

vernetzt

Das Magazin der Arbon Energie AG
für Strom, Wasser, Nahwärme und Telekommunikation

**Wasserstoff
rettet das Klima** Seite 6

Dampf und Nebel auf
dem Thunersee Seite 10

Zu wenig negative
Strompreise Seite 14



Liebe Leserin, lieber Leser

Neben der Pandemie steht wieder der Klimawandel auf der Traktandenliste. Hier müssten wir ähnlich konsequent sein wie bei der Pandemie, da wir ansonsten Gefahr laufen, die Klimaziele wohl eher nicht zu erreichen. Die Empa in Dübendorf hat alle Elektromobile, Solarzellen, Speicherseen und Flusskraftwerke in ein mathematisches Modell eingebaut. Am Schluss bleibt eine Lücke, in der im Winter die Energie fehlt. Füllen lässt sie sich mit Wasserstoff und seinen Folgeprodukten, Methan oder synthetische Flüssigkraftstoffe, die sich leicht transportieren und lagern lassen. Zudem lassen sich «kurzfristige» Lücken durch grössere Batteriespeicher und intelligente Stromnetze überbrücken. Das mag ineffizient erscheinen, ist aber schnell realisierbar. Geschwindigkeit ist in der Klimafrage die neue Effizienz.

Ein anderes System, das lange die Welt beherrscht hat, ist die Dampfmaschine. Auch sie war nicht effizient, aber sie hat eine unvorstellbar rasante Entwicklung ermöglicht. In ihrer schönsten Form gibt es Dampfmaschinen auf dem Thuner- und Brienersee in den Raddampfern «Blümlisalp» und «Lötschberg» und bald auch wieder in der «Spiez» mit einer hochmodernen Maschine.

Ich wünsche Ihnen eine anregende Lektüre.



Silvan Kieber
Geschäftsführer

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

www.arbonenergie.ch

CO₂ in Beton binden

Die weltweite Zementproduktion entlässt etwa viermal so viel Kohlendioxid in die Luft wie der gesamte globale Flugverkehr. Dies liegt nicht nur am grossen Energiebedarf (mit entsprechendem CO₂-Ausstoss) zum Heizen der Drehrohröfen in den Zementfabriken, sondern auch daran, dass bei der Zementherstellung ein chemischer Prozess abläuft, der weiteres CO₂ freisetzt. Der Spin-off Neustark der ETH Zürich hat nun eine Technologie entwickelt, wie Betonrecyclingwerke CO₂ dauerhaft in Betongranulat einlagern können. Das CO₂ wird in den Poren und an der Oberfläche des Granulats als Kalkstein gebunden. Dieses aufgewertete Granulat kann dann als Sand- und Kiesersatz in frischen Beton gemischt werden. Dank dem aufgewerteten Granulat benötigt man dafür weniger Zement – bei gleichbleibenden Eigenschaften. Das CO₂ stammt beispielsweise aus einer Biogasanlage, wo es als Nebenprodukt in hoher Konzentration anfällt und abgetrennt werden muss.



Webinare des AlpEnForCe

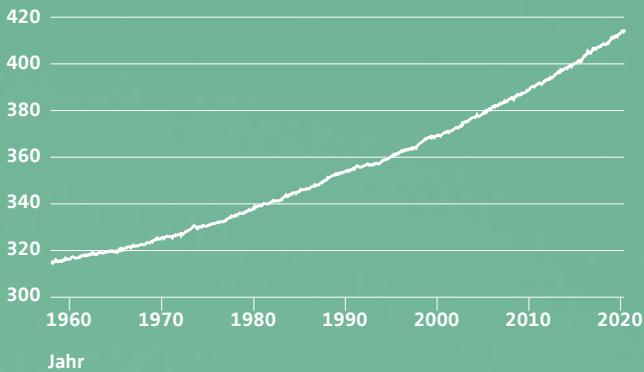
AlpEnForCe, die Stiftung Alpines Energieforschungszentrum, ist eine 2016 gegründete, nicht profitorientierte Forschungsinstitution in Disentis/Mustér GR, welche die interdisziplinäre Energieforschung zum Nutzen der Gebirgskantone und weiterer alpiner Regionen fördert. Mit Energie-Webinaren – also über das Internet (Web) abgehaltenen Seminaren – werden Energiethemen in die Diskussion zwischen Wissenschaft und Bevölkerung gebracht.

Nächste Webinare und Anmeldung:
alpenforce.com/de/webinare

CO₂ in der Atmosphäre nimmt trotz Pandemie zu

Die Messstation Mauna Loa ist eine meteorologische Forschungsstation auf dem gleichnamigen Vulkan auf Hawaii. Dort wird seit 1958 der Kohlendioxid-(CO₂-)Gehalt der Atmosphäre gemessen. Diese Messreihe heisst Keeling-Kurve – nach dem Forscher Charles David Keeling. Es handelt sich um die längste kontinuierliche Aufzeichnung der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre. Die Messungen zeigen, dass der CO₂-Gehalt unentwegt steigt. Hauptgrund ist die Verbrennung der fossilen Energieträger Kohle, Erdöl und Erdgas. Auch die durch die Coronavirus-Pandemie verursachte Drosselung der wirtschaftlichen Aktivitäten und dadurch des Energieverbrauchs hat den Anstieg kaum gebremst. Die CO₂-Konzentration lag 2020 bei über 410 ppm (parts per million, Teilchen pro Million). Vor Beginn des Industriezeitalters betrug dieser Wert 280 ppm. Die feinen jahreszeitlichen Schwankungen der Kurve sind darauf zurückzuführen, dass durch das pflanzliche Wachstum während der Vegetationsperiode viel CO₂ aus der Atmosphäre verbraucht wird. Dadurch sinkt der CO₂-Gehalt. Ausserhalb der Vegetationsperiode steigt er dafür umso mehr an.

CO₂-Gehalt der Atmosphäre (ppm)



Quelle: University of California San Diego, Primary Mauna Loa CO₂ Record



«Es ist eine traurige Realität, dass es sich in der Schweiz nicht lohnt, in die Energiewende zu investieren.»

Christoph Brand, CEO Axpo

Die graue Energie von Bauten muss abnehmen

Die Energie zum Betrieb von Gebäuden (vor allem Heizwärme und Strom) und die damit verbundene Umweltbelastung nehmen seit Jahren ab. Anders sieht das beim Energieaufwand für das Herstellen der Baumaterialien und das Errichten des Gebäudes (die sog. graue Energie) aus: Diese nimmt kaum ab. Dasselbe gilt für die Treibhausgasemissionen und die Gesamtumweltbelastung durch den Gebäudebau. Für das vom Bundesrat 2019 beschlossene Ziel «Netto null CO₂» bis 2050 muss deshalb die graue Energie von Bauten abnehmen. Am einfachsten erfolgt dies durch die Verwendung von Baumaterialien mit tiefer CO₂-Belastung wie Holz.

Recycling von Lithiumbatterien

Der Elektrofahrzeughersteller Kyburz (Freienstein ZH) ist bekannt wegen seiner Dreiradroller, welche die Schweizerische Post im Einsatz hat. Um das Recycling der Lithiumbatterien, das bislang extern erfolgte, nachhaltiger zu machen, entwickelte das Unternehmen zusammen mit der Eidgenössischen Materialprüfungs- und -forschungsanstalt Empa, St. Gallen, ein Verfahren, bis dem bis zu 91 Prozent der in den Batterien enthaltenen Metalle wiedergewonnen werden können. Eine solche Anlage wurde im September 2020 in Betrieb genommen. Das neue Verfahren setzt nicht auf das Schreddern der Akkus, sondern auf Zerlegung.



Die Frage 

Was heisst «Netto null CO₂»?

Der Weltklimarat zeigt in seinem Bericht von 2018 auf, dass der Nettoausstoss von Treibhausgasen auf null reduziert werden muss, um die globalen Temperaturen zu stabilisieren. Netto null bedeutet, dass nicht mehr Treibhausgase ausgestossen werden, als natürliche und technische Speicher aufnehmen können. Natürliche Speicher sind zum Beispiel die Ozeane oder Wälder, die wachsen. Technische Speicher lagern CO₂, das zuvor aus Abgasen oder aus der Atmosphäre abgeschieden wurde, ein, zum Beispiel in tiefen Gesteinsschichten.

Wollen Sie auch etwas wissen zu einem Energiethema? Senden Sie Ihre Frage an: redaktion@strom-online.ch

Erste industrielle Power-to-Gas-Anlage der Schweiz

Photovoltaik und Wind produzieren manchmal Überschussstrom. Eine Möglichkeit, diesen in eine andere Energieform überzuführen, sind sogenannte Power-to-Gas-Anlagen: Sie produzieren durch Elektrolyse Wasserstoff. Dieser lässt sich – in beschränkten Mengen – direkt ins Erdgasnetz einspeisen oder unter Verwendung von CO₂ in Methan umwandeln. In Dietikon ZH entsteht seit September 2020 die europaweit grösste Power-to-Gas-Anlage mit mikrobiologischer Methanisierung. Sie wird auf Basis einer Elektrolyseleistung von 2500 Kilowatt ab Ende 2021 synthetisches Methan in das Erdgasnetz einspeisen. Die Standortvoraussetzungen sind ideal, da auf dem Areal des Limmattaler Regiowerks Limeco eine Kehrlichtverbrennungsanlage erneuerbaren Strom liefert und zusätzlich das im Klärgas vorhandene CO₂ aus der Abwasserreinigung nebenan verwertet werden kann. Künftig sollen so jährlich 4000 bis 5000 Tonnen CO₂ eingespart werden.

Grösster Batteriespeicher der Schweiz in Betrieb

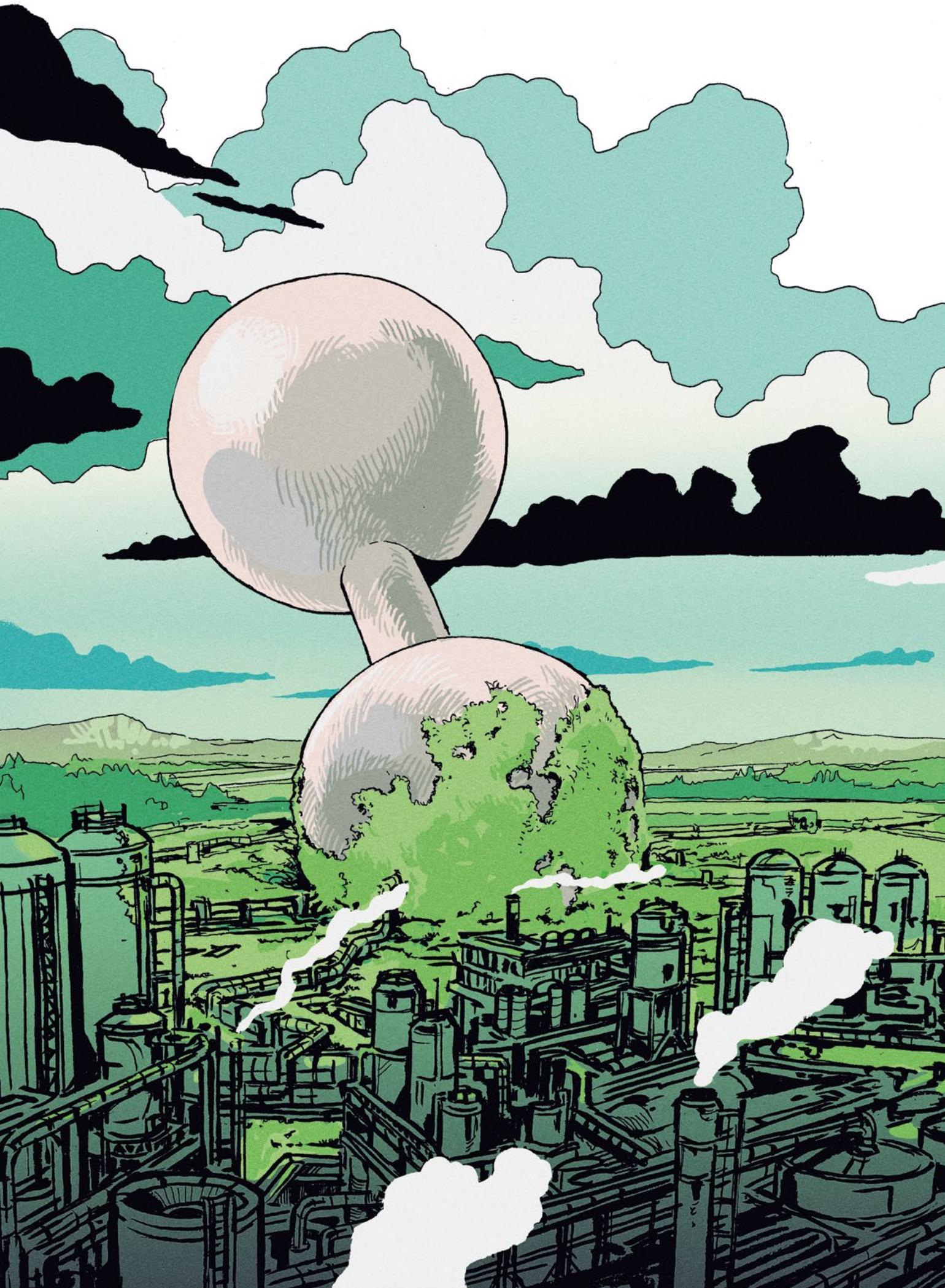
In Ingenbohl SZ steht der grösste Batteriespeicher der Schweiz. Seit Oktober 2020 liefert er Regelleistung ins Stromnetz. Das heisst, dass er kurzzeitig Strom liefern kann (wenn es gerade zu wenig hat) oder Strom speichern kann (wenn es gerade zu viel hat). Der Speicher gehört der MW Storage AG, bewirtschaftet wird er von Alpiq. Das Batterieprojekt ist privat finanziert, kommt also ohne Subventionen aus. Der Speicher hat eine Leistung von 20 000 Kilowatt und eine Kapazität von 18 000 Kilowattstunden.



Weiteres Kraftwerk am Rheinfall?



Die Wasserkraft an der natürlichen Geländestufe des Rheinfalls wurde schon im 11. Jahrhundert für eine kleine Mühle genutzt. Seit 1889 wird am Rheinfall Strom produziert. Die Leistung des Kraftwerks ist mit 5160 Kilowatt eher bescheiden, die Jahresproduktion liegt bei 40 Mio. Kilowattstunden. Nun will die Schaffhauser Regierung die Energiegewinnung am Rheinfall ausbauen. Ein neues Kraftwerk soll ab einem Rheinabfluss von 250 Kubikmetern pro Sekunde (m³/s) bis zu einem Fünftel des Wassers turbinieren, maximal aber 125 m³/s. Das bestehende Kraftwerk weist eine Ausbauwassermenge von 28 m³/s auf. Die politische Kunst wird sein, die Produktion erneuerbaren Stroms mit den Anliegen des Landschafts- und des Umweltschutzes sowie des Tourismus in Einklang zu bringen.



Das kleinste Molekül soll endlich Grosses vollbringen – auch wenn es bisher eher enttäuscht hat.

Weltmaschine Wasserstoff

Text: Andreas Schwander —



Mehr dazu auf strom-online.ch

- Das Projekt «move» der Empa
- Wasserstofflastwagen von Hyundai
- Zukunft war gestern: Als bei Tupolew ein Passagierjet mit Wasserstoff flog

«In 20 Jahren funktioniert alles mit Wasserstoff. Und das wird auch in 20 Jahren noch so sein», lautet der Witz, der schon seit den 1970er-Jahren kursiert. Damals ging es noch darum, die wohl bis ins Jahr 2000 erschöpften Öl- und Gasquellen zu ersetzen, mit Atomstrom. Wasserstoff, «Hydrogen», hätte die «Hydrocarbons», die fossilen Energien, ersetzen sollen, jene Weltmaschine aus Öl, Gas und Kohle, die alles antreibt, von Kraftwerken über Heizungen bis zu den Autos. Wasserstoffautos gab es schon, der Flugzeugbauer Tupolew hatte einen Passagierjet auf den Betrieb mit Wasserstoff und Erdgas umgerüstet. Später sagte Chefkonstrukteur Wladimir Andreev über sein Projekt: «Genetische Versuche macht man mit Fliegen. Wir versuchten es mit Elefanten. Darum sind wir gescheitert.» 2020 hat Airbus erneut fliegende Wasserstoff-Elefanten angekündigt.

Brennstoffzelle aus Basel

Auch die Brennstoffzelle ist nicht neu. Sie wurde von Friedrich Schönbein an der Universität Basel im Jahr 1838 erfunden, nur 13 Jahre nach der ersten kommerziellen Fahrt einer Dampflokomotive. Seither ist sie Zukunftstechnologie.

Die Wasserstoffbegeisterung kam in Wellen und hinterliess Zynismus. Seit es mit der Batterietechnologie vorwärtsgeht, haben sich einige Autokonzerne einmal mehr vom Wasserstoff verabschiedet. «Für Autos ist der Zug wahrscheinlich abgefahren», sagt Diego Jaggi, Chef und Gründer der Firma Esoro in Fällanden bei Zürich. Seine Firma macht Vorentwicklungen für führende Autokonzerne

und hat vor drei Jahren einen Brennstoffzellen-Lastwagen auf die Strasse gebracht. «Die Technologie ist komplex, und es gibt für Autos noch immer viel zu wenige Tankstellen», sagt er. Bei Lastwagen sei das anders. Sie fahren definierte Routen, sind jeden Tag bis zu 16 Stunden unterwegs und brauchen einen schnellen Tankvorgang. Autos stehen täglich mehr als 23 Stunden und können am Kabel hängen. Beim LKW ist das tiefere Gewicht entscheidend. Schwere Batterien fressen viel Nutzlast weg. Hyundai lanciert nun in der Schweiz Autos und Lastwagen mit Brennstoffzellenantrieb. Die Koreaner verkaufen bisher noch keine schweren Nutzfahrzeuge in Europa. So kannibalisieren sie mit Wasserstoff-LKWs keine bestehenden Märkte.

Die verlorenen Jahrzehnte, die gross-spurig angekündigten und kleinlaut beendeten Projekte, sie alle geben den Zynikern recht. Darunter sind auch viele Fachleute, die einmal daran geglaubt haben. Die Wasserstoffdiskussion drehte sich immer darum, welche Fahrzeuge, Flugzeuge, Heizungen oder Schiffe mit H₂ angetrieben werden könnten, wie die Technologie aussehen müsste und warum sie scheiterte. Und ganz im Versteckten klingen wohl noch immer jene Ängste mit, welche die Bilder des brennenden Luftschiffs «Hindenburg» ins öffentliche Gedächtnis eingebrannt haben, obwohl damals, 1937 in Lakehurst, nicht der Wasserstoff, sondern der Lack der Baumwollhülle der Brandbeschleuniger war.

In der ganzen Kakophonie Tausender Einzelinteressen, Einzelprojekte und Einzelbedenken verfolgt Christian Bach, Leiter

H₂

**WIND UND SONNE
LIEFERN STROM
FÜR ELEKTROLYSE**



CH₄

WASSERSTOFF WIRD ZU METHAN IM ERDGASNETZ

der Abteilung Fahrzeugantriebssysteme an der Empa in Dübendorf, mit dem interdisziplinären Projekt «move» einen völlig anderen Ansatz. Er schaut sich nicht nur die Vor- und Nachteile einzelner Technologien an, sondern rollt das Problem von hinten her auf und fängt beim Energiesystem an.

Das grosse Energie-Puzzle

Im Motorenlabor unter seinem Büro findet sich alles, was in der Vergangenheit die Zukunft bedeutet hat. Hier werden Motoren weiterentwickelt, Wärmeströme in Batterien simuliert und Wasserstoffautos vermessen. Hier steht eine zehnjährige, mit Wasserstoff betriebene Strassenkehrmaschine, die nun als rein batterieelektrische Version vermarktet wird. Und hier gibt es auch Teststände für Lastwagen-Dieselmotoren. «Unter den Herstellern herrscht ein Wettlauf, wer zuerst 50 Prozent Wirkungsgrad erreicht», sagt Christian Bach. Das wäre gleich gut wie ein Brennstoffzellenantrieb. «Wichtig ist, dass Effekte gefördert werden, wie etwa niedrigste CO₂-Emissionen, und nicht einzelne Technologien», betont er. Wenn es auf Basis des Dieselmotors geht, ist das auch gut.

Weder die neuen Dieselmotoren noch die alten Brennstoffzellen sind «Welt von gestern». Sie sind Puzzleteile im Projekt «move». Ohne fossile Energieträger muss die Energiewelt überwiegend elektrisch sein. Ohne Kernkraft fehlen in der Schweiz aber jährlich 25 Terawattstunden (TWh) Strom. Das lässt sich mengen-

mässig mit Solarstrom kompensieren – aber nicht als Bandleistung. Solarstrom fällt vor allem im Sommer und tagsüber an. Es braucht neue Speichersysteme, um die Energie in die Nacht, den Nebel und in den Winter zu retten. Zudem fehlt es an Netzkapazitäten, wenn neben den heutigen Stromverbrauchern auch Verkehr, Heizung und Industrieproduktion erneuerbar-strombasiert werden sollen.

«Energiewelt» im Modell

Mit dem Projekt «move» sucht die Empa die Quadratur des Kreises: Das neue Energiesystem muss vollständig erneuerbar sein, kaum neue Infrastruktur benötigen, kein CO₂ ausstossen und Klimagase aus der Atmosphäre entfernen. Es muss sich in aktuelle Handelsströme integrieren und die bestehende Infrastruktur nutzen. Das alles haben Christian Bach und sein Team in eine grosse Rechnung eingebaut. Das Resultat: Die Schweiz wird auf Importe angewiesen sein, insbesondere im Winter. Aber ohne erneuerbare Energieversorgung im Winter ist die CO₂-Reduktion nicht möglich. Doch Wasserstoff kann es möglich machen.

Denn erneuerbare Energie gibt es auf der Welt mehr als genug. Wasserstoff kann aus temporär überschüssigem Strom hergestellt werden. Bei grossen Wind- und Solarfarmen lässt er sich in gasförmige und flüssige Treibstoffe umwandeln, sogenannte E-Fuels. Sie treiben konventionelle Strassenfahrzeuge an, aber auch Flugzeuge und Schiffe. Für E-Fuels gibt es mit Tankern und Pipelines bereits eine weitverzweigte Transport- und Lagerinfrastruktur. E-Gas kann in beliebigen Konzentrationen ins Gasnetz eingespeist werden und das fossile Gas verdrängen. Regio Energie Solothurn hat in ihrem Hybridwerk im Rahmen des europäischen Projekts Store&Go die biologische Methanisierung erfolgreich getestet. Die Empa arbeitet an einem weiterentwickelten katalytischen Konzept. Mit einem weiteren Verfahren, der sogenannten Pyrolyse, kann E-Gas in Wasserstoff und Kohlenstoff aufgespalten werden, und zwar so, dass der Kohlenstoff nicht in Form von gasförmigem CO₂ anfällt, sondern als festes schwarzes Pulver, ungiftig, leicht lager- und transportierbar. Davon gäbe es riesige Mengen, die mit Beton und Asphalt vermischt werden

könnten. Diese Wasserstoffwelt könnte aus der Atmosphäre mehr CO₂ entfernen, als sie ausstösst. Negative Emissionen im grossen Stil sind nötig, um das Netto-null-CO₂-Ziel zu erreichen. Denn unvermeidliche CO₂-Emissionen, wie etwa jene aus der Landwirtschaft, werden bleiben. «In Powerpoint-Präsentationen kann man das alles sehr schön und einfach darstellen», sagt Christian Bach. «In der Realität ist es aber viel komplexer. Deshalb wollten wir das mit einem real funktionierenden Modellbetrieb machen, der belastbare Zahlen liefert.» Das Modell dieser postfossilen Energiewelt ist in der «move»-Halle der Empa seit rund fünf Jahren am Entstehen: drei Stockwerke hoch, mit Batteriespeichern, einer Schnellladesäule, einem Elektrolyseur, Rohren, Wasserstofftanks und Kompressoren, einer Wasserstoff- und Gastankstelle und auch bald mit einer Methanisierungsanlage.

Der Teufel und die Details

Kaum wird's praktisch, kommt der Teufel mit seinen Details. Viele Vorschriften für Energieanlagen sind veraltet und für neue Technologien schlecht anwendbar. Parallel zum Aufbau der neuen Energietechnologien müssen deshalb auch die Regulierungen angepasst werden. Und dann sind da noch immer die ewigen Kritiker, die sagen, ein Wasserstoffauto brauche mehr als doppelt so viel Strom wie ein Elektroauto, die Umwandlung von Strom in Gas sei ineffizient. Das ist laut den Empa-Spezialisten nicht wirklich falsch, aber auch nicht ganz korrekt. «Entscheidend ist nicht die Teilsystemeffizienz», sagt Christian Bach, «sondern die Effizienz des Gesamtsystems. Wenn ineffiziente Teilsysteme die Gesamtsystemeffizienz erhöhen, wie dies mit Wasserstoff möglich ist, muss man diese Technologie einsetzen.» Sonnenenergie ist weltweit im Überfluss vorhanden. «Um den nicht durch die Wasserkraft gedeckten Bedarf der Schweiz im Winter sowie den Langstreckenverkehr ausschliesslich mit synthetischen Energieträgern zu decken, wäre eine Photovoltaikfläche in einer Wüste von zirka 700 Quadratkilometern erforderlich», rechnet Christian Bach vor. «Das ist ein Quadrat von 26 mal 26 Kilometer.» Der Anteil der Schweiz an den internationalen Emissionen ist verschwindend klein. Aber die Schweiz ist

ein reiches Land mit besten wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Voraussetzungen. Wer sonst sollte denn solche Systeme entwickeln, die letztendlich alle brauchen?

Klimajugend an die Macht

Im Gegenwind der ewigen Bedenkenträger setzt Christian Bach seine Hoffnung auch in die Klimajugend. «Ich bin beeindruckt von der Ernsthaftigkeit und der Sachkenntnis vieler dieser Jugendlichen. Schon in wenigen Jahren übernehmen diese Leute führende Rollen in Politik und Wirtschaft. Das wird die Transformation beschleunigen», sagt er. Aber die Arbeit muss jetzt beginnen. Weitere 20-Jahre-Chancen für die «Weltmaschine Wasserstoff» wird es nicht mehr geben. Irgendwann ist es fürs Klima zu spät.

CO₂

PYROLYSE MACHT AUS TREIBHAUSGAS BAUMATERIAL



Auf Thuner- und Brienersee fahren zwei Dampfschiffe, die «Lötschberg» und die «Blümlisalp», im Volksmund «Lötsch» und «Blüemlere» genannt. Und bald kommt ein drittes dazu, das «Spiezerli».

Dampf und Nebel auf dem Thunersee

Im Herbst noch wurde geschweisst und geschraubt und gemalt am «Spiezerli», dem neuen alten Dampfschiff auf dem Thunersee. Es hat seit 1901 alle Stile durchgemacht, vom Jugendstil übers Dieselschiff bis zum «Shabby Chic» bei Ende des Betriebs. 1999 war das Schiff für den Weiterbetrieb zu schlecht beieinander, zum Verschrotten zu schade, aber zu schwer beladen mit den kollektiven Erinnerungen vieler Passagiergenerationen.

Dampf im 21. Jahrhundert

Nun ist es bereit, das Dampfschiff des 21. Jahrhunderts. Das Interieur ist elegant und intim. Alte Schiffe sind schmal und lang, die rassige Eleganz des Art déco kommt so besonders gut zur Geltung. Faktisch ist es ein neues Schiff in einer alten Hülle, wie Schiffsarchitekt Andreas Kindlimann erklärt. Da mussten wasserdichte Wände verschoben werden, moderne Sicherheitssysteme wurden eingebaut und viel mehr Technik. Früher galt «Aus dem See, in den See», heute gibt es Wasseraufbereitungsanlagen und Abwassersysteme mit Auffangtanks. Die neu entwickelte Dampfmaschine ist durch einen Glasboden und über Bildschirme sichtbar, eine Zweizylindermaschine der Winterthurer Firma DLM AG und ihres Chefingenieurs Roger Waller. Sie wird auch dem «Spiezerli» das geben, was Kapitän Beat Hodel an allen Schiffen so schätzt: einen eigenen Charakter.

«Auch wenn man zwei Schiffe exakt gleich baut, sind sie wahrscheinlich völlig unterschiedlich», erzählt er. Ein besonderes Charakterschiff ist die «Blümlisalp», der grosse und letzte Raddampfer auf dem Thunersee, in Dienst gestellt 1906, fünf Jahre nach der «Spiez». Die «Blüemlere» ist anspruchsvoll, zärtlich und zickig,

eine grosse alte Diva, die umsorgt werden will. Sie muss sorgfältiger behandelt und genauer gefahren werden als moderne Motorschiffe, verzeiht weniger sowohl auf der Kommandobrücke wie auch im Maschinenraum.

Zickig-zärtliche Diva

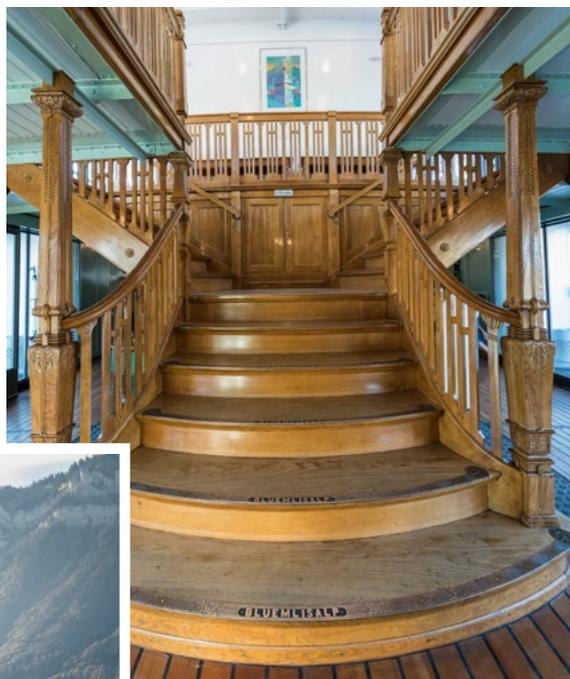
Mit dem Dampfer fährt Beat Hodel die «Ländten», die Landungsstege, in sehr flachem Winkel an. Wenn nur eine Person ein- oder aussteigen will, dauern An- und Ablegen kaum 20 Sekunden, ein genau choreografierter Tanz mit einem grossen Schiff. Es gehorcht nur bedingt technischen Befehlen. Das Ruder funktioniert hydraulisch, doch die Kommunikation mit dem Maschinenraum ist akustisch. Ein Pfiff mit der Dampfpeife signalisiert dem wartenden Publikum, dass gleich angelegt wird. Aber auch der Maschinist weiss, dass jetzt ein Manöver folgt und er Putzlappen und Ölkännchen liegen lassen und sofort auf Position zwischen den drei Sprechtrichtern gehen soll. «Rückwärts», sagt Beat Hodel ins Sprachrohr. Die Maschine bremst das Schiff sportlich ab. «Schlag vorwärts», die Schaufelräder machen eine halbe Drehung vorwärts. «Das Sprachrohr brauchen wir nicht zum Plaudern», sagt Beat Hodel. «Dafür haben wir das Bordtelefon. Am Sprachrohr gibt's nur wenige, genau definierte Kommandos.» Leinen fliegen und treffen die Poller. Das läuft mit Präzision, Routine und weitem Vorausschauen. Die Besatzung agiert wie die Mitglieder einer Balletttruppe, die sich gegenseitig nicht sehen können und trotzdem genau wissen, was die anderen machen. Wenn ein Boot die vom GPS vorgegebene Route kreuzt, wird schon früh der Kurs angepasst, und an Land merkt sich Beat



Hodel einzelne Bäume oder Gebäude. Wenn er an jenen «Points of no Return» vorbeifährt und es ist nicht jeder an seinem Platz, bricht er das Manöver ab.

Der See ist grosses Kino

Ein Spektakel bietet auch der See, vor allem dann, wenn das Wetter scheinbar schlecht ist. Dann spielt der See mit den Wolken, das Wasser zeigt alle paar Minuten andere Farben, und der Nebel enthüllt wie der Vorhang im Theater einmal diese Felswand und dann wieder jenes Schloss. Bei solchem Wetter kommt die Belle-Époque-Opulenz des Schiffs viel besser zur Geltung. Nach einer warm eingepackten, nasetriefenden Stunde draussen an Deck ist die Wärme des schwimmenden Palastes doppelt einladend. Es sind die Details, die das Schiff ausmachen, die Türbeschlä-



Damit niemand «Titanic» sagt, steht auf jeder Treppenstufe der Name des Schiffs. Der Raddampfer «Blümlisalp» ist ein Erlebnis – bei jedem Wetter und jeder Jahreszeit. Jahrelang im Kanderdelta dem Verfall preisgegeben, wurde das Schiff von Freiwilligen so lange erhalten, bis genug Geld beisammen war, um es in alter Pracht wieder auf dem Thunersee fahren zu lassen.

ge, die geschwungenen Formen des Jugendstils, die eleganten kleinen Salons, die auch privat vermietet werden, bei denen ein Kellner kurz klopf, um etwas zu bringen. Und natürlich die Dampfmaschine. Die ölgefüllten Schmiergläser wirbeln und tanzen auf der Maschine, sie lebt und gibt den Rhythmus des Schiffs vor. Dieser Rhythmus überträgt sich aufs Essen, die Möbel, das Geschirr, die Passagiere. Diesen Frühling soll es endlich so weit sein, die «Spiez» wird die ersten Gäste empfangen. Sie wird das erste «Dampfschiff des 21. Jahrhunderts» sein, mit Zicken und Charakter, für Hochzeiten und Geburtstage und vor allem auch für Fahrten an jenen Tagen, an denen das Wetter kalt und windig ist, wenn Nebelfetzen übers Wasser ziehen und der Thunersee am schönsten ist. — Text: **Andreas Schwander**



Mehr dazu auf strom-online.ch

- Die «Spiez» und ihre hochmoderne Dampfmaschine
- Hotellerie einer verschwundenen Welt im Grandhotel Giessbach

Gut zu wissen 

Belle Époque im Berner Oberland

Die neu vaporisierte «Spiez» ist im Berner Oberland in illustrier Belle-Époque-Gesellschaft. Neben der «Blümlisalp» betreibt die BLS auf dem Brienzersee den Raddampfer «Lötschberg» von 1914. Der Brienzersee ist rauer und bietet viele Highlights aus den Anfängen des Tourismus. Dazu gehören die Dampfzahnradbahn aufs Brienzer Rothorn und auch das Grandhotel Giessbach. Es gilt als eine der schönsten historischen Hotelanlagen der Schweiz und thront mitten in einem privaten Waldpark hoch über dem See, erschlossen von der ältesten Standseilbahn Europas direkt vom Schiffsteg her. Das Grandhotel ist der ideale Ausgangspunkt, um die Berner Oberländer Belle-Époque-Welt zu erkunden – mit all ihren Schiffen, Standseil- und Zahnradbahnen.

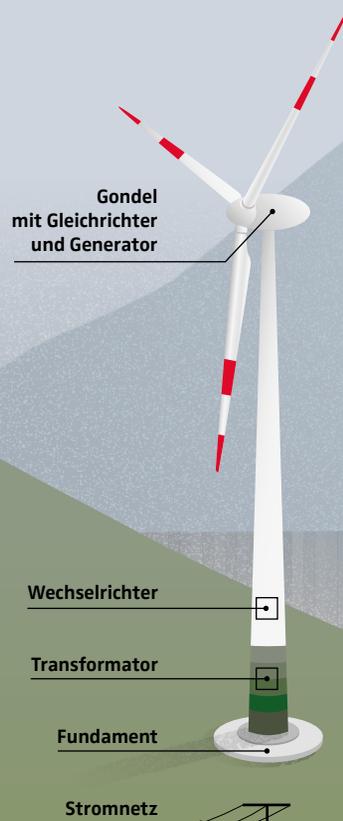
Im Herbst 2020 wurde auf dem Gotthardpass ein Windpark mit fünf Windturbinen in Betrieb genommen. Sie produzieren pro Jahr so viel Strom, wie 6000–7000 Durchschnittshaushalte* verbrauchen.

Winterstrom dank Windkraftwerken

— Text: Alexander Jacobi —

Die erneuerbaren Energien Wasserkraft und Sonne liefern vor allem im Sommer Strom. Bei der Windkraft ist es umgekehrt: Sie erzeugt zwei Drittel der Jahresproduktion im Winter. Deshalb kann sie die beiden anderen Energieformen gut ergänzen. Die Windkraft hat in der Schweiz Ausbaupotenzial: Ihr Anteil an der gesamten schweizerischen Stromproduktion beträgt lediglich 0,22 Prozent (2019). Zum Vergleich: In Österreich – mit ähnlichen Windverhältnissen – beträgt der Windstromanteil rund 10 Prozent, also 46-mal mehr, obwohl das Land nur rund doppelt so gross ist wie die Schweiz. Mit aktuell 42 Windanlagen bildet die Schweiz zusammen mit der Slowakei und Slowenien europaweit das Schlusslicht der Windstromerzeugung. Der neue Windpark am Gotthard wird die Schweizer Windstromproduktion um etwa 10–15 Prozent erhöhen.

* Annahmen: typischer 2-Personen-Haushalt in einem Mehrfamilienhaus ohne Elektroboiler, Jahresverbrauch 2800 Kilowattstunden



Stromerzeugung

- Windturbine dreht Generator
- Generator erzeugt Drehstrom mit variabler Spannung und Frequenz
- Gleichrichter erzeugt daraus Gleichspannung
- Wechselrichter erzeugt daraus Drehstrom mit konstanter Spannung und Frequenz
- Transformator erhöht die Spannung auf 16 000 Volt zur Einspeisung in eine bestehende Mittelspannungsleitung, die den Gotthardpass mit Airolo verbindet

Energierücklaufzeit

Bis eine Windenergieanlage so viel Energie erzeugt hat, wie Herstellung und Bau benötigt haben, dauert es etwa 5–8 Monate. Dies ist die Energierücklaufzeit. Die Lebensdauer der Anlage beträgt demgegenüber 20–30 Jahre.



Ökostrom aus der Nordsee

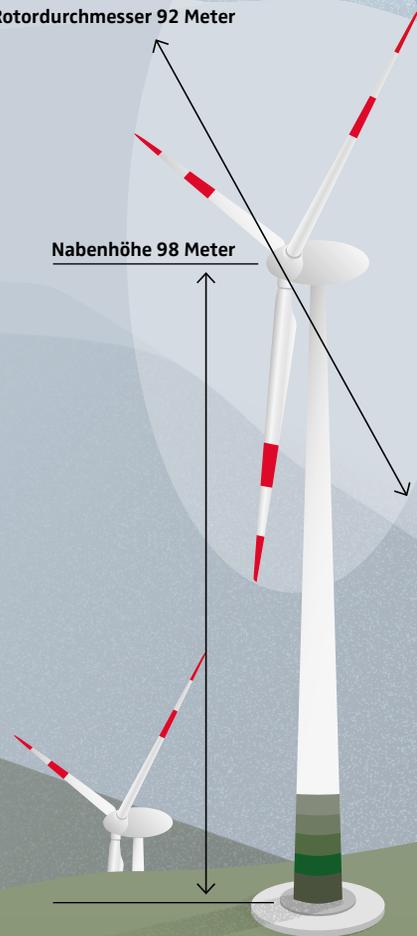
Gemeinsam mit 32 anderen Stadtwerken ist die Regio Energie Solothurn am Trianel-Windpark in Borkum, Deutschland, beteiligt. Dieser befindet sich rund 45 Kilometer vor der Insel Borkum und ist der erste rein kommunale Offshore-Windpark in der Nordsee. Seit der Inbetriebnahme im Jahr 2015 versorgen 40 Windkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von 200 Megawatt rund 200 000 Haushalte mit Ökostrom.

Technische Daten und Funktionsweise

Hersteller	Enercon
Typ	E-92
Anzahl Windenergieanlagen am Gotthard	5
Erwarteter Ertrag des Windparks	16–20 Mio. Kilowattstunden pro Jahr
Maximale Leistung pro Windenergieanlage	2350 Kilowatt
Drehzahl	5–16 Umdrehungen pro Minute
Getriebe	keines
Gewicht der Gondel (des Maschinenhauses auf der Turmspitze)	145 Tonnen, inkl. Rotorblätter (3×9,7 t), Nabe (33 t) und Generator (65 t)
Startgeschwindigkeit	ca. 7 km/h (leichte Brise)
Sturmregelung	<ul style="list-style-type: none"> – Reduktion der Drehzahl durch Rotorblattverstellung – Abschaltung bei Windgeschwindigkeiten über 120 km/h (Orkan)
Bremmung	<ul style="list-style-type: none"> – durch Rotorblattverstellung – im Notfall zusätzlich durch elektro-mechanische Rotorbremse

Rotordurchmesser 92 Meter

Nabenhöhe 98 Meter



Rotornabe

Generator

Gleichrichter

Antriebe zur Windnachführung

Gondel (Maschinenhaus)

Rotorblatt:

- verstellbar
- beheizbar (gegen Vereisung)

Turm



 Mehr zu den Dampfschiffen auf dem Thunersee: strom-online.ch/dampf

Inklusive

- Fahrt im Comfort-Bus
- Kaffee und Gipfeli im Bus
- Altstadtführung in Thun
- Dampfschiffahrt auf dem Thunersee
- Mittagessen auf dem Schiff
- Freie Besichtigung Interlaken
- Alle Reservationen
- Reiseorganisation

Belle Époque vor den Berner Alpen

Der Thunersee dampft

Thun ist das Tor zum Berner Oberland mit einer reichen Geschichte, die bis in die Jungsteinzeit zurückgeht und mit reichen archäologischen Funden belegt ist. Die Stadt bedeutet aber auch Armee und Wehrhaftigkeit mit ihren Kasernen und Rüstungsbetrieben und dem Schloss Thun. Wer zu Beginn des Tourismuszeitalters, Mitte des 19. Jahrhunderts, die Berner Alpen aus der Nähe sehen wollte, musste hier aufs Schiff umsteigen. Zeugen jener Zeit sind der Salondampfer «Blümlisalp» und die kleinere «Spiez», die 2020 eine nagelneue Dampfmaschine erhalten hat. Das «Spiezerli» ist somit eines der ältesten Schiffe der Schweiz und zugleich das modernste Dampfschiff der Welt. Wir reisen mit dem Bus nach Thun und erleben einen Stadtrundgang, der uns die facettenreiche Geschichte dieser Stadt näherbringt. Danach besteigen wir den Salondampfer «Blümlisalp» und geniessen in seinem spektakulären Jugendstil-Interieur das Mittagessen. In Interlaken gibt es genügend Zeit für einen ausgedehnten Spaziergang durch den Ort, bevor es dann heimwärts geht.



Anmeldebedingungen: Die Teilnehmerzahl ist beschränkt, daher erfolgt die Reservation nach der Reihenfolge der Anmeldungen. Sie erhalten eine Bestätigung. Annullierung: Eintägige Busreisen können nicht annulliert werden. Es gelten die Vertragsbedingungen der Eurobus-Gruppe, die Sie jederzeit bei Eurobus anfordern oder im Internet unter eurobus.ch einsehen können.

Ja, ich bin bei der
«Strom»-Leserreise mit dabei!

**Buchen Sie telefonisch unter 056 461 61 61
(Kreditkarte bereithalten)
oder online unter strom-leserangebot.ch**

**Preis pro Person: CHF 115.- inkl. MwSt.
(Kreditkartenzahlung, keine Reduktion mit Halbtax
oder GA, Rechnungszuschlag CHF 3.-).**

Ab Windisch / Aarau / Olten

Dienstag, 3. August 2021
Mittwoch, 18. August 2021
Donnerstag, 26. August 2021

Ab Winterthur / Zürich

Mittwoch, 4. August 2021
Dienstag, 17. August 2021
Freitag, 27. August 2021

Ab Zug / Luzern

Donnerstag, 5. August 2021
Mittwoch, 25. August 2021

Ab Biel / Lyss / Bern

Freitag, 6. August 2021
Donnerstag, 12. August 2021

Ab Münchenstein / Pratteln / Liestal

Dienstag, 10. August 2021
Donnerstag, 19. August 2021

Ab Jegenstorf / Solothurn

Mittwoch, 11. August 2021

Rückkehr jeweils zwischen 17.15 und 18.30 Uhr.
Witterungsbedingte Programmänderungen sind möglich.

**Weitere Auskünfte erteilt Ihnen Eurobus:
056 461 61 61, leseraktion@eurobus.ch**

EUROBUS

Mitmachen und gewinnen!

Experten- gruppe für bestimmte Aufgaben	▼	Haut (frz.) ▼	▼	▼	Infek- tions- krankheit	römische Jagdgöttin ▼	▼	▼	Sportver- band (Abk.) ▼	Tabellen- führer
		Sohn des Dädalus				Scout			schlimm, übel	
Art von Kranken- haus	▶									
	▶				schweizer. Jazzler					
			2		Nerven- mittel				6	
Diener									General- abonnement	
Gebäude- entwurf	▶			1					and. Wort für: Lawine	
höfliche Gross- formel	▶	Dichtkunst: ohne Gleichklang der Verse		Veloteil						Bindemittel in Lack- farben
	▶			Strom in Spanien					8	
	▶							engl. Bier		
	▶							Uniform- besatz- litze		
	▶			Luft holen		Zimmer- eingang				
	▶		3			Gefrorenes			9	
Schutzbe- hörde (Abk.)		lästiges He- rumrätseln								
fruchtiges Mixgetränk	▶	Hauptstadt v. Norwegen								elf (franzö- sisch)
	▶							nein (engl.)		
	▶							Telefon (Abk.)		
	▶				7					
	▶		10	unharmoni- scher Klang					4	
	▶			chem. Z. f. Thorium						
frz. Fürwort										
Stadt an der Aare	▶					Zufluss zum Walensee				
männlicher Nach- komme	▶					Holz-, Reisig- bündel				

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
2. Senden Sie uns eine Postkarte mit der Lösung an Infel AG, «Strom»-Preisrätsel, Postfach, 8099 Zürich.

Teilnahmeschluss:
8. April 2021

Das Lösungswort des letzten Preisrätsels lautete: «SOLARDACH»

Wir gratulieren:

1. Preis Rosmarie Kreuzer-Loretan aus Aron gewinnt einen Besuch im Tropenhaus mit Übernachtung im Hotel National in Frutigen.
2. Preis Juliane Bächler aus Nidau 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

Impressum

98. Jahrgang | Erscheint vierteljährlich |
Heft 1, 19. März 2021 |
ISSN-1421-6698 |
Verlag, Konzept und Redaktion: Infel AG;
Redaktion: Andreas Schwander,
Alexander Jacobi |
Projektleitung: Andrea Deschermeier |
Layout: Flurina Frei, Sandra Buholzer |
Druckpartner: Brosig GmbH |

Mehr Beiträge finden Sie online.

Beiträge aus vergangenen Ausgaben, Infografiken und die Anmeldung zum Newsletter finden Sie unter strom-online.ch

gedruckt in der
schweiz



1. Preis: Belle Époque auf dem Thuner- und Brienersee

DAMPF UND GRANDHOTEL GIESSBACH

An Briener- und Thunersee hat sich der Tourismus des 19. Jahrhunderts erhalten. Gewinnen Sie ein Wochenende im Grandhotel Giessbach, das hoch über dem Brienersee thront, sowie eine Tageskarte für Fahrten auf den Dampfschiffen «Blümlisalp» und «Lötschberg».

giessbach.ch, bls.ch



2. Preis: Thun und das Dampfschiff «Blümlisalp»

LESERREISE FÜR ZWEI PERSONEN

Thun ist das Tor zum Berner Oberland, und das Dampfschiff «Blümlisalp» ist das Flaggschiff der BLS-Fahrgastflotte auf dem Thunersee. Gewinnen Sie eine Leserreise mit Eurobus mit einem Stadtrundgang in Thun, einer Fahrt mit dem Raddampfer und freier Zeit in Interlaken.

eurobus.ch

Die Rätselpreise wurden von den Anbietern freundlicherweise zur Verfügung gestellt.



**«Danke für Ihre Treue.
Wir wünschen Ihnen
beste Gesundheit.»**

