

WSL MAGAZINE

# DIAGONAL

FOCUS

# Networks: Because working together is better

No. 2  
18

**Bioenergy:**

Where more could  
be used, p. 24

**Red wood ants:**

First “national  
census”, p. 28

**Avalanche rescue:**

Ethical dilemma for  
helpers, p. 30

## EDITORIAL

Dear reader

As a child I sometimes went mushroom-hunting with my grandmother in Sweden. I never dreamt that these delicious products of the forest were part of a communication network with which trees can warn their neighbours about pests and even support their offspring. In this issue of *Diagonal*, you can find out how truffles, porcini and co. form the “Internet of the Forest”. What a fascinating ecological network this is, hidden in the forest floor!

In comparison, human and technical networks may seem familiar at first sight. But setting up research collaborations all around the globe is really not that simple. You have to agree on standard measurement methods and share the collected data with each other – regardless of whether it concerns glaciers, grasslands or the health of the forest. To understand the interconnections, it is nevertheless essential to cooperate across geographical, technical and disciplinary borders. This is why we are offering you an opportunity to take a glimpse at such networks.

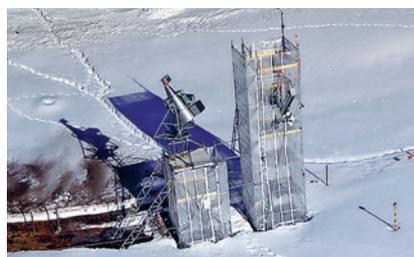


Prof. Dr. Konrad Steffen  
Director of WSL

PS: Apropos networks: we can also be found on Facebook, Twitter and YouTube. Network with us!



# Réseaux



## LA NEIGE SOUS SURVEILLANCE

Afin que la neige, les glaciers et le pergélisol puissent être mieux étudiés au niveau mondial, chercheurs et stations de mesure se sont mis en réseau.

→ **10**



## INTERVIEW

Arthur Gessler, chercheur du WSL: «Seule l'observation de la santé de la forêt sur le long terme permettra de mettre en évidence les changements insidieux.»

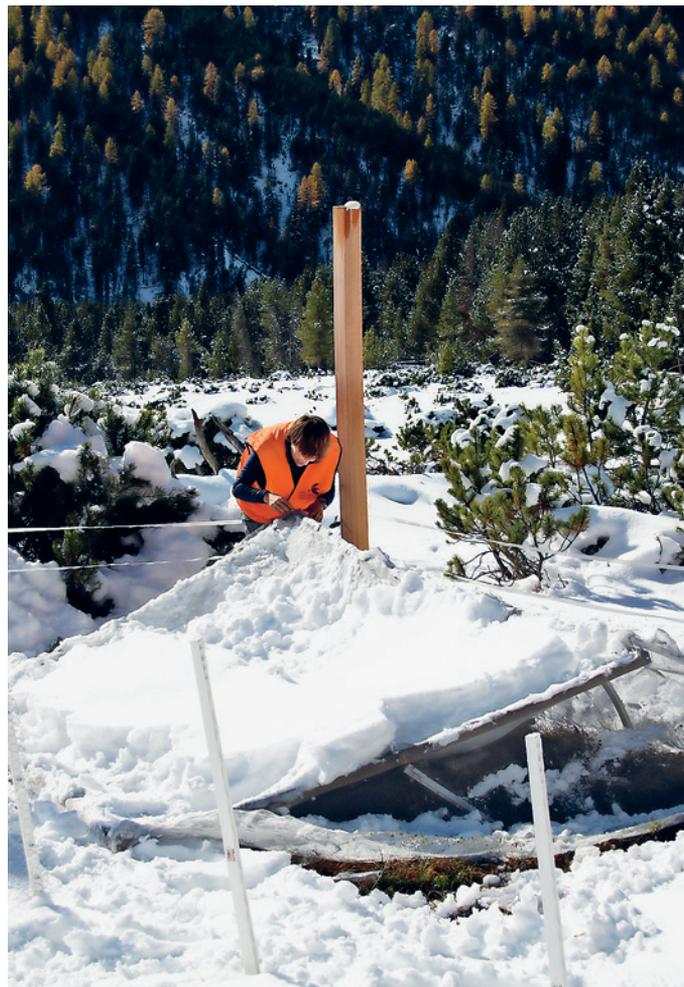
→ **12**



## WOOD WIDE WEB

Les champignons constituent un réseau dans le sol via lequel les arbres forestiers se transmettent des nutriments et des informations. Des chercheurs du WSL tentent de décoder les «chats» dans le système racinaire.

→ **15**



## INTERCONNECTÉS DANS LE RÉSEAU ALIMENTAIRE

Pourquoi un écosystème perd-il son équilibre lors de la disparition d'espèces animales ou de l'utilisation massive d'engrais? Des chercheurs du WSL se sont penchés sur cette question.

→ **2**

## THÈMES-CLÉS

**20** FORÊT

**22** PAYSAGE

**26** BIODIVERSITÉ

**29** DANGERS NATURELS

**32** NEIGE ET GLACE

## PORTRAITS

**19** Pierre Huguenin, ingénieur et guide de montagne

**25** Laurens Perseus, apprenti électronicien

**34** Martina Hobi, spécialiste en sciences de l'environnement

**35** IMPRESSUM, À L'HORIZON

**36** LE SCHMILBLICK: le sac à dos IFN

RÉSEAUX ALIMENTAIRES Dans un écosystème, tous les organismes vivants sont interconnectés. Pourquoi un réseau perd-il son équilibre lors de la disparition d'espèces ou de l'utilisation massive d'engrais?

# Impact des animaux de pâture sur la biodiversité



À l'intérieur de la grande clôture, d'autres clôtures aux mailles de largeurs différentes empêchaient les petits mammifères et les animaux invertébrés de dévorer les plantes.



Pendant cinq ans, des chercheurs du WSL ont effectué une expérience de clôture dans le Parc national suisse. La clôture extérieure était sous tension et gardait les cerfs éloignés de la surface.

Se promener dans le Parc national suisse, c'est emprunter un réseau peu dense de sentiers à travers des forêts, des zones rocheuses et des prairies. Dans les prairies, nul bétail: vaches, moutons et chèvres n'y ont plus accès depuis la fondation du parc en 1914. La végétation est toutefois très basse par endroits. Les anciens pâturages situés en dessous de la limite forestière devraient pourtant être recouverts de forêt depuis longtemps étant donné que l'être humain et son bétail ne gardent plus les surfaces dégagées. Pourquoi n'est-ce pas le cas? Qu'est-ce qui empêche à ce point la végétation de croître? Quelles plantes poussent aujourd'hui dans les anciens pâturages? Les mêmes que celles de la période précédant la fondation du Parc national, ou d'autres, différentes?

Ces questions, Anita Risch et Martin Schütz les posent. Les écologues du WSL étudient les interrelations des organismes vivants dans un écosystème, le fonctionnement des réseaux trophiques et ce qui se passe si une ou plusieurs espèces disparaissent de cet écosystème. Depuis 25 ans, ils examinent les anciens pâturages dans le Parc national. «Nous avons tout d'abord supposé que les grands mammifères, à l'image des cerfs et des chamois, dévoraient les plantes à la place du bétail», explique A. Risch. Cette hypothèse, à elle seule, ne suffisait néanmoins pas à expliquer les différences de hauteur de la végétation selon les endroits. Aux grands mammifères s'ajoutaient vraisemblablement d'autres herbivores qui exerçaient sur la végétation une influence spécifique.

### **Tous nécessaires dans le système**

Pour vérifier cette hypothèse, A. Risch et M. Schütz eurent l'idée d'exclure les herbivores des pâturages en fonc-

Photo: Otto Wildi, WSL

Pour de plus amples informations concernant l'expérience sur les clôtures dans le Parc national suisse (en anglais): [www.wsl.ch/fence-experiment](http://www.wsl.ch/fence-experiment)

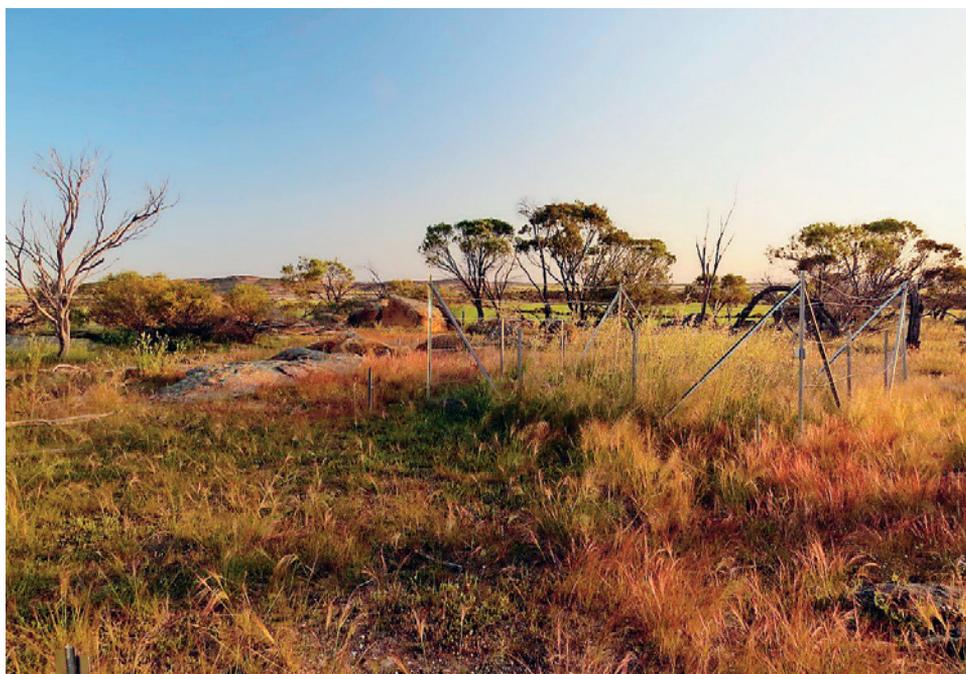
tion de leur taille: les grands mammifères tout d'abord, comme le cerf, puis les plus petits tels que les marmottes, les lièvres et les souris, et enfin les invertébrés comme les insectes et les escargots. À cet effet, ils développèrent des clôtures spéciales qu'ils eurent l'autorisation d'installer en 2009 dans le Parc national, après une préparation sur plusieurs années et des entretiens intensifs avec l'administration du parc. Le travail dans le parc était fatigant, y compris physiquement. La neige entre mai et septembre, soit pendant la période du relevé des données, détruisait régulièrement les clôtures à insectes, dotées d'un maillage fin. «Les travaux d'entretien étaient très lourds, notamment parce que nous devons transporter tout le matériel de remplacement à pied sur le terrain», précise M. Schütz.

Pendant les cinq années de présence des clôtures dans le Parc national, les chercheurs collectèrent de grandes quantités de données – non seulement sur les plantes elles-mêmes, mais aussi sur le sol sous la végétation. Ils voulaient ainsi préciser quelle était l'influence des herbivores sur les organismes et sur les cycles d'éléments nutritifs dans le sol. Depuis la fin des expériences en 2013, A. Risch et M. Schütz, en collaboration avec d'autres chercheurs, ont déjà publié de nombreux résultats. Ils ont par exemple découvert que les grands mammifères avaient accru la diversité végétale dans le Parc national. En effet, quand ces animaux sont absents, les plantes à s'imposer dans les pâturages sont surtout celles qui poussent vite, chassant ainsi d'autres espèces végétales, et la diversité diminue. Ce phénomène se répercute à son tour sur les espèces de carabidés qui chassent à vue par exemple. Si la végétation est trop dense, celles-ci ne voient plus leur proie et le nombre de ces insectes prédateurs se réduit.

La température et la disponibilité en eau du sol dépendent des animaux qui se nourrissent en surface. Sans eux, la végétation gagne en densité, d'où une quantité moindre de lumière du soleil jusqu'au sol. Le refroidissement du sol peut atteindre un degré, l'humidité augmente, favorisant l'accroissement du matériel végétal. Le résultat le plus surprenant à ce jour: en l'absence des grands mammifères, les invertébrés reprennent la fonction des premiers dans le système. Pour certains types de végétation, ils consomment presque autant de matériel végétal. Étant donné néanmoins qu'ils dévorent aussi des plantes que les grands mammifères évitent – chardons épineux ou aconit toxique par exemple –, ils influent sur la végétation de façon différente que les cerfs ou les chamois. Si les invertébrés viennent au contraire aussi à manquer, l'écosystème s'effondre, réseaux et cycles alimentaires se désagrègent.

### **Les engrais perturbent le réseau**

En parallèle avec l'expérience sur les clôtures dans le Parc national, A. Risch et M. Schütz ont lancé un essai similaire non loin de là, dans le Val Müstair. Au niveau des paravalanches en amont de Lü se trouvent trente placettes dont certaines sont aussi clôturées. Elles relèvent du réseau international de recherche «Nutrient Network (NutNet)» auquel participent, sur six continents, plus de soixante-dix équipes issues de dix-neuf pays. Dans ce projet, on étudie également ce qui se produit lorsque de grands animaux sauvages herbivores sont absents des prairies et des pâturages. Est aussi examinée l'influence de l'apport d'engrais sur les surfaces de 25 m<sup>2</sup>. Chaque équipe de chercheurs collecte sur ses surfaces les mêmes données à l'aide des mêmes méthodes. Les modifications de la diversité des espèces, de la productivité et des cycles alimentaires de l'éco-



Les surfaces de pâturage étudiées dans le réseau de recherche NutNet se différencient souvent fortement les unes des autres. En haut, un pâturage à Mount Caroline, Australie-Occidentale; en bas, un autre dans le Parc national du Serengeti, Tanzanie.

système sont au cœur des recherches. L'objectif consiste à reconnaître des modèles mondiaux qui correspondraient aux réactions d'écosystèmes très diversifiés face à l'exclusion d'animaux sauvages et à l'utilisation d'engrais. Les données rassemblées sont enregistrées de façon centralisée à l'Université du Minnesota, États-Unis, où est née l'idée de ce réseau de recherche.

Anita Risch et Martin Schütz font partie de ce réseau depuis 2008. Fin mai, ils épandent de l'azote, du phosphore et du potassium sur leurs surfaces; à partir de début juillet, la végétation est fauchée à la main. La quantité de ma-

Pour en savoir plus  
sur le projet NutNet  
(en anglais):  
[www.wsl.ch/  
nutnet-en](http://www.wsl.ch/nutnet-en)

tériel végétal ainsi coupé indique la quantité de biomasse produite pendant la période de végétation – un moyen simple pour mesurer l'influence de l'abou-tissement et de l'épandage d'engrais. Même si le projet est loin d'être terminé, de nombreux résultats ont déjà été publiés. Or ils sont alarmants: si l'on ali-mente les prairies et les pâturages en nutriments et que les grands animaux her-bivores sont absents, la diversité végétale diminue fortement. Sur les surfaces du Val Müstair, il ne pousse aujourd'hui quasiment plus que la fétuque rouge (*Festuca rubra*), une espèce de graminée fréquente et largement répandue. Les relations dans les réseaux alimentaires sont massivement perturbées.

L'expérience ne repose en aucun cas sur des réflexions théoriques unique-ment. Depuis la fin de la dernière période glaciaire, le nombre de grands ani-maux sauvages herbivores a diminué au niveau mondial. C'est probablement lié au comportement de l'homme moderne. Or depuis l'industrialisation, les stocks mondiaux d'azote et de phosphore ont doublé, voire quintuplé, en rai-son de l'utilisation excessive d'engrais artificiels dans l'agriculture. Combinés à l'absence des grands herbivores, les engrais donnent lieu à des écosystèmes instables et pauvres en espèces, presque incapables de réagir aux modifications des conditions environnementales.

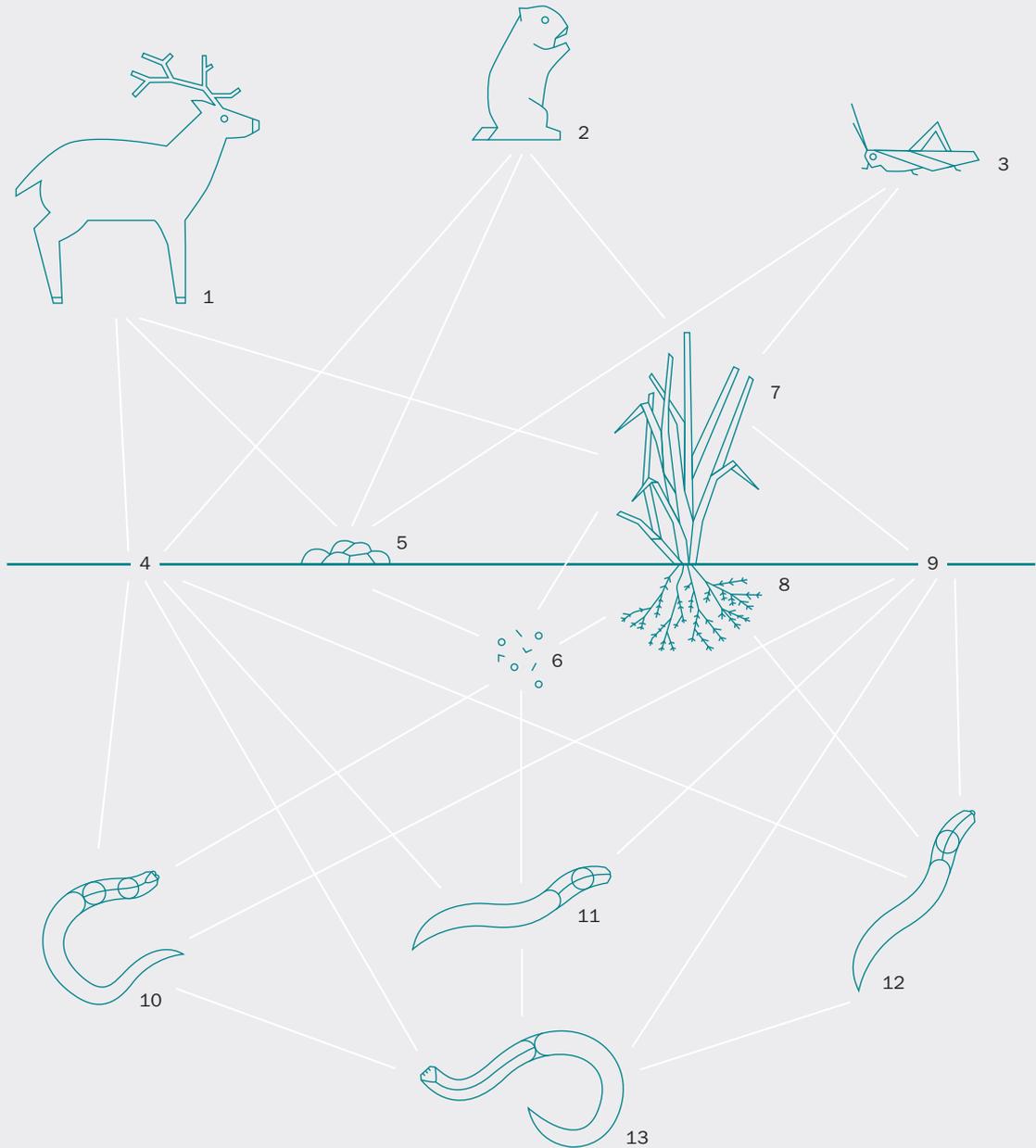
### **Idées, expériences et échange de données**

Les réseaux mondiaux comme NutNet permettent de voir ce qui se passe chez le voisin. «Grâce aux échanges avec des chercheurs d'autres continents, on ap-prend à mieux comprendre son propre système», Anita Risch en est convain-cue. «De nombreuses hypothèses en botanique reposent par exemple sur les conditions telles qu'elles prévalent dans l'hémisphère nord. Lorsque l'on ap-plique ces hypothèses à l'hémisphère sud, on remarque vite que certaines n'y sont pas valables.» Ces connaissances aident à jeter par-dessus bord des idées préconçues et à mieux comprendre la façon dont tout est interconnecté.

Le contact personnel entre chercheurs compte toujours lui aussi, égale-ment en dehors des heures de travail. «Souvent, des projets communs voient le jour le soir après le boulot, autour d'une bière», déclare Martin Schütz. Lors d'une des rencontres annuelles dans le cadre du réseau NutNet, les deux cher-cheurs ont fait la connaissance d'une Australienne, Jennifer Firn, de la «Queens-land University of Technology» de Brisbane. Elle a été enthousiasmée par l'ex-périence sur les clôtures dans le Parc national et a proposé à A. Risch et M. Schütz de collaborer avec elle. Ces clôtures seront peut-être ainsi bientôt utili-sées en Australie – les propositions de projets de recherche ont été soumises entre-temps. À la place des cerfs et des marmottes, ce sont toutefois les kan-gourous et les wombats que l'on empêchera de dévorer la végétation. (lbo)

# INFOGRAPHIQUE Les animaux herbivores dans la prairie influent sur les organismes souterrains

Dans les prairies, les organismes vivants sont interconnectés par des relations complexes. En l'absence de mammifères par exemple, la biomasse végétale augmente, ce dont profitent les nématodes qui vivent sous terre – leur nombre double. Mais tout le monde n'en sort pas gagnant: certaines espèces de nématodes disparaissent, ce qui amoindrit la diversité de ces organismes du sol.



- 1 Ongulés
- 2 Mammifères de taille moyenne et petite
- 3 Invertébrés
- 4 Structure du sol

- 5 Fumier, urine, cadavres
- 6 Nutriments, bactéries, champignons
- 7 Parties aériennes
- 8 Racines
- 9 Microclimat du sol

- Nématodes (fortement agrandis):
- 10 Espèces bactérivores
  - 11 Espèces fongivores
  - 12 Espèces herbivores
  - 13 Espèces prédatrices et omnivores

An aerial photograph showing a river confluence. A large, brown, turbid river flows from the top left towards the bottom right. A smaller, clearer river joins it from the top right. A concrete dam or bridge structure crosses the river on the right side. To the left of the river, there is a large, grey, multi-story building with a flat roof, surrounded by green grass and trees. The background shows a mix of green and autumn-colored trees, and a rocky riverbank on the right.

Les confluences - ici de la Gérine et de la Sarine (venant de la gauche) – relient les populations de différents cours d'eau: les graines de plantes et les insectes descendent les rivières avec le courant et colonisent de nouvelles stations.

Des ouvrages tels que les ponts ou les centrales hydroélectriques peuvent perturber la propagation d'organismes. Des chercheurs du WSL simulent à l'ordinateur l'impact des barrières sur la réintroduction d'espèces rares dans des tronçons de cours d'eau.

An aerial photograph showing a river confluence. The river flows from the bottom left towards the top right. The banks are composed of large, light-colored gravel and sand deposits. The surrounding area is lush with trees in various stages of autumn, showing shades of green, yellow, orange, and red. A paved road or path runs along the top edge of the gravel area. A white text box with a black border is positioned in the center of the image, with a white line pointing from the text to a specific gravel bank. The text explains that these gravel banks are habitats for various species and that their connectivity along the watercourse is crucial for their survival.

Sur les bancs de gravier vivent des espèces de plantes, d'animaux et de champignons caractéristiques. Plus leurs habitats sont interconnectés le long d'un cours d'eau, mieux les espèces peuvent survivre.

Zone d'embouchure de la Gérine,  
tronçon de rivière près de Marly (FR)

CRYOSPHERE **Davos, Antarctique et Kilimandjaro: la neige sous surveillance à l'échelle planétaire.** Afin que la neige, les glaciers et le pergélisol puissent être mieux étudiés au niveau mondial, chercheurs et stations de mesure se sont mis en réseau.

En fait, c'est très simple: pour mesurer la hauteur de neige, on enfonce une sonde graduée dans le manteau neigeux jusqu'au sol, et on lit la valeur. Terminé. Mais que faire si la neige se trouve sur un glacier ou sur la banquise où le sol est absent? Des questions similaires surgissent pour presque tous les paramètres saisis par les nivologues, qu'il s'agisse de la densité, de la granulométrie ou de la température. Les scientifiques effectuent leurs mesures de façon différente, ce qui en empêche souvent la comparaison.

Sous l'égide de l'Organisation météorologique mondiale, des chercheurs de pays les plus divers ont fondé le réseau «Global Cryosphere Watch» (GCW). Un groupe de travail du GCW certifie des stations et des champs de mesure qui saisissent et enregistrent des données sur la cryosphère selon des standards re-



160 stations dans 27 pays sont mises en réseau dans le «Global Cryosphere Watch» – dont la Station italo-française Concordia Dome C en Antarctique (en bas à gauche), le champ de glace Nord au Kilimandjaro en Tanzanie (en bas à droite), ainsi que le site expérimental de Laret du SLF, qui relève du pôle de Davos (en haut).

connus ou définis par lui. La cryosphère comprend toutes les parties de la Terre où tombe de la neige ou qui en sont recouvertes, celles où rivières, lacs et mers sont gelés toute l'année ou de façon saisonnière, et celles qui comptent du pergélisol, des glaciers ou des calottes polaires. Cela concerne environ cent pays sous toutes les latitudes dans le monde entier.

Des mesures fiables et professionnelles sont la condition sine qua non pour rendre les informations sur la neige et la glace utilisables à l'échelle planétaire – objectif central du GCW. Ce qui semble rébarbatif peut avoir un impact majeur: jusqu'à présent par exemple, les mesures de la hauteur de neige issues du Caucase n'étaient pas disponibles. Or grâce au GCW, elles le seront désormais, et l'on pourra ainsi mieux comprendre les répercussions du changement climatique sur le manteau neigeux saisonnier aux quatre coins du monde.

Charles Fierz du SLF est membre du groupe de pilotage du GCW, et il voit au-delà de la science: «Dans certaines régions du monde marquées par des conflits politiques, des mesures de la neige ou de glaciers permettent de premiers rapprochements entre personnes», explique-t-il en s'appuyant sur l'exemple de la Russie et de la Géorgie. Les scientifiques des pays ennemis collaborent ainsi.

### **Mieux utiliser les données au lieu d'en collecter davantage**

La Suisse ne connaît heureusement pas de tensions politiques majeures. Grâce à ses séries de données pluriannuelles précises et bien documentées, le pays montre au contraire l'exemple. C. Fierz s'est beaucoup investi pour que tout un groupe de stations de mesures situées dans la région de Davos soit intégré dans le réseau. «À l'échelle mondiale, cela met notre travail plus en valeur. En effet, nous ne devons pas collecter à tout prix davantage de données, mais mieux les utiliser», souligne-t-il. Wolfgang Schöner de l'Université de Graz, responsable de la certification des stations de mesures au GCW, partage ce point de vue: «Le pôle de Davos est un exemple remarquable au niveau international. Non seulement des relevés du pergélisol, de la neige et des glaciers, ainsi que de leurs modifications, y sont effectués, mais leurs liens avec le changement climatique y sont aussi étudiés.»

Pour pouvoir bénéficier de tels trésors de données et d'expériences dans le monde entier, l'échange de données entre les chercheurs doit fonctionner de façon simple. C. Fierz et ses collègues au SLF élaborent à cet effet des processus standard, définissent des formats de données et perfectionnent des logiciels. Tous les scientifiques connectés au GCW les utilisent ainsi pour pouvoir saisir leurs données de façon comparable et les échanger entre eux. «Les bénéficiaires sont en particulier ceux qui ne peuvent pas financer eux-mêmes de tels outils en raison de la situation économique de leur pays», indique W. Schöner.

Et qu'en est-il à présent de la hauteur de neige sur un glacier ou sur la banquise? «C'est très simple», explique C. Fierz: «Il faut définir une hauteur de référence. Si possible, ce sera le sol, mais sur la glace, c'est la personne qui doit la déterminer. Cela peut être entre autres la surface de la neige du 31 décembre de l'année précédente. Peu importe ce qui est défini comme hauteur de référence – elle doit juste être bien documentée et toujours appliquée de façon identique.»

Pour en savoir plus sur la surveillance de la cryosphère: <https://global-cryospherewatch.org>

Et sur le réseau de mesures: [www.wsl.ch/cryonet-fr](http://www.wsl.ch/cryonet-fr)

# Détection précoce des dégâts en forêt. Arthur Gessler en est convaincu: surveiller la santé de la forêt sur le long terme vaut la peine. Lors d'un entretien, le chercheur du WSL parle de l'impact du réchauffement climatique, de l'importance de longues séries de données, et de l'interconnexion des institutions et des chercheurs.

Depuis plus de trente ans, des chercheurs du WSL observent l'état de santé de la forêt dans environ soixante-dix stations en Suisse. Ces investissements élevés valent-ils tout simplement la peine?

L'état de la forêt évolue sans cesse, ne serait-ce qu'à la suite d'une année de sécheresse ou d'une tempête. Mais de tels instantanés ne permettent pas de déduire de tendance à long terme. C'est seulement en observant la forêt sur de nombreuses années que nous pourrions montrer les changements insidieux qui se déroulent sur des décennies. D'où l'importance selon moi de soutenir le monitoring à long terme.

**Les débuts du monitoring des forêts remontent aux années 1980. La thématique du dépérissement des forêts inquiétait de nombreuses personnes à l'époque.**

Oui, y compris les chercheurs. On a alors remarqué que les forêts souffraient par endroits de dégâts considérables. Ceux-ci survenaient notamment dans des sites particuliers, par exemple là où de grandes quantités de gaz d'échappement issus de l'industrie affectaient la forêt. Des dégâts à vaste échelle furent aussi enregistrés. Comme on ne disposait pas de données sur le long terme, on ne pouvait toutefois pas bien évaluer la situation à grande

échelle: s'agissait-il d'un phénomène préexistant, ou d'un développement tout à fait nouveau? C'est pour cette raison que l'on a commencé à mettre en place des réseaux de monitoring et ce, afin d'observer l'état de la forêt et de classer les changements sur le long terme. Avec le monitoring, nous signalons aussi des modifications dont nous ne pouvons encore en rien évaluer l'importance future.

**Quelles tendances s'esquissent?**

Le système «forêt» réagit lentement. Les arbres ne peuvent pas s'adapter aux nouvelles conditions de façon si rapide. Un exemple significatif: les apports d'azote élevés des années 1980 et de la période ultérieure, continuent d'avoir des répercussions sur la forêt. Si les arbres reçoivent beaucoup d'azote, ils deviennent éventuellement vulnérables face à la sécheresse. Sur fond de changement climatique, cette vulnérabilité pourrait encore s'accroître. À long terme, le changement climatique modifiera aussi la composition des espèces dans les forêts. En Valais, nous observons le dépérissement de nombreux pins sur l'une de nos surfaces de monitoring. Il est possible d'utiliser ces informations en combinaison avec d'autres données, afin de développer des projections sur l'aspect à venir de la forêt,



Arthur Gessler dirige le Programme de recherche «Recherches à long terme sur les écosystèmes forestiers LWF» au WSL.



Dans le cadre du Programme de monitoring LWF, les chercheurs mesurent, à l'aide d'un tensiomètre, les forces que doit déployer une plante pour absorber l'eau du sol.

et de définir les essences qui pourront être cultivées dans les conditions climatiques futures.

### **Mais comment saisir l'état de la forêt?**

Nous avons deux réseaux qui se complètent l'un l'autre: Sanasilva et les Recherches à long terme sur les écosystèmes forestiers (LWF). Avec l'Inventaire Sanasilva sont étudiés depuis 1985, sur une grille de 16 kilomètres sur 16 posée sur toute la Suisse, environ 1100 arbres par année répartis sur cinquante placettes. Les experts effectuent des relevés de l'état du houppier, de l'accroissement et du nombre d'arbres dépéris. Nous procédons au relevé des mêmes données sur les dix-neuf placettes d'observation qui font partie du LWF. Dans ces stations,

nous réalisons de surcroît de nombreuses autres mesures qui doivent aider à reconnaître les causes de la modification de l'état de santé et de la croissance. Nous déterminons les apports d'azote et de soufre, la teneur atmosphérique en ozone, et nous examinons le régime des eaux ainsi que le bilan nutritif dans le sol.

### **Qu'advient-il de toutes ces données?**

Nous analysons et comparons les valeurs mesurées afin de détecter des variations entre les différentes années, ainsi que des tendances à long terme. Pour enregistrer les données dans la durée et les mettre à la disposition d'autres chercheurs, nous les déposons dans nos bases de données. Nous les transmettons à l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) de façon synthétique. Mé-

**«C'est seulement en observant la forêt sur de nombreuses années que nous pourrons aussi montrer les changements imperceptibles à court terme»**

téoSuisse utilise de surcroît les données de nos stations météo et les intégrera à l'avenir dans ses modèles de prévision. Toutes les données sont aussi transférées à la base de données centrale du réseau européen «PIC Forêts», le «Programme international concerté sur l'évaluation et la surveillance des effets de la pollution atmosphérique sur les forêts». LWF et Sanasilva relèvent de ce réseau auquel sont rattachés presque tous les pays européens. Dans tous les pays participants, des placettes d'observation sont sélectionnées sur la base des mêmes critères, et les mêmes méthodes sont appliquées sur le long terme.

### **Quelle est l'importance de cette mise en réseau internationale?**

Elle est très importante. En effet, grâce au réseau PIC Forêts, les chercheurs, non seulement dans leur propre pays mais aussi dans l'Europe entière, peuvent reconnaître quelles sont par exemple les répercussions de la pollution atmosphérique sur la forêt. La collaboration internationale et la vaste base de données sont aussi déterminantes pour les analyses scientifiques. Les chercheurs du WSL veulent notamment comprendre quels sont les impacts des apports d'azote, de la concentration d'ozone ou de la modification des températures sur la croissance des arbres. Seuls de vastes sets de données à l'échelle européenne, axés sur une très longue période, permettront de répondre à de telles questions.

### **Vous êtes co-initiateur du SwissForestLab, un autre réseau fondé en 2017. Quelle idée le sous-tend?**

Avec le SwissForestLab, nous souhaitons créer des synergies en

rapprochant des chercheurs, mais aussi différentes infrastructures en Suisse - le LWF en fait aussi partie. Dans le cadre du SwissForestLab, il existe notamment un projet qui rassemble les données sur la croissance des forêts en Suisse. L'objectif consiste à développer de meilleurs modèles pour prédire la croissance forestière dans les conditions climatiques futures. Nous souhaitons également impliquer les praticiens, afin de mettre en œuvre les nouvelles connaissances le plus rapidement possible. Des ateliers annuels sont aussi planifiés, lors desquels nous demandons aux parties prenantes telles que les propriétaires de forêt ou les inspecteurs cantonaux des forêts, de définir les problèmes urgents auxquels, selon eux, la recherche et le monitoring devraient répondre.

### **À quoi ressemblera le monitoring des forêts à l'avenir?**

Nous utiliserons les nouveaux développements technologiques afin d'obtenir plus d'informations des satellites et des drones sur l'état de l'écosystème forestier. À cet effet, nous travaillons déjà avec des collègues issus du domaine de la télédétection au WSL, et avec l'EPF de Zurich, pour évaluer les informations photographiques à l'aide de l'intelligence artificielle. Les images satellite pourraient ainsi proposer des informations à haute résolution spatiale et temporelle, également capables de saisir les modifications à petite échelle et à court terme de l'état de la forêt. Ces méthodes ne remplaceront pas le monitoring classique lors duquel les spécialistes observent et procèdent à des mesures depuis le sol, mais elles le compléteront de façon utile. (sni)

Pour de plus amples informations sur le monitoring des forêts: [www.wsl.ch/monitoring-des-forets](http://www.wsl.ch/monitoring-des-forets)

WOOD WIDE WEB **Les champignons sont le réseau social des arbres forestiers.** Les champignons constituent un réseau dans le sol via lequel les arbres forestiers se transmettent des nutriments et des informations. Les chercheurs essaient de décoder les «chats» dans le système racinaire.

Pour explorer l'«Internet de la forêt», Simon Egli, chercheur au WSL, a besoin d'un flair très aiguisé. Pas le sien, mais celui de son chien Miro. Le museau à ras le sol, l'animal tire sur sa laisse et renifle dans les herbes hautes dès que S. Egli a donné le signal «Cherche!». En moins de trente secondes, le chien commence à creuser sous un hêtre, les mottes de terre volent de part et d'autre. «Stop!», crie S. Egli, et il retient Miro. Il rit: «Sinon, il dévore lui-même son butin.»

Avec une petite truelle, S. Egli déterre une motte noire de la taille d'une noix qui sent fort l'herbe fraîchement coupée. Il s'agit d'une truffe de Bourgogne (*Tuber aestivum*) pas encore mûre. Sa valeur marchande au début de



L'«Internet de la forêt» comprend des filaments mycéliens (blancs) qui enveloppent l'extrémité des racines des plantes (brune) et poussent même entre les cellules racinaires. L'association symbiotique se nomme mycorhize.

l'été est d'environ trois cents francs le kilo, avant Noël, c'est facilement deux à trois fois plus. Sans Miro, le chien truffier entraîné, cette délicatesse serait restée inaperçue.

Simon Egli ne s'intéresse toutefois pas seulement au tubercule, c'est-à-dire à la fructification du champignon, mais aussi au réseau souterrain largement plus vaste de filaments mycéliens autour du hêtre plus que centenaire. Celui-ci se trouve dans un petit groupe d'arbres sur une prairie, en lisière de forêt à Birmentsdorf. La station – son emplacement exact est secret – fait partie d'un réseau de surveillance européen des truffes, grâce auquel les scientifiques espèrent en apprendre plus sur la biologie de cette espèce de champignon – et sur la façon dont les arbres sont connectés entre eux sous terre.

En effet, les filaments mycéliens forment dans le système racinaire un «Wood Wide Web» qui relie les arbres à une communauté – non seulement dans le proche voisinage, mais aussi sur des dizaines, voire des centaines de mètres, et au-delà des barrières entre les espèces. Petit à petit – grâce à des méthodes génétiques –, la recherche commence à saisir ce qui se passe dans le sous-sol de la forêt.

À l'image de nombreux autres champignons forestiers réputés comme le cèpe ou la chanterelle, la truffe est aussi un champignon mycorhizien, c'est-à-dire un champignon symbiotique. Cela signifie que l'arbre et le champignon profitent l'un de l'autre: le champignon alimente l'arbre en éléments nutritifs et en eau, et reçoit en échange du carbone sous forme de sucre. Les filaments mycéliens enrobent l'extrémité de la racine, poussent entre les cellules racinaires et y constituent le réseau de Hartig où a lieu l'échange de nutriments. Les champignons agrandissent ainsi jusqu'à cent fois la dimension du système racinaire



Miro est en quête de truffes pour Simon Egli, chercheur. Des chiens de chasse de type braque sont particulièrement adaptés car ils ont un flair très aiguisé.

des arbres. 90 % de l'ensemble des plantes vivent en symbiose avec les champignons mycorhiziens, plus de cent espèces de champignons étant parfois présentes sur un seul arbre.

### **Du sucre pour la relève**

Dans les années 1980, les biologistes ont découvert à leur grande surprise que les arbres forestiers échangeaient du sucre entre eux à l'intérieur du système racinaire. Une nouvelle technique qui permet de marquer les molécules de carbone et de les faire apparaître en petites quantités contribua à cette découverte. Aujourd'hui, on sait que jusqu'à 30 % du sucre produit par un arbre sont acheminés jusqu'aux champignons. Des études indiquent que les arbres envoient même du sucre de façon ciblée à leurs graines via le réseau fongique. «Cela peut être considéré comme une sorte de soins au couvain chez les arbres», explique Martina Peter, biologiste et cheffe du groupe de recherche Mycorhizes au WSL.

Le réseau de surveillance des truffes sous la direction du WSL doit clarifier la façon dont est structurée la bourse d'échange souterraine entre arbres et champignons. Depuis 2011, quatorze chasseurs de truffes volontaires, accompagnés de leur chien, quadrillent toutes les trois semaines 26 stations au total en Suisse, en Allemagne, en Hongrie et en Grande-Bretagne. Ils pèsent les truffes détectées – jusqu'à 50 par station –, notent leur nombre et leur degré de maturité, et en envoient une lamelle au laboratoire du WSL sur les mycorhizes pour une analyse génétique. Ils ont le droit de garder le reste.

Dès que Miro a découvert une truffe – et reçu un bout de saucisse en récompense –, Simon Egli enfonce une cheville orange en plastique dans le sol comme élément de marquage. Sur le tronc de l'arbre sont installés des appa-



Le tubercule est seulement la fructification du champignon. Il a choisi ici un endroit tout à fait particulier pour pousser.

reils dans des boîtes blanches en plastique, lesquels mesurent l'humidité et la température du sol en continu, ainsi que la croissance de l'arbre. «Nous ne savons encore presque rien sur la dynamique de croissance des truffes», explique S. Egli. «Nous souhaitons la comprendre et la mettre en relation avec la croissance des arbres.»

### **Recherche en communication dans le laboratoire génétique**

Les truffes trouvées proviennent-elles toutes du même champignon ou chaque arbre compte-t-il plusieurs individus? Seules les analyses génétiques permettent de le préciser. C'est la raison pour laquelle Martina Peter extrait de l'ADN des lamelles de truffes dans le laboratoire, et identifie les individus grâce à leur empreinte génétique. Dans une station du réseau de truffes située dans le sud de l'Allemagne, un travail de bachelor a mis pour la première fois en lumière les enchevêtrements souterrains: un individu fongique a relié trois chênes, un épicéa, un bouleau et un charme sur plus de vingt mètres; un autre champignon a connecté un chêne à un charme. «Plusieurs individus peuvent aussi se partager un arbre et parcourir des distances supérieures à cent mètres», explique M. Peter.

Dans le détail, la structure du Web des racines demeure encore un mystère. Les chercheurs du WSL se concentrent actuellement sur elle lors d'autres expériences sur le terrain et en serre. Depuis deux ans, des pousses de diverses essences indigènes ainsi que du douglas, espèce non autochtone, prospèrent dans des bacs à fleurs présents sur le site du WSL. Les scientifiques appliquent du gaz carbonique dans ces pousses afin de vérifier si les douglas sont aussi bien connectés à l'Internet souterrain que les autres arbres – et si la sécheresse a un impact sur les liaisons fongiques.

M. Peter s'attaque également déjà à la transmission d'informations dans le «Wood Wide Web»: ses études révèlent que dans les racines qui vivent en symbiose avec les champignons, certains gènes sont plus fortement activés pour le transport du carbone. Le champignon semble ainsi «convaincre» véritablement l'arbre de lui donner du sucre: «Cela démontre que dans l'Internet de la forêt, le champignon est non seulement un câble mais aussi une interface et un lieu de filtrage actifs», indique M. Peter.

Aujourd'hui, on sait également que via le réseau fongique, les arbres échangent de petites molécules messagères grâce auxquelles ils s'informent les uns les autres et peuvent même apparemment s'avertir de la présence de ravageurs: des études d'autres chercheurs ont démontré que les arbres «remarquent» quand les feuilles de leurs voisins sont infestées de pucerons. Ils commencent à produire des anticorps avant que leurs propres feuilles ne soient colonisées.

Miro a entre-temps trouvé tous les tubercules de truffes et se délecte de la terre sillonnée de filaments mycéliens parfumés. Si la recherche de truffes ne dépendait pas d'un flair aussi aiguë que le sien, le réseau de surveillance pourrait tout à fait être bien plus grand: «La truffe de Bourgogne est plus fréquente qu'on ne le pensait», indique Simon Egli. Malgré sa réputation d'exclusivité culinaire, elle est largement répandue dans les hêtraies mélangées au sol calcaire – en Suisse, dans le Jura et sur le Plateau par exemple. «Sa vaste répartition en fait un champignon important pour notre recherche sur les mycorrhizes.» (*bki*)

Pour en savoir plus  
sur les mycorrhizes  
(en anglais):  
[www.wsl.ch/  
mycorrhiza](http://www.wsl.ch/mycorrhiza)

Pierre Huguenin, Sion

«Pour moi, le site de recherche du SLF sur les avalanches dans la Vallée de la Sionne n'est pas seulement un lieu de travail, mais aussi de détente. J'aime également y venir le week-end avec ma famille, pour profiter de la nature. La vue sur les montagnes avoisinantes est magnifique.»



#### DÉCLENCHER DES AVALANCHES DE FAÇON CONTRÔLÉE

Pierre Huguenin, ingénieur et guide de montagne, dirige le site du WSL à Sion. Il est responsable du site expérimental de la Vallée de la Sionne, près d'Arbaz (VS), où des avalanches spontanées sont mesurées, et des expériences sur la dynamique des avalanches effectuées. Il est de sur-

croît en étroite contact avec les autorités valaisannes, répond aux demandes des médias, et analyse les données pour des projets de recherche. Ce large éventail de tâches lui plaît: «L'alternance entre travail de bureau et sur le terrain est très stimulante».

## FORESTS Satellite images enable quick nationwide estimates of storm damage in forests



Until now, assessments of storm damage in forests have been made from the ground.

Remember Burglind? On 2 and 3 January 2018, the depression brought us wind storms of up to 201 km/h, which felled or snapped thousands of trees in Switzerland. Forest experts were soon swarming all over the country to assess all the forest areas affected as the federal government requires roughly two weeks after a big windthrow event estimates of the quantity of wood felled by the storm. Each canton then reported the total volume of wood to the Federal Office for the Environment (FOEN). In the whole country about 1.3 million m<sup>3</sup> of wood lay on the ground, i.e. approximately a quarter of the average amount of wood harvested per year – only Ticino was spared.

Researchers at WSL wondered whether analysing satellite images

would not be a quicker and cheaper way of gaining a first impression of the damage. They therefore obtained, together with specialists from the Remote Sensing Laboratories at the University of Zurich, images from the satellite-pair Sentinel-1, which scan the Earth's surface with radar sensors. They then compared, with software help, the images the satellites took before and after the storm. The initial results were disappointing. "In some areas the windthrow was depicted realistically; in others, however, not. This probably has mainly to do with Switzerland's complex topography," says Marius Rüetschi from the Remote Sensing Group at WSL. Snow posed a further problem because the software often failed to register wood lying on the

ground covered with snow as storm damage.

The experts have, nevertheless, managed to deal with the methodological and technical uncertainties. In collaboration with several cantons, they inspected some storm-damaged areas in the field and compared their observations with the analyses of the satellite images. The result: while the computer programme identified large areas of forest disturbed by the storm rather accurately, it registered smaller groups of felled trees less well.

“This technology opens up a promising path,” says Marius, “even

though more factors influence the accuracy of such analyses than we first thought.” He therefore views the future with confidence: “All we need now is another storm,” he declares with a twinkle in his eye. (rlä)

## FORESTS How a simple number can make the forest-game debate more objective

Wild ungulates, such as red deer, roe deer and chamois, feed on buds, needles and the shoots of young trees in winter. The forest may, under some circumstances, have difficulty recovering from such browsing. The so-called ‘browsing percent’ is used to measure the ratio between browsed and undamaged trees in a particular area. If the number of plants is increased or the population of wild ungulates reduced, proportionally fewer plants will be browsed. The new WSL Fact Sheet on the use of the browsing percent in game management shows how this parameter can be simply measured and used to estimate the level of browsing damage in an area in order to see how effective over the years the adopted measures have been. Even though the browsing percent can be influenced by foresters, as well as hunters and others using the forest, it helps to make the ‘forest-and-game’ discussions more objective. The Fact Sheet is available as a PDF



In winter chamois eat, among other things, the shoots of young trees.

in German and French on WSL's website. (mmo)

[www.wsl.ch/fs-browsing](http://www.wsl.ch/fs-browsing)

# Protecting cropland: Switzerland needs better soil data

The fear that Switzerland's food supplies could be exhausted in times of crisis has endowed Swiss cropland with its currently best protection shield against bulldozers and construction cranes. The federal government's Sectoral Plan on Cropland Protection from 1992 specifies that a total of 438,460 hectares of the land that could be used for crops to "ensure food security in emergency situations" must be protected. This corresponds to about a tenth of the country's surface area.

The Sectoral Plan is binding for the whole of Switzerland. The area of cropland that must be maintained is divided up between the cantons. "This is a good scheme," says Silvia Tobias from the WSL Research Group 'Land-Use Systems'. She is co-author of the WSL Report on spatial planning instruments for cropland protection, which compares Switzerland with some other European countries ('Instrumente zum Schutz des

Kulturlandes: Ein Vergleich der mit ausgewählten europäischen Ländern' – only available in German).

Thanks to these regulations, Switzerland is today not badly placed internationally in the way it maintains its most fertile land. Most of the other countries evaluated have realised that urgent action is now needed to slow down the loss of agricultural land. How they go about this varies, according to the Report. While Switzerland concentrates on food production, in other countries the focus is more on maintaining green zones with diverse functions, such as agriculture, nature conservation or recreation, especially in areas around cities. One example is the so-called 'Green Belts' in Britain.

## Land performs many services

The fertile land close to cities is under the most pressure. "The growth of cities takes place on



the best land,” says Silvia. There are historical reasons for this: people settled on the most productive land. One by one villages were formed, and then cities, which have since spread ever further into agricultural zones.

Farmland is, however, much more than just an area to grow food: it filters drinking water, provides protection against floods and soil erosion, is home to rare species and functions as a recreation area. The Swiss Sectoral Plan gives clear priority to its production function. In some of Germany’s federal states, in contrast, spatial planning also takes some of its other services, such as nature or water protection, into account. This system allows planning to be more flexible. As Silvia explains: you can then weigh up the pros and cons not only of crops and housing, but also of other services that land provides.

### **Nationwide soil-maps are lacking**

As a basis for balancing these interests, high-resolution maps of the soil characteristics throughout the country are needed. No such maps for Switzerland exist, however, even though it has, as a country, otherwise been so well surveyed.

“Neither the public nor the authorities are sufficiently aware how important soil is,” says Frank Hagedorn from the WSL Research Group ‘Biogeochemistry’. He was head of the sub-project ‘Soil and Environment’ of the National Research Programme NRP 68 ‘Sustainable Use of Soil as a Resource’. One of the federal government’s recommendations is to map Swiss soils across the country and analyse them in a standard way.

This is also the view of the expert group advising on the current revision of the Sectoral Plan on Cropland Protection, of which Silvia Tobias was also a member. She further recommends taking into consideration other land functions, such as nature conservation and recreation, and granting prime cropland areas the same status as the forest: where a forest is destroyed, another area must be reforested. “The same should apply to prime cropland,” says Silvia. *(bki)*

[www.wsl.ch/bericht-kulturland](http://www.wsl.ch/bericht-kulturland)

Cropland areas are well-protected in Switzerland, but land with other functions, such as nature or water protection, is less often considered.



# Regions where more energy from biomass can be obtained

Biomass for energy consists of much more than just wood and manure, which humans have used for thousands of years for heating and cooking. This collective term also covers wood shavings, clippings from banks along roads and railways, organic waste from industry and trade, and sewage sludge. WSL research shows that biomass, especially wood from forests and farm manure, i.e. dung and liquid manure, contains a lot of dormant renewable energy. If this is used, less climate-damaging greenhouse gases such as methane are produced. About nine percent of Switzerland's gross energy consumption could be covered. Unlike wind and solar energy, bioenergy has the advantage that it can be produced at any time and not only when the wind blows or the sun shines.

Until now, it was not known how much biomass was sustainably available to use for generating energy in each municipality in Switzerland. WSL researchers have therefore investigated how much of each type of biomass regularly accrues. They also use social and political indicators, e.g. about the employment and incomes in the municipality or the results of the vote on the Energy Strategy 2050. Knowing these parameters can help to assess the chances that a bioenergy project will be implemented.

## Hotspots on the Central Plateau and in cities

“Our results show, for the first time, which regions have the best potential for using more biomass,” says Vanessa Burg from WSL. The study indi-

cates hotspots, i.e. regions where a particular type or types of biomass can be found in large quantities, such as areas with a lot of forest wood, farm manure or sewage sludge. Most of these hotspots are on the Central Plateau, especially in Cantons Zurich, Bern or Vaud, where there are many farms producing large quantities of manure. Moreover cities and agglomerations are also hotspots since there a lot of organic waste and sewage sludge is produced within a small area. Alpine regions, in contrast, contain no biomass hotspots according to the study, even though they have considerable reserves in the form of, e.g. forest wood. Harvesting and transporting it, however, would be expensive.

Information about the biomass potentials identified in the study is stored in a Geographic Information System (GIS) and will be made available via the Internet. “This then provides a municipality with a good basis for deciding whether they want to produce additional energy from biomass or not,” says Vanessa. (rlä)

## Laurens Perseus, Davos

“Since I was a child, I’ve spent every spare moment in the snow park on the Jakobshorn. Although I’ve often hurt myself, I always get back onto the board directly afterwards. My aim is to be able to do a ‘backside double cork 1080’, which means somersaulting over your head twice and spinning three times round on your own axis.”



### DEVELOPING INSTRUMENTS FOR MEASUREMENTS AND EXPERIMENTS

Laurens Perseus is in the third year of his training as an electronics technician with Berufsmatura, a vocational baccalaureate. He is interested in how things work technically and likes working with his hands just as much as programming electronic

circuits. At SLF he is helping, among other things, to produce an instrument to measure the hardness of snow cover. After finishing his apprenticeship, many doors will be open to him, such as studying at a university of applied science.

# Rewetting bogs has positive effects

Ariel Bergamini looks over from the forest edge at Hagenmoos, a bog near Kappel am Albis nearly four hectares in area. Hundreds of white feathery tufts are swaying in the wind in front of the WSL botanist: “Hare’s-tail cottongrass is a typical resident in this bog,” he says. “Since it was restored and the water table raised as a result, this plant has become more frequent here.” Visually inspecting the bog, Ariel discovers not only seven Sphagnum moss species, but also several other characteristic plants such as cranberries and bog rosemary.

Hagenmoos has been listed in the Federal Inventory of Raised and Transition Bogs of National Importance since 1991. It is one of the sev-

eral thousand mires in Switzerland that were drained last century with a system of ditches and drain, often to remove peat. Since the Rothenthurm federal initiative was approved in 1987, mires have been protected, and some of them, including Hagenmoos, gradually rewetted. But there is still a lot to do.

## Sphagnum mosses need wet feet

The strict protection of the remaining 551 raised and transition bogs in Switzerland is intended not only to conserve the few still intact raised bogs, but also requires the restoration of drained bogs. “This means, in particular, raising the water table far enough for the water-retaining



Since the Hagenmoos bog (Canton Zurich) was restored, the water table has risen. In the drier areas on the edge, numerous woody plants like black alder and birch are growing, and in some parts also spruce.

Sphagnum mosses typically found in bogs to have permanently wet feet,” explains Ariel. Then new peat slowly forms and the bog starts to rise, on average by one millimetre per year, i.e. one metre every thousand years.

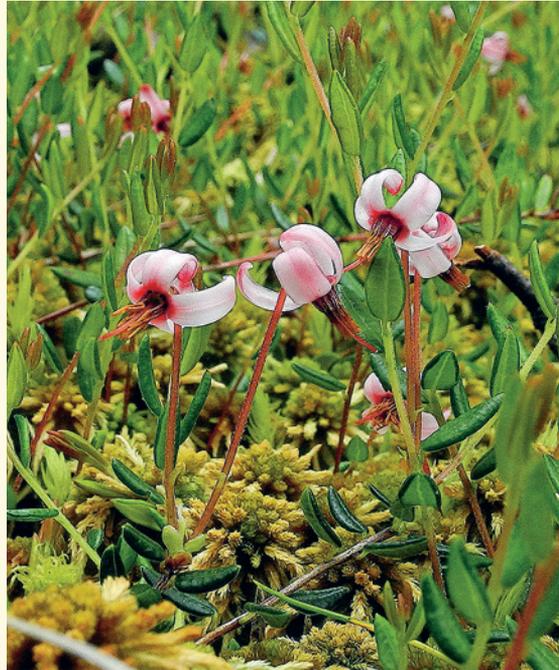
Raising the water table requires a lot of work and money. Water can be prevented from draining out of the bog in various ways. On the edge of Hagenmoos, for example, clay was used to block drainage ditches and small weirs were installed to control the water table in the bog. In other places, sheet piling, made of wood or steel and placed against the ditches’ direction of flow, prevent the loss of water.

### **Vegetation indicates typical wetland sites**

As part of Monitoring the Effectiveness of Habitat Conservation in Switzerland, a project that the Federal Office for the Environment (FOEN) coordinates, researchers at WSL are investigating how the mires in the whole of Switzerland are developing, including those that have been restored. They record the frequency and locations of mosses, grasses, herbs, shrubs and trees on small, permanently fixed sample plots. Here the so-called indicator values of these plant species are important as they reflect site characteristics, such as humidity and nutritional content, as well as the pH values of the substrate and the proportion of humus it contains.

Rewetting Hagenmoos appears to have been successful: Sphagnum mosses and other plants characteristic of raised bogs are numerous. In some parts of the bog, a surface structure with hummocks and hollows has formed, consisting of small, moss-covered and slightly drier hillocks

interspersed between lower areas that are often filled with water. “It is, however, a long road until a drained area can be called a bog again,” says Ariel. “Now, fifteen years after my last visit, I can see that the Sphagnum moss on Hagenmoos has developed well. This bog appears to be on the right path,” he says happily. (rlä)



Bog cranberries (*Vaccinium oxycoccos*) usually grow on a carpet of Sphagnum moss.

[www.wsl.ch/habitat-conservation](http://www.wsl.ch/habitat-conservation)

## BIODIVERSITY The first ‘national census’ of red wood ants and their mounds



Ants mounds made of pine needles in Mürttschental (Canton Glarus) at an altitude of about 1500 m.

Suitable living areas seem to be in short supply in Switzerland not just for humans, but also for colony-building ants. This is apparent from the first nationwide census of red wood ant-mounds carried out by WSL during the fourth National Forest Inventory (NFI). Ant-mounds built by one of the five species of red wood ant (*Formica rufa* group) occurring in Swiss forests were found on only one in twenty of the 6500 plots sampled. When extrapolated for the whole of Switzerland, this amounts to about 1.4 mounds per hectare of forest, whereas in Europe

the average is five. The number of mounds found on the Central Plateau was ten times lower than the Swiss average.

Wood ants like to build mounds in places with conifers, morning sun, a thick herb layer on the ground and an open forest structure. There they can find aphids in abundance, whose sweet excretions are what they mainly eat. A surprising finding was that ants do not need large continuous sections of forest. Most nests were found in areas above 900 metres in altitude. “We have just started to find out why there are so few mounds on the Central Plateau,” says Anita Risch from the Research Group ‘Animal-Plant Interactions’, who is in charge of the study. “I am assuming it is because the forests there are more strongly influenced by humans.” This is why the researchers are currently focussing on human activities in the forest: “We are assessing how strongly, for example, forest management, accessibility improvements and recreational behaviour influence the distribution of wood ants,” says Anita.

It is not possible to say at the moment whether the number of ant-mounds is increasing or decreasing. “Up until now little was known about their distribution,” says Beat Wermelinger, an insect specialist at WSL. The census provides the first reliable data to use as a basis for monitoring the future development of red wood ants. (bki)

## NATURAL HAZARDS Having accurate information about the situation helps to warn the public about natural hazards in time

Floods, debris flows, rock fall and avalanches: Switzerland is, as a densely populated alpine country, particularly exposed to natural hazards. In order for the federal, cantonal and municipal authorities responsible for public safety to be able to issue warnings about natural hazards and quickly implement measures, they need to be able to access measurement data and forecasts fast and simply. GIN – the Common Natural Hazard Information Platform provides experts with this information on a central Internet portal. GIN is a joint product of the Federal Office for the Environment (FOEN), MeteoSwiss, the Swiss Seismological Service SED and SLF,

which also programmed the Web application.

Hundreds of indicators, ranging from wind speeds to water levels and snow depths at more than 700 automatic measuring stations are updated every minute. All the recorded data and forecasts can be combined with each other. For example, experts can analyse in spring the current run-offs, the snow quantities and the precipitation forecasts that are depicted all together in a map. SLF has recently improved the portal to make it more user-friendly and take into account practical experience in the field. Matthias Gerber, head of the development team at SLF, adds: “A further step will be the develop-



Extreme events like storms can cause huge amounts of damage. The federal government's departments work together closely to cope as best as possible with natural hazards.



With early enough warning, appropriate measures can be taken and damage avoided.

ment of a mobile app during the next three years. Since so many of the things that affect natural hazards happen outside, experts must also

have access to the portal when they are out of the office.”

In the ‘Best of Swiss Web Award’, which awards prizes to the best digital projects in Switzerland, GIN won several awards in 2018. The jury considered the project to be an excellent example of a successful cooperation between the authorities in E-government. For the general public, information about the current natural hazard situation is available via the information platform: [www.natural-hazards.ch](http://www.natural-hazards.ch). (sni)

[www.slf.ch/gin-en](http://www.slf.ch/gin-en)

## NATURAL HAZARDS Ethical dilemma in avalanche rescue: who should I help first?

Three backcountry skiers are getting ready for their descent down the summit slope. Just as the last one is about to ski down, a slab avalanche releases. His two colleagues are caught in it and completely buried. He immediately begins searching for them and soon finds the first victim with his avalanche transceiver. He digs him out, but he shows no sign of life. He begins cardiopulmonary resuscitation (CPR) and tries to resuscitate him – without success. The minutes tick by – and the second victim is still lying under the snow. Should the rescuer nevertheless keep trying to resuscitate the first victim? Or should he rescue the second buried person instead before it is too late for her to be saved?

This fictive example illustrates the kind of dilemmas helpers face if they cannot rescue all the victims in an avalanche accident at the same time. “Such situations are rather rare,

but still happen,” says Jürg Schweizer, Head of SLF and the Research Unit ‘Snow Avalanches and Prevention’. In avalanche-rescue training courses, the question about what best to do in such a situation is often raised.

According to an official recommendation of the International Commission for Alpine Rescue (ICAR), you should try to resuscitate victims of avalanche accidents who are not responsive for at least 20 minutes. “But if another person is buried, their chances of survival go down drastically in this time,” says Jürg. When should you stop performing CPR on the first victim and start searching for the second to maximise the survival chances of both?

It is exactly this question that has preoccupied the Swiss avalanche-rescue specialist Manuel Genswein for some time. He and Jürg Schweizer, together with other avalanche

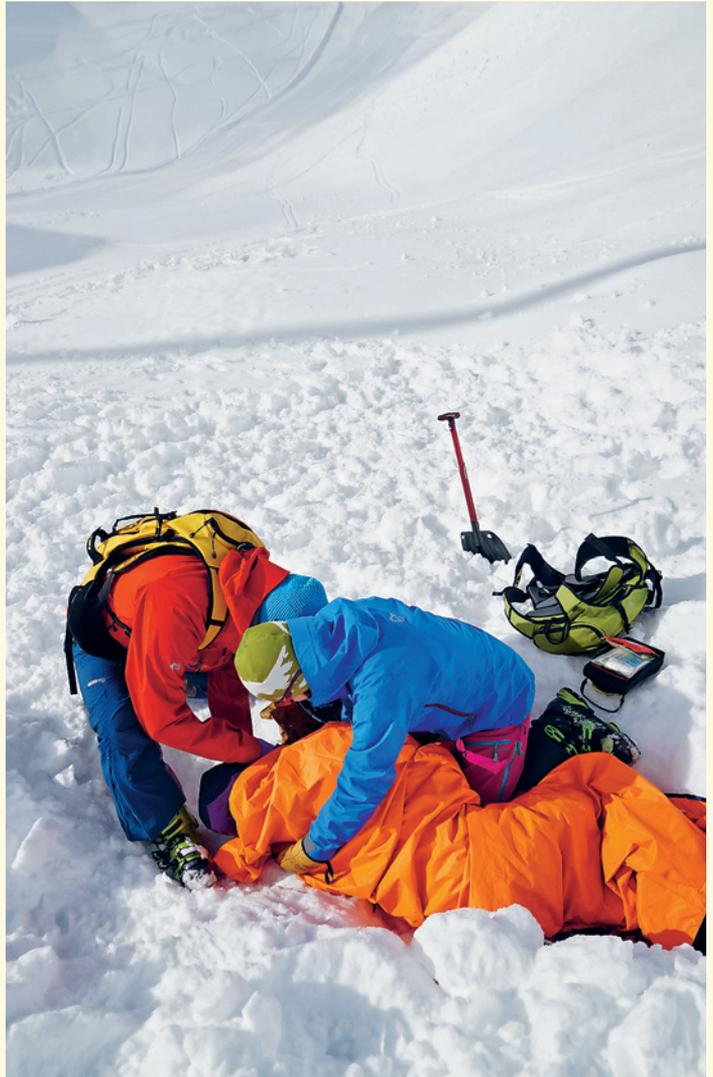
researchers and emergency medicine specialists, carried out a study to try to find a solution for such a scenario where two people are buried and another is trying to rescue them. As no data from case studies exists, the researchers performed a so-called Monte-Carlo simulation on the computer – a new approach in emergency medicine. The model estimates, with the help of calculated probabilities, the best moment to end trying to revive the first victim and to rescue the second. As a basis for the simulation, the researchers used existing data on the probability that buried people survive an avalanche burial and on functional outcome after out-of-hospital cardiac arrest in relation to time spent on resuscitation.

### **Reconsidering current recommendations**

The results show that the chances that both victims will survive are greatest if CPR is performed on the first victim for a few minutes before starting to search for the second. “This means the official recommendation of 20 minutes for CPR duration is too long in this case,” says Jürg. He is therefore keen for new recommendations to be drawn up. To ensure they are well-based, further research and better medical data are needed to substantiate the results of this study.

“Performing a triage in an emergency situation is, of course, always ethically tricky,” says Jürg. “Such decisions cannot, however, be avoided, which means making sure they are as good as possible.” The principle of maximising survival chances is already applied today when several rescuers use probes to search for a buried person. This

involves probing in such a way that the speed and precision of the search are balanced to ensure the chances of finding the victim alive are as great as possible. *(cho)*



For victims in an avalanche accident to have a chance of surviving, they must be dug out and taken care of as quickly as possible.

## SNOW AND ICE Saving on resources when making snow and preparing slopes

As soon as it is cold enough in autumn, the snow guns and snow canons go into action. The ski resorts want to have all the slopes ready for their guests at the latest by Christmas even if the weather gods don't cooperate. Often, however, water and energy are wasted and warm weather (Föhn) melts the snow stocks. Sometimes wind blows away the snow while it is being made, or more is produced than necessary. It is estimated that thirty percent are lost – financially as well.

This is where the European project PROSNOW, which was started in 2017, comes into play. Pirmin Ebner, who is working on the project at SLF, explains: “The ski resorts should know in future what weather they can expect for the next three to four weeks. They can then

take this into account when producing snow.” As of 2020, an online portal will support the ski regions participating – in Switzerland this means Lenzerheide-Arosa – in snow management. Pirmin is extending SLF's snow-cover simulation programme SNOWPACK/Alpine3D for this purpose because the artificial snow on prepared slopes and in storage heaps reacts to the weather differently from natural snow. Local conditions should also be considered: if the snow is in the shadow of a steep mountain slope, this can make a decisive difference to the temperature. *(bio)*

*prosnow.org*



Producing artificial snow costs water, energy and money. That's why only just as much snow as needed should be produced.

Photo: Marcia Phillips, SLF

# SNOW AND ICE Sparkling white on green spruce trees: how snow-covered forests influence the climate

Evergreen conifer forests are dark in colour and thus absorb a lot of solar radiation, which warms the Earth's atmosphere. When, however, in winter the branches or forest floor are covered with snow, this reflects the radiation. In order to model the weather and climate correctly, such fluctuations in the radiation must be taken into account. Until now it has not been clear how large the variations are and what they depend on due to lack of detailed measurement data.

To obtain such data, researchers in SLF's Snow Hydrology group used a drone equipped with radiation sensors. They flew it over a spruce forest near Davos on several days during the winters of 2016/17 and 2017/18. The sensors measured what percentage of the incoming solar radiation is reflected from below at a series of different locations. "This enabled us to detect, in particular, small-scale spatial differences," says the head of the group, Tobias Jonas.

## The density of the forest plays a role

The findings: snow on the trees, especially in dense forest, increases the amount of radiation reflected considerably – by as much as thirty percent. "That the effect can be so great was previously not known," says Tobias. Shadowing of trees has the reverse effect, however, particularly in open forest. In this case, when the sun is low, the shadows darken much of the snow-covered forest floor, which can reduce the amount of radiation reflected by as much as thirty percent.



The same bit of forest on two different days in winter: snow, shadows and the density of the tree stand greatly influence how much solar radiation is reflected.

"These interconnections should, in future, be taken into account in model calculations in order to represent the influence of snow in forests more realistically," says Tobias. This is why he and his team will collect more measurement data, which they will use to develop high-resolution models of snowmelt and more accurate climate models. *(cho)*

[www.slf.ch/snow-forest](http://www.slf.ch/snow-forest)

Martina Hobi, Birmensdorf

“The Lettenviadukt in Zurich is, in summer, on my way to the public bathing area in the river. I live right nearby and really like being able to go for a swim so close to nature in the middle of the City. I often come here for a walk in winter as well.”



#### WHAT HAPPENS IN PRIMEVAL FOREST?

Martina Hobi is studying how managed and unmanaged forests differ. Since Switzerland has no extensive primeval forest, she also travels to Ukraine, where huge, untouched beech forests can still be found. She and her team derive reference values for close-to-nature silviculture from

the natural processes occurring there in the primeval forest and in natural forest reserves in Switzerland. “Forests that have developed without human intervention have a beauty I find really fascinating.”



Biodiversity is more than the total number of individual flowers and insects in, for example, a colourful meadow. It refers to the diversity of the genes, species and habitats, and includes the interaction within and between these three levels. Biodiversity ensures that we have food and clean water, and that ecosystems can adapt to changing environmental conditions. But diversity is under threat worldwide and also in Switzerland: the number of species has drastically declined and valuable habitats such as bogs and dry meadows are noticeably disappearing. The causes for these developments have mostly to do with changes in land use and climate. Researchers at WSL are investigating the state of biodiversity at all levels and the changes occurring. Their findings provide scientific bases for maintaining diversity – for the benefit of all of us.

DIAGONAL can be ordered free of charge: [www.wsl.ch/diagonal](http://www.wsl.ch/diagonal)

Request individual copies:  
Swiss Federal Research Institute WSL  
Zürcherstrasse 111,  
CH-8903 Birmensdorf  
[eshop@wsl.ch](mailto:eshop@wsl.ch)

---

## IMPRINT

Publisher:  
Prof. Dr. Konrad Steffen, WSL Director

Text:  
Lisa Bose (lbo), Claudia Hoffmann (cho), Beate Kittl (bki), Reinhard Lässig (rlä), Martin Moritzi (mmo), Sara Niedermann (sni), Birgit Ottmer (bio),

Editorial management:  
Lisa Bose, Claudia Hoffmann;  
[diagonal@wsl.ch](mailto:diagonal@wsl.ch)

Translation: Silvia Dingwall, Nussbaumen

Design:  
Raffinerie AG für Gestaltung, Zurich  
Layout: Sandra Gurzeler, WSL

Printing: cube media AG, Zürich

Circulation and frequency of publication: 400, twice a year

The WSL magazine DIAGONAL is also published in German and French.

Cite as:  
Swiss Federal Research Institute WSL,  
2018: WSL magazine Diagonal, 2/18.  
36 pp., ISSN 2296-3561

---

## PEOPLE

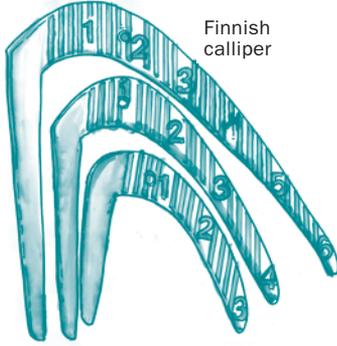
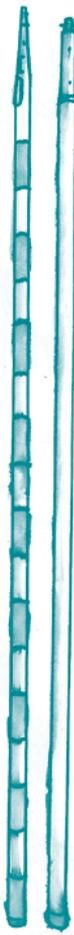


The WSL editorial team, from left to right, top row: Sandra Gurzeler, Birgit Ottmer, Beate Kittl, Claudia Hoffmann; bottom row: Reinhard Lässig, Sara Niedermann, Lisa Bose

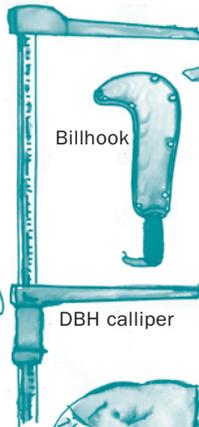
## THE NFI RUCKSACK

Long ranging pole (2 m)

Telescopic pole for Finnish callipers



Finnish calliper



Billhook

DBH calliper



Hammer

Circumference measuring tape



25-m measuring tape



20-m measuring tape



Camera



Compass WYSSEN

Folding rule



Wire brush

Folding saw



Pocket knife



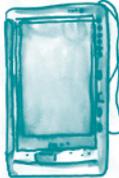
Marking out hook

1:25 000 map



Field guide for woody plants

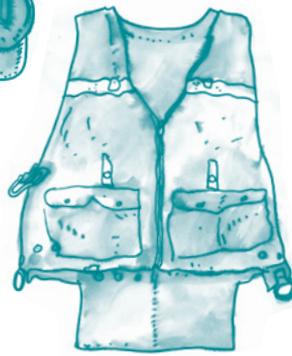
Tin of paint



Tablet computer



Work gloves



Tool vest

Compass SUUNTO



360° camera



Smartphone

GPS small



GPS large



Climometer



Dendrometer to measure distances and heights



Altimeter



Dendrometer-Transponder



50-m measuring tape



Tripod



Metal detector



First-aid kit



WSL staff are currently recording data on the Swiss forest for the fifth National Forest Inventory (NFI). On the NFI sample plots, they measure the trees, describe the tree stand and assess the site conditions. They carry all the instruments and tools they need in a rucksack to the plots, which are sometimes difficult to get to. The material includes several GPS instruments, a tool for measuring tree height, and a so-called Finnish calliper. This is used to measure a tree's diameter at a height of seven metres. Using this diameter, together with the diameter at a height of 1.3 m and the tree height, the volume of the tree can be calculated.

Video at:  
[www.wsl.ch/object](http://www.wsl.ch/object)





**Natural hazards:** Quicker warning thanks to shared platform, p. 29



**Protecting cropland:** Switzerland needs better soil data, p. 22

## LOCATIONS

### **Birmensdorf**

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

### **Davos**

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

### **Lausanne**

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

### **Cadenazzo**

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

### **Sion**

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

## RESEARCH FOR PEOPLE AND THE ENVIRONMENT

The Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL conducts research into changes in the terrestrial environment, as well as into the use and protection of natural spaces and cultural landscapes. It monitors the condition and development of the forests, landscapes, biodiversity, natural hazards, and snow and ice, and develops sustainable solutions for problems that are relevant to society – together with its partners from science and society. WSL plays a leading international role in these research areas, providing the basis for sustainable environmental policy in Switzerland. WSL employs more than 500 people in Birmensdorf, Cadenazzo, Lausanne, Sion and Davos (WSL Institute for Snow and Avalanche Research SLF). It is a Swiss federal research center and part of the ETH Domain. You can find WSL's annual report online at: [www.wsl.ch/annualreport](http://www.wsl.ch/annualreport).

