

Technik im Schnee Lawinen | Beschneigung | Ski



Rund 48 Prozent der Skipistenfläche in der Schweiz werden technisch beschneit. In Österreich sind es sogar 60 Prozent.

Ende 2014 zählte die Schweiz 2452 Seilbahnanlagen. Die Seilbahnbranche in der Schweiz beschäftigt mehr als 15'400 Personen.

Im Winter 2014/2015 wurden 22,6 Millionen Besucher (Ersteintritte) in den Schweizer Skigebieten gezählt. Gut die Hälfte (54 %) aller Schneesportler ist in der Schweiz wohnhaft.

Der Betrieb eines grösseren Skigebietes kostet und 250'000 Franken pro Tag. Alleine die technische Beschneigung kostet täglich durchschnittlich 43'000 Franken.

Die höchste Luftseilbahn-Stütze der Schweiz ist 94 Meter hoch und Teil der Hohtällibahn in Zermatt. Sie besteht aus 9445 Elementen, die von 18'000 Schrauben zusammengehalten werden.

Impressum

SATW Technoscope 1/17 | Januar 2017
www.satw.ch/technoscope
Konzept und Redaktion: Beatrice Huber
Redaktionelle Mitarbeit: Felix Würsten | Samuel Schläfli
Bilder: Archiv SLF | Mathieu Fauve | Zermatt Bergbahnen AG | Stöckli Swiss Sports AG | Fotolia | SATW

Gratisabonnement und Nachbestellungen

SATW, Gerbergasse 5 | CH-8001 Zürich
technoscope@satw.ch | Tel +41 44 226 50 11
Technoscope 2/17 erscheint im Mai 2017 zum Thema «Satelliten».

Die weisse Gefahr

Lawinen sind faszinierend und gefährlich. Man versteht zwar, wie sie entstehen. Doch wann und wo genau sie auftreten, lässt sich nicht voraussagen.

Jedes Jahr werden in der Schweiz mehrere hundert Menschen von einer Lawine erfasst, durchschnittlich 23 überleben dies nicht. Praktisch alle Verunglückten sind auf einer Skitour unterwegs oder wurden beim Variantenfahren von einer Schneebrettlawine erfasst. Lawinen sind also nach wie vor eine der wichtigsten Naturgefahren im Alpenraum.

Schwachstellen in der Schneedecke

Man hat heute ein recht genaues Bild, wie Lawinen ausgelöst werden. Im Laufe des Winters baut sich die Schneedecke schichtweise auf. Mit jedem Schneefall entsteht eine neue Schicht, die sich mit der Zeit umwandelt. An der Oberfläche kann sich Reif abgelagern und die

Sonneneinstrahlung und der Wind verändern die Struktur des Schnees. Diese Veränderungen können dazu führen, dass die nächste neue Schneelage nur noch einen schwachen Halt findet. Innerhalb der Schneedecke entsteht so eine gefährliche Schwachstelle. Ist die Überlast der neuen Schneelage zu gross oder wird die Schneedecke beispielsweise durch einen Skifahrer belastet, bricht die Schneedecke entlang dieser Schwachstelle. Es entsteht ein Schneebrett.

Heute ist es möglich, anhand der allgemeinen Wetterlage die Lawinengefahr für eine Region vorauszusagen. Das WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF informiert denn

auch zweimal täglich mit Lawinenbulletins. Allerdings: Wann und wo genau in einem bestimmten Gebiet eine Lawine niedergehen wird, lässt sich heute noch nicht voraussagen, denn die Schneedecke ist auf kleinem Raum sehr unterschiedlich aufgebaut.

Unregelmässige Verteilung des Schnees

Die Forschenden am SLF versuchen deshalb, die Entstehung und Ausbreitung von Lawinen noch besser zu verstehen. «Es gibt noch viele offene Fragen», erklärt Lawinenspezialist Jürg Schweizer, Leiter des SLF. «Wir können beispielsweise die Schneestrukturen mit Hilfe von bildgebenden Verfahren sehr präzise untersuchen. Doch wie stabil diese Strukturen sind, wissen wir damit noch lange nicht – und genau das wäre wichtig, um eine mögliche Bruchstelle zu erkennen.»

Die grösste Herausforderung für die Prognose ist jedoch, dass die Schneevertelung im Gelände sehr variabel ist. «Eigentlich bräuchten wir ein detailliertes dreidimensionales Modell der Schneedecke», meint Schweizer. «Doch das ist aktuell bestenfalls für ein kleines Gebiet möglich.» An diesem Problem werden vorerst auch die neuen hochpräzisen Wettermodelle von MeteoSchweiz nicht viel ändern. Diese können zwar die Schneefälle mit einer Auflösung von einem Kilometer voraussagen. Doch für eine genaue Lawin prognose müsste man den Aufbau der Schneedecke auf einige zehn Meter genau kennen.

So schützt du dich vor Lawinen

Wenn du abseits der markierten Pisten Wintersport betreibst, bewegst du dich in nicht gesichertem Gelände – und damit bist du auch höheren Gefahren ausgesetzt. Durch richtiges Verhalten kannst du das Risiko, in eine Lawine zu geraten, jedoch vermindern.

1. Orientiere dich über das Wetter und die Lawinensituation.
2. Beurteile die Schnee verhältnisse, das Gelände und den Einflussfaktor Mensch immer wieder neu.
3. Stell das LVS auf Senden, nimm eine Schaufel und eine Sonde mit.
4. Mach um frischen Trieb schnee einen grossen Bogen.
5. Befahre Schlüsselstellen und extreme Steilhänge nur einzeln.
6. Sei vorsichtig, wenn es im Laufe des Tages wärmer wird.

Auf der Website www.whiterisk.ch erfährst du mehr über Lawinen. Dort findest du auch einen Online-Planer für deine Routen. Das Lawinenbulletin findest Du unter www.slf.ch



Lawinerverbauungen verhindern die Entstehung von Lawinen und schützen so zum Beispiel Ortschaften.

Trockene Schneebrettlawinen bewegen sich mit 50 bis 100 km/h vorwärts, Staublawinen (im Bild) mit bis zu 300 km/h.



Erfahre noch mehr auf www.satw.ch/technoscope

Technisches Know-how für Schweizer Schneemacher

Natürliche Ressourcen schonen, Energie- und Wasserverbrauch senken und Schneequalität steigern – Forscher unterstützen Schweizer Skigebiete dabei, diese Herausforderungen zu meistern.

Die vergangenen Winter waren für viele Schweizer Skisportgebiete unerfreulich. Wenig Schnee und damit weniger Touristen, dafür finanzielle Verluste für Bergbahnen, Hotels und Restaurants. «Im Engadin fiel letztes Jahr bis im März fast kein Schnee», erzählt Hansueli Rhyner, Leiter der Gruppe Schneesport am SLF in Davos. «Die Abhängigkeit von Beschneigungstechnik hat stark zugenommen.»



Moderne Schneilanze, die rund 80 Prozent weniger Strom verbraucht als herkömmliche.

Rhyner und sein Team forschen seit vielen Jahren an technischen Innovationen für Schneesportgebiete. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf Beschneigungsanlagen, wie die «Schneekanonen» im Fachjargon heissen. Mit den ersten Anlagen wurde Wasser durch feine Düsen in die kalte Luft gesprüht, damit dieses gefror und als Schnee zu Boden fiel. «Das funktionierte jedoch nur, wenn die Temperaturen auf minus 7°C bis minus 12°C sanken.» Später entwickelten Forscher die so genannte Nukleationstechnik. Dazu wird Wasser zusammen mit Luft unter hohem Druck durch kleine Düsen geblasen. Dabei entstehen innert Millisekunden winzige Eiskörner, die als Kristallisationskeime dienen. Sobald die Kristallisationskeime auf die Wassertropfen treffen, die aus den Wasserdüsen gesprüht werden, fangen diese an zu gefrieren. Mit dieser Technik kann man selbst bei Temperaturen von minus 2°C bis minus 3°C beschneien.

Beschneien ohne Strom

Eine solche Schneilanze produziert bei idealen Bedingungen 50 bis 70 Kubikmeter Schnee pro Stunde. Die Druckluft wird über einen Kompressor hergestellt, wofür viel Strom aufgewendet wird. Rhyner und sein Team haben deshalb mit der Fachhochschule Nordwestschweiz und In-

dustriepartnern in den letzten Jahren eine Beschneigungsanlage entwickelt, die mit 80 Prozent weniger Druckluft auskommt. 2015 gingen die Partner noch einen Schritt weiter und präsentierten die erste Nullenergie-Schneilanze. Anstelle eines elektrischen Kompressors nutzen sie den natürlichen Wasserdruck zum Versprühen – zum Beispiel indem Wasser aus einem höher gelegenen Stausee genutzt wird.

Dank GPS weniger Wasserverbrauch

Ein weiteres Ziel vieler Schneesportgebiete ist die Reduktion des Wasserverbrauchs: «Für einen Kubikmeter Schnee benötigt man einen halben Kubikmeter Wasser – dieses Verhältnis ist nicht veränderbar», erklärt Rhyner. «Wer Wasser einsparen will, muss Möglichkeiten finden, um mit weniger Schnee auszukommen.» Moderne Pistenfahrzeuge sind deshalb mit einem ausgeklügelten GPS-System ausgestattet. Bevor der erste Schnee fällt, wird das gesamte Skigebiet elektronisch vermessen. Später, wenn Schnee liegt, kann in den Pistenfahrzeugen über einen Abgleich der GPS-Daten an jedem beliebigen Standort die Schneedicke in Echtzeit bestimmt werden. Dadurch wissen die Skigebietsbetreiber genau, an welchen Stellen eine technische Beschneigung nötig ist. «Dadurch

musste in manchen Skigebieten 30 Prozent weniger beschneit werden. Das bedeutet 30 Prozent weniger Wasserverbrauch», sagt Rhyner.

Trotz beträchtlicher Fortschritte im Wasser- und Energieverbrauch habe die technische Beschneigung beträchtliche Auswirkungen auf die Umwelt, sagt Rhyner. Skipisten werden oft mit Baumaschinen planiert, damit es weniger Schnee und somit weniger Wasser braucht, und um die Leitungen für Beschneigungsanlagen zu verlegen, müssen tiefe Schneisen gegraben werden, die oft Spuren hinterlassen. Das ist insbesondere in alpinen, schützenswerten Gebieten problematisch. Hingegen sind laut Rhyner die Umweltauswirkungen durch die Wasserentnahme aus Bächen und Seen zur Beschneigung gering. Das Wasser bleibe dem natürlichen Kreislauf erhalten, auch wenn es in Form von Schnee etwas verzögert wieder in den Boden gelange. Dadurch verändert sich lediglich die Pflanzenwelt rund um die Pisten geringfügig, wie Langzeitstudien gezeigt hätten.



Erfahre noch mehr auf www.satw.ch/technoscope

Ein raffiniertes Sportgerät

Moderne Ski bestehen aus bis zu 26 Einzelteilen und werden in einem mehrstufigen Prozess hergestellt. Hochwertige Ski werden übrigens nach wie vor zu einem grossen Teil von Hand gefertigt, denn nur so kann die richtige Qualität sichergestellt werden. Welche Materialien verwendet werden, hängt vom späteren Einsatz ab. Ein Rennski, der hohen Belastungen ausgesetzt ist, muss andere Anforderungen erfüllen als ein Tourenski, der elegante Schwünge im Tiefschnee ermöglichen soll.


Der Kern des Skis besteht wie eh und je aus Holz. Je nach Fabrikat werden dabei unterschiedlich geformte Lamellen aus verschiedenen Hölzern so miteinander verbunden, dass am Schluss die gewünschten mechanischen Eigenschaften entstehen.

Das zweite wichtige Element ist der Belag: Er besteht meist aus einem porösen Polyethylen-Kunststoff. Je besser der Belag ist, desto mehr Wachs kann er aufnehmen und desto weniger Reibung hat er gegenüber dem Schnee. Die meisten Ski werden in der so genannten Sandwichbauweise gefertigt. Sie bestehen im Wesentlichen aus einer Abfolge von verschiedenen Schichten, die in der gewünschten Form zurechtgeschnitten und aufeinander gestapelt werden.

Zuunterst in dieser Abfolge ist der Belag. Danach folgen die beiden Kanten aus Stahl sowie in der Mitte verschiedene Schichten aus Polyester, Karbon und Titanal (eine spezielle Aluminiumlegierung). Auf diesen so genannten Untergurt kommt der Holzkern. Danach folgt der Obergurt, der aus ähnlichen Materialien besteht wie der Untergurt. Den Abschluss bildet die Deckfolie, die vorgängig mit einem Sujet bedruckt wurde und dem Ski das gewünschte Aussehen verleiht.

Dieser ganze Stapel wird danach in einer Form fixiert und mit Epoxidharzen unter Druck und Hitze in einer Presse verklebt. Je nach Anwendung werden die Ski so geformt, dass sie nach dem Pressen eine Spannung aufweisen. In der Regel werden sie so gebogen, dass die Mitte im unbelasteten Zustand etwas höher liegt als die Enden. In Spezialfällen – beispielsweise bei Tourenski – werden die Bretter teilweise gerade anders herum gebogen, damit sie im Tiefschnee einen besseren Auftrieb haben.

Zum Schluss werden die Kanten scharf geschliffen, damit der Ski im Schnee einen griffigen Halt hat, und der Belag erhält eine rillenförmige Struktur, damit sich beim Fahren zwischen dem Schnee und dem Ski ein dünnes Luftpolster bildet, das die Reibung vermindert.



Die meisten Ski werden in der so genannten Sandwichbauweise gefertigt. Mehrere Schichten werden zusammengesetzt und dann unter Druck und Hitze verklebt.

«Bei Temperaturen oberhalb des Gefrierpunkts sind wir machtlos»

Reinhard Lauber, Technischer Leiter der Bergbahnen in Zermatt



Herr Lauber, Sie sind seit 16 Jahren Technischer Leiter eines der grössten Skigebiete der Schweiz. Wie kommt man eigentlich zu so einem Job?

Nach einer Lehre als Automechaniker arbeitete ich zuerst als Fahrer für Pistenfahrzeuge und als Mechaniker. Später wechselte ich dann in den Bereich Unterhalt bei den Bergbahnen und holte die Ausbildung zum Seilbahnfachmann nach. Diese wird vorausgesetzt, wenn man als Technischer Leiter für eine Bergbahn arbeiten will. Heute gibt es auch einen direkten Weg: Eine vierjährige Seilbahn-Mechatronik-Lehre mit anschliessender Ausbildung zum Seilbahnfachmann.

Wie muss man sich den Berufsalltag eines Technischen Leiters einer Bergbahn vorstellen?

Wir sind in erster Linie verantwortlich für die Instandhaltung der Bergbahnen und Pistenfahrzeuge. Dafür stellen wir sicher, dass alles auf dem neusten Stand ist, erstellen Revisionspläne, koordinieren unsere Mitarbeiter und überwachen Bauarbeiten an den Anlagen. Als

Technischer Leiter arbeite ich teils im Büro, teils draussen im Skigebiet. Da Zermatt ein sehr grosses Gebiet ist, bin ich nicht für alle Anlagen, sondern ausschliesslich für diejenigen im Süden zuständig. Mein Kollege kümmert sich um diejenigen im Norden.

Wurde die Technik in Zermatt in den letzten Jahren wichtiger?

Eindeutig! Wir haben mehrere Millionen Schweizer Franken in neue Beschneiungsanlagen und Transportanlagen investiert. Zudem gab es in der Seilbahntechnik grosse technische Fortschritte. Und auch die Pistenfahrzeuge werden immer besser; verbrauchen weniger Energie und sind mit Sensoren ausgestattet, damit wir deren optimalen Betrieb in Echtzeit kontrollieren können.

Reinhard Lauber ist Technischer Leiter Süd bei der Zermatt Bergbahnen AG. Das Unternehmen beschäftigt 240 Mitarbeitende für den Betrieb von 34 Transportanlagen und für den Unterhalt von 200 Pistenkilometern.



Lies das ganze Interview auf www.satw.ch/technoscope

Eintauchen in die praktische Welt der Forschung

Berner Gymnasiastinnen und Gymnasiasten, die kurz vor ihrer Matur stehen, waren für eine Studienwoche an der EPFL, um technische Disziplinen wie Robotik oder Programmierung kennenzulernen und auszuprobieren.



«Grüezi et bienvenue à l'EPFL!» Kurz nach ihrer Ankunft an der EPFL in Lausanne ist den Schülerinnen und Schülern des Gymnasiums Lerbermatt in Köniz schnell klar: In Wissenschaft und Technik braucht man Sprachen! Ende Juni, kurz vor den Sommerferien, passt der Name «Summer School» sehr gut. Das Programm der Woche ist vollgepackt Physik, Robotik, Elektronik, Übungen zum Programmieren oder auch mal ein Ausflug zu einem Fluss. Dieses Eintauchen in die Praxis gehört zu allen so genannten MINT-Fächern (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik).

Technik für alle

Die Besonderheit dieser Studienwoche ist der Akzent auf die Praxis. Und die Jugendlichen sind überrascht, wie schnell das Eintauchen geht. «Ich hätte nie erwartet, dass ich so einfach einen Roboter oder eine App programmieren kann!» Als es darum geht, einen Laser zu manipulieren, sind sie zuerst etwas zögerlich. Am Schluss finden alle Schülerinnen und Schüler aber heraus, wie sie diesen Interferometer bauen können. In jedem Workshop schaffen es die Schülergruppen nach und nach, die Aktivitäten zum Erfolg zu bringen.

Integraler Bestandteil des Curriculums

Diese Summer School ist Teil einer Partnerschaft zwischen der EPFL und dem Gymnasium Lerbermatt. Im Rahmen der MINT-Klassen folgen die

Schülerinnen und Schülern einem speziellen Curriculum mit Schwerpunkt auf Naturwissenschaften und Technik. Die Themen in der Woche sind zum Teil mit dem Curriculum des nächsten Schuljahrs abgestimmt. Der Ansatz zielt darauf ab, Vorurteile abzubauen und den technischen Disziplinen ein anderes Gesicht zu geben.

Auskunft

[Service de promotion des études de l'EPFL, spe@epfl.ch](mailto:spe@epfl.ch)

«Technik im Schnee» erleben

Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF

Möchtest du wissen, wie ein Wald vor Lawinen schützt, wie ein Lawinenbulletin entsteht, oder warum Schneekristalle wachsen? Die Schülerinfos des SLF geben die Antworten.

www.slf.ch > Dienstleistungen und Produkte > Schülerinfos

Noch mehr erleben

SimplyScience

Interessierst du dich für Technik und Naturwissenschaften? Dann besuche die Website SimplyScience. Dort findest du auch Inspiration für deine Berufs- oder Studienwahl.

www.simplyscience.ch

Schweizer Jugend forscht

Mach mit beim nationalen Wettbewerb oder besuche eine der zahlreichen Wissenschaftswochen.

www.sjf.ch

Science Guide App

Finde aus hunderten von Angeboten in Wissenschaft und Technik dein Lieblingsangebot in deiner Nähe. Erhältlich bei [google play](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.scienceguide) oder [app store](https://apps.apple.com/ch/app/science-guide/id1444444444)

Wie entsteht Schnee?

Nicht nur für Romantiker und Wintersportler ist Schnee ein ganz spezieller Stoff. Auch aus physikalischer Sicht ist Schnee ein besonderes Material, das es in dieser Form in der Natur sonst nicht gibt. Und das hängt mit seiner Entstehung zusammen.

Die Schneeflocken entstehen bei tiefen Temperaturen in den Wolken. Dort bilden sich aus dem Wasserdampf zunächst kleine Eiskristalle. Das Spezielle ist, dass diese Eiskristalle teilweise durch Resublimation direkt aus dem Wasserdampf entstehen. Der gasförmige Wasserdampf wandelt sich also direkt in ein festes Material um. Je nach Temperatur und Feuchtigkeit der Luft nehmen diese Kristalle ganz unterschiedliche Formen an: Plättchen, sternenförmige Dendriten oder Nadeln – die Vielfalt ist gross, zumal sich die Form dieser Kristalle laufend verändert. Nach und nach verklumpen die Kristalle zu grösseren Gebilden – es entstehen Schneeflocken, die auf die Erde fallen. Wie gross die Schneeflocken sind, hängt unter anderem von der Temperatur ab. Liegt diese nur wenig unter dem Gefrierpunkt, formen sich relativ grosse Schneeflocken. Bei tieferen Temperaturen hingegen verbinden sich die einzelnen Kristalle weniger gut, sodass nur kleine Schneeflocken entstehen.

Diese komplizierte Entstehungsgeschichte ist auch der Grund, warum jede Schneeflocke einzigartig ist. Bemerkenswert ist jedoch, dass trotz diesen Unterschieden alle Schneekristalle eine sechseckige Grundform haben. Das hängt mit der Struktur der Wassermoleküle zusammen. Diese weisen einen Winkel von ungefähr 120° auf.

Auch wenn der Schnee einmal gefallen ist, verändert er sich ständig. Am Anfang ist der Neuschnee ein lockeres Gebilde. Bereits nach wenigen Stunden wachsen die Eiskristalle an ihren Berührungspunkten zusammen. Es entsteht ein Gerüst aus Eis mit Luft in den Zwischenräumen, das sich laufend verformt. Wie schnell diese Umwandlung geschieht, hängt wiederum von den Witterungsbedingungen ab. Der Schnee verändert sich besonders langsam, wenn die Schneedecke sehr kalt ist und zwischen den einzelnen Schichten kaum Temperaturunterschiede bestehen.

Die Forschung versucht heute, diese Veränderungen möglichst gut zu verstehen, denn sie wirken sich direkt auf die mechanischen Eigenschaften des Schnees aus. Je genauer man versteht, wie sich die Struktur des Schnees im Laufe der Zeit verändert, desto besser kann man beispielsweise einschätzen, ob in einem bestimmten Gebiet mit Lawinen gerechnet werden muss oder nicht.

Studien- und Berufswahl



Luise Franke, Berufs-, Studien- und Laufbahnberaterin am biz Oerlikon in Zürich

Liebe Frau Franke

Ich bin in den Bergen aufgewachsen und beende bald die Sek. Ein Bürojob ist nichts für mich, viel lieber wäre ich draussen in der Natur. Seit ich denken kann, beschäftigt mich die Lawinengefahr bei uns in den Bergen, daher kenne ich auch schon das SLF-Institut in Davos. Welche Berufe werden dort gesucht und wie wird man denn Lawinenforscherin? (Bigna, 15 Jahre)

Liebe Bigna

Die Schnee- und Lawinenforschung begann in einer einfachen Resublimation in Davos. Heute, 75 Jahre später, gilt das SLF-Institut als internationales Forschungs- und Dienstleistungszentrum für alpine Naturgefahren. Rund 130 Fachkräfte mit unterschiedlichem Know-how arbeiten hier in einem jungen Team zusammen. Unter den Berufsrichtungen findet man z.B. Geografen, Physikerinnen, Meteorologen und Ingenieure, aber auch kaufmännische Angestellte und Softwareentwicklerinnen. Hauptsächlich werden Wissenschaftler gesucht, aber auch Lehrstellen im Bereich Elektronik, Polymechanik, KV oder Informatik sind regelmässig ausgeschrieben.

Lawinenforscher verbringen in der kalten Jahreszeit tatsächlich viel Zeit draussen. Sie führen Lawinenexperimente in den Bergen oder auf einer grossen Rutschbahn durch und doku-

mentieren anschliessend ihre Beobachtungen. Mit Hilfe von technischen Geräten werden Wetterverhältnisse und die Schneedecke untersucht. Im Frühling und Sommer wechselt der Arbeitsplatz dann aber ins Trockene: Die gesammelten Daten werden hauptsächlich im Labor und am Computer analysiert.

Es gibt keinen bestimmten Ausbildungsweg zur Lawinenforscherin. «Was ich heute mache, dass hätte ich vor 20 Jahren noch nicht gewusst oder gekannt.» So oder so ähnlich lauten die meisten Antworten von Forschern und Forscherinnen, wenn man sich nach ihrer Laufbahn erkundigt. Die meisten Lawinenforscher haben ein naturwissenschaftliches oder ingenieurtechnisches Studium gewählt. Im Verlauf des Studiums kristallisierten sich die eigenen Forschungsinteressen stärker heraus. Viele setzten ihr Studium für den Master an einer ausländischen Universität fort, an der ihr Forschungsschwerpunkt eher vertreten ist. Übrigens: Auch am SLF-Institut sind Forscherinnen und Doktoranden aus der ganzen Welt vertreten.

Infos & Links

Wirf einen Blick hinter die Kulissen des SLF-Instituts. Im SLF finden regelmässig öffentliche Führungen und Ausstellungen statt: www.slf.ch

Auf www.berufsberatung.ch findest du eine Übersicht zu allen Berufen und Studiengängen in der Schweiz.

Vorab einen Einblick in die Forschung an der Uni und ETH erhältst du bei der Scientifica, den Zürcher Wissenschaftstagen am 2./3. September 2017: www.scientifica.ch