

# vernetzt

Das Magazin der Arbon Energie AG  
für Strom, Wasser, Wärme und Kommunikation

**Künstliche Kälte heizt  
die Welt auf** Seite 6

**Uhren und Eis im Vallée de Joux** Seite 10

**Messen statt graben in Arbon** Seite 14

### **Liebe Leserin, lieber Leser**

«TT», Trottoir-Taucher, nannte man bei Telekom-Unternehmen spöttisch jene Mitarbeiter, welche in der ganzen Stadt nach Leitungen graben – gemäss dem «TT» auf den Gussdeckeln im Asphalt. Auch wir haben unsere Trottoir-Taucher. Sie sind verantwortlich für unser modernes, ausschliesslich unterirdisch verlegtes Stromnetz. Doch in den nächsten Jahren sollten ihre Einsätze deutlich weniger werden. In einem Forschungsprojekt mit Unternehmen und Fachhochschulen haben wir ein System entwickelt, mit dem wir aus den Daten der bei Ihnen installierten intelligenten Stromzähler die Belastung des Netzes herauslesen können. Damit wissen wir genauer, an welchen Punkten das Netz kritisch belastet ist, können die Engpässe mit punktuellen Verbesserungen und mit Schaltungen umgehen. Das vermeidet unnötige Trottoir-Tauchgänge.

In dieser Nummer erzählen wir Ihnen aber auch, welchen Einfluss Kühlung und künstliche Kälte auf unsere Umwelt und unser Klima haben. Und wir laden Sie ein zu einer Entdeckungsreise in eine der kältesten Regionen der Schweiz, ins Uhrmachertal Vallée de Joux im Waadtländer Jura.

Ich wünsche Ihnen eine spannende Lektüre.



Silvan Kieber  
Geschäftsführer

Arbon Energie AG  
Salwiesenstrasse 1  
9320 Arbon  
Tel. 071 447 62 62

[www.arbonenergie.ch](http://www.arbonenergie.ch)

## Mit Wasserstoff betriebener Katamaran

Die «Energy Observer» ist das erste Schiff der Welt, das mit Wasserstoff betrieben wird. Mithilfe von Solarzellen und zwei vertikalachsigen Windturbinen produziert es Strom. Dieser wird entweder direkt zur Versorgung zweier Elektromotoren genutzt oder gespeichert: kurzfristig in Batterien, für längere Zeit in Form von Wasserstoff. Dieser wird mithilfe von Überschussstrom aus Meerwasser erzeugt, in Druckflaschen gespeichert und bei Bedarf in einer Brennstoffzelle wieder verstromt. Das Boot umrundet noch bis 2022 die Welt und soll dabei die Tauglichkeit dieses Antriebs unter Beweis stellen, der ausschliesslich auf erneuerbaren Energien basiert.

**«Ich habe gelernt,  
dass man nie  
zu klein dafür ist,  
einen Unterschied  
zu machen.»**

**Greta Thunberg, Klimaaktivistin**

## Aus London wird Barcelona

**Im Jahr 2015 hat die Weltklimakonferenz in Paris als Ziel festgelegt, dass die Erderwärmung im Zeitraum 1850 bis 2100 deutlich unter 2 Grad Celsius liegen soll, möglichst unter 1,5 Grad. Doch wie soll man sich diese scheinbar geringe Erwärmung vorstellen? Wissenschaftler der ETH Zürich haben nun anschauliche Vergleiche angestellt: Bei 1,4 Grad höherer Durchschnittstemperatur im Jahr 2050 hätte London das Klima, das heute Barcelona hat, aus Stockholm würde klimatisch Budapest, aus Madrid Marrakesch und aus Zürich Mailand. In 22 Prozent der untersuchten Städte würden gar Klimabedingungen herrschen, die es heute nirgendwo gibt.**

## Mobil mit Wasserstoff

Beim Wasserkraftwerk Gösgen ist die erste Anlage der Schweiz zur Produktion von Wasserstoff im kommerziellen Betrieb geplant. Errichtet wird die 2-Megawatt-Anlage von Alpiq und H2 Energy. Geplant ist, ab Ende 2019 mit Strom aus Wasserkraft den Wasserstoff für rund fünfzig Brennstoffzellen-Elektrolastwagen zu produzieren. Diese Antriebsart ist klimafreundlich, wenn der Wasserstoff – wie im vorliegenden Fall – mit erneuerbarer Energie produziert wird.

## Fit für die nächste Lebensphase

Wenn Hauseigentümerinnen und -eigentümer älter werden, verändert sich meistens die Lebenssituation. Sind beispielsweise die Kinder ausgezogen, lohnt es sich, die Wohnsituation zu überprüfen. Ist das Haus zu gross geworden? Wie möchte ich in Zukunft leben? Eignet sich die Immobilie als Alterswohnsitz, auch wenn ich nicht mehr so gut zu Fuss unterwegs bin? Wird mir die Gartenarbeit zu viel? Ist eine energetische Sanierung angesagt? Lohnt sich der Einbau einer Einliegerwohnung, sei es zur Vermietung oder um selber darin zu wohnen und den Rest des Hauses zu vermieten? Oder soll das Haus einem viel energieeffizienteren Ersatzneubau weichen?

Für Eigentümer, die ihre Wohnzukunft nach ihren persönlichen Vorstellungen gestalten und zugleich die Nachhaltigkeit fördern wollen, hat das Bundesamt für Energie ein Merkblatt herausgegeben:

**Website:** [tiny.cc/efh\\_fit\\_1](http://tiny.cc/efh_fit_1)

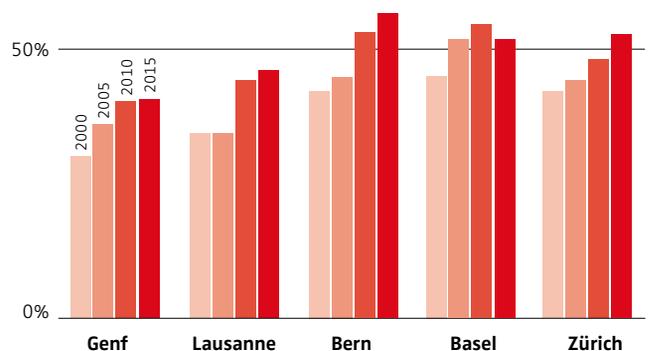
**Direkter Link zum PDF:** [tiny.cc/efh\\_fit\\_2](http://tiny.cc/efh_fit_2)



## Mehr autofreie Haushalte in den Schweizer Städten

Der Motorfahrzeugbestand der Schweiz nimmt ungebrochen zu. Gleichzeitig gibt es in den grossen Städten aber immer mehr autofreie Haushalte. Dies dürfte auf den dort gut ausgebauten öffentlichen Verkehr zurückzuführen sein.

Quelle: Bundesamt für Statistik



## Verbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen von Neuwagen deutlich gestiegen

**Neuwagen verbrauchten in der Schweiz im Jahr 2018 im Durchschnitt 6,08 Liter Benzinäquivalent\* pro 100 Kilometer. Das sind 3,6 Prozent mehr als im Vorjahr, wo der Verbrauch noch bei 5,87 Litern pro 100 Kilometer lag. Auch die durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen pro 100 Kilometer lagen um 2,8 Prozent höher. Gründe dafür sind der bei den Neuzulassungen weiterhin steigende Anteil der Allradfahrzeuge sowie der Rückgang der Dieselfahrzeuge.**

\* Benzinäquivalent bedeutet, dass der Verbrauch anderer Treibstoffe auf Benzin umgerechnet wurde.

Quelle: Bundesamt für Energie



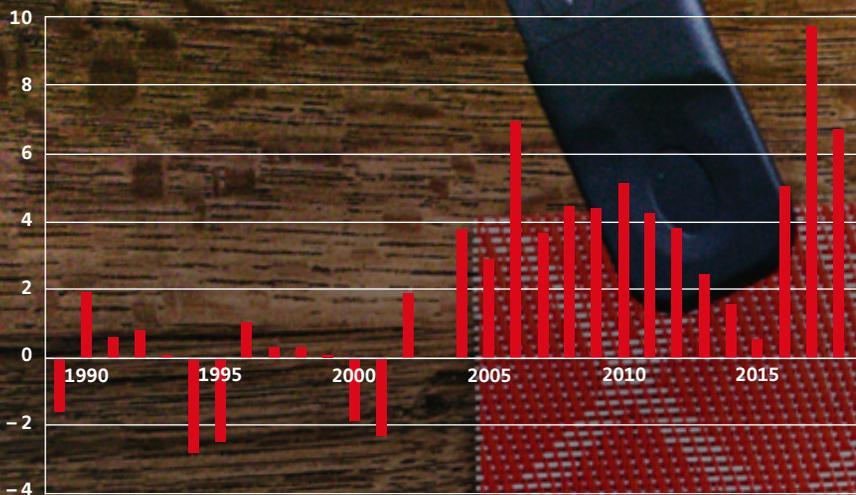
## Neue Personenseilbahn Tierfehd – Chalchtrittli

Das Pumpspeicherkraftwerk Limmern im Kanton Glarus ist seit Mitte 2017 ans Stromnetz angeschlossen. Vier Pumpturbinen liefern bis zu 1000 Megawatt Leistung, können aber auch mit derselben Leistung Wasser vom Limmernsee in den vergrößerten Muttsee hinaufpumpen und auf diese Weise überschüssigen Strom in Form potenzieller Energie speichern. Während der siebenjährigen Bauzeit des rund 2,1 Mrd. Franken teuren Ausbauprojekts der Axpo diente eine riesige Bauseilbahn zwischen Tierfehd und Chalchtrittli dem Material- und Maschinentransport. Auf dem gleichen Trasse und unter Verwendung derselben Masten wurde nun im Juni 2019 die schon früher bestehende, jetzt aber komplett erneuerte Personenseilbahn wieder in Betrieb genommen. Sie läuft in Selbstbedienung, bietet Platz für acht Personen und erschliesst das Wandergebiet, das über den Kistenpass bis in die Surselva führt. Die Fahrzeit beträgt bei einer Fahrgeschwindigkeit von sechs Metern pro Sekunde siebeneinhalb Minuten, und die Bahn überwindet dabei eine Höhendifferenz von 1053 Metern. Die Bergstation liegt auf 1860 Metern über Meer.

# 3,23 Mrd. kWh

Im ersten Quartal 2019 mussten in Deutschland die Übertragungsnetzbetreiber 3,23 Mrd. Kilowattstunden (kWh) Windenergie abregeln: Windturbinen wurden vorübergehend abgestellt, weil zu wenig Stromleitungen da waren, um den ganzen produzierten Strom in die Verbrauchszentren zu transportieren. Zum Vergleich: Die 3,23 Mrd. kWh sind mehr als die Jahresproduktion des Kernkraftwerks Mühleberg; Deutschland verbraucht pro Jahr etwa 570 Mrd. kWh Strom.

Stromimportüberschuss  
Winterhalbjahr Schweiz



Mrd.  
kWh

Quelle: Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2018

## Der Import von Winterstrom nimmt zu

Die Schweiz ist im Winter immer seltener in der Lage, ihren Strombedarf im Inland zu decken. Seit den 2000er-Jahren muss sie im Winterhalbjahr jeweils netto mehr Strom importieren, als sie exportieren kann. Das geht nur so lange gut, als es in Europa Länder gibt, die im Winterhalbjahr Strom exportieren können und wollen. Zusätzlich müssen die verfügbaren Stromleitungen genügend Kapazität haben. Mit immer mehr Wärmepumpenheizungen, steigender Elektromobilität und der absehbaren Stilllegung der Schweizer Atomkraftwerke wird sich die Situation noch massiv verschärfen, wie eine im Sommer 2019 publizierte Studie der Forschungsanstalt Empa zeigt («Impacts of an Increased Substitution of Fossil Energy Carriers with Electricity-Based Technologies on the Swiss Electricity System»).



Kühlung ist allgegenwärtig, ob in Klimaanlage in Häusern und Autos oder im Kühlschrank. Doch das hat Konsequenzen.

# Künstliche Kälte heizt die Welt auf

— Text: Andreas Schwander —



**Mehr dazu auf [strom-online.ch](http://strom-online.ch)**

– Die Internationale Energieagentur (IEA) bezeichnet Kühlung als einen der grössten unbeachteten Punkte im Kampf gegen den Klimawandel.

55 Grad Temperaturunterschied herrscht zwischen drinnen und draussen im Verteilzentrum von Aldi Suisse in Domdidier. Draussen ist sonnig-warmer Spätsommer, drinnen ist Logistikmitarbeiter Juan Vivo arktisch verummmt und transportiert mit einem elektrischen Stapler palettenweise die gefrorenen Selbstverständlichkeiten des Alltags herum: Fertiggerichte, Fisch und Fleisch.

Die Selbstverständlichkeit ist erst möglich geworden, als Carl von Linde 1876 die Kältemaschine patentierte. Europas Brauereien wurden sofort begeisterte Kunden. Doch die Kälterevolution beschränkte sich nicht aufs Bier. In den USA zogen dank Klimaanlage plötzlich sehr viele Menschen in den heissen, bisher demokratischen Süden, viele von ihnen Republikaner. Die künstliche Kälte verschob damit in den USA die politischen Gewichte. Auf der Arabischen Halbinsel leben heute 20 Millionen Menschen in Regionen, wo es vor 60 Jahren nur ein paar Hunderttausend in der Hitze aushielten. In Singapur sagte der ehemalige Premierminister Lee Kuan Yew: «Klimatisierung ist der Schlüssel zur Zivilisation in den Tropen.»

## China kühlt sich ab

Noch vor zwanzig Jahren gab es kaum Klimaanlage in China. Mittlerweile hat China die USA als grössten Markt über-

holt. Die Internationale Energieagentur (IEA) macht Kühlung für rund 12 Prozent der weltweiten Treibhausgasemissionen verantwortlich. Die Agentur bezeichnet Kühlung in einem Report von 2018 als einen der «grössten blinden Punkte in der Energiediskussion». Kühlung in Gebäuden ist laut der IEA weltweit jene Anwendung, deren Energieverbrauch am schnellsten wächst.

Dieser Trend wird sich stark beschleunigen. Gegenwärtig haben nur acht Prozent aller Menschen in den Tropen Zugang zu Airconditioning. Vor allem in Ländern wie Indien, Bangladesch oder Pakistan wird sich das ändern – und oft mithilfe von Kohlestrom. Zudem enthalten vor allem kompakte und billige Klimageräte noch immer das Kältemittel R410A, das aufs Klima den 2000-fachen negativen Effekt von CO<sub>2</sub> hat. Allerdings wäre es relativ einfach, den Energieverbrauch durch Kühlung zumindest einzudämmen. Allein schon weiss gestrichene Dächer könnten viel mehr Sonnenlicht reflektieren. Aber auch weniger Glas an den Fassaden würde den Bedarf an Kühlung massiv reduzieren.

## Revolution beim Essen

Künstliche Kühlung hat auch das Essen revolutioniert. Jener moderne, aber doch eher kleine Aldi-Supermarkt in einer unterirdischen Passage in Fribourg hat mit den klassischen «Tante-Emma-Läden» nur noch wenig gemein. Sowohl im Verteilzentrum wie im Laden machen gekühlte Produkte etwa ein Fünftel der Waren aus. Da sind offensichtliche Dinge wie Fleisch oder Fisch, aber auch frische Schnittblumen. Auch das frische Brot kommt als gefrorenes Halbfabrikat an und wird in der Filiale frisch aufgebakken. Beim Brot sorgt die Kühlkette dafür, dass immer nur die verkaufbare Menge bereitsteht und kaum etwas weggeworfen wird. Einigen Nahrungsmitteln sieht man die künstliche Kälte gar nicht an. Löslicher Kaffee, Haferflocken oder Kräuter und Gewürze werden mit hohem Energieaufwand in der Produktion gefriergetrocknet. Auch ganz normale Äpfel haben oft eine monatelange kühle Lagerung hinter sich. In Kernobstlagern werden sie vom Herbst über den Winter bis oft weit in den nächsten Sommer hineingerettet – ohne zu schrumpeln.



Juan Vivo hat einen arktisch kalten Arbeitsplatz – auch wenn es draussen brütend heiss ist. Er fährt mit seinem Stapler im –25 Grad kalten Verteilzentrum in Domdidier palettenweise tiefgekühltes Essen zu den Lastwagen.





Ruby Sowah, stellvertretende Filialeiterin, holt laufend Nachschub aus dem grossen Kühlraum der Filiale in Fribourg.



Rund 20 Prozent aller Produkte im Supermarkt sind gekühlt. Mittlerweile haben viele Kühlregale gläserne Türen, um den Kälteverlust zu vermindern.



## Kühlung braucht Diesel

Dreimal wöchentlich werden die Filialen vom Kühllastwagen mit Waren beliefert. Ein 40-Tonnen-Sattelschlepper verbraucht zwischen 20 und 26 Liter Diesel auf 100 Kilometer. Für den Betrieb des Kühltrailers kommen laut dem Trailerhersteller Krone 3,5 Liter Diesel pro Betriebsstunde dazu – für den Dieselmotor am Trailer, der einzig die Kühlanlage betreibt. Das sind zwischen 12 und 15 Prozent des Verbrauchs für den ganzen Transport, abhängig von der Fahrgeschwindigkeit. In der Filiale bleiben die Produkte dann erst mal in den grossen Kühlräumen und werden laufend in die Regale eingeräumt. Das funktioniert in allen Supermärkten ähnlich. Doch Aldi Suisse ist der einzige Schweizer Grossverteiler, der bereit war, ausführ-

lich zum Thema Auskunft zu geben. Das Unternehmen erhebt monatliche Energiedaten und achtet auf möglichst ressourcenschonende Abläufe.

## Kampf der Systeme

In nach dem Zufallsprinzip eingerichteten Läden heizen die Haustechnik und die Lampen. Kühlschränke kühlen zwar die Lebensmittel, heizen aber den Raum, und die Klimaanlage soll dann die ganze Wärme wieder aus dem Haus befördern. Jedes System kämpft mit höchster Leistung thermisch gegen das andere.

In den Aldi-Filialen sind deshalb die meisten Kühlgeräte an einen zentralen Kühlkreislauf angeschlossen. In Fribourg wird er von einer containergrossen Kühl-, Heiz- und Lüftungseinheit ausserhalb des Ladens betrieben. Meist stehen die

Anlagen aber in den Läden, und nur der Rückkühler steht im Aussenbereich. Damit erwärmen Kühlanlagen die Läden nicht unkontrolliert, können aber im Winter über Wärmerückgewinnung die Räume gezielt beheizen oder das Warmwasser erzeugen. Die Beleuchtung der Läden funktioniert ausschliesslich über LED-Lampen. Sie sparen Strom und vermeiden Abwärme. Zudem werden die Klimaanlagen der Läden nicht mehr mit dem Klimaschädling R410A betrieben. Sie hängen am selben Kühlkreislauf wie die Warenkühlung – mit Kohlendioxid als Kühlmittel.

## Das Kühlhaus wird zum virtuellen Kraftwerk

Ähnlich sparsam mit der Kälte geht man im Verteilzentrum in Domdidier um.



Gut zu wissen 

## Am Anfang war das Bier

Kälte war noch im 19. Jahrhundert Luxus – und ein grosses Geschäft. Von den Alpen bis nach Finnland wurde im Winter mit langen Sägen Eis in grossen Blöcken aus Seen geschnitten, sorgfältig in Sägemehl eingepackt und per Bahn und Schiff verschickt. Hauptabnehmer waren Brauereien, die für die Produktion des ab 1850 in Mode gekommenen Lagerbiers konstant tiefe Temperaturen brauchten. Auch Privatleute kauften sich Eisklötze und legten sie in einen isolierten Schrank. In Basel sagt man noch heute zum Kühlschrank «Iiskaschte». Ab 1876 ruinierte Carl von Linde das Geschäft. Schon 1879 las sich die Referenzenliste seiner Kältemaschinen wie das Who's who der Bierwelt: Spaten, Heineken, Carlsberg. Die Bierrevolution wurde zur weltweiten Kälterevolution.

Hier gibt es einen «Vorkühlbereich» mit etwa 5 Grad Celsius, an den auch die Kühllastwagen andocken und wo die Waren versandfertig gemacht werden. Erst am Ende dieses als «Kältepuffer» dienenden Bereichs liegen die Eingänge der -5 Grad und der -25 Grad kalten Räume. Der Energielieferant des Verteilzentrums, die Groupe E, will diese Bereiche zu einem «virtuellen Kraftwerk» schalten, wie es in der Schweiz bereits mit anderen ähnlichen Anlagen gemacht wird. Es schadet der gefrorenen Pizza nicht, wenn sie einmal -20 und dann wieder -30 Grad kalt ist. Deshalb können die Kühllhäuser bei ausreichend vorhandenem Strom stärker hinunterkühlen und dann, wenn der Strom anderswo gebraucht wird, die Temperatur ansteigen lassen. Damit funktionieren sie als grosse Batterie und kompensieren die unregelmässige Einspeisung von Wind und Solarstrom ins Netz.

### Technik richtig einsetzen

Doch von solchen clever-coolten Vernetzungen ist ein grosser Teil der Welt noch weit entfernt. In der saudischen Hauptstadt Riad verbraucht Kühlung bis zu 70 Prozent des Stroms, meist erzeugt durch Ölkraftwerke.

Während heute die Welt für Kühlung rund 2000 Terawattstunden Strom verbraucht und rund 12 Prozent des menschengemachten CO<sub>2</sub> emittiert, könnte sich diese Energiemenge bis zum Jahr 2050 verdreifachen. Aber Kühlung ver-

meidet auch während Hitzewellen nachweislich sehr viele Todesfälle und verhindert, dass Lebensmittel verderben. Vor der Erfindung der Kältemaschine waren Lebensmittelvergiftungen weltweit die häufigste Todesursache. Um zu verhindern, dass die künstliche Kälte den Planeten noch mehr anheizt, müssen lediglich die vorhandenen Technologien richtig eingesetzt werden. Das ist nicht so schwierig und wird immer öfter auch gemacht, wie die Beispiele in Fribourg und Domdidier zeigen. Darauf ein kühles Bier.



Im Aldi-Verteilzentrum in Domdidier sorgen gigantische Installationen für die Produktion von künstlicher Kälte und den häuslicheren Umgang damit.

Das Waadtländer Uhrental entfaltet im Winter einen besonderen Charme.

# Faszinierende Kälte im Vallée de Joux

Entlegen, entrückt, dazwischen und sehr kalt. Das Vallée de Joux liegt zwischen dem warmen Genferseegebiet und Frankreich. Am Zugfenster ziehen Lärchen vorbei, der Baum der Kälte und der Berge, und dann der See, ein Bergsee in einer arktisch anmutenden Welt. Überall stehen hohe Brennholzstapel. Aus den Kaminen steigen feine Rauchfäden und wickeln sich um die Häuser, bis die Gebäude in kleinen Rauchknäueln verschwinden. Der Wind fegt im Winter bissig über den See, und die Blechverkleidungen an den Häusern verhindern, dass er die hart erarbeitete Wärme wieder hinausbläst.

Wenn der See zufriert, verwandelt er sich in eine riesige Schlittschuhbahn und entwickelt ein eigenes Leben. Der Wind bringt die Eisdecke zum Schwingen. Der See singt und heult und jault mit Tönen, die sich mal da und mal dort durchs Tal wälzen, überall und nirgends. Manchmal knackt und knirscht und knallt das Eis. Es ändert da und dort seine Farbe, sieht einmal aus wie gefrorene Wellen und dann wieder wie klares Wasser.

## Kälte als Wirtschaftsmotor

Die Kälte hatte schon immer nicht nur Nachteile. Sie wurde zum heimlichen wirtschaftlichen Motor des Tals. Erst wurde hier die Holzkohle für die Schmieden von Vallorbe hergestellt, und dann kam in den 1870er-Jahren die Eisenbahn. Plötzlich fand sich das Tal nicht mehr am Rand, sondern auf halbem Weg zwischen Italien und Paris. Die Bauern begannen, das Eis des Sees in Blöcke zu sägen und zu verkaufen. Es gab im Tal spezielle Eislager, wo die Blöcke auf Schlitten ankamen und sorgfältig in Sägemehl verpackt auf die Eisenbahn umgeladen wurden. In den Städten wurde das Eis teuer verkauft, Brauereien waren grosse Abnehmer. In Pri-

vathäusern legte man es sich in den isolierten «Eiskasten», um Lebensmittel zu kühlen. Das Vallée de Joux, ein Lieferant für ein natürliches Luxusprodukt, schon damals – bis die Eismaschine das Geschäft ruinierte. Doch da hatten die Bauern des Tals schon die Uhrmacherei entdeckt. Die Werkzeuge waren klein und handlich, und die ganze Familie konnte mitarbeiten in den Ateliers im Dachstock mit den grossen Fenstern.

## Das Uhrenwissen konzentriert sich im Tal

Diese Uhrmacher-Bauernhöfe gibt es noch immer im Tal. Doch in jedem Dorf residiert mittlerweile eine international bekannte Uhrenmarke. Am Anfang waren sie nur billige Zulieferer für die Genfer Uhrmacher, Heimarbeiter, wie fast alle zu Beginn der Industrialisierung in der Schweiz. Sie machten Kronen, Lünetten, Zeiger, Zahnräder. Doch immer mehr konzentrierte sich das Wissen im Tal für alle Komponenten. Schliesslich brauchten sie die Genfer nicht mehr, und die Kälte schloss das Wissen im Tal ein.

Rund um den See entstanden Fabriken, die aussahen wie Schulhäuser, mit grossen Fenstern und Arbeitsplätzen, in denen die Uhrmacher in der Sonne sassen:



Aus dem See gesägtes Eis (hier auf einer kolorierten Postkarte) war das erste Luxusprodukt aus dem Vallée de Joux.

die Arme auf den brusthohen Arbeitstischen aufgelegt, in einem Auge eine Lupe, konzentriert an winzigen Wunderwerken arbeitend. Im Tal mit gerade mal 6000 Einwohnern gibt es heute rund 40 Firmen der Uhrenbranche – eine pro 150 Menschen.

## Winzig, kompliziert, schwereelos

Bei Jaeger-LeCoultre in Le Sentier gibt es eine Art Schaulager, in dem Dokumente, technische Zeichnungen und Uhrwerke zugänglich sind. Da ist etwa die winzige Duoplan von 1920 mit einem Uhrwerk auf zwei Ebenen, das es erlaubte, eine Uhr in einem grazilen Damen-Armband zu verstecken. 1932 entwickelte man in schönster Art déco die Reverso für Polo spielende Offiziere des britischen Empire. Die Uhren waren am Armband drehbar, damit der metallene Boden gegen aussen zeigte und die Uhr schützte.

In der Abteilung «Haute Horlogerie» arbeiten Uhrmacher bisweilen während neun Monaten an einer einzigen Uhr. Die Teile haben oft nur die Dimensionen von Staubkörnern. Bei Jaeger-LeCoultre ist das Gyro-Tourbillon der Stolz der Firma. Es enthält die Unruhe, welche der Uhr den Takt vorgibt, bestehend aus mehr als 100 Teilen und doch kaum ein Gramm schwer.

## Kleine Welt riesengross

Dieser Mikro-Wahnsinn wird in der Haute Horlogerie «Komplikationen» genannt, mit Minutenrepetitionen, in denen angeschlagene Klangdrähte die Zeit erklingen lassen, mit ewigen Kalendern oder nur schon einem «normalen» Tourbillon. Die Teile sind heute nur noch mit modernsten Werkzeugmaschinen herstellbar, auch wenn sie nachher von Uhrmachern und sehr vielen Uhrmacherinnen in wo-

chenlanger Arbeit zusammengebaut werden. Und dann schlägt plötzlich wieder die ganz alte Uhrmacherwelt durch. Jaeger-LeCoultre hat ein paar sehr alte Guillochier-Maschinen aufgetrieben – klobige Mönsterchen aus Holz, mit einem Drehfutter, einer Art Rund-Schraubstock einer alten Drehbank, und improvisiert scheinenden Gewichten. Sie heben das Gewicht des klobigen Aufspannwerkzeugs auf, sodass es mit Handrädern schwerelos nach allen Seiten bewegt werden kann. Auf eine Uhrenrückseite oder ein Zifferblatt lassen sich so, mit einem Stahlstichel, Strich für Strich komplizierte Muster zeichnen. Durch ein Mikroskop scheint die winzige Uhrenwelt riesig gross, das Werkzeug wird nur mit einem Finger sanft ans Werkstück gedrückt. Verändert man den Druck nur ganz leicht, wird der Strich breiter oder schmaler – malen mit Stahl auf Stahl und feinstem Gespür. «On peut s’amuser – et on peut s’oublier!», lacht die Uhrmacherin. Man hat Spass dabei – und kann sich dabei völlig vergessen.

Das ist es, was das Vallée de Joux ausmacht. Sich vergessen, wenn man dem Ufer des Sees entlangspaziert, wenn der Wind feine Staubwirbel aus Schneekristallen übers Eis treibt, während sie in den Häusern mikroskopisch kleine Wunderwerke bauen, hier in diesem kalten Tal zwischen den Welten.

— Text: **Andreas Schwander**



**Mehr dazu auf [strom-online.ch](http://strom-online.ch)**

– *Glanz und Krise der Schweizer  
Uhrenbranche.*

Gut zu wissen



## Die Energie der Uhren

Uhrmacher sind Meister darin, Energie in kleinsten Mengen zu erzeugen, zu speichern und zu portionieren. Als Speicher dienen meist Federn, und die Energie kam ursprünglich durch das Aufziehen in die Uhr. Buchstäblich «auf-gezogen» wurden die schweren Steine, welche den Kirchturmuhren als Energiequelle dienten. Mit dem automatischen Werk für Armbanduhrer erfand die Branche ein Uhrwerk, das sich dank der Bewegungen des Armes selbst aufzieht. Viele dieser Technologien wurden durch Batterien und elektrische Antriebe verdrängt, feiern aber teilweise ein Comeback. So gibt es Versuche mit Herzschrittmachern, die sich ähnlich wie automatische Uhren selbst aufziehen. Die Operation zum Wechsel der Batterien würde somit entfallen. Eine der spektakulärsten «Energemaschinen» der Uhrenbranche ist die «Atmos»-Uhr von Jaeger-LeCoultre. Sie zieht sich allein durch Änderungen der Temperatur im Gehäuse auf.



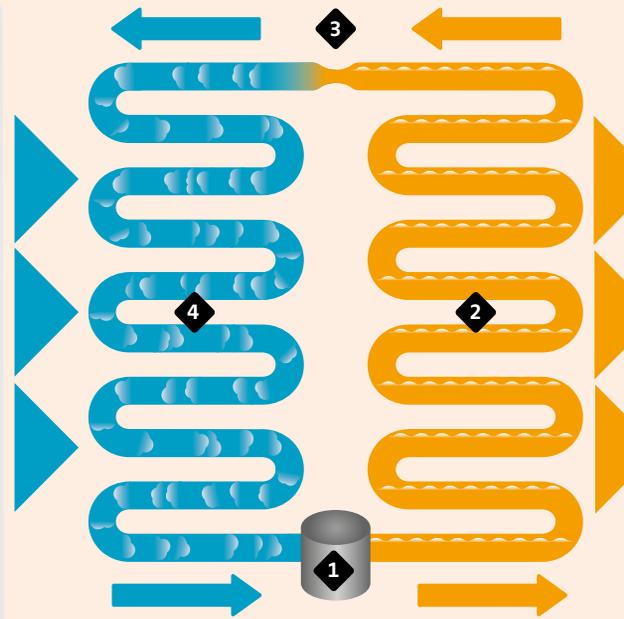
Kühlschrank und Wärmepumpe basieren auf demselben technischen Prozess: Bei beiden wird Wärme transportiert. Deshalb lassen sich Wärmepumpen auch zur Raumkühlung einsetzen.

# Kalt und warm nach dem gleichen Prinzip

— Text: Alexander Jacobi —

## Funktionsprinzip des Kühlschranks

Die entstandene Kälte wird zur Kühlung des Inhalts genutzt. Die Abwärme wird an die Umgebung abgegeben.



- 1 Kompressor (Verdichter)
- 2 Wärmeabgabe im Verflüssiger (Kondensator)
- 3 Drosselventil
- 4 Wärmeaufnahme im Verdampfer

## Effizienz von Kühlschränken nimmt zu

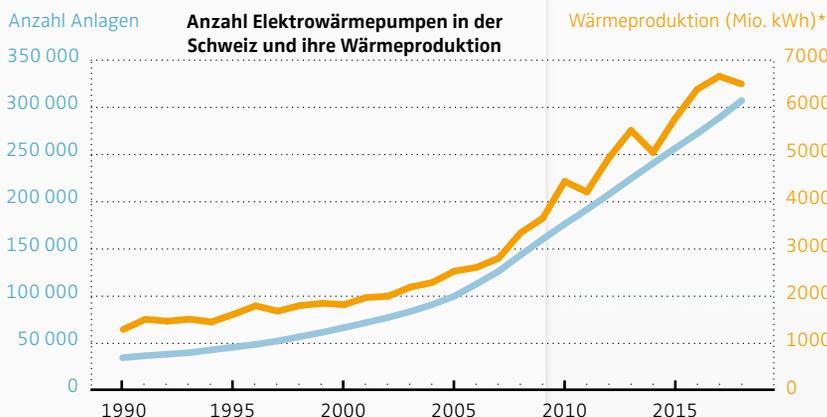
Von 1990 bis 2015 hat sich in der Schweiz die Effizienz typischer Kühlschränke verdoppelt. Grund dafür sind vor allem die Effizienzvorschriften der Europäischen Union und der Schweiz.



## Beliebte Wärmepumpen

In der Schweiz wird bei rund 90 Prozent der Neubauten als Heizung eine Wärmepumpenanlage eingebaut. Wird zum Antrieb Ökostrom verwendet, ist dies eine klimaschonende Art zu heizen.

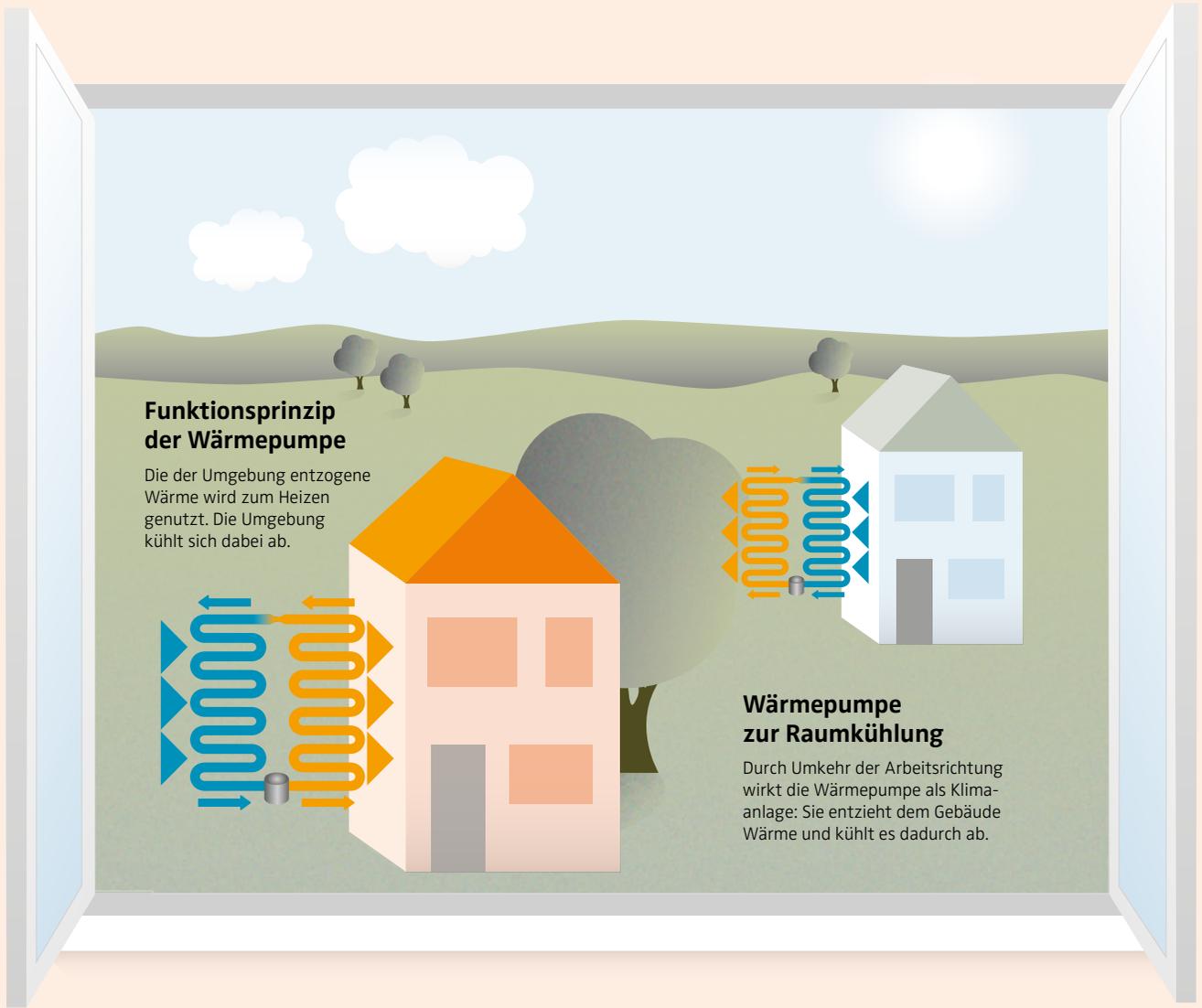
Quelle: Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2018



\* Die Schwankungen der Wärmeproduktion sind witterungsbedingt.

## Stromverbrauch

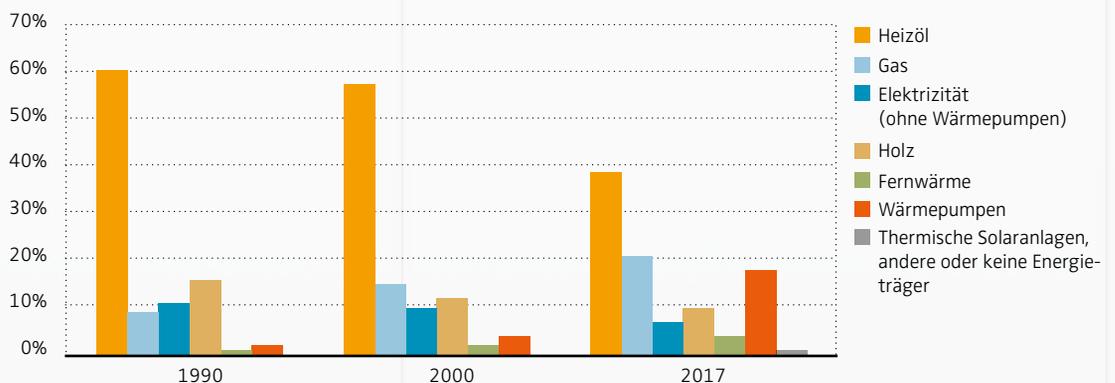
Der Stromverbrauch der rund 307.000 Wärmepumpen in der Schweiz betrug 2018 rund 2,0 Mrd. Kilowattstunden. Die rund 4 Mio. Küchenkühlgeräte benötigen jährlich rund 1,2 Mrd. Kilowattstunden. Zum Vergleich: Der Gesamtstromverbrauch der Schweiz lag 2018 bei rund 58 Mrd. Kilowattstunden.



### Starke Zunahme der Elektrowärmepumpen beim Heizen

Während in der Zeit von 1990 bis 2017 der Anteil des Heizöls deutlich zurückgeht (von 61 auf 39%), nimmt der Anteil Wärmepumpen markant zu (von 2 auf 18%), ebenso der Anteil des Gases (von 9 auf 21%).

Anteile der Energieträger fürs Heizen in der Schweiz



Quelle: Bundesamt für Statistik – Erhebung der Energieträger von Wohngebäuden (SETW)

Genauere Daten sind entscheidend für die Netzstabilität, wenn mehr Solar- und Windenergie direkt ins Verteilnetz eingespeist wird. Ein Projekt in Arbon zeigt, wie das funktionieren könnte.

# Messen statt graben

Die alte Energiewelt war ziemlich einfach. In den grössten Einheiten wurde der Strom produziert und ins Höchstspannungsnetz eingespeist. Dann verästelte sich das System von den dicken Strängen immer feiner bis zu den Kaffeemaschinen und Rasierapparaten der Konsumenten. Diese Welt ändert sich nun dramatisch. Da, wo früher nur konsumiert wurde, wird nun auch produziert, vor allem mit privaten Solaranlagen. Plötzlich gibt es damit im Verteilnetz nicht mehr die bisherigen, immer feineren Äderchen. Da fliesst an einem Ort plötzlich kein Strom mehr und an einem anderen viel mehr als ursprünglich vorgesehen, etwa weil in einer früher praktisch verbrauchlosen Tiefgarage plötzlich mehrere Elektroautos gleichzeitig geladen werden. Solche Schräglagen im Stromnetz sind mit den bisherigen Messmethoden schwierig zu erkennen. Aufgrund dieser unscharfen Informationen gestaltet sich eine exakte Netzplanung oft schwierig.

## Daten von Smartmetern grenzen Probleme im Netz metergenau ein

Ein Team von Technikern, Ingenieuren und Informatikern von Siemens Schweiz, der Universität Lugano und der Fachhochschule Nordwestschweiz in Brugg/Windisch hat deshalb zusammen mit dem Netzbetreiber Arbon Energie AG nach neuen Wegen gesucht. Die Stadt am Bodensee wurde ausgesucht, weil das ganze Verteilgebiet der Arbon Energie AG seit längerem vollständig mit intelligenten Stromzählern ausgerüstet ist. Dagegen sollen gemäss Gesetzesauftrag in der ganzen Schweiz erst Ende 2027 in 80 Prozent aller Haushalte Smartmeter den Stromverbrauch messen. Die lückenlose Abdeckung mit Smartmetern in Arbon erlaubt es, den Netzzustand mit dem genauen Zustand aller Leitungen zu erheben und grafisch darzustellen. Damit weiss der Netzbetreiber ganz genau, an welchen Punkten zu welchen Zeiten Überlastungen auftreten. Falls Netzverstärkungen nötig sind, kann er nun punktgenau graben, statt einfach mit einer grossen Sicherheitsmarge viel mehr Kupfer in den Boden zu versenken. Und oft muss man im Gegensatz zu früher überhaupt nicht mehr die Strassen aufreissen. Wenn die Lage des Engpasses dank der genauen Messungen präzise bekannt ist, kann man ihn auch mit cleverem Schalten entschärfen. Werden die Daten der Smartmeter im Verteilnetz richtig genutzt, muss weniger gegraben werden – auch wenn viel mehr Solarstrom ins Netz gelangt als früher. — Text: Andreas Schwander



Wo jetzt, oder besser gar nicht? Dank genauer Daten von intelligenten Stromzählern wird deutlich weniger geschaufelt – und erst recht nicht mehr da, wo es gar nicht nötig ist.

Gut zu wissen



## Mit etwas Hilfe des Bundes

Das Forschungsprojekt SCCER (Swiss Competence Center of Energy Research) in Arbon wurde durch ein Förderprogramm von Innosuisse, der Schweizerischen Agentur für Innovationsförderung (früher KTI), finanziell unterstützt. Ziel des Programms ist die Entwicklung von Methoden und Lösungen für den nachhaltigen und stabilen Betrieb des Energienetzes bei der Umsetzung der Energiestrategie 2050.

# Mitmachen und gewinnen!

ironische Bezeichnung für: Zürich	französisches Fürwort	römischer Liebesgott Teilung des Zellkerns		Hauptstadt der Philippinen	Rheinort im Kanton SH ein Gebiet abwerten		Rhätische Bahn (Abk.) männl. Schwein	Höhenlage
						4		
Löwe (engl.)			5	Spitzname des Baslers Fussglied				
Stroh, leichtsinn. Mensch						6	Verein (Abk.) Schmiermittel	
Sportanlage	besonders harter Triathlonwettkampf	Gestalt in «Fidelio» mehrfarbig						
					2	Fussballklub Madrids	ägyptische Stadt mit Staudamm	
			7	Giftschlange	ungarischer Weinbauort hohle Stange		8	
ehemaliger Schweizer Velosportler (Beat)		Schicksalsgöttin unbestimmter Artikel					griech. Siegesgöttin	eidgenöss. Forschungsanstalt (Kzw.)
nach Abzug d. Steuern					seichte, kl. Bucht westliche Grossmacht	3		
		chem. Element Gigabyte (Abk.)					9	
Schweizer Aktienindex (Abk.) frz. Stadt							Kapitel (Abk.)	1
US-Staat Nebraska (Abk.)					Stierkampfplatz			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----



Zwei Möglichkeiten, wie Sie mitmachen können:

1. Geben Sie das Lösungswort online ein: [strom-preisraetsel.ch](http://strom-preisraetsel.ch)
2. Senden Sie uns eine Postkarte mit der Lösung an Infel AG, «Strom»-Preisrätsel, Postfach, 8099 Zürich.

**Teilnahmeschluss:**  
**20. Dezember 2019**

Das Lösungswort des letzten Preisrätsels lautete: «TRAFOTURM»

**Wir gratulieren:**

1. Preis Hans Sauser aus Solothurn gewinnt ein Familienwochenende in Anzère.
2. Preis Orn-Uma Gmür aus Arbon gewinnt eine Leserreise für zwei Personen.

 **Ihr Feedback freut uns.**

Schreiben Sie uns Ihre Meinung: Infel AG, Redaktion «Strom», Postfach, 8021 Zürich [redaktion@strom-online.ch](mailto:redaktion@strom-online.ch)

**Impressum**

96. Jg. | Erscheint vierteljährlich | Heft 4, 2. Dezember 2019 | ISSN-1421-6698 | Verlag, Konzept und Redaktion: Infel AG; Redaktion: Andreas Schwander, Alexander Jacobi | Projektleitung: Andrea Deschermeier | Layout: Flurina Frei, Sandra Buholzer | Druckpartner: Outbox AG | Anzeigen: Daniela Bahnmüller, [db@verlagsberatung.ch](mailto:db@verlagsberatung.ch) |

 **Mehr Beiträge finden Sie online.**

Beiträge aus vergangenen Ausgaben, Infografiken und die Anmeldung zum Newsletter finden Sie unter [strom-online.ch](http://strom-online.ch)

gedruckt in der **schweiz**



 **1. Preis: Entdeckungsreise im Tal der Uhren**

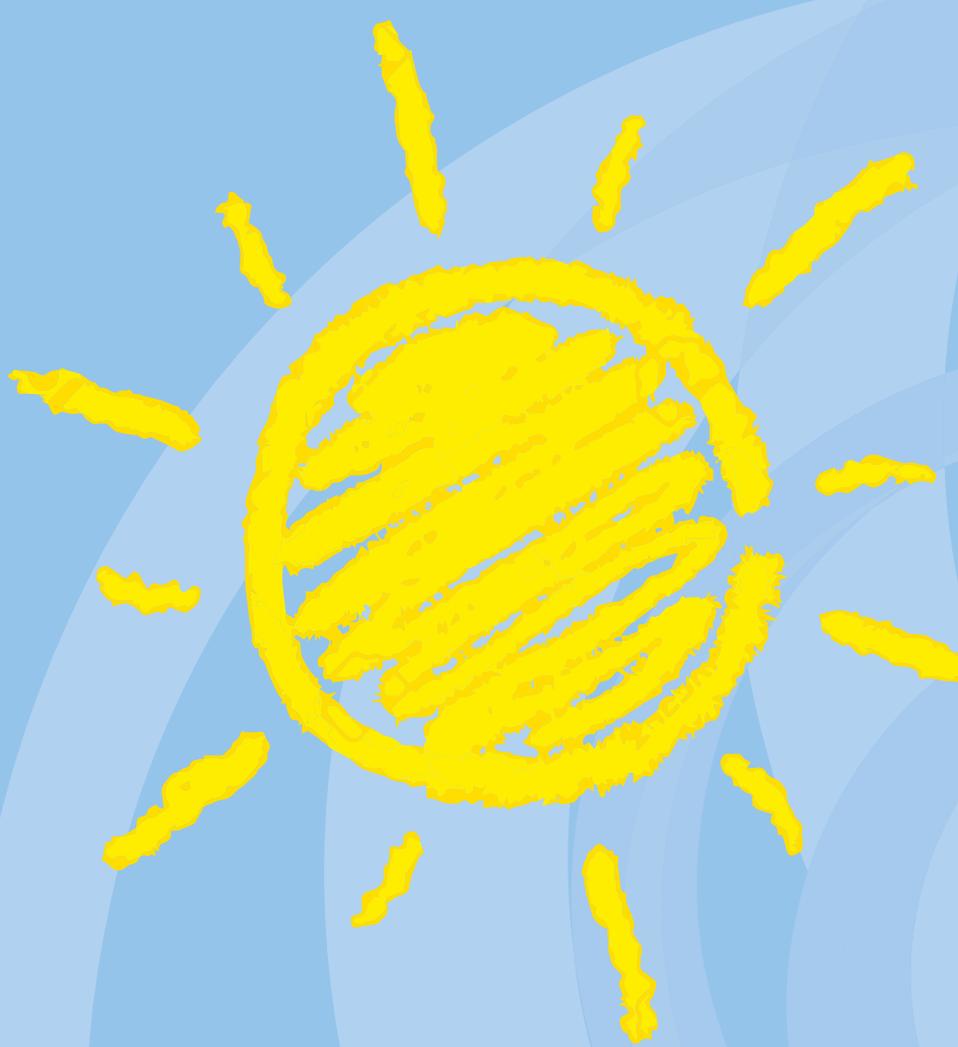
**EIN WOCHENENDE IM VALLÉE DE JOUX**  
Das \*\*\*Hotel Restaurant Bellevue Le Rocheray in Le Sentier am Lac de Joux lädt zwei Personen für ein Wochenende (Übernachtung und Frühstück) ins Vallée de Joux ein. Zudem offeriert das Tourismusbüro zwei Eintritte ins neu gestaltete Uhrenmuseum «Espace Horloger». [rocheray.ch](http://rocheray.ch)



**2. Preis: Poetischer Lichterzauber am Licht-Festival in Murten**

**LESERREISE FÜR ZWEI PERSONEN**  
Während des Licht-Festivals taucht das Städtchen Murten dank Dutzenden von Lichtkünstlern ein paar Tage lang in poetischen Lichterzauber ein. Eurobus lädt ein zu einer Reise nach Murten, mit Zeit zum Schlendern und einer Fondue-Schiffahrt auf dem See. [eurobus.ch](http://eurobus.ch)

Die Rätselpreise wurden von den Anbietern freundlicherweise zur Verfügung gestellt.



# Mein m<sup>2</sup> Sonne

Jetzt Solarflächen pachten  
und nachhaltig profitieren.

[www.arbonenergie.ch/arbon\\_solar](http://www.arbonenergie.ch/arbon_solar)

arbon *energie*