



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE

energeia.

Newsletter des Bundesamtes für Energie BFE
Nummer 4 | Juli 2015

Silizium, radioaktive Stoffe, Pellets etc.

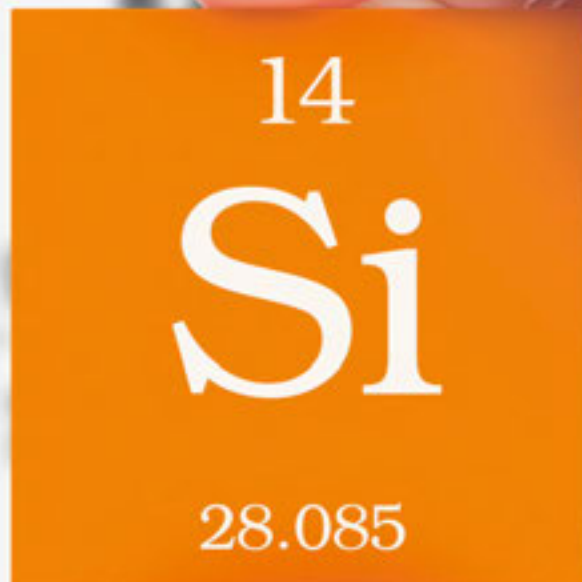
Quellen für Energie anzapfen

Interview

Patrick Wäger von der Empa über die urbane Mine

Wasserkraft

Nachhaltige Lösungen für einen Fluss im Grenzgebiet



JETZT
ANMELDEN!
www.swissecs.ch

4. Swiss Energy & Climate Summit

16./17. September 2015, Bern



UNLOCK THE POTENTIAL

Innovationen zu Energieeffizienz und Klimaschutz

Premium-Partner



Wir versichern Ihr Gebäude.



Editorial	1
Interview	
Patrick Wäger von der Empa über die urbane Mine	2
Neue Antriebssysteme	
Bedeutung von Batterien und Brennstoffzellen	4
Solarenergie	
Innovative Solarpanels entwickelt	6
Holzenergie	
Pellets liefern Wärme aus der Natur	7
Wasserkraft	
Nachhaltige Lösungen für Grenzfluss	8
Bewilligung	
Radioaktive Stoffe transportieren	10
Point de vue d'expert	
Guillaume Davot über Energie als Tourismusmagnet	11
Forschung und Innovation	
Trafos werden effizienter	12
Wissen	
Stromkennzeichnung kurz erklärt	14
Kurz gemeldet	15
Aus der Redaktion	17

Impressum

energeia – Newsletter des Bundesamts für Energie BFE
Erscheint 6-mal jährlich in deutscher und französischer Ausgabe.
Copyright by Swiss Federal Office of Energy SFOE, 3003 Berne. Alle Rechte vorbehalten.

Postanschrift: Bundesamt für Energie BFE, 3003 Bern
Tel. 058 462 56 11 | Fax 058 463 25 00 | energeia@bfe.admin.ch

Chefredaktion: Angela Brunner (bra), Sabine Hirsbrunner (his), Marianne Zünd (zum)

Redaktion: Fabien Lüthi (luf), Cédric Thuner (thc), Benedikt Vogel (bv), Basil Weingartner (bwg)

Layout und Druck: Stämpfli AG, Wölflistrasse 1, 3001 Bern, www.staempfli.com

Rückmeldungen und Anregungen: energeia@bfe.admin.ch | Tel. 058 462 56 11 | Fax 058 463 25 00

Abonnement und Adressänderungen: abo@bfe.admin.ch

Blog: www.energeiaplus.com

Twitter: [www.twitter.com/@energeia_plus](https://twitter.com/energeia_plus)

Online-Archiv: www.bfe.admin.ch/energeia

Agenda: www.bfe.admin.ch/kalender

Informations- und Beratungsplattform: www.energieschweiz.ch

Quellen des Bildmaterials

Titelseite: Shutterstock

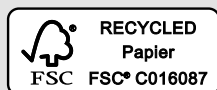
S. 2–3: BFE; S. 4–5: Shutterstock; S. 6: EPFL;

S. 7: Shutterstock; S. 8–9: Groupe E; S. 10: Zwiag;

S. 11: BFE; S. 12–13: ABB; S. 14: iStock; S. 15: Reffnet.ch,

BFE; S. 16: Zwiag; S. 17: Flughafen Zürich AG.

printed in
switzerland



Editorial

Zwei Hände voll

... oder zehn Jahre alt wird *energeia* in diesem Jahr. Ich erinnere mich noch gut an die Zeit, in der wir diese Zeitschrift konzipierten und monatelang über einen passenden Namen für das neue Baby nachgrübelten. *energeia* machte schliesslich das Rennen und im Nachhinein, angesichts der Entwicklungen der letzten zehn Jahre, hätten wir keinen passenderen Namen wählen können. «Der griechische Philosoph Aristoteles kreierte einst das Wort *energeia*, um Veränderungen und Entwicklungen begrifflich zu klären. Mit *energeia* bezeichnete er die Tätigkeit, welche die Veränderung herbeiführt und sichtbar macht: Der Künstler verwandelt den Stein in eine Statue, seine schöpferische Tätigkeit – *energeia* – ist die Ursache der Verwandlung.» So erklärte mein damaliger Redaktionskollege und *energeia*-Co-Hebamme Klaus Riva unsere Namenswahl im allerersten Editorial. Energie ist eben nicht nur pure physikalische Kraft, sondern hat auch eine schöpferische Qualität, die gerade in der heutigen Zeit des Wandels eine zunehmend wichtige Rolle spielt. Deshalb gehen wir in unserer Zeitschrift immer wieder auf brennende Fragen ein, widmen jedes Heft einem Schwerpunktthema, das Energiewirtschaft, -forschung und -politik beschäftigt. In der Sommerausgabe, die Sie gerade in den Händen halten, sind es Rohstoffe und Materialien. Der Ressourcen- und Energiehunger steigt, wir können uns dem nicht entziehen und müssen neue Lösungen finden. Das gelingt nur mit *energeia*. Oder wie es die äthiopische Wirtschaftswissenschaftlerin Eleni Zaude Gabre-Madhin ausdrückt: «Anywhere the struggle is great, the level of ingenuity and inventiveness is high.» Frei übersetzt: «Wenn es schwierig wird, sind Erfindungsgabe und Einfallsreichtum am grössten.»

Zehn Jahre haben wir schreibend und lesend miteinander verbracht, liebe Leserin, lieber Leser. Wir haben uns durch heisse politische Debatten geblättert, neuste Forschungsarbeiten und Marktinnovationen kennengelernt, die Umbrüche der Energielandschaft beobachtet, die alten und zunehmend neuen Marktakteure zu Wort kommen lassen und gemeinsam den Aufstieg der Energie auf der politischen Agenda erlebt. Zehn Jahre Technologie, Innovation und Politik, angetrieben von der Kraft *energeia* und nachzulesen in der Zeitschrift *energeia*, die nun in ihre Teenagerjahre startet.

Ich wünsche Ihnen viel Vergnügen bei der Lektüre.

Marianne Zünd,
Leiterin Medien & Politik BFE

«Wo man in der urbanen Mine viel kritische Rohstoffe findet»

Wie abhängig sind wir von kritischen Rohstoffen für die Energieversorgung? Patrick Wäger von der Empa untersucht, wie wir Rohstoffe aus Produkten langfristig nutzen können.

Welche Bedeutung haben kritische Rohstoffe wie seltene Metalle für die Energieversorgung?

In der Energieversorgung spielen seltene Metalle eine wichtige Rolle. Denken Sie etwa an Turbinen, in denen u. a. wolframhaltige Speziallegierungen zum Einsatz kommen, oder an Dünnschichtsolarzellen aus Gallium, Indium oder Selen. Weitere Beispiele sind Batterien zur Speicherung von Energie aus der Nutzung erneuerbarer Ressourcen oder thermoelektrische Generatoren zur Umwandlung von Abwärme in Strom.

Was sind Ihrer Meinung nach die grössten Herausforderungen in diesem Bereich?

Die Verfügbarkeit von kritischen Rohstoffen in der Erdkruste dürfte zumindest mittelfristig nicht das grösste Problem sein. Eine 2014 erschienene Studie zu kritischen Rohstoffen in der EU hat denn auch die Endlichkeit der Rohstoffe bei ihren Betrachtungen explizit ausgeschlossen. Sie beurteilte 20 von 51 untersuchten Rohstoffen als kritisch. Problematisch ist, dass viele kritische Rohstoffe nur in wenigen Ländern produziert werden. Entsprechend abhängig sind wir von ihnen bzw. den dortigen Herstellern. Zudem hat der Rohstoffabbau grosse Auswirkungen auf die Umwelt. Dies wird dadurch verschärft, dass man immer tiefer graben und in empfindlichere, bisher unangetastete Gebiete vordringen muss. Häufig geht der Abbau auch mit sozialen Problemen einher. Beispielsweise wird durch den Handel mit Rohstoffen wie Tantal, Zinn und Wolfram aus Zentralafrika Kinderarbeit unterstützt, und bewaffnete Konflikte werden mitfinanziert.

Welche Rolle spielt das Recyceln von kritischen Rohstoffen?

Die Umweltbelastungen der Rückgewinnung von kritischen Rohstoffen, z. B. aus ausge-

dienten Elektro- und Elektronikgeräten, sind in der Regel deutlich geringer. Wir arbeiten an der Empa daran, die Stoffkreisläufe zu schliessen. Natürlich muss man sich dabei immer bewusst sein, dass man angesichts der wachsenden Nachfrage nach diesen Rohstoffen den Bedarf nicht alleine durch das Recycling decken kann.

Lassen sich gewisse kritische Rohstoffe auch durch andere Materialien ersetzen?

Dies ist nur beschränkt möglich und im Einzelfall zu prüfen. So führt eine Substitution häufig zu Einbussen bei der Performance des entsprechenden Materials bzw. Produktes,

«Gemäss einem von uns geleiteten Projekt könnten allein in der Schweiz aus Flachbildschirmgeräten mehrere Hundert Kilogramm Indium pro Jahr recycelt werden.»

etwa wenn in Elektromotoren Magnete aus anderen Materialien verwendet werden. Mögliche Ersatzmaterialien können zudem auch selber zu den kritischen Rohstoffen zählen.

Woran forschen Sie?

Im Rahmen des EU-Projektes «Prospecting Secondary Raw Materials from the Urban Mine and Mining Wastes» erstellen wir zusammen mit unseren Forschungspartnern eine Datenbank zu den Vorkommen kritischer Rohstoffe in der europäischen «urbanen Mine». Also jenem Rohstofflager, das der Mensch in den vergangenen Jahrhunderten geschaffen hat, indem er Konsum- und Investitionsgüter hergestellt hat. Wir wollen damit aufzeigen, wo in der urbanen Mine wie viel der kritischen Rohstoffe vorhanden ist. Das Projekt soll helfen, das Potenzial zur Rückgewinnung kritischer Rohstoffe aus

ausgedienten Batterien, Elektro- und Elektronikgeräten und Fahrzeugen besser abzuschätzen.

Wie hoch schätzen Sie dieses Potenzial ein?

Eine Studie hat gezeigt, dass von vielen seltenen Metallen aus ausgedienten Produkten weniger als ein Prozent zurückgewonnen wird. Gemäss einem weiteren von uns geleiteten Projekt könnten allein in der Schweiz aus Flachbildschirmgeräten wie Laptop und Fernseher mehrere Hundert Kilogramm Indium pro Jahr zurückgewonnen werden. Wie sich dies technisch umsetzen lässt, bleibt allerdings noch zu prüfen.

Wo sehen Sie Regulierungsbedarf?

Beim Ökodesign: Produkte müssen vermehrt so gestaltet werden, dass man Rohstoffe effizient nutzen kann, der ökologische Rucksack möglichst klein bleibt und das Recycling vereinfacht wird. Beispielsweise sollten seltene Metalle nicht so stark «verdünnt» werden, dass sich ein Recycling nicht mehr lohnt. Zudem sollten die entsprechenden Komponenten möglichst einfach ausbaubar sein.

Was gilt es ausserdem zu beachten?

Mit der Revision der Verordnung über die Rückgabe, die Rücknahme und die Entsorgung elektrischer und elektronischer Geräte (VREG) sind beim Recycling von Elektro- und Elektronikgeräten neu explizit auch seltene Metalle zu berücksichtigen. Auch die Erweiterung der VREG auf Elektro- und Elektronik-

geräte in Bauten und Fahrzeugen sowie auf Photovoltaikmodule weist meiner Meinung nach in die richtige Richtung. Wir unterstützen diesen Prozess mit unserer Forschung. So haben wir untersucht, wie sich seltene Metalle über die elektrischen und elektronischen Komponenten eines Fahrzeugs verteilen. Als Nächstes wollen wir der Frage nachgehen, ob eine Rückgewinnung der seltenen Metalle eher über den manuellen Ausbau dieser Komponenten geschehen sollte oder über eine Aufbereitung von Outputs aus den Schredderanlagen, in denen die Altautos heute verarbeitet werden.

Was kann die Schweizer Wirtschaft sonst noch tun?

Viele Unternehmen wissen nicht, von welchen kritischen Rohstoffen sie abhängig sind, da sie häufig Halbfabrikate zukaufen. Zusammen mit unseren Partnern haben wir ein Online-Tool entwickelt, welches Unternehmen dabei unterstützt, ihre Risiken betreffend die Verwendung von seltenen Metallen abzuschätzen und allfällige Mass-

«Viele Unternehmen wissen nicht, von welchen kritischen Rohstoffen sie abhängig sind.»

nahmen zur Risikominimierung zu treffen. Besteht beispielsweise ein hohes Versorgungsrisiko für einen gewissen Rohstoff, ist eine Differenzierung der Lieferanten empfehlenswert. Eine Alternative sind langfristige Lieferverträge. Siemens beispielsweise will für ihre Magnete in Windkraftanlagen neu seltene Erden aus Amerika beziehen.

Interview: Angela Brunner

Zur Person

Patrick Wäger hat in Zürich Chemie, Philosophie und Soziologie studiert. Nach seinem Doktorat am Institut für Toxikologie der ETH und der Universität Zürich war er zunächst in einem Umweltberatungsunternehmen tätig. Er arbeitet seit 1993 bei der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt Empa und forscht seit rund zehn Jahren zu Fragen nach einem nachhaltigeren Umgang mit Rohstoffen. Zu seinen Tätigkeiten gehört auch die Überwachung von Recyclingbetrieben für Elektro- und Elektronikaltgeräte im Auftrag der Stiftung Entsorgung Schweiz (SENS eRecycling) und des Schweizerischen Wirtschaftsverbandes der Informations-, Kommunikations- und Organisationstechnik (Swico).

Das Auto der Zukunft ist sauber und leise – und bereits gebaut

In Zukunft dürften die meisten Fahrzeuge einen Elektromotor haben. Gespeist wird dieser von Batterien oder durch Brennstoffzellen. Doch auch der Stellenwert von künstlichem Methan als Treibstoff könnte zunehmen, da dieses leicht gespeichert werden kann.

Batterie limitiert Reichweite

Batteriebetriebene Elektroautos zeichnen sich durch eine hohe Energieeffizienz aus. Ihr grosser Nachteil ist dagegen die geringe Reichweite. Mit einer voll aufgeladenen Batterie kann im Normalfall eine Strecke zwischen 100 und 200 Kilometern zurückgelegt werden. Inzwischen gibt es schweizweit rund 1000 Ladestationen. Während das Laden an einer Haushaltssteckdose über zehn Stunden dauert, verkürzt sich das Laden an sogenannten Schnellladestationen auf unter eine halbe Stunde. Das Bundesamt für Strassen befürwortet daher den Aufbau solcher Ladestationen durch Investoren entlang von Nationalstrassen.

«Durch solche Schnellladungen verkürzt sich die Lebensdauer einer herkömmlichen Batterie», sagt Professor Petr Novák. Der Chemiker leitet am Paul Scherrer Institut (PSI) die Erforschung von Batterien. Damit Schnellladungen möglich seien, müssten die Batterien speziell konstruiert werden. «Dies reduziert die Energiedichte der Batterie und letztlich auch die Reichweite des Fahrzeugs.»

Novák ist aber überzeugt, dass es in ferner Zukunft möglich sein wird, die Kapazität einer Batterie bei gleichbleibendem Gewicht um das Fünf- bis Zehnfache zu steigern. Weltweit verbessern Forscher nicht nur die bestehenden Lithium-Ionen-Batterien – so kann die Energiedichte jedes Jahr um durchschnittlich zehn Prozent verbessert werden –, sondern experimentieren etwa auch mit Lithiummetallbatterien. Bis Letztere kommerziell zum Einsatz kommen, dürfte es aber noch einige Zeit dauern. «Batterien mit Lithiummetall können derzeit noch nicht sicher betrieben werden», sagt Novák.

Kein Motor, der heult; keine Mechanik, die vibriert: Fahrzeuge mit Elektromotoren schweben beinahe lautlos dahin – und beschleunigen gleichwohl rasant. Noch sind Elektrofahrzeuge (rein batterieelektrische Fahrzeuge mit Range Extender und Plug-in-Hybridfahrzeuge) auf Schweizer Strassen die Ausnahme. 2014 machten sie 0,89 Prozent der neuzugelassenen Personenwagen aus. Gemäss einem Szenario des Bundesrats könnte aber bereits im Jahr 2050 beinahe jeder zweite Fahrzeugkilometer von einem Elektroauto zurückgelegt werden. «Die Frage ist nicht mehr, ob die künftigen Motoren elektrisch sein werden, sondern durch welche Technologie sie dabei mit Energie versorgt werden», sagt Philipp Walser, der bei E'mobile, dem Verband für elektrische und effiziente Strassenfahrzeuge, die Fachstelle Elektrofahrzeuge leitet. Eine Frage, die heute niemand zuverlässig beantworten kann. Denn aktuell gibt es mehrere funktionierende Antriebssysteme, die das Potenzial besitzen, den Anteil fossiler Energieträger im Strassenverkehr massiv zu reduzieren.

Technologien ergänzen sich

Im Zentrum stehen dabei Elektrofahrzeuge mit integrierter Batterie sowie Fahrzeuge, die sich mit Wasserstoff oder künstlich hergestelltem Methan betanken lassen. Beide Systeme haben Vor- und Nachteile (siehe Kasten). Experten gehen deshalb davon aus, dass die verschiedenen Antriebsformen dereinst ergänzend zum Einsatz kommen. Die Klein- und Kompaktwagen der Zukunft werden eher batteriebetrieben sein; Wasserstoff- und Methantriebe werden derweil bei grösseren Personenwagen oder Nutzfahrzeugen verbaut werden. So lauten zumindest die Einschätzungen von Experten.

«Wir empfehlen, erneuerbare Energien für den Betrieb von Elektroautos zu nutzen. So kommen die ökologischen Vorteile dieser neuen Technologien zum Tragen», sagt Stephan Walter, Mobilitätsexperte beim

Bundesamt für Energie (BFE). Denn werden Elektrofahrzeuge mit einem handelsüblichen Strommix aufgeladen, ist die Energiebilanz der alternativen Antriebe nur minimal besser als diejenige von Diesel oder Benzin.

Bei gewissen Brennstoffzellen-Fahrzeugen reduziert sich laut einer Studie aus Deutschland der Primärenergiebedarf um rund ein Viertel im Vergleich zu konventionellen, fossil betriebenen Autos. Die Autoren begründen dies mit dem fast doppelt so hohen Wirkungsgrad von Brennstoffzellenantrieben gegenüber Verbrennungsmotorantrieben.

Das bestätigt Christian Bach, Abteilungsleiter Fahrzeugantriebssysteme der Empa. Neuere Studien würden laut Bach zeigen, dass die Herstellung eines verbrennungsmotorischen Kompaktfahrzeugs 5 bis 7 Tonnen CO₂ zur Folge habe, die Herstellung eines entsprechenden Elektrofahrzeugs dagegen 8 bis 10 Tonnen. Im Betrieb würden fossil betriebene verbrennungsmotorische Fahrzeuge hingegen 27 bis 40 Tonnen CO₂ ausstossen, ein mit europäischem Strom betriebenes Elektrofahrzeug knapp 18 bis 20 Tonnen CO₂. Würde nur erneuerbare Energie eingesetzt, könne dieser Anteil bei elektrischen und verbrennungsmotorischen Antrieben je nach Erzeugung der erneuerbaren Energie über die Hälfte gesenkt werden, schätzt Bach. Die Energiestrategie 2050 sieht einen Ausbau der Produktionskapazität für erneuerbare Energie vor.

Dezentrale Energieversorgung

Batterien von Elektroautos weisen heute Speicherzeiten von wenigen Tagen auf. In Form von Wasserstoff kann Elektrizität bis zu mehrere Wochen lang gespeichert werden, wobei die Umwandlung in Wasserstoff und die anschliessende Rückumwandlung in Strom laut dem BFE mit Verlusten verbunden ist. «Durch die Kosten und den Platzbedarf, welche die Lagerung von Wasserstoff verursacht, sind nur Lagerzeiten von wenigen Wochen

ökonomisch sinnvoll», ergänzt Bach. Im Gasnetz lässt sich Elektrizität temporär über mehrere Monate speichern.

Mit der Unterstützung des BFE arbeiten Bach und sein Team deshalb an einer Demonstrationsanlage, die die dezentrale Bereitstellung von Wasserstoff für Brennstoffzellenfahrzeuge und als Beimischung zu Erdgas bzw. Biogas für die Nutzung in Gasfahrzeugen aufzeigen soll. «Durch die weitere chemische Transformation werden die Energieverluste zwar erhöht», so Bach. Da erneuerbare Energie aufgrund der Speichermöglichkeit besser genutzt werden könne, steige die Energieeffizienz gesamthaft gesehen aber gleichwohl an. (bwg)

Hohe Kosten und wenig Tankstellen

Die Reichweite von Autos mit Wasserstoffantrieb beträgt rund 500 Kilometer. Wenige Minuten reichen zum Auftanken. Toyota und Hyundai haben bereits Wasserstoffautos auf den Markt gebracht. Diese sind aber merklich teurer als vergleichbare herkömmliche Autos. Längerfristig dürfte sich der Preis für Wasserstoffautos massiv senken. Eine Entwicklung, die sich bereits bei Elektroautos beobachten lässt.

Anders als für Elektro- und Gasfahrzeuge ist die Tankinfrastruktur für Wasserstoff in der Schweiz derzeit beinahe inexistent – einzig eine Handvoll nicht öffentlicher Anlagen ist in Betrieb oder Planung. Der Energieproduzent Axpo und der Detailhändler Coop wollen dies nun ändern. 2016 soll die erste öffentliche Wasserstofftankstelle entstehen. Der Wasserstoff soll in einer neuen Elektrolyseanlage produziert werden und der verwendete Strom aus einem bestehenden Flusslaufkraftwerk stammen. Bei der Axpo geht man nach «konservativen Schätzungen» davon aus, dass langfristig zwei Prozent aller Personenwagen durch Brennstoffzellen angetrieben werden.

Mit neuen Solartechnologien experimentieren

Solarstrom lässt sich auf unterschiedliche Arten gewinnen. Der technologische Fortschritt zeigt, dass seltene Rohstoffe dafür nicht zwingend sind. Ein Überblick.



Solarzellen nutzen Sonnenlicht, um Strom zu erzeugen. Marktführend sind Solarmodule aus Silizium mit einem Wirkungsgrad von durchschnittlich 16 bis 18 Prozent. Um dieses zweithäufigste Element der Erdkruste in reiner Form zu gewinnen, braucht es energieintensive Verfahren, wie David Stickelberger von Swissolar sagt. Daher seien Hersteller von Solarzellen bestrebt, möglichst dünne kristalline Siliziumscheiben zu verwenden. Sie setzten dabei meist auf zwei klassische Verfahrensschritte: das Giessen von Siliziumblöcken oder das «Züchten von Kristallen».

Dünnschichtzellen für trübe Tage

Dünnschichtzellen sind anders aufgebaut: Stromerzeugende Materialien sind auf Glas oder Kunststoff aufgedampft – eine Methode, die man von Bildschirmen kennt. Neben Silizium kommen etwa Kombinationen von Kupfer, Indium und weiteren Elementen zum Einsatz. Diese neuen Technologien erreichen laut Stickelberger bisher nur kleine Marktanteile. Dabei besitzen Dünnschichtzellen besondere Eigenschaften: «An trüben Tagen wie heute können sie selbst schwaches Licht nutzen, was in unseren Breitengraden vorteilhaft

ist.» Zudem reduziert sich ihr Wirkungsgrad bei starker Wärme nicht, im Gegensatz zu dem von herkömmlichen Siliziumzellen.

Technischer Fortschritt

Die Firma glass2energy setzt auf farbige, durchsichtige Solarmodule, die sich durch einen chemischen Farbstoff auszeichnen. 2014 erhielt sie dafür den Watt d'Or. Ähnlich wie Pflanzen können diese sogenannten Grätzel-Zellen diffuses Umgebungslicht in Energie umwandeln. «Man kann sich das wie eine künstliche Photosynthese vorstellen», sagt CEO Stefan A. Müller. Anstelle eines Blattes verwende man mit Nanotechnologie beschichtetes Glas, während der Farbstoff das Chlorophyll ersetze. Die Zellen bestehen unter anderem aus einer porösen Schicht aus Titandioxid, das auch als Weissmacher in Zahnpasta vorkommt. Der Elektrolyt dient dem Transport von Elektronen. Bei Lichteinfall erfolgt eine elektrochemische Reaktion. Eine Demonstrationsanlage von rund 80 Panels ist derzeit an der Expo 2015 in Mailand zu sehen.

EU-Projekt

Weitere innovative Ideen könnten künftig zur Marktreife gelangen. Frank Nüesch von der Empa beispielsweise forscht seit 2012 mit seinem internationalen Team im Rahmen eines EU-Projekts an organischen Solarzellen, die transparente, biegsame Elektroden auf Barrierefolien enthalten. Diese neueste Generation

kommt ohne seltene Metalle wie Indium aus. Das Forscherteam erreichte damit bisher einen Wirkungsgrad für Module von fünf bis sieben Prozent. Der grosse Vorteil ist laut Nüesch, dass die Module in einem Rolle-zu-Rolle-Verfahren kostengünstig produzierbar sind. «Denkbar ist, dass man sie künftig wie eine Tapete ausrollen kann.» Anwenden liesse sich das Material in Zukunft auch an Fassaden oder auf Möbelloberflächen. Die Prototypen erreichten bereits eine hohe Transparenz, da sie rund 70 Prozent des für Menschen sichtbaren Lichts durchlassen würden. Mit einer Markteinführung rechnet Nüesch allerdings erst in rund zehn Jahren. Dereinst sollen die Zellen effizient Sonnenenergie ernten und dennoch flexibel bzw. biegsam bleiben. (bra)

Recycling

Die Schweiz passt die Verordnung über die Rückgabe, Rücknahme und Entsorgung von elektrischen und elektronischen Geräten (VREG) an und führt Photovoltaikmodule als neue Kategorie ein. So gilt für ausgediente Photovoltaikmodule voraussichtlich ab 2016 eine Rückgabepflicht für Konsumenten sowie die Pflicht zur kostenlosen Rücknahme für Hersteller, Importeure und Händler. Die Verordnung regelt ebenfalls, dass die Module umweltgerecht zu verwerten und zu entsorgen sind. Bereits heute wird bei deren Verkauf freiwillig ein vorgezogener Entsorgungsbeitrag entrichtet.

Wussten Sie, dass ...

...die Schweiz 2014 rund 850 GWh Solarstrom produzierte? Dies entspricht 1,4 Prozent des hiesigen Strombedarfs.

Pellets – Heizen mit der Natur

Dank Holzenergie kann CO₂-neutral geheizt werden. Für Pellets werden unbehandelte Holzresten aus der Holzindustrie verwertet. In der Schweiz entscheiden sich jedes Jahr mehr Hauseigentümer für diese Art von erneuerbarer Energie.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, um Holz als Heizenergiequelle für Gebäude zu nutzen. Der unveränderte Rohstoff kann als Stückholz, Holzschnitzel oder als gepresste Pellets verbrannt werden. Diese zylindrischen Stäbchen werden aus Holzresten hergestellt. «Im Holzenergiebereich sind Pellets am effizientesten», sagt Daniel Binggeli, Fachspezialist Holzenergie beim Bundesamt für Energie. Mit einem Wirkungsgrad von – je nach Qualität – bis zu über 90 Prozent sind Pellets eine attraktive, CO₂-neutrale Art zu heizen. Zwei Kilogramm Pellets enthalten so viel Energie wie ein Liter Heizöl, nämlich 10 kWh. In der Schweiz werden heute rund 20 Prozent der Holzheizungen mit Pellets betrieben (installierte Leistung von insgesamt 420 Megawatt). Auch wer seine Heizung saniert, kann seinen alten Öltank durch ein Pellets-Lager ersetzen.

In der Schweiz produziert

Für die Herstellung von Pellets kann aus ökologischen Gründen nur unbehandeltes Sägemehl verwendet werden. Dieses stammt vorwiegend aus Sägereien. Seit einigen Jahren beobachtet Daniel Binggeli einen Wandel: «Sägemehl wird heute grösstenteils für Pel-

lets und weniger für Spanplatten verwendet.» Fast das gesamte in der Schweiz anfallende Sägemehl wird somit für Pellets genutzt. Um den Herstellungsprozess zu optimieren, kann man pflanzliche Stärke einsetzen.

Jährlich werden in der Schweiz zwischen 200 000 und 220 000 Tonnen Pellets gepresst. 60 bis 80 Prozent der verwendeten Pellets stammen aus der Schweiz, der Rest wird importiert. «Der Importanteil hängt von den Temperaturen und dem Heizbedarf im Winter ab», sagt Martina Caminada, Geschäftsführerin von proPellets.ch.

Qualitätskontrollen

Alle Schweizer Produzenten, die nach dem Qualitätslabel ENplus zertifiziert sind, müssen ihre Erzeugnisse jährlich testen lassen. Die entsprechenden Vorgaben sind teilweise strenger als die geltende ISO-Norm (SN EN ISO 17225-2), die seit Juli 2014 in Kraft ist. Laut Martina Caminada ist es wichtig, dass die Käufer auf die Qualität der Pellets achten. Sie empfiehlt, ENplus-zertifizierte Pellets zu bevorzugen und auch die regionale Herkunft zu beachten. (luf)

Asche entsorgen

Beim Verbrennen von Pellets entsteht sehr wenig Asche. Pro Tonne sind es kaum fünf bis sieben Kilogramm. Da sich in der Asche Schwermetalle befinden, ist sie nicht als Dünger für den Garten geeignet. Bei der Verbrennung verflüchtigen sich die im Holz natürlich vorhandenen Schwermetalle (Chrom, Kupfer, Nickel, Zink) nicht, sondern sie reichern sich in der Asche an. «In den Pellets finden sich Stoffe, welche die Bäume aus der Umwelt aufgenommen haben oder die von den Holzbearbeitungswerkzeugen (Sägeblättern) stammen», erklärt Daniel Binggeli. Deshalb rät er, für die Entsorgung der Asche mit einer Fachperson Kontakt aufzunehmen oder die Richtlinien der Gemeinde zu befolgen. So lassen sich die Rückstände fachgerecht beseitigen und eine unnötige Bodenbelastung vermeiden.

Nachhaltige Lösungen für den Fluss

Der Doubs bildet in den Kantonen Neuenburg und Jura eine natürliche Grenze zwischen der Schweiz und Frankreich. Das Ökosystem des Flusses ist seit mehreren Jahren beeinträchtigt. Durch den Einfluss verschiedener Wasserkraftwerke schwankt der Pegelstand des Doubs sehr stark, was sich auf die Wasserfauna auswirkt. Dank dem neuen Reglement soll ein ökologisch guter Zustand aufrechterhalten bzw. wiederhergestellt werden.

Der ökologische Zustand des Doubs im französisch-schweizerischen Grenzgebiet beschäftigt den Bund, französische Behörden, Fischer, zahlreiche Nichtregierungsorganisationen, Kraftwerkbetreiber und Anwohnerinnen und Anwohner. Seit Anfang der 2000er-Jahre verschlechtert er sich. Neben verschiedenen Krankheiten führt der Schwall- und Sunkbetrieb der Kraftwerke in gewissen Fällen zu grossem Fischsterben. 2014 beispielsweise verendete wegen des niedrigen Wasserstands im Fluss ein Grossteil des Fischlaichs. Diese Situation wurde auch durch die Wasserkraftwerke am Doubs im französisch-schweizerischen Grenzgebiet – Châtelot, Refrain und La Goule – verursacht. Diese drei Kraftwerke bestimmen die Abflussmengen unterhalb von Châtelot massgeblich.

Im allgemeinen Wasserreglement (Règlement d'eau général) von 1969, das von den Behörden der beiden Länder verabschiedet wurde, sind die Abflussbedingungen für die drei Anlagen an diesem Doubs-Abschnitt festgelegt. Um nachhaltige Lösungen für den Fluss zu finden, wurde dieses Dokument von der 2011 eingesetzten Arbeitsgruppe «Abflussbewirtschaftung», der Mitglieder der Behörden der Schweiz (Bund und Kantone) sowie Frankreichs angehören, vollständig überarbeitet. Gleichzeitig wurde die Arbeitsgruppe «Wasserqualität» eingesetzt, in welcher unter anderem das Bundesamt für Umwelt (BAFU) vertreten ist. Die beiden Arbeitsgruppen wollen ein nachhaltiges Gleichgewicht zwischen der Stromproduktion aus erneuerbarer Energie und einem funktionierenden Ökosystem herstellen.

Langfristiges Unterfangen

Das Wasserreglement hat eine grosse Tragweite. Es beeinflusst sowohl die Produktion der

Wasserkraftwerke als auch das Ökosystem des Flusses. Aus diesem Grund müssen die gesetzlichen Bestimmungen beider Länder berücksichtigt werden, wie Christian Dupraz, Leiter der Sektion Wasserkraft beim BFE, erklärt: «Der andere Staat kann zu nichts verpflichtet werden, alles muss einvernehmlich geregelt werden, was manchmal etwas länger dauert.» Patrick Séac'h, stellvertretender Direktor der «Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement» (DREAL) der französischen Region Franche-Comté, meint, dass die Arbeit nicht immer einfach war. «Wir mussten einen gemeinsamen Arbeitsrhythmus und manchmal innovative einvernehmliche Lösungen finden.» So wurden betriebliche Massnahmen getroffen, um das Stranden von Fischen möglichst zu verhindern und die Laich- und Brutplätze während der sensiblen Periode zwischen dem 1. Dezember und dem 15. Mai zu schützen.

Damit der Flusslauf unterhalb der Staumauer Châtelot nicht austrocknet, wurde bereits 2005 eine sogenannte Dotierturbine eingebaut, sodass stets zwei Kubikmeter Wasser pro Sekunde ausfliessen. Auch beim Staudamm Refrain wurde eine solche Anpassung vorgenommen. Die Betreiber haben grosse Anstrengungen unternommen, um ihren Wissensstand zu vertiefen und auf die verschiedenen Anliegen einzutreten. «Wir haben in der Bewirtschaftung dieser Kraftwerke eine Revolution erlebt», sagt Johann Ruffieux vom Unternehmen Groupe E. Er ist von der «Société des Forces Motrices du Châtelot» (SFMC) mit der Betreuung dieses komplexen Dossiers beauftragt worden.

Zusammenarbeit zwischen allen Akteuren

Seit 2011 wird das Thema im Rahmen verschiedener Informationsveranstaltungen in den

betroffenen Kreisen debattiert. Zunächst legten die Behörden dar, dass diese Kraftwerke zur Deckung von Verbrauchsspitzen dienen – eine Aufgabe, die durch Laufwasserkraftwerke nicht erfüllt werden kann. Während der Informationsanlässe fand ein reger Austausch statt, beispielsweise letzten April in Neuchâtel. «Seit Beginn der Arbeiten am Wasserreglement hat sich die frontale Opposition in eine partizipative Opposition verwandelt», sagt Patrick Séac'h. Die von den Behörden geforderte Transparenz in diesem Dossier verhilft auch zu einem besseren Verständnis zwischen den verschiedenen Akteuren.

Neues Regime

Aufgrund der Arbeiten konnte per Dezember 2014 eine Sonderregelung zum Wasserreglement von 1969 umgesetzt werden. Diese übernimmt alle im neuen Wasserreglement vorgesehenen Massnahmen. Nach den ersten sechs Monaten ziehen die Fischer eine positive Bilanz. «Unterhalb des Staudamms Refrain hat sich die Situation ganz klar verbessert», stellt Laurent Giroud vom Schweizerischen Fischereiverband fest. «Wir sind zuversichtlich in Bezug auf die Abflussbewirtschaftung, und wir verfolgen die Entwicklung unterhalb des Kraftwerks Châtelot im französisch-neuenburgischen Abschnitt des Doubs aufmerksam.» Dort würden weiter Jungfische verenden, weil für die sensible Periode keine Mindestabflussmenge vorgegeben und das abrupte einstufige Herunterfahren von neun auf zwei Kubikmeter pro Sekunde möglich sei.

Wussten Sie, dass ...

... die drei Kraftwerke an diesem Abschnitt des Doubs jährlich 192 GWh Strom erzeugen? Dies entspricht 80 Prozent des Stromverbrauchs der Stadt La Chaux-de-Fonds.

Die Wetterbedingungen waren in diesem Jahr bisher positiv: «Während der sensiblen Periode von Dezember bis Mitte Mai lagen wir über den im neuen Reglement vorgesehenen Grenzen», sagt Johann Ruffieux. «Dazu mussten unsere Mitarbeiter in Bezug auf die neuen Einschränkungen geschult und ein Teil der Tätigkeit neu organisiert werden. Das war ein grosser Aufwand.» Für die Bewirtschaftung der Kraftwerke ist der Faktor Wetter entscheidend. In einer Trockenperiode beispielsweise kann die Situation anders aussehen. Das Wet-

ter ist aber nicht der einzige Faktor: «Wenn alle Nutzniesser des Doubs die nötigen Massnahmen ergreifen, wird sich die Gesamtsituation verbessern. Aber das ist ein längerfristiges Unterfangen», erklärt Alexandre Oberholzer, Verantwortlicher für das Dossier Doubs beim BFE.

Bald definitive Anwendung

Während der Übergangszeit bis zum Inkrafttreten des neuen Reglements wird die Umsetzbarkeit der definierten Massnahmen si-

chergestellt. Bis dahin bedarf es noch einer Departementsverordnung in der Schweiz, die die Finanzierung der betrieblichen Massnahmen der Kraftwerke durch Swissgrid regelt. Die neue Version des Wasserreglements dürfte im Verlauf des Jahres 2016 in Kraft treten, wenn alle Voraussetzungen dafür gegeben sind. Dieses Dokument wird wohl auch als Grundlage für künftige Konzessionen der Kraftwerke am Doubs dienen. Dank dem neuen, nachhaltigeren Nutzungsregime dürfte der Doubs wieder zu Kräften kommen. (luf)

Monitoring während der ersten fünf Jahre

Im Rahmen des neuen Wasserreglements wird während der ersten fünf Umsetzungsjahre ein Monitoring des Doubs eingeführt. Anhand verschiedener Messungen werden der Gesundheitszustand des Flusses evaluiert, die Abflussmengen geprüft und die Zahl der Fische kontrolliert. «Dank dem Monitoring werden wir die – wie wir hoffen positive – Entwicklung des Zustands des Flusses beobachten können», unterstreicht Alexandre Oberholzer. Neben einem jährlichen Bericht wird nach Ablauf der fünf Jahre ein Schlussbericht erstellt. Die Behörden werden so Bilanz ziehen und das Wasserreglement bei Bedarf anpassen können.

Die Anlage Châtelot ist das grösste Wasserkraftwerk am Doubs im französisch-schweizerischen Grenzgebiet.

Transport von Kernmaterial und radioaktiven Abfällen



Verschiedene Stellen arbeiten zusammen, damit Kernmaterial und radioaktive Abfälle auf Schweizer Strassen und Schienen sicher am Bestimmungsort eintreffen. Voraussetzung hierfür ist eine Transportbewilligung des BFE.

Ein spezieller Transporter legt die letzten Meter bis zum Zwischenlager (Zwilag) in Würenlingen AG zurück, an Bord ein 120 Tonnen schwerer Behälter, gefüllt mit radioaktivem Abfall. Polizisten beobachten die Lage und gewährleisten, dass die Fracht aus einer Wiederaufbereitungsanlage in Frankreich sicher ans Ziel kommt. «Nur wer an der Durchführung des Transports direkt beteiligt ist, ist vorgängig informiert», sagt Ariane Franziska Thürler, Fachspezialistin für Kernenergie-recht beim BFE. Die ebenfalls im BFE angesiedelten Safeguards führen Buch über den aktuellen Kernmaterialbestand in der Schweiz und benachrichtigen die internationale Atom-energieagentur (IAEA) darüber.

Versicherung für Transport

Für den Transport der Ware haften die Betreiber der Kernanlagen. Mit der vom Bundesrat im März 2015 verabschiedeten Totalrevision der Kern-energiehaftpflichtverordnung (KHV) müssen die Transporte künftig separat versichert werden. In Kraft treten wird die revidierte KHV allerdings frühestens nächstes Jahr bzw. wenn genügend Vertragsstaaten die Abkommen von Paris und Brüssel ratifiziert haben.

Wer in der Schweiz Kernmaterial oder radio-aktive Abfälle transportieren will, benötigt gemäss Kernenergiegesetz eine Bewilligung des BFE. Voraussetzung hierfür ist unter anderem ein gemeinsames, vollständiges Ge-such von Versender, Empfänger, Beförderer (z. B. SBB Cargo) und Transportorganisator. Für die speziellen Transportbehälter benötigt der Gesuchsteller eine gültige Anerkennung des Eidgenössischen Nuklearsicherheitsins-pektors (ENSI).

Bewilligung mit Auflagen

Thürler prüft die Gesuche eingehend und hält in der Bewilligung fest, wer was in wel-chem Zeitraum von wo wohin transportieren darf, inkl. Sicherungskategorie. Die Juristin übernimmt dabei die sicherheits- und siche-rungstechnischen Auflagen, die das ENSI in seiner Stellungnahme zuhanden des BFE in Bezug auf die verschiedenen Beteiligten fest-hält. Diese variieren von Fall zu Fall, etwa aufgrund der Art des zu transportierenden Materials.

Um alle Anträge nachvollziehbar zu doku-mentieren, hat Thürler in den vergangenen sieben Jahren zahlreiche Bundesordner ge-füllt. Allein 2014 stellte sie 13 Bewilligungen

für maximal 160 Transporte aus, hauptsäch-lich für jene von frischen Brennelementen in Schweizer Kernkraftwerke und von radio-aktiven Abfällen ins Zwilag. Thürler beur-teilt aber auch Anträge betreffend Rücknah-me radioaktiver Abfälle, die im Ausland bei der Wiederaufarbeitung von abgebrannten Brennelementen aus der Schweiz anfielen. Die Schweiz ist dazu verpflichtet, diese zu-rückzunehmen. Seit dem 1. Juli 2006 gilt ein zehnjähriges Moratorium, das die Ausfuhr abgebrannter Brennelemente zur Wieder-aufarbeitung verbietet.

Sicherheit geht vor

Teamwork ist auch beim eigentlichen Trans-port gefragt: Die Polizeikräfte der betroffenen Kantone begleiten die Transporte auf ihrem Gebiet, sofern sie dies als notwendig erachten oder dies einer Auflage entspricht. Neben der Einsatzeinheit vor Ort verfolgen auch das BFE, das ENSI und die Nationale Alarmzentrale den Ablauf der Transporte mit erhöhten Sicher-heits- und Sicherungsanforderungen. Die Öf-fentlichkeit informieren sie nicht im Vorfeld über diese geplanten Transporte, sondern erst nach deren Durchführung. Diese Geheimhal-tung erfolgt nicht zuletzt zum Schutz vor möglichen Terrorakten. (bra)

Energie als Tourismusattraktion

Der Mont-Soleil wird seinem Namen gerecht: Seit 25 Jahren steht dort ein Solarkraftwerk. Schweizer Pioniere der Solarenergie sammelten hier ihre ersten Erfahrungen. Zudem stehen 16 Windturbinen auf dem Mont-Soleil bzw. Mont-Crosin. Die ersten 3 wurden im Jahr 1996 eingeweiht. Der Mont-Soleil ist ein beliebtes Ausflugsziel, das dank einer Seilbahn seit 1903 leicht zu erreichen ist. Diese wird heute übrigens ausschliesslich mit erneuerbarer Energie angetrieben. Infrastrukturen dieser Art sind im Laufe der Zeit zu regelrechten Tourismusattraktionen geworden.

Erneuerbare Energien sind beispielsweise auch das Thema von zwei Erlebnispfaden (siehe www.espacedecouverte.ch): Mehr über Solar- und Windenergie erfahren Wanderer zwischen dem Mont-Soleil und dem Mont-Crosin («Sentier des Monts»); Energie aus Wasserkraft und Biomasse gibt es im Tal von St-Imier zu entdecken («Sentier du Valon»). Diese Erlebnispfade werden auch von vielen Schulklassen besucht. Deren Anteil an den Besichtigungen der Solar- und Windkraftwerke beträgt etwa 40 Prozent. Mit dem bereitgestellten, didaktischen Material können die Lehrer das zuvor im Klassenzimmer behandelte Thema vor Ort illustrieren.

Energie steht ebenfalls häufig im Mittelpunkt von neuen Tourismusprojekten auf dem Mont-Soleil, z. B. Fahrten mit Elektrovelos oder elektrisch unterstützte Kutschenfahrten. Die Angebote im Bereich Tourismus und Energie schaffen einen echten wirtschaftlichen Mehrwert für die Region von schätzungsweise einer Million Franken jährlich.

Fast eine Million Personen haben in den letzten 20 Jahren unsere Region besucht. Unser Ziel bleibt es, die Besucher für erneuerbare Energien zu sensibilisieren und gleichzeitig die Entwicklung eines sanften Tourismus zu fördern bzw. zu stärken, ohne zu vergessen, dass der wichtigste Trumpf die unberührte Natur des Berner Juras ist.

Wir blicken in unserer Region zudem auf Traditionen im Uhrmacherhandwerk sowie im Bereich Mikrotechnik, Industrie und Innovation zurück. Die touristische Erschliessung dieses reichhaltigen und einzigartigen kulturellen Erbes bleibt eine wichtige Herausforderung, die wir unter anderem dank den Energie-Erlebnispfaden erfolgreich meistern werden.

Trotz der traditionsreichen Geschichte und der erfolgreichen Gegenwart, in der die Windkraftanlagen und Solarpanels bei Tou-

risten einen immer breiteren Anklang finden, müssen wir bereits heute über die Weiterentwicklung der Erlebnispfade nachdenken. Auch als Tourismusexperten stellen wir uns die Frage, wie sich die Region in den kommenden Jahren im Energiebereich zeigen will. Ich bin überzeugt, dass der Mont-Soleil seinem Namen treu bleibt und noch viele Touristen faszinieren wird.

Guillaume Davot
Direktor, Berner Jura Tourismus



Trafos mit Effizienzpotenzial

Im Schweizer Stromnetz schlummert ein erhebliches Effizienzpotenzial: Durch Einsatz modernster Transformatoren mit amorphem Kern liessen sich 200 GWh Strom pro Jahr einsparen.

Der private Konsument macht sich in der Regel wenig Gedanken, wie der Strom in seine Steckdose kommt. Dabei hat er schon einen weiten Weg zurückgelegt. Die Schweiz verfügt über ein 250 000 Kilometer langes Leitungsnetz, das den Strom von den Kraftwerken zu den Verbrauchern bringt. Verluste von ungefähr sieben Prozent fallen sowohl in den Leitungen als auch in den Transformatoren an, die dafür sorgen, dass der Strom zwischen den verschiedenen Netzebenen – dem Höchst-, Hoch-, Mittel- und Niederspannungsnetz – fließen kann.

Fokus auf dem Verteilnetz

Eine Studie der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) im Auftrag des Bundesamts für Energie (BFE) beziffert die Verluste der aktuell (2014) im Schweizer Verteilnetz eingesetzten Transformatoren auf 406 GWh pro Jahr. Würden die Spannungswandler ungeachtet ihres Lebensalters durch modernste Transformatoren mit amorphem Eisenkernmaterial ersetzt, könnten die Verluste auf 204 GWh halbiert werden. Das entspricht einem Effizienzgewinn von gut 0,3 Prozent des landesweiten Stromverbrauchs (59 323 GWh im Jahr 2013). «Diese Studie zeigt auf, dass mit dem Austausch eines einzigen herkömmlichen Transformators durch einen mit einem amorphen Kern bis zu 6 MWh elektrische Energie pro Jahr eingespart werden kann», schreibt Studienautorin Karin Dreyer, die die Untersuchung am FHNW-Standort Windisch (Hochschule für Technik) erstellt hat.

Ersatz optimieren

Das Effizienzpotenzial pro Transformator entspricht in etwa dem jährlichen Stromverbrauch eines Mehrpersonenhaushalts. Im Schweizer Verteilnetz sind insgesamt rund 70 000 bis 80 000 Transformatoren im Einsatz.

In den letzten Jahren wurden 25 Prozent der Transformatoren erneuert, was bei einer Le-

bensdauer von 40 Jahren der natürlichen Ersatzrate entspricht. Bei der Auswertung nach Altersklassen hat Studienautorin Karin Dreyer eine interessante Beobachtung gemacht: «Das Schweizer Verteiltransformatorennetz wurde in den letzten Jahren stark verjüngt. Die Verluste konnten allerdings nicht signifikant reduziert werden.» Martin Streicher-Porte, Professor am Institut für Biomasse und Ressourceneffizienz der FHNW, hat für diesen Befund eine simple Erklärung parat: «Offenbar haben die Energieversorgungsunternehmen (EVU) die Transformatoren auf Vorrat gekauft und somit in den letzten Jahren Transformatoren eingebaut, die nicht mehr dem aktuellen Stand der Technik entsprechen.»

Leerlaufverluste senken

Die Leerlaufverluste bei energieeffizienten Transformatoren mit einem amorphen Metallkern liegen bis zu 70 Prozent tiefer als diejenigen bei konventionellen Transformatoren mit einem sogenannten Regular-Grain-oriented-Metallkern. Der amorphe Kern, auf den die beiden Spulen gewickelt sind, besteht hier nicht aus kaltgewalzten, kornorientierten Siliziumblechen, sondern aus einem Material, dessen Atome durch Anwendung eines speziellen Herstellungsverfahrens nicht in einer Kristallstruktur geordnet sind. Dieses Metall lässt sich leichter magnetisieren, was dazu beiträgt, die zwei wichtigsten Verlustquellen im Trafokern (Hysteres- und Wirbelstromverluste) zu reduzieren.

Hocheffiziente Transformatoren mit amorphem Kern wurden bereits in den 1970er-Jahren entwickelt, konnten sich auf dem Markt aber aufgrund des höheren Preises nicht durchsetzen. Seit einigen Jahren erlebt die Technologie aufgrund der wachsenden Anforderungen an die Energieeffizienz eine Renaissance. Laut Andreas Suranyi, Manager für Energieeffizienzlösungen bei ABB Schweiz,





Wicklung im Fabrikationsprozess von Transformatoren.

Leerlauf- und Lastverluste

Transformatoren haben sehr unterschiedliche Lastprofile. Laut einer EU-Studie liegt die durchschnittlich übertragene Last der von EVU eingesetzten Verteiltransformatoren bei 18,9 Prozent. Bei einer derart niedrigen Auslastung dominieren Leerlaufverluste, während Lastverluste weniger ins Gewicht fallen. Transformatoren mit amorphem Kern reduzieren diese Leerlaufverluste. Industrietransformatoren hingegen haben oft eine hohe Auslastung. Lastverluste fallen hier stärker ins Gewicht und übertreffen meist die Leerlaufverluste.

Die europäische Norm EN 50464-1 erlaubt es, Transformatoren in Abhängigkeit ihrer Leerlauf- und Lastverluste Effizienzklassen zuzuordnen. Die EU hat kürzlich Mindestanforderungen für die Effizienz von Verteiltransformatoren erarbeitet. Diese liegen aber unter dem aktuellen Standard von Schweizer Transformatoren.

beruhen aktuell rund zwei Prozent der 2000 in der Schweiz verkauften ölgekühlten Verteiltransformatoren auf amorpher Technologie. «Das Effizienzpotenzial wird derzeit nicht realisiert, obwohl die technischen Lösungen vorhanden wären», bedauert er.

Langfristige Perspektive

Für die zögerliche Nachfrage nach den energieeffizienten Transformatoren gibt es verschiedene Gründe. Aufgrund der spezifischen Struktur des Metalls sind amorphe Transformatoren etwas grösser als herkömmliche Geräte, zudem liegt der Geräuschpegel leicht höher. Deshalb finden amorphe Transformatoren in engen Trafostationen mitunter keinen Platz und sind für eine lärmsensible Umgebung ungeeignet. Der Haupthinderungsgrund dürfte jedoch der Preis sein: Aufgrund des verwendeten Materials liegt er rund 20 Prozent über jenem herkömmlicher Geräte. Wie hoch die Preisdifferenz langfristig ausfällt, ist allerdings eine Frage der Betrachtung: «Positiv sieht es aus, wenn man den Kostenvergleich über die gesamte Lebensdauer anstellt, denn die amorphen Transformatoren haben meist die tieferen Betriebskosten», sagt Roland Hasler, Market Manager für Transformatoren bei ABB.

Angesichts der aktuell tiefen Energiepreise ist der ökonomische Anreiz für die Anschaffung eines amorphen Trafos für die Betreiber eher gering. In der FHNW-Studie haben Lieferan-

ten und Anwender (EVU) von Verteiltransformatoren Empfehlungen an staatliche Stellen formuliert, wie der Absatz energieeffizienter Umspanner mit amorphem Kern gesteigert werden könnte. So raten sie, bei öffentlichen Ausschreibungen nicht einen möglichst tiefen Kaufpreis als Hauptkriterium heranzuziehen, sondern auch die langfristigen Betriebs- und Energiekosten sowie Einsparungen zu berücksichtigen. Die Marktteilnehmer befürworten zudem die Einführung eines Energieeffizienzlabels für Transformatoren, analog zur bestehenden EU-Regelung (siehe Kasten).

Förderung durch das Programm «ProKilowatt»

Im Rahmen der wettbewerblichen Ausschreibungen «ProKilowatt» unterstützt das BFE neuerdings Industrieunternehmen beim «Ersatz der firmeneigenen Transformatoren», wie es in den Ausschreibungsunterlagen heisst. Mit dem Förderprogramm können Effizienzmassnahmen im Umfang von 20 bis 40 Prozent der anrechenbaren Gesamtinvestition mitfinanziert werden, die übrigen 60 bis 80 Prozent der Kosten trägt das begünstigte Industrieunternehmen. «Wir haben bereits erste Förderanträge für energieeffiziente Transformatoren erhalten», sagt Grégoire Blanc, Leiter der Geschäftsstelle ProKilowatt. Infrage kommen Transformatoren ab 630 kVA. Vom Angebot profitieren können Industrieunternehmen, die über eine eigene Netzinfrastruktur im Mittel- und Niederspannungsbereich verfügen. (bv)

Welche Farbe hat Ihr Strom?

Seit 2005 müssen Schweizer Stromlieferanten ihre Endkundeninnen und Endkunden mindestens einmal im Jahr über die Herkunft und Zusammensetzung des von ihnen bezogenen Stroms informieren. Diese Herkunftsnachweise und die Pflicht zur Stromkennzeichnung sorgen für eine hohe Transparenz beim Stromkonsum.

«Bei Nahrungsmitteln wie beispielsweise Fleisch und Gemüse kennen wir das System schon lange: Die Herkunft muss deklariert werden. Dasselbe gilt für Strom», sagt Beat Goldstein, Fachspezialist Marktregulierung beim Bundesamt für Energie (BFE). Nebst der Herkunft muss ein Stromlieferant dem Verbraucher ausweisen, mit welcher Technologie der gelieferte Strom hergestellt wurde. In anderen Worten heisst das, er muss aufzeigen, wie viel Prozent der verbrauchten Energie aus Wasserkraft, Kernenergie, neuen erneuerbaren Energien und fossilen Energieträgern stammt. Die Stromlieferanten sind zudem dazu verpflichtet, ihren durchschnittlichen Strommix im Internet unter www.stromkennzeichnung.ch zu publizieren. Falls sie dieser Pflicht nicht nachkommen, kann das BFE als Aufsichtsbehörde ein Strafverfahren einleiten.

Herkunftsnachweise garantieren Stromqualität

Die Energieversorgungsunternehmen müssen für die Stromkennzeichnung sogenannte Herkunftsnachweise verwenden. Von der nationalen Netzgesellschaft Swissgrid ausgestellt, ermöglichen diese eine eindeutige Zuweisung, wann welches Kraftwerk wie viel Elektrizität mit welchem Energieträger hergestellt hat. Dieses Herkunftsnachweissystem wurde 2006 (rückwirkend auf 2005) mit der Verordnung des UVEK über den Nachweis

der Produktionsart und der Herkunft von Elektrizität für erneuerbare Energien eingeführt. Seit 2013 besteht diese Pflicht für sämtliche Anlagen mit einer Leistung von mehr als 30 Kilovoltampere.

Transparenter Handel

Über eine ausserbörsliche Handelsplattform können Stromlieferanten von Produzenten oder Händlern solche Herkunftsnachweise erwerben, beispielsweise für 10 000 kWh aus Schweizer Wasserkraft. Nach der Lieferung der eingekauften Menge Strom an die Endkunden entwertet der Lieferant die entsprechende Anzahl Herkunftsnachweise bei Swissgrid, um deren mehrfache Vermarktung auszuschliessen.

Dieses System stellt sicher, dass die deklarierten Mengen tatsächlich produziert und ins Netz eingespeist wurden. Der Weg der Herkunftsnachweise entspricht dabei nicht dem physikalischen Stromfluss. Eine Person, die beispielsweise 4000 kWh Solarstrom kauft, bezieht weiterhin einen Mix aus verschiedenen Stromquellen. Goldstein vergleicht das Prinzip mit einem Geldbezug am Bankomat: «Wenn jemand 100 Franken bezieht, be-

kommt er höchstwahrscheinlich auch nicht dieselbe Hunderternote, die er einmal auf sein Konto einbezahlt hat.»

Auswirkungen auf Strommix

«Elektronen haben keine Farbe», so Goldstein weiter. Seiner Meinung nach kann die Nachfrage nach «grünem Strom» aber langfristig den Strommix beeinflussen: Verlangen beispielsweise mehr Kunden nach Solarstrom, muss entsprechend mehr davon produziert und transparent nachgewiesen werden. Herkunftsnachweise können somit das Bewusstsein für das konsumierte Stromprodukt fördern, analog zum Kauf von Lebensmitteln. (thc)

Schweizer Stromproduktion 2014

Im Jahr 2014 wurde in der Schweiz 69,6 Milliarden kWh Elektrizität produziert. Das ist nach 2001 das zweithöchste je erzielte Produktionsergebnis. Dazu beigetragen haben die Wasserkraftwerke zu 56,4 Prozent, die Kernkraftwerke zu 37,9 Prozent, die konventionell-thermischen und andere Anlagen zu 5,7 Prozent (siehe www.bfe.admin.ch › Themen › Energiestatistiken › Elektrizitätsstatistik 2014).



Die Zahl

15 500

So viele Quadratmeter umfasst der Solarpark, der kürzlich auf dem Gelände der ETH Lausanne eingeweiht worden ist. Die Anlage bedeckt über 25 Dächer und Fassaden der Hochschule und soll jährlich rund 2,2 Millionen Kilowattstunden Strom produzieren. Einen Teil wird die ETH zur Deckung ihres Stromverbrauchs verwenden, den anderen Teil wird der Energieversorger Romande Energie seinen Kunden anbieten. Die riesige Solaranlage dient jedoch auch Forschungs- und Entwicklungszwecken und steht den entsprechenden Labors der ETH zur Verfügung. (his)

Watt d'Or: Projekte einreichen



Der Watt d'Or, die prestigeträchtige Auszeichnung des Bundesamts für Energie, wird am 7. Januar 2016 zum zehnten Mal verliehen. Gesucht werden überraschende, innovative und zukunftsweisende Energieinitiativen, Technologien, Produkte, Geräte, Anlagen, Dienstleistungen, Strategien, Gebäude oder energieeffiziente Raumkonzepte. Kurz: Bestleistungen im Energiebereich! Vorschläge können bis Ende Juli 2015 eingereicht werden. Infos gibt es im Internet auf www.wattdor.ch. (zum)



Ressourcen effizienter nutzen

Das Netzwerk Ressourceneffizienz Schweiz – kurz Reffnet.ch – unterstützt Schweizer Firmen dabei, ihre Umweltbelastungen und Rohstoffabhängigkeiten zu reduzieren. Konkret zeigt Reffnet.ch, wie Firmen in ihrem Betrieb Material, Energie und Kosten einsparen können. Dabei profitieren Unternehmen mehrfach. Denn die vorhandenen Ressourcen besser zu nutzen, bedeutet für sie nicht nur eine gesteigerte Wettbewerbsfähigkeit, Effizienzgewinne und tiefere Materialkosten, sondern auch eine geringere Abhängigkeit von volatilen Rohstoffpreisen und das Erreichen wichtiger Umweltziele. (his)

Neue Cleantech-Videos

Ein neues BFE-Video dreht sich um die Sanierung von zwei Wohnblocks der Wohnungsgenossenschaft «La Cigale» in Genf, der grössten Schweizer Gebäudeerneuerung nach Minergie-P-Standard. Dieses Leuchtturmprojekt setzt auf Solarenergie, konsequente Wärmedämmung und ein innovatives Heizsystem

mit integriertem Eisspeicher (siehe Video «Schöner Wohnen im Energiesparblock»). Ein zweites Video erklärt, wie aus Abwärme Strom wird. Es geht um Minigeneratoren, die aus Temperaturunterschieden elektrischen Strom erzeugen können. Mehr Informationen finden Sie auf www.bfe.admin.ch/infoclips.



Karte der Wasserkraftanlagen

Eine neue BFE-Karte bietet einen Überblick über die Wasserkraftnutzung in der Schweiz. Dargestellt sind Wasserkraftwerke mit einer Leistung von über 300 kW. Gegenüber der Karte von 2002 sind über 100 neue Anlagen dazugekommen. Als Basis diente unter anderem die Wasserkraftstatistik des BFE. Die Karte entstand in Zusammenarbeit mit der Landestopografie und den Kantonen. Bei Interesse können Sie einzelne Exemplare beim BFE beziehen via ad-rwe@bfe.admin.ch (solange Vorrat). (bra)

Nationale Forschungsprogramme

Der Bund investiert bis 2018 insgesamt 45 Millionen Franken für folgende zwei Forschungsprogramme des Schweizerischen Nationalfonds: «Energiewende» (NFP 70) und «Steuerung des Energieverbrauchs» (NFP 71). Über 300 Forschende werden in dieser Zeit in 103 Projekten Grundlagen erarbeiten, die die Politik und die Wirtschaft bei der Umsetzung der Energiestrategie 2050 unterstützen könnten. Das BFE ist in der Programmorganisation beratend vertreten. (bra)



25 Jahre Zwiilag

Das Zwischenlager in Würenlingen feiert dieses Jahr sein 25-jähriges Bestehen. 1990 wurde das Zwischenlager Würenlingen AG von den vier Schweizer Kernkraftwerksbetreibern gegründet. Zwischen 1996 und 2000 wurde die Anlage gebaut und in Betrieb genommen. Im Zwiilag werden schwach-, mittel- und

hochaktive Abfälle gelagert. Aktuell ist es zu rund einem Viertel belegt. Neben der klassischen Einlagerung werden schwachaktive Abfälle der Kernkraftwerke dekontaminiert. Durch diese Methode können über 90 Prozent dieser Abfälle gereinigt und zurück an den Recyclingkreislauf gegeben werden. (his)

Abonnemente und Bestellungen

Sie können *energeia* gratis abonnieren: per E-Mail (abo@bfe.admin.ch), per Post oder Fax

Name:

Adresse: PLZ/Ort:

E-Mail: Anzahl Exemplare:

Nachbestellungen *energeia* Ausgabe Nr.: Anzahl Exemplare:

Den ausgefüllten Bestelltalon senden/faxen an: **Bundesamt für Energie BFE** | Sektion Publishing, 3003 Bern, Fax: 058 463 25 00

Aus der Redaktion

Flughafen Zürich – gerüstet für die Energiezukunft

Der Flughafen Zürich ist einer der meistfrequentierten Plätze der Schweiz. Über 25,5 Millionen Fluggpassagiere reisen jedes Jahr von hier in die ganze Welt, meist ohne sich bewusst zu sein, wie zentral die Energieversorgung im Hintergrund für den Betrieb ist.

Als internationale Verkehrsdrehscheibe ist der Flughafen Zürich nicht nur ein wichtiger Ausgangspunkt für Reisende, sondern auch ein Industriestandort mit energieintensiven Dienstleistungen wie Terminals, Werfthallen und Gepäcksortieranlage. Pro Jahr verbraucht der grösste Flughafen der Schweiz rund 595 000 Megawattstunden (MWh) Primärenergie – etwa so viel wie die Stadt Winterthur.

Stabiler Energieverbrauch

Am meisten Energie benötigen die insgesamt 74 Gebäude, welche die Flughafen Zürich AG unterhält. Diese werden durch das eigene, über zehn Kilometer lange Fernwärmenetz versorgt. «Wir haben heute fast den gleichen Energiebedarf wie vor 17 Jahren», sagt Thomas Calame, Leiter Infrastruktur der Flughafen Zürich AG, stolz. Dies ist umso erstaunlicher, wenn in Betracht gezogen wird, dass die Energiebezugsfläche in dieser Zeitspanne um rund 50 Prozent gewachsen ist. Durch Gebäudesanierungen und energiesparende Bauweisen ist der Betrieb der Anlage wesentlich effizienter geworden. Während der Stromverbrauch um 17 Prozent angestiegen ist, ist der Wärmebedarf im Vergleich zu 1998 um 30 Prozent gesunken.

Eigene Energiestrategie

Auch im internationalen Vergleich war der Flughafen Zürich bis vor ein paar Jahren führend in diesem Bereich. «Wir waren lange Zeit ein Vorbild für andere Flughafenbetreiber.

Mittlerweile haben die anderen jedoch aufgeholt», gibt Calame zu. Um in Zukunft weiterhin eine sichere, wirtschaftliche und ökologisch sinnvolle Energieversorgung zu gewährleisten, hat die private Aktiengesellschaft eine «Energiestrategie 2030» verabschiedet. Nebst neuen gesetzlichen Grundlagen war für Calame dafür vor allem der finanzielle Druck ausschlaggebend: «Die Energiekosten stellen mit 24 Millionen Schweizer Franken pro Jahr einen grossen Posten in unserer Erfolgsrechnung dar. Deshalb haben wir ein wirtschaftliches Interesse daran, die Ausgaben im Griff zu haben.»

Dazu hat Calame drei konkrete Ziele formuliert: Erstens soll der Primärenergieverbrauch bis ins Jahr 2030 675 000 MWh nicht übersteigen. Dies soll mit Massnahmen zur Energiereduktion oder auch durch Umstellung auf alternative Energien erreicht werden, da diese weniger Primärenergie enthalten. Bereits heute liefern zwei Photovoltaikanlagen elektrischen Strom für den Flughafen, aber mit 0,5 Prozent ist der Anteil noch verschwindend klein. Zweitens ist der Spitzenverbrauch zu glätten. «Wir haben festgestellt, dass wir gerade zur Mittagszeit am meisten Energie verbrauchen», sagt Calame. «Wenn wir diese Spitzen anderweitig, zum Beispiel mit zusätzlichen Photovoltaikanlagen decken können, müssten wir weniger von diesem Spitzenstrom einkaufen.» Schliess-

lich soll drittens die Energieautonomie zunehmen. «Wir wollen in Zukunft mindestens 12 MW Leistung über fünf Tage selber herstellen können. Wir führen dazu verschiedene Potenzialanalysen durch.» Bis eine geeignete Alternative gefunden ist, sorgt die bereits bestehende Gasturbine für einen Teil Stromautonomie.

Betriebsoptimierungen

In Zukunft werden noch mehr Passagiere und Flugzeuge den Flughafen Zürich nutzen. Für Calame steht zum jetzigen Zeitpunkt jedoch nicht ein Ausbau, sondern vielmehr die Betriebsoptimierung im Zentrum. «Wir bauen zurzeit unser Energiecontrollingsystem aus. Wir wollen in Zukunft die Energieflüsse präziser messen und auf Veränderungen schneller reagieren, als wir es heute können.» Calame ist überzeugt, dass durch eine optimale Steuerung Einsparungen von bis zu 25 Prozent möglich sind. «Dazu braucht es jedoch sehr gute Computersysteme, die in der Lage sind, die enorme Datenmenge zu verarbeiten und die bestehenden Systeme zu simulieren und zu steuern. Bis wir so weit sind, haben wir noch viel zu tun.»

Von all diesen Arbeiten werden die Passagiere nichts mitbekommen, denn das Team von Calame wirkt im Hintergrund und sorgt dafür, dass der Flughafenbetrieb Tag und Nacht funktioniert. (thc)

IM URLAUB, ABSCHALTEN!



Gönnen Sie Ihren elektronischen Geräten auch eine Pause. Schalten Sie diese komplett aus oder ziehen Sie den Stecker! Damit vermeiden Sie unnötige Standby-Verluste. Wenn alle Schweizer Haushalte während des Urlaubs ihre Geräte abschalten, entspricht die eingesparte Energie dem Jahresverbrauch von ca. 18'000 Haushalten.

Mehr Info auf energieschweiz.ch

In Zusammenarbeit mit



energieschweiz
Unser Engagement: unsere Zukunft.