

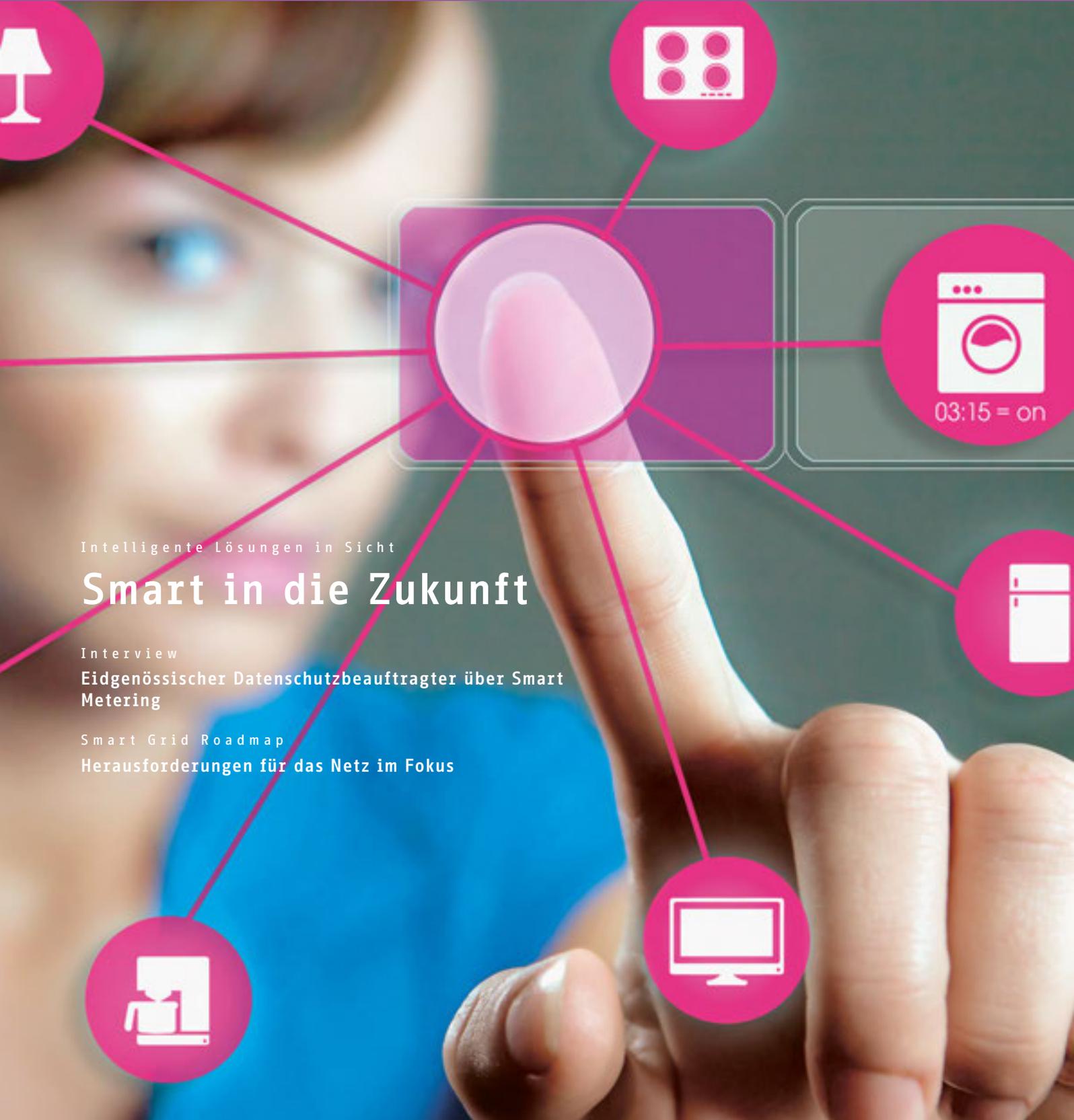


Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE

Newsletter des Bundesamtes für Energie BFE  
Nummer 2 | März 2015

# energie1a.



Intelligente Lösungen in Sicht

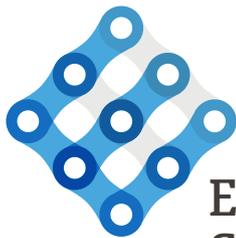
## Smart in die Zukunft

Interview

Eidgenössischer Datenschutzbeauftragter über Smart Metering

Smart Grid Roadmap

Herausforderungen für das Netz im Fokus



# Energie-Tage St.Gallen 21.–22. Mai 2015

Die Energie-Tage sind eine Wissens- und Community-Plattform rund um die Energiewende. Auf dem Gelände der Olma Messen St.Gallen treffen sich Experten und Praktiker aus dem In- und Ausland.

[www.energie-tage.ch](http://www.energie-tage.ch)

## 4. Internationaler Geothermie-Kongress

Donnerstag, 21. Mai 2015  
[www.geothermie-bodensee.ch](http://www.geothermie-bodensee.ch)



## 1. Fachkongress Energie + Bauen

Freitag, 22. Mai 2015  
[www.empa.ch/eub](http://www.empa.ch/eub)



## 3. Nationaler Energie- konzept-Kongress

Donnerstag, 21. Mai 2015  
[www.energiekonzeptkongress.ch](http://www.energiekonzeptkongress.ch)

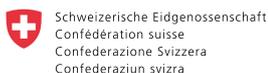


## 6. St.Galler Forum für Management Erneuerbarer Energien

Donnerstag/Freitag, 21./22. Mai 2015  
[www.hsg-energieforum.ch](http://www.hsg-energieforum.ch)



### Mit Unterstützung von



Bundesamt für Energie BFE

### Veranstalter und Organisator



<b>Editorial</b>	<b>1</b>
Interview	
<b>Hanspeter Thür über Smart Metering und Datenschutz</b>	<b>2</b>
Selbstlernende Systeme	
<b>Die andere Art zu leben – ein Überblick</b>	<b>4</b>
Intelligent messen	
<b>Schweizweite Einführung?</b>	<b>6</b>
Smart Grid Roadmap	
<b>Herausforderungen für intelligente Netze</b>	<b>7</b>
Reportage	
<b>Experiment im Felslabor Mont Terri</b>	<b>8</b>
Hintergrund	
<b>REPIC – erneuerbare Energien für Entwicklungsländer</b>	<b>10</b>
Point de vue d'expert	
<b>Elektrizitätswirtschaft im Wandel</b>	<b>11</b>
Forschung und Innovation	
<b>Urban Farming</b>	<b>12</b>
Wissen	
<b>Energie ernten</b>	<b>14</b>
<b>Kurz gemeldet</b>	<b>15</b>
<b>Aus der Redaktion</b>	<b>17</b>

## 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, 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](mailto:energeia@bfe.admin.ch)

**Chefredaktion:** Angela Brunner (bra), Marianne Zünd (zum)

**Redaktion:** Fabien Lüthi (luf), Cédric Thuner (thc), Basil Weingartner (bwg)

**Grafisches Konzept und Gestaltung:** atelier barbara.kranz | visuelle kommunikation, Thun

**Blog:** [www.energeiaplus.com](http://www.energeiaplus.com)

**Twitter:** [www.twitter.com/@energeia\\_plus](https://twitter.com/@energeia_plus)

**Online-Archiv:** [www.bfe.admin.ch/energeia](http://www.bfe.admin.ch/energeia)

**Agenda:** [www.bfe.admin.ch/kalender](http://www.bfe.admin.ch/kalender)

**Informations- und Beratungsplattform:** [www.energieschweiz.ch](http://www.energieschweiz.ch)

## Quellen des Bildmaterials

Titelseite: Shutterstock

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

S. 7: atelier barbara.kranz, Thinkstock; S. 8–9: Nagra;

S. 10: Lars Konersmann/www.waterkiosk.org; S. 11: Thinkstock;

S. 12–13: Urban Farmers AG; S. 14: Energy Floors; S. 15: Jean Revillard/Rezo.ch;

S. 16: Umwelt Arena AG; S. 17: Gilgen Oliver, BFE

## Editorial

# Smarte Lösungen für eine komplexere Welt

Was hat die Kapazität der Netze mit der Energiestrategie 2050 zu tun? Die elektrischen Netze sind Dreh- und Angelpunkt für Stromproduktion und -verbrauch. Diese müssen jederzeit im Gleichgewicht sein. Die Struktur von Produktion und Verbrauch verändert sich in Zukunft allerdings stark. Mehr und mehr wird Strom dezentral erzeugt, etwa über Sonne oder Wind. Dies schafft viele Herausforderungen für die Netzinfrastruktur. Bleiben wir bei uns bekannten Lösungen, bedingt dies einen starken Ausbau der Netze. Das wird nicht nur teuer, sondern belastet unseren Lebensraum und vergrössert den ökologischen Fussabdruck. Was tun?

Lösungen für mehr Flexibilität bzw. Intelligenz im Netz sind gefragt, um die Energiestrategie kostengünstig umsetzen zu können. Momentan ist die Kapazität der Netze zur Einbindung von Sonnen- und Windenergie relativ starr. Mehr Flexibilität hiesse: Bei Bedarf können intelligente Netze ihre Kapazität erhöhen und so angemessen auf zu- und abnehmende Mengen eingespeister erneuerbarer Energien reagieren, ohne dass neue Leitungen nötig wären. Denn die vorhandene Infrastruktur passt sich den momentanen Gegebenheiten an.

Die Netze so umzugestalten, erfordert eine vorausschauende, intelligente Planung und neue Technologien, die uns helfen langfristige Netzausbaukosten zu sparen. Wenn wir Transformatoren, Produktion und Verbrauch clever steuern, machen wir weitere Effizienzgewinne möglich: Plötzlich spielen Geräte, Elektroautos und Häuser zusammen. Sie werden zu Smart Applications, Smart Home und sprechen mit dem Smart Grid. Smart Metering – intelligente Messgeräte im Haus – liefern wichtige Informationen für Verbraucher und Netzbetreiber. Smarte Lösungen für eine komplexere Welt – genau dies benötigen wir jetzt. Der Weg in die Zukunft wird interessant. Einen wichtigen Beitrag zur Orientierung aller Akteure bietet seit Kurzem die Smart Grid Roadmap des BFE. Erfahren Sie mehr und starten Sie mit uns in eine smarte Zukunft!

Pascal Previdoli,  
stv. Direktor und Leiter Energiewirtschaft

A close-up portrait of Hanspeter Thür, a middle-aged man with grey hair and glasses, wearing a dark suit jacket over a light-colored shirt. He is looking directly at the camera with a slight smile. The background is blurred, showing green foliage.

Interview mit Hanspeter Thür

## «Smart Metering lässt sich datenschutzkonform umsetzen»

Die Einführung von Smart Metering ist umstritten. Der Eidgenössische Datenschutz- und Öffentlichkeitsbeauftragte Hanspeter Thür erklärt im Interview, wie man die Privatsphäre der Konsumenten ausreichend schützen könnte.

### **Wie schätzen Sie den Nutzen von Smart Metering ein, Herr Thür?**

Smart Metering stellt eine wichtige Infrastruktur dar, um mehr Energieeffizienz und den Ausstieg aus der Kernenergie zu erreichen. Wir stützen uns hier auf die Einschätzung von Energiespezialisten. Mir persönlich leuchtet es ein, dass Smart Metering in diesem Bereich Vorteile bringt und Effizienzgewinne generieren kann, obschon Kritiker daran zweifeln. Bei der Ausgestaltung von Smart-Metering-Lösungen gilt es genau aufzupassen, damit nicht die Persönlichkeitsrechte und die Privatsphäre der Energienutzer verletzt werden. Ich bin jedoch der Meinung, dass sich Smart Metering grundsätzlich datenschutzkonform umsetzen lässt.

### **Welche Risiken sehen Sie?**

Ohne Einschränkungen würde Smart Metering ermöglichen, den Stromkonsum so präzise auszulesen, dass unter Umständen gar festgestellt werden kann, welche Geräte wann gelaufen sind. Man erhielte für jeden Haushalt ein detailliertes Profil. Wann steht wer auf? Wann geht die Kaffeemaschine an? Wann wird geduscht? Mit einem solchen Lastprofil

könnte man auf den persönlichen Tagesablauf in einem Haushalt schliessen. Darin liegt für mich die Brisanz von Smart Metering.

### **Welche Einschränkungen bräuchte es?**

Zuerst müssen die zu erhebenden Daten und der Verwendungszweck präzise definiert werden: Geht es darum, möglichst effizient Energie für Haushalte bereitzustellen und eine angemessene Planung zu ermöglichen? Falls es auch um die Differenzierung der Tarife geht,

Dies kann beispielsweise für ein Quartier oder eine Industrie erfolgen. Das heisst in einem grösseren Kontext bzw. Cluster. Für die Planungszwecke der Energieversorger sollten diese Daten genügen.

### **Die Daten könnten auch den einzelnen Haushalten dazu dienen, ihren Energieverbrauch zu optimieren. Was sagen Sie dazu?**

Will man dem einzelnen Haushalt die Möglichkeit geben, seinen Energieverbrauch zu

### **Kunden sollten die Löschung von nicht aggregierten Daten verlangen können – nach akzeptierter und gezahlter Rechnung.**

braucht es bis zur Abrechnung und Bezahlung entsprechende Details. Für mich ist jedoch klar: Es braucht in beiden Fällen keine detaillierten, auf den Haushalt bezogene Daten.

### **Sondern?**

Für die Planung des Energieeinkaufs oder der Netze reicht es, wenn Energieversorger die Daten aggregieren und anonymisieren und nicht für jeden Haushalt in Echtzeit auslesen.

kontrollieren und zu beobachten, stünden diese Daten in der Regel auch dem Verteilnetzbetreiber als Datenverwalter zur Verfügung. Man muss sich als Nutzer entscheiden dürfen, ob man eine Weitergabe will oder zum Beispiel eine eigene Lösung ohne Datenbekanntgabe an Dritte einsetzen möchte. Orientiert man sich an der Energiestrategie 2050 geht es bei Smart Metering auch um die effiziente Bereitstellung von Energie und Planung

## Zur Person

Hanspeter Thür ist seit 2001 Eidgenössischer Datenschutzbeauftragter. Seit 2006 arbeitet er ebenfalls als Öffentlichkeitsbeauftragter. Er studierte Rechtswissenschaften und war u.a. als Gerichtsschreiber und Anwalt tätig. Von 1987 bis 1999 vertrat er die Grüne Partei im Nationalrat.

des Verbrauchs. Dafür genügen aggregierte Lastprofile der Bezüger. Eine Speicherung der personenbezogenen Lastprofile ist dafür nicht notwendig.

### Was sollte mit den übermittelten Daten geschehen?

Für die Abrechnung braucht der Energieversorger mehr Daten als für die Energieplanung. Heute unterscheidet man zwischen Tag- und Nachtтарif. Denkbar wäre, dass es künftig weitere Abrechnungskriterien gibt, was detailliertere Daten erfordern würde. Doch auch diese müssen nach akzeptierter und gezahlter Rechnung gelöscht bzw. aggregiert werden. Eine weitergehende Aufbewahrung wäre nicht nötig. Wird dies berücksichtigt, betrachte ich wesentliche Aspekte des Datenschutzes als erfüllt.

### Welche Rolle übernehmen Sie als Eidgenössischer Datenschutzbeauftragter betreffend Smart Metering?

Unsere Position betreffend Datenschutz und -sicherheit werde ich im Rahmen von Gesetzgebungsprozessen einbringen. Diskutiert wird beispielsweise, in welchen Intervallen

Smart Metering Daten übermitteln soll. Unbestritten ist meiner Ansicht nach, dass eine Auslesung der Daten in Echtzeit nicht erfolgen darf. Der Energieversorger sollte nicht jederzeit am Computer meinen aktuellen

### Unbestritten ist meiner Ansicht nach, dass eine Auslesung der Daten in Echtzeit nicht vorgesehen ist.

Stromverbrauch einsehen können und beispielsweise feststellen, dass ich in meiner Wohnung gerade fernsehe. D.h., mein Energieversorger soll meine Daten nicht laufend auslesen, sondern nur in einer gewissen Periodizität, z.B. halbjährlich oder monatlich, entsprechend der Kadenz der Rechnungstellung.

### Was gilt es sonst noch zu beachten?

Die Sicherheitsthematik bei der Datenübermittlung. Dritte könnten daran interessiert sein, die Nutzerdaten zu hacken. Diesbezüglich muss eine hohe Sicherheit gewährleistet sein. Eine Verschlüsselung bei der Übermittlung ist daher nötig. Wichtig ist auch zu protokollieren, wer auf die Daten zugreift respektive die Auslesung des Smart Meters veranlasst. Technisch ist dies machbar.

### Wie steht die Bevölkerung der Einführung von Smart Metering gegenüber?

Meiner Erfahrung nach hat sich die breite Bevölkerung noch nicht so sehr mit dem Thema beschäftigt. Daher wäre es noch zu früh, um zu beurteilen, ob eine grosse Akzeptanz vorherrscht. Diese wird wohl davon abhängen, wie Smart Metering eingeführt wird. Wird etwa die Freiwilligkeit von detaillierten Aufzeichnungen klar proklamiert, wird vermutlich eine bessere Akzeptanz möglich sein. Mir persönlich reicht es, wenn ich weiss, was ich tagsüber und was nachts konsumiere, so dass ich meinen Strom zum besten Tarif beziehen kann. Wichtig ist eine klare gesetzliche Regelung, welche Daten erfasst werden und was der Energieversorger damit machen darf.

### Welche gesetzliche Grundlage gibt es dafür?

Das Stromversorgungsgesetz müsste um diese Punkte ergänzt werden und die Frage

beantworten, welche Daten erfasst und ausgewertet werden, welche Rechte die Nutzer haben und wie ihre Privatsphäre geschützt wird. Ich persönlich hätte nichts dagegen, wenn Smart Metering bei mir zuhause eingebaut

würde, solange ich darüber entscheiden kann, welche Daten das System an den Energieversorger liefert.

### Erste Energieversorger führen bereits Smart Metering für ihre Kunden ein. Könnte die Strommarktöffnung diesen Trend noch verstärken?

Durch die Strommarktöffnung erhalten die Konsumenten mehr Wahlmöglichkeiten. Konkret kann dann jeder seinen Anbieter wählen. Der Gesetzgeber sollte aber festlegen, welche Daten ein Energieversorger erfassen und auswerten darf. Das sollte nicht dem freien Markt überlassen werden, um zu verhindern, dass Haushalte auf unzulässige Weise ausgeforscht werden. Der Nutzer soll darüber hinaus bestimmen können, welchen zusätzlichen Detailierungsgrad an Daten er den Energieversorgern zur Verfügung stellen möchte – selbst nach der Installation eines Smart Meters im Haus.

Interview: Angela Brunner



Smart im Alltag

# Eine neue Art zu denken und zu leben

Die künstliche Intelligenz steht vor der Tür: Intelligente Häuser können ihre Innentemperatur und Heizung entsprechend den Wetterprognosen selbst regeln. Autos bringen Sie ans Ziel, ohne dass Sie selbst steuern müssen. Dieser Artikel bietet einen kurzen Überblick über die Entwicklung smarter Systeme.

Als smart – also intelligent – werden Technologien bezeichnet, die mit Informatik und künstlicher Intelligenz zusammenhängen. Immer mehr Anwendungen werden uns angeboten, die unser Leben vereinfachen sollen: Überwachung unserer körperlichen Betätigung oder unseres Hauses, Programmierung des Fernsehgeräts aus der Ferne oder Erkennen von Personen mit Hilfe von Überwachungskameras. Alles wird zu vernetzten und autonomen Instrumenten. Wenn man von «smart» spricht, meint man auch Innovation, zum Beispiel im Gebäude-, Industrie- und Fahrzeugbereich.

## Modernes Berufsbildungszentrum

Energie sparen mit einem Gebäude, das seine Heizung selbst steuert? Im Berufsbildungszentrum Freiburg ist das Realität. Um die ideale Temperatur aufrechtzuerhalten,

werden die Wettervorhersagen und die Zimmerbelegung berücksichtigt. «Das System steuert die Heizung und das Absenken der Temperatur während der Nacht in den Schulzimmern selbst, auf Basis der erfassten Daten», erklärt Beat Ackermann, Consultant für das Projekt «Smart Building». Die Fenster öffnen sich selbst, die Heizung läuft nur in jenen Räumen, in denen sich aktuell jemand aufhält. Diese intelligente Steuerung kommt mit einem Minimum an menschlicher Interaktion aus.

Seit 2012 ist das «Smart Building System» im Berufsbildungszentrum Freiburg in Betrieb. Wie die Statistiken zeigen, konnten in den Monaten mit besonders wechselhaften Wetterbedingungen wie März und Oktober bis zu 25 Prozent an Heizkosten eingespart werden. Für dieses komplexe System waren

umfangreiche technische Anpassungen am Gebäude erforderlich. Beat Ackermann und sein Team haben hierfür eigens ein Regulierungssystem entwickelt, das für unterschiedliche Heizungstypen kompatibel ist.

## Prozesse optimieren helfen

Selbstregulierende Systeme sind ebenfalls eine Stärke von stemys.io, einem jurassischen Start-up-Unternehmen. Dieses entwickelt smarte Lösungen für verschiedene Bereiche – sei es die Verwaltung eines Werkzeugmaschinenparks, die GPS-Ortung von Fahrzeugen oder die Lagerverwaltung. Über ihre Plattform bieten die Entwickler zahlreiche Anwendungen an, die sich selbst steuern können. «Dank unserem Programm können die Unternehmen beispielsweise ihre Produktions- und Lagerdaten vernetzen und ihre Prozesse optimieren», erklärt Stéphane

## Watt d'Or für smarte Technologien

Drei Projekte wurden mit dem Schweizer Energiepreis Watt d'Or 2015 ausgezeichnet:

Im Projekt AHEAD (Advanced Hybrid Electric Autobus Design) der Carrosserie Hess AG und des Instituts für Dynamische Systeme und Regelungstechnik (IDSC) der ETH Zürich wird die Leistung von Autobussen optimiert. Diese lassen sich auf optimale Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit konfigurieren. Durch das innovative Energiemanagementsystem kann der Bus Fahrstrecken aktiv «lernen», was eine äusserst energiesparende Steuerung der Antriebs Elemente ermöglicht. Dies senkt den Treibstoffverbrauch um rund ein Viertel.

Das zweite ausgezeichnete Projekt basiert ebenfalls auf künstlicher Intelligenz. Die Gridsense-Technologie steuert den gesamten Stromverbrauch eines Haushalts und sorgt dank einem selbstlernenden Algorithmus für einen Lastenausgleich im lokalen Netz. Die Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana (SUPSI) entwickelte diese Technologie. Die Alpiq InTec Gruppe ist für die Industrialisierung verantwortlich und will die neuen Produkte dieses Jahr auf den Markt bringen.

Auch das Haus your+ des Solar-Decathlon-Teams Lucerne-Suisse arbeitete mit intelligenten Systemen für das Gebäudemanagement. Das Haus wird zu einem grossen Teil per Computer gesteuert. Bestimmte Teile sind sogar völlig autonom, beispielsweise die Abwasseraufbereitung. Mehr Informationen zu diesen Projekten finden Sie in der Sondernummer von energieia zum Watt d'Or 2015.

Das Berufsbildungszentrum Freiburg verfügt über ein «Smart Building System».

Gisiger, kaufmännischer Leiter von stemys.io. Mit Hilfe von Sensoren auf Drehmaschinen z.B. kann die Plattform die Produktionsdaten in Echtzeit anzeigen.

Das System kann laut Gisiger sogar Prozesse anpassen oder ändern, wenn es dazu berechtigt wurde. «Wenn das Programm erkennt, dass die produzierten Teile fehlerhaft sind, prüft es, ob es den Fehler selbst korrigieren und die Produktion fortsetzen kann oder einen Kontrolleur warnen muss», sagt Stéphane Gisiger. Unternehmen, deren Maschinen etwa rund um die Uhr in Betrieb sind, könnten ihre Produktion so laufend überwachen, ohne vor Ort anwesend sein zu müssen. «Mit unserer Technik kann man eine beliebige Zahl von Maschinen anschliessen», betont Stéphane Gisiger.

### Intelligente Fahrzeuge

Auch Autos werden smarter hinsichtlich Sicherheit, Navigation und Motormanagement. Die Elektronik steuert und überwacht heute unter anderem eigenständig den Abstand zu anderen Fahrzeugen und die Geschwindigkeit. Manche Autos können zudem selbst einparken. In Zukunft lassen sich Autos möglicherweise allein durch GPS-Systeme steuern. Hersteller wie General Motors, Toyota und Google testen bereits erste autonome Prototypen.

Neben der Navigation steht ebenfalls das Motormanagement im Fokus von Forschenden, um den Treibstoffverbrauch zu reduzieren und saubere Energien zu fördern. Smarte Technologien können dabei von Nutzen sein, meint Martin Pulfer, Leiter Forschungsprogramm Verkehr beim BFE. In diesem Feld

laufen zahlreiche Forschungen. Das BFE unterstützt beispielsweise das Projekt nextICE, um die Effizienz von Verbrennungsmotoren zu verbessern. Diese Generation von Motoren setzt auf neuartige Treibstoffe, die die Umwelt weniger belasten. Pulfer schätzt, dass intelligente Autos dank derartigen technischen Innovationen immer weniger Energie verbrauchen werden. Solche smarten Erfindungen könnten uns langfristig das Leben erleichtern. (luf)

# Smart-Metering-Systeme – schweizweite Einführung möglich

Elektronische Stromzähler werden intelligenter. Sogenannte Smart-Metering-Systeme können uns langfristig dabei unterstützen, die Stromversorgung effizienter zu gestalten und weniger Strom zu verbrauchen. In einem Grundlagenbericht beleuchtet das BFE Voraussetzungen für eine schweizweite Einführung.

Wissen Sie, wieviel Strom Sie aktuell verbrauchen? Stellen Sie sich vor, ein elektronischer Stromzähler erfasst zuhause regelmässig Ihren Stromkonsum und übermittelt diese Informationen automatisch an ein zentrales Datenverarbeitungssystem. Ihr Verbrauch lässt sich zudem visualisieren, z.B. auf einem Bildschirm oder per App auf dem Smartphone. Als Endverbraucher können Sie dank diesen Informationen Ihren Stromverbrauch gezielt verändern und gleichzeitig Kosten reduzieren.

Solche intelligenten Messgeräte können so nach einer Einführungsphase zu einer starken Effizienzsteigerung beitragen. Aufgrund von Smart-Metering-Systemen soll der Stromverbrauch pro Haushalt gemäss Schätzungen langfristig um rund 1,8 Prozent

sinken. Dies deckt sich mit einem Ziel der Energiestrategie 2050: Der Stromverbrauch pro Kopf soll gegenüber 2000 bis 2020 um drei Prozent sinken. Das Parlament diskutiert gegenwärtig entsprechende Änderungen im Energiegesetz.

## Kosten einschätzen

Smart-Metering-Systeme vereinfachen unter anderem das Management von erneuerbaren Energien, etwa betreffend Eigenverbrauch. Der Netzbetreiber beispielsweise kann sein Netz besser planen und auslasten, wenn er den Stromverbrauch seiner Kunden kennt. Der Stromversorger wiederum muss fürs Ablesen der Stromzähler kein Personal mehr vor Ort aufbieten. Diese tieferen Kosten kann er dem Endkunden weitergeben.

Derartige Vorteile listet der Bericht «Smart Metering Impact Assessment» des BFE auf. Laut den Autoren ist eine flächendeckende Einführung von Smart Metering aus volkswirtschaftlicher Sicht rentabel. Die quantifizierbaren Nutzen würden die Kosten auf lange Sicht überwiegen, d.h. in einem konservativ gerechneten Szenario um rund 900 Mio. Franken bis 2035.

## Fragen zur Einführung

Der Bundesrat soll künftig über technische Mindestanforderungen bei der Einführung von intelligenten Messsystemen entscheiden können. Im Rahmen der Energiestrategie 2050 wurden entsprechende Änderungen im Stromversorgungsgesetz (StromVG) vorgeschlagen. Dieses soll auch regeln, welche Kosten sich der Endverbraucher anrechnen lassen kann.

In einem kürzlich veröffentlichten Bericht erörtert das BFE zentrale Fragen rund um die Einführung. «Wir haben eine inhaltliche

Grundlage und eine klare Stossrichtung für eine mögliche Umsetzung der gesetzlichen Änderungen erarbeitet», sagt Matthias Galus, BFE-Experte für Smart Metering. Sein Fazit: «Hersteller, Anwender und Verbände sind zufrieden, weil man sich frühzeitig auf sinnvolle Mindestanforderungen einigen konnte, die es ermöglichen, Smart-Metering-Systeme kostengünstig einzuführen.»

Offen sind noch Fragen rund um den Datenschutz und die Datensicherheit. «Wir suchen nach pragmatischen Lösungen – mit gleich langen Spiessen für alle Betreiber und einem ausreichenden Schutz der Kundendaten», sagt Galus. So könnten Kunden den Einsatz von Smart Meter auch noch nach dessen Installation ablehnen. Das neue Gerät würde dann wie ein herkömmlicher Stromzähler funktionieren.

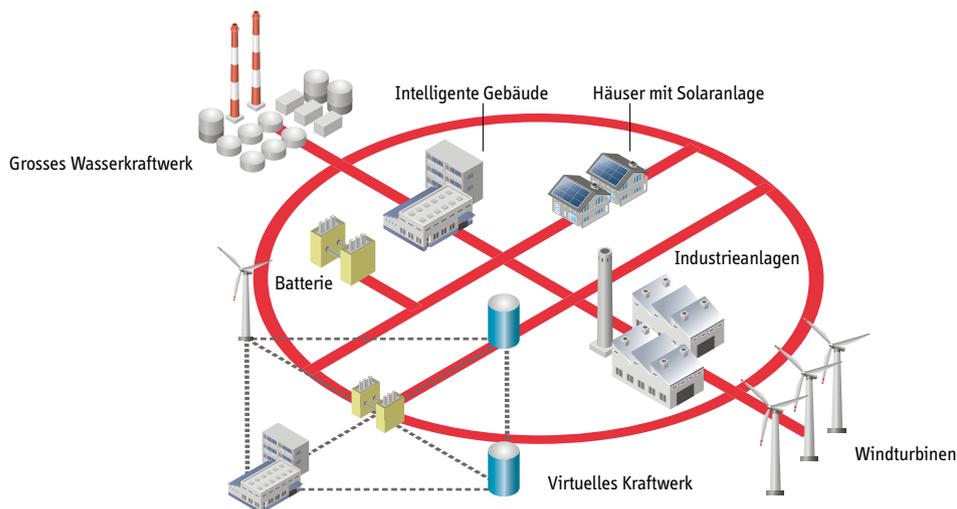
## Pilotprojekte durchgeführt

Unternehmen wie die EKZ und die St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke (SAK) führen nach erfolgreichen Pilotprojekten bereits Smart-Metering-Systeme für ihre Kunden ein. In anderen Ländern gehören diese schon zum Alltag. Finnland und Schweden beispielsweise verfügen über eine entsprechende Infrastruktur. Frankreich und Spanien sind dabei aufzurüsten, und Deutschland will bis im Sommer 2015 mit Verordnungen in dem Bereich nachziehen. Die Schweiz prüft nun eine flächendeckende Einführung. «Bis 2025 wird ein Abdeckungsgrad von 80 Prozent angestrebt, wobei alte Geräte eine Übergangsfrist erhalten», sagt Galus. So hätte bald jeder den Überblick, wieviel Strom er aktuell verbraucht. (bra)



# Intelligent vernetzte Schweiz

Der Umstieg auf neue erneuerbare Energien und die schwankende Stromproduktion stellt unser Stromnetz vor neue Herausforderungen. Die Smart Grid Roadmap zeigt Möglichkeiten auf, wie ein intelligentes Stromnetz in der Schweiz ausgestaltet sein kann.



Heute stammen lediglich drei Prozent der Stromproduktion aus neuen erneuerbaren Energien. Gemäss der Energiestrategie des Bundes soll dieser Anteil bis 2050 auf über 20 Prozent steigen. Die wetterabhängige Stromproduktion, etwa mit Photovoltaik- oder Windanlagen, sorgt für grosse Herausforderungen: Die herkömmlichen Netze gelangen an ihre Grenzen. Der «Stromfluss» wird zu gross, die Spannung zu hoch – oder anders gesagt: die Leitungen beginnen zu glühen. Daher müssen die Stromnetze, insbesondere die Verteilnetze, ausgebaut werden. Ein solcher Ausbau ist jedoch mit hohen Kosten verbunden. Studien haben ergeben, dass beim heutigen Netz bis ins Jahr 2050 Netzausbaukosten von bis zu 12.6 Milliarden Franken anfallen. Zusätzlich muss man noch die Schwankungen in der Produktion ausbalancieren. Eine günstigere und effizientere Alternative wären intelligente Netze, sogenannte Smart Grids.

## Vision der intelligenten Netze

Smart Grids übertragen Strom, können aber auch Informationen über Stromerzeugung und -verbrauch sowie die Belastung des

Netzes liefern. Neben der Infrastruktur aus Kupfer verfügen sie über ein Kommunikationsnetz, von dem Konsumenten, Produzenten und Netzbetreiber profitieren. Intelligente Messsysteme (siehe S. 6) beispielsweise erfassen den Verbrauch der Nutzer elektronisch. Andere Messgeräte im Netz werden mit einem Rechner verbunden, welcher aufgrund der Informationen über Transformatoren und Leitungen den Zustand des Netzes bestimmt, ja sogar vorhersehen kann. Besteht ein technisches Problem greift der Netzbetreiber mit der Präzision eines Chirurgen ein: Er steuert Schalter im Netz sowie Verbrauch oder Produktion und beseitigt so das Problem. Die Leitungen glühen nicht mehr.

Zusätzlich werden Schwankungen ausgeglichen. Wird etwa kurzfristig zu viel Strom produziert, wird ein Signal an tausende Verbraucher, Industriebetriebe und dezentrale Speicher geschickt, die ihren Verbrauch sekundenschnell erhöhen können. Das intelligente Netz koordiniert dies und sorgt dafür, dass trotz Verbrauchersteuerung keine Engpässe entstehen (siehe Grafik). Kunden können sich

entscheiden, stromintensive Geräte wie Boiler oder Waschmaschinen einzuschalten, um von den tieferen Strompreisen zu profitieren.

Gemäss Mohamed Benahmed, Leiter Sektion Netze des BFE, wird es in Zukunft aber noch einfacher für Stromkunden: «Unsere Gebäude und Geräte könnten selbstständig mit Smart Grids kommunizieren.» Das heisst, dass zum Beispiel ein Boiler dank einem Zusatzgerät Signale über die aktuelle Marktlage oder die Netzsituation erkennt und sich automatisch einschaltet, wenn der Preis am tiefsten ist. Das Netz wird effizienter genutzt, Schwankungen lassen sich ausgleichen, und die Versorgungssicherheit bleibt hoch.

## Konkrete Anwendung und Standards nötig

Zur Realisierung von Smart Grids sind neben der Informations- und Kommunikationsinfrastruktur weitere Technologien wie dezentrale Stromspeicher oder Steuerungen zur Stromeinspeisung nötig. Derartige Technologien werden in Pilot- und Demonstrationsprojekten getestet oder sind bereits auf dem Markt verfügbar. Um eine gemeinsame Strategie zu entwickeln, wie Smart Grids optimal auszugestaltet sind, hat das BFE zusammen mit relevanten Stakeholdern die Smart Grid Roadmap erstellt. «Diese liefert ein gemeinsames Verständnis von Smart Grids und einen Überblick der möglichen Technologien, sodass ein koordiniertes Vorgehen möglich ist», sagt BFE-Projektleiter Matthias Galus. «Zudem wurde auch aufgezeigt, dass es auf regulatorischer Ebene Anpassungsbedarf gibt, um Planungs- und Investitionssicherheit zu schaffen.» Beispielsweise fehlen in den Bereichen des Datenschutzes oder der Datensicherheit klare Regelungen. Entsprechende Massnahmen werden derzeit im Rahmen der Revision des Stromversorgungsgesetzes untersucht. (thc)

# Schlamm für die Ewigkeit

## Die lange Suche nach dem Tiefenlager

In der Schweiz wird schon fast ebenso lange nach Lagerstandorten für radioaktive Abfälle gesucht, wie Kernenergie der Stromerzeugung dient. 1972 wurde die Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle, kurz Nagra, gegründet. Finanziert werden deren Aktivitäten durch die Verursacher von radioaktiven Abfällen. Nach zahlreiche Testversuchen schlug die Nagra 1993 den im Kanton Nidwalden gelegenen Wellenberg als Lagerstandort für schwach- und mittelradioaktive Abfälle vor. Die Nidwaldner Bürgerinnen und Bürger lehnten das Projekt an der Urne aber ab. Im 2003 beschlossenen neuen Kernenergiegesetz sind solche kantonalen Abstimmungen nicht mehr vorgesehen. Die Bewohnerinnen und Bewohner der Regionen, die für ein Tiefenlager in Frage kommen, können sich aber über Regionalkonferenzen einbringen. Diese werden vom BFE organisiert. Für den Standortentscheid sind letztlich jedoch nur sicherheitstechnische, geologische Kriterien ausschlaggebend.

2006 hat der Bundesrat den Nachweis der Nagra gutgeheissen, dass sich Opalinuston als Wirtsgestein gut eignet. In den vergangenen Jahren wurden in einem Auswahlverfahren die sechs Standorte Jura Ost, Jura-Südfuss, Nördlich Lägern, Südranden, Wellenberg und Zürich Nordost evaluiert. Im Januar 2015 schlug die Nagra die Standorte Jura Ost und Zürich Nordost für den Verbleib im weiteren Verfahren vor. Diese Vorschläge werden nun von den Fachbehörden genau untersucht. Voraussichtlich 2017 entscheidet der Bundesrat, ob er den Vorschlägen der Nagra zustimmt. Die verbleibenden Standorte wird die Nagra in der dritten und letzten Etappe des Auswahlverfahrens, unter anderem mit Sondierbohrungen, detailliert untersuchen, bevor sie das Rahmenbewilligungsgesuch für einen oder zwei Lagerstandorte einreichen wird. Über die Bewilligungen entscheidet der Bundesrat frühestens 2027. Abschliessend kann das Schweizer Stimmvolk über die entsprechenden Rahmenbewilligungen abstimmen.

Im Felslabor Mont Terri entwickeln Forschende im Auftrag des Bundes die Technik der geologischen Tiefenlager für radioaktive Abfälle. Die Standortsuche für die Lager schreitet derweil weiter voran.

An den steilen Hängen des Doubs oberhalb des Jurastädtchens Saint-Ursanne zeugen imposante Brückenbogen von der Zeit der Industrialisierung. Knapp 150 Jahre nach dem Bau der Bahnstrecke Glovelier–Porrentruy und gut einen Kilometer vom Eisenbahnviadukt Combe Maran entfernt arbeiten Ingenieure, Bauarbeiter und Forschende nun erneut an einem Projekt für die Zukunft. Dieses soll gar mehrere hunderttausend Jahre überdauern; im Felslabor im Innern des Mont Terri wird an der Technik zur Tiefenlagerung von atomaren Abfällen geforscht.

«Vorsichtig, nicht auf die Kabel treten», mahnt Herwig R. Müller. Der Projektleiter der Nagra (siehe Kasten links) führt gerade eine Delegation des Bundesamtes für Energie durch einen 50 Meter langen Versuchsstollen im Mont Terri. Überall ragen Kabel aus den Stollenwänden. Sie führen zu den 1700 teilweise hochsensiblen Sensoren, die im Stollen und in Bohrlöchern im Fels angebracht sind. Während der nächsten 10 bis 15 Jahre sollen sie Messergebnisse liefern. Für die Sensoren und Kabel ist dies ein grosser Belastungstest, da auf manche von ihnen extreme Drücke einwirken.

#### Heizgeräte simulieren Zerfallswärme

Rund zwei Drittel des Stollens sind bereits mit Bentonit, einem absorbierenden Tonmineralgemisch, aufgefüllt. Darin verborgen sind röhrenförmige Eisenbehälter von rund vier-einhalb Metern Länge. In ähnlichen Behältern sollen dereinst die radioaktiven Abfälle in den verwinkelten Stollensystemen der Tiefenlager deponiert werden.

Die drei Testbehälter enthalten aber einzig Heizgeräte. Diese simulieren die Wärmeemissionen von frisch eingelagertem Atommüll. Jedes der Elemente verfügt über eine Leistung, die geringer ist als diejenige von handelsüblichen Herdplatten. Gemäss Modellberechnungen wird die Temperatur rund um die Behälter gleichwohl rund 150 Grad Celsius betragen,

wie Müller erklärt. So lassen sich die Auswirkungen der Wärme auf das umliegende Gestein ermitteln.

In rund vierzig Jahren, so ist es geplant, sollen die atomaren Abfälle der Schweiz in geologischen Tiefenlagern hunderte Meter unter der Erdoberfläche deponiert werden. Nach einer längeren Überwachungsphase werden diese voraussichtlich gänzlich verschlossen. Bei

**Technische Experimente wie dieses 12 Millionen Franken teure «Full-Scale Emplacement Experiment» dienen dazu, die sichere Endlagerungen radioaktiver Abfälle zu ermöglichen.**

hochradioaktiven Abfälle aus Kernkraftwerken dauert es danach rund 200 000 Jahre, bis die Strahlenwerte des angereicherten Materials wieder auf diejenigen von natürlichem Uran gesunken sind. Bei schwach- und mittelradioaktiven Abfällen, wie sie etwa bei der Stilllegung von Kernkraftwerken anfallen, beträgt dieser Zeitraum rund 30 000 Jahre. Während der gesamten Lagerzeit sollen möglichst wenig radioaktive Partikel in die Umwelt entweichen.

#### Forschen im Rettungsstollen

Das Felslabor befindet sich im vier Kilometer langen Notfallstollen des Mont-Terri-Autobahntunnels. Ausgehend von diesem wurden in den vergangenen 18 Jahren Nischen und Galerien von über 600 Meter Länge ins Gestein getrieben. Technische Experimente wie das erwähnte 12 Millionen Franken teure «Full-Scale Emplacement Experiment» dienen dazu, die sichere Endlagerungen radioaktiver Abfälle zu ermöglichen. Swisstopo betreibt das Felslabor im Auftrag des Bundes. Finanziert werden die Projekte grösstenteils durch 15 Partner aus dem In- und Ausland. Einer davon ist die Nagra. Aktuell laufen rund 40 Testversuche. Dabei geht es etwa darum, CO<sub>2</sub> in den Fels einzulagern. Der Grund für das

grosse Interesse am unscheinbaren Hügel im Kanton Jura ist eine Gesteinsschicht aus Ton, die sich in seinem Innern befindet: der Opalinuston. «Das ist sozusagen äusserst kompakter, getrockneter Schlamm», sagt Herwig R. Müller. Doch was sich nach brüchigem Gestein anhört und sich im Mont-Terri-Felslabor an den Stellen, die nicht mit Spritzbeton verkleidet sind, auch so anfühlt, besitzt einmalige Eigenschaften. Für die Endlagerung von

hochradioaktiven Abfällen in der Schweiz eigne sich der Opalinuston so gut wie kein anderes Gestein, meinen Experten. Durch die in ihm enthaltenen Tonminerale dichtet es gut ab; die Minerale binden zudem radioaktive Partikel.

#### Porenwasser aus dem Urmeer

Als die Landmassen am Standort der heutigen Schweiz vor rund 175 Millionen Jahren zeitweise unter den Fluten des Meeres verschwanden, lagerte sich auf dem Meeresgrund Tonschlack ab. Als dieser verhärtete, entstand Opalinuston. Eingelagerte Versteinerungen von Ammoniten – im Meer lebende, längst ausgestorbene Kopffüssler – zeugen davon. Ebenso das Meereswasser, das bis heute in den Poren des Opalinustons eingeschlossen ist. Dieses ist für Geologinnen und Geologen einer der Belege für die anhaltende Beständigkeit des Gesteins.

Dass aus dem Felslabor im Mont Terri dereinst ein Endlager wird, ist ausgeschlossen. Die Opalinustonschicht ist hier schlicht zu wenig massiv, eine Einlagerung von radioaktiven Abfällen wurde zudem in einem Vertrag mit dem Kanton Jura ausgeschlossen. (bwg)

# Warmwasser und grosse Einsparungen in Tansania

Die schweizerische REPIC-Plattform will erneuerbare Energien und Energieeffizienz in Entwicklungs- und Transitionsländern fördern. Sie unterstützt Schweizer Projekte wie das Pilotprojekt SOLambara. Mit diesem Projekt wird eine Universität in Tansania ihre Stromrechnung dank solarthermischen Anlagen deutlich senken können.

Eine tiefere Stromrechnung für die Wohnheime auf dem Campus der SEKOMU-Universität in den tansanischen Usambara-Bergen – das war das Ziel des Instituts für Solartechnik SPF in Rapperswil. Dank der Unterstützung von REPIC und der Waterkiosk Foundation, einer vor Ort tätigen NGO, verfügt ein Teil der Studierenden nun über Warmwasser, das nicht mehr durch Elektroboiler erwärmt wird. Denn im Rahmen des Projekts SOLambara, das vom Sommer 2013 bis zum Sommer 2014 dauerte, wurden zwei solarthermische Demonstrationsanlagen auf dem Dach von zwei Wohnheimen angebracht. «Unsere Absicht dabei war es, die Zusammenarbeit mit den afrikanischen Partnern und das Vertrauen in diese Technik zu verstärken», sagt der damalige SPF-Projektleiter Lars Konersmann. Das technische Personal wurde beispielsweise gezielt geschult, um die Anlagen künftig grösstenteils selbst warten zu können.

## Grosse Einsparungen

Die solarthermischen Anlagen verfügen über je einen 200-Liter-Wassertank. Gegenüber einem Elektroboiler verbrauchen sie 80 Prozent weniger Strom, wie Tests zeigten. «Dies ganz ohne Komforteinbussen für die anfangs eher skeptischen Studierenden», sagt der Projektleiter. Gemäss Berechnungen könne die Anlage in weniger als eineinhalb Jahren amortisiert werden. Bei einer Lebensdauer der Kollektoren von rund 15 Jahren könnte die Universität langfristig etwa 265 000 Franken einsparen. Eine enorme Summe in einem Land, wo der durchschnittliche Monatslohn bei 49 Franken liegt.

Angesichts des Sparpotenzials hat die Universitätsleitung beschlossen, alle Elektroboiler durch solarthermische Anlagen zu ersetzen.



Installation einer solarthermischen Anlage auf dem Dach eines universitären Wohnheims in Tansania

Ausserdem hat sie die solare Warmwasserbereitung innerhalb einer Fakultät in den Ausbildungsplan aufgenommen. Für Konersmann ist dies ein Beweis für den Nutzen des Projekts, aber auch für den erfolgreichen Wissenstransfer. Die verwendeten Anlagen sind vom selben Typ, den man rund um das Mittelmeer und auf dem lokalen Markt findet. Konersmann sieht daher gute Chancen für eine Multiplikation des Projekts. Aufgrund der gesammelten Erkenntnisse könnten in diversen weiteren Schulen die elektrischen Warmwasserboiler durch solarthermische Anlagen ergänzt werden.

«Die Unterstützung durch REPIC hat zur Glaubwürdigkeit des Projekts beigetragen und unsere Motivation angekurbelt», sagt Konersmann. Der REPIC-Beitrag von 24 000 Franken sei für SOLambara wertvoll. Marc Muller, REPIC-Verantwortlicher beim BFE

und Mitglied der Steuergruppe, sagt: «Das Projekt beweist, dass erneuerbare Energien auch in Entwicklungsländern rentabel sein können.» (luf)

## REPIC

Die REPIC-Steuergruppe (Renewable Energy & Energy Efficiency Promotion in International Cooperation) besteht aus Vertretern des Staatssekretariats für Wirtschaft (SECO), der Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit (DEZA) und des Bundesamts für Energie (BFE). Diese prüfen alle Dossiers und wählen die besten Projekte aus, deren Chancen für eine Multiplikation vor Ort am grössten sind. «Es braucht eine Nachbetreuung des Projekts. Wir wollen nicht, dass beispielsweise Solarpanels nur als Dach eines Hauses dienen, weil die Kenntnisse für eine korrekte Installation nicht weitergegeben wurden», sagt Marc Muller vom BFE. REPIC hat weltweit bereits zahlreiche Projekte unterstützt, beispielsweise eine Anlage zur Nutzung von Biomasse in Ghana, eine Kleinwasserkraftanlage in Indien oder ein Windkraftwerk in Vietnam.

### Wussten Sie, dass ...

... eine Kilowattstunde in Tansania rund 25 Rappen kostet und somit mehr als im Schnitt in der Schweiz (16,85 Rp./kWh)?

## «Das reinste Chamäleon»



Ich liebe es, alte Quellen zu lesen. So habe ich mich in den Ferien ausgiebig durch Online-Archive geklickt und festgestellt, dass in den letzten hundert Jahren kaum etwas den politischen Diskurs derart geprägt hat, wie die Befindlichkeit der Elektrizitätswirtschaft. Mag sein, dass es an der Langlebigkeit der Energieinfrastrukturen liegt oder dass die Ursache in der Struktur der Elektrizitätsunternehmen liegt, die als privatwirtschaftliche Unternehmen in öffentlich-rechtlichem Besitz schon immer im Spannungsfeld zwischen Markt und politischen Interessen standen. Gewählt wurde diese Organisationsform ganz zu Beginn der Elektrifizierung der Schweiz wohl einfach, weil Energieinfrastrukturen derart viel kosten, man damit aber, sind sie einmal gebaut, derart viel Geld verdienen kann, dass eine private-public-Verteilung von Lasten und Gewinnen auf der Hand liegt. Gestört wurde dieses lukrative Konstrukt in den letzten hundert Jahren aber verschiedentlich massiv: Durch weitflächige Wirtschaftskrisen, die beiden Weltkriege oder durch falsche unternehmerische Strategien.

Interessant ist ein historischer Rückblick nicht nur aufgrund der aktuellen politischen Debatte zur Energiestrategie 2050 oder zur vollen Strommarktöffnung, sondern auch, weil das Bundesamt für Energie 2015 sein 85-jähriges Bestehen feiern kann: Der Bundesrat hatte es 1930 mit wenig Begeisterung gegründet, nachdem er sich zuvor fünf Jahre lang dagegen gewehrt hatte.

Vorausgegangen war ein durch grosse Finanzierungsschwierigkeiten geprägter Aufbau der Elektrizitätswirtschaft. Viele Kraftwerkprojekte wurden Ende des 19. Jahrhunderts zurückgestellt, die Nachfrage war schlicht

zu klein. Die Elektrizitätsgesellschaften versuchten zwar, die Anschlüsse in ihren Versorgungsgebieten zu verdichten. Doch die teure elektrische Beleuchtung – 1910 kostete eine Kilowattstunde Lichtstrom 50 bis 60 Rappen – konnte sich nur langsam gegen Gas, Petroleum und Kerzen durchsetzen. Die träge Entwicklung der Nachfrage blieb lange ein grosses Problem. So brach etwa die AG Bündner Kraftwerke 1924 mangels Absatz der erzeugten Energie spektakulär zusammen.

Solche finanziellen Debakel lösten Diskussionen aus, ob und wie die Elektrizitätswirtschaft umgestaltet und reguliert werden müsste. In der Bundesversammlung vom 24. Juni 1930 bezeichnete Bundesrat Marcel Pilet die Elektrizitätswirtschaft wegen der rasch wechselnden Voraussetzungen und Bedingungen als das reinste Chamäleon. Besonders schwierig sei die Inaugurierung einer Elektrizitätspolitik, weil man nicht am Anfang der Entwicklung eines neuen Wirtschaftszweigs stehe, sondern es sich um eine lange schon entfaltete Industrie handle, die nicht einfach umgekrempelt werden könne. Mit ihren Entwicklungen habe man einfach zu rechnen, und auf alle Fälle dürfe sich der Bund nicht in die Geschäfte der Elektrizitätswirtschaft einmischen. Dies erklärt auch die lange Zeit ablehnende Haltung des Bundesrats, ein Bundesamt für Elektrizitätswirtschaft (das heutige Bundesamt für Energie) einzusetzen, dem anfänglich nicht viel mehr Aufgaben zugestanden wurden, als mit einer Handvoll Angestellten schöne Statistiken zu publizieren. Viel änderte also in der Folge nicht. So schrieb J. Koller 1935 in der Zeitschrift *Wohnen*: «Wir wissen, dass die Elektrizitätswerke eigentlich künstlich, d.h. um dem Fiskus grosse Einnahmen zu verschaffen, ihren kWh-Preis

hochhalten und ausserdem grosse Abschreibungen, Amortisationen und Rückstellungen machen.»

### Ausblick

Die Rahmenbedingungen für die Elektrizitätswirtschaft werden sich in den nächsten hundert Jahren ebenfalls oft und teils abrupt ändern, zunehmend auch durch technologische Umbrüche. Beweglichkeit, Anpassungsfähigkeit und Innovation werden daher auf dem Weg Richtung Energiezukunft noch mehr als in der Vergangenheit gefordert sein. Egal welche Farbe das Chamäleon gerade hat.

Marianne Zünd,  
Leiterin Medien und Politik, BFE

# Die Fernwärme macht den Unterschied

Mitten im urbanen Basler Dreispitzquartier werden in einem Pilotprojekt Gemüse und Fische gezüchtet. Die Transportwege zu den Verbrauchern sind kurz, Wasser- und Düngemittelverbrauch tief. Wie energieeffizient eine solche Anlage ist, hängt letztlich aber vor allem von den genutzten Energieträgern ab.

Spanien, Chile, Marokko, Israel: Diese Länder sind nicht nur in beinahe jedem Reisekatalog aufgeführt, als Herkunftsbezeichnungen sind sie auch von den Gemüsepackungen in den Regalen der Detailhändler nicht mehr wegzudenken. Gerade in kälteren Jahreszeiten wird Sommergemüse aus wärmeren Gefilden per Lastwagen, Schiff und Flugzeug angeliefert. Nicht zuletzt dadurch belastet das für den Konsumenten gesunde Gemüse die Umwelt mit Emissionen. Doch auch Tomaten oder Kopfsalat aus der Region müssen nicht unbedingt eine vorteilhaftere Ökobilanz aufweisen. Hinter der Herkunftsbezeichnung «Schweiz: Treibhaus» stecken nicht selten Anbausysteme, die mit grossen Mengen an Heizöl oder Erdgas auf die für die Pflanzen

ideale Temperatur geheizt werden. In der Stadt Basel läuft seit Januar 2013 ein Projekt, das sowohl der Problematik der langen Transportwege wie auch derjenigen des Ressourcenverbrauchs begegnen will.

Das Gewächshaus der Firma Urban Farmers AG befindet sich im Basler Dreispitzareal. Stadtplaner sind gerade dabei, das Industriequartier in ein urbanes Wohnquartier zu verwandeln. Für Fussgänger es zurzeit aber noch ein unwirtlicher Ort. Es dominieren Lastwagen und Werkverkehr. Dutzende Meter hoch aufgestapelte Containertürme prägen die Szenerie. Auf dem Dach des Bürogebäudes der Christoph Merian Stiftung befindet sich dagegen ein grüner Fleck. Im Treibhaus werden

hier mitten in der Stadt auf einer Fläche von 260 Quadratmetern jährlich rund vier Tonnen Gemüse und 800 Kilogramm Fisch produziert. Diese werden gleich nach der Ernte beziehungsweise der Schlachtung per Velo an lokale Gastronomiebetriebe und den nahegelegenen Migros-Supermarkt ausgeliefert.

## Effizient und ohne Chemie

Forschungsleiter und Mitbegründer dieses städtischen Bauernhofs ist Andreas Graber. Als Forscher und wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) in Wädenswil beschäftigt er sich seit längerem mit Aquaponiksystemen. Wie der Begriff andeutet, verbinden diese die Zucht von Fischen

Die Pflanzen im Urban-Farmers-Treibhaus werden durch aufbereitete Fischjauche gedüngt.



in Aquakulturen mit der nährlösungs-basierenden Gemüse-zucht, der sogenannten Hydroponik. «Solche kombinierten Systeme reduzieren sowohl den Düngemittelbedarf für das Gemüse als auch den Wasserverbrauch für die Fischzucht gegenüber herkömmlichen Systemen markant», erklärt Graber. Die Ausscheidungen der rein pflanzlich ernährten Tilapia-Buntbarsche können nach einer Aufbereitung durch Bakterienkulturen als Nährstoffe für die in Steinwolle gepflanzten Setzlinge und Stauden verwendet werden. Anschliessend fliesst das durch die Pflanzen gereinigte Wasser zurück in die Fischbecken. Da der gesamte Wasserverlust einzig über die geernteten Produkte und die Verdunstung der Pflanzen geschieht, fällt kein Abwasser an. Nur feste Bestandteile müssen aus dem Wasser gefiltert und kompostiert werden. Als weiterer positiver Nebeneffekt kann man in der Anlage gemäss Graber gänzlich auf den Einsatz von Medikamenten und Pestiziden

verzichten. Dieses innovative Treibhaus verbraucht gemäss Graber nicht mehr Energie als ein herkömmliches Treibhaus.

«Firmen interessierten sich zwar für unsere Forschungsergebnisse, waren aber nicht bereit, das gesamte System bis zur Marktreife mitzuentwickeln», sagt Graber. So wurde aus dem Wissenschaftler ein Unternehmer. Der Spin-off der Hochschule ist heute gänzlich von der ZHAW losgelöst. Das Geschäftsmodell sieht nicht etwa den Verkauf von Gemüse, sondern von ganzen Farmsystemen vor. Der Herzstück ist ein Steuerungssystem, das die Betriebsabläufe optimiert und automatisiert. Das System und die diesem zugrundeliegenden Algorithmen wurden von der Urban Farmers AG in Zusammenarbeit mit der ZHAW entwickelt und durch die finanzielle Unterstützung der Kommission für Technologie und Innovation (KTI) des Bundes realisiert.

#### Innovation nahe am Markt

Der Nachweise der Machbarkeit sei mit ähnlichen Anlage etwa in Amerika oder den Niederlanden bereits erbracht worden, schreibt Beda Stadler, Leiter des Förderbereichs Life Science der KTI. Für die Vergabe der Fördermittel sei daher das Kriterium «Umsetzung auf dem Markt» im Mittelpunkt gestanden. In dieser Markttauglichkeit sieht Stadler denn auch die grosse Innovation des Projekts. «Die Urban-Farmers-Produkte werden nachgefragt und kommen bei unseren Konsumenten gut an», sagt Dieter Wullschleger von der Migros Basel. Gemeinsam mit der Urban Farmers AG sei man dabei, die Zukunft zu planen. «Eine grössere Anlage ist erklärtes Ziel beider Partner», so Wullschleger.

Eine an der ZHAW durchgeführte Studie nennt die Ökobilanz der Basler Aquaponikanlage «vielversprechend». Als «Problempunkt» wurde aber der «hohe Energieverbrauch und die benötigte Wärme» benannt. Sollte das Aquaponiksystem mit anderen Energiequellen betrieben werden, wäre «die Umweltbelastung plötzlich sehr viel grösser», schreibt Peter Gisler, der Verfasser der Arbeit. Die

Basler Pilotanlage ist ans Fernwärmenetz angeschlossen, den Strom bezieht sie aus erneuerbarer Energie. Urban Farmers entwickelte auch Systeme für bestehende, traditionelle Gemüsebetriebe. Diese müssen aber – wie alle Aquaponiksysteme – nicht zwangsläufig mit Fernwärme beheizt werden. Graber sagt, dass das Konzept der Urban Farmers, konsumentennah und innerstädtisch zu produzieren, auch die lokale Verfügbarkeit von nutzbarer Fernwärme stark erhöhe. Die Menge an Energie, die für die Produktion der Lebensmittel benötigt wird, hängt auch bei diesem System in erster Linie von den gewählten Energieträgern ab. Die ZHAW will eine Kombination mit Photovoltaik prüfen. «Unser Ziel ist es, ein Solar-Aquaponik-Gewächshaus als Prototyp zu bauen», sagt Graber. (bwg)

#### Die Schweizer Seen sind grosse Energiespeicher

«Das Potenzial der Fernwärmenutzung ist beträchtlich», sagt Walter Böhlen, Präsident des Verbands Fernwärme Schweiz. Die von seinem Verband in Auftrag gegebene und vom Bundesamt für Energie mitfinanzierte Studie «Weissbuch Fernwärme Schweiz – Phase 2» kommt zum Schluss, dass langfristig schweizweit 38 Prozent des Bedarfs an Raumwärme und Warmwasser durch Wärmenetze abgedeckt werden können. Das errechnete Wärmepotenzial beträgt rund 238 Terawattstunden pro Jahr (TWh/a). Davon sind rund 17 TWh/a effektiv nutzbar. Zum Vergleich: Die Jahresproduktion des Kernkraftwerks Gösgen beträgt jährlich etwa 8 TWh/a.

Das grösste nutzbare Wärmepotenzial liegt in den Schweizer Seen. Die dort gespeicherte Energie könnte jährlich rund 30 Prozent der gewünschten Fernwärme beisteuern. Auch in den jährlich in der Schweiz verbrannten rund 3,7 Millionen Tonnen Abfall schlummert ein grosses, bislang erst teilweise genutztes Wärmepotenzial von rund 3,6 TWh/a.

#### Millionen Liter Heizöl gespart

Ein Betrieb, der nicht auf Aquaponik, dafür auf Fernwärme setzt, ist derjenige der Gebrüder Meier im zürcherischen Hinwil. 2009 wurde ein grosses, neu erstelltes Gewächshaus eröffnet, das vollständig mit Abwärme der nahegelegenen Kehrlichtverbrennungsanlage (KEZO) beheizt wird. Dabei wird der Abdampf der Turbine genutzt, mit der die KEZO Strom herstellt. Diese rund 45 Grad Celsius warme Abluft, die zuvor unter dem Einsatz von jährlich rund 100 000 Kilowattstunden Strom teilweise abgekühlt werden musste, ersetzt im Gemüsebetrieb jährlich rund eine Million Liter Heizöl. Für ihr Projekt erhielten die Gemüsebauern im Jahr 2011 den Watt d'Or des Bundesamtes für Energie.

# Energie im Alltag ernten

Beim sogenannten Energy Harvesting wird aus Bewegung, Druck oder Temperaturunterschieden Strom erzeugt. Diese Energie lässt sich beispielsweise zum Betreiben von Sensoren oder LEDs nutzen.

Es ist noch dunkel in der Disco. Doch je mehr Leute die Tanzfläche betreten und sich rhythmisch zur Musik bewegen, desto heller wird es. Denn das Partyvolk produziert unbemerkt Strom. Kleine Generatoren, eingelagert in flexible Bodenplatten, nehmen die von den Tänzern freigesetzte Energie auf, um LED-Lämpchen im Boden mit Strom zu versorgen. Diese leuchten danach im Takt der Musik. Was futuristisch klingt, wurde bereits 2009 unter anderem in Rotterdam und São Paulo mit «Sustainable Dance Floors» realisiert.

## Energieautarke Sensoren

Der Fachbegriff hierfür heisst Energy Harvesting (Energie ernten). Dabei geht es häufig um die Gewinnung von geringen Energiemengen aus der Umgebung. Deren Umwandlung in elektrische Energie kann dabei auf unterschiedliche Weise erfolgen. Piezoelektrische Kristalle etwa erzeugen elektrische Spannung, wenn sie mechanisch verformt werden (siehe Kasten). Ein anderes Beispiel sind Thermoelemente, die Strom produzieren, sofern sie einer Temperaturdifferenz ausgesetzt sind. Diese Energie kann ausreichen, um zum Beispiel einen Funksensor zu betreiben. Solche energieautarke Sensoren kommen heute in der Gebäudetechnik zum Einsatz, um etwa die Heizung und Lüftung zu steuern. Sie messen die Temperatur in einem Raum und senden die Information an die Heizung, respektive an die Klimaanlage. Ihr Vorteil liegt

darin, dass sie keine externen Energiequellen wie Batterien benötigen. Ebenso wenig müssen sie über Kupferkabel ans Stromnetz angeschlossen werden, wodurch sich Installations- oder Unterhaltskosten einsparen lassen. Ihre Energie gewinnen sie aus dem Temperaturunterschied des Heizkörpers und der Raumluft.

## Wirtschaftlichkeit massgebend

Aktuell arbeiten Forschende an thermoelektrischen Generatoren, die aus Abwärme Energie zurückgewinnen. «Für eine wirtschaftliche Anwendung braucht es ein ausreichendes Temperaturgefälle wie beispielsweise bei heissen Auspuffrohren mit mehreren hundert Grad», sagt Rolf Schmitz, Leiter Energieforschung des Bundesamtes für Energie. Mit dieser Energie lassen sich zum Beispiel Hilfsaggregate in Automobilen betreiben.

Obwohl es noch viele weitere Möglichkeiten gibt, Umgebungsenergie in elektrische Energie umzuwandeln, bleibt Schmitz realistisch: «Energy Harvesting wird die Energieproblematik nicht lösen. Vielmehr geht es darum, vorhandene Energie effizienter zu nutzen.» Erste innovative Beispiele wie die «Sustainable Dance Floors» zeigen auf spielerische Weise, wie bisher unbemerkte Energiepotenziale zur Stromproduktion beitragen können. (thc)

## Der Piezo-Effekt

Der direkte Piezo-Effekt wurde 1880 von den Brüdern Jacques und Pierre Curie entdeckt. Sie stellten fest, dass auf bestimmten Kristallen eine elektrische Ladung entsteht, wenn diese mit Druck verformt werden. Dieses Prinzip kommt beispielsweise auch bei Feuerzeugen zur Anwendung: Drückt man mit dem Finger genügend stark auf eine Feder, schlägt ein kleines Hämmerchen auf einen Kristall. Die elektrische Spannung auf dessen Oberfläche wird über eine Funkvorrichtung entladen, wodurch sich das herausströmende Gas entzündet.



## Die Zahl

# 1200

So viel Megawatt Leistung von Windkraftanlagen sind aktuell geplant, gemäss einer Schätzung von Suisse Eole, der Schweizerischen Vereinigung zur Förderung der Windenergie. Seit der Einführung der Kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV) im Jahr 2009 wurden 15 Anlagen realisiert, keine davon im vergangenen Jahr. Das Ziel des Bundes ist es, bis 2020 eine Jahresproduktion von 600 Gigawattstunden zu erreichen, was etwa 120 grossen Windkraftanlagen entspricht. Aktuell sind in der Schweiz 35 Grossanlagen in Betrieb. Suisse Eole begründet dies mit komplexen und langwierigen Verfahren.

## Studie zu Elektroautos

Lenker von Elektroautos fahren im Jahr durchschnittlich rund 11 500 Kilometer. Gegenüber einem vergleichbaren Benzinauto sparen sie dabei rund 60 Prozent der Treibstoffkosten ein. Diese und weitere Erkenntnisse liefert eine Studie von e'mobile. Der Verband wertete dafür u.a. den Verbrauch von rund 200 Elektroautos von Privaten und Firmen aus und untersuchte ebenfalls deren Nutzerverhalten. Der Bericht ist auf [www.energieschweiz.ch/fahrzeuge](http://www.energieschweiz.ch/fahrzeuge) abrufbar.

## Solar Impulse 2 hebt ab

Die Welt umrunden – wer hat nicht schon davon geträumt. Der Abenteurer Bertrand Piccard hat seine zweite Weltreise angetreten am Steuer eines Solarflugzeugs.

Jede Epoche hat ihre Entdecker. Die Mitglieder der Familie Piccard sind Pioniere, vom Vater bis zum Sohn. Sie haben unseren Planeten vom tiefsten Meeresgrund bis in die Stratosphäre erforscht. Nach seiner Nonstop-Erdumrundung mit der Ballongondel Breitling Orbiter 3 wagt der 56-jährige Bertrand Piccard erneut eine Weltreise, diesmal in einem Solarflugzeug. «Mit unserem Versuch wollen wir zeigen, dass mit Cleantech und erneuerbaren Energien heute Dinge möglich sind, die man bisher für unmöglich gehalten hat», erklärt Bertrand Piccard. Das BFE unterstützt das Projekt daher finanziell. «Dieses wegweisende Experiment wird uns und der ganzen Energiebranche als Ansporn dienen», sagt BFE-Direktor Walter Steinmann.

Die Reise von 35 000 Kilometern dauert rund 25 Flugtage, verteilt auf fünf Monate. Während dieser Zeit wird sich Bertrand Piccard mit André Borschberg abwechseln. Dieser ist ein 60-jähriger Ingenieur und ehemaliger Pilot der Schweizer Armee. Die Vorbereitungen dafür haben bereits 2003 begonnen. Nach

einer intensiven Entwicklungsphase konnten die beiden in den vergangenen vier Jahren zahlreiche Testflüge durchführen.

### Auf höchstem Technologiestand

Aufgrund eines ständigen Ringens um jedes überflüssige Gramm wiegt das Flugzeug nun gerade einmal 2,3 Tonnen. Damit Solar Impulse 2 rund um die Uhr fliegen kann, müssen die Lithiumbatterien des Flugzeugs tagsüber mit Sonnenstrahlung aufgeladen werden. Rund 17 250 Solarzellen aus monokristallinem Silizium wurden hierfür in die Flügel eingebaut. Sie liefern Energie für vier Motoren von je 17,4 PS, die wiederum vier Propeller antreiben. Mit einem Wirkungsgrad von 94 Prozent erreichen die Motoren eine rekordhohe Energieeffizienz.

Während den geplanten elf Etappen sollte das Flugzeug eine Geschwindigkeit zwischen 36 km/h und 140 km/h erreichen. Die Weltumrundung lässt sich unter [www.solarimpulse.org](http://www.solarimpulse.org) mitverfolgen. (luf)



V.l.n.r.: André Borschberg und Bertrand Piccard vor Solar Impulse 2.

## Neue Kampagne von EnergieSchweiz

Am Tag des Wassers (22. März 2015) lanciert EnergieSchweiz eine rund zweiwöchige Kampagne im Sanitärbereich, inkl. TV-Spot. Ziel ist es, Mieter und Hauseigentümer dafür zu gewinnen, dass sie künftig möglichst energieeffiziente Duschaerosole, Wasserhähne, Durchflussregler etc. kaufen. Denn mit der richtigen Produktwahl lässt sich bis zu 50 Prozent Warmwasser einsparen. Vielen ist nicht bewusst, dass der Warmwasserverbrauch häufig einen relativ grossen Posten in der Heizrechnung ausmacht. Diese Kampagne soll zeigen, dass derartige Einsparungen auch ohne Komforteinbussen möglich sind. Eine vierköpfige Familie kann beispielsweise langfristig rund 380 Franken im Jahr sparen, wenn sie im Bad/WC von Energieeffizienzklasse D auf A umstellt.

## Energieautarkes Mehrfamilienhaus

In Zusammenarbeit mit mehreren Partnern baut die «Umweltarena Spreitenbach» in Brütten (ZH) das erste energieautarke Mehrfamilienhaus. Dieses wird nicht an das elektrische Netz angeschlossen, sondern nur durch Solarenergie betrieben, dank Solarpanels auf dem Dach und der Fassade. Gemäss Berechnungen der Experten reicht eine Stunde Sonnenschein, um den Strom- und Heizbedarf der Bewohner für einen Tag sicherzustellen. Überschüssige Energie lässt sich in Batterien speichern. Geplant ist zudem eine sehr gute Isolation des Hauses. Dieses soll Platz bieten für neun Familien, die nur die energieeffizientesten Haushaltsgeräte (A+++) nutzen. EnergieSchweiz unterstützt das Projekt.



## Abonnemente und Bestellungen

Sie können *energeia* gratis abonnieren: Per E-Mail ([abo@bfe.admin.ch](mailto: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

# Stromproduktion erleben

Die Kraftwerke Oberhasli AG (KWO) produzieren im Grimselgebiet Strom für rund eine Million Menschen. Ein Besuch im Kraftwerk Grimsel2 lohnt sich in energetischer Hinsicht doppelt.



Für die Stromproduktion nutzen die vier Turbinen im Kraftwerk Grimsel 2 das Gefälle von 400 Metern zwischen Oberaarsee und Grimselsee. Mit einer installierten Leistung von 348 Megawatt sorgen sie für mächtig viel Lärm. Kein Wunder, bis zu 93 Kubikmeter Wasser donnern pro Sekunde durch die Turbinen. Eine sogenannte Labyrinth-Dichtung sorgt dafür, dass die 50 Bar Druck nicht

entweichen, die bei Volllast auf die Anlagen wirken. Wenn man direkt neben einer solchen Turbine steht, spürt man die Energie förmlich.

Nach kurzer Zeit wird es aber plötzlich ruhiger im Turbinenraum, und die Vibrationen nehmen ab. Je nach Strombedarf sind nämlich alle vier, nur einzelne oder eben gar keine Turbinen in Betrieb. Die Information, wie viel Strom produziert werden muss, erhält die KWO von der Swissgrid, welche für die stabile Stromversorgung in der Schweiz zuständig ist. Sie sorgt dafür, dass die Stromproduktion und der Stromverbrauch ständig im Gleichgewicht sind. Ist also genug oder gar zu viel Strom auf dem Markt vorhanden, wird die Produktion zurückgefahren.

Auch die Pumpspeicherwerke von Grimsel 2 spielen in einer solchen Situation eine wichtige Rolle: Die vier Anlagen verfügen neben einem Turbinenrad auch über ein Pumpenrad. Mit der überschüssigen Energie kann damit Wasser vom tiefer gelegenen Grimselsee in den Oberaarsee gepumpt werden, um dieses

später zur Stromproduktion zu nutzen. Mit dem weltweit leistungsstärksten, sogenannten Vollumrichter kann der Kraftwerkbetreiber die Frequenz und damit die Drehzahl der Pumpen je nach verfügbarer Energie variieren. Dies ermöglicht einen optimalen und effizienten Betrieb.

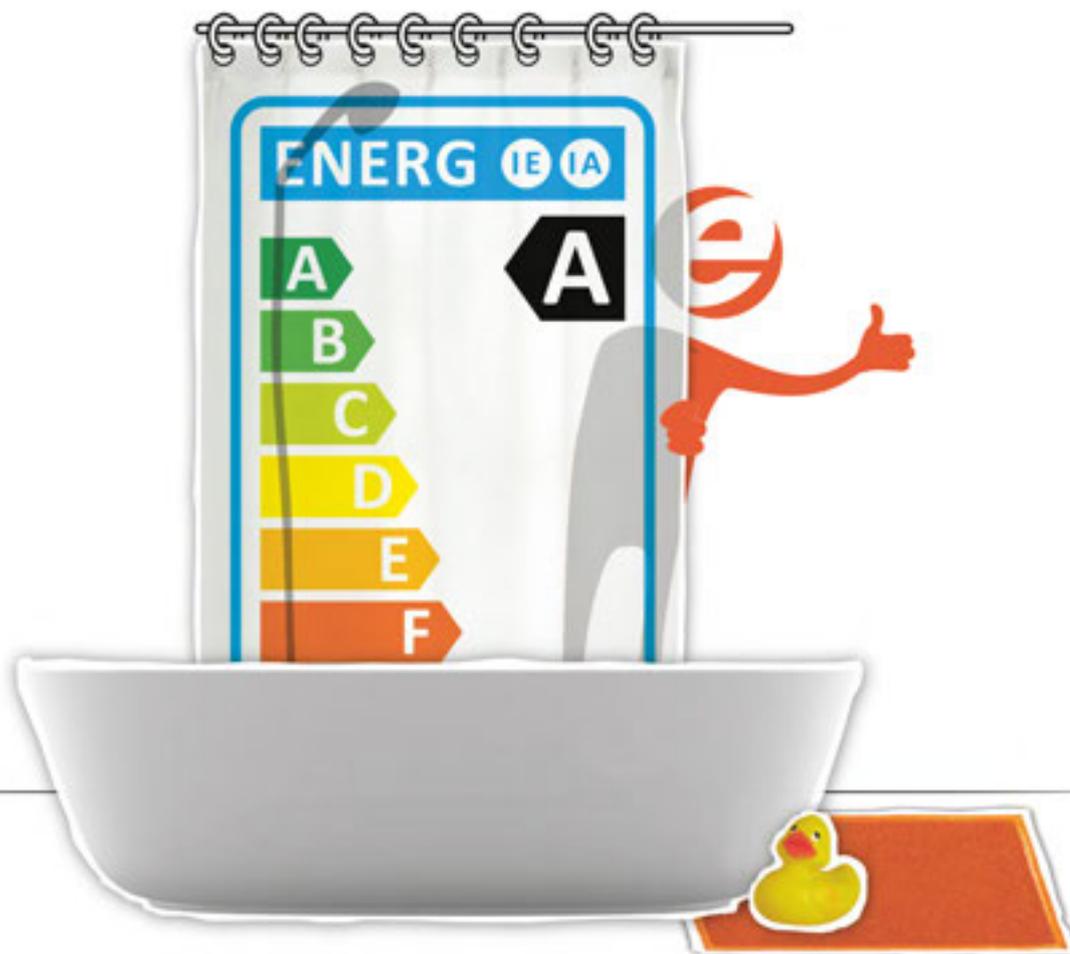
Grimsel 2 befindet sich etwa drei Kilometer im Berginnern, wobei sich das Ausmass der Anlagen und Stauseen für Besucher nur schwer erahnen lässt. Einen besseren Überblick erhalten sie auf der Aussichtsplattform beim Hotel Hospiz: Unterhalb schimmert der Grimselsee und beim Blick ins Tal entdeckt man weitere Speicherseen.

Fazit: In dieser schönen und ruhigen Berglandschaft kann man nicht nur Strom produzieren, sondern auch Energie für den nächsten Tag tanken. (thc)

## Ursprung der Gelmerbahn

Die KWO betreibt insgesamt neun Kraftwerke mit acht Stauseen. Einer davon ist der Gelmersee. Dieser wurde 1929 fertiggestellt und liegt 1860 Meter über Meer. Um damals den Transport von schweren Baumaterialien zu erleichtern, wurde die Gelmerbahn errichtet. Heute dient sie vor allem noch Wanderern, um die einzigartige Berglandschaft schneller zu erreichen. Von der Posthaltestelle Handegg führt sie direkt zum türkisblauen Stausee hinauf. Mit einer maximalen Steigung von maximal 106 Prozent ist sie die steilste Standseilbahn von Europa.

# DUSCHEND SPAREN!



Warmwasser sparen ohne Komfortverlust ist möglich, indem Sie Sanitärprodukte mit der Energieetikette A wählen. Duschkopf, Regler, Wasserhähne, eine breite Auswahl an Produkten steht Ihnen zur Verfügung. Achten Sie beim Kauf auf die Etikette A!

Mehr Infos auf [energieschweiz.ch](http://energieschweiz.ch)



**energieschweiz**

Unser Engagement: unsere Zukunft.