



Engadiner Strom-Tetris

Mitarbeitende von St. Moritz Energie kaufen täglich Strom für die nächsten Tage, Wochen und Monate. Die Lieferverträge müssen auf die Minute genau zusammenpassen – wie in einem Computerspiel.



Franco Milani, Leiter Beschaffung, Vertrieb und Marketing, St. Moritz Energie

Liebe Leserin, lieber Leser

Strombeschaffung ist ein grosses Thema für St. Moritz Energie. Jeden Tag kaufen unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auf Stromhandelsplattformen die Energie für die nächsten Tage, Wochen und Monate ein. Man kann sich das wie ein grosses Tetris-Spiel vorstellen, bei dem am Schluss alle Balken lückenlos zusammensetzen müssen. Wir erklären Ihnen das Spiel in unserer Titelstory.

Was geschieht mit dem radioaktiven Abfall, den unsere Kernkraftwerke im Lauf ihrer Nutzungszeit erzeugt haben? Die Nationale Genossenschaft zur Lagerung radioaktiver Abfälle (Nagra) hat in ihrem Felslabor im Mont Terri beim malerischen Städtchen Saint-Ursanne in jahrzehntelanger Forschungsarbeit alle Technologien entwickelt, die nötig sind, um die Reste des Atomzeitalters auf ewig im Boden zu versenken. Denn die Klimaerwärmung lässt die Forscher der Nagra kalt. Ihr Problem ist die nächste Eiszeit. Das und noch viel mehr erzählen sie in unserer grossen Reportage aus einem der wichtigsten Zentren der europäischen Tiefenlagerforschung.

Wir wünschen Ihnen eine spannende Lektüre.

Franco Milani

Impressum

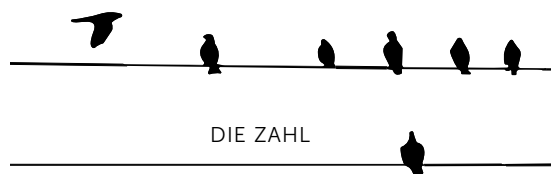
11. Jahrgang, Heft 2, Juni 2026, erscheint vierteljährlich
Herausgeber: St. Moritz Energie
Redaktionsadresse: Redact Kommunikation AG,
 8152 Glattbrugg; redaktion@redact.ch
Projektleitung: Andreas Schwander | **Gestaltung:** Dana Berkovits
Cover-Foto: Mayk Wendt
Druck und Distribution: Vogt-Schild Druck AG, 4552 Derendingen



gedruckt in der
schweiz



Foto: zvg Winduction



41

Leitungen verbinden die Schweiz mit dem europäischen Stromnetz. Sie sind Teil des europäischen Verbundsystems, das Frequenz und Stromflüsse zwischen den Ländern koordiniert.

DIE STRASSE ALS LADEGERÄT

Das Schweizer Start-up Winduction entwickelt ein kabelloses Ladesystem für Elektrofahrzeuge. Dieses überträgt die Energie von Ladeelementen, die in der Strasse integriert sind, direkt an die Empfänger in den Fahrzeugrädern. Busse laden so während regulärer Stopps an Haltestellen oder Endstationen, ganz ohne sichtbare Infrastruktur. Da das Laden im Fahrbetrieb stattfindet und kleine Batterien ausreichen, werden Fahrzeugwechsel überflüssig und Lastspitzen im Stromnetz reduziert. Die Lösung ist speziell für Flotten mit festen Routen und hoher Auslastung gedacht. Winduction hat bereits eine Machbarkeitsstudie durchgeführt, ab 2028 ist ein Testbetrieb im Alltagsverkehr geplant.

SEIT WANN GIBT ES EIGENTLICH...?



Foto: Sadarama, Wikipedia

REISEADAPTER

Wer in den Ferien den eigenen Föhn einstecken will, merkt schnell: Strom gibt es zwar (fast) überall auf der Welt, die passende Steckdose hingegen nicht. Besonders wir Schweizerinnen und Schweizer spüren das, denn unser dreipoliger Typ-J-Stecker passt abgesehen von uns zu Hause nur noch im Fürstentum Liechtenstein.

Weltweit gibt es 15 genormte Steckertypen. Die Vielfalt ist das Erbe der Elektrifizierung Ende des 19. Jahrhunderts. Damals wurden die ersten Stromnetze in den USA und Europa ohne internationale Normen gebaut. Erstmals sichtbar wurden die unterschiedlichen Ansätze an der Weltausstellung 1904: Dabei hatten die präsentierten Gerätschaften nicht nur variierende Stecker, sondern auch unterschiedliche Spannungen und liefen teilweise über Gleich-, teilweise über Wechselstrom. 1906 entstand aus dieser Erkenntnis zwar die Internationale Elektrotechnik-Kommission (IEC), doch die Bemühungen, die Stecker zu vereinheitlichen, blieben fruchtlos. Ein erneuter Standardisierungsversuch wurde nach dem Zweiten Weltkrieg unternommen, doch auch dieser scheiterte.

Mit dem Aufkommen des internationalen Tourismus ab den 1950er-Jahren entstand der Reiseadapter. 2002 brachte das Schweizer Unternehmen Skross den modernen All-in-one-Universaladapter mit Schiebemechanismus auf den Markt. Damit kann man mit nur einem Adapter um die ganze Welt reisen.

NACHGEFRAGT

Wie anfällig ist unsere Energieversorgung für Cyberangriffe?



Aleksejs Okolovskis

ist Cyber Security Consultant bei der Zühlke Engineering AG und Präsident des ISC2 Chapter Switzerland, der offiziellen Vereinigung für zertifizierte Cybersicherheits-Fachexperten.

Cyberangriffe auf kritische Infrastrukturen wie Energieversorger und Netzbetreiber nehmen laut der Agentur der Europäischen Union für Cybersicherheit (ENISA) deutlich zu. Angreifer agieren professioneller und sind besser ausgerüstet, wodurch das heutige Resilienzniveau nicht mehr ausreicht. Kontinuierlich angepasste Sicherheitsstrategien sind somit unverzichtbar. In der Schweiz setzen die IKT-Minimalstandards des Bundesamts für Cybersicherheit (BACS) wichtige Leitplanken. Cyberresilienz ist dabei kein Zustand, sondern ein fortlaufender Prozess: Gezielte Investitionen in Schutzmassnahmen, klare Notfallpläne und enge Zusammenarbeit sind essenziell. Viele Unternehmen reagieren bereits mit Gap-Analysen und setzen daraus resultierende Massnahmen zur Stärkung ihrer Resilienz um.

Passt der Balken in die Planung?
Oder doch lieber breiter
und kürzer? Oder ist ein anderer
Anbieter günstiger? Karin
Rötheli prüft täglich, welche
Stromprodukte auf den
Handelsplattformen angeboten
werden und wie sie in ihr Spiel
passen könnten.



Engadiner Tetris Strom

Strombeschaffung ähnelt dem legendären Computerspiel Tetris aus den 1990er-Jahren. Während die meisten regionalen Stromversorger grössere Organisationen für sich spielen lassen, hat St. Moritz Energie hier selbständig ein sehr hohes Level erreicht.

TEXT ANDREAS SCHWANDER FOTOS MAYK WENDT

Als Johannes Badrutt gegen Ende des 19. Jahrhunderts im Hotel Kulm das elektrische Licht einschaltete, tat sein Maschinist das direkt an der Turbine des Kraftwerks. Der Bach führte nur im Sommer Wasser, darum gab es im Winter keinen Strom, und die unregelmässige Drehzahl liess das Licht flackern.

Strombeschaffung am Grosshandelsmarkt

Heute ist Strom selbstverständlich und die Versorgung stabil. Die Produktion ist

über Dutzende Kraftwerke verteilt und nicht abhängig von einem einzelnen launischen Bach. Der Elektrizitätseinkauf erfolgt aber nicht direkt von diesen Kraftwerken, sondern mehrheitlich auf dem Grosshandelsmarkt. Auch St. Moritz Energie deckt ihren Strombedarf weitgehend auf diese Art ab. Franco Milani und sein Team mit Karin Rötheli und Orlando Andri konsultieren regelmässig die Handelsplattformen für Energie, um den Strom für die nächsten Tage, Wochen und Jahre einzukaufen. Den garantierten Verbrauch sichern sie langfristig ab, die Schwankungen kurzfristig und geben Gebote ab – ähnlich wie auf einer der üblichen Auktionsplattformen. Und manchmal funktionieren Nachfrage und Angebot auch einfach per E-Mail.

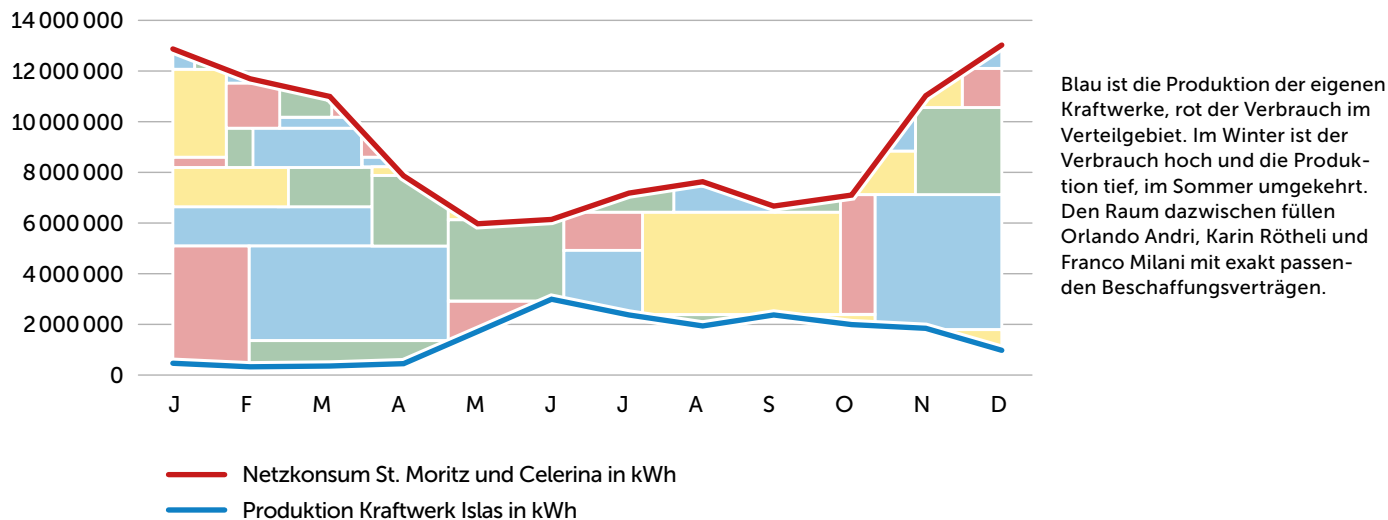
Lieferanten sind die grossen Stromunternehmen Alpiq, Axpo, BKW, Repower oder auch die Tessiner AET. Hin und wieder ergibt sich auch die Möglichkeit, einen Teil einer günstig gekauften Langfristposition kurzfristig zu einem höheren Preis weiterzuverkaufen. Allerdings tätigen sie keine spekulativen Geschäfte. «Der Stromeinkauf funktioniert wie das Computerspiel Tetris», sagt Franco Milani. Und Karin Rötheli ergänzt: «Wir haben eine →



**«Den Platz zwischen
Verbrauch und Produktion
füllen wir mit exakt
passenden Blöcken.»**

Karin Rötheli

Strom-Tetris zwischen Produktion und Verbrauch



Basis mit eigener Produktion, und wir verfügen über Erfahrungswerte und entsprechende Prognosen für den Verbrauch. Den Raum zwischen Eigenproduktion und Prognose füllen wir mit einzelnen Blöcken von unterschiedlichen Höhen und Längen so präzise wie möglich.»

St. Moritz als strahlend saubere elektrische Science-Fiction-Welt

Vor der Eröffnung der Albulabahn im Jahr 1903 entflohen die Gäste des Engadins mit Fuhrwerken einer schmutzigen Welt voll Kohlerauch und Pferdemit. In St. Moritz landeten sie in einer klinisch sauberen Science-Fiction-Bergwelt, mit elektrischem Licht und einem der ersten elektrischen Trams der Schweiz. Das erste Gleichstromsystem des Kulmhotels hatte nur eine Reichweite von etwa zwei Kilometern. Das änderte sich mit der Erfindung des Wechselstroms und dem Transformator durch George Westinghouse und Nikola Tesla. Nach 1890 waren grössere regionale Netze möglich. Schon 1898 erhielt das Kraftwerk Charnadüra in der Innschlucht einen Wechselstromgenerator. Trotzdem flackerte noch immer das Licht, wenn das Netz instabil wurde. Scherzhaft hiess es dann: «Jemand blinzelt im Elektrizitätswerk.»

Strom für Licht und Motoren für 40 Rappen pro Kilowattstunde

Schon zu den Anfängen der Elektrifizierung spielte man im Engadin Tetris, lange bevor es das Spiel gab. Das geschah aber nicht mit dem Stromeinkauf, sondern über die Tarife mit den Verbrauchern. Die Tarife für schnell einschaltbare Lasten wie Licht oder Motoren, etwa in Schreinereien, waren aus heutiger Sicht astronomisch hoch. Das Tarifblatt von 1935 nennt Preise von 40 Rappen und mehr pro Kilowattstunde. Dagegen kostete Heizen und Kochen «nur» 5 bis 7 Rappen pro kWh. Heute ist das nicht mehr nötig. «Wir beachten zwar bei der Planung die Saison, das Wetter und ob die Beschneigung der Bergbahnen läuft. Aber in der Lastmessung sehen wir nicht, wenn eine Bergbahn anfährt», erzählt Karin Rötheli, die täglich an der St. Moritzer Stromversorgung mitbaut. Dass nichts mehr blinzelt und flackert und bei St. Moritz Energie selbst die enormen Verbrauchsschwankungen unmittelbar vor den winterlichen Feiertagen die Zeiger nicht zum Zittern bringen, verdankt ganz Europa unter anderem dem «Stern von Laufenburg» – einer riesigen Schaltanlage beim gleichnamigen Aargauer Städtchen am Rhein, in der 1959 die Stromnetze von Deutschland,

der Schweiz und Frankreich zusammengeschlossen wurden. Heute versorgt das so geschaffene europäische Verbundnetz rund 530 Millionen Menschen in 30 Ländern mit Strom. Es ist ein gigantisches europäisches Strom-Tetris, das durch seine Grösse, Trägheit und seine immer verfügbaren Leitungen und Kraftwerke die Versorgung für alle sicherer und stabiler macht. Das «Strom-Europa» ohne Grenzen ist älter als die Europäische Union und wurde in der Schweiz erfunden.

Die EG Laufenburg verkauft Tessiner Gewitter in ganz Europa

Strom hatte zwar von Anfang an einen Preis, galt aber lange nicht als Handelsware im heutigen Sinn. Doch die Elektrizitätsgesellschaft Laufenburg (EGL) betrieb nicht nur den legendären Schalt-Stern, sondern hatte auch Beteiligungen an Kraftwerken im Tessin. Die dortigen Werkmeister kannten ihr lokales Wetter und riefen oft in Laufenburg an: «Ich sehe eine schwarze Wolke oben beim Pass und kann in einer halben Stunde eine Turbine zuschalten und viel mehr Strom liefern.» Die Disponenten in Laufenburg boten daraufhin industriellen Grosskunden in der Schweiz, Deutschland, Frankreich oder Belgien für zwei Stunden speziell günstige

Das Tarifblatt von 1935 zeigt selbst für heutige Verhältnisse schockierend hohe Stromtarife. Die heutigen viel tieferen Preise verdanken die St. Moritzerinnen und St. Moritzer auch dem Geschick von Orlando Andri und Karin Rötheli, die Strom möglichst günstig einkaufen.

ELEKTRIZITÄTWERK DER GEMEINDE ST. MORITZ		
TARIF-ZUSAMMENSTELLUNG		
Licht-Tarif Näheres siehe WEISSES BLATT!	Einfachtarif: 42 Rp. pro kWh	Hochtarifzeiten: 19 bis 24 h vom 1. IV. bis 31. X. 17 bis 24 h vom 1. XI. bis 31. III.
	Doppeltarif: HT 42 Rp. pro kWh	Niedertarifzeiten: 24 bis 19 h vom 1. IV. bis 31. X. 24 bis 17 h vom 1. XI. bis 31. III.
	NT 27 Rp. pro kWh	
Rückvergütung zwischen 10 u. 20 000 kWh pro Jahr = 2 Rp. pro kWh für Bezüge über 20 000 kWh pro Jahr = 4 Rp. pro kWh		
Motoren-Tarif Näheres siehe BLAUES BLATT!	Einfachtarif: 40 Rp. pro kWh	Hochtarifzeiten: 19 bis 22 h vom 1. IV. bis 31. X. 17 bis 22 h vom 1. XI. bis 31. III.
	Doppeltarif: HT 40 Rp. pro kWh	Niedertarifzeiten: 22-24-19 h vom 1. IV. bis 31. X. 22-24-17 h vom 1. XI. bis 31. III.
	NT 12,5 Rp. pro kWh	
Wärme- und Kochtarif Näheres siehe GELBES BLATT	5 Rp. pro kWh vom 1. April bis 30. November	
	7 Rp. pro kWh vom 1. Dezember bis 31. März	
	Grossabnehmern werden für die Bezüge vom 1. Mai bis 31. Oktober folgende Ermässigungen gewährt:	
	von 5 000 bis 10 000 kWh mindestens aber Fr.	350 = 0%
	von 10 000 bis 20 000 kWh mindestens aber Fr.	700-1 400 = 5%
	von 20 000 bis 30 000 kWh mindestens aber Fr.	1 400-2 100 = 10%
	von 30 000 bis 40 000 kWh mindestens aber Fr.	2 100-2 800 = 20%
	von 40 000 bis 50 000 kWh mindestens aber Fr.	2 800-3 500 = 30%
	über 50 000 kWh mindestens aber über	Fr. 3 500 = 50%
Speicher-Tarif Näheres siehe GELBES BLATT mit rotem Rand!	NT 3,5 Rp. pro kWh	Niedertarifzeiten: 22-24-7 h und 12.30-16 h
	HT 6 Rp. pro kWh	Hochtarifzeiten: 7-11 h
	Sperrzeiten für HT und NT 11 bis 12.30 h und 16 bis 22 h	
NÄHERE BESTIMMUNGEN SIEHE TARIFBLÄTTER!		



«Wir sind Akteure, nicht nur Zuschauer.»

Orlando Andri

Stromtarife an. «Gewitter verkaufen» war ein privater Spass von ein paar cleveren Ingenieuren, die sich damit Gratifikationen und Firmenfeste finanzierten.

Das lukrative Spiel ist inzwischen ein milliardenschwerer, durchorganisierter europäischer Marktplatz, auf dem St. Moritz Energie ebenfalls einen kleinen Marktstand hat. Das Unternehmen ist Mitglied der Bilanzgruppe des Bündner Stromversorgers Repower. Er reicht täglich für das grössere Versorgungsgebiet seine Stromfahrpläne beim nationalen

Netzbetreiber Swissgrid ein. Darin wird definiert, wo wie viel Strom gebraucht wird und wann welche Kraftwerke ein- und ausgeschaltet werden.

Langfristig günstigere Tarife

In einer Bilanzgruppe müssen die Produktion plus die eingekaufte Energie und die verbrauchte Energie immer ausgeglichen sein. Ist das nicht der Fall, löst Swissgrid das Problem mit teurer Regelenergie und verrechnet die Kosten an die Bilanzgruppe weiter. St. Moritz Energie hat deshalb alles

Interesse, dass die eigenen Tetris-Reihen immer genau passen. «Uns ist das Know-how in diesem Bereich wichtig», sagt Karin Rötheli. «Wir können so den Kunden langfristig günstigere Tarife bieten und wissen genau, was in unseren Netzen läuft und wer uns den Strom liefert.» Orlando Andri ergänzt: «Wir sind Akteure, nicht nur Zuschauer.» Und der eine, immer wieder unterbrochene Tetris-Balken des Bachs beim Hotel Kulm ist zu einem farbigen Band geworden, das nie abreisst und immer genau passt. ←

**B
F
H**

Christof Bucher (44)

ist Professor für Photovoltaiksysteme an der Berner Fachhochschule (BFH) in Burgdorf. Er leitet dort das Labor für Photovoltaiksysteme am Institut für Energie- und Mobilitätsforschung IEM. Promoviert hat er zu Netzeinspeisung von dezentralen Energieerzeugern.



«Die Angst ist ein viel besserer Verkäufer als die Vernunft»

Christof Bucher, Dozent für Photovoltaiksysteme an der Berner Fachhochschule in Burgdorf, spricht über Ängste, Chancen, Batteriespeicher und die Frage, warum grosse PV-Anlagen trotzdem sinnvoll bleiben.

INTERVIEW ANDREAS SCHWANDER FOTOS CONRAD VON SCHUBERT

Wie hat sich der Ausbau von Photovoltaik in den letzten zehn Jahren entwickelt?

Das ging ziemlich rasant. Wir hatten bereits um 2012 einen ersten kleinen Boom, danach war es einige Jahre etwas ruhiger – und ab etwa 2019 ging die Kurve steil nach oben.

Konnte man das voraussehen?

Die sinkenden Modulpreise hat man kommen sehen. Nicht voraussehen war die psychologische Komponente: Corona, Lieferengpässe, Kriege, Diskussionen um Versorgungssicherheit. Plötzlich war vieles nicht mehr selbstverständlich. Das hat Photovoltaik besser verkauft als jede Förderung. 2022 haben der Krieg in der Ukraine und die daraus resultierenden hohen Energiepreise diesen Effekt zusätzlich verstärkt: «Wenn ich meinen eigenen Strom produziere, bin ich weniger ausgeliefert.»

Das heisst, die Gründe für eine PV-Anlage haben sich verschoben?

Ja, das hat komplett gedreht. Überspitzt kann man sagen: Bis 2019 hat die Vernunft Photovoltaik verkauft. Danach war es die Angst. Die Angst ist ein viel besserer Verkäufer als die Vernunft.

Kann denn das Netz überhaupt so viel Strom aufnehmen, wie da in Zukunft produziert wird?

Die Frage ist falsch gestellt. Es ist gar nicht nötig, den ganzen Strom ins Netz einzuspeisen. Wir können gar nicht überall dickere Kabel in den Boden legen, damit die allerhöchste Leistungsspitze eines sonnigen Tages noch ins Netz passt. Das wäre unsinnig. Wir müssen akzeptieren, dass nicht jede Kilowattstunde einen Wert hat.

Wenn Wasserkraftwerke zu viel Wasser haben, verstromen sie auch nicht alles, sondern lassen es den Bach runter.

Wie lautet denn die richtige Frage?

Sie lautet: «Wie muss ein Netz aussehen, damit es alle Verbraucherinnen und Verbraucher bedienen kann?», und nicht: «damit es allen Solarstrom aufnehmen kann?» Was im Sommer zu viel kommt, regelt man einfach ab.

Und wie muss das Netz dann aussehen?

Die Netzbetreiber verschieben ihren Fokus. Sie bauen das Netz für die maximal zu erwartende Last und nicht mehr für jede Einspeisespitze. Wärmepumpen und teilweise Elektroautos sind die massgebenden Grössen in der Planung und nicht mehr die maximale PV-Leistung. Wichtig ist hier bei den Elektroautos: Auch sie müssen nicht immer die maximale Energiemenge beziehen können.

Abregelung von PV-Anlagen – das klingt für viele nach massivem Eingriff. Ist das legitim?

Wenn man jemandem 100 Prozent der Einspeisung abregelt, ist das ein starker Eingriff. Wenn man aber nur die obersten 20 oder 30 Prozent der seltenen Spitzenleistung kappt, ist das etwas ganz anderes. Der Energieverlust über das Jahr ist winzig, der Nutzen fürs Netz riesig. Damit können wir an vielen Stellen teuren Netzausbau sparen.

Können Batteriespeicher den Netzausbau ersetzen?

Ja, durchaus bis zu einem gewissen Punkt. Private Batterien sind aus Netzsicht attraktiv, wenn sie →

«Solarenergie ist auch eine Versicherung.»

Christof Bucher



Laut Christof Bucher muss sich der Netzausbau nach dem Bedarf und nicht nach der maximalen Produktion richten.

helfen, Spitzen zu kappen – sowohl beim Bezug als auch bei der Einspeisung. Dafür braucht es klare Regeln und Tarife, die dieses Verhalten belohnen.

Warum sieht man dann kaum Kampagnen à la «Waschmaschine am Mittag laufen lassen»? Verhalten zu ändern, ist zäh. Viel wirksamer ist es, die Geräte so zu steuern, dass sie automatisch zu den richtigen Zeiten laufen.

Ändern netzdienliche Einspeisetarife für Solarenergie etwas, wenn für Solarstrom über den Mittag fast nichts mehr bezahlt wird?

Das hilft durchaus, vor allem in Kombination mit komplett automatischen «Plug-and-Play»-Steuerungen für Batterien und Wärmepumpen. Diese Tarife setzen Preissignale: Wer seinen Verbrauch und die Einspeisung stärker in Zeitfenster mit hoher Produktion und tiefer Netzbelastung verschiebt, profitiert. Das ist ein Schritt weg vom starren Tag-Nacht-Schema hin zu einem dynamischen Tarif.

Löst nicht die Liberalisierung dieses Problem?

Die Liberalisierung betrifft den Energiepreis, weniger den Netztarif. Beides zusammen macht knapp je zur Hälfte den Strompreis aus. Das Netz bleibt ein natürliches Monopol. Bisher waren die Netzkosten in der Stromrechnung ein statischer Block. Künftig wird das flexibler.

Welche Verbesserungen bringt das neue Stromgesetz für die Solarenergie?

Das Stromgesetz ist ein sehr guter Werkzeugkasten für die Netzbetreiber. Sie dürfen neu diverse Optimierungen vornehmen und Anreize setzen, die vorher so nicht vorgesehen waren. Wie bei jedem Werkzeugkasten ist das Resultat aber nur so gut wie derjenige, der die Werkzeuge bedient.

Sieht man schon Bewegung seitens der Branche oder der Netzbetreiber?

Ja, rund 20 vorwiegend kleine und mittlere Netzbetreiber haben Anreize geschaffen, damit die Mittagsspitzen nicht mehr ins Netz gelangen. Damit reduzieren sie direkt die negativen Auswirkungen der PV-Anlagen. Einige Netzbetreiber haben inzwischen dynamische Tarife eingeführt. Das hilft, die Spitzenbelastung des Netzes zu reduzieren.

Was empfehlen Sie Menschen, die in den nächsten Monaten eine PV-Anlage bauen wollen?

Sie sollen so viel PV wie möglich bauen – auf Dach und Fassade. Im Winter werden wir jede Kilowattstunde brauchen. Die Überproduktion im Sommer schaltet man ab, speichert sie in Elektroboilern oder

verbraucht sie sonst wie. Solarstromproduzentinnen und -produzenten sollen aber auch den Eigenverbrauch konsequent mitdenken – mit Batterien, Wärmepumpe und Elektroauto.

Das widerspricht der Sicht vieler Immobilienbesitzerinnen und -besitzer, die PV primär als Geldmaschine auf dem Dach sehen.

Das ist kein Widerspruch, denn Eigenverbrauch macht die Anlagen rentabel. Mit Batteriespeichern dürfte künftig auch die Einspeisung wieder attraktiv werden.

Was ist denn das vollständige Bild?

PV besteht nicht nur aus Erzeugern. PV ist eine Kombination von zusammenhängenden, steuerbaren Anlagen mit Schnittstellen, Messungen und kompatiblen Wechselrichtern. Wer sich so flexibel aufstellt, wird von neuen Tarif- und Einspeisemodellen am meisten profitieren.

Es gibt ja auch noch andere Motivationen für eine PV-Anlage. Wie sehen Sie das?

Das ist sehr wichtig. PV-Anlagen sind die private Energiewende. Viele Eigentümerinnen und Eigentümer bauen Anlagen, selbst wenn sie sich nur knapp rechnen. Es ist der Beitrag zur Energiewende von jenen, die es sich leisten können, und das ist absolut erwünscht.

Gibt es noch mehr immaterielle Gründe für eine PV-Anlage?

Eigener Strom vom Dach ist eine Versicherung. Wir Schweizerinnen und Schweizer lieben Versicherungen. PV ist eine Versicherung gegen steigende Energiepreise und in Kombination mit Speichern eine Versicherung gegen Blackouts. Und sie ist eine Versicherung gegen die Willkür diktatorischer Petrostaaten, die Energie in den letzten Jahren zur Waffe gemacht haben. Jedes installierte Modul liefert mindestens 30 Jahre lang Strom. Diesen Strom kann uns niemand abdrehen.

←



Ghostbusters der alten Stromwelt

Im geplanten Tiefenlager im Zürcher Unterland werden die Geister der atomaren Stromerzeugung Hunderte Meter tief in sicheres Gestein verbannt. Wie das funktionieren soll, erforscht die Nagra seit Jahrzehnten in einem Stollensystem im Jura.

TEXT ANDREAS SCHWANDER FOTOS CONRAD VON SCHUBERT

Der Zementbelag auf dem Tunnelboden ist von Rissen durchzogen. «Das ist genau das, was wir erwartet haben», sagt Heinz Sager, Geograf bei der Nagra. Der Boden hebt sich, und «darum sind die Tunnels hier mit stählernen Bögen gestützt, die wie Teleskope gebaut sind und vom Berg langsam zusammengedrückt werden». Jede noch so kleine Lücke versucht der Berg so schnell wie möglich wieder zu schliessen – genau so, wie er künftig strahlende Abfälle einschliessen soll. Sager führt seit Jahrzehnten Besucherinnen und Besucher durch das Felslabor im Mont Terri – ein verzweigtes Stollensystem beim

Patrick Studer und Heinz Sager kennen sich aus in der Unterwelt des Juras. Dank der Forschung in diesem Stollensystem ist heute ein Tiefenlager machbar.

jurassischen Städtchen Saint-Ursanne. Die Kavernen verlaufen parallel zur Autobahn A16 «Transjurane». Bei deren Bau in den 1990ern stiess man in sogenannten Opalinuston vor, ein weiches Sedimentgestein mit vielen eingeschlossenen Ammoniten. Schon damals weckte das Material die Neugier der Geologinnen und Geologen bei der Nagra. Hier könnte man die Geister loswerden, die das Atomzeitalter gerufen hat.

Der Berg macht alles selber

Die Faltung des Juras hat hier die Sedimentschichten teilweise um 45 Grad geneigt. In solchen Störungen →



«Wir befinden uns geologisch gesehen im Interglazial, einer Warmphase zwischen zwei Eiszeiten.»

Heinz Sager

sollte nichts gelagert werden, weil zu befürchten ist, dass das in den nächsten Jahrmillionen wieder passiert. Aber man kann erforschen, was passiert, wenn geologische Prozesse den Untergrund stören. Denn der Opalinuston ist auf den ersten Blick ein wenig naheliegenderes Material für die Endlagerung. Er ist weich, verformt sich, quillt auf, wenn er feucht wird, drückt Stollen im Lauf der Jahre zusammen. Im Extremfall «kriecht» er mit bis zu einem Millimeter pro Woche. Deshalb bilden sich in den Tunnelböden nach kurzer Zeit jene Buckel und Risse.

Gesteine wie Granit erscheinen da als Lagergestein sinnvoller. «Granit ist auch eine Möglichkeit», sagt Heinz Sager. «Wir haben deshalb auch ein Felslabor im Grimsel. Doch in der Schweiz haben wir uns

für den Opalinuston entschieden.» Das hat gute Gründe: Der Ton besteht aus Sedimenten, die in einem prähistorischen Meer entstanden sind und dessen Lebewesen, vor allem die darin millionenfach vorhandenen Ammoniten *Leioceras opalinum*, eingeschlossen sind, aber nicht zerstört wurden. Weil die Fossilien auch nach 175 Millionen Jahren im Ton erhalten sind, weiss man, dass die Gesteinsschichten bereits mehrere Eiszeiten unbeschadet überstanden haben. Genau so soll der Opalinuston künftig auch radioaktive Abfälle einschliessen – möglichst ohne menschliches Zutun. Der Berg macht alles selber.

Das Problem ist die nächste Eiszeit

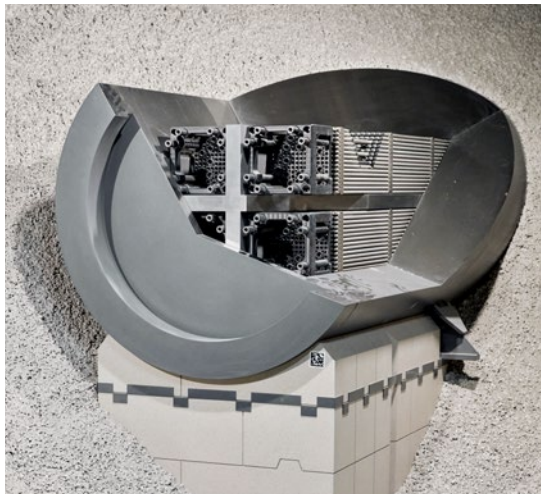
«Wir befinden uns geologisch gesehen im Interglazial, einer Warmphase zwischen zwei Eiszeiten», erklärt Heinz Sager. Die nächste Eiszeit kommt bestimmt. Die Gletscher werden etwa an denselben Orten durchfliessen wie in den letzten Eiszeiten. Sie werden Städte und Infrastruktur weghobeln und die Landschaft völlig umgestalten. Der radioaktive Abfall muss vor den Eismassen geschützt sein. Im Gegensatz zu den Jurahügeln bei Saint-Ursanne hat der Opalinuston in Stadel «Nördlich Lägern» bereits fünf Eiszeiten völlig unbehelligt überstanden.

Die Zeiträume, in denen die Nagra denkt, sind bisweilen verwirrend. «Wir müssen Dinge bauen, die man mit gutem Gewissen sich selbst überlassen kann», sagt Patrick Studer, Kommunikationsverantwortlicher der Nagra. Man ist deshalb in den letzten Jahren von grossen Bauten abgekommen.



Saint-Ursanne (hinten links) ist zu einem internationalen Zentrum zur Erforschung von Tiefenlagern geworden. Das Felslabor befindet sich in den Felsen rechts, das Besucherzentrum (flaches, braunes Gebäude) nahe dem Bahnhof.

Der Opalinuston verschliesst jeden Hohlraum innert weniger Jahrzehnte. Die Zugangsstollen müssen deshalb mit Teleskopstahlbögen gestützt werden, die der Berg langsam ineinanderdrückt.



Die Pakete mit abgebrannten Brennstäben werden in einen Stahlbehälter verpackt und im Stollen auf eine Unterlage aus Tonziegeln gestellt. Dann wird der Hohlraum fest mit Bentonit verfüllt.



Die Entsorger

Die Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (Nagra) wurde 1972 gegründet. Sie soll aus dem Betrieb der Schweizer Kernkraftwerke anfallende radioaktive Abfälle sicher tief im Boden einlagern. Seit 1996 werden in Saint-Ursanne entsprechende Technologien erforscht.

Die stählernen Abfallbehälter werden in den Lagerstollen auf Tonblöcke gestellt. Dann stopft eine speziell konstruierte Maschine den Stollen mit Bentonit voll. Das ist ein körniges, wasseraufnehmendes Tongestein, das auch als Katzenstreu verwendet wird. Es soll die nächste Umgebung des Behälters möglichst lange möglichst trocken halten. Nach einigen Jahrzehnten verschliesst der Opalinuston die Stollen nahtlos und schliesst die Behälter mit den Abfällen ein, ohne sie zu beschädigen. Gleichzeitig ist er so dicht, dass auch in Jahrtausenden keine radioaktiven Teilchen oder gar Gegenstände an die Oberfläche gelangen werden. Und um allein die Radioaktivität abzuschirmen, reichen bereits wenige Meter Gestein. «Die wichtigste Barriere gegen die Radioaktivität ist der Ton, nicht der Stahl des Behälters», sagt Patrick Studer. Denn: «Korrosion gibt es immer. Und irgendwann verschwindet der Behälter», betont Heinz Sager. «Doch das ist dann irrelevant.»

Möglichst wenig Stahl und Beton

Das Tiefenlager soll nach neusten Erkenntnissen mit möglichst wenig Fremdmaterial gebaut werden. Das Gestein schliesst permanent alle Öffnungen und quillt auf, wenn Wasser eindringt. Es «heilt» sich selber. Ausser den Behältern mit den Abfällen bleibt nichts unten – keine Eisenbahnschienen, kein Stahl, kein unnötiger Beton, keine Geräte, keine Abfälle. «Das ist der gegenwärtige Stand des Wissens», betont Patrick Studer. Denn das Projekt laufend weiterzuentwickeln und zu verbessern, ist ein entscheidender

Teil des Prozesses. Die Nagra plant alle Systeme und Prozesse so, dass möglichst keine statisch festen Entscheide getroffen werden – möglichst alle Projektteile sollen laufend neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen angepasst werden können.

Dank dieser jahrzehntelangen Forschung weiss die Nagra heute sehr genau, was sie «Nördlich Lägern», 900 Meter tief unter einer Fläche von etwa zwei Quadratkilometern, in der Erde bauen will. Insgesamt werden maximal 40 Kilometer relativ enge Stollen ausgebrochen. Heinz Sager rechnet mit rund 1,5 Millionen Kubikmetern Tunnelausbruch. Zum Vergleich: Für die beiden Röhren des 9,3 Kilometer langen Seelisberg-Autobahntunnels wurden in den 1970er-Jahren zwischen 1,5 und 2 Millionen Kubikmeter Fels ausgebrochen. Das beim Bundesrat beantragte Projekt reicht für die Abfälle der heute bestehenden Kraftwerke. Um flexibel planen zu können und sicherzustellen, dass dort keine Geothermiebohrungen gemacht werden, hat die Nagra eine Fläche von 26 Quadratkilometern als Schutzbereich ausgeschieden. Theoretisch würde so die Geologie auch Platz für den Abfall eines weiteren Kraftwerks bieten. Das würde aber wieder jahrelange Planungs- und Bewilligungsverfahren bedeuten. Mittlerweile heisst das Projekt des Tiefenlagers «Terradura» – die harte, zähe Erde. Das ist genau jene Eigenschaft, mit welcher der Opalinuston das Problem der radioaktiven Abfälle löst. Er schliesst die Geister der nuklearen Stromerzeugung auf ewig tief unter dem Boden ein. ←

Elektroheizungen ade

Elektrospeicherheizungen sind ineffizient und in vielen Kantonen bereits verboten. Was gilt es zu beachten? Die wichtigsten Fragen und Antworten.

TEXT GABRIEL VILARES

Warum müssen sie weg?

Sie sind Stromfresser und verbrauchen in der Schweiz über 3 TWh Strom pro Jahr. Das sind mehr als fünf Prozent des Stromverbrauchs. Wärmepumpen brauchen nur zwischen einem Fünftel und einem Drittel des Stroms und sparen so sehr viel Geld. Mit dem gesparten Strom können zusätzlich mehrere Zehntausend Elektroautos fahren.



Womit ersetzen?

Theoretisch eignen sich als Ersatz Wärmepumpen, Holzöfen, Pelletheizungen oder Fernwärme. Praktisch fehlt aber in elektrisch beheizten Häusern oft die wasserbasierte Wärmeverteilung über Radiatoren oder Bodenheizungen. Der Einbau ist sehr teuer und aufwendig. Günstiger sind allenfalls Split-Klimageräte, die als Luft-Luft-Wärmepumpen direkt die Raumluft aufheizen.



Wer weiss Rat?

Hausbesitzerinnen und Stockwerkeigentümer können sich beispielsweise über die Impulsberatung des Programms «erneuerbar heizen» beraten lassen. Das ist ein kostenloses Angebot des Bundes. Eine Fachperson besichtigt das Gebäude und informiert sie vor Ort über die Möglichkeiten.



Hier finden Sie Informationen dazu: erneuerbarheizen.ch

Wie wirkt sich die Abschaffung des Eigenmietwerts auf den Heizungsersatz aus?

Seit der eidgenössischen Abstimmung im September 2025 ist der Eigenmietwert Geschichte. Bisher konnten die Kosten für Investitionen für energiesparende und umweltschonende Massnahmen wie den Heizungsersatz bei Bundes-, Kantons- und Gemeindesteuern abgezogen werden. Mit der Reform entfällt der Abzug beim Bund voraussichtlich ab 2029. Ob sich künftig solche Massnahmen bei Kanton und Gemeinde abziehen lassen, hängt von der kantonalen Umsetzung ab. Deshalb kann sich ein frühzeitiger Ersatz umso mehr lohnen.



Das gilt in Ihrem Kanton

Nicht in jedem Kanton gelten die gleichen Regelungen. Gewisse haben Vorschriften erlassen, dass fossile Heizungen ganz oder teilweise durch Systeme mit erneuerbarer Energie ersetzt werden müssen.



Hier finden Sie eine Übersicht: energieschweiz.ch/modernisieren/gesetzgebung

Welches Wort wird gesucht?

Online mitmachen

Das Teilnahmeformular zum Wettbewerb finden Sie auf redact.ch/wettbewerb oder indem Sie mit Ihrem Handy den QR-Code scannen. Einsendeschluss ist der 31. Juli 2026.



Per Postkarte

Alternativ können Sie uns eine Postkarte – mit Angabe des Lösungsworts, Ihres Namens, Ihrer Adresse und Ihres Mails oder Telefons – schicken an:

Redact Kommunikation AG
Europa-Strasse 9
8152 Glattbrugg

Viel Spass beim Rätseln!

Teilnahmebedingungen: Über diesen Wettbewerb führen wir keine Korrespondenz. Ihre Daten werden ausschliesslich für den Wettbewerb genutzt und danach wieder gelöscht. Es ist keine Barauszahlung der Preise möglich. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.

Ausrufschott. Königin: ... Stuart		bild. Künstler Bauma- schinen			Meeres- säuge- tiere	dt. Rapper	Gold- minen- anteil	musik.: ein wenig			frz.: hier dt. Fuss- ballclub
				5	schweiz. Olympia- sieger (Snowb.)					2	
Burg am See im Seetal	3							Halbtou über C Regen- rinne			8
Keim- träger	Abk.: Madame Sisal- pflanzen				kaufm.: heute Treue- bruch	11				Rund- häuser in Apulien	
			7		frz.: sehen engl. Artikel					schweiz. Maler (Rolf)	musik.: sehr, recht
kleiner, bieg- samer Stock				9		Fluss im Bergell Vorn. v. Fröbe †	6				
			Initialen v. Giger † Pfad				Sitte, Brauch zu keiner Zeit			1	
lokales Rechner- netz		schweiz. Filmre- gisseurin (Stina)	4								
					Vorname der eh. Turnerin Kaeslin	10					
Schöpf- fen- gericht im MA		Patent- tante								röm. 3	
											12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

Das Lösungswort der letzten Ausgabe war «WELTALL».



1. Preis

Designtraum im Bergdorf

Gewinnen Sie zwei Nächte für zwei Personen im Doppelzimmer extra des Kulturhotels Post Hotel Löwe in Mulegns inklusive reichhaltigen Frühstücks. Star-Designer Martin Leuthold hat die historischen Zimmer in Szenen europäischer Metropolen verwandelt.

Gesamtwert des Preises: 700 Franken

Post Hotel Löwe, 7455 Mulegns, origen.ch/hotels

2. Preis

Pizza wie beim Italiener

Der elektrische Pizzaofen von Nouvel sorgt für knusprige Ergebnisse wie aus dem Steinofen. Mit separat steuerbarer Unter- und Oberhitze lässt sich die Temperatur perfekt anpassen, damit jede Pizza gleichmässig gebacken und schön knusprig wird.



Gesamtwert des Preises: 300 Franken

Lehner Versand AG, 6210 Sursee, lehner-versand.ch

3. Preis

Knusper, knusper

Sind Sie schon auf den Airfryer-Geschmack gekommen? Diese Heissluftfritteuse von Philips bereitet Lieblingsspeisen mit bis zu 90 Prozent weniger Fett zu und spart bis zu 70 Prozent Energie gegenüber einem Backofen. Dank zwei separaten Körben zaubern Sie zwei Speisen gleichzeitig.



Gesamtwert des Preises: 140 Franken

HIER SCHNAPPEN WIR UNS DIE SONNE GLEICH ZWEI MAL



Innovation beginnt auf unserem Dach

Die innovative Installation auf dem Dach des eigenen Wohngebäudes nutzt doppelseitig wirkende Solarmodule. Diese erzeugen über die Vorder- wie auch die Rückseite Elektrizität. Solche Pilotanlagen ebnen den Weg für den Einsatz neuer Solartechnologien im hochalpinen Gebiet.

www.stmoritz-energie.ch