



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE

# energiea.

Newsletter des Bundesamtes für Energie BFE  
Nummer 5 | September 2015

Energiewissen

## Spielerisch mehr über Energie lernen

Interview

**Professorin Susanne Metzger über  
intuitives Energiewissen von Kindern  
und neuste didaktische Ansätze**

Energie-ABC

**Schlüssel zum Energieverständnis**



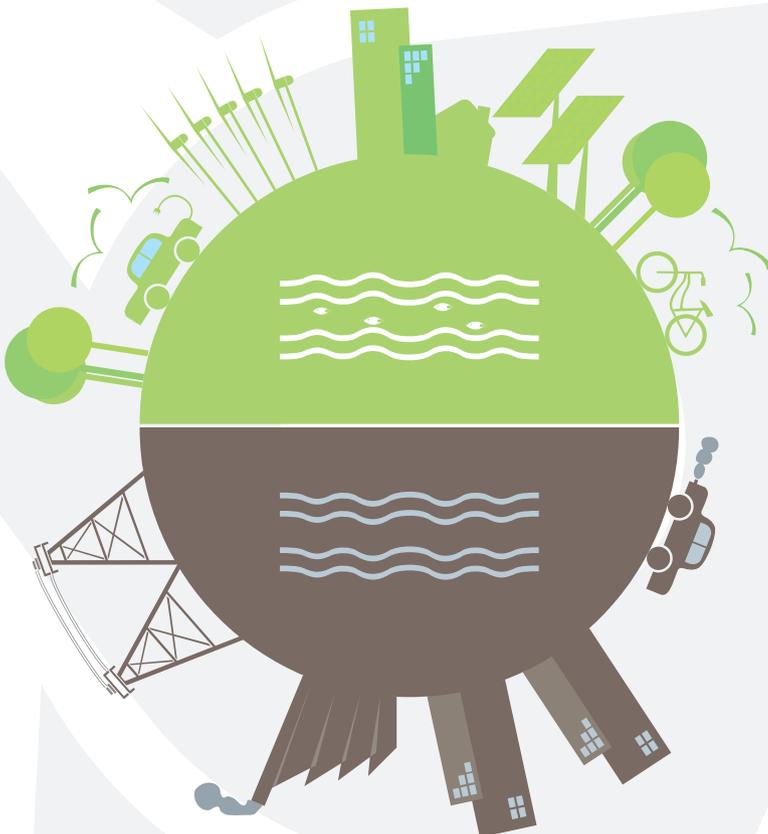
## Energiesysteme der Zukunft – viel mehr als Strom!

Bei der Umsetzung der Energiestrategie 2050, die einen Ausstieg aus der Kernenergie und eine drastische Absenkung der Treibhausgas-Emissionen vorsieht – deren grösster Anteil energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen sind –, spielen fluktuierende erneuerbare Energien eine zentrale Rolle.

Die Stromproduktion durch erneuerbare Energien wie Sonne und Wind ist natürlichen kurz- und langfristigen Schwankungen unterworfen, etwa im Tages- oder Jahresverlauf. Ohne geeignete Speicherlösungen besteht also die Gefahr von Versorgungsengpässen. (Synthetischem) Erdgas aus erneuerbarer Energie kann hierbei eine wesentliche Bedeutung zukommen – als Langzeitspeicher und altem bekanntem Energieträger mit etablierter Infrastruktur. Vieles ist indes noch offen, wenn es um die Neugestaltung unserer Energieversorgung von morgen geht. Welches sind die dafür geeigneten Energieformen bzw. -träger? Welche Vernetzungs- und Speichermöglichkeiten gibt es bereits, welche gilt es noch zu entwickeln? Welche Rahmenbedingungen müssen berücksichtigt werden? Welche gesellschaftspolitischen Phänomene treten im Zusammenhang mit der Energiefrage auf?

**An den beiden Hauptveranstaltungen am **Dienstag, 27. Oktober** (Dübendorf) und **Donnerstag, 29. Oktober 2015** (Lausanne) werden diese Fragestellungen aufgenommen und diskutiert. Namhafte Experten referieren aus verschiedenen Gesichtspunkten zum aktuellen Thema.**

Die Veranstaltung ist öffentlich, der Eintritt gratis.  
Anmeldung unter: [www.tage-der-technik.ch](http://www.tage-der-technik.ch)  
(Anzahl der Plätze ist beschränkt)



Organisator und Mit-Initianten

**SWISS  
ENGINEERING**  
STV UTS ATS

**EMPA**  
AKADEMIE  
Zentrum für Wissenstransfer

**SATW**  
Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften  
Accademia suisse des sciences techniques  
Accademia svizzera delle scienze tecniche  
Swiss Academy of Engineering Sciences

Goldsponsor

Wir bringen Energie



Patronat

 **energieschweiz**  
Unser Engagement: unsere Zukunft.

<b>Editorial</b>	<b>1</b>
<b>Interview</b>	
<b>Susanne Metzger erforscht, wie Schüler Energiewissen lernen</b>	<b>2</b>
<b>Energie-ABC</b>	
<b>Vom Energieträger bis zum Strommix</b>	<b>4</b>
<b>Politischer Prozess</b>	
<b>7 Fragen zur Energiestrategie 2050</b>	<b>6</b>
<b>Energie-Apps</b>	
<b>Verschiedene Anwendungen im Test</b>	<b>7</b>
<b>Wasserkraft</b>	
<b>Zubau aus historischer Sicht</b>	<b>8</b>
<b>Bildung</b>	
<b>Angebot für altersgerechten Energieunterricht</b>	<b>10</b>
<b>Point de vue d'expert</b>	
<b>Anton Gunzinger über das Kraftwerk Schweiz</b>	<b>11</b>
<b>Forschung und Innovation</b>	
<b>Tierschutz und Windturbinen</b>	<b>12</b>
<b>Wissen</b>	
<b>Verschiedene Netzebenen</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, 3003 Berne.  
Alle Rechte vorbehalten.

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

**Redaktion:** Fabien Lüthi (luf), Cédric Thuner (thc), Benedikt Vogel (bv)

**Layout:** Melanie Stalder (ste)

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

**Rückmeldungen und Anregungen:** [energeia@bfe.admin.ch](mailto:energeia@bfe.admin.ch), Tel. 058 462 56 11,  
Fax 058 463 25 00

**Abonnement und Adressänderungen:** [abo@bfe.admin.ch](mailto:abo@bfe.admin.ch)

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

**Twitter:** [@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: iStock

S. 2–3: BFE; S. 4–5: BFE/EICom; S. 6: Parlamentsdienste  
3003 Bern; S. 7: Shutterstock; S. 8–9: Médiathèque Valais,  
Martigny – Fonds photographique Grande Dixence;  
S. 10: Ökozentrum Langenbruck; S. 11: Thomas Gierl;  
S. 12–13: Marko König/swild.ch; S. 14: BKW;  
S. 15: Solar Impulse/Revillard/Rezo.ch, Alex Colle;  
S. 16: Catch a Car AG, Shutterstock, BFE;  
S. 17: Parlamentsdienste 3003 Bern.

## Editorial

# Energiewissen und/ oder Wertewandel

Unsere Entscheide sind, bewusst oder unbewusst, stark gesteuert vom kulturellen Wertesystem, in dem wir uns bewegen respektive mit dem wir aufgewachsen sind. In «traditionellen» Ländern wird das Wertesystem von Religion oder Nationalität bestimmt, in wieder anderen von Stammeszusammenhalt oder Machtstrukturen. In der Schweiz und Westeuropa herrscht ein Wertesystem vor, das auf Individualität, Wissenschaft, Technik und finanziellem Erfolg basiert. In den letzten Jahren hat sich zudem ein Wertebild entwickelt, das wir als postmodern oder «grün» bezeichnen. Es definiert sich durch den Erhalt der Umwelt, den nachhaltigen Umgang mit Ressourcen und Energie und dem systemischen Verständnis, dass wir auf einer Erde leben, die es gemeinsam zu erhalten gilt. Über Energiezukunft kann nicht gesprochen werden, ohne diese Wertesysteme im Hinterkopf zu haben. Menschen, die in einer technisch/finanziellen Wertewelt leben, können über positive Businesspläne von neuen Energietechnologien überzeugt werden, andere, denen Ressourcen und Umwelt die wichtigsten Werte sind, durch Informationen über Umweltbelastung, Klimaerwärmung und CO<sub>2</sub>-Belastung.

Durch politischen Diskurs, Sensibilisierung und Information gilt es, einen Weg zu finden, um diese Werte (soziale, ökonomische, ökologische) auf einer höheren Ebene in Synthese zu bringen und damit eine neue, integrierte Wertestruktur zu schaffen. Wir brauchen einen fundamentalen Wertewandel.

Damit dieser geschieht, braucht es Wissen – und Menschen, die den neuen Lebensstil vorleben; und es braucht Visionäre, wie Anton Gunzinger, der in seinem Buch «Kraftwerk Schweiz» durchrechnet, dass die nachhaltige Energieversorgung mit heutiger Technologie möglich und finanzierbar ist. Oder Tony Seba, der voraussagt, dass bis 2030 alle Neuwagen elektrisch, selbstfahrend sowie geteilt sind und wir deshalb weltweit 80 Prozent weniger Fahrzeuge und Strassen benötigen. Und es braucht unser aller Bereitschaft, die nachhaltige Energiezukunft aktiv mitzugestalten und uns mitverantwortlich zu fühlen.

Daniela Bomatter,  
Geschäftsführerin EnergieSchweiz

printed in  
switzerland



No. 01-15-615357 – [www.myclimate.org](http://www.myclimate.org)  
© myclimate – The Climate Protection Partnership



# «Bereits im Kindergarten kann man erste Inhalte vermitteln»

Professorin Susanne Metzger erforscht an der Pädagogischen Hochschule Zürich unter anderem, über welches intuitive Energiewissen Kinder verfügen und wie sich das Thema nach neusten didaktischen Ansätzen in der Volksschule unterrichten lässt.

## Wie können Lehrpersonen Wissen über Energie an Schülerinnen und Schüler vermitteln?

Auf verschiedenen Wegen. Bereits im Kindergarten kann man erste Inhalte vermitteln, ohne direkt über Energie reden zu müssen. Wenn ich weiter oben losschittle, bin ich unten schneller, aber brauche mehr Energie, um hinaufzukommen. Bereits kleine Kinder sind sich derartiger Prozesse bewusst, können sie aber vielleicht noch nicht in Worte fassen. In den ersten Schuljahren vermittelt man derartige Umwandlungsprozesse und nähert sich dem Thema Energie auch via Ernährung an. In der Mittelstufe geht es dann darum, Begriffe wie Energieform, Energieträger oder Energieumwandlung zu bilden. Zum Beispiel beschreiben die Kinder Energieumwandlungsprozesse. In der Sekundarstufe rücken dann quantitative Betrachtungen in den Fokus:

Wie viel Energie benötigen wir? Wie gross ist der Wirkungsgrad eines Geräts?

## Welche didaktischen Erfolgsrezepte gibt es?

Idealerweise beginnt man damit, Energie erfahrbar zu machen und Umwandlungsprozesse zu beschreiben, diese Erfahrungen zu vertiefen bis hin zur Begriffsbildung und zur quantitativen Erfassung des Themas. Wir haben neue, ansprechende, bunte Unterrichtsmaterialien für die Volksschule entwickelt, mit denen Kinder und Jugendliche ein anschlussfähiges Energiekonzept aufbauen können: Energie ist nötig, um etwas zu bewegen oder zu verändern.

## Wie forschen Sie in dem Bereich?

Im Moment erforschen wir beispielsweise das intuitive Energiewissen von Kindern der ersten und zweiten Klasse. Mithilfe von

Fragebogen, deren Fragen vorgelesen werden und in denen die Antwortmöglichkeiten bildlich dargestellt sind, wollen wir herausfinden, was die Kinder bereits wissen und wie im Unterricht daran angeknüpft werden kann.

## Was hemmt das Lernen im Energiebereich?

Zu den häufigen Lernhemmungen zählt es, zu früh mit abstrakten Begriffen zu starten, ohne Energie erlebbar zu machen. Neben Überforderung ist auch die Unterforderung dem Lernen abträglich. Wenn es langweilig wird, wird es für die Kinder uninteressant. Ausserdem ist es zuweilen schwierig, die Lücke zwischen Wissen und Verhalten zu überwinden: Die Kinder wissen, dass es eigentlich besser ist, mit dem Velo in die Schule zu kommen, finden es aber unter Umständen lässiger, wenn sie gefahren werden. Die Lehrperson kann hier eine Vorbildfunk-

## Zur Person

Professorin Susanne Metzger leitet seit 2006 das Zentrum für Didaktik der Naturwissenschaften der Pädagogischen Hochschule Zürich. Dort forscht sie unter anderem zum Thema Energie im Unterricht. In diesem Bereich hat sie bereits unterschiedliche Projekte realisiert, beispielsweise wie man Energie an Volksschulen vermitteln kann. Zudem engagierte sich Susanne Metzger dafür, dass das Thema auch Eingang in den Lehrplan 21 findet. Studiert hat sie Physik, Mathematik und Sport.



tion übernehmen, sie verfügt jedoch über einen kleinen Spielraum. Den bewussten Umgang mit Energie lernen die Kinder zu Hause. Wir haben in unsere Materialien beispielsweise einen «Auftrag für Energiedetektive» integriert: Die Kinder sollen mit einem Messgerät herausfinden, wie viel Energie verschiedene Geräte daheim benötigen.

#### **Was könnte sonst noch helfen?**

Konfrontationen und direkte Begegnung. Ich habe mit meinen Schülerinnen und Schülern beispielsweise Fett aus Kartoffelchips extrahiert. Als sie mit eigenen Augen sahen, wie viel Fett tatsächlich drinsteckt, beeindruckte sie das. Ein anderes Mal merkten sie, wie viele

die Primar- und Sekundarstufe I für den «Natur und Technik»-Unterricht sind mehrere Energieeinheiten vorgesehen, sodass ein kontinuierlicher Aufbau über die Schulzeit möglich wird.

Mir liegt viel daran, dass die Kinder und Jugendlichen die wichtigsten Grundlagen und den richtigen Umgang während der obligatorischen Schulzeit lernen, um sich später als mündige Bürger äussern zu können.

#### **Wo sehen Sie weitere Herausforderungen?**

Von diversen Anbietern gibt es viele Unterrichtsmaterialien zum Thema Energie, aber diese sind oft mit Fehlern behaftet. Häufig

Energieformen auf tiefem Niveau erklären. Es war anspruchsvoll, sich dabei nicht auf Fachbegriffe und Formeln zu beschränken. Einmal habe ich mit meinen Schülerinnen und Schülern ein kleines Energiewerk gebastelt. Sie haben ein Wasserrad gebaut und an einen vorgefertigten Generator angehängt. Sie fanden das super. Das Problem ist, dass sich einige Teilbereiche der Energie nur theoretisch vermitteln lassen.

#### **Wie können Schulen mit dieser Herausforderung umgehen?**

Es gibt bereits viele Energieprojekte an Schulen, etwa einen Energieparcours auf dem Schulhof. Die Kinder beginnen so bereits früh, Fragen zu stellen, etwa warum wir Energie nicht einfach in grossen Mengen in Batterien speichern. Ausserdem könnten die Schulen z.B. durch Projekte weitere Anreize zum verantwortungsbewussten Umgang mit Energie schaffen. An einer Schule schafften es die Schülerinnen und Schüler mit einem neuen Müllkonzept, so viel Geld zu sparen, dass sie dafür Tischtennistische für den Schulhof anschaffen konnten. Dieser Ansatz liesse sich auf Energieprojekte übertragen.

#### **Woher wissen Sie denn, was die Schülerinnen und Schüler interessiert?**

Wir sind gerade dabei, Dritt- bis Sechstklässler zu befragen, welche Kontexte sie interessant finden, etwa einen Raketenstart, der Energieumsatz eines Tieres im Winterschlaf oder das Skaten auf einer Rampe. So möchten wir herausfinden, welche Themen man in den Unterricht einbinden könnte, weil die Schülerinnen und Schüler mehr darüber erfahren möchten. Genderunterschiede haben wir bisher keine gefunden. Wie man auf einem Trampolin möglichst hoch springen kann, interessiert beispielsweise Buben wie Mädchen.

*Interview: Angela Brunner*

### **«Wir wollen herausfinden, was die Kinder wissen und welche Unterrichtsformen wirksam sind.»**

Treppenstufen sie hochsteigen müssen, bis sie die Energie eines «Schoggistängelis» in sogenannte Lageenergie umgewandelt haben. Bei einem anderen Experiment lernten sie, wie schnell man kurbeln muss, um ein Lämpchen zum Leuchten zu bringen. Steter Tropfen höhlt den Stein.

#### **Wie ist das Thema Energie im Lehrplan verankert?**

Im Lehrplan 21 hat Energie einen grösseren Stellenwert als in den meisten aktuellen Lehrplänen der Schweiz. Schülerinnen und Schüler sollen nicht nur Energiewissen erwerben, sondern auch die Kompetenz, verantwortungsbewusst zu handeln. Beispielsweise sollen sie energiebewusstes Verhalten beschreiben und entsprechende Erkenntnisse im Alltag anwenden können. Es gilt, diese Ansätze in Lehrmitteln aufzunehmen und dafür zu sorgen, dass die Lehrpersonen diese Seiten nicht überblättern. Nach dem jetzigen Planungsstand der neuen Lehrmittel für

merken die Volksschullehrpersonen dies nicht. Man kann ihnen dafür keinen Vorwurf machen, da in der Alltagssprache beispielsweise immer wieder von «Energieverbrauch» gesprochen wird und Begriffe wie Wärme, Energie und Temperatur synonym verwendet werden. Meiner Meinung nach besteht ein Weiterbildungsbedarf für Lehrpersonen. Ich wünschte mir, sie würden in der Ausbildung fachlich und fachdidaktisch besser vorbereitet. Aber wenn den Lehrpersonen dank den neuen Lehrmitteln gute Materialien zur Verfügung stehen und sie diese einsetzen, können die Schülerinnen und Schüler die im Lehrplan geforderten Kompetenzen erlangen.

#### **Welche Erfahrungen haben Sie in dem Bereich?**

Aus fachdidaktischer Sicht beschäftige ich mich mit der Herausforderung, wie wir dieses nicht triviale Thema fachlich korrekt, aber möglichst verständlich erklären können. Für ein Projekt wollte ich die verschiedenen

# Energiebegriffe kurz erklärt

Was ist Primärenergie genau? Und was versteht man unter Strommix? Machen Sie sich hier kundig über einige Schlüsselbegriffe aus dem Bereich Energie.

## Primärenergie

Energie ist immer an ein Trägermedium gebunden. Als Primärenergie bezeichnet man die in den Energieträgern in ihrem natürlichen Zustand enthaltene Energie. Sie wird in die beiden Kategorien erneuerbare und nicht erneuerbare Energieträger unterteilt, wobei Rohöl, Erdgas, Kohle und Uran zu den nicht erneuerbaren und Solarstrahlung, Wasserkraft, Wind, Umweltwärme und Biomasse zu den erneuerbaren zählen.

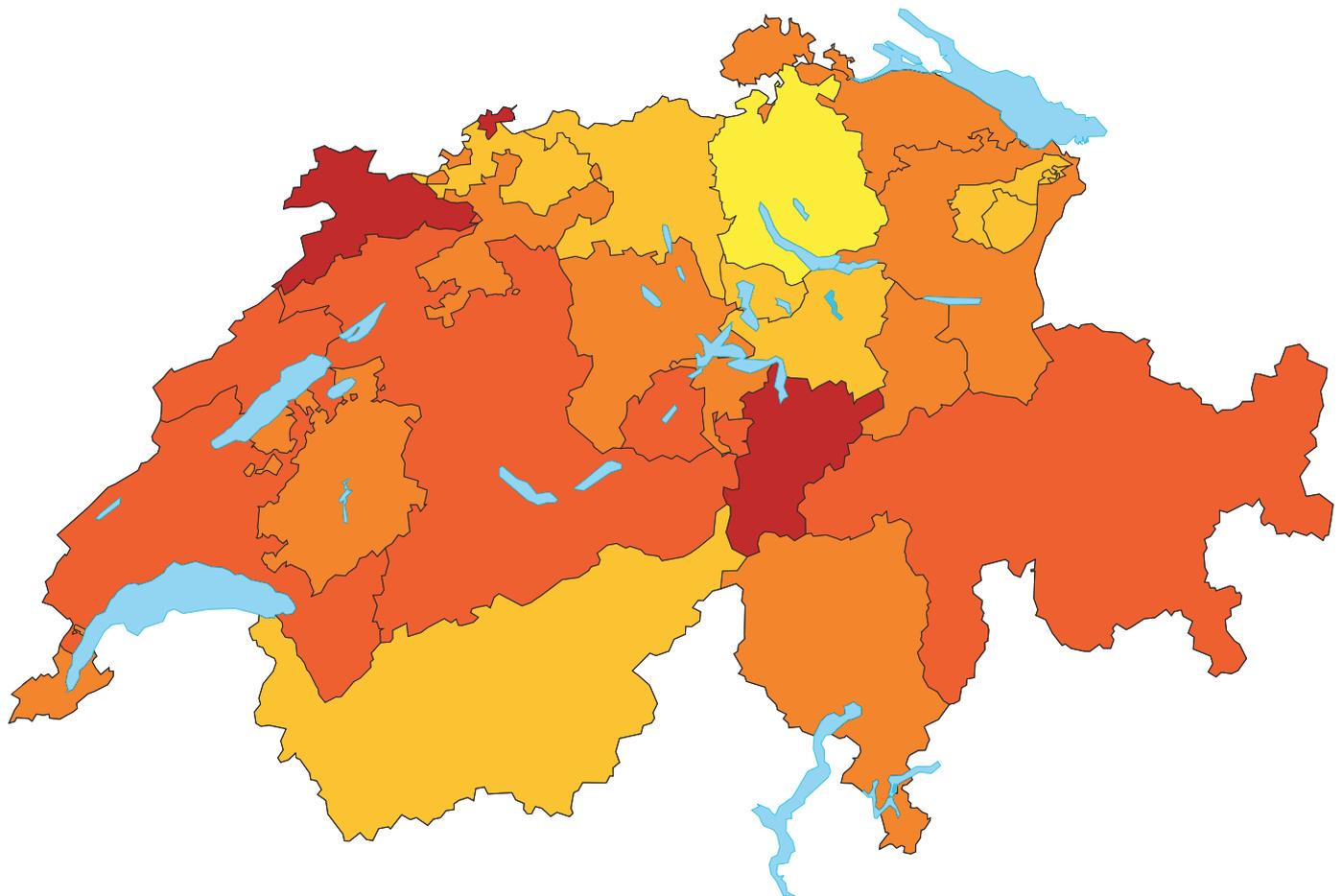
## Endenergie

Von Endenergie spricht man, wenn die Primärenergie in einem Kraftwerk oder in einer anderen technischen Anlage in eine andere Energieform umgewandelt oder in einer Raffinerie aufbereitet wird. Es ist also diese Form der Energie, welche die Konsumentinnen und Konsumenten geliefert erhalten und bezahlen, zum Beispiel in Form von Benzin an der Tankstelle, Strom aus der Steckdose oder Heizöl für die Heizung. Diese

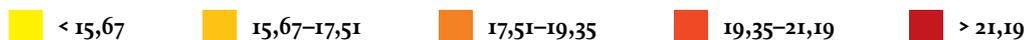
Energie wird von den Verbraucherinnen und Verbrauchern schliesslich in entsprechenden Geräten wie Kühlschränken, Lampen, Heizungen oder Automotoren in Nutzenergie umgewandelt und steht dann als Heizungswärme, Licht oder fahrendes Auto zur Verfügung.

## Graue Energie

Als graue Energie bezeichnet man diejenige Energiemenge, die für Herstellung, Transport, Lagerung, Verkauf und Entsorgung eines



Strompreis in Rp./kWh für einen Durchschnittshaushalt (4 Zimmer mit Elektroherd und Elektroboiler)



Produktes benötigt wird. Dabei werden auch alle Vorprodukte bis zur Rohstoffgewinnung berücksichtigt und der Energieeinsatz aller angewandten Produktionsprozesse addiert. Graue Energie ist somit der indirekte Energiebedarf durch Kauf eines Konsumgutes im Gegensatz zum direkten Energiebedarf bei dessen Benutzung.

### **Strompreis**

Der Strompreis ist in der Schweiz keine feste Grösse (siehe Grafik). Er kann sogar von Gemeinde zu Gemeinde differieren. Der durchschnittliche Strompreis für Haushalte fürs Jahr 2015 beläuft sich auf 20,7 Rappen pro Kilowattstunde. Er setzt sich aus den folgenden vier Komponenten zusammen:

- **Netznutzungstarif:** Damit zahlen die Stromkundinnen und -kunden den Stromtransport vom Kraftwerk bis zum eigenen Haus. Mit diesen Einnahmen werden die Wartung und der Ausbau des Stromnetzes finanziert.
- **Energiepreis:** der Preis für die effektiv gelieferte Energie.
- **Abgaben für die Wohngemeinde:** Darunter fallen kommunale und kantonale Abgaben und Gebühren, wie Konzessionsabgaben oder lokalpolitische Energieabgaben.
- **Bundesabgaben:** die kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) zur Förderung von erneuerbarem Strom sowie zum Schutz der Gewässer und Fische. Die KEV deckt die Differenz zwischen Produktionskosten und Marktpreis und garantiert den Produzentinnen und Produzenten von erneuerbarem Strom einen Preis, der ihren Produktionskosten entspricht.

### **Energieautarkie**

Als energieautark oder energieunabhängig wird z.B. ein Land bezeichnet, das seinen Energiebedarf ohne Importe zu decken vermag. Ein Land, das energiewirtschaftlich

völlig unabhängig ist, versorgt sich ausschliesslich mit Primärenergieträgern, die innerhalb seiner Landesgrenzen verfügbar sind. Es hat zudem die Kapazität, sie zu fördern beziehungsweise zu nutzen und in Endenergie umzuwandeln. Weltweit gibt es kein Land, das als vollständig energieautark bezeichnet werden kann. Die Schweiz ist zu rund 80 Prozent abhängig vom Ausland, um ihre Energieversorgung zu gewährleisten. Sie importiert insbesondere Erdölprodukte (Rohöl, Benzin, Diesel, Kerosin, Heizöl), Erdgas, Kohle (nur geringe Mengen) und Kernbrennstoff. Einen Fünftel der Energie decken wir mit einheimischen Ressourcen wie Wasserkraft, Biomasse und anderen erneuerbaren Energiequellen.

### **Energieverbrauch**

Der Endenergieverbrauch lag in der Schweiz im Jahr 2014 bei 825 770 Terajoule. Damit ist er gegenüber dem Vorjahr um über sieben Prozent gesunken, was insbesondere mit der milden Witterung zu tun hat. Mehr als ein Drittel des Verbrauchs machen die Treibstoffe aus, ein weiteres Drittel die Erdölbrennstoffe sowie Gas. Gut ein Viertel des Verbrauchs betrifft die Elektrizität. Rechnet man die Zahlen um auf den einzelnen Konsumenten und die einzelne Konsumentin, liegt der Verbrauch bei etwas über 30 000 Kilowattstunden. Im Rahmen der Energiestrategie peilt der Bundesrat mittel- und langfristig an, den Energieverbrauch pro Kopf zu senken.

### **2000-Watt-Gesellschaft**

Eine konkrete Reduktionsidee hatte Ende der 1990er-Jahre bereits der ETH-Rat mit der 2000-Watt-Gesellschaft lanciert. Dies bedeutet, dass die Menschen in Zukunft nicht mehr als 2000 Watt Dauerleistung benötigen, was einem Verbrauch von rund 17 500 Kilowattstunden pro Person und Jahr entspricht. Auf 2000 Watt legte sich der Rat fest, weil dieser

Wert dem Durchschnitt des weltweiten Primärenergieverbrauchs am Ende des letzten Jahrhunderts entspricht. Heute liegt die benötigte Dauerleistung bei 6000 Watt.

### **Strommix**

Aus dem Strommix lässt sich herauslesen, aus welchen Quellen der verbrauchte oder produzierte Strom stammt. Der Schweizer Produktionsmix setzte sich 2014 wie folgt zusammen: rund 56,4 Prozent Wasserkraft, rund 37,9 Prozent Atomkraft, 2,2 Prozent neue erneuerbare Energien und 3,5 Prozent aus konventionell-thermischen Quellen. Der Verbrauchsmix oder auch Lieferantenmix kann jeweils erst nachträglich erhoben werden. Die aktuellsten Zahlen stammen daher aus dem Jahr 2013. Damals setzt sich der Lieferantenmix folgendermassen zusammen: 50,7 Prozent Wasserkraft (42,8 Prozent inländische Produktion), 1,4 Prozent übrige erneuerbare Energien (0,8 Prozent), 30,1 Prozent Kernenergie (27,3), 0,8 Prozent fossile Energieträger (0,3), 1,2 Prozent Abfälle (1,1) sowie 13,4 Prozent nicht überprüfbare Energieträger. (his)

## **Lernen nach eigenem Rhythmus**

Wer mehr über die Energiestrategie 2050 sowie die zukünftigen Herausforderungen im Bereich Energie erfahren möchte, findet die Thematik spannend aufbereitet unter [www.energyscope.ch](http://www.energyscope.ch). Die Plattform wurde von der ETH Lausanne mit Unterstützung von EnergieSchweiz entwickelt und aufgebaut. Sie umfasst unter anderem einen Energierechner, mit dem ein eigenes Szenario für die Energiezukunft erstellt werden kann. Weiter stehen Lernvideos zur Verfügung, die Interessierten während zwölf Minuten Begrifflichkeiten aus der Energiewelt erklären – damit kann jeder im eigenen Tempo lernen.

# Energiestrategie 2050 im Parlament

Der Ständerat diskutiert in der Herbstsession das erste Massnahmenpaket zur Energiestrategie 2050. Das BFE hat bei diesem Dossier die Federführung. Fachspezialist Nico Häusler beantwortet die wichtigsten Fragen.

## **Herr Häusler, worum geht es bei der Energiestrategie 2050 (ES2050)?**

Die ES2050 soll sicherstellen, dass wir auch zukünftig eine sichere und wirtschaftliche Energieversorgung haben. Gleichzeitig sollen die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen gesenkt werden. Konkret setzt die Strategie auf Energieeffizienz und eine Verbreiterung des Stromangebots mit erneuerbaren Energien. Mehr Informationen gibt es unter [www.energiestrategie2050.ch](http://www.energiestrategie2050.ch).

## **Warum braucht es die ES2050?**

Die Veränderungen im internationalen und nationalen Energieumfeld sind fundamental. Denken Sie etwa an die rasante technologische Entwicklung, die Schwankungen der Energiepreise oder die globalen Verschiebungen bei Angebot und Nachfrage von Öl und Gas. Mit der ES2050 hat die Schweizer Energiepolitik eine langfristig ausgerichtete Strategie, um auf Chancen und Risiken dieser Entwicklungen reagieren zu können. Dies dient insbesondere dazu, die Versorgungssicherheit zu stärken.

## **Was war der Auslöser für die ES2050?**

Der Bundesrat liess im Nachgang zu den Ereignissen in Fukushima die Grundlagen

der Energiepolitik überprüfen. Auf Basis der neuen Energieperspektiven beschlossen Bundesrat und Parlament 2011 den schrittweisen Ausstieg aus der Kernenergie. Das UVEK erhielt in der Folge den Auftrag, die neue Energiestrategie zu konkretisieren.

## **Warum gibt es zwei Massnahmenpakete?**

Eine langfristig angelegte Strategie braucht eine gewisse Flexibilität, um auf neue Entwicklungen reagieren zu können. Manche Massnahmen, die es heute noch braucht, können mittel- und langfristig wegfallen und durch andere abgelöst werden. Beispielsweise die finanzielle Förderung neuer Technologien, die sich in Zukunft selbstständig auf dem Markt durchsetzen sollen. Das zweite Massnahmenpaket beinhaltet denn auch die Ablösung des Fördersystems durch ein Klima- und Energielenkungssystem. Dafür wird mehr Zeit benötigt, insbesondere weil es einer neuen Verfassungsgrundlage bedarf.

## **Wie geht es weiter?**

Das erste Massnahmenpaket befindet sich in der parlamentarischen Beratung. Stimmt der Ständerat als Zweitrat dem Paket in der Gesamtabstimmung zu, folgt die Phase der Differenzbereinigung zwischen den beiden

Parlamentskammern, allenfalls sogar mit einer Einigungskonferenz. Diese wäre aus Mitgliedern der beiden Energiekommissionen zusammengesetzt. Wir rechnen frühestens in der Frühjahrsession 2016 mit der Schlussabstimmung und frühestens 2017 mit dem Inkrafttreten der Änderungen. Falls ein Referendum zustande kommt, verschiebt sich dieser Zeitplan nach hinten.

## **Warum konnte das Stimmvolk bisher nicht Stellung nehmen?**

Dies entspricht dem normalen Vorgehen: Regierung und Parlament müssen den rechtsstaatlich geregelten, demokratischen Entscheidungsprozess einhalten. Für das erste Massnahmenpaket der ES2050 hat der Bundesrat ein neues Energiegesetz vorgelegt. Das Stimmvolk wird über die Vorlage abstimmen, wenn ein Referendum zustande kommt.

## **Welche Rolle übernimmt das BFE während der parlamentarischen Beratung der ES2050?**

Als Bundesamt haben wir u.a. die Aufgabe, Grundlagen für politische Beschlüsse zu erarbeiten, z.B. Varianten zur Unterstützung der Wasserkraft. Zudem stehen wir dem Parlament für die Beantwortung von Rechts- und Sachfragen zur Verfügung. (bra)

# Stromfressern auf der Spur

Dank dem Smartphone ist das Energiesparen bzw. die Kontrolle über den eigenen Energieverbrauch sehr viel einfacher geworden. Doch welche Apps gibt es im Bereich Energie und wie funktionieren sie?

Stromverbrauch darstellen, Energiespartipps, Einkaufsratgeber, Planungshilfe für die Montage von Solaranlagen – Apps fürs Smartphone unterstützen den Nutzer in vielen Bereichen und geben Tipps, wie er den Energieverbrauch senken kann. Wer nicht genau weiss, was er sucht, wird von der Vielfalt der Apps wohl etwas überfordert sein. Die energie-Redaktion hat folgende Apps getestet:

## Stromverbrauch im Blick

Wer einen Überblick über seinen Stromverbrauch gewinnen und dabei nicht viel Zeit investieren möchte, kann auf eine einfache App zurückgreifen. Verschiedene Energieversorgungsunternehmen bieten eine bis auf den Namen identische App an. So heisst sie bei den industriellen Werken Basel «Basil», bei BKW «Oscars Energiesparwelt» und bei den Wasserwerken Zug «Luca». Der Stromzählerstand (Hoch- und Niedertarif) wird regelmässig, beispielsweise ein Mal pro Woche, eingegeben und auf einer Grafik dargestellt. Eine unliebsame Überraschung wegen einer hohen Stromrechnung kann so vermieden werden, allerdings kriegt man über die App keine Tipps, wie man Strom sparen oder effizienter nutzen kann. Alle drei Apps gibt es für das iPhone und für Android.

## Energiesparen als Aufgabe

Die App «smart steps» von ewz geht einiges weiter als die oben beschriebenen Energierechner. Ein Login auf der Internetseite von «smart steps» ist allerdings für alle Nutzer Pflicht. Ist diese Hürde genommen, bietet die App zusätzlich zum Stromverbrauchsrechner Energiesparaufgaben, dank derer der persönliche Verbrauch gesenkt werden kann. Wer mag, kann sich zudem mit anderen Nutzerinnen und Nutzern austauschen über die Erfahrungen mit den Aufgaben und zusätzliche Tipps weitergeben. Regelmässige Reminder per E-Mail sorgen dafür, dass unerledigte Aufgaben stets im Gedächtnis bleiben.

## Stromfressern auf der Spur

Der «Stromrechner» des deutschen Konzerns RWE hilft, die eigentlichen Stromfresser im Haushalt auszumachen. Pro Gerät werden die Leistung sowie die Betriebsdauer pro Tag oder Woche angegeben. Am Schluss spuckt der Rechner die detaillierten Stromkosten für den Haushalt aus. Einziger Wermutstropfen: Der Strompreis kann nur in Cent pro Kilowattstunde angegeben werden und die Kosten werden dann in Euro berechnet.

## Ratgeber für Kauf von effizienten Geräten

Sind die Stromfresser eruiert und steht sowieso der Ersatz des Gerätes an, hilft die App «WWF-Ratgeber» weiter. Es ist ein allgemeiner Einkaufsratgeber, der weit über das Thema Energie hinausreicht. Er bietet eine sehr gute Übersicht über die effizientesten elektronischen Geräte und Haushaltgeräte. Andererseits umfasst er umfangreiche Listen über

Gemüse und Obst, die gerade Saison haben, sowie über Fische und Meeresfrüchte aus nachhaltigen Zuchtbetrieben. Sowohl den Stromrechner von RWE wie den WWF-Ratgeber gibt es für iPhone und Android.

## Ertrag von Solaranlage schätzen

Hilfe anderer Art bietet die App «Solarchecker» – allerdings nur für iPhone-Besitzer. Wer die Möglichkeit hat, auf seinem Dach eine Solaranlage zu bauen, dem ermöglicht die App eine erste Orientierung. Sie ersetzt selbstverständlich keine fachliche Beratung, kann aber mit durchaus interessanten Informationen aufwarten. Eingegeben werden müssen neben dem Standort nur die verfügbare Dachfläche sowie der Neigungswinkel. Aufgrund der geografischen Angaben schätzt die App den spezifischen Ertrag in Kilowattstunden. (his)



# Das Aufkommen der Wasserkraftwerke

Über 56 Prozent der Stromproduktion in der Schweiz stammte 2014 aus Wasserkraft. Im Verlauf des 20. Jahrhunderts nahm der Strombedarf der Industrie, der Eisenbahnen und der Haushalte zu. Jahr für Jahr stieg die Stromproduktion dank der Wasserkraft an und erreichte 1980 ein stabiles Niveau. Mit der bevorstehenden Inbetriebnahme von neuen Wasserkraftwerken wird sich die installierte Leistung in der Schweiz erhöhen.

Wasser wird seit Tausenden von Jahren als Energiequelle für Sägewerke und Mühlen genutzt. Nach der Entdeckung der Elektrizität und mit Beginn der Elektrifizierung kam es rasch zur Nutzung der Wasserkraft. 1879 wurde im Bündnerland die erste Wasserturbine installiert, das war eine Schweizer Premiere. Die Turbine lieferte Strom für die Beleuchtung eines Grandhotels in St. Moritz. Damit nahm die Erfolgsgeschichte zwischen der Schweiz als Wasserschloss Europas und der Wasserkraft ihren Anfang.

## Frühindustrialisierung

Ende des 19. Jahrhunderts wurden die ersten Wasserkraftwerke in Betrieb genommen, gleichzeitig tauchten auch die ersten Stromleitungen auf. Dadurch konnte das Stromnetz ausgebaut und die Produktion verteilt werden. Zur damaligen Zeit baute man hauptsächlich Laufkraftwerke, wie beispielsweise das Kraftwerk Rheinfelden (AG), das 1898 mit einer installierten Leistung von 100 MW eine Pionierrolle einnahm; andere Kraftwerke von respektabler Grösse wurden sogar noch früher gebaut, so zum Beispiel 1896 das Kraftwerk Montbovon (31 MW) und 1893 das städtische Kraftwerk Aarau (17 MW). Das waren die Anfänge der Elektrizitätsbranche. Die damalige Produktion deckte den Strombedarf, der vor dem ersten Weltkrieg noch bescheiden war. Die Schweiz hatte damals nur 14 Kraftwerke mit mehr als 10 MW Leistung, gemäss Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband. Zur gleichen Zeit, zu Beginn des 20. Jahrhunderts, begannen die Schweizerischen Bundesbahnen ihr Netz zu elektrifizieren, die Wasserkraftanlagen von Barberine und das Etzelwerk sind die ersten Zeugen jener Entwicklung. Die Elektrifizierung schritt wegen der Kohleknappheit während des zweiten Weltkrieges rasch voran. Anschliessend erlebte die Industrie einen

grossen Aufschwung, entsprechend stieg die Nachfrage nach Energie. In den Alpen entstanden die ersten grossen Stauanlagen Grimsel und Dixence. Der Bund nutzte diese Zeit, um sich auf die steigende Nachfrage nach Wasserkraft vorzubereiten.

## Rasche Expansion (1950–1975)

In diesen Jahren wurden die meisten Speicherkraftwerke der Schweiz gebaut. Am Talboden von zahlreichen Bergtälern wurden neue Staudämme errichtet. Zu den ersten Anlagen, die damals die Wasserkraft nutzten, zählten Salanfe, Grimsel 1, Mauvoisin und die erste Etappe der Kraftwerke im Maggiatal (Caveragno, Sambucco). In einem beeindruckenden Tempo wurden Jahr für Jahr neue Anlagen in Betrieb genommen. In diesen 25 Jahren erhöhte sich in der Schweiz die installierte Leistung von 8120 MW auf ungefähr 11500 MW. Diese Entwicklung hielt bis zur Inbetriebnahme der Anlagen von Mapragg und Emosson an. 1975 zählte die Schweiz 163 Anlagen von mehr als 10 MW.

## Konsolidierungsphase

Anschliessend folgte eine verhältnismässig ruhigere Phase, was den Bau von neuen Anlagen anbelangte (siehe Grafik). Es wurden nur einige Staudämme errichtet, so zum Beispiel Panix im Bündnerland, der mit dem Kraftwerk Ilanz verbunden ist. Der Bau des Pumpspeicherkraftwerks Grimsel 2 gehörte zu den neuen markanten Anlagen jener Zeit, die auf den Kraftwerk-Bauboom folgte.

1999 wurde das für die Wasserkraftproduktion grösste Speicherkraftwerk der Schweiz eingeweiht: Das Wasserkraftwerk Biedron im Wallis turbiniert das Wasser des Kraftwerkkomplexes Grande Dixence und weist eine Leistung von 1285 MW auf. «Leider er eignete sich ein Jahr später am 12. Dezember

2000 ein schwerer Unfall», sagt Christian Dupraz, der die Sektion Wasserkraft im BFE leitet. «Die Druckleitung war geplatzt, und das zu Tal schiessende Wasser riss alles mit sich.» Die Anlage wurde für die Reparaturarbeiten während zehn Jahren stillgelegt.

In der folgenden Zeit entstanden auch die grossen Projekte für Pumpspeicherkraftwerke. Derzeit sind drei Baustellen in Arbeit, nämlich Linth-Limmern im Kanton Glarus (1000 MW), Nant de Drance im Kanton Wallis (900 MW) und Veytaux im Kanton Waadt (zusätzliche 240 MW). Es sind neue, zum Teil gigantische Anlagen. Das Bundeshaus fände gleich zweifach Platz in der Nant-de-Drance-Kaverne. Das Kraftwerk Linth-Limmern soll noch dieses Jahr ans Netz gehen, ebenso die Anlage von Veytaux. Die Turbinen der Anlage von Nant de Drance sollten im Jahr 2018 zu drehen beginnen. Der Zuwachs von 2140 MW wird die verfügbare Leistung in der Schweiz auf über 16 000 MW erhöhen.

Während der Konsolidierungsphase hat man auch grosse Anstrengungen für die Sanierung der Gewässer unternommen. In vielen Anlagen wurden Dotierturbinen installiert, um Energieverluste durch sogenannte zusätzliche Dotierung zu mindern.

## Die kostendeckende Einspeisevergütung

Mit der im Jahr 2009 in Kraft getretenen kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV) wird der Bau von zahlreichen Kleinkraftwerken gefördert. Zwischen 2009 und 2014 entstanden in der Schweiz 65 Kraftwerke. Zwischen 1975 und 2008 gingen dagegen nur 101 Kraftwerke ans Netz. Diese Zunahme sei positiv und wichtig, sie erlaube es, den Energieanteil aus Wasserkraft auch weiterhin regelmässig auszubauen, erklärt Christian Dupraz. Ende 2014 betrug die verfügbare



Die Gewichtsstaumauer von Grande-Dixence ist mit 285 Metern die höchste weltweit und wurde vor über 50 Jahren fertiggestellt. Foto von 1957/58

Höchstleistung in der Schweiz 13690 MW, das entspricht gut dem Vierfachen der Leistung aller Kernkraftwerke in unserem Land. Die Wasserkraft steuert rund 56 Prozent zur Schweizer Stromproduktion bei. Sie ist also mit Abstand die wichtigste Energiequelle unseres Landes.

#### **Auf dem Weg zum Energieziel**

Gemäss der Schweizerischen Wasserkraftstatistik zählt die Schweiz 194 Anlagen von mehr als 10 MW, die 90,3 Prozent des Stroms aus Wasserkraft erzeugen (Stand Ende 2014). Um das für 2035 fixierte Zwischenziel gemäss Energiestrategie 2050 für die Stromproduktion aus Wasserkraft zu erreichen, braucht es

noch 70 GWh/a. «Heute sind Projekte ausserhalb der KEV wirklich rar», sagt Christian Dupraz. Er bleibt trotzdem zuversichtlich: «Wir sind auf gutem Weg und haben das Ziel vor Augen, zudem bleiben uns noch 20 Jahre, um es zu erreichen.»

Die Mehrzahl der bestehenden Anlagen wird zwischen 2030 und 2055 eine neue Konzession brauchen. «Für die Betreiber ist das oftmals eine gute Gelegenheit, sich über die Zukunft der Anlagen Gedanken zu machen, den Wirkungsgrad der Anlagen zu prüfen und Optimierungen vorzunehmen», meint Christian Dupraz. Die Wasserkraft wird seiner Meinung nach auch in Zukunft die

mit Abstand wichtigste Energiequelle der Schweiz bleiben. Für einen zuverlässigen Betrieb brauche es grosse Anstrengungen beim Unterhalt und bei der Sanierung der Anlagen, die dank ihrer Flexibilität eine hohe Stromversorgungssicherheit garantieren. (luf)

---

#### **Wussten Sie, dass ...**

...die erwartete Stromproduktion dank der Wasserkraft in der Schweiz 36 000 Gigawattstunden pro Jahr (GWh/a) beträgt (Stand Ende 2014)?

---



Bildung

## Energieunterricht in der Schule

In der Schulzeit verbrauchen die Schüler Energie zum Denken, für die Sportlektionen und in den Pausen mit ihren Kolleginnen und Kollegen. Die Schulzeit ist auch der beste Zeitpunkt, um den Kindern und Jugendlichen das Thema Energie und Energieverbrauch näherzubringen.

Nichts kann bei Kindern das Interesse für das Thema Energie mehr wecken, als wenn sie selber experimentieren können. Ausprobieren, entdecken, anfassen – das ist der ideale Ansatz für Kinder, denn wenn sie sich aktiv betätigen können, lernen sie am besten (siehe Interview S. 2–3). EnergieSchweiz engagiert sich dafür, dass Kinder und Jugendliche früh für das Thema Energieeffizienz und Energieeinsparung sensibilisiert werden. Im Rahmen der Bildungsinitiative verfolgt EnergieSchweiz für den Volksschulbereich vor allem zwei Ziele: eine umfassende Plattform für Lehrpersonen zu fördern sowie Partnerorganisationen zu unterstützen, welche «Energieunterricht» anbieten. Das Bildungsangebot richtet sich an alle Lehrpersonen der obligatorischen Schulzeit.

### Im Klassenzimmer oder draussen

Die Partnerorganisationen bieten verschiedene Kurstypen an. So gibt es Angebote mit externen Fachleuten, die in die Schule gehen und mit den Schülern das Thema Energie behandeln. Ein solches Modell wird beispiels-

weise von der Stiftung Push und myclimate offeriert. Eine andere Möglichkeit der Kursgestaltung besteht darin, dass die Schulklasse das Ökozentrum in Langenbruck im Kanton Basel-Landschaft besucht und sich interaktiv mit dem Thema Energie auseinandersetzt. Die Nachfrage dafür wächst: 2014 nutzten 3900 Teilnehmer dieses Angebot, ein Drittel mehr als im Vorjahr, wie aus dem Geschäftsbericht des Ökozentrums hervorgeht. «Wir unterstützen verschiedenste Partner, damit Lehrpersonen aus einer möglichst grossen Vielfalt von Angeboten auswählen können. So können wir mehr Schulklassen erreichen», meint Kornelia Hässig, die bei EnergieSchweiz für die Bildung auf Volksschulstufe verantwortlich ist. In der Westschweiz hingegen bieten viele Kantone Gratisenergieunterricht für Klassen an, was in der Deutschschweiz wenig verbreitet ist.

### Pädagogische Unterstützung

Auf der Onlineplattform «Unterrichtsthema Energie» finden Lehrpersonen aus der ganzen Schweiz, die das Thema erneuerbare

Energien und Energieeffizienz selbst behandeln wollen, eine Vielzahl von Unterrichtsmaterialien, z.B. Bücher, Experimente, Lernspiele, DVD oder auch Exkursionsvorschläge. «Diese alters- und stufengerechten Unterrichtsmaterialien erleichtern den Lehrpersonen die Vorbereitung des Unterrichts.»

### Auf allen Stufen präsent sein

EnergieSchweiz hat sich zum Ziel gesetzt, die Zahl der Partnerschaften künftig zu erhöhen, um die Kursangebote zu erweitern. «Wir wollen auch Jugendliche auf Lehrlings- und Gymnasialstufe erreichen können.» Die unterschiedlichen Ansätze sollen helfen, Kinder und Jugendliche mit dem Thema Energie vertraut zu machen und die künftigen Generationen auf Verhaltensänderungen vorzubereiten, die für die Energienutzung in Zukunft unumgänglich sein werden. (luf)

---

### Wussten Sie, dass ...

... rund 15 000 Kinder jedes Jahr den Schul- und Erlebniszug der SBB besuchen, wo unter anderem das Thema der nachhaltigen Energienutzung behandelt wird?

# Kraftwerk Schweiz

Das Thema Energie treibt mich um. Ich erachte es als eines der wichtigsten Themen in Bezug auf unser heutiges und künftiges Leben auf diesem Planeten. Mit meinem Buch «Kraftwerk Schweiz» möchte ich einen Beitrag leisten für eine Energiewende mit Zukunft.

Da sich die Aussagen über das zu wählende Energieszenario teils stark widersprechen, wollte ich selber herausfinden, was Sache ist. Ich bin dabei von heute verfügbarer Technologie ausgegangen und habe mein über die Jahre angesammeltes Wissen über Systemdesign einfließen lassen. Denn Systemdesign spielt bei Energiesystemen eine zentrale Rolle. Als Ingenieur habe ich mir zum Ziel gesetzt, hierzu ein Werkzeug zur Verfügung zu stellen, das für die Entscheidungsfindung in diesem hochrelevanten Thema nützlich und hoffentlich hilfreich ist.

Mit der engagierten Unterstützung von Studenten und Mitarbeitenden haben wir in meiner Firma einen Weg gefunden, wie wir das Energiesystem der Schweiz abbilden und simulieren können: das SCS-Energiemodell. Im Laufe der letzten zwei Jahre ist daraus ein System entstanden, das uns auch ermöglicht, unterschiedlichste Energieszenarien zu visualisieren und zu jedem einzelnen darüber Auskunft zu geben, erstens ob zu jedem Zeitpunkt genügend Energie verfügbar ist, zweitens wie hoch die Systembelastungen und Verluste sind und drittens wie viel das jeweilige Szenario volkswirtschaftlich kostet.

Nachdem dieses Werkzeug fertiggestellt war, wollte ich wissen, wie mein persönliches Wunschscenario abschneiden würde: Mir schwebt eine Lösung mit 100 Prozent erneuerbarem Strom vor. Dass sich die Schweiz tatsächlich vollumfänglich und bei Bedarf eigenständig mit erneuerbarem Strom versorgen kann, war für mich dann doch ein höchst überraschendes Resultat, das ich in keiner Weise erwartet hatte. Den Grundstein dafür haben unsere Vorfahren gelegt – mit dem Bau der zahlreichen Stauseen in unserem Land. Was mich noch mehr erstaunte,

war, dass alle simulierten Szenarien in Bezug auf die volkswirtschaftlichen Kosten in sehr vergleichbarem Rahmen lagen.

Motiviert durch diese aufschlussreichen Resultate machten wir uns als Nächstes daran, das gesamte Energiesystem unter Einbezug der mächtigen fossilen Energiefresser Wärme und Mobilität zu simulieren. Es stellte sich wiederum zu meinem Erstaunen heraus, dass wir mit dem Umstieg auf erneuerbaren Strom in den Bereichen Wärme und Mobilität in Zukunft mit der heute benötigten Strommenge auskommen können – unter der Voraussetzung, dass wir «unsere Hausaufgaben machen»: gute Gebäudeisolation, Einsatz von Wärmepumpen, Elektromobilität, Verzicht auf unnötige Fahrten, Strom sparen, wo es einfach möglich ist.

Und was kostet das alles? Dies war für mich die schönste Überraschung: Wenn wir davon ausgehen, dass sich die Öl- und Gaspreise in den nächsten 20 Jahren (bis 2035) – ungeachtet temporärer Tiefs – ähnlich entwickeln wie in den vergangenen 50 Jahren, fahren wir mit erneuerbaren Energien künftig Hunderte von Milliarden Franken günstiger, als wenn wir den Status quo mit fossilen Brennstoffen erhalten.

*Anton Gunzinger, ETH-Professor und Buchautor  
Auszug aus dem Buch «Kraftwerk Schweiz» (2015),  
erschienen im Zytglogge Verlag*





Windturbinen

# Kollisionsgefahr für Vögel und Fledermäuse verringern

Ein Forschungsprojekt im Kanton Graubünden liefert neue Informationen über die Auswirkungen einer Windkraftanlage auf Vögel und Fledermäuse.

Zwei aktuelle Studien versuchen, die Bedrohung der Tierwelt durch Windturbinen zu beziffern: Eine in der Zeitschrift «Renewable and Sustainable Energy Reviews» veröffentlichte Übersichtsstudie spricht von 0 bis 7 toten Vögeln pro Windkraftanlage und Jahr, im Extremfall bis zu 20. Fledermäuse wiederum nehmen nicht nur durch direkte Kollision mit den Rotoren Schaden, sondern auch durch die Druckunterschiede in der Nähe der Rotorblätter. Eine Schätzung im «European Journal of Wildlife Research» geht in Deutschland von durchschnittlich zehn toten Fledermäusen pro Windkraftwerk und Jahr aus.

Solche Zahlen sind insofern zu relativieren, als andere zivilisatorische Faktoren wie Gebäude, Überlandleitungen, Autos oder Pestizide erheblich stärker ins Gewicht fallen als Windkraftanlagen. Auch sind Durchschnittszahlen nur bedingt aussagekräftig. In der Forschung herrscht nämlich Einigkeit, dass die Gefährdung von Vögeln und Fledermäusen stark vom Standort der Windturbine abhängig ist. Windparks in Feuchtgebieten

beispielsweise halten für Möwen ein erhöhtes Risiko bereit. Kraftwerkstandorte auf kahlen Gebirgsrücken können etwa Greifvögeln zum Verhängnis werden, wie Studien aus Spanien oder den USA zeigen. Für Fledermäuse wiederum wird vermutet, dass Alpentäler und -pässe sowie Waldstandorte mit erhöhter Gefahr einhergehen.

## Risiko mindern

Im März 2013 nahm die Calandawind AG in Haldenstein bei Chur ein mittelgrosses Windkraftwerk mit drei Megawatt Leistung in Betrieb. Die Windturbine steht im Talkessel. Das von zwei Unternehmern initiierte Windkraftwerk ragt 175 Meter in den Himmel, die Nabenhöhe beträgt 119 Meter, der Rotordurchmesser 112 Meter. Viele Zugvögel fliegen im Herbst durchs Rheintal, um im Süden zu überwintern. Besonders wenn sie bei schlechtem Wetter tief fliegen, können Windturbinen für sie zu einem Hindernis werden. Auch nachts und bei Nebel sind diese für Vögel kaum sichtbar. Die Abklärungen zur Umweltverträglichkeit haben zudem er-

geben, dass an diesem Standort jährlich rund 13 000 mehrheitlich migrierende Fledermäuse den Rotorbereich der Windturbine durchqueren – in der Regel allerdings bei schwachem Wind oder Windstille. Besonders kritisch sind die Migrationsperioden im Frühling und im Herbst sowie die Brutzeit der lokalen Arten im Frühsommer. Um die Tiere zu schützen, müssen die Betreiber daher gewisse Auflagen erfüllen. So darf die Bündner Windturbine von Mitte März bis Ende Oktober zwischen dem Eindunkeln und der Morgendämmerung nur bei Wind- und Temperaturverhältnissen betrieben werden, bei denen erfahrungsgemäss relativ wenig Fledermäuse aktiv sind. Die entsprechende Steuerungssoftware mit dem Stoppalgorithmus hatten die Fledermausexperten des Zürcher Forschungsbüros SWILD aufgrund der Wetterdaten des Vorjahres entwickelt.

## Signaltöne warnen Vögel

Die Sperrzeiten minderten die Stromproduktion 2014 um rund 3,2 Prozent. Allein im kritischen Zeitraum mit hoher Vogel- und



Fledermausaktivität (Mitte August bis Oktober 2014) betrug der Produktionsverlust durch die Schutzauflagen 9,5 Prozent. Angesichts dieser Einbussen stellt sich die Frage, ob sich die Verluste mit einem System senken liessen, das die Windturbine nur dann abstellt, wenn tatsächlich Fledermäuse und Vögel im Anflug sind. Genau diese Grundidee steckt hinter den Warnsystemen DT-Bird (für Vögel) und DT-Bat (für Fledermäuse). Die beiden Systeme detektieren die vorbeifliegenden Tiere in Echtzeit entweder mit Videokameras (Vögel) oder Ultraschallmikrofonen (Fledermäuse). Vögel im Anflug werden mit einem akustischen Signal gewarnt. Lassen sie sich von dem Warnsignal nicht abschrecken, wird die Turbine innerhalb von 7 bis 52 Sekunden abgestellt. Während das Warnsystem DT-Bat rufende Fledermäuse im Empfangsbereich des Mikrofons erkennt, kann das System DT-Bird Vögel ab der Grösse eines Turmfalkens entdecken. Kleinere Vögel – und generell die migrierenden Vögel in der Nacht – bleiben unberücksichtigt.

Die Wirksamkeit dieser beiden Systeme liessen das Bundesamt für Energie und das Bundesamt für Umwelt in einem Forschungsprojekt evaluieren. Gemäss dieser Studie gelingt es DT-Bat, die vorbeifliegenden Fledermäuse mit guter Effektivität zu erkennen. Allerdings bietet es keinen vollständigen Schutz für Fledermäuse, da das System die Windturbine nicht schnell genug stoppen kann, wie der Wildtierbiologe Dr. Fabio Bontadina (SWILD) ausführt: «Zwar erkennt DT-Bat die Fledermäuse recht zuverlässig, doch die Auswertung der Ultraschallrufe nimmt 7 Sekunden in Anspruch. Anschliessend dauert es nochmals 7 bis 45 Sekunden, bis das Windrad tatsächlich still steht. So vergeht zu viel Zeit, um jene Fledermaus, die das Stopp-Signal ausgelöst hat, zu schützen.»

Die Schutzwirkung von DT-Bat ist unter dem Strich ähnlich hoch wie beim bisherigen Schutz-System), ähnlich hoch bleiben aber auch die Produktionsverluste. Mit einem angepassten Modus könnten diese mit dem DT-Bat-System bis um einen Faktor 5 verringert werden. Gemäss Modellierung würde damit allerdings die Schutzwirkung der Fledermäuse von rund 90 Prozent auf rund 80 Prozent sinken. Welches der beiden Systeme für Betreiber von Windkraftanlagen attraktiver ist, dürfte hauptsächlich von den Anschaffungs- und Betriebskosten abhängen.

#### **Die meisten Vögel nicht in Gefahr**

Ornithologen der Schweizerischen Vogelwarte Sempach überprüften die Erfolgsbilanz von DT-Bird im Rahmen der erwähnten Studie. Im zweimonatigen Untersuchungszeitraum mit total 134 Stunden Direktbeobachtung, mit einem Laserfeldstecher und zeitweise einem Radarsystem, wurde keine einzige Kollision von Tieren mit der Anlage beobachtet. Allerdings hat dies kaum etwas mit dem Schutzsystem DT-Bird zu tun, wie Dr. Janine Aschwanden, Forscherin an der Vogelwarte Sempach, festhält: «Tagsüber näherten sich die meisten Vögel der Anlage gar nicht so weit, dass sie in Gefahr gekommen wären.» Tatsächlich näherte sich nur gut jeder Zehnte der 460 beobachteten Vögel der Anlage auf weniger als 100 Meter.

«Die akustischen Signale von DT-Bird scheinen eine abschreckende Wirkung auf grössere Vögel zu haben», schlussfolgern die Forscherinnen und Forscher der Vogelwarte Sempach. Für kleinere Vogelarten bringe das Detektionssystem hingegen nichts, stellen die Ornithologen fest. Dafür seien die Detektionsdistanzen von DT-Bird mit 40 bis 150 Meter zu kurz. Ernüchternd war auch die hohe Zahl der Fehlalarme: Bei 70 Prozent der Alarme waren nicht Vögel die Auslöser, sondern Helikopter und Insekten. Ob es sich beim Flugobjekt auf dem Videobild um einen Vogel handelt, lässt sich erst nachträglich manuell auswerten. Projektleiter Mehmet Hanagasioglu, Geschäftsführer des Zürcher Planungsbüros Interwind AG, zieht daher folgendes Fazit: «Die Eigenschaften des DT-Bird-Systems können einen Beitrag zum Schutz der Vögel an Standorten mit hohem Kollisionsrisiko leisten.» Am Calandawind-Standort mit einem niedrigen Risiko trage das eingesetzte DT-Bird-System hingegen nicht wesentlich zum Schutz der Vögel bei.

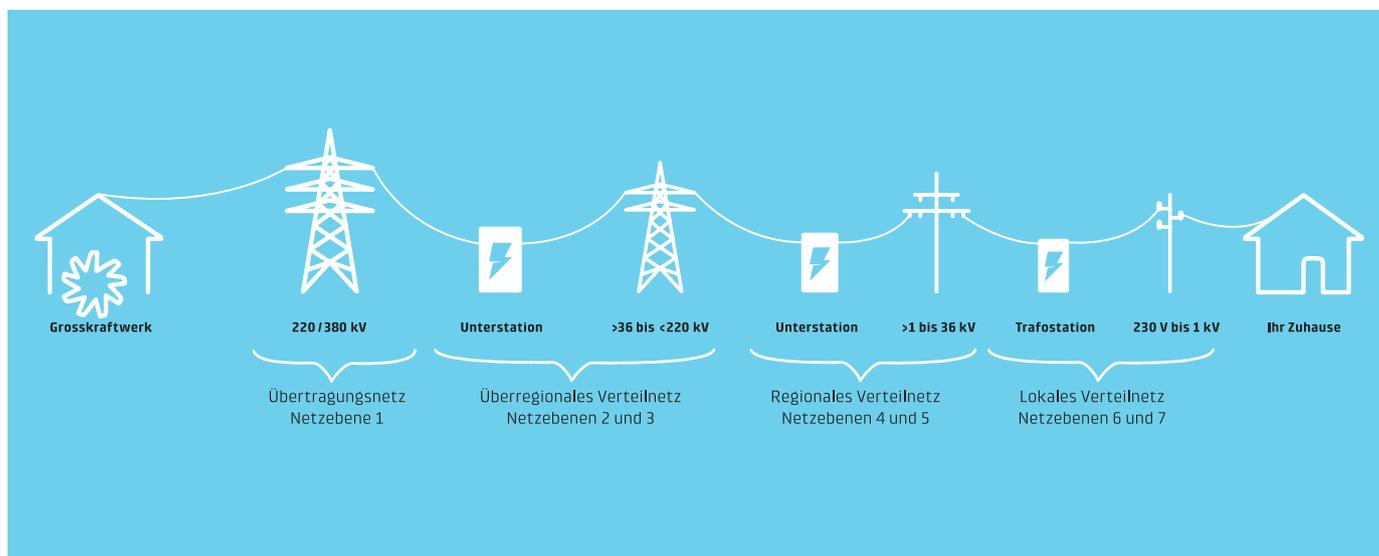
Dass beim Windkraftwerk am Standort Haldenstein dank den getroffenen Schutzmassnahmen keine erhebliche Gefährdung für Vögel und Fledermäuse beobachtet wurde, darauf deutet auch, dass der Förster bisher keine Schlagopfer in der Nähe des Windrads gefunden hat. Dieser Befund ist allerdings zu relativieren, da Schlagopfer oft rasch von Aasfressern weggetragen werden.

#### **Vorausschauend planen**

Die in Haldenstein gewonnenen Ergebnisse sind laut den Wissenschaftlern nicht ohne Weiteres auf andere Standorte von Windkraftanlagen übertragbar. In anderen Tallagen sei die Situation möglicherweise vergleichbar, nicht hingegen an exponierten Standorten wie beispielsweise auf den Jurahöhen oder auf Alpenpässen. «Am besten ist es, wenn man den Einsatz solcher Detektionssysteme zum Schutz von Vögeln und Fledermäusen durch eine geeignete Standortwahl ganz vermeiden kann», betont Projektleiter Hanagasioglu. (bv)

# Vom Kraftwerk zur Steckdose – ein Weg über sieben Netzebenen

Mit einer Spannung von 380 beziehungsweise 220 Kilovolt (kV) wird die elektrische Energie von den Kraftwerken ins Übertragungsnetz eingespeist. Mit einer Spannung von 230 oder 400 Volt kommt der Strom schliesslich bei den Verbraucherinnen und Verbrauchern an. Dazwischen liegen fünf weitere Netzebenen.



Am Anfang steht das Kraftwerk: Heute wird der Strom in der Schweiz noch grösstenteils in grossen Kraftwerken erzeugt, sei es in Wasser- oder Kernkraftwerken. Über 90 Prozent unseres Stroms stammen aus diesen beiden Quellen. Ist der Strom produziert, ist der Weg zum Endkunden oder zur Endkundin aber noch lang: Mit 380 resp. 220 Kilovolt wird der Strom ab dem Kraftwerk ins Schweizer Übertragungsnetz eingespeist. Dieses ist 6700 Kilometer lang und besteht aus rund 12 000 Masten. Im Schweizer Stromnetz ist dieses Netz die Ebene 1. Bildhaft könnte man es auch als Stromautobahn bezeichnen, da der Strom auf Ebene 1 die grössten Distanzen zurücklegt und die Stromtrassen an eigentliche Autobahnen erinnern. Auf dieser Ebene wird der Strom bereits in die Nähe der Bezügerinnen und Bezüger transportiert. Damit der Strom ohne grössere Verluste transportiert werden kann, wird er über eine möglichst lange Strecke in höchster Spannung gehalten. Ebene 2 ist die erste Transformationsebene. In Unterwerken wird der Strom auf 50 bis 150 Kilovolt transformiert und in Ebene 3, in das so-

genannte überregionale Verteilnetz, eingespeist. Auf dieser Ebene wird der Strom an kantonale, regionale und städtische Verteilnetzbetreiber sowie an grosse Industrieanlagen verteilt. Auf Ebene 4 wird der Strom auf 10 bis 35 Kilovolt transformiert, damit er anschliessend im regionalen Verteilnetz, Ebene 5, einzelne Stadtteile, Dörfer und mittlere Industriebetriebe versorgen kann. Der letzte Transformationsschritt geschieht auf Ebene 6, auf der der Strom auf 400 oder 230 Volt transformiert wird. Mit dieser Spannung wird der Strom schliesslich in das lokale Verteilnetz, Ebene 7, eingespeist und fliesst in die einzelnen Haushalte, Landwirtschafts- oder Gewerbebetriebe.

Das gesamte Verteilnetz (Ebenen 3, 5, und 7) besteht aus rund 250 000 Kilometern Leitungen, wovon insgesamt rund 80 Prozent unterirdisch verlaufen. Im Übertragungsnetz gibt es heute noch kaum unterirdische Leitungen. Gemäss Angaben des Eidgenössischen Starkstrominspektorats sind es nur gerade acht Kilometer. (his)

## Stromnetz steht vor grossen Herausforderungen

Ein Grossteil des Schweizer Übertragungsnetzes ist heute vierzig bis fünfzig Jahre alt. Als das Netz damals gebaut wurde, lag der Fokus darauf, die Energie von den nahe gelegenen Kraftwerken in die verbraucherstarken Zentren zu transportieren, um deren Versorgung sicherzustellen. Die Bedürfnisse an das Netz haben sich aber in den letzten Jahren geändert. Auf der einen Seite gibt es neue Kraftwerke und auf der anderen Seite neue und stetig wachsende Verbraucherzentren, welche einen höheren Strombedarf aufweisen. Swissgrid, als Eigentümerin des Schweizer Übertragungsnetzes, will das Netz darum in den nächsten zehn Jahren sukzessive modernisieren. Vorgesehen sind auf 193 Kilometern bestehender Leitung die Erhöhung der Spannung von 220 auf 380 kV, auf 87 Kilometer der Ersatz der Leitungen, damit die Spannung ebenfalls erhöht werden kann, sowie der Neubau von 370 Kilometern Leitungen.

## Die Zahl

# 6,11

So viele Liter Benzinäquivalent verbrauchte ein Neuwagen 2014 im Schnitt pro 100 Kilometer. Das sind rund 2 Prozent weniger als im Vorjahr. Zu dieser Effizienzsteigerung trugen unter anderem alternative Antriebssysteme bei. Rund 0,9 Prozent aller neu zugelassenen Personenwagen wurden ganz oder z.T. elektrisch betrieben. Auch der durchschnittliche CO<sub>2</sub>-Ausstoss sank um rund 2 Prozent und belief sich somit auf 142 Gramm pro Kilometer. (bra)

## energyday15: «Clever handeln, wenig Energie!»

EnergieSchweiz organisiert gemeinsam mit der Energie-Agentur-Elektrogeräte eine mehrwöchige Aktion, die am 24. Oktober 2015 im energyday gipfelt. Seit 2006 engagieren sich in diesem Rahmen namhafte Firmen und Organisationen dafür, in Privathaushalten den Stromverbrauch zu reduzieren. Kurz vor der Zeitumstellung will die Kampagne die Bevölkerung für einen energieeffizienteren Umgang sensibilisieren. Mehr Infos finden Sie unter [www.energyday.ch](http://www.energyday.ch). (bra)

## Kampagne «co<sub>2</sub>tieferlegen»



Anfang September hat EnergieSchweiz die Kampagne «co<sub>2</sub>tieferlegen» lanciert. Diese zielt auf die Promotion von Personenwagen der Effizienzklasse A mit einem CO<sub>2</sub>-Ausstoss von maximal 95g g/km sowie E-Scooter. «Über 400 Modellvarianten entsprechen bereits diesen Kriterien», sagt Projektleiter Thomas Weiss. «Wir wollen den Konsumenten aufzeigen, dass sie nicht mehr auf eine grosse Auswahl oder Fahrspass verzichten müssen, um ihren CO<sub>2</sub>-Ausstoss zu senken.» Wichtige Teile der Kampagne sind die Website [www.co2tieferlegen.ch](http://www.co2tieferlegen.ch), ein TV-Spot mit dem Schweizer Snowboarder Iouri Podladtchikov und eine Roadshow, die nächstes Jahr unter anderem an der Muba und der BEA Halt machen wird. (bra)

## Solar Impulse 2 pausiert

Das Solarflugzeug Solar Impulse 2 soll in Hawaii überwintern, wie die Organisatoren mitteilen. Grund dafür seien defekte Batterien. Diese hatten sich beim rund fünftägigen Flug von Japan nach Hawaii überhitzt. Die Tem-

peratur der Batterien im tropischen Klima sei unterschätzt worden. Bertrand Piccard und André Borschberg wollen ihre Weltumrundung voraussichtlich im Frühjahr 2016 fortsetzen. (bra)



## Gegen den Fachkräftemangel

«Wir bauen Energiezukunft» – unter diesem Motto lanciert das Programm EnergieSchweiz im September gemeinsam mit bauenschweiz, der Dachorganisation der Schweizer Bauwirtschaft, eine Kampagne. Gut ausgebildete Fachkräfte sind eine wichtige Voraussetzung, um sinnvolle Massnahmen im Bereich Energieeffizienz und erneuerbare Energien zu identifizieren und umzusetzen, wie EnergieSchweiz mitteilt. Die Kampagne geht zurück auf die erste Energiebildungskonferenz im Jahr 2014 mit Bundesrätin Doris Leuthard. Mehr Informationen dazu finden Sie unter [www.wirbauenenergiezukunft.ch](http://www.wirbauenenergiezukunft.ch). (bra)



## «Catch a Car» wächst

«Catch a Car» erweitert sein stationsungebundenes Carsharing-Angebot für Einwegmieten zum Flughafen Basel-Mulhouse-Freiburg. Man kann einen Catch-Car z.B. für eine Fahrt zum Flughafen buchen und dort auf einem der fünf reservierten Parkplätze stehen lassen. Der nächste Kunde kann dieses Fahrzeug dann via App oder Website reservieren. Bisher läuft das von EnergieSchweiz unterstützte Projekt in der Stadt Basel sowie in den Gemeinden Allschwil, Birsfelden und Riehen. Die Anbieter haben ihre Flotte von 100 auf 120 Fahrzeuge erweitert. Die ersten 100 Personen können sich kostenlos mit dem Promo-Code «CATCH1E» online registrieren (siehe [www.catch-a-car.ch](http://www.catch-a-car.ch)). (bra)



## Vielseitig engagiert

Was ist EnergieSchweiz und was tut das Programm genau? Wohin kann ich mich wenden, wenn ich Partner von EnergieSchweiz werden möchte? Für solche Fragen hat EnergieSchweiz einerseits einen übersichtlichen Flyer produziert, der das Programm kurz und knapp porträtiert. Andererseits finden potenzielle Partner alle wichtigen Informationen sowie Formulare auf der neuen Webseite [www.energieschweiz.ch/partner](http://www.energieschweiz.ch/partner). (his)



## Abonnemente und Bestellungen

Sie können energieia 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 energieia Ausgabe Nr.: ..... Anzahl Exemplare: .....

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

# Fragestunde im Nationalrat: Von Rissen im AKW bis «Bü-Bü-Bündnerfleisch»

In jeder Session gibt es im Nationalrat jeweils am Montagnachmittag der zweiten und dritten Sessionswoche eine Fragestunde.

Die Mitglieder des Nationalrates haben die Möglichkeit, während der ersten beiden Sessionswochen bis jeweils am Mittwochmittag Fragen zu dringenden respektive aktuellen Angelegenheiten einzureichen. Dafür gibt es keine bestimmten Formvorschriften, lediglich dass die Fragen kurz und klar gefasst werden sollen. Die Parlamentsdienste nehmen die Fragen entgegen und überreichen sie der Bundeskanzlei, welche die Zuteilung an die entsprechenden Departemente vornimmt. Diese wiederum greifen für die Beantwortung auf das Fachwissen der Expertinnen und Experten in den Bundesämtern zurück. Der Antwortentwurf wird schliesslich der jeweiligen Bundesrätin bzw. dem jeweiligen Bundesrat zur Prüfung vorgelegt.

## Antworten vom Bundesrat

Während der Fragestunde beantworten die einzelnen Bundesrätinnen und Bundesräte die Fragen, welche ihr Departement betreffen, mündlich im Plenum. Fragen werden jedoch nur dann beantwortet, wenn der Fragesteller im Saal anwesend ist. Dieser hat nach der bundesrätlichen Antwort noch die Möglich-

keit, eine Zusatzfrage zu stellen, welche ebenfalls mündlich beantwortet wird. Die Antworten werden anschliessend auf der Internetseite des Parlaments (resp. im amtlichen Bulletin) veröffentlicht.

Die Fragestunde dauert maximal 90 Minuten, kann aufgrund hoher Geschäftslast aber auch auf 60 Minuten gekürzt werden. Dabei kommt es häufig vor, dass die Zeit nicht für alle Departemente ausreicht. Dann werden die Antworten lediglich im Internet veröffentlicht.

## Steigender Arbeitsaufwand

Der Arbeitsaufwand für die Beantwortung hat in den vergangenen Jahren stetig zugenommen. Wurden im Jahre 1999 noch 201 Fragen eingereicht, waren es letztes Jahr bereits 667. Allein das BFE hat im laufenden Jahr bereits 30 Fragen bearbeitet. Nicht zuletzt aufgrund der steigenden Anzahl gab die Fragestunde auch schon Anlass zu Kritik. So reichte beispielsweise Nationalrat Landolt eine parlamentarische Initiative (11.443) zur Abschaffung der Fragestunde ein. Der Initiant

hatte Zweifel über die Dringlichkeit und Wichtigkeit der gestellten Fragen. Die Initiative wurde im Nationalrat jedoch mit 146 zu 18 Stimmen klar abgelehnt.

Die Befürworter halten die Fragestunde für eine gute Gelegenheit, von den Mitgliedern des Bundesrates kurzfristig Antworten auf aktuelle Fragen zu erhalten. Nationalrätin Masshardt beispielsweise wollte letzten Herbst wissen, wie der Bundesrat die Risse im Kernmantel des AKW Mühleberg beurteilt (14.5309). Dass eine Fragestunde durchaus auch unterhaltsam sein kann, bewiesen alt Bundesrat Hans-Rudolf Merz mit seiner «Bü-Bü-Bünderfleisch»-Antwort, die als Video um die Welt ging, oder auch Bundesrätin Doris Leuthard, die bei ihrer Antwort zu einer Frage zur Gymkhana-Prüfung mit folgender Bemerkung schloss: «Fragen Sie mich aber nicht, was die Beantwortung Ihres Vorstosses gekostet hat!» (thc)

---

## Wussten Sie, dass...

... BFE-Mitarbeitende auf [www.energieaplus.com](http://www.energieaplus.com) täglich über ihre Erfahrungen bloggen?

---



# ENGAGIEREN SIE EINEN SOLARPROFI FÜR IHRE SOLARANLAGE!

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



**energie schweiz**  
Unser Engagement: unsere Zukunft.

In Zusammenarbeit mit

