen werden sowohl im Sommer als auch im Winter steigen; wie stark dieser Anstieg sein wird, ist noch unklar. Insgesamt wird die Ressource Wasser also nicht unbedingt knapper, trotzdem müssen wir damit rechnen, dass Wasserknappheit in der Schweiz lokal und saisonal zunehmen wird. Die Konflikte um die Ressource Wasser dürften sich daher in Zukunft eher verschärfen – insbesondere in den Sommermonaten. Deshalb braucht es gute Strategien für den Umgang mit Wasserknappheit sowie Lösungen für Schutz- und Nutzungskonflikte. Zentral sind Massnahmen, die den Bedarf an Wasser verringern und so mögliche Nutzungskonflikte mildern können. Trockenresistente Getreidesorten, beispielsweise, benötigen weniger Wasser als die herkömmlichen. Beimischen von trockenresistenten Baumarten vermindert die Anfälligkeit eines Waldes auf Klimaextreme und stellt den Schutz vor Naturgefahren sicher. Und betriebliche Optimierungen ermöglichen eine bestmögliche Nutzung des Wassers für die Stromproduktion trotz regionalen und saisonal unterschiedlich verfügbaren Wasserressourcen.

Forschung für bessere Prognosen

Massnahmen müssen zur richtigen Zeit und am richtigen Ort ergriffen werden, damit sie effektiv sind. Eine Voraussetzung dafür sind zuverlässige und gute Prognosen für Trockenperioden, sowohl kurzfristige als auch saisonale Vorhersagen. Letztere können aber mit der heutigen Datengrundlage noch nicht verlässlich erstellt werden. Die WSL erforscht deshalb Ursachen und Wechselwirkungen, die zu Trockenheit führen, und arbeitet an der Verbesserung der Prognosen. Als Teil des Nationalen Forschungsprogramms 61 «Nachhaltige Wassernutzung» ist zudem die Informationsplattform «drought.ch» entwickelt worden. Diese sammelt und bündelt relevante Informationen zum aktuellen Stand und stellt sie den wichtigsten Akteuren zur Verfügung. «drought.ch» ist ein erster wichtiger Schritt Richtung praxisorientierte Informationsvermittlung. Denn Prognosen erfüllen ihren Zweck nur, wenn sie an die Wassernutzer wie Kraftwerksbetreiber, Bäuerinnen oder Förster gelangen und diese die Information in ihre Massnahmenplanung integrieren können. *(mdg)*

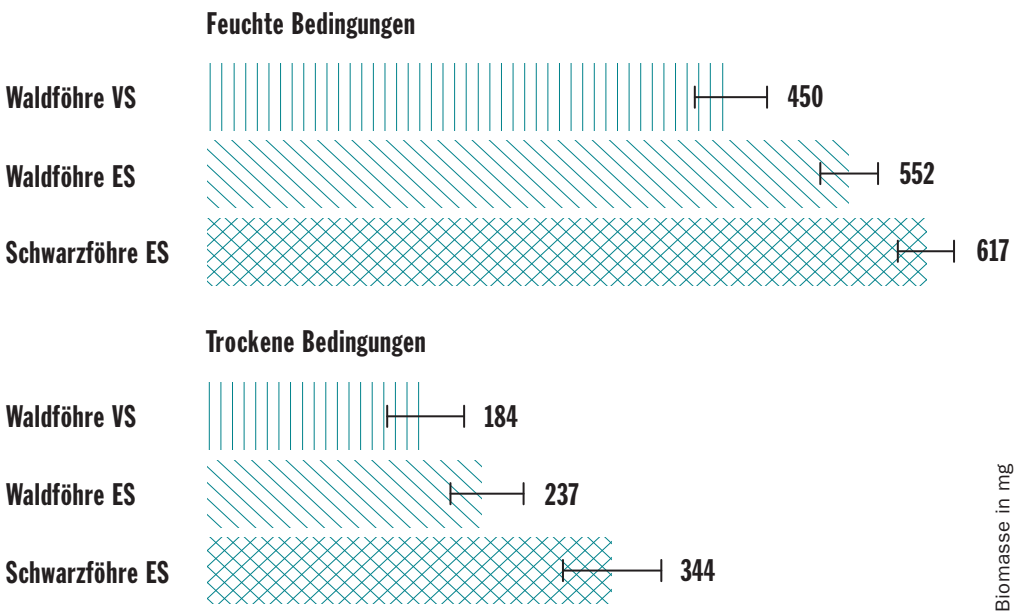
Neu: die Informations-
plattform
«drought.ch»

Schneetage und Wintertourismus



Auf der Basis von Schneedaten haben SLF-Forscher Zukunftsszenarien für tiefe (1300–1600 m ü. M), mittlere (2050–2200 m ü. M) und hohe Höhenlagen (2600–2800 m ü. M) von drei Skigebieten erarbeitet und in Relation mit der Rentabilität gestellt. Davon ausgehend, dass bei über 100 Schneetagen der Wintersport-tourismus rentabel ist, dürfte gerade in tieferen Höhenlagen der technische Schnee mittel- und langfristig eine immer wichtigere Rolle spielen.

Anpassungsfähigkeit von Waldföhren



Sechs Monate alte Föhrenkeimlinge verschiedener Herkunft (VS=Wallis, ES=Spanien), die unter trockenen Bedingungen (80% des langjährigen Niederschlagsmittels in Visp) gekeimt sind, weisen eine deutlich geringere mittlere Spross- und Wurzelbiomasse auf als Föhrenkeimlinge, die unter feuchten Bedingungen (150% des langjährigen Niederschlagsmittels in Visp) gekeimt sind.



In der Schweiz werden zurzeit 39 Prozent der Skipistenflächen technisch beschneit. In Anbetracht der erwarteten Klimaänderungen sehen die Bergbahnen Beschneigungsanlagen als entscheidende Massnahme, um ihre Wettbewerbsfähigkeit aufrechtzuerhalten.



Trockenperioden können auch den Wintertourismus beeinträchtigen, wie der Winter 2010 / 11 zeigte. Im Januar und Februar fiel sehr wenig Schnee, und viele Skigebiete litten unter Schneemangel.

DOPPELPASS **Wie wirkt sich Trockenheit auf Landwirtschaft und Gesellschaft aus? Im Gespräch mit Markus Ritter, Präsident des Schweizerischen Bauernverbandes SBV und Ulf Büntgen, Jahrringforscher an der WSL.**

Herr Ritter, nach der Fahrt durch die Appenzeller Berge kann ich mir kaum vorstellen, dass es bei Ihnen jemals trocken ist. Haben wir das falsche Thema gewählt?

Ritter: Am 27. Juli 2006 hatte ich in mein Tagebuch eingetragen: «28 Hektaren, kein einziger grüner Grashalm mehr.» Wenn die Kühe in einer Staubwolke dahin galoppierten, tönte es wie im Wilden Westen: Ta dam, Ta dam, Ta dam (klopft mit den Fingern auf den Tisch). Wir sitzen hier oben am Hang an vielen Orten auf Nagelfluhfels, es gibt wenig Humus. Wenn es vierzehn Tage heiss ist, kann man zusehen, wie der Boden rot und röter wird. Insofern nein, wir kennen Trockenheit durchaus.

Und was tut der Bauer in einer solchen Situation?

Ritter: Tiere verkaufen. Es lohnt sich nicht, mit einem zu hohen Bestand über den Winter zu gehen. Wir sind vom Wetter abhängig und müssen rasch handeln. Unsere Gräser sind ertragsstark, aber anfällig. Wenn es mehrere Jahre hintereinander Dürreperioden gäbe – so wie 1976, 2003 oder 2006 – müssten wir unsere Produktion radikal umstellen. Büntgen: Das sind die Jahre, die auch für uns Klimatologen interessant sind. Manchmal sehen wir die Auswirkungen aber erst in den Jahrringen des Folgejahrs:

2003, zum Beispiel, kam die Hitze, als das Wachstum der Bäume schon sehr ausgeprägt war. 1976 hingegen war es schon früh trocken, und man sah an den Ringen desselben Jahres, wie das Wachstum gebremst wurde.

Herr Büntgen, in einer Studie haben Sie Klimaschwankungen mit gesellschaftlichen Veränderungen der Vergangenheit in Zusammenhang gebracht.

Büntgen: Jahrringe gehören zu den wenigen Archiven, welche uns jahrgenaue und absolut datierte Informationen über vergangene Klimaveränderungen liefern. Wir haben aus über 9000 Holzproben das Klima der letzten 2500 Jahre in Mitteleuropa rekonstruiert. Die grossen Völkerwanderungen fanden nach dem Ende von eher stabilen und warmen Perioden zwischen Römerzeit und Mittelalter statt. Es wurde kälter und feuchter, aber vor allem wechselhafter. Dies könnte den Menschen grössere Probleme verursacht haben als ein langfristiger, stabiler Trend, wie zum Beispiel der Temperaturanstieg seit Ende der «Kleinen Eiszeit», Mitte des 19. Jahrhunderts. Ich glaube, das ist für Gesellschaften auch heute noch so.

Ritter: Sicher. Der Bauer, der mit einem bestimmten Klima rechnet, der richtet sich ein. Er investiert in Bewässerung oder wählt angepasste Kulturen, und diese



Markus Ritter ist Präsident des Schweizerischen Bauernverbandes SBV.



Ulf Büntgen ist Jahrringforscher an der WSL.

Investitionen zahlen sich aus. Aber wenn sich die Wettertrends alle zehn Jahre stark verändern würden, bekämen wir ein grosses Problem.

Könnte das Klima auch in Zukunft grössere gesellschaftliche Veränderungen einläuten?

Ritter: Die Völkerwanderungen gibt es ja schon! Und sie werden zunehmen. Wenn ich und meine Familie Hunger leiden würden, so wie viele Menschen in Afrika, dann würde ich nicht lange warten, um anderswo eine Existenz zu suchen. Tatsache ist: Die Trockenzonen weiten sich aus, die Lebensmittelpreise steigen, und irgendwann wird der Druck so hoch, dass sich viel mehr Menschen in Bewegung setzen. Das ist nur eine Frage der Zeit. Diese Zusammenhänge sollten uns zu denken geben. Und heute ist das mit dem Wandern schwieriger, denn es wohnen überall schon Leute.

Der Bundesrat hat letztes Jahr einen Bericht zur Wasserstrategie in der Schweiz publiziert.

Wissen wir nun, wie wir in der Schweiz zukünftigen Trockenzeiten begegnen müssen?



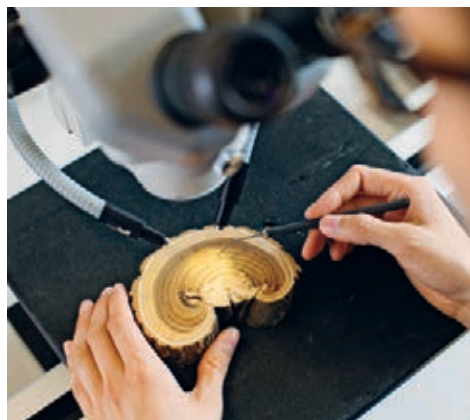
Subfossile Eiche aus dem 6. Jahrhundert, gefunden in den Flussschottern der Marne in Nordost-Frankreich.

Ritter: Der Bericht geht auf die Fragestellung der Wasserversorgung gut ein. Aber das sind nicht meine primären Sorgen. Denn die Schweiz wird ein Wasserschloss bleiben.

Wenn Bauern im Napfgebiet statt 2000 mm Niederschlag jährlich nur 1600 mm bekommen, dann freuen sie sich sogar. Natürlich kenne ich die regionalen Unterschiede, und wir brauchen eine Strategie für Wasserverteilung und Nutzungsprioritäten. Die wirklich wichtige Frage ist aber globaler Natur: Was passiert, wenn es anderswo grossflächige Dürren gibt? Welche Auswirkungen hat das auf die Schweiz?

Büntgen: Im Moment sehen wir, dass es in den Mitteleuropäischen Ländern seit 30, bald 40 Jahren konstant trockener wird. Auch in Nordafrika und im Sahelgebiet. Diese Probleme betreffen uns noch nicht direkt, aber wir sind über die globalen Märkte mit diesen Gebieten verbunden.

Ritter: Ja, und da geht es mir um die Versorgungssicherheit. Die Schweiz hat Vorräte für vier Monate und besitzt eine gute Kaufkraft. Ob dies genug ist, um unsere Versorgung langfristig zu sichern, ist alles andere als gewiss. Indien, China und viele Ölländer kaufen bestes Ackerland in der ganzen Welt:



Eine Baumscheibe wird im Jahrring-Labor der WSL in Birmensdorf analysiert.



Ohne Bewässerung würde im Mattertal nicht genug Futter für unsere Tiere wachsen.



Aare mit sehr tiefem Wasserstand, nachdem es wochenlang praktisch keinen Niederschlag gegeben hat.

in Indonesien, in Malaysia, Südamerika, im fruchtbaren Gürtel von Afrika. Diese Entwicklung macht mir Sorgen und birgt ein hohes Konfliktpotenzial. Die Schweiz tut gut daran, sich mit diesen Veränderungen genau auseinanderzusetzen.

Der Bundesrat soll Land kaufen in Afrika?

Ritter: Wir haben einen Netto-selbstversorgungsgrad von etwa 54 Prozent. Den können wir nicht ausbauen. Für den Rest sind wir vom Ausland abhängig. Was dort geschieht, ist für uns von grösserer Bedeutung als die Frage nach mehr oder weniger Bewässerung im Inland. Hier erwarte ich vom Bundesrat eine Versorgungsstrategie. Das muss nicht Landkauf heissen. Auf jeden Fall muss man sich aber heute Gedanken über die langfristige Lebensmittelversorgung der Bevölkerung machen.

Der Bundesratsbericht verlangt, man solle die Entscheidungsgrundlagen verbessern. Ist hier die Wissenschaft gefragt?

Ritter: Die Wissenschaft hilft uns, in Szenarien zu denken. Mit den Agroscope-Anstalten sind wir dran,

das Forschungsprogramm für die nächsten vier Jahre zusammenzustellen. Und ich möchte, dass wir uns mehr mit den globalen Themen befassen. Von der Wissenschaft erhoffe ich mir auch Informationen, die die Politik wachrütteln. Und ich erwarte von den Forschern manchmal klarere Aussagen. Denn wenn sie ihre Studien nicht selbst kommentieren, machen das nämlich die Politiker. Es ist manchmal unglaublich, welche Rückschlüsse aus sehr wenig Information gezogen werden.

Soll die Wissenschaft Anleitungen liefern?

Büntgen: Unser Beitrag an die Gesellschaft ist, dass wir eine möglichst umfassende Wissensgrundlage schaffen. Unsere Daten und Studien zeigen auf, was sich beobachten lässt und was Spekulation ist. Forschungsergebnisse können die Politiker und die Gesellschaft für gewisse Zustände und Zusammenhänge sensibilisieren. Aber wir können nicht mit Sicherheit sagen, «so wird es 2016 oder 2060 sein». Auch ich bin für klare Aussagen. Forscher reden aber eher ungenau Klartext, weil sie Angst vor Falsch- und Überinterpreta-

tionen ihrer Aussagen haben. Es ist oft eine Gratwanderung. Zum Beispiel gibt es die Resultate einer wissenschaftlichen Studie, die einen bestimmten Aspekt unter bestimmten Bedingungen widerspiegeln. Die Schlüsse, die die Autoren daraus ziehen, haben einen potenziell praktischen Nutzen, lassen sich aber nicht in allen Einzelheiten durch Daten belegen. Da stellt sich die Frage, ob und in welcher Form man diese Schlüsse mitteilen kann.

Haben Sie ein Beispiel?

Büntgen: Vielleicht ein etwas triviales, aber es mag zur Illustration dienen. Wir haben den Rückgang der Périgord-Trüffel in den traditionellen, mediterranen Anbaugebieten studiert und die zunehmende Trockenheit als Hauptgrund identifiziert. Gleichzeitig haben wir beobachtet, dass der Burgunder-Trüffel nördlich der Alpen in den letzten Jahren gut gedeiht. Ich könnte heute mit gutem Gewissen raten: «Nehmen Sie ein Stück Land mit hohem pH-Wert, setzen Sie mit Trüffelpilzen geimpfte Eichen oder Haselnuss. Warten Sie zehn Jahre, und Ihre Trüffelplantage wird wahrscheinlich einen guten Ertrag bringen.» Nun möchte ich aber nicht in der Zeitung lesen: «Klimastudie beweist: Schweizer Bauern sollen Trüffel züchten.»

Weil es nicht wissenschaftlich wäre ...

Büntgen: Weil wir zum Beispiel nicht wüssten, ob die Initial-

impfung der Setzlinge auch in acht Jahren an einem bestimmten Standort Früchte liefern wird. Bei einer solchen Headline wäre mir unwohl. Wenn wir aber einen Bericht publizierten, in dem wir die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Beimpfung beschrieben, und welche Voraussetzungen es bräuchte, könnte ich dazu stehen. Aber dann ist es leider schon zu kompliziert für die Tageszeitung.

Ritter: Ja, aber wir brauchen trotzdem klare Aussagen.

Sie müssen halt klar in objektive Beobachtungen und persönliche Meinungen getrennt werden. Dann helfen sie, Hype und Realität besser auseinanderzuhalten.

Büntgen: Damit bin ich völlig einverstanden. Das findet ja auch statt, zum Beispiel über Interviews. Übrigens, der Most ist hervorragend.

Ritter: Danke. Eine neue Spezialität von mir. Ich lasse die Äpfel eine Zeit lang trocknen nach der Ernte. Wie die Trauben beim Amarone. Das gibt weniger Ertrag, aber mehr Dichte, mehr Geschmack und natürliche Süsse. *(gpe)*

Mehr zur WSL-Jahringforschung auf:
www.dendro.ch

«Von der Wissenschaft erhoffe ich mir auch Informationen, die die Politik wachrütteln. Und ich erwarte von den Forschern manchmal klarere Aussagen.»



Im Regendachexperiment in Leuk vergleichen WSL-Forschende sechzehn Provenienzen verschiedener Baumarten bezüglich ihrer Reaktion auf Trockenheit, Schatten und Frost.

KLIMAWANDEL Zunehmende Trockenheit hinterlässt Spuren im Walliser Wald. Eine Reportage.

Im Höhwald oberhalb des Walliser Dorfs Leuk ist es trocken, steil und felsig. Wald? Der Hang wirkt im unteren Bereich praktisch kahl. Wo früher über 100-jährige Föhren um Licht und Wasser wetteiferten, sieht man heute von Weitem nur ein paar junge Birken und Pappeln. Weiter oben stehen tausende grauer Stämme. Totes Holz, ein Mahnmal des Feuers vom 13. August 2003 und der Tage danach, entstanden im sogenannten Jahrhundertssommer. Auf 300 Hektaren, 70 davon Schutzwald. Der grösste Waldbrand im Wallis seit 100 Jahren. Statt der durchschnittlichen 600 mm Niederschlag fielen damals nur wenig mehr als 400 mm. Leuk liegt in der trockensten Gegend der Schweiz, wo die Auswirkungen des Klimawandels heute schon sichtbar sind.

Alban Brigger, Forstingenieur bei der kantonalen Dienststelle für Wald und Landschaft, steht 300 Höhenmeter oberhalb von Leuk. Die ersten Strahlen der Aprilsonne erwärmen den brandschwarzen Boden. Brigger blickt hinab ins Rhonetal. Vor zehn Jahren loderten die harzhaltigen Föhren hier wie Fackeln, heute nimmt ihm kein Baum, kein Strauch die Sicht. «Nach dem Brand erwarteten wir Erosion und Steinschlag, es gab ja nichts, was die Erde zurückhalten konnte», sagt er. Glücklicherweise ereigneten sich in den beiden Folgejahren kaum Starkregenfälle, sodass sich die Befürchtungen nicht bewahrheiteten. Um Strasse und Dorf vor Naturgefahren zu schützen, wurden verbrannte Bäume quer zum Hang gefällt und liegen gelassen. Die Gemeinde Leuk-Susten errichtete über 400 Laufmeter Schneerechen aus Holz, drei insgesamt 340 m lange Auffangdämme und 200 Laufmeter Steinschlagnetze. Fast zwei Millionen Franken wurden verbaut.

Nach dem Waldbrand samten sich in flacheren Geländepartien im unteren Bereich der Brandfläche vor allem Zitterpappeln, Birken und Weiden an. Ein erster Buschwald entstand, die Bäume sind unterdessen bis zu vier Meter gross. Sogar einige der vom Feuer geschwärzten, älteren Flaumeichen überlebten die Feuersbrunst und trieben wieder aus. Trotzdem: «Die Natur braucht ein Jahrhundert, bis hier wieder ein schützender Bannwald steht», sagt Brigger. Auf einer Testfläche von zwei Hektaren half der Forstdienst nach, pflanzte Flaumeichen, Mehlbeeren, Vogelkirschen, Elsbeeren und Speierlinge. Trockene Standorte bewässerte er in den ersten Jahren mithilfe von Tankwagen. Viele Bäumchen wuchsen an, sehen gesund und kräftig aus.

Forschungsfragen für die Praxis

Neben dem Forstingenieur steht Thomas Wohlgemuth, Leiter der Gruppe Störungsökologie an der WSL. Der Biologe sah nach dem Brand ein 300 ha grosses Freiluftlabor vor seinem inneren Auge und erkannte die Chance für die waldökologische Forschung. Er sprach mit Forstleuten und Waldbesitzern über ihre Erwartungen und Befürchtungen, durchstöberte die internationale Fachliteratur, notierte Forschungsfragen, schrieb Projektanträge. «Alle wollten wissen, wann der Wald wieder so sein wird wie früher», sagt der Biologe, «Es war aber zu früh, den Erfolg der bereits geplanten Testpflanzungen des Forstdienstes auf der

Waldbrandfläche abzuschätzen.» Und der verbrannte Waldboden? Heute ist er von zahlreichen Kräutern überwachsen. «Solange der Mineralboden offen war, samten sich zwar einige Föhren an», sagt Wohlgemuth, «viele Samen verdorrten allerdings bei zu langer Trockenheit.» Nach dem Brand war jeder Baum willkommen, der sich von selber einstellte.

Der Kanton Wallis gelangte bald nach dem Waldbrand an die WSL, als er vernahm, dass auch die Wissenschaft offene Fragen zur Wiederbewaldung der Waldbrandfläche hatte. Die Forstleute wollten wissen, ob man voll und ganz auf den Samenanflug setzen oder besser noch mehr Bäume pflanzen sollte. Auch zehn Jahre nach dem Waldbrand ist Wohlgemuth klar: «Auf dieser grossen Freifläche wird es noch Jahrzehnte dauern, bis wieder fast überall junge Bäume wachsen.» Vor allem im Schutzwaldbereich befürwortet er Pflanzungen. Denn je früher der Wald vor Naturgefahren schützt, umso weniger technische Massnahmen braucht es. Und das spart Kosten ein. In weniger steilen Lagen hingegen, bis in eine Höhe von 2100 m, wo es keinen Schutzwald braucht, wird nicht aufgeforstet. Wegen des grossen Abstands zu Samen produzierenden Bäumen kann es dort Jahrzehnte dauern, bis sich Lärchen und Fichten flächendeckend ansamen.

Wenn es generell wärmer und trockener wird, wird das Waldbrandrisiko weiter ansteigen. Die Studien im Leuker Höhwald haben darum eine Vorreiterfunktion. «Was wir hier lernen, können wir auf neue Waldbrandsituationen übertragen», sagt Wohlgemuth. «Nach dem letzten Brand vom 26. April 2011 in Visp ermöglichten unsere Beobachtungen und die Forschung in Leuk, schnell Massnahmen zum Schutz vor Steinschlag und zur Wiederbewaldung einzuleiten. Dadurch gewannen wir wertvolle Zeit», sagt Brigger.

Trockenheit liebende Baumarten gesucht

Unterdessen steht die Sonne hoch am Himmel, Wohlgemuth und Brigger entledigen sich kurzerhand ihrer dicken Jacken. Die Bäume hingegen entledigen sich ihrer Blätter oder Nadeln im Sommer erst, wenn Wärme und Trockenheit über längere Zeit zu stark waren. Für einen Baum oder eine Baumart kann es bei wenig Niederschlag und gleichzeitig grosser Hitze allerdings eng werden, er leidet oder stirbt. Bei der Föhre beobachten Forschung und Praxis im Wallis dies seit vielen Jahren. «Wenn die heimischen Bäume an ihre Existenzgrenzen stossen, müssen wir Arten und Herkünfte finden, die mit dem wärmeren Klima klarkommen», sagt Wohlgemuth. Er schliesst aber auch nicht aus, dass sich hiesige Bäume an trockenere Verhältnisse anpassen.

Hier und dort wird die Flaumeiche die Föhre ablösen. «An nicht zu trockenen Standorten könnte auch die Douglasie eine Chance haben, wenn sie in der Anwuchsphase genügend Wasser bekommt und vor Wildverbiss geschützt wird», sagt Wohlgemuth. Die in der Eiszeit in Europa ausgestorbene Baumart könne durchaus eine Bereicherung sein, zumal die Forstpraxis vor allem artenreiche Schutzwälder mit möglichst vielen Stämmen brauche.

Europaweit einmaliges Experiment

Eine halbe Stunde später stehen Wohlgemuth und Brigger neben der Abwasserreinigungsanlage Radet bei Leuk. Vor ihnen befinden sich 60 in gelbe Schalbretter gefasste Hochbeete, in denen 2012 insgesamt 140 000 Samen verschiedener Kiefernarten sowie Douglasien ausgesät wurden. Büschel von Keimlingen wie-



Thomas Wohlgenuth (WSL, links) und Alban Brigger (Dienststelle für Wald und Landschaft, VS, rechts) in der Schutzwaldzone der Brandfläche bei Leuk.

gen sich im Talwind. Neben den Beeten stehen sechs auf Schienen fahrbare Regendächer, jedes etwa fünf mal sieben Meter gross. Wenn es regnet, fahren sie automatisch über die Beete und halten den Niederschlag zurück. Das lebensnotwendige Wasser bekommen die Pflanzen aus grauen Schläuchen, in einigen Beeten weniger, in anderen mehr. «In vier Beeten haben wir die Bäumchen 2013 gezielt vertrocknen lassen», sagt der WSL-Forscher. Dort beobachten sie, welche Baumart wie lange überlebt. Und weil der Klimawandel den CO₂-Gehalt der Luft ansteigen lässt, strömt in der Hälfte der Beete aus schwarzen Schläuchen so viel CO₂-Gas, wie es voraussichtlich im Jahr 2100 in vier Grad wärmerer Luft haben wird.

Wohlgenuth testet hier mehrere Herkünfte der Waldföhre, der im Mittelmeerraum wachsenden Aleppo- und Schwarzkiefer sowie der Douglasie (s. auch Infografik S. 7). Zusammen mit einem Doktoranden nimmt er die vier Baumarten bezüglich Frosthärte und Wachstum unter die Lupe. Sichere Ergebnisse aus dem jungen Versuch gibt es noch nicht. «Auffällig war für uns, wie stark die harten Winterfröste die Aleppokiefern dezimierten», sagt Wohlgenuth; «jene, die überlebten, beobachten wir nun besonders genau.» Die Walliser Föhren hingegen scheinen den Frost und die variabelere Witterung besser zu vertragen.

Brigger möchte zusätzlich wissen, wie zwei- bis dreijährige Bäumchen mit dem Walliser Klima zurechtkommen. «Darum haben wir oberhalb von Naters auf dem Gelände der Bern-Lötschberg-Simplon-Bahn (BLS) einen Pflanzversuch angelegt», sagt er. Eichen-, Eschen- und Ahornarten aus Mittel- und Südeuropa sowie Mehlbeere, Esche, Douglasie, Schwarz- und Waldföhre buhlen an diesem Trockenstandort um das verfügbare Wasser. Die Aufforstung wurde mit Unterstützung der WSL konzipiert und ist eine konkrete Anwendung des Regendach-Experiments in Leuk. Brigger interessiert vor allem, wie gut sich

Mehr zum
Forschungsthema
«Trockenheit»
auf: [www.wsl.ch/
trockenheit](http://www.wsl.ch/trockenheit)

die Exoten gegenüber den einheimischen Bäumen behaupten: «Wir wollen das Risiko minimieren, falls im Schutzwald einzelne Baumarten wegen Trockenheit ausfallen.» Bei einem Schutzwaldanteil von 87 Prozent im Wallis sind zukunftsfähige Konzepte gefragt. Welche exotischen Baumarten den Test bestehen, wird sich in wenigen Jahren zeigen.

Wassermangel hemmt Wachstum

Wer vom Klimawandel spricht, schaut meist in die Zukunft. Im Naturpark Pfywald hingegen interessieren sich WSL-Forschende für das Baumwachstum in der feuchtkühleren Vergangenheit. Der WSL-Doktorand Arnaud Giuggiola zeigt Wohlgenuth und Brigger in einem Bewässerungsversuch, wie Waldföhren sich nach langer Trockenheit erholen, wenn sie genügend Wasser haben. Seit 2003 erhalten die Bäume auf vier von acht 25 mal 40 m grossen Testflächen 600 mm mehr Niederschlag als in benachbarten Flächen. «Die bewässerten Bäume sind kräftig grün, haben längere Nadeln und Triebe und legen breitere Jahrringe an als die wegen Wassermangel gestressten Föhren», sagt der aus Frankreich stammende Ökologe. Er glaubt, dass zu wenig Niederschlag und die Sommerhitze das Föhrenwachstum begrenzen: «Kein Wunder, dass im Pfywald auf durchlässigem Schotterboden die Föhren kränkeln und Flaumeichen nach und nach das Regime übernehmen», sagt er.

Ein paar hundert Meter weiter legte der damalige Waldbau-Professor der ETH Zürich, Hans Leibundgut, 1965 einen Durchforstungsversuch an. Er wollte zeigen, wie stark sich schwache, mittlere und starke Eingriffe auf das Wachstum der verbleibenden Bäume auswirken, die schlagartig mehr Licht und Wasser zur Verfügung haben. Heute, nach vier Durchforstungen, sieht man schnell, dass die Föhren im parkähnlich offenen Wald viel dicker und vitaler sind als in den dichteren Varianten. Auf der mehrfach stark durchforsteten Fläche



Im Pfywald untersuchen Forschende den Einfluss des Wassers auf den Stoffwechsel der Föhre.

wird das vorhandene Wasser heute, im Vergleich zur dichtesten Variante, nur von einem Viertel der Bäume genutzt. Und: «Im Weitstand sterben pro Jahr durchschnittlich nur 0,5 Prozent der Föhren ab, in der dichtesten Variante drei Prozent», sagt Giuggiola. Das Wasser ist für die Föhren im Pfywald ein existenzieller Faktor.

Giuggiola will noch genauer herausfinden, wie stark Wasser das Baumwachstum beeinflusst. Darum entfernt er am Sonnenhang des Rhonetals, oberhalb von Salgesch, regelmässig alle Sträucher und Bodenpflanzen im Umfeld von sechs etwa 140-jährigen Föhren. Er vergleicht deren Wachstum mit Bäumen, die weiterhin im Gestrüpp stehen. Die Arbeit bestätigt im Prinzip die Resultate von Hans Leibundgut: In den freigestellten Bäumen fliesst den ganzen Sommer über Saft, und sie legen breitere Jahrringe an als ihre von Pflanzen umgebenen Nachbarn, die ihren Saftfluss im Sommer massiv reduzieren. «Wer weiterhin dickes Föhrenholz in seinem Wald produzieren will», folgert der Ökologe, «dem empfehle ich, seine Zukunftsbäume regelmässig freizustellen.» Alban Brigger erinnert sich: «Früher haben Geissen diese Aufgabe übernommen, manchmal standen bis zu 200 Tiere in einem Wald und frassen alles kahl, was um die Föhren herum wuchs.» Nachteil: Lichte Wälder schützen nur ungenügend vor Steinschlag. Seit keine Tiere mehr weiden, werden die Wälder immer dichter, gesamthaft verdunstet der Wald mehr Wasser, das den alten Föhren letztlich fehlt.

Die weiteren Aussichten: trocken und heiter

In den Talsohlen des Wallis wird es in Zukunft tendenziell heisser und trockener werden. An den Bergflanken hingegen, wo es mehr regnet und schneit, wird sich der Klimawandel anders auswirken. Andreas Rigling (WSL), der für den ETH-Bereich das Grossprojekt Mountland, koordiniert: «Unsere Simulationen



Junge Steineiche im Pflanzversuch oberhalb der BLS-Bahnlinie bei Naters, VS.

zeigen, dass in der Region Visp bis ins Jahr 2100 die Baumbiomasse von der Talsohle bis in hohe Lagen abnehmen wird. Im Bereich der heutigen Waldgrenze dürfte sie aber zunehmen.» Der Leiter der Forschungseinheit Walddynamik rechnet in den kommenden Jahrzehnten mit mehr Trockenperioden, verstärkt nach 2050. «Die Flaumeiche kann bis dahin zwar vielerorts die Waldföhre ersetzen, doch auch für sie kann es mal zu trocken werden. Der Fichte wird es in tieferen und mittleren Lagen ebenfalls an Wasser fehlen, in der Höhe wird sie aber konkurrenzstärker werden», ist der Waldforscher überzeugt. Für die Schutzwälder von morgen, in denen je nach Klimaentwicklung nicht nur die Föhre, sondern auch die Fichte an ihre Grenzen stösst, braucht es angepasste Strategien. Darum, so ist Rigling überzeugt, ist es heute wichtig, mittels Durchforstungs- und Pflanzenversuchen den waldbaulichen Spielraum auszuloten und zum Beispiel zu prüfen, welche einheimischen und welche Gastbaumarten mit zunehmender Trockenheit umgehen können.

Praxis und Forschung spannen zusammen

Auch Alban Brigger und Thomas Wohlgemuth sind sich darüber einig, dass Wasser im Wallis je länger je mehr zu einem knappen Gut wird. Dies wird sich stark auf die Wälder und ihre Funktionen auswirken. «Um den Wald und seine Schutzfunktion langfristig erhalten zu können, setzen wir vom Forstdienst auf eine möglichst grosse Baumartenvielfalt», sagt Brigger. Wohlgemuth erinnert daran, dass bei allen Experimenten mit Zukunftsbäumen immer auch Vorsicht geboten ist: «Von einer breiten Beimischung neuer Baumarten in die Schutzwälder der Tieflagen sind wir noch weit entfernt; hierzu sind weitere Untersuchungen über die Auswirkungen auf die Biodiversität unabdingbar.» Brigger hat nicht nur zur Waldentwicklung offene Fragen. «Wir müssen auch Massnahmen treffen, damit die Erosion nicht zunimmt, wo Baumarten wie die Föhre und die Fichte ausfallen. Dies könnte unkalkulierbare Risiken und Folgekosten nach sich ziehen», sagt er. Der Praktiker und der Forscher sehen sich mit ihren Arbeiten auf einem Erfolg versprechenden Weg. «Die Forschungsaktivitäten auf der Waldbrandfläche bei Leuk und die getroffenen Massnahmen nach dem Brand bei Visp zeigen, dass sich Praxis und Wissenschaft sinnvoll ergänzen», sagt Alban Brigger. (rlä)

A photograph of a man sitting on a rock next to a waterfall in a forest. The man is wearing a dark shirt and blue jeans. The waterfall is cascading over a rocky ledge. The forest is lush with green trees and ferns. The lighting is soft, suggesting a late afternoon or early morning setting.

Patrik Krebs, Bellinzona

«Trotz meines Namens habe ich meine Wurzeln im Tessin. Die Geschichte dieser Täler beeindruckt ebenso wie ihre Schönheit. Am Wochenende bin ich gerne in den Bergen. Vor allem an diesem Ort, wo das Wasser wie Licht ist, habe ich mit meiner Frau und meiner Tochter wunderbare Stunden verbracht.»

ENTWICKLUNG VON ALPINEN KULTURLANDSCHAFTEN

In seiner Forschung an der WSL Bellinzona verfolgt Patrik Krebs vor allem die Entwicklung der Kulturlandschaft im alpinen Umfeld. «Ich verbinde Geografie mit Geschichte und finde meine Quellen im Archiv und unter freiem Himmel.» So hat er

zum Beispiel die Geschichte der Kastanienkultur und der Köhlerei erforscht, neue Methoden in der Monofotogrammetrie entwickelt und mit Filmen und Fotos die Landschaftsveränderungen dokumentiert.

BIODIVERSITÄT Biotopschutz-Monitoring: Auf der Spur schleichender Veränderungen



Subalpines Hochmoor: Typisch ist das üppige Vorkommen von Torfmoosen.



Frisch überschwemmter Auenwald mit Grauerlen, in dem grosse Mengen an Feinsediment abgelagert wurden.

In der Schweiz sind Moore von nationaler Bedeutung seit 1987 geschützt. Ihre Fläche blieb dadurch zwar erhalten, ihre Lebensraumqualität hingegen nahm trotzdem deutlich ab: Viele Moore sind trockener, torfärmer und nährstoffreicher geworden und

weisen mehr Gehölze auf. Diese unspektakulären, langsam ablaufenden Veränderungen konnten dank der an der WSL durchgeführten langjährigen «Wirkungskontrolle Moorschutz» nachgewiesen werden. Im Naturschutz sind Wirkungskontrollen unabdingbar, um Trends frühzeitig zu erkennen und unerwünschten Entwicklungen entgegenzuwirken.

Zusammen mit dem Bundesamt für Umwelt BAFU baut die WSL deshalb nach dem Vorbild der Wirkungskontrolle Moorschutz ein umfassendes Monitoring auf, mit dem Ziel, die Entwicklung aller Biotope von nationaler Bedeutung zu erfassen. Dazu gehören: Trockenwiesen und -weiden (TWW), Moore, Auen und Amphibienlaichgebiete. Diese Biotoptypen erlitten seit 1900 grosse Flä-

chenverluste, beherbergen aber einen Grossteil der in der Schweiz seltenen und gefährdeten Tier- und Pflanzenarten. So sind rund 95 Prozent der TWW, die zu den artenreichsten Lebensräumen der Schweiz gehören, verschwunden. Die Pilotphase des Projekts läuft bis 2014, ab ca. 2017 sind erste Resultate aus dem regulären Betrieb des Monitorings zu erwarten.

Wie ist das Monitoring aufgebaut? Fachleute erfassen in einem 6-Jahres-Zyklus die Vegetation der Trockenwiesen, Auen und Moore sowie die Amphibienarten in den Laichgebieten. Sie untersuchen Artenvielfalt und -zusammensetzung und

können aufgrund ihrer Entwicklung ökologische Veränderungen erkennen und aus Naturschutzsicht bewerten. Zusätzlich werden alle Biotope mithilfe von Luftbildern analysiert. Dabei wird zum Beispiel erfasst, ob die Schutzobjekte weiter verbuschen oder ob in ihnen neue Strassen oder Gebäude gebaut wurden. Da das Monitoring in seltenen Biotoptypen stattfindet, ergänzt es das Biodiversitätsmonitoring Schweiz ideal und liefert deshalb einen wichtigen Beitrag zur Überwachung der Biodiversität der Schweiz. (mdg)

www.wsl.ch/biotopschutz

Beispiel Helmazurjungfer zeigt: Naturschutz wirkt und ist günstig

Die Helmazurjungfer lebt gerne an Bächen und Wiesengräben mit langsam fliessendem Wasser. Da ihre Lebensräume europaweit schwinden, ist sie gefährdet. Eines ihrer wichtigsten Schweizer Vorkommen befindet sich im Oberaargau, wo sie gefördert wird, indem die Sohle der Wiesengräben entkrautet oder die Ufervegetation gemäht wird. Eine WSL-Studie untersuchte die Wirkung, Kosten und Akzeptanz solcher Massnahmen: Die Bestände der Helmazurjungfer nehmen zu und sind untereinander gut vernetzt. Die Libelle breitet sich regelmässig über Distanzen bis 500 Meter entlang der Wasserläufe aus. Selten fliegt sie auch weiter. Die Kosten für ihre Förderung im Oberaargau sind mit Fr. 140 000 pro Jahr moderat, zumal das Bundesamt für Landwirtschaft davon Fr. 90 000 übernimmt (Direktzahlungen). Die lokale Bevölkerung kennt



Die Helmazurjungfer gehört zu den Kleinlibellen und ist europaweit gefährdet.

die Libelle, unterstützt die Massnahmen zu ihrem Schutz und freut sich, sie beim Spaziergang beobachten zu können. (mdg)

Keller, D.; Seidl, I.; Forrer, C.; Home, R.; Holderegger, R., 2013: Schutz der Helm-Azurjungfer *Coenagrion mercuriale* (Odonata: Coenagrionidae) am Beispiel des Smaragd-Gebiets Oberaargau. *Entomologia Helvetica* 6: 87–99.

www.wsl.ch/cces

Herr Hanewinkel, Sie haben EU-Parlamentariern das Projekt MOTIVE vorgestellt. Wie kam es dazu?

Das European Forest Institute EFI pflegt den Kontakt zum Europäischen Parlament und organisiert regelmässig Anlässe, an denen Erkenntnisse der Forschung vermittelt werden. In MOTIVE haben wir untersucht, was der Klimawandel für den europäischen Wald bedeutet.

Interessiert sich die europäische Politik für den Wald?

Wenn ein Zusammenhang mit dem Klimawandel gegeben ist: ja, sehr. Ich war überrascht, wie gut vorbereitet die Parlamentarier waren. Und es geht ihnen nicht nur um ökonomische Fragen wie die Zukunft der Holzindustrie, sondern auch darum, wie sich unser Lebensraum verändert.

Wie denn?

Was genau passieren wird, weiss niemand – wir müssen uns für alle Fälle wappnen. Extremereignisse wie Hitze oder Stürme werden wohl häufiger. Ertragsstarke Bäume wie Fichten ziehen sich nach Norden zurück. Die ökonomischen Verluste könnten mehrere hundert Milliarden Euro betragen.

Das klingt nach viel Unsicherheit. Ist Abwarten und Tee trinken nicht schlauer?

Im Norden ist das unter Umständen eine brauchbare Strategie. Je weiter wir nach Süden kommen, desto weniger angebracht ist sie. In Katalonien sterben zum Teil bereits

die mediterranen Eichen. Dort darf man nicht warten! Stabile Baumarten und eine frühe Ernte helfen zum Beispiel gegen Sturm; intensive Durchforstungen und längere Umtriebszeiten gegen Trockenheit.

Was soll die EU tun?

Leider gibt es keine EU-Waldpolitik, sie ist Sache der Mitgliedstaaten. Die Anpassungsfähigkeit der Waldpolitik an den Klimawandel variiert jedoch von Land zu Land; im stark betroffenen Mittelmeerraum ist sie gering. Die EU sollte sie fördern, und sie sollte ihre Monitoring-Projekte keinesfalls reduzieren. Und sie muss sensibilisieren: Ein nasskalter Frühling wie in diesem Jahr, und keiner glaubt mehr an den Klimawandel... Waldbesitzer reagieren dann, wenn sie den Klimawandel erleben. In Portugal hat mehr als die Hälfte der Waldbesitzer Anpassungsmassnahmen getroffen, in Schweden nur etwa 20 Prozent.

Und die Schweiz?

In Schweizer Wäldern treffen wir kleinräumig auf unterschiedlichste Standortbedingungen. Das Forschungsprogramm «Wald und Klimawandel» von WSL und BAFU schaut das ganz genau an. Grundlage für die Anpassung des Waldmanagements müssen die Ergebnisse dieses Programms sein. *(bio)*

www.wsl.ch/wald_klima
www.motive-project.net
www.wsl.ch/policy_brief



Marc Hanewinkel ist Leiter der Forschungseinheit Waldressourcen und Waldmanagement und Projektleiter von MOTIVE.

Wie Pflanzen flüstern: Vorgänge in ihrem Innern hörbar machen

Gebannt lauschen die Besucher im Muir Woods National Monument, wie die Bäume flüstern. Der WSL-Forscher Roman Zweifel steht daneben, hilft und erklärt. Seit Jahren ist bekannt, dass Pflanzen Geräusche produzieren. Wenn etwa bei Trockenheit der Wasserfluss von den Wurzeln zu den Blättern in den Leitgefässen abreißt, entstehen Ultraschallimpulse, die unser Ohr aber nicht wahrnehmen kann. Der WSL ist es nun zusammen mit dem Institute for Computer Music and Sound Technology ICST gelungen, solche Impulse für uns hörbar zu machen. Für Roman Zweifel und Projektleiter Marcus Maeder vom ICST eröffnen sich durch dieses Nationalfonds-Forschungsprojekt völlig neue Perspektiven: «Was im Innern einer Pflanze abläuft, ist noch längst nicht bis ins Detail geklärt. All die unterschiedlichen Geräusche, die ein Baum abgibt, helfen uns, Prozesse wie den Saftfluss oder das Stammwachstum besser zu verstehen.» In einem Folgeprojekt analysieren die Forscher deshalb das «Flüstern» der Bäume genauer und vergleichen es mit verschiedensten ökophysiologischen Messdaten. Die beiden verfolgen mit ihrem Projekt aber auch Ziele, die über die Wissenschaft hinausgehen: Sie möchten die Klangwelt, die von Bäumen ausgeht, einer breiten Öffentlichkeit erschliessen und ihnen so die Vorgänge in den Pflanzen näherbringen. Erste Erfahrungen, die sie in den Wäldern Kaliforniens sammeln konnten, stimmen sie zuversichtlich: «Die Baumklänge faszinierten die Besucher. Nun gilt es, das Klangsystem so zu verfeinern, dass es in Zukunft möglich sein wird,

umweltbedingte Muster und Rhythmen innerhalb der Bäume live mitzuvollziehen.»
(chu)

www.wsl.ch/baumfluestern



Ein selbstentwickelter Piezo-Nadelsensor misst akustische Signale an einer Waldföhre.



Workshop «Environmental and Acoustic Emission Sensor Technology», Muir Woods National Monument, 2012.

LANDSCHAFTSENTWICKLUNG Mit Zertifikaten die Flächennutzung effizienter gestalten

Boden ist vielerorts knapp in der Schweiz. Da Wirtschaft, Bevölkerung und Zahl der Kleinhaushalte weiter wachsen, ist Bauland vor allem in stadtnahen Gebieten gefragt. Auf dem Land hingegen gibt es oft mehr Bauland als nachgefragt wird.



Flächennutzungszertifikate könnten die Bautätigkeit in der Schweiz zukünftig konzentrieren.

Jüngste Volksabstimmungen zeigen: Die Gesellschaft möchte kein Ausufer der Siedlungsgebiete, sie will Boden für Landwirtschaft, Erholung und Naturschutz sichern.

Gemäss 2013 revidiertem Raumplanungsgesetz müssen Bauzonen, die in den nächsten fünfzehn Jahren

nicht gebraucht werden, rückgezont werden. Dazu werden Landbesitzer oftmals zu entschädigen sein. Doch die mögliche Finanzierungsquelle, die Mehrwertabgabe auf neu eingezontem Bauland, wird nicht reichen. Ein Instrument, das Rückzonungen fördert, sind handelbare Flächennutzungszertifikate (FNZ): Wer Bauzonenreserven in sogenannten Senderzonen besitzt, erhält kostenlos Zertifikate für seine Baurechte. Diese kann er an Landbesitzer in auszuweisenden Empfängerzonen verkaufen. Neue Bebauung wird so an Rückzonung gekoppelt.

Gianluca Menghini (WSL) hat in seiner Dissertation anhand einer Computersimulation berechnet, wie sich ein solcher Handel von Zertifikaten auf die Baulandreserven auswirken würde. Er arbeitete dabei mit realen Grundstücksdaten und befragte über 300 Raumplanungs- und Immobilienexperten nach ihren Entscheidungen als potenzielle Käufer oder Verkäufer von FNZ. Ergebnis: Schweizweit könnten in den nächsten fünf Jahren über 11 km² Bauland rückgezont und dafür rund 7 km² in Gebieten mit hoher Nachfrage neu bebaut werden. 35 Prozent der Rückzonungen würden im Kanton Wallis erfolgen. Handelbare FNZ sind also ein wirkungsvolles Instrument: Sie verringern die Bauzonenreserven und lenken die Siedlungsentwicklung in Regionen mit hoher Nachfrage. (rlä)

www.wsl.ch/fnz

AlpFUTUR: Synthesebuch und Filme bieten Denkanstösse zur Zukunft der Schweizer Alpwirtschaft

Ist die Alpwirtschaft zukunftsfähig? Wie bewirtschaften und pflegen Äplerinnen und Äpler ihre Weiden, damit sie artenreich bleiben, weiterhin bestossen werden und nicht verwalden? Fragen wie diese standen vor fünf Jahren am Beginn des Forschungsprogramms AlpFUTUR. In 22 Teilprojekten trugen Forschende von WSL, Agroscope und dreizehn Partnerinstitutionen Wissen zusammen, führten Umfragen bei Fachleuten und Bevölkerung durch, analysierten Daten und Fakten und erarbeiteten Empfehlungen.

Als Schlussbouquet stellt das Programm seine Ergebnisse vor: in Form eines Synthesebuches mit Forschungsergebnissen und Lösungsansätzen zur künftigen Nutzung der Sömmerungsweiden. Zum Buch gehören drei gemeinsam mit der Praxis entstandene Kurzfilme: In «Von Äplern für Äpler – Erfolgreiche Weideführung und Weidepflege» zeigen

erfahrene Landwirte typische Probleme bei der Beweidung und wie sie diese lösen. Eingesetzt werden die Filme u.a. in der Weiterbildung. Der zusätzlich entstandene Dokumentarfilm «Sommerzeit» zeigt Alltagsszenen aus Alpbetrieben, auf denen Forschende arbeiteten. Er läuft in regionalen Kinos. (rlä)

www.alpfutur.ch



Der erfahrene Äpler Daniel Siegenthaler in Schangnau (BE) spricht im Kurzfilm über typische Probleme bei der Weideführung.

Welche Flussabschnitte der Schweiz lassen sich landschaftsökologisch aufwerten?

Rund zwanzig Prozent der Schweizer Fliessgewässer befinden sich in einem ökologisch schlechten Zustand: Viele sind eingedolt, und Stauwehre erschweren die Durchlässigkeit für zahlreiche Lebewesen. Gemäss revidiertem Gewässerschutzgesetz müssen die Kantone bis Ende 2014 aufzeigen, welches ökologische Potenzial in den einzelnen Gewässern steckt und welche Abschnitte prioritär aufgewertet werden sollen. In einer Masterarbeit hat die WSL ein

Instrument entwickelt, das die Kantone dabei unterstützt. Mithilfe einer sogenannten Multikriterienanalyse lassen sich Flussabschnitte identifizieren, die sich für eine Revitalisierung eignen. Dabei hat sich gezeigt, dass in den Kantonen Bern, Zürich und Aargau am meisten Potenzial für eine Aufwertung besteht. (chu)

www.wsl.ch/flussrevitalisierung

Hochwasser nach aussergewöhnlichem Regen-auf-Schnee-Ereignis im Oktober 2011



Diese Verwüstungen richtete ein Unwetter im Oktober 2011 zwischen Kippel und Wiler im Lötschental (VS) an.

Im Oktober 2011 richtete ein Unwetter vor allem im Wallis und im Berner Oberland schwere Schäden an. Die WSL hat zusammen mit weiteren Partnern die Ursachen des Hochwassers im Auftrag des Bundes analysiert: Am 6. und 7. Oktober 2011 schneite es infolge einer Kaltfront intensiv bis auf rund 1000 m ü. M. hinunter. Darauf erwärmte sich die Luft am 9. und 10. Oktober markant, und es regnete ergiebig. Diese Kombination von Regen mit gleichzeitiger Schneeschmelze verursachte ein ausserordentliches Hochwasser, wie es statistisch betrachtet nur alle 50 bis 300 Jahre auftritt, obwohl vergleichbare Niederschlagsmengen alle paar Jahre gemessen werden.

Die Analyse zeigte, dass bei den hydrologischen Modellen, die in der

operationellen Hochwasser-Vorhersage verwendet werden, Verbesserungspotenzial besteht. Bereits jetzt profitiert die Praxis von einer verbesserten Früherkennung ähnlicher Ereignisse: Das SLF unterstützt die Hochwasservorhersage des BAFU neu ganzjährig mit Daten und Prognosen zur Schneeschmelze. Mit der Klimaänderung dürften Regen-auf-Schnee-Ereignisse mit möglichen Hochwasserfolgen in Zukunft häufiger auftreten. Daher wird dieser Prozess an der WSL nun vertieft untersucht. *(mbe)*

www.wsl.ch/unwetter2011

Neue Produkte: Schnee- und Lawinenwissen für die Öffentlichkeit

Seit Kurzem ist im Buchhandel ein reich bebildeter Textband über Schnee erhältlich. In sechs Kapiteln zeigen SLF-Forschende ein Kaleidoskop von unterhaltsamen, aber auch überraschenden Aspekten der Welt des faszinierenden Weisses. «Mit den vielen grossformatigen Bildern und kurzen, in sich geschlossenen Texten lädt das Buch zum Schmökern ein», sagt Christine Huovinen, die für Konzept und Redaktion des neuen Buchs verantwortlich ist.

«White Glory – White Risk» heisst eine Sonderausstellung des Gletschergarten Luzern über Lawinen, die von SLF und Suva unterstützt wird. Seit dem 15. November erfahren Besucherinnen und Besu-

cher, welche Faktoren zur Bildung von Lawinen beitragen, welche Rolle dabei der Mensch spielt und wie er sich verhalten kann, um das Risiko eines Lawinenunfalls zu verringern.

Mitte Dezember 2013 lancieren SLF und Suva mit dem Schweizerischen Roten Kreuz SRK als Partner die webbasierte Präventionsplattform White Risk 2.0. Diese sensibilisiert für die Lawinengefahr abseits gesicherter Pisten, vermittelt Lawinenwissen und hilft, Skitouren zu planen. *(mbe)*

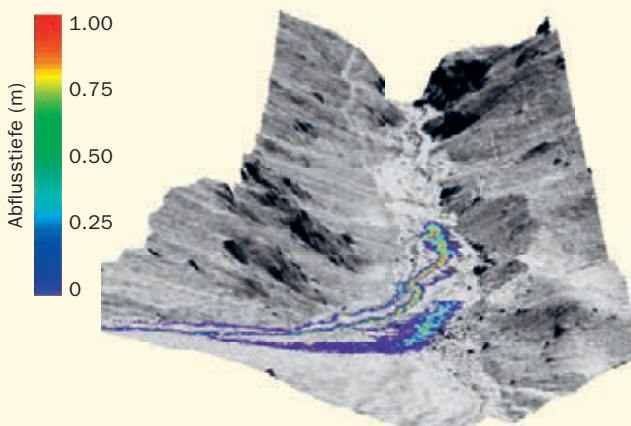
www.slf.ch/schneebuch
www.gletschergarten.ch
www.whiterisk.ch

Modellierung von Murgängen: eine bessere Risikoabschätzung

Leicht zunehmende Temperaturen führen dazu, dass Permafrost im hochalpinen Gelände immer stärker abtaut. So wird vermehrt lockeres Geröll freigelegt. Bei intensiven Niederschlägen oder starker Schneeschmelze können daraus katastrophale Murgangereignisse entstehen. Im Auftrag des Kantons Wallis modellieren WSL-Forscher solche Ereignisse und prüfen Gefahrenszenarien für das Mattertal. In ihre numerischen Modelle bauen sie zukunftsrelevante Aspekte ein wie das zusätzlich anfallende Lockermaterial und Modellrechnungen zum Beispiel für Niederschlagstrends. Damit können sie das Murgangrisiko für die Gemeinden und ihre Bewohner re-

alistisch abschätzen: eine wichtige Voraussetzung, um Schutzmassnahmen effektiv umzusetzen. *(kbr)*

www.wsl.ch/mattertal



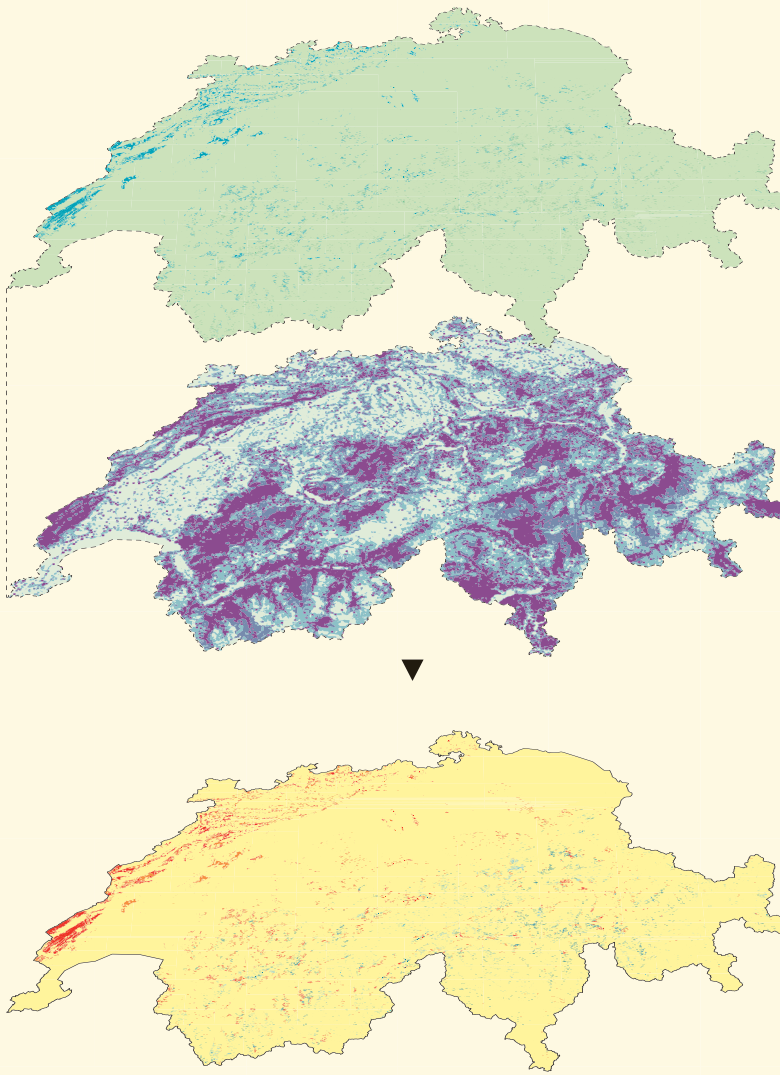
Nachmodellierung eines Murgangereignisses im Dorfbach Randa mit dem numerischen Massenbewegungsmodell RAMMS.

NACHHALTIGE RESSOURCENNUTZUNG Die Energiewende und ihre Folgen für Natur und Landschaft: Wo kommt es zu Konflikten?

Fotovoltaik-Panels brauchen Platz, Windturbinen sind von Weitem zu sehen, Wasserkraftanlagen machen Fischen das Leben schwer: Wenn wir für die Energiewende erneuerbare Energiequellen intensiver nutzen, drohen viele Konflikte. Anna Hersperger, Lorena Segura Morán und Felix Kienast untersuchen solche Konflikte zwischen der Produktion von erneuerbarer Energie und anderen Leistungen, welche die Landschaft tagtäglich bietet, wie Erholung, Nahrungsmittelproduktion oder Biodiversität. «Auf unseren Karten sieht man, wo welche Energieproduktion ohne grosse Beeinträchtigung möglich ist», erklärt Hersperger. «So unterstützen wir einen verantwortungsvollen Ausbau.»

Segura Morán erstellte für jede Energiequelle eine schweizweite Potenzialkarte sowie Karten von verschiedenen Landschaftsleistungen. In einigen Fällen gibt es keine negativen Einflüsse – etwa zwischen Kleinwasserkraftwerken und Holzproduktion. Einige Konflikte lassen sich relativ einfach lösen. So fallen bestimmte Solarpanels auf Dächern nur wenig auf und stören das Ortsbild kaum. Für elf Konfliktfelder erstellte das Team aber nationale Konfliktkarten. Die Abbildung illustriert das Vorgehen: Die Potenzialkarte Wind zeigt auf, welche Gebiete aufgrund der Windverhältnisse, der Erschliessung und der rechtlichen Rahmenbedingungen wie gut für Windturbinen geeignet sind. Für die Potenzialkarte Tourismus berücksichtigten die Forschenden Informationen über die Lage von

Naherholungsgebieten, touristischen Infrastrukturen und attraktiven Landschaftselementen. Dann überlagerten sie die beiden Potenzialkarten und erstellten Kategorien wie «hohes Potenzial mit geringen Konflikten» oder «mittleres Potential mit vielen Konflikten». Die Karte zeigt, dass viele für Windenergie geeignete Standorte im Jura ein Konfliktpotenzial mit dem Tourismus haben. Sowohl im Jura als auch in den Alpen gibt es aber auch viele geeignete Gebiete mit geringem Konfliktpotenzial – wenn man in die Karte hineinzoomt, wird dies besonders gut sichtbar. Da die Karten eine nationale Sicht darstellen, muss jeder geeignete Standort jedoch noch mit regionalen Daten überprüft werden. Die Potenzialkarten basieren auf heutiger Technologie und heutigen rechtlich-politischen Rahmenbedingungen. In den Modellen können aber alle Faktoren problemlos variiert werden. Wenn man also wissen möchte, wie sich ein bestimmtes Szenario auswirkt – zum Beispiel Windturbinen, die in Landschaften von nationaler Bedeutung gebaut werden dürfen, oder eine neue Generation von Turbinen, die schon bei geringem Wind funktioniert, – ist dies einfach möglich. Und Hersperger hat noch mehr vor: «Wir wollen unsere Karten validieren und die Modelle dynamisieren, also zum Beispiel berücksichtigen, dass sich mit der Energiewende auch der Energieverbrauch verändert.» Da der Bund, der Nationalfonds, der ETH-Rat und die WSL die Forschung zur Energiewende fördern, stehen die Chancen für Nach-




Aus der Überlagerung der Potenzialkarte Wind und der Potenzialkarte Tourismus entsteht eine der elf Konfliktkarten.

folgeprojekte gut. Christoph Hegg, stellvertretender Direktor der WSL, hält fest: «Die Energiewende ist nicht nur eine technologische Frage. Sie hat Folgen für Umwelt und Gesellschaft, die wir noch nicht abschätzen können.» Die WSL befasst sich daher mit der Erforschung dieser Auswirkungen und nennt das neue Forschungsfeld «Energy Change Impact». «Wir haben viel Erfahrung in der Impact-Forschung», erklärt Hegg, «besonders mit den Folgen des Klimawandels. Dank Pionierprojekten wie dem von Anna Hersperger sind wir auch bei Energy Change Impact kein unbeschriebenes Blatt mehr. Und wir wer-

den das Forschungsfeld ausbauen.» Das Ziel ist klar: Die WSL will, dass Staat, Unternehmen und Einzelpersonen wissen, was ihre Entscheidungen bewirken – damit sie Vor- und Nachteile abwägen und bewusste Entscheidungen treffen können. *(bio)*

www.wsl.ch/renewable_change
www.wsl.ch/renewable_energy



Aino Kulonen, Davos

«Im April zog ich mit meiner Familie von Finnland nach Davos. Weil das Wetter oft schlecht war, konnte ich die Landschaft nicht richtig geniessen. Jetzt freue ich mich über den sonnigen Herbst und genieße meine freien Tage in den farbigen Bergwäldern.»

GIPFELFLORA UND KLIMAWANDEL

«Ich möchte wissen, weshalb neue Pflanzenarten in die Gipfelregion migrieren und ob sie dort überleben können.» Deshalb untersucht die Doktorandin Aino Kulonen, wie es um diese Regionen beschaffen ist und was mit den kälteadaptierten

Pflanzen passieren wird. «Im Projekt Gipfelflora wollen wir herausfinden, ob diese Entwicklung in direktem Zusammenhang zum Klimawandel steht und welche Arten vom Aussterben bedroht sein könnten.»



Herbert Kurmann, Birmensdorf

«Da ich hier aufgewachsen bin, habe ich einen speziellen Bezug zu der Lägeren. Oft bin ich hier mit dem Bike unterwegs. Auf's Burghorn komme ich jedoch nicht häufig, weil es nur zu Fuss erreichbar ist. Wenn ich mal eine Auszeit brauche, ist der Aussichtspunkt der richtige Ort dafür.»

INFRASTRUKTUR FÜR FORSCHUNGSARBEIT

Eine gut funktionierende Infrastruktur ist für die Forschungsarbeit wichtig. Herbert Kurmann, Leiter des Betriebs in Birmensdorf ist sich bewusst: «Ausfälle können die Forschungsergebnisse beeinträchtigen. Das darf nicht passieren.» Deshalb

warten er und sein Team die Anlagen sorgfältig und stellen so sicher, dass sich die WSL-Mitarbeitenden jederzeit auf die Infrastruktur verlassen und ihre Aufgaben ohne grosse Probleme bewältigen können.

Als Forschungshaus, welches sich mit Nachhaltigkeit befasst, ist es für uns eine Frage der Glaubwürdigkeit, Rechenschaft darüber abzulegen, wie wir selber mit unserer Mitwelt umgehen. Die Umwelt und Sicherheit stehen für uns dabei klar im Zentrum.

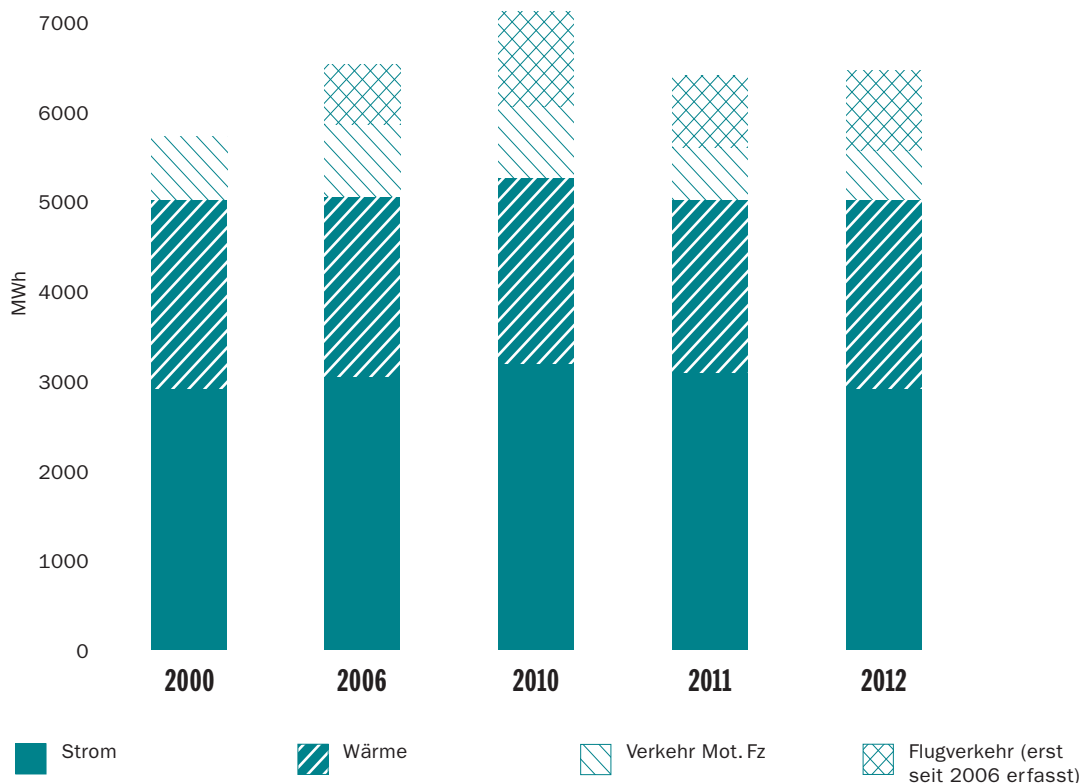
Seit 2002 arbeitet die WSL mit RUMBA, dem Ressourcen- und Umweltmanagementsystem der Bundesverwaltung. Sie nimmt freiwillig am Programm der Energie-Agentur der Wirtschaft teil und bekennt sich so zur aktiven Reduktion der CO₂-Emissionen und Optimierung der Energieeffizienz. Zudem ist die WSL Trägerin des Abfall-Qualitätslabels «SuperDrecks-Këscht®».

Folgende Ziele wurden 2006 definiert: Wir reduzieren den Wärmebezug um 40 % bis 2020, den Stromverbrauch um 10 % pro Mitarbeiterin bis 2016, den Treibstoffverbrauch pro 100 km

um 20 % bis 2020. Wir sind gut unterwegs. So liegt zum Beispiel unser Treibstoffverbrauch Ende 2012 mit 7,6 l/100 km bereits deutlich unter dem für 2020 angestrebten Wert von 8,7 l/100 km.

Jeder Arbeitgeber muss die Sicherheit und Gesundheit am Arbeitsplatz gewährleisten können. Arbeiten im Labor und im Feld können gewisse Risiken bergen. Die Prävention ist der beste Schutz: Durch Schulungen, Richtlinien, Information und spezifische Sicherheitsmaßnahmen können wir die Unfallrisiken auf ein Minimum beschränken. Auf einer neuen Informationsplattform im Intranet informieren wir zudem unsere Mitarbeitenden, wie sie selbst zu ihrer eigenen Gesundheit beitragen und Anzeichen wie ungesunde Stresssymptome frühzeitig erkennen können. *(kbr)*

Energieverbrauch WSL total





Ein 125-Tonnen-Steinkoloss beschädigte im April 2005 im Murgtal Wald und Strasse, welche darauf aus Sicherheitsgründen gesperrt werden musste. Die WSL hat unter anderem dieses Ereignis genutzt, um ihre Simulationssoftware «RAMMS::Rockfall» zu testen.

Lawinen, Steinschlag, Murgänge – bei vielen WSL-Themen ist der Bezug zu Prävention und Risiko, dem Schwerpunktthema der nächsten Ausgabe, unmittelbar klar. Bei anderen sind die Zusammenhänge vertrackter: Der Wald schützt an vielen Orten vor Naturgefahren, ist aber seinerseits durch Stürme oder Schädlinge bedroht – Gefahren, die manchmal wiederum durch uns Menschen und den Klimawandel verschärft werden. DIAGONAL stellt die Arbeiten der WSL rund um Prävention und Risiko vor – von der Grundlagenforschung bis zur Lawinenwarnung.

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

Text und Redaktion:
Kathrin Brugger (kbr),
Manuela di Giulio (mdg),
Sandra Gurzeler (sgu),
Martin Heggli (mhe),
Christine Huovinen (chu),
Anna Kreidler (akr),
Reinhard Lässig (rlä),
Birgit Ottmer (bio),
Gottardo Pestalozzi (gpe)

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

Gestaltung:
Raffinerie AG für Gestaltung, Zürich

Druck:
Sihldruck AG, Zürich

Auflage und Erscheinen:
8000, zweimal jährlich
Das WSL-Magazin Diagonal erscheint
auch in Französisch.

Zitierung:
Eidg. Forschungsanstalt WSL 2013:
WSL-Magazin Diagonal, 2 / 13.
36 S.
ISSN 2296-3561

Aboservice:
www.wsl.ch/diagonal

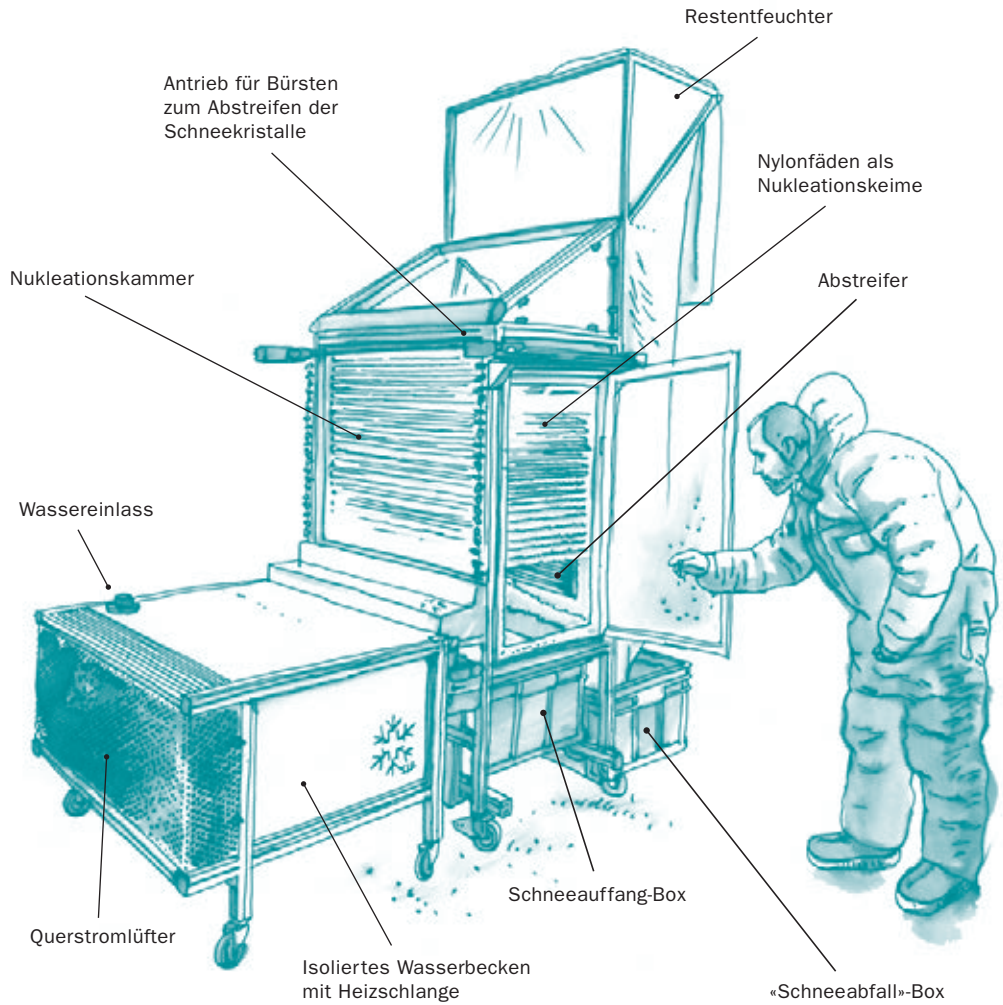
Zu beziehen bei:
Eidg. Forschungsanstalt WSL
Zürcherstrasse 111,
CH-8903 Birmensdorf
E-Mail: eshop@wsl.ch,
www.wsl.ch/eshop

PERSONEN

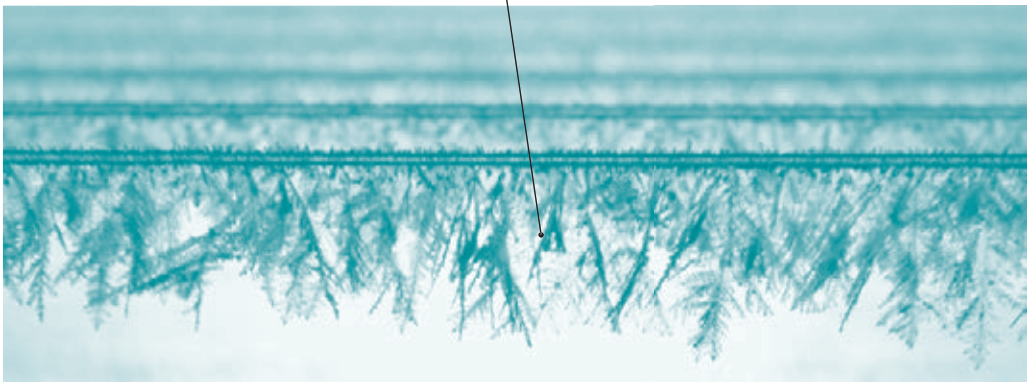


Die WSL-Redaktion von oben links nach unten rechts: Reinhard Lässig, Christine Huovinen, Manuela Di Giulio, Martin Heggli, Sandra Gurzeler, Kathrin Brugger, Birgit Ottmer

SNOWMAKER



Schneekristalle an Nylonfäden



Mit dem Snowmaker lässt sich Schnee im Labor so herstellen wie in der Wolke: durch Kristallbildung aus Wasserdampf. Der Querstromlüfter bläst Luft über ein warmes Wasserbad in eine kalte Umgebung. Da kalte Luft weniger Wasserdampf aufnehmen kann als warme, ist sie nach der Abkühlung übersättigt und kristallisiert an den Nylonfäden als Pulverschnee aus.
 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
Fax 044 739 22 15
wslinfo@wsl.ch
www.wsl.ch

Davos

WSL-Institut für Schnee- und
Lawinenforschung SLF
Flüelastrasse 11
CH-7260 Davos Dorf
Telefon 081 417 01 11
Fax 081 417 01 10
contact@slf.ch
www.slf.ch

Lausanne

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

Bellinzona

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

Sion

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

FORSCHUNG FÜR MENSCH UND UMWELT

Die Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL befasst sich mit der Nutzung und Gestaltung sowie dem Schutz von naturnahen und urbanen Lebensräumen. Sie erarbeitet Beiträge und Lösungen, damit der Mensch Landschaften und Wälder verantwortungsvoll nutzen und mit Naturgefahren, wie sie insbesondere in Gebirgsländern auftreten, umsichtig umgehen kann. Die WSL nimmt in diesen Forschungsgebieten einen internationalen Spitzenplatz ein und liefert Grundlagen für eine nachhaltige Umweltpolitik in der Schweiz. Die WSL beschäftigt über 500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in Birmensdorf, Bellinzona, Lausanne, Sitten und Davos (WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF). Sie ist ein Forschungszentrum des Bundes und gehört zum ETH-Bereich.



Beispiel Helmazurjungfer: Naturschutz wirkt, S. 23



Pflanzenflüstern: Vorgänge in ihrem Innern hörbar machen, S. 25

