

# ENERGIEFORUM

Das Magazin der **02 | 2018**  
Energie Seeland AG

[www.esag-lyss.ch](http://www.esag-lyss.ch)



## GEHEIMNIS DER GEIGEN

Ein Geigenbau-Atelier sucht nach Alternativen.  
Und landet beim Altbewährten – mit einem Schuss Hightech.

**06**

**20**  
JAHRE **ESAG**

Alan Kocher über-  
gibt seinem Nach-  
folger ein gesundes,  
nachhaltig wirkendes  
Bildungszentrum  
Wald Lyss.

**14**



## Liebe Leserinnen, liebe Leser

Der Schweizer Wald wächst. Das ist das Verdienst eines der härtesten Waldgesetze weltweit und der umsichtigen Pflege. Und somit ein wenig auch von Alan E. Kocher und seinem Dozententeam, das seit der Gründung des Bildungszentrums Wald Lyss bereits über 1000 Försterinnen und Förster ausgebildet hat.

Der innovative Holzbau des forstwirtschaftlichen Bildungsinstituts zählt zu den Bijous im Ortsbild von Lyss, ist aber auch im Ausland sehr bekannt. So hat Alan E. Kocher den Ruf erhalten, als Berater den Aufbau einer ähnlichen Schule in Japan zu begleiten. Wir haben ihn besucht und mit ihm über den Schweizer Wald und seine Funktion als Energielieferant gesprochen. Den Beitrag finden Sie ab Seite 14.

Holz tut auch der Seele gut. Etwa, wenn ihm wohlklingende Harmonien entlockt werden, wie es im Geigenbau seit Jahrhunderten geschieht. Doch nicht jedes Holz führt zum schönen Klang, das weiss auch die Wilhelm Geigenbau AG. Und selbst Holz, das gut klingt, kann problematisch sein, etwa wenn dafür die Natur zerstört wird. Doch die Geigenbauer haben eine schlaue Lösung. Gehen Sie mit uns auf die Suche nach neuem Holz für alte Instrumente ab Seite 6.

Und noch ein Blick nach vorne: In der Zukunft werden wir immer mehr Strom speichern müssen. Bisher waren die Pumpspeicherkraftwerke der Alpen hierzulande die leistungsfähigste Lösung dafür. Doch eine weitere bahnt sich an. Sie liegt ebenfalls in den Bergen und wird gerade erprobt. Auf Seite 12 und 13 stellen wir sie vor.

Ich wünsche Ihnen eine gute Lektüre!

Rudolf Eicher  
Geschäftsführer der Energie Seeland AG



### IMPRESSUM

**Herausgeber:** Energie Seeland AG, Beundengasse 1, 3250 Lyss, esag@esag-lyss.ch, www.esag-lyss.ch, Telefon 032 387 02 22

**Gesamtverantwortung:** Youtility AG, Moserstrasse 17, 3014 Bern; 031 335 70 00; info@youtility.ch, www.youtility.ch; Andrea Weedon

**Konzeption/Redaktion/Layout/Produktion:** Infel AG, Militärstrasse 36, 8004 Zürich; Claude Beauge, Paul Drzimalla, Bruno Habegger, Alexander Jacobi, Jörg Fassmann, Flurina Frei

**Druckpartner:** Outbox AG, Sägemattstrasse 2, 3097 Liebefeld



**04 DIESUNDDAS**  
Der Stromverbrauch der Schweiz/Intelligenz statt Kupfer/Barbarisches Kapital/Batterie statt Oberleitung/Kohle wird überholt/Versuch im Engadiner Erdreich

**06 TITELTHEMA**  
Die Wilhelm Geigenbau AG zeigt, dass es nicht egal ist, aus welchem Holz Streichinstrumente gemacht sind.

**11 EINSZUEINS**  
Rettet die Technik das Klima? BFE-Expertin Yasmine Calisesi ist kritisch.

**12 SEHENVERSTEHEN**  
Ein neuer Stromspeicher im Tessin für die Herausforderungen der Energiewende.

**18 STROOOOHM**  
Spucke, Speichel – Strom!



### 14 ESAGINSIDE

Förster sind die Geschäftsführer des Waldes. In Lyss werden sie ausgebildet. Ein Besuch.

Foto Titelseite: Daniel Winkler

# 0,4%

Der Stromverbrauch der Schweiz lag 2017 bei 58,5 Mrd. Kilowattstunden. Das sind 0,4 Prozent mehr als im Vorjahr. Obwohl die Zunahme der Wirtschaftsleistung (Bruttoinlandprodukt +1%) und der Wohnbevölkerung (+0,7%) verbrauchssteigernd wirkt, stieg der Stromverbrauch unterproportional an. Grund dafür dürften einerseits Effizienzsteigerungen sein, andererseits die milde Witterung: Die Zahl der Heizgradtage nahm gegenüber 2016 um 1,5 Prozent ab.

Quelle: Bundesamt für Energie

## Intelligente Technik statt mehr Kupfer

Die Produktion von Solar- und Windstrom schwankt erheblich. Dies belastet das Stromnetz stark und bringt es zeitweise an seine Leistungsgrenzen. Das vom Bundesamt für Energie und vom Kanton Solothurn geförderte Leuchtturmprojekt SoloGrid, das Ende 2017 abgeschlossen wurde, hat nun gezeigt, dass intelligente Technik im Verteilnetz vergleichbare Ergebnisse erzielt wie eine Verdopplung des Kabelquerschnitts. Kernstück des Projekts, das in der Solothurner Gemeinde Riedholz durchgeführt wurde, bildete das Energiemanagement-System GridSense von Alpiq. Am Projekt beteiligt waren zudem die Unternehmen AEK, Adaptricity sowie Landis + Gyr.



## 2017 IN DER EU ERSTMALS MEHR STROM AUS WIND, SONNE UND BIOMASSE ALS AUS KOHLE

In der Europäischen Union erreichte 2017 die Stromproduktion aus Wind, Sonne und Biomasse einen Anteil von 20,9 Prozent und überholte damit erstmals die Stromerzeugung aus Stein- und Braunkohle (20,6%). Die Stromerzeugung aus diesen erneuerbaren Energien wuchs im Vergleich zum Vorjahr um 12 Prozent. Der Anteil aller erneuerbaren Energien in der Stromerzeugung (also inklusive Wasserkraft) lag 2017 bei 30 Prozent. In der Schweiz lag dieser Anteil bei rund 65 Prozent.

## ELEKTROBUS OHNE OBERLEITUNG

«Wenn wir Öl für unsere Energiegewinnung nutzen, dann leben wir von unserem Kapital. Diese Methode ist barbarisch.»

Nikola Tesla  
Erfinder, Physiker und Elektroingenieur  
(1856–1943)

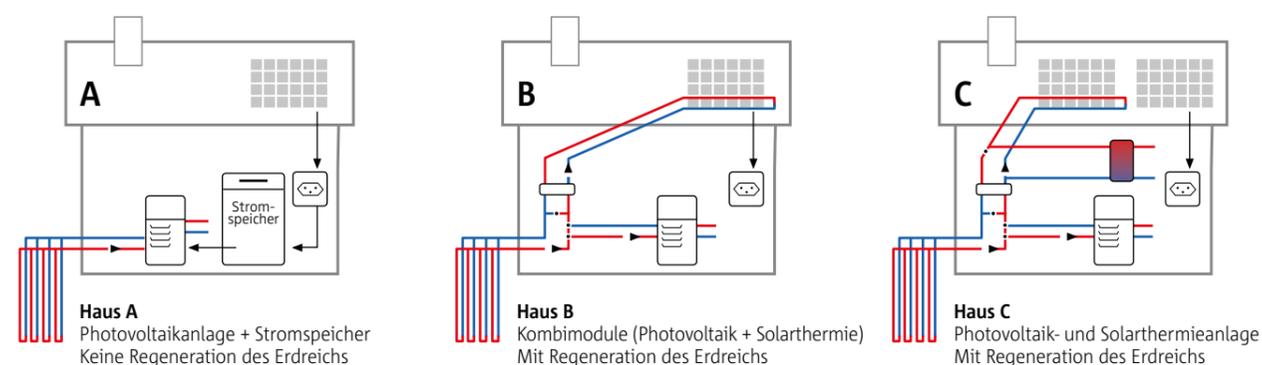


Ladevorrichtung an einer Haltestelle.

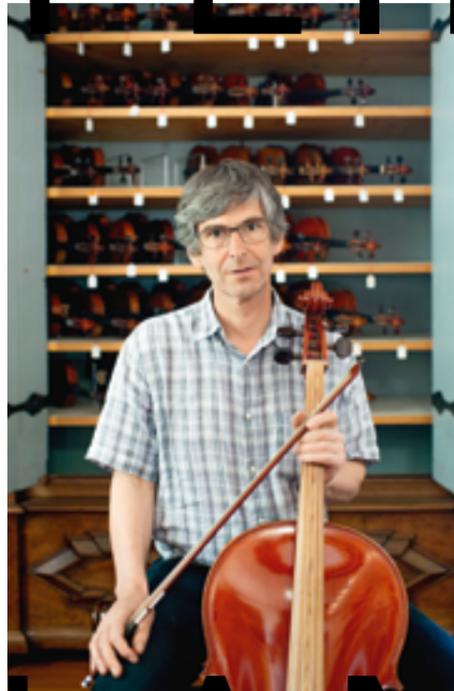
Der Elektrobus «Tosa» ist schon seit einigen Jahren erprobt worden. Er ist batteriebetrieben und benötigt deshalb keine Oberleitung. Seit Dezember 2017 ist er nun bei den Genfer Verkehrsbetrieben im fahrplanmässigen Einsatz. Er verfügt über Hochleistungsbatterien, die an den Haltestellen innert fünfzehn Sekunden nachgeladen werden können. In dieser Zeit fließt Strom mit einer Leistung von 600 Kilowatt in die Batterien (600 Kilowatt sind etwa so viel wie sechs Mittelklasseautos, die mit Vollgas fahren). Eine vollständige Ladung erfolgt jeweils innert weniger Minuten an den Endhaltestellen und im Depot. Beim «Watt d'Or», dem alljährlichen Energiepreis des Bundesamts für Energie, gewann «Tosa» Anfang 2018 die Kategorie Mobilität.

## Erdwärmesonden müssen regeneriert werden

Erdsonden von Wärmepumpenheizungen entziehen dem Erdreich Wärme und kühlen es damit ab. Geschieht dies zu intensiv, wird der Boden über die Jahre immer kälter. Damit sinkt die Effizienz der Wärmepumpe. Abhilfe schafft die Regeneration des Erdreichs: Im Sommer wird überschüssige solare Wärme durch die Erdsonden geleitet, womit sich der Boden wieder erwärmt. In Scuol im Unterengadin stehen in der Siedlung «Monolit» seit Ende 2015 drei baugleiche Minergie-A-Mehrfamilienhäuser mit je einer Erdwärmepumpe. Die Gebäude verfügen über drei unterschiedliche Solaranlagen: Gebäude A hat eine reine Photovoltaikanlage, Gebäude B verfügt über Kombimodule, die sowohl Strom als auch Wärme erzeugen, und beim Gebäude C sind eine Photovoltaikanlage sowie eine thermische Solaranlage im Einsatz. Die Gebäude B und C regenerieren das Erdsondenfeld. Bei Gebäude A ist das nicht der Fall, es dient als Referenzgebäude. Erste Ergebnisse deuten darauf hin, dass das Einspeisen von Solarwärme die Energieeffizienz der Erdsonden deutlich verbessert.



# IM MEIN-



# KLANG

Geigen sprechen die Sinne an. Ihr Klang und ihre Formen begeistern und berühren – wie auch ihre Entstehung. Und deshalb nehmen Geigenbauer das besonders ernst, woraus sie gemacht sind: das Holz. Manche noch etwas mehr.



Links: Mark Wilhelm und ein in Suhr gebautes Cello mit Griffbrett aus «Swiss Ebony». Oben: ein Stück Ebenholz neben Ahorn und Fichte, beide verdichtet und eingefärbt.

— Wer seine Stimme finden will, heisst es, müsse zuerst die Ruhe suchen. Wie hier, in diesem Haus am Ortsrand: Draussen schwirren Fahrradfahrer vorbei, eine Amsel singt, und die Morgensonne streckt ihre Finger durch die Krone des Nussbaums vor dem Fenster. «Mein Vater hat als Kind geholfen, den Baum zu pflanzen.» Mark Wilhelm steht vor dem Geigenschrank und spricht mit sanfter Stimme. Er leitet die Wilhelm Geigenbau AG in zweiter Generation. In Suhr AG, seiner Oase der Ruhe, wohin inzwischen die Geigenanhänger aus allen Regionen kommen. Es ist sein Elternhaus, wo auf Geigen gespielt und an ihnen gearbeitet wird. Still, konzentriert; selten ertönt eine Saite.

#### Momente der Wahrheit

«Heben Sie das mal hoch.» Mark Wilhelm zeigt auf ein Kantholz. Das Gewicht überrascht, denn es handelt sich um Fichte, eine eigentlich leichte Holzart. Und um ein Patent aus der Schweiz, das heimisches zu exotischem Holz macht, jedenfalls was seine physikalischen Eigenschaften betrifft. Das Stück Fichtenholz von Mark Wilhelm ist so dicht wie Ebenholz, eine Tropenholzsorte, aus der bis anhin die Griffbretter und Saitenhalter von Streichinstrumenten gefertigt wurden. Teile, die beim Spiel abgenutzt

und nach Jahrzehnten ersetzt werden – und die dicht, also schwer und fest sein müssen.

«Stellen Sie sich einen Hund vor, der über die Strasse rennt», erklärt Mark Wilhelm. «Nehmen Sie ihm den Schwanz weg oder hängen ein Gewicht daran, läuft der Hund anders.» So sei es auch bei Geigen, wo das Griffbrett einen Einfluss auf die Resonanz habe, also den Klang. Mark Wilhelm denkt gerne in Bildern. So muss ihn doppelt bestürzt haben, was er vor einigen Jahren las: Raubbau, ausgeplünderte Wälder in Madagaskar, von wo Ebenholz in alle Welt exportiert wird. Eine unerträgliche Situation für Mark Wilhelm. Er und sein Team tüfteln selber an Alternativen, andere entwickeln synthetische Materialien, doch nichts kommt an Ebenholz heran. Wilhelm arbeitet mit alten Beständen weiter. Noch heute hat er wenige Stücke Ebenholz im Keller, die seine Eltern einst in die Schweiz mitbrachten.

#### Schweizer Holz gibt den Ton an

Doch dann treten Forscher von ETH und Empa vor den Geigenbauverband, um ihre Erfindung vorzustellen: «Swiss Ebony». In einem patentierten Verfahren komprimieren sie Ahorn, Esche oder Fichtenholz, das so andere Hölzer «imitiert». Auch im Klarinettenbau findet es



# 500 MILLIONEN BÄUME BEVÖLKERN DIE SCHWEIZ

«Tonholz» wird unter anderem aus Fichten gewonnen. Bäume aus kargen Bergwäldern sind besonders geeignet (im Bild: Albulatal GR).



Oben eine «Schnecke», unten die Spuren eines behänden Routiniers. In einer Geige stecken viele Stunden Arbeit.



Die Hand denkt mit: Erfahrene Geigenbauer wie Boris Haug finden die richtige Form aus dem Kopf.

Anwendung, preislich kann es mit importiertem Holz mithalten. Während andere Geigenbauer mit Zurückhaltung reagieren, ist Mark Wilhelm begeistert. Er und seine Mitarbeiter helfen, das Holz weiterzuentwickeln, und bringen es an die Kunden. Heute trägt schon manche Meistergeige Hightech-Holz von Swiss Wood Solutions. Nicht nur die Entlastung von Natur und Gewissen überzeugt – klanglich begeistert das neue Holz die Musiker. Doch muss überhaupt den Draht zur Natur haben, wer aus ihr zuerst Klangkörper formt und schliesslich Töne und Harmonien zaubert? Er selbst wandert oft durch den Wald, meint Mark Wilhelm. Dabei finde er Musse und Inspiration. Und manchmal auch auf einem Stapel ein «interessantes» Stück Holz; dann kontaktiere er den Förster. Den grössten Teil des Holzes bezieht er von einem Partner, der Tonholz aufspürt: jenes Holz, dessen Dichte und Struktur den Schall möglichst schnell leiten. Rund 500 Millionen Bäume bevölkern die Schweiz und bedecken fast ein Drittel des Landes. Tonholz macht einen verschwindend kleinen Teil der Ernte aus, doch für die Geigenbauer ist es der Rohstoff ihres Handwerks. Neben den Exoten kommt Ahorn für den Geigenkorpus zum Einsatz. Die für den Klang besonders wichtige Decke sowie Stimmstock und Bassbalken im Innern sind aus Fichtenholz gefertigt. Langsam und gleichmässig muss sein Wuchs sein; schattige Bergwälder mit nährstoffarmem Boden sind dafür ideal. Wohl auch deshalb steht die einzige Geigenbauschule der Schweiz in Brienz im Berner Oberland. Ob das Holz bei ab-

nehmendem Mond geschlagen oder jahrelang gelagert werden muss, glaubt indes nicht jeder. «Von zehn Geigenbauern kämen dazu zwölf Meinungen», sagt Mark Wilhelm. Auch er ist skeptisch. Natur ja, aber bitte fassbar.

#### Vorbilder und Berufsbilder

Vor dem Nachbargebäude hängen Instrumentenkorpuse in der Luft. Die UV-Strahlung des Sonnenlichts hilft, den Lack auszuhärten, der Schritt für Schritt aufgetragen wird. Im Winter geschieht dies in einer eigens eingerichteten Kammer, im Sommer erledigt es die Natur. Drinnen geht Geigenbauer Boris Haug zu Werke, die Füsse durch Hobelspäne schiebend. «Das Schöne an meinem Beruf ist, dass ich als Geigenbauer alles sein kann: Handwerker, Chemiker, Physiker, Künstler.» Vor ihm liegen die Abdrucke eines alten italienischen Cellos, das er für einen Meisterschüler in kleinerer Form nachbaut. Dieser wird es ausleihen, und nachdem er dem Instrument entwachsen ist, verkauft es Wilhelm Geigenbau. Gut und gerne 200 Arbeitsstunden stecken in einem Streichinstrument. Zeit, die sich auch im Preis niederschlägt. Ein neues Instrument aus dem Hause Wilhelm kostet einen fünfstelligen Betrag. Das macht es zu etwas Exklusivem: Nur etwa vier neue Instrumente verlassen die Werkstatt der Wilhelm Geigenbau AG pro Jahr. Der grosse Teil des Geschäfts fällt auf Verleih, Restaurationen und Reglagen, also Feinjustierungen. Manche Geige kommt im Halbjahresrhythmus in die Werkstatt, wo ihr Klang analysiert und Stück für Stück den veränderten



Ein Instrument wird restauriert – der eigentliche Alltag im Geigenbau.

Wünschen des Kunden angepasst wird – und manchmal auch dessen Können. «Wichtig ist, dass sich auch der Kunde mit seinem Instrument auseinandersetzt», meint Mark Wilhelm, der kein Zauberer sein will. Eine Geige habe ein Wesen, wer sie spiele jedoch auch.

#### Vom Handwerk zur Wissenschaft zur Kunst

In der Werkstatt formt Boris Haug den Celloboden. Am Schluss wird er wenige Millimeter dünn sein; schnell und kraftvoll arbeitet sich Haug an die Wölbung heran. «Ich brauche die Rückmeldungen, die mir das Material beim Bearbeiten gibt.» An die hundert Instrumente hat er schon angefertigt, seine Hände kennen die Bewegungen. Trotzdem: Auch Maschinen können Geigen bauen, und ein Exemplar aus Fernost ist für unter hundert Franken zu haben. Das seien Wegwerfartikel, entgegnet Mark Wilhelm, die nicht nur sein Handwerk, sondern mit schlechtem Klang den Spass am Spiel ruinieren. Eine Geige vom Geigenbauer erlebt oft mehrere Besitzer – manches Stück in Wilhelms Geigenschrank zählt zweihundert Jahre. Die Geige und ihre Form: Vor einem halben Jahrtausend in Norditalien erfunden, erforscht man sie noch heute. Mit Schwingungssensoren und Mikrofonen untersucht auch Mark Wilhelm den Einfluss der einzelnen Komponenten einer Geige auf deren Ton. «Hören Sie.» Er spielt auf seinem Laptop eine Aufnahme ab. «Das ist ein Kunde, der auf einem Griffbrett aus verdichtetem Holz spielt.» Er wechselt die Aufnahme: «Hier haben wir das Griffbrett um zwei Gramm verdünnt.» Mark Wilhelm verfolgt sei-

ne Instrumente, will wissen, welche Wege sie gehen. Nur so könne er Erfahrung sammeln, das Wichtigste überhaupt in seinem Stand. Und die Geige noch weiterentwickeln, etwa sie aus Kunststoff bauen, wie es einige schon tun? Mark Wilhelms Blick wandert aus dem Fenster hinüber zum Nussbaum. Nein, sagt er, das sei zu berechnend. Daraus entstehe nur Austauschbares, und das gebe es schon genug. Dann fügt er sanft hinzu: «Ich suche den Moment, in dem einen etwas berührt.» Wie die Hand das Holz, der Geist das Herz, der Ton die Seele. —

### KLANGKÖRPER? ENERGIE-SPENDER!

Knapp 40 Prozent des in der Schweiz geernteten Holzes werden zur Energieerzeugung verwendet – hauptsächlich zur Wärmeerzeugung als Pellets, Hackschnitzel oder Stückholz. Holz liefert etwa 11 Prozent der in der Schweiz verbrauchten Wärmeenergie. Da es beim Verbrennen nur CO<sub>2</sub> freisetzt, das es vorher der Atmosphäre entzogen hat, zählt Holz als CO<sub>2</sub>-neutraler Energieträger. Anders als Öl oder Erdgas ist es erneuerbar: Es wächst nach, eine nachhaltige Bewirtschaftung des Waldes vorausgesetzt. Gemäss Berechnungen des Bundesamts für Umwelt (BAFU) könnten mit Holz aus Schweizer Wäldern bis zu 16 000 kWh Energie gewonnen werden, was fast 7 Prozent des Gesamtenergieverbrauchs entspricht.

## «CO<sub>2</sub>-ABSCHEIDUNG IST EINE OPTION»

**Lässt sich das Problem der Klimaerwärmung lösen, indem CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre entfernt wird? Yasmine Calisesi vom Bundesamt für Energie erläutert Potenziale und Risiken.**

**Die Menschheit bläst jedes Jahr rund 35 Mrd. Tonnen Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) in die Atmosphäre. Deswegen erwärmt sich das Klima. Was lässt sich dagegen tun?**

Wir können einerseits weniger CO<sub>2</sub> ausstossen und andererseits CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre entfernen. Lösungen zu Letzterem nennt man «Negative Emissions Technologies» (NET), also Technologien negativer Emissionen.

**Neben der Nutzung erneuerbarer anstelle fossiler Energien sowie der Steigerung der Energieeffizienz gibt es auch die CCS-Technik, «Carbon Capture and Storage». Was ist das?**

Bei CCS entfernt man das CO<sub>2</sub> aus Abgasen, beispielsweise in Zementfabriken und der chemischen Industrie, und deponiert es unterirdisch, zum Beispiel in salzwasserhaltigen Gesteinsformationen oder leeren Gas- und Ölfeldern. Diese Technik wird schon seit rund zwanzig Jahren angewandt. Bis jetzt gibt es weltweit allerdings erst siebzehn Grossanlagen – sie scheiden jährlich 30 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> ab. Das entspricht nur 0,9 Promille des weltweiten Ausstosses von jährlich 35 Mrd. Tonnen CO<sub>2</sub>.

**Wie lassen sich negative Emissionen erzielen?**

Beispielsweise durch die Bildung von Biomasse und anschliessende



Yasmine Calisesi ist promovierte Atmosphärenphysikerin. Seit 2007 leitet sie am Bundesamt für Energie das Pilot-, Demonstrations- und Leuchtturmprogramm.

CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Speicherung: Ein Wald, der heranwächst, bindet das CO<sub>2</sub> der Luft durch Fotosynthese. Dauerhaft ist diese Entfernung von CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre aber nur, wenn bei der Verbrennung oder anderen Umwandlungen der Biomasse CCS angewendet wird. Allerdings verbraucht die Bildung von Biomasse fruchtbaren Boden, der dann für die Nahrungsmittelproduktion nicht mehr zur Verfügung steht.

**Gibt es noch weitere Möglichkeiten?**

Climeworks, ein Spin-off der ETH Zürich, hat einen Prozess entwickelt,

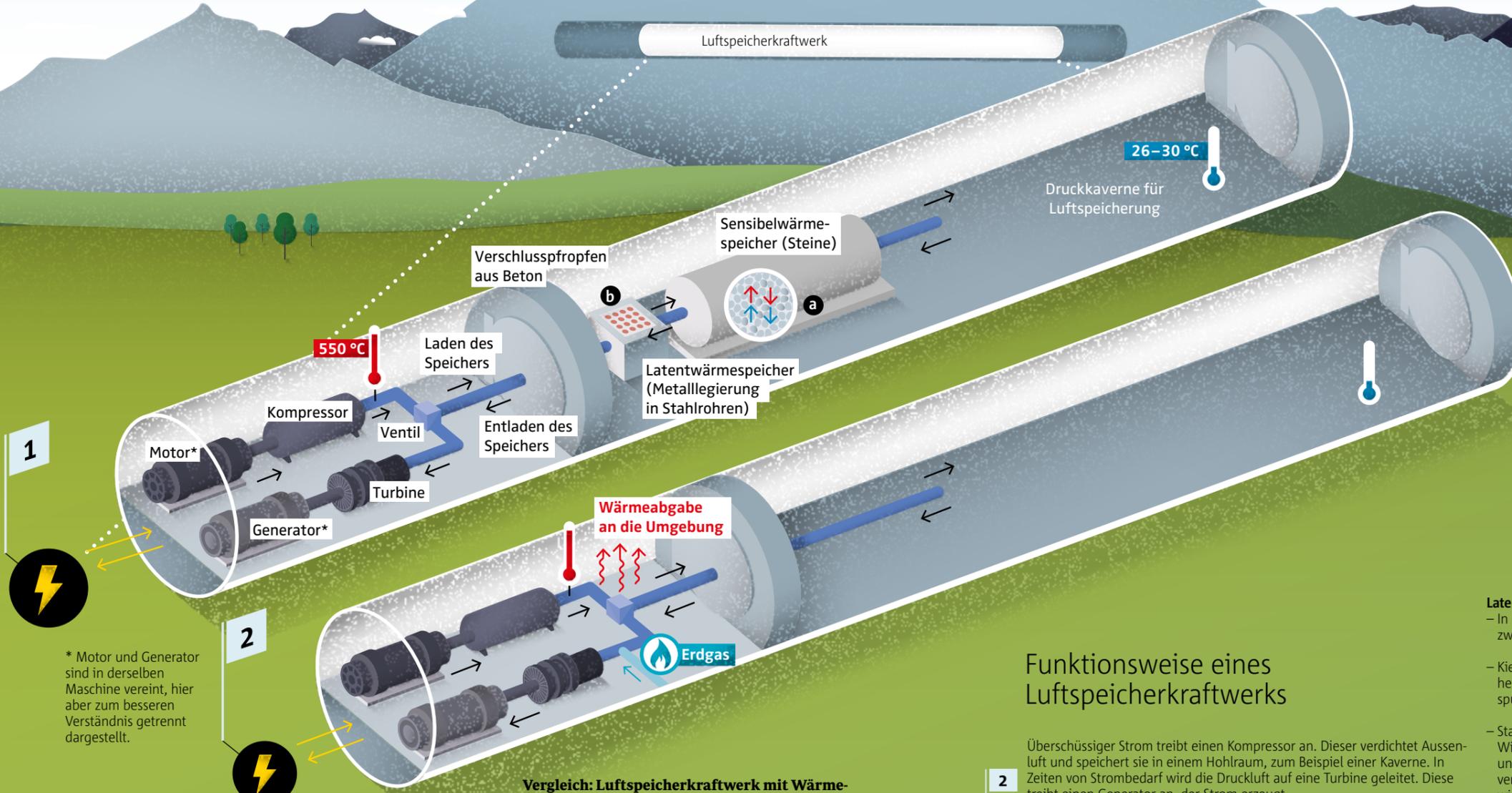
der CO<sub>2</sub> aus der Luft filtert. Die erste solche kommerzielle Anlage steht seit 2017 auf dem Dach der Kehrrechtverwertung Zürcher Oberland in Hinwil. Sie nutzt zu ihrem Betrieb Niedertemperaturabwärme aus der Kehrrechtverbrennung und entfernt pro Jahr 900 Tonnen CO<sub>2</sub> aus der Luft. Das Bundesamt für Energie hat dieses Projekt unterstützt. Bei einem Projekt in Island, an dem Climeworks beteiligt ist, wird CO<sub>2</sub> aus der Luft gefiltert und anschliessend in mineralischer Form – also als Feststoff – in Basaltgestein gespeichert und so der Atmosphäre dauerhaft entzogen.

**Machen die Technologien zur Abscheidung von CO<sub>2</sub> aus Abgasen oder aus der Atmosphäre den Einsatz erneuerbarer Energien oder die Steigerung der Energieeffizienz überflüssig?**

Das Ziel, die weltweite Klimaerwärmung auf 2 Grad Celsius zu beschränken, ist anspruchsvoll. Wir dürfen uns deshalb nicht auf eine einzelne Massnahme beschränken, sondern müssen alle verfügbaren Möglichkeiten ausschöpfen. So sind die Internationale Energie-Agentur (IEA) und der Weltklimarat (IPCC) übereinstimmend der Auffassung, dass das Klimaziel ohne CCS nicht erreicht werden kann. Doch der Einsatz von CCS hat auch Grenzen, die nicht zuletzt durch die Kosten für diese Technologie bedingt sind.

Der zunehmende Anteil stark schwankenden Solar- und Windstroms ruft nach Speichern. Grosse Strommengen können bislang nur in Stauseen gespeichert werden. Eine Alternative sind Druckluftspeicher. Bei Biasca gibt es eine Versuchsanlage.

# STROM ALS DRUCKLUFT SPEICHERN



\* Motor und Generator sind in derselben Maschine vereint, hier aber zum besseren Verständnis getrennt dargestellt.

■ Druckluftspeicher  
■ Pumpspeicher

Vergleich: Luftspeicherkraftwerk mit Wärmespeicher versus Pumpspeicherkraftwerk

Leistung in Megawatt		50–300 100–1000
Effizienz		70–75 % 75–80 %
Investitionskosten in Franken pro Kilowattstunde		50–250 600–2000
Landverbrauch in Quadratmetern pro Megawatt		0–140 1100

## Funktionsweise eines Luftspeicherkraftwerks

- 2** Überschüssiger Strom treibt einen Kompressor an. Dieser verdichtet Aussenluft und speichert sie in einem Hohlraum, zum Beispiel einer Kaverne. In Zeiten von Strombedarf wird die Druckluft auf eine Turbine geleitet. Diese treibt einen Generator an, der Strom erzeugt.
- Luftspeicherkraftwerk ohne Wärmespeicher**  
Wird Luft verdichtet, erwärmt sie sich. Wird sie entspannt, kühlt sie sich ab. Beides ist gut beobachtbar beim Pumpen eines Fahrradschlauchs bzw. beim Luftablassen. Wenn beim Luftspeicherkraftwerk die Kompressionswärme nicht gespeichert wird, muss die entspannte Druckluft erwärmt werden, bevor sie in die Turbine geleitet wird, sonst vereist diese. Bei den beiden weltweit einzigen Luftspeicherkraftwerken in Huntorf (DE) und McIntosh (USA) geschieht dies mit Erdgas. Der Wirkungsgrad Strom–Druckluft–Strom liegt bei 40 Prozent (Huntorf) bzw. bei 55 Prozent (McIntosh).
- 1** **Luftspeicherkraftwerk mit Wärmespeicher**  
Kann die beim Verdichten der Luft entstehende Wärme gespeichert und beim Entspannen der Druckluft wieder genutzt werden, entfällt das Nachheizen mit Erdgas. In einem Versuchsstollen bei Biasca wurde eine solche Wärmespeicherung 2016 erfolgreich getestet. Dabei kam eine Kombination zweier Speicher zum Einsatz (vgl. rechte Spalte). Die Wärmespeicherung erhöht den Wirkungsgrad des Luftspeicherkraftwerks auf 70 bis 75 Prozent.

- Latentwärme- und Sensibelwärmespeicher**  
– In der Versuchsanlage bei Biasca wurde eine Kombination zweier Wärmespeicher getestet:
- Kieselsteine in einer Betonwanne. **a** Werden diese von der heissen Luft durchströmt, erwärmen sie sich. Da die Wärme spürbar ist, nennt man dies einen Sensibelwärmespeicher.
  - Stahlrohre mit einer Aluminium-Kupfer-Silizium-Legierung. **b** Wird diese Legierung erhitzt, schmilzt sie bei 520 Grad Celsius und speichert damit die Schmelzwärme. Beim Abkühlen verfestigt sich die Legierung und gibt die Schmelzwärme wieder ab. Beim Übergang von fest zu flüssig ändert die Legierung ihre Temperatur nicht, obwohl sie dabei viel Wärme aufnimmt. Man nennt dies deshalb einen Latentwärmespeicher (von lateinisch «latere», verborgen sein). Dessen Vorteil liegt darin, dass er die Temperatur der Luft beim Entspannen konstant hält, was die Turbinenleistung verbessert.

**Blick in die Zukunft**  
Die Versuchsanlage bei Biasca nutzte einen Stollen, mit dem Aushub aus dem Gotthardbasistunnel abtransportiert worden war. Neben dem erfolgreichen Test der Wärmespeicher konnte auch gezeigt werden, dass der Hohlraum dicht genug ist, um Druckluft zu speichern. Nun gilt es zu untersuchen, unter welchen Bedingungen ein derartiges Luftspeicherkraftwerk wirtschaftlich betrieben werden kann. Grundsätzlich ist mit geringeren Kosten zu rechnen als bei einem Pumpspeicherkraftwerk und mit sehr geringen Umweltauswirkungen – sind doch neue Speicherseen gerade aus Landschaftsschutzgründen heute kaum mehr realisierbar.

Quellen: alacae.com | ETH Zürich, Institut für Energietechnik, Professur für Erneuerbare Energieträger | Bundesamt für Energie | Schweizerischer Nationalfonds, Nationales Forschungsprogramm 70

Die angehenden Förster auf Exkursion: Im Bildungszentrum Wald Lyss (BZW Lyss) werden jährlich mehr als 30 von ihnen ausgebildet.



# UNTER WALDMENSCHEN

Der Wald gibt Energie auch im übertragenen Sinn: Kraft fürs Leben. Im Bildungszentrum Wald (BZW) Lyss dreht sich alles um den Wald und das Holz. Ein Besuch.

Alan Kocher hat das BZW Lyss (unten) die letzten 15 Jahre geleitet.



«Förster sind die Geschäftsführer und Treuhänder des Waldes, Ranger das Bindeglied zwischen Natur und Öffentlichkeit.»

Alan Kocher, Direktor des BZW Lyss



## DIE BERUFE IM BZW LYSS

Die Waldberufe sind vielfältig. Förster sind die Experten in der nachhaltigen Waldbewirtschaftung und leiten einen Forstbetrieb oder ein Revier. Sie vermitteln zwischen Waldbesitzern, Behörden und Öffentlichkeit, wachen u.a. über die Einhaltung der Waldgesetze. Weiter werden am BZW Lyss Forstwartvorarbeiter, Forstmaschinenführer und Ranger ausgebildet.

34 Meter reichen, um die Landschaft zu lesen. Auf der Plattform des Lysser Aussichtsturms – zum 1000-Jahr-Jubiläum von Lyss aus Douglasie und Fichte errichtet – stehen die künftigen Ranger und blicken aufmerksam um sich. Mit Feldstecher, die Augen gekniffen, haben sie dennoch keinen Blick für die Herrlichkeit der Aussicht, sondern mustern das Gesicht der Landschaft. Sie zeichnen auf Transparenzpapier, was sie sehen. Siedlungs-, Wald- und Landwirtschaftsgebiete, Hügel und Flächen, die grün und gelb schimmern. Ein markantes Holzgebäude mit Photovoltaikmodulen auf dem Dach sticht ins Auge. Dort im Bildungszentrum Wald Lyss (BZW Lyss) befindet sich das Klassenzimmer der Ranger, die dereinst als «Botschafter der Natur» arbeiten werden. Rund 200 von ihnen gibt es derzeit in der Schweiz. Direktor Alan Kocher sitzt an seinem langen Holztisch; die Büroluft riecht nach Arve. Hier, in der Fachschule für die Waldbewirtschaftung, besteht fast alles aus Holz, von einer Stiftung von elf Kantonen wird sie betrieben. Er freut sich über die Fortschritte dieser jungen, berufsbegleitenden Ausbildung. «Ranger sind das Bindeglied zwischen Natur und Öffentlichkeit», sagt er, «die Ausbildung ist sehr beliebt.»

### Der Ruf des Waldes

Alan Kocher ist erst der zweite Direktor des BZW Lyss. Er übergibt sein Amt seinem Nachfolger Jürg Walder, wird aber noch als Fachlehrer tätig sein und sich dem Ruf der japanischen Präfektur Nara widmen, die eine eigene forstwirtschaftliche Schule aufbauen und von der naturnahen Schweizer Art der Waldbewirtschaftung und von unserem Bildungswesen lernen will. «Wir haben eines der strengsten Waldgesetze der Welt», sagt Kocher, «und in Japan will man den Wald naturnaher bewirtschaften und nicht mehr nur durch Kahlschlag.»

70 Prozent der Fläche Japans sind bewaldet. In der Schweiz sind es 31 Prozent; die Waldfläche nimmt jedoch jährlich um einen Thunersee zu, vor allem dort, wo sich der Mensch zurückzieht, in den Bergen der Alpensüdseite etwa. Um die Agglomerationen herum steht der Wald hingegen unter Druck. Weil sich die Siedlungen ausdehnen. Und weil er so beliebt ist. Der Wald genießt eben einen exzellenten Ruf, als Erholungs- und Nutzraum sowieso, seit einiger Zeit auch wieder stärker als nachhaltiger Lieferant von erneuerbarer Energie. Rund 5 Mio. m<sup>3</sup> Holz landen in einer der rund 600 000 Holzheizungen der Schweiz. Energieholz deckt 10 Prozent des Wärmebedarfs hierzulande. Fast doppelt so viel wäre möglich. Kocher erhofft sich «einen Nachfragesog», nicht nur

Etwa 60 Prozent des Unterrichts der Förster und Ranger (unten rechts) finden im Wald statt.

beim Energieholz. Er gibt dem Besucher ein Stück Holzblech in die Hand. «Fast alles lässt sich mit Holz realisieren», sagt Kocher, «sogar Badewannen.» Und deutsche Forscher haben jüngst mit Holzfäden den stärksten Naturstoff entwickelt.

**Die Gründerjahre**

«Mais non», eine Schule aus Beton komme nicht in Frage, soll der damalige Direktor der 1971 am alten Standort nahe der Alten Aare in Lyss gegründeten «Interkantonalen Försterschule Lyss» gesagt haben; mit der Anerkennung als höhere Fachschule (HF) im Jahr 1996 war ein Neubau an der Hardernstrasse verbunden, im Täli, unweit der anderen Berufsschulen. Nur ein Jahr später konnte der damals grösste Holzbau der Schweiz bezogen werden. Vollständig aus Schweizer Holz gebaut. 2000 Kubikmeter. Und natürlich mit einem Heizkessel für Holzschnitzel. Die Anlage liefert 320 kW Leistung, von der auch die nahegelegene HPS profitiert. Bis heute besteht ein weiterer Mikrowärmeverbund am alten Standort der Schule, der vier Turnhallen wärmt. Die 2014 gebaute Photovoltaikanlage mit über 500 m<sup>2</sup> Panels eines Schweizer Herstellers auf dem Dach (90 kWp) speist den Stromüberschuss in das Netz der Energie Seeland AG ein. «Es ist selbstverständlich, dass wir uns für nachhaltige Energie einsetzen», sagt Alan Kocher, ein ökonomisches Gebot sei es nicht, aber eine Herzenssache. «Der Wald braucht ja auch Sonnenenergie.»

Seit ihrer Gründung hat die Schule mehr als 1000 Förster ausgebildet und neue Berufsbilder entwickelt. Sie hat sich mit neuen Dienstleistungen im Bereich der Hotellerie und der Seminarinfrastruktur positioniert, mit zwei neuen Fachstellen den Wissenstransfer gefördert. «Wir sind zu einem gefragten und lebendigen Unternehmen im Bildungssektor geworden», fasst Alan Kocher die Entwicklung in seiner 15-jährigen Amtszeit zusammen.

**Ausblick in die Zukunft**

Auf der Aussichtsplattform bespricht der Fachlehrer die Beobachtungen der Ranger; die Landschaft liegt wie ein offenes Buch unter ihnen. Sie können die Försterklasse nicht sehen, die von ihrer Exkursion zu einer Baumschule zurückkehrt. Die Försterstudenten haben am Morgen auch diesen Aspekt der Waldwirtschaft kennengelernt; überwiegend wird jedoch in der Schweiz natürlich aufgeforstet.

Das Bildungszentrum Wald ist ein Spiegelbild der Professionalisierung in der Nutzung natürlicher Ressourcen – und der politischen und demografischen Entwicklung. Die Berufe wie Ranger und Förster sind zwar beliebt, doch werden in den nächsten Jahren fast die Hälfte der Förster pensioniert. Die Absolventen des BZW Lyss finden somit rasch Stellen. Und wie überall wird an der Bildung gespart, der Kostendruck nimmt zu. Die Finanzierung neuer Projekte wird anspruchsvoller. So wird in der nächsten Zeit der Heizkessel der Schnitzelheizung ersetzt, müssen nach über 20 Jahren die ersten Renovationsarbeiten am innovativen Holzbau geplant werden. Seinem Nachfolger übergebe er eine gut aufgestellte Bildungseinrichtung, sagt Alan Kocher und wünscht ihm, dass sie weiterhin den Puls des Waldes fühlen und die Studenten sozusagen in seinem Auftrag ausbilden kann. «Sie soll so stark und vital bleiben wie der Wald.»

Der Lysser Aussichtsturm: ganz aus Holz gebaut. Von der Plattform auf 34 Metern Höhe analysieren die angehenden Ranger die Landschaft.



Jörg Hirt, Förster und Seniorchef einer Baumschule, zeigt den Försterstudenten, wie man den Wald aufforstet.



Die Ausbildung zum Ranger ist noch jung – und wird immer beliebter. Sie sind Kommunikatoren und Landschaftsschützer.

**HÖLZERNE ZAHLEN**

Waldfläche: 31% (am stärksten im Tessin: 50%) oder 1 267 007 ha (+584 ha gegenüber 2015).

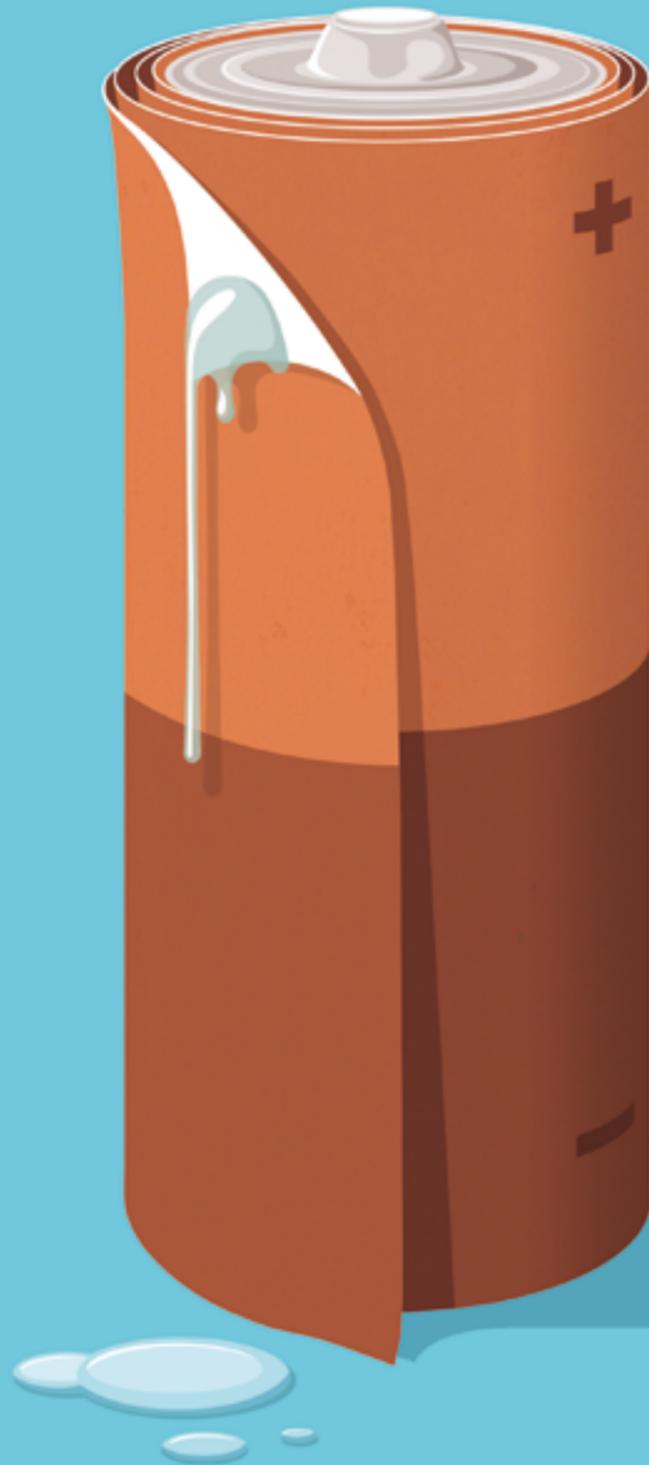
71% der Schweizer Wälder sind in öffentlicher Hand.

693 Forstbetriebe bewirtschaften 59% der produktiven Waldfläche. Sie erzielen aus dem Verkauf von Roh- und Energieholz 191 Mio. CHF.

Die Holzernte beträgt rund 5 Mio. m<sup>3</sup>. Davon werden 2,221 Mio. m<sup>3</sup> als Energieholz verwendet. Mit Halbfabrikaten und Endprodukten kommt die Schweiz auf einen Verbrauch von 5,469 Mio. m<sup>3</sup> Energieholz.

## STROMSPUCKE

Menschen mit einer nassen Aussprache sollten bei der Erfindung von Seokheun Choi und seinem Team von der Binghamton University im US-Bundesstaat New York aufhorchen: Seine Batterie aus Papier erzeugt beim Kontakt mit Speichel Strom. «Mikrobielle Brennstoffzelle» heisst die Technologie. Bei Tests brannte ein LED-Licht. Die Forscher arbeiten nun daran, mehr Strom zu erzeugen, um dereinst in Entwicklungsländern diagnostische Geräte zur Einmalbenutzung zu betreiben.



## RÄTSELN UND GEWINNEN

Forschungs- anstalt, Kzw. Schweizer Autor †		An- fängerin US-Autor (John)		Teil der Kamera	nicht schlecht Grautier		arktische Dauer- frost- decke	Innen- stürmer Weltraum- organisation		
				belg. Stadt						
			3	kl. Berg						
							5			
kl. Menge Nasenspray						Lied im Mittelalter				
Boulevard						Kantons- bewohner			7	
Strecke zu einem Ziel	ohne be- hördliche Geneh- migung		vierter griech. Buchstabe Jassbegriff					Klumpen, abge- brochenes Stück		
						Nachlass- nehmer vorläufiger Entwurf				
				speisender Mensch					6	
		2		Senk- blei					nordische Schick- sals- göttin	
Wasser- pflanze		Selbst- täuschung								
Berg bei Zinal		japan. Reiswein					8			
					Tanzlokal (Kurzwort) Einfamilien- haus (Abk.)				9	
			Halbwüch- siger (engl.) Wisconsin (Abk.)					Kreis (Abk.) Internet- kürzel für Ungarn		
eh. türk. Off.-Titel				in- ständig bitten						
Kraftwerk- typ (Abk.)		4								
brit. Schau- spielerin, † 1967 (Vivien)						10	german. Schrift- zeichen			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

**1. Preis**  
Reka-Check im Wert von 100 Franken

**2. bis 5. Preis**  
Je ein Reka-Check im Wert von 50 Franken

**Per Postkarte:** Schicken Sie das Lösungswort (inkl. Absender!) an die Adresse: Youtility AG, energieforum, Moserstrasse 17, 3014 Bern

**Per SMS:** Schicken Sie «RAETSEL», das richtige Lösungswort, Name und Adresse an 959 (20 Rp./SMS).

**Einsendeschluss:**  
7. September 2018. Die Gewinner werden schriftlich benachrichtigt.

Lösungswort Ausgabe 1/18: ENTWICKLUNG

# MEHR DRIN

Für nur  
CHF **55.-** /Mt.\*

## Zum Internet gibt's jetzt TV, Mobile und Festnetz GRATIS dazu

\* Exkl. Kosten Digitalanschluss der Kabelnetzunternehmen von max. CHF 29.90/Mt. Keine Mindestvertragsdauer. 3 Monate Kündigungsfrist. Einmalige Quickline Aktivierung für Internet Smart: CHF 79.- (gilt für Neu- und Bestandskunden ohne Verte!/Quickline TV oder ohne Quickline WLAN-Modem). Angebot gilt für Neukunden bei Erstabschluss des Smart Deals, sowie für Bestandskunden ohne Internet- und Kombi-Abo (ausgenommen All-in-One XS, All-in-One Light und Quickline Basic/Quickline Basic 2.0). Nicht promotionsberechtigigt sind Wechsel innerhalb bestehender Kombi-Produkte. Spezialpreis gilt 1 Jahr lang ab Aufschaltdatum.



Meine Entscheidung.  
[quickline.ch](http://quickline.ch)

QUICKLINE



Energie Seeland AG