



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE

# energeia.

Newsletter des Bundesamtes für Energie BFE  
Nummer 6 | November 2015

Wärme und Warmwasser

## Forschen für energieeffizientere Gebäude

Mehr als Bier

Abwärme von Feldschlösschen nutzen

Energie-Quiz

Testen Sie Ihr Wissen



# CO<sub>2</sub> TIEFER LEGEN

**Autos werden immer intelligenter.  
Autokäufer auch.**

**Jetzt energieeffiziente Autos und E-Scooter entdecken:  
Über 300 Modellvarianten auf [co2tieferlegen.ch](http://co2tieferlegen.ch)**

Mit Unterstützung von

**MOVI-  
MENTO.CH**  
Meine Mobilität



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

<b>Editorial</b>	<b>1</b>
Interview	
<b>Peter Richner über Forschung im Gebäudebereich</b>	<b>2</b>
Wärmeverbund	
<b>Heizen mit Feldschlösschen</b>	<b>4</b>
Verhaltenstipps	
<b>So sparen Sie Heizkosten</b>	<b>6</b>
Warmwasserverbrauch im Fokus	
<b>Smart-Meter-Feedback beim Duschen</b>	<b>7</b>
Reportage	
<b>Aufsicht über Tessiner Stauanlagen</b>	<b>8</b>
Zwischenlager	
<b>Wärme von radioaktiven Stoffen</b>	<b>10</b>
Point de vue d'expert	
<b>Stefan Dörig über Energiepolitik in Brüssel</b>	<b>11</b>
Forschung und Innovation	
<b>Wärmepumpen klug kombinieren</b>	<b>12</b>
Wissen	
<b>Hybridmodule im Einsatz</b>	<b>14</b>
<b>Kurz gemeldet</b>	<b>15</b>
<b>Energie-Quiz</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), Marianne Zünd (zum),  
Stellvertreterin Sabine Hirsbrunner (his)

**Redaktionelle Beiträge:** Angela Brunner (bra), Isabelle Frühwirth (fri),  
Sabine Hirsbrunner (his), Fabien Lüthi (luf), Benedikt Vogel (bv)

**Layout:** Melanie Stalder (ste)

**Druck:** Stämpfli AG, Wölflistrasse 1, 3001 Bern, [www.staempfli.com](http://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:** [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: Fotalia

S. 2–3: BFE; S. 4–5: Feldschlösschen AG/Photopress;  
S. 6: Shutterstock; S. 7: Amphiro; S. 8–9: BFE;  
S. 10: ZWILAG; S. 11: Stefan Dörig; S. 12–13: Viessmann AG;  
S. 14: Lauber IWISA AG; S. 15: BFE, Shutterstock,  
BFE/heyday; S. 16: Eole Jura SA, Energieschweiz/  
franz&rené AG, Empa; S. 17: Shutterstock.

# Planungssicherheit fördert Innovation

Woher die Energie für das warme Wasser aus der morgendlichen Dusche oder für die warme Heizung kommt, interessiert uns meist erst dann, wenn sie einmal nicht vorhanden ist. Viel zu oft nehmen wir die Wärme als selbstverständlich wahr. Doch die Wärmeerzeugung braucht viel Energie, sei es nun Strom oder seien es fossile Energieträger. Aus energie- und klimapolitischer Sicht verfügt der Wärmebereich deshalb über ein grosses Effizienzpotenzial und ist eines der Kernthemen der Energiestrategie 2050.

Dank verschiedenen Massnahmen, wie sie auch in der aktuellen Ausgabe vorgestellt werden, kann dieses Potenzial ausgeschöpft werden. Mit der Verschärfung ihrer Mustervorschriften im Energiebereich (MuKE) tragen die Kantone vor allem im Bereich der Neubauten wesentlich dazu bei.

Technische Lösungen und Vorgaben alleine reichen aber nicht aus. Damit wir unsere klima- und energiepolitischen Ziele erreichen, braucht es Menschen mit einer gesamtheitlichen und langfristigen Sicht, mit Visionen und Gestaltungswillen. Und je grösser der Beitrag jedes Einzelnen ist, desto unnötiger werden staatliche Vorschriften und Gebote. Dank mehr Eigenverantwortung kann die Politik auf ihre Kernaufgabe fokussieren, namentlich auf die Schaffung von guten Rahmenbedingungen. Dies führt zu Planungssicherheit, welche die Basis für erfolgreiche technische und gesellschaftliche Innovationen ist.

PS: Mein Video zum Thema finden Sie auf dem BFE-Blog [www.energeiaplus.com](http://www.energeiaplus.com).

Daniel Büchel,  
Vizedirektor und Leiter Abteilung Energieeffizienz und erneuerbare Energien

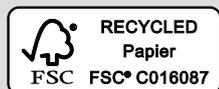
printed in  
switzerland



PERFORMANCE

neutral  
Drucksache

No. 01-15-350145 – [www.myclimate.org](http://www.myclimate.org)  
© myclimate – The Climate Protection Partnership



# «Wir müssen Lösungen entwickeln, die energetisch zukunftsfähig sind»

Peter Richner leitet ein Energiekompetenzzentrum, das Möglichkeiten für energieeffizientere Gebäude und Quartiere erforscht. Im Interview berichtet er über den Forschungsstand betreffend Wärme und Warmwasser im Gebäudebereich.

**Herr Richner, welches sind die Forschungsschwerpunkte des Schweizer Kompetenzzentrums «Future Energy Efficient Buildings & Districts»?**

Wir erforschen, wie sich Gebäude und Quartiere möglichst energieeffizient und intelligent gestalten bzw. betreiben lassen, um den Energiebedarf im gesamten System zu optimieren. Zudem gehen wir beispielsweise der Frage nach, warum welche Technologien den Marktdurchbruch schaffen und wie sich diese Erkenntnisse auf neue Technologien übertragen lassen. Unser Fokus liegt nicht mehr ausschliesslich auf einem einzelnen Gebäude,

Ziel an der Empa ist es, dass durch neue Synthesansätze derartige Isolationsmaterialien künftig zu deutlich günstigeren Preisen erhältlich sind. Die ETH Lausanne wiederum versucht in einem Projekt, durch Mikrospiegel den Lichteinfall so zu lenken, dass diese je nach Jahreszeit mehr oder weniger Licht reflektieren. Langfristig hat diese Technologie grosses Potenzial. Denn ein hoher Glasanteil entspricht dem Bedürfnis der Leute.

**Wie gehen Sie auf derartige Bedürfnisse ein?** Menschen sind Gewohnheitstiere. Die Hochschule Luzern analysiert daher die Energie-

**Wie gelingt es, Gebäude in einem Quartier zu vernetzen, um sie mit erneuerbarer Energie zu versorgen?**

Ein schönes Beispiel dafür ist der ETH-Campus auf dem Höggerberg, wo ein saisonaler Speicher mit Erdsonden im Sommer Energie zwischenspeichert. Auf dem alten «Surstoffareal» in Rotkreuz werden ebenfalls Erdsonden genutzt. Eine offene Frage ist, wie man vorgeht, wenn viele Eigentümer an einem Bauprojekt beteiligt sind. Die ETH Lausanne und die Universität Genf erarbeiten ein GIS-Daten-basiertes System, um abschätzen zu können, wie viel erneuerbare Energie sich in einem Quartier gewinnen lässt und wie die Energienachfrage aussieht. Anhand dieser Daten kann man modellieren, wie man ein sogenanntes Multienergienetz aufbaut, in dem alle Gebäude voneinander profitieren. Im Grunde geht es darum, bekannte Technologien wie Wärmepumpen, Erdsondenspeicher und andere effizient zu kombinieren. Wir arbeiten hierzu auch mit Industrie und Gemeinden zusammen.

**Wo sehen Sie besondere Herausforderungen?**

Wir müssen besser verstehen, wie hoch das Energiesparpotenzial bei Sanierung ist und wie man dieses real ausschöpfen kann. Gewisse Szenarien zur Energiestrategie 2050 gehen von einer Sanierungsrate von zwei Prozent aus. Hinterlegt sind Planwerte, doch bei der Sanierung eines Altbaus entstehen unterschätzte Rebound-Effekte. Forscher der Universität Genf analysieren systematisch gemessene Werte an renovierten Gebäuden, um diese Effekte zu quantifizieren und deren Ursachen zu verstehen. Die Hauptherausforderung ist meiner Meinung nach, dass sich bei den heutigen tiefen Energiepreisen viele Massnahmen nur sehr langfristig rechnen, ausser Betriebsoptimierungen bei grösseren

**«In welchem Tempo Lösungen umgesetzt werden, hat viel mit gesellschaftlichen Rahmenbedingungen, Normen und Gesetzen zu tun.»**

sondern darauf, wie sich mehrere Gebäude mit verschiedenen Lastkurven kombinieren lassen. Es geht unter anderem darum, Abwärme und erneuerbare Energien lokal zu nutzen, Speichermöglichkeiten im Quartier in Betracht zu ziehen, um auch den Spitzenbedarf möglichst lokal decken zu können – und potenzielle Synergien mit der Mobilität zu nutzen.

**Welche Forschungsthemen sind in diesem Bereich sonst noch aktuell?**

Ein grosses Thema ist nach wie vor der hohe Energiebedarf in Gebäuden. Neues Hochleistungsisolationsmaterial bietet architektonisch mehr Möglichkeiten, um mit dünnen Isolationsschichten die gleiche Leistung hinzukriegen. Bei einem mehrstöckigen Ersatzneubau in der Stadt Zürich etwa kann es wirtschaftlicher sein, dünnere Wände zu bauen, um die vermietbare Fläche zu erhöhen. Unser

ströme in einem Gebäude, um Muster zu erkennen. Diese Muster können in Kombination mit Wettervorhersagen genutzt werden, um lokale Energiequellen und -speicher optimal zu bewirtschaften und die benötigte Energie zeitgerecht bereitzustellen. Es stellt sich auch die Frage, welche Interaktionsmöglichkeiten man dem Bewohner bietet. Was nützt eine vollautomatische Steuerung, wenn der Benutzer sie nicht als bedürfnisgerecht empfindet und raffinierte Umgehungsstrategien entwickelt? Wenn für ihn beispielsweise die Luftqualität nicht stimmt, wird er im Winter aus dem offenen Fenster heizen, obwohl eine Lüftung installiert ist. Es ist ganz wichtig, dem Benutzer ein optimales Klima zu bieten. Unsere Beobachtung ist, dass sonst eine grosse Diskrepanz besteht zwischen der möglichen Energieeffizienz und dem tatsächlichen Energiekonsum, weil die Benutzer solche Gegenstrategien anwenden.

Gebäuden. Wir müssen daher Lösungen entwickeln, die energetisch zukunftsfähig sind und einen Zusatznutzen bieten. Sie sollten der architektonischen Vielfalt und hiesigen Baukultur gerecht werden. Denn die Bauherren sind vor allem bereit, in den Komfort und die Sicherheit zu investieren.

#### **Warum braucht es das BFE-Leuchtturmprojekt «Next Evolution in Sustainable Building Technologies», kurz NEST?**

Partner aus Forschung und Wirtschaft müssen in einem möglichst realitätsnahen Umfeld mit Prototypen experimentieren können. Investoren sind risikoavers. Bevor sie etwa viel Geld für eine neue Gebäudetechnologie ausgeben, wollen sie sicher sein, dass diese jahrzehntelang funktionieren wird. Sie wollen nicht die Ersten sein, die sie in der Praxis testen. NEST bietet eine grosse Versuchsanlage für neue Technologien. Das Gebäude funktioniert wie ein gestapeltes Quartier aus unterschiedlichen Wohn- und Büroeinheiten, die über ein Multienergienetz verbunden sind. Dieses gewinnt, speichert und verteilt Energie über einen sogenannten Energy Hub an die einzelnen Units. Jede dieser Einheiten hat einen anderen Fokus, zum Beispiel Leichtbau oder Holz. Das Gebäude wird sich permanent verändern, da gewisse Einheiten nach einer erfolgreichen Evaluation rückgebaut werden.

#### **Welche Empfehlungen geben Sie Politikern?**

Wir entwickeln mögliche Lösungsoptionen für Wirtschaft, Private sowie die Politik. Die Entscheidung liegt dann bei ihnen. NEST zieht schon heute viele Besucher aus der Politik an, wir nutzen dies für den direkten Meinungsaustausch. Meiner Meinung nach gilt es, die CO<sub>2</sub>-Problematik in den Griff zu bekommen. Um diese Kurve zu kriegen, ist der Gebäudepark – neben der Mobilität – ein wichtiger Bereich, wo fossile Energien gebraucht werden. Meiner Ansicht nach braucht es keine 1400 Grad heisse Flamme, um lauwarmes Wasser zu machen. Diese Erkenntnis setzt sich langsam durch. In Neubauten werden

kaum noch Öl- und Gasheizungen eingebaut. Die Energiepolitik hat sich in den letzten 50 Jahren allerdings nicht linear entwickelt, sondern wurde durch markante Ereignisse geprägt, wie den Ölschock in den 70er-Jahren oder Fukushima. Diese haben einen Wandel ausgelöst, wie wir die Energieversorgung und -bereitstellung heute anschauen.

#### **Wie schätzen Sie die aktuelle Sanierungsquote von rund einem Prozent ein?**

Diese ist von verschiedenen Faktoren abhängig und muss zur Erreichung der Ziele der Energiestrategie 2050 gesteigert werden. In wirtschaftlich starken Gegenden spielt der

Ersatzneubau eine zunehmend wichtige Rolle. Eine Untersuchung zeigte, dass in der Stadt Zürich von 2004 bis 2014 von 18 000 neuen Wohnungen mehr als 12 000 Ersatzneubauten waren. Dies führt in der Regel zu einer Verdichtung und zu einer starken Reduktion des Energieverbrauchs. Unser Ziel ist es, neue Lösungen für die Erneuerung von Gebäuden und den Neubau zu entwickeln, insbesondere für die Vernetzung in Quartieren. In welchem Tempo diese Lösungen umgesetzt werden, hat viel mit gesellschaftlichen Rahmenbedingungen, Normen und Gesetzen zu tun.

*Interview: Angela Brunner*



#### **Zur Person**

Peter Richner studierte Chemie und doktorierte an der ETH Zürich. Er leitet das rund 80-köpfige Swiss Competence Center «Future Energy Efficient Buildings & Districts» und ist seit 2012 stellvertretender Direktor der Empa.

# Wärme vom Schloss

Eigentlich ist die Feldschlösschen AG bekannt für ihre kühlen Produkte. Seit 2014 hat sie nun aber auch Wärme im Angebot: Sie speist das Fernwärmenetz Rheinfelden Mitte mit Abwärme aus den Kühlanlagen sowie aus ihrem Vorklärbecken.

Erhaben thront das Brauereischloss der Firma Feldschlösschen AG über dem Städtchen Rheinfelden. Wer mit dem Zug in den Bahnhof einfährt, sieht die markanten Türme bereits von Weitem. Seit 1876 wird auf dem Hügel oberhalb von Rheinfelden Bier gebraut – heute produziert das Werk rund eine Million Liter davon pro Woche. Bevor am Ende des Prozesses die Flaschen vom Band laufen, wird viel Wärmeenergie umgesetzt – Wärme, die Feldschlösschen nicht vollständig nutzen kann und deshalb als Abwärme frei wird. Obwohl diese für Feldschlösschen zu kalt ist, reicht sie für ein Fernwärmenetz allemal. Das vierte solche Netz ist es in der Stadt Rheinfelden geworden. Drei weitere Wärmeverbünde liefern bereits 16 Prozent der in Rheinfelden benötigten Wärme.

Auf Initiative von AEW Energie AG kam es 2011 zu ersten Gesprächen zwischen den beiden Firmen. «Wir hatten damals ein anderes Projekt auf dem Tisch, das mit Abwärme aus dem Rhein kalkulierte», erklärt Jürg Frutiger, Projektleiter der AEW Energie AG. Da es sich aber als schwierig herausstellte, in den kalten Wintermonaten ein Fernwärmenetz mit Rheinwasser als Energiequelle zu betreiben, suchte das EVU eine Alternative und fand diese schliesslich bei Feldschlösschen.

## Potenzial im Niedertemperaturbereich

«Als die AEW Energie AG mit dem Projekt Wärmeverbund Rheinfelden Mitte auf uns zukam, mussten wir betriebsintern erst klären, wo wir noch Potenzial hatten, um ein Fernwärmenetz zu versorgen», sagt Thomas

Janssen, Leiter Technik und Umwelt bei Feldschlösschen. Denn die Brauerei hatte in früheren Jahren einiges in die Effizienz ihrer Produktionsanlagen und -prozesse investiert und nutzt die eigene Abwärme mittels Rückgewinnungssystemen bereits grösstenteils. Der Energieverbrauch des Bierherstellers beläuft sich auf gut 45 Gigawattstunden pro Jahr, davon entfallen zwei Drittel auf Wärme und ein Drittel auf Strom. Als Brennstoffe verwendet Feldschlösschen Erdgas, Biogas aus der hauseigenen Vorkläranlage, Alkohol aus der Entalkoholisierungsanlage und Heizöl. Die Wärme wird in verschiedenen Prozessschritten während der Bierherstellung benötigt. Rund 40 Prozent werden im Sudhaus verwendet, wo die Würze gekocht und anschliessend wieder gekühlt wird. Die beiden



weiteren grossen thermischen Energieverbraucher sind die Entalkoholisierungsanlage (für die Herstellung von alkoholfreiem Bier) sowie der Tunnelpasteur (zum Pasteurisieren eines Grossteils der Produktion). «Die Hochtemperatur-Abwärme gewinnen wir vollständig zurück und setzen sie in der Produktion wieder ein», erklärt Thomas Janssen. So wird beispielsweise die Wärme, welche beim Abkühlen der kochend heissen Würze auf 12 Grad frei wird, mittels Wärmetauscher wieder dem Prozess zugeführt.

Um ein Fernwärmenetz zu versorgen, stand von Anfang an nur Niedertemperatur-Abwärme zur Diskussion, die Feldschlösschen nicht mehr selbsterverwenden kann. «Diese Abwärme haben wir früher über die Kühlanlagen in die Luft geblasen – einer anderen Nutzung stand also nichts im Weg», erklärt Janssen. Feldschlösschen verfügt über insgesamt vier Kühlanlagen, die über das ganze Brauereiareal verteilt sind. Die Abwärme aus den

Kühlanlagen wird also im wahrsten Sinne des Wortes gesammelt. Die zweite Wärmequelle ist das hauseigene Abwasser, dem im Vorklärbecken Wärme entzogen wird.

Die Abwärme aus Kühlung und Abwasser hat, je nach Produktionsmenge und Jahreszeit, eine Temperatur von 12 bis 30 Grad. Diese Wärme wird in sogenannten Niedertemperaturspeichern im Keller des Brauereihauses gespeichert. Wo früher an die 100 stählerne Lagertanks standen, ist der Platz nun gefüllt mit modernster Technik. Neben den Niedertemperaturspeichern befinden sich in einem weiteren Raum die beiden Ammoniak-Wärmepumpen mit je einem Megawatt Leistung, welche die 12 bis 30 Grad warme Abwärme auf bis 81 Grad aufheizen. Diese Wärme wird dann in drei Hochtemperaturspeichern gespeichert und bei Bedarf von dort ins Fernwärmenetz eingespeist.

### Netz 2017 fertiggestellt

«Wir stehen diesen Winter vor dem ersten grossen Belastungstest», erklärt Jürg Frutiger. Das Netz ist zwar schon im Herbst 2014 in Betrieb gegangen, damals waren aber noch nicht so viele Kunden daran angeschlossen und die Nachfrage daher kleiner. «Heute sind 95 Prozent des Netzes gebaut und zwei Drittel der Kunden angeschlossen», führt Frutiger aus. Die beiden grössten Abnehmer sind die Stadt Rheinfelden mit ihren Schul- und Verwaltungsgebäuden und der Salmenpark. Weitere rund 60 Abnehmer beziehen kommenden Winter die Wärme aus der Brauerei. «Beim Endausbau werden wir Kapazitäten von knapp sechs Megawatt haben und rund 600 bis 700 Einfamilienhäuseräquivalent versorgen können», erklärt Frutiger. In ein bis zwei Jahren soll es so weit sein.

### Auch für den Notfall gerüstet

Feldschlösschen sorgt nicht nur für die Bandlast, welche durch die beiden Ammoniak-Wärmepumpen garantiert wird. Auch die Spitzlast und die Notversorgung werden durch die Brauerei abgedeckt. «Unsere Kunden bekommen von uns garantiert, dass sie zu jeder Zeit Wärme beziehen können. Ist es im Winter über eine längere Zeit sehr kalt, kommen die Wärmepumpen an ihre Grenzen.» Für solche Fälle oder wenn zum Beispiel eine Wärmepumpe ausfallen sollte, kann einer der drei Brennkessel im Kesselhaus von Feldschlösschen in den Wärmekreislauf zugeschaltet werden und die fehlende Wärme liefern. «Unsere drei Kessel müssen aus betrieblichen Gründen ständig in Bereitschaft sein, für die Produktion brauchen wir aber nur zwei», erklärt Thomas Janssen. Für den Wärmeverbund ist diese Überkapazität ein grosser Gewinn. «Im Normalfall bauen wir für jeden Wärmeverbund für Verbrauchspitzen und die Notversorgung extra eine Notfallzentrale. In diesem Fall war das nicht nötig», sagt Frutiger. Für die kommende Belastungsprobe ist der Wärmeverbund also gerüstet. (his)

## Stadt Rheinfelden am Wärmeverbund beteiligt

Während die anderen drei Wärmeverbünde in Rheinfelden ganz der AEW Energie AG gehören, ist die Stadt Rheinfelden am Wärmeverbund Rheinfelden Mitte beteiligt. Bevor der Bau des Fernwärmenetzes in Angriff genommen werden konnte, musste die rechtliche Situation zwischen den Partnern geklärt werden. Man einigte sich auf die Gründung der Wärmeverbund Rheinfelden AG, an der zu 50 Prozent die Stadt Rheinfelden und zu 50 Prozent die AEW Energie AG beteiligt sind. Aufgrund dieser Konstellation musste sich auch das Stimmvolk zum Wärmeverbund respektive zur Beteiligung der Stadt daran äussern. 2012 stimmten es Ja zu dieser Beteiligung, worauf mit dem Bau des Netzes 2013 begonnen werden konnte.



# Damit die Wärme im Haus bleibt

Wer bereits einfache Verhaltensempfehlungen beachtet, kann viel Heizenergie sparen. EnergieSchweiz hat ein paar Tipps zusammengestellt, damit Sie im Winter warme Räume haben und gleichzeitig Geld sparen.

Die kalte Jahreszeit steht vor der Tür, die Heizsaison hat begonnen. Rund zwei Drittel des gesamten Energiebedarfs im Haushalt werden allein fürs Heizen eingesetzt. Das Effizienzpotenzial ist in vielen Fällen gross, bereits durch wenig aufwendige Massnahmen kann man Energie sparen.

- **Montieren Sie Thermostatventile am Heizkörper.** Die Ventile halten die Temperatur in jedem Raum automatisch auf dem gewünschten Niveau. Das senkt den Verbrauch um bis zu 20 Prozent.
- **Kontrollieren Sie die Heizkörper in der Anlaufphase.** Wenn sie eine halbe Stunde nach der Inbetriebnahme immer noch kalt sind, kann es sein, dass der Brenner oder die Umwälzpumpe nicht arbeiten. Liegt es nicht daran, lohnt es sich, zu prüfen, ob genügend Wasser im Heizsystem drin ist. Eventuell müssen die Heizkörper entlüftet und muss Wasser nachgefüllt werden. Bei

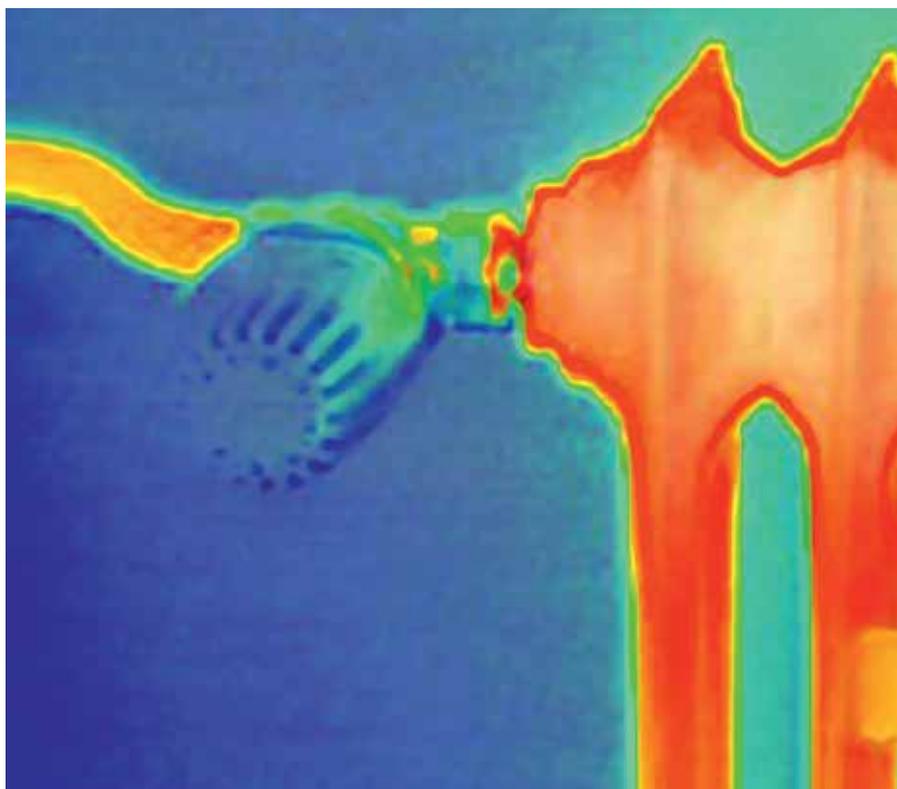
Startschwierigkeiten mit der Heizung hilft Ihnen ihr Hauswart oder der Installateur weiter.

- **Stellen Sie die richtige Temperatur ein.** Nicht in allen Räumen ist dieselbe Temperatur notwendig: 20 Grad im Wohnzimmer (Position 3 am Thermostatventil) und 17 Grad im Schlafzimmer (Position 2) sind angenehm. Mit jedem Grad Raumtemperatur erhöhen sich die Heizkosten um rund sechs Prozent. In ungenutzten Räumen sollten Sie nicht heizen und das Ventil auf Position \* stellen. Damit verhindern Sie, dass der Raum zu stark auskühlt und Frostschäden entstehen.
- **Nutzen Sie die Wärme komplett.** Warme Luft muss ungehindert in den Räumen zirkulieren können. Daher sollten Sie die Heizkörper weder mit Möbeln noch mit Vorhängen verdecken. Damit die Räume weniger auskühlen, empfiehlt es sich zudem, die Roll- und Fensterläden nachts zu

schliessen. Wenn Sie auf das geöffnete Fenster im Schlafzimmer nicht verzichten wollen, drehen Sie am besten die Heizung ab (Position \* am Thermostatventil).

- **Lüften Sie stets kurz und kräftig.** Ständig geöffnete Kippfenster verschwenden viel Energie und bringen nur wenig für eine bessere Luftqualität. Lüften Sie wenn möglich drei bis vier Mal pro Tag fünf bis zehn Minuten und öffnen Sie dabei mehrere Fenster. Durch dieses Lüften entweicht nur wenig Wärme.
- **Senken Sie die Temperatur, wenn Sie ausser Haus sind.** Wenn Sie im Winter in die Ferien gehen oder das Wochenende nicht zu Hause verbringen, sollten Sie die Temperatur in allen Räumen senken. (his)

Möchten Sie noch mehr wissen? Besuchen Sie für weitere Tipps (siehe Broschüre «Heizen mit Köpfchen») unsere Webseite [www.energieschweiz.ch/heizen](http://www.energieschweiz.ch/heizen)



**Wer saniert, spart noch mehr Heizkosten**

Möchten Sie Ihre Energiekosten weiter senken und haben womöglich bereits eine Sanierung Ihrer Liegenschaft angedacht? Das Gebäudeprogramm leistet schweizweit finanzielle Unterstützung bei der energetischen Sanierung der Gebäudehülle sowie in den meisten Kantonen beim Einsatz erneuerbarer Energien, bei der Abwärmenutzung sowie bei der Optimierung der Gebäudetechnik. Informieren Sie sich unter [www.dasgebaeudeprogramm.ch](http://www.dasgebaeudeprogramm.ch), ob Ihre Sanierung unterstützungsberechtigt ist.



Warmwasser sparen

## Feedback beim Duschen

Ein Smart Meter in der Dusche hilft Warmwasser sparen. Eine neue Studie untersucht, wie gross diese Spareffekte sind.

Der Duschkopf wiegt etwas schwerer in der Hand, wenn eine Verbrauchsanzeige des ETH-Spin-offs Amphiro daran montiert ist, wie ich bei einem Besuch bei meinem Bruder feststelle. Sein Haushalt ist einer von rund 700 Stadtzürcher Zwei- bis Dreipersonenhaushalten, die für eine ETH-Studie mit einem intelligenten Messgerät ausgerüstet wurden. So kann ich auf der Anzeige live verfolgen, wie viel Energie und Warmwasser ich gerade verbrauche. Ich erfahre, dass ich momentan 30 Grad bevorzuge und bereits 15 Liter konsumiert habe. Wenn ich länger heiss duschen würde, beginnt der Eisbär auf der Anzeige zu «schwitzen», und seine Eisscholle schmilzt. Was bringt ein solches Duscherlebnis?

### Sparsamer dank Live-Anzeige

Inzwischen liegen die Resultate der zwei-monatigen ETH-Studie vor, die das BFE in Auftrag gegeben hat: «Unsere wichtigste Erkenntnis ist, dass ein Echtzeit-Feedback während des Duschens enorme Einsparungen ermöglicht», sagt Thorsten Staake, einer der Studienautoren. Er forscht unter anderem an der Universität Bamberg sowie an der ETH Zürich und ist einer der Amphiro-Gründer. Im Schnitt sei der Warmwasserverbrauch pro Duschgang um 23 Prozent bzw. 0,4 kWh gesunken. Gemäss Hochrechnungen spare ein Haushalt pro Jahr 443 kWh, 94 Kilogramm CO<sub>2</sub> und 8500 Liter Wasser. Dies entspricht rund 110 Franken, wobei die Energiekosten

auf dem Bildschirm nicht ausgewiesen werden. Nach rund neun Monaten wäre das Gerät somit amortisiert. Das intelligente Messgerät gewinnt seinen Strom aus dem Wasserfluss, der einen integrierten Generator antreibt.

Die gleichen Haushalte wurden bereits für eine andere ewz-Studie mit Smart Metern ausgerüstet, um deren Nutzen und den Stromverbrauch zu ermitteln. Die Teilnehmer reduzierten ihren Stromverbrauch im Untersuchungszeitraum um nur rund drei Prozent. Gemäss der neuen Studie konnten sie gegenüber der alten ewz-Studie allein beim Duschen rund fünf Mal mehr Kilowattstunden Energie und bis zu zehn Mal mehr CO<sub>2</sub> einsparen. Staake erklärt diese unterschiedlich starken Effekte so: «Aufgrund der sofort zugänglichen Information ist es für die Studienteilnehmenden einfacher, umgehend zu reagieren. Während drei bis vier Minuten Energie und Wasser zu sparen, fällt ihnen zudem leichter, als über den ganzen Tag verteilt.» Beispielsweise müssten sie nicht erst aufstehen, um das in der Wohnung installierte Display zu sehen. Im Gegensatz zu Aktivitäten wie Staubsaugen haben die Konsumenten beim Duschen ihren Smart Meter direkt vor der Nase und sehen ihren Energieverbrauch ständig live.

### Grosser Spareffekt bei jungen Leuten

Vor allem wer viel Warmwasser verbraucht, spart laut den Studienautoren dank diesem

Smart Meter prozentual viel Duschwasser. Während ältere Personen eher sparsam und seltener duschen, verbrauchen junge Studienteilnehmende bei der gleichen Tätigkeit fast drei Mal so viel Energie wie Rentner, wie weiter aus der Studie hervorgeht. Dahinter steckt laut Staake ein psychologischer Mechanismus: «Dank dem Smart Meter kriegt man ein Gefühl dafür, was man verbraucht, und kann spielerisch darauf reagieren. Dies befähigt uns, nach unseren Werten zu leben.»

Das Forscherteam hofft nun auf einen Skaleneffekt, da der Zähler im Handumdrehen montiert werden kann und das verwendete Wasser meist grösstenteils mittels CO<sub>2</sub>-intensiver Energieträger erwärmt wird. Welchen Effekt das Eisbärsymbol auf die Sparmassnahmen hat, ist nicht wissenschaftlich untersucht. Der Eisbär wurde laut Staake dank der Zusammenarbeit mit Designern und Interaktionsspezialisten entworfen. Nach einem zögerlichen Verkaufsstart sind inzwischen rund 23 000 Geräte im Umlauf. Die ETH führt nun eine grössere Pilotstudie in Singapur und Holland durch. Als Dankeschön können die Studienteilnehmer das Gerät behalten. (bra)

---

#### Wussten Sie, dass ...

... man bei einem Duschgang im Schnitt über 40 Liter Wasser und 1,6 kWh verbraucht?

---

# Kontrollbesuch in der Leventina

Regelmässig inspizieren Mitglieder der Sektion Aufsicht Talsperren des BFE verschiedene Stauanlagen in der Schweiz. Dabei stellen sie sicher, dass die Stauanlagen richtig unterhalten und kontrolliert werden, damit das Risiko für die Bevölkerung minimiert wird.

Ein sonniger Vormittag Mitte August in Airolo. Rund hundert Meter vom Ausgang des Gott-hard-Strassentunnels entfernt liegt ein Speicherbecken der AET (Azienda Elettrica Ticinese). Das ist die erste Etappe der Aufsichtskontrolle von Rocco Panduri, Fachspezialist der Sektion Aufsicht Talsperren des BFE und Verantwortlicher für die Tessiner Stauanlagen, und seinem technischen Mitarbeiter Antonio Salemi. Auf dem Programm steht heute die Inspektion der drei Speicherbecken Airolo, Rodi und Val d'Ambra entlang des Flusses Ticino, der die Leventina hinabführt. Die Fachspezialisten des BFE sind nicht allein vor Ort (siehe Kasten). Ebenfalls dabei sind Mitarbeiter der AET sowie der Ingenieur, der die Stauanlage beaufsichtigt und den Jahresbericht erstellt, sowie ein kantonaler Vertreter des Tessiner Amtes für Energie. «Wenn wir eine Inspektion planen, versuche ich wenn möglich, sie auf das Datum dieser jährlichen Kontrolle zu legen, die der Betreiber und der Ingenieur zusammen organisieren», sagt Rocco Panduri. «So treffen wir die zuständigen Personen und können uns mit ihnen austauschen.» Für Speicherbecken wie jene von Airolo, Rodi und Val d'Ambra ist mindestens alle drei Jahre eine Inspektion der Aufsichtsbehörde vorgesehen.

## Blick ins Innere

Als wir beim Speicherbecken Airolo ankommen, weist der BFE-Fachspezialist auf die Bauarbeiten für die Autobahn in der Nähe der Anlage hin. Um sicherzustellen, dass das Messsystem der Stauanlage nicht tangiert wird, verlangt Rocco Panduri Einsicht in die Pläne. Er möchte speziell überprüfen, dass sich kein fixer Messpunkt des Grundwasserspiegels im Baustellenbereich befindet. Nach einer kurzen Abklärung steht fest, dass die Messpunkte nach wie vor korrekt platziert sind.

Das Speicherbecken Airolo dient zum täglichen Ausgleich für die Energieproduktion. Mit seinem Ausgleichsbecken, dem Stauwehr und dem sogenannten «Caisson», einem Teil der Staumauer mit hohlem Innenraum, weist es eine spezielle Konstruktion auf. Obwohl das Werk in Airolo relativ klein ist, spielt es bei der Gewässerbewirtschaftung in diesem Teil des Kantons Tessin eine wichtige Rolle. Es hat Auswirkungen auf den Fluss Ticino bis zu dessen Mündung in den Lago Maggiore. Nachdem die Experten das Innere des Stauwehrs durchquert und einen Blick in den Technikraum geworfen haben, treten sie auf der anderen Seite wieder hinaus. Bei der Kontrolle der Hochwasserentlastung stellt der BFE-Fachspezialist fest, dass der Beton in gewissen Bereichen an der Oberfläche abbröckelt. Hier ist laut Panduri kein rascher Eingriff nötig. Aber es müsse regelmässig überprüft werden, wie sich die Situation in dieser Zone entwickle. Im Inneren des Caissons geht der erste Teil des Besuchs zu Ende. Rocco Panduri ist zufrieden: «Alles, was ich sah, war in Ordnung. Ich habe nichts Neues festgestellt, was die Sicherheit gefährden könnte.»

## Transparenz ist wichtig

Der zweite Besuch an diesem Vormittag findet einige Kilometer talabwärts in Rodi statt. Dort besichtigt die Delegation ein Ausgleichsbecken. Für diese Art von Speicherbecken prüft Rocco Panduri den Zustand der Böschungen. In Rodi interessiert sich der Spezialist besonders für die Vermessungspunkte. Diese dienen dazu, festzustellen, ob sich die Sperre bewegt oder verformt hat. «Wir nehmen die Feststellungen transparent und gemeinsam vor», erklärt Rocco Panduri. «Der Betreiber hat uns in diesem Fall zugesichert, dass Sanierungsmassnahmen ergriffen werden, um das Problem nicht hundertprozentig zuverlässiger Vermessungspunkte zu beheben.»

Während der restlichen Beckeninspektion gibt es nichts Spezielles festzustellen, der Zustand des Ausgleichsbeckens wird als gut beurteilt. Am Nachmittag begibt sich die Delegation noch zur Talsperre Val d'Ambra. Auch hier ist alles im grünen Bereich. Zum Abschluss des Tages werden an einer Sitzung die letzten Fragen behandelt und die zu treffenden Massnahmen festgelegt. «Wir können direkt vor Ort besprechen, was wir sehen, und gemeinsam Lösungen finden», sagt Mattia Pinotti, Ingenieur der Lombardi AG, der für die jährliche Kontrolle dieser Stauwerke zuständig ist. «Ich bin das ganze Jahr über häufig in Kontakt mit dem BFE, aber ich schätze diese gemeinsamen Besuche besonders.»

Obwohl ein solcher Besuchstag angenehm erscheinen mag, ist er höchst offiziell. Alles wird geprüft und festgehalten. Sobald auch nur der kleinste Zweifel besteht, zögert Rocco Panduri nicht. «Manchmal verlangen wir, dass rasch Massnahmen getroffen werden. Die Aufsichtsbehörde kann auch Betriebseinschränkungen anordnen, wenn das Risiko zu gross ist. Sicherheit kennt keine Kompromisse.» Laut den Teilnehmern schafft der Dialog während des Besuchs Vertrauen und führt manchmal zu neuen Lösungen.

## Vorbereitung des Besuchs

Der Besuch einer Anlage ist nur ein sehr kleiner Teil der Arbeit von Rocco Panduri. Jedes Jahr müssen die Betreiber der unter Aufsicht des Bundes stehenden Stauanlagen einen Jahresbericht mit den Ergebnissen der Funktionsprüfungen, der visuellen Kontrollen und der Messungen erstellen. Diese Dokumente werden von den Fachspezialisten der Sektion Aufsicht Talsperren analysiert. «Bei der Prüfung der Unterlagen können wir auch entscheiden, ob für eine Anlage, für die während des Jahres kein Besuch geplant war,

ein zusätzlicher Besuch notwendig ist», erklärt Rocco Panduri. Der BFE-Fachspezialist ist derzeit für die Aufsicht über rund 50 Talsperren zuständig. Jährlich besucht er etwa 15 davon und nimmt durchschnittlich an drei Fünfjahreskontrollen teil. «Bei Letzteren handelt es sich um umfassendere Kontrollen für die grossen Stauanlagen. Wir sehen uns alles noch detaillierter und über eine längere Zeit

hinweg an.» Eine Fünfjahreskontrolle benötigt rund eine Woche Vorbereitung, ein bis zwei Tage vor Ort und noch mindestens zwei Tage, um zwei Gutachten (eines Ingenieurs und eines Geologen) zu prüfen und zu kommentieren. Diese drei Besuche bedeuten für Rocco Panduri fast eineinhalb Monate Arbeit pro Jahr. Positiv an seiner Tätigkeit findet er auch, dass jeder Besuch einer

Talsperre unterschiedlich ist. Von Jahr zu Jahr gibt es Änderungen, und neue Fragen tauchen auf. (luf)

---

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

... der Bund gegenwärtig die direkte Aufsicht über 196 Stauanlagen mit insgesamt 218 Talsperren in der Schweiz ausübt?

---

### **Das BFE als Aufsichtsbehörde**

Die Sicherheit der Talsperren wird anhand von vier sogenannten Überwachungsniveaus gewährleistet. Zunächst sorgt der Betreiber dafür, dass eine erfahrene Fachperson – das Niveau zwei – die Messresultate fortlaufend beurteilt, einmal jährlich eine visuelle Kontrolle der Stauanlage vornimmt und die Ergebnisse in einem jährlichen Mess- und Kontrollbericht festhält. Auf dem dritten Niveau führen ausgewiesene Experten für Bau und Geologie alle fünf Jahre eine umfassende Sicherheitsüberprüfung der grösseren Anlagen durch. Die Fachspezialisten des BFE schliesslich bilden das vierte Niveau und stellen die direkte Aufsicht über die grossen Stauanlagen sicher. Aufgrund von Analysen der Sicherheit der Anlagen, insbesondere der Erdbebensicherheit, mussten in den vergangenen Jahren in mehreren Fällen umfassende Massnahmen getroffen werden.



Staubecken von Airolo, in der Nähe des Ausgangs des Gotthardtunnels.

# Wärme von verbrauchten Brennelementen und hochradioaktiven Abfällen

Im Zwischenlager ZWILAG werden radioaktive Abfälle gesammelt und bis zur künftigen Einlagerung in einem geologischen Tiefenlager in speziellen Behältern zwischengelagert. Diese geben in den Lagerhallen weiterhin Wärme ab. Dass diese Abwärme nicht genutzt wird, hat technische und wirtschaftliche Gründe.

Seit 14 Jahren werden verbrauchte Brennelemente nach ihrer Entfernung aus dem Reaktorkern ins Zwischenlager ZWILAG in Würenlingen (AG) transportiert. Dorthin erfolgt ebenfalls die Rückführung der in Frankreich und England aus der Wiederaufarbeitung der verbrauchten Brennelemente entstandenen hochradioaktiven Abfälle.

Da die geprüften Behälter die radioaktiven Stoffe einschliessen, ist die erwärmte Luft in der Lagerhalle (siehe Kasten) nicht kontaminiert. Die Abfuhr der Behälterwärme erfolgt durch eine natürliche Luftzirkulation. Das heisst, die erwärmte Luft im Gebäude steigt hoch und kann über Öffnungen im Dach entweichen. Gleichzeitig strömt über seitliche Öffnungen neue, kühle Luft hinein.

«Schon vor dem Bau des Zwischenlagers wurde eine Nutzung der Behälterabwärme geprüft», so Christian Hösli, Leiter Betrieb der ZWILAG. Die grossen Behälter (siehe Kasten) erhalten vom Ursprungsland eine Transportzulassung, die anschliessend vom Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) validiert wird. Für eine Wärmerückgewinnung sind sie aber nicht zugelassen. «Eine aktive Wärmerückgewinnung an den Containern stünde daher im Widerspruch zum passiven Kühlsystem, das wir heute einsetzen», sagt Hösli.

Gemäss dem Experten geben die 43 bei der ZWILAG eingelagerten Behälter mit verbrauchten Brennelementen und hochradioaktiven Abfällen zudem nicht genug Wärmeenergie für eine kommerzielle Nutzung ab. Ein Teil habe bereits mehrere Grad Celsius verloren. «Durch den ungleichmässigen Anfall der Wärmeenergie und das sehr tiefe Temperaturniveau ist die Abwärme nicht wirtschaftlich nutzbar.» Wenn das radioak-



Eingelagerte Behälter in der Lagerhalle für hochradioaktive Abfälle

tive Material in den Behältern genügend abgekühlt sein wird, wird es in ein künftiges Tiefenlager überführt werden. Dazu werden die Brennelemente in neue Behälter umgeladen, die für eine Einlagerung in tiefen Gesteinsschichten geeignet und von den Behörden entsprechend zugelassen sind. Dort werden sie ihre Restwärme über mehrere Tausend Jahre abgeben. (luf)

## Spezielle Lagerhalle

Drei Kategorien radioaktiver Abfälle werden ins ZWILAG in Würenlingen transportiert: schwach-, mittel- und hochradioaktive Abfälle. Für die Zwischenlagerung steht genügend Lagervolumen in verschiedenen Gebäuden bereit. Die bis zu 140 Tonnen schweren Behälter, in denen sich die verbrauchten Brennelemente und die hochradioaktiven Abfälle befinden, werden in einer eigenen Halle, die für die Abfuhr der Wärme ausgelegt ist, aufbewahrt. Die in den Behältern enthaltene thermische Energie sinkt proportional zum Abklingen der Radioaktivität, die in den verbrauchten Brennelementen und den hochradioaktiven Abfällen enthalten ist.

# Warten auf Tauwetter

Das heisseste Dossier zwischen der Schweiz und der EU im Energiebereich liegt politisch momentan auf Eis. Die Rede ist selbstverständlich vom Stromabkommen, welches seit mittlerweile acht Jahren verhandelt wird und der Schweiz den Zugang zum europäischen Strommarkt bewahren soll.

Die technischen Fragen des Abkommens sind weitgehend bereinigt. Da die Verhandlungen den Zugang der Schweiz zum EU-Binnenmarkt betreffen, macht die EU den Abschluss allerdings von einer institutionellen Rahmenlösung abhängig. Dies wurde letztmals im April 2015 von der EU-Kommission bekräftigt, und an dieser Forderung sind bisher auch alle provisorischen Lösungsansätze gescheitert. Seit dem Schweizer Ja zur Masseneinwanderungsinitiative braucht es für ein Abkommen zusätzlich eine Einigung im Bereich der Personenfreizügigkeit. Nicht zu vergessen ist der zweite Marktöffnungsschritt in der Schweiz, der für die EU eine zwingende Voraussetzung ist. Physikalisch ist die Schweiz bestens in das europäische Netzwerk eingebunden. Seit dem Zusammenschluss der französischen, deutschen und schweizerischen Netze im Jahr 1958 spielt unser Land eine bedeutende Rolle als «Stromdrehscheibe». Rund 18 Prozent aller grenzüberschreitenden Stromflüsse in Europa passieren unsere Grenzen. Die Schweizer Konsumenten und Produzenten profitieren stark von dieser Einbindung: Die Stromversorgung wird durch sie sicherer und günstiger.

Mit der raschen Entwicklung des EU-Strombinnenmarktes wird diese Situation zunehmend infrage gestellt. Ein erster Hinweis darauf ist das Abseitsstehen der Schweiz beim europäischen Market Coupling, welches heute 19 Länder umfasst und regional bereits weiterentwickelt wird. Im Juli dieses Jahres haben Kommission, Parlament und die Mitgliedstaaten der EU beschlossen, dass die Schweiz nur bei Vorliegen eines Stromabkommens am Market Coupling teilnehmen kann.

In der kurzen Frist dürfte dies kaum Auswirkungen auf unsere Stromversorgung haben. Umso schmerzhafter wird sich ein fehlendes Abkommen in einigen Jahren auswirken. Unter anderem droht die Schweiz in den lukrativen Kurzfristmärkten zunehmend ins Abseits zu geraten. Die diesbezügliche Zusammenarbeit mit Deutschland und Frankreich dürfte angesichts der fortschreitenden Integration der europäischen Strommärkte kaum Bestand haben. Ausserdem werden die zu erwartende Kündigung der Langfristverträge für Kernenergie aus Frankreich und die aufwendigere Grenzbewirtschaftung die Importe und Exporte verteuern. Neue Geschäftsfelder, welche sich durch die Weiterentwicklung des europäischen Strommarktes ergeben, werden den Schweizer Unternehmen verwehrt sein. Ähnliche Tendenzen zeichnen sich im internationalen Handel von Herkunftsnachweisen ab. Unter diesen Konsequenzen werden nicht nur die einheimische

Wasserkraft – inklusive der auf den internationalen Handel ausgelegten milliarden-schweren Pumpspeicherprojekte – leiden, sondern auch die Stromkunden, welche heute dank dem grenzüberschreitenden Handel vom Wettbewerb in den europäischen Strommärkten profitieren.

Die politischen Hürden für ein Stromabkommen sind beträchtlich. Doch die hohe gegenseitige Abhängigkeit, die Gewährleistung der Versorgungssicherheit und die Nachhaltigkeitsziele der schweizerischen Energiepolitik machen eine enge Zusammenarbeit mit der EU unabdingbar. Derzeit gibt es keine Alternative zu einem Stromabkommen. Ein Tauwetter ist unumgänglich.

Stefan Dörig,  
Energierat, Mission der Schweiz  
bei der Europäischen Union



# Wärmepumpen: Potenziale erforschen und ausschöpfen

Wärmepumpen gehören heute in Haushalten und in der Industrie zu den Standardlösungen. Trotz breiter Nutzung steckt in der Heizungstechnologie noch erhebliches Verbesserungspotenzial. Optimierungen sind nicht nur bei der Konstruktion der Anlagen selber möglich, sondern auch bei ihrer Steuerung im Verbund mit anderen Energieanlagen. Ein Blick auf die aktuelle Schweizer Wärmepumpen-Forschung.

Wärmepumpen nutzen die in der Umgebungsluft, die im Erdreich oder die in Oberflächengewässern sowie im Grundwasser vorhandene Wärmeenergie und leisten damit einen wichtigen Beitrag zu einem effizienten Energieeinsatz. Die Anzahl der jährlich verkauften Wärmepumpen hat sich in der Schweiz seit den frühen 1990er-Jahren nahezu verzehnfacht, 2014 betrug sie 18500. Knapp zwei Drittel entfallen auf Luft/Wasser-Wärmepumpen, gut ein Drittel auf die Erdwärme nutzenden Sole/Wasser-Wärmepumpen. Rund 70 bis 80 Prozent der neu erbauten Einfamilienhäuser werden heute mit solchen Anlagen ausgestattet. «Einen Nachholbedarf gibt es bei den bestehenden Bauten. Bei vielen von ihnen könnten Wärmepumpen aus energetischer Sicht sinnvoll eingebaut werden», sagt Rita Kobler, Wärmepumpenexpertin beim Bundesamt für Energie (BFE). «Ob im Einzelfall eine Wärmepumpenanlage sinnvoll ist, hängt massgeblich von den geforderten Vorlauftemperaturen der Heizung ab», erläutert sie.

## Wirkungsgrad erhöhen

Obwohl Wärmepumpen heute schon gut arbeiten, besteht noch Verbesserungspotenzial. «Wärmepumpen erreichen die theoretisch möglichen Wirkungsgrade erst zu rund 50 Prozent», sagt Stephan Renz, Leiter des BFE-Forschungsprogramms «Wärmepumpen und Kälte». «Langfristig sind Werte von 65 bis zu 70 Prozent anzustreben.» Um dieses Potenzial auszuschöpfen, sind Anstrengungen in Forschung und Entwicklung nötig. Die Europäische Union hat vor diesem Hintergrund das Forschungsprojekt «Next Heat Pump Generation» initiiert. Die beteiligten Wissenschaftler prüfen alle Komponenten

der Wärmepumpen auf Optimierungsmöglichkeiten hin. Aus der Schweiz ist die ETH Lausanne an dem EU-Vorhaben beteiligt. Im Zentrum der Arbeit steht die Verbesserung der sogenannten Wärmetauscher, die thermische Energie von einem Stoffstrom auf einen anderen übertragen.

Auch die Hochschule Luzern beschäftigt sich mit der Optimierung der Konstruktion von Wärmepumpen. Der zuständige Forschungsleiter Lukas Gasser und sein Team arbeiten seit zehn Jahren daran, die erzeugte Heizleistung von Luft/Wasser- und Sole/Wasser-Wärmepumpen auf den effektiven Bedarf des jeweiligen Gebäudes abzustimmen und damit deutliche Effizienzgewinne zu erzielen. Die dafür erforderliche Regelung der Leistung erfolgt im Wesentlichen über den Kompressor und ergänzend über die eventuell erforderlichen Zusatzaggregate, wie beispielsweise Ventilatoren oder Sole-Umwälzpumpen. Diese werden so eingestellt, dass eine bedarfsgerechte Heizleistung bei maximaler Effizienz resultiert.

## Luft/Wasser-Wärmepumpen im Vorteil

Im Vergleich zu Ein/Aus-geregelten Wärmepumpen konnten die Luzerner Forscher bei Luft/Wasser-Wärmepumpen in den letzten Jahren dank Leistungsregelung Effizienzgewinne von 20 bis 70 Prozent erzielen. Bei den Sole/Wasser-Wärmepumpen fiel der Effizienzgewinn geringer aus. «Sie erreichen gegenüber dem Ein/Aus-geregelten Prototyp um bis zu 12 Prozent höhere Jahresarbeitszahlen», so Gasser. Für Beat Wellig, Leiter des Kompetenzzentrums Thermische Energiesysteme und Verfahrenstechnik an der Hochschule Luzern, ist dieses Ergebnis nicht über-





Entzieht die Wärmepumpe dem Wasser im Eisspeicher Energie, gefriert es.

raschend. Bei Luft/Wasser-Wärmepumpen seien mit Leistungsregelung relativ gesehen grössere Effizienzsteigerungen möglich als bei Sole/Wasser-Wärmepumpen, da die Lufttemperatur eine grössere Bandbreite aufweist als die Bodentemperatur. «Die Ergebnisse machen deutlich, dass es für die leistungsgeregelten Sole/Wasser-Wärmepumpen schwieriger werden dürfte, sich am Markt durchzusetzen, als für die Luft/Wasser-Wärmepumpen», sagt Beat Wellig. Denn je geringer der Effizienzgewinn ausfällt, desto länger dauert es, bis die Mehrkosten leistungsgeregelter Anlagen amortisiert sind.

### Richtige Kombination gesucht

Ein optimierter Wirkungsgrad ist die Grundvoraussetzung, damit Wärmepumpen einen wesentlichen Beitrag zur Energieversorgung leisten können. Von grosser Bedeutung ist aber auch, wie gut die einzelne Wärmepumpe mit anderen Energiesystemen verknüpft ist. Denn was am Ende zählt, ist die Energiebilanz des Gesamtsystems. «Bei der Kombination von Wärmepumpen mit additiven Energiesystemen besteht ein erheblicher Forschungsbedarf», sagt BFE-Forschungsprogrammleiter Stephan Renz. Additive Systeme sind beispielsweise Solarthermie- und Photovoltaikanlagen oder gemischte Formen davon. Hinzu kommen kombinierte Systeme unter Einbezug von Eisspeichern oder Erdwärmesonden, welche die in Solarthermieanlagen erzeugte Wärme über Stunden, Tage oder sogar Monate hinweg zwischenspeichern.

Solche Eisspeicher sind Thomas Afeis Forschungsgebiet. Er ist Dozent an der Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik in Muttenz und untersucht mit Eisspeichern, Wärmepumpen und solarthermischen Kollektoren ausgerüstete Energiesysteme für Wohngebäude im praktischen Einsatz und mittels Simulationsmodellen im Labor. So ein System umfasst einen im Boden vergrabenen Behälter, einen sogenannten Eisspeicher. Ähnlich einer Wasserzisterne enthält er beispielsweise für ein Einfamilienhaus zehn Kubikmeter Wasser. Mit der Wärmepumpe wird dem Wasser Wärme entzogen, bis es einfriert. Der Übergang von der flüssigen in die feste Phase bedeutet einen zusätzlichen Energiegewinn bei konstanter Temperatur.

Mit der Wärme aus den Solarkollektoren kann das Wasser wieder aufgetaut und erwärmt werden. Interessant dabei ist, dass bereits Solarwärme mit geringer Temperatur genutzt werden kann und die Speicherkapazität des Energiespeichers durch den Phasenwechsel erheblich vergrössert wird.

### Flexibler Einsatz in Smart Grids

Exemplarisch für Forschungsarbeiten im Bereich der Energiespeicherung steht die Untersuchung, die Jörg Worlitschek zurzeit an der Hochschule Luzern durchführt. Ziel ist die Entwicklung einer Einheit aus Wärmepumpe und zugehörigem thermischem Energiespeicher, die sich optimal in ein intelligent gesteuertes Stromnetz, ein sogenanntes Smart Grid, einbinden lässt. Die Wärmepumpe soll damit auch nach Vorgaben des Stromangebots im Netz betrieben werden und im Idealfall danach gesteuert werden. Als Ausgangspunkt entwickelten Worlitschek und sein Forschungsteam ein neues Modell, welches das Verhalten des gesamten Systems durch die Kombination von validierten Modellen der Wärmepumpe, des Speichers und des Hauses simulieren kann.

«Wir konnten in ersten Parameterstudien, die über 800 Simulationen enthalten, zeigen, dass eine Optimierung von Regelung und Speicher einen beträchtlichen Flexibilitätsgewinn bei minimalen Effizienzverlusten des Wärmepumpenbetriebes ermöglicht», sagt Worlitschek. Ein Beispiel zeigt exemplarisch die Optimierung für einen renovierten Altbau mit Radiatorheizung mit einem typischen Heizwärmebedarf: Durch den Einsatz eines 2000 Liter fassenden Wärmespeichers und einer vorausschauenden Regelung kann die Taktung der Wärmepumpe um 75 Prozent reduziert werden. Die Regelung verarbeitet dabei Messwerte und Kenndaten des Gebäudes, der Umgebung und des Ladezustandes des Wärmespeichers. Mit Modellen wird daraus der Wärmebedarf berechnet, den die Wärmepumpe decken muss. Die Anfahrverluste der Wärmepumpe werden reduziert und der Wirkungsgrad erhöht. Das Projekt von Jörg Worlitschek ist in ein internationales Forschungsvorhaben der Internationalen Energie Agentur (IEA) eingebunden, an dem neun Länder aus Asien, Europa und Nordamerika beteiligt sind. (bv)

# Hybridmodule sinnvoll einsetzen

Innovative Solaranlagen gewinnen aus Sonnenenergie nicht nur Strom, sondern auch Wärme. Wie lassen sich derartige Hybridmodule mit bestehenden Energiesystemen kombinieren?

Photovoltaikmodule produzieren Strom, wobei die Leistung bei höheren Temperaturen typischerweise abnimmt und Wärme ungenutzt bleibt. Herkömmliche thermische Solarkollektoren stellen Wärme für Heizung und Warmwasser bereit, ohne Strom zu erzeugen. Neue photovoltaisch-thermische Kollektoren (PVT) können beides: Sie liefern Strom und Wärme.

## Kombination entscheidend

Diese Hybridmodule lassen sich mit verschiedenen Technologien kombinieren, beispielsweise mit Eisspeichern (siehe Seite 12) oder Erdsonden und Wärmepumpen. Die Gebäude des Reka-Feriedorfs in Blatten-Belalp (VS) gehören zu den ersten, die diese Technologien innovativ kombinieren. Das Projekt wird daher vom Bundesamt für Energie als Leuchtturmprojekt unterstützt.

Vier Dächer der Ferienanlage verfügen über integrierte Hybridmodule, die eigens für diese Pilotanlage entwickelt wurden. Sie liefern zu Spitzenzeiten 100 kW Strom. Zudem erzeugen sie rund 300 MWh thermische Energie im Jahr. Die überschüssige Wärme wird vom Sommer in den Winter «hinübergerettet» – via saisonalen Erdwärmespeicher, wie Energieingenieur Matthias Sulzer von der Hochschule Luzern und Mitinhaber der projektverantwortlichen Unternehmung erklärt. Die Temperaturspanne des Speichers schwanke in der Regel zwischen 8 und 18 Grad.

## Ganzheitlicher Ansatz

Dank der gewählten Kombination kann das Feriedorf laut Sulzer den gesamten Energiebedarf (Strom und Wärme) im Jahresschnitt zu über 70 Prozent aus eigener Produktion decken. «Uns ging es darum, den optimalen Eigenversorgungsgrad zu finden, ohne wirtschaftliche und ökologische Aspekte aus den Augen zu verlieren.» Für eine ganzheitliche Lösung beziehe das Feriedorf daher einen kleineren Anteil erneuerbare Energie aus einer Wasserturbine im Dorf Blatten.

Anders als bei der ursprünglich vorgesehenen Pelletanlage muss der Energieträger zudem nicht erst vom Tal zur Anlage hinauftransportiert werden.

## Dezentrale Energieversorgung

«Das Leuchtturmprojekt zeigt einen möglichen Ansatz auf, wie man Energiequellen wie Sonnenenergie, Wasserkraft und Erdwärme dezentral effizient nutzen kann», sagt Sulzer. Derartige Lösungen seien vielfältig anwendbar. Der Projektleiter ist überzeugt, dass dachintegrierte Hybridmodule auf dem Markt künftig massiv günstiger erhältlich sein werden und sich mit anderen Komponenten zu wirkungsvollen Energiesystemen kombinieren lassen. Ein Fragezeichen setzen würde er allerdings hinter den alleinigen Einsatz von Hybridmodulen, zum Beispiel nur für die Warmwasservorwärmung.

Die Erkenntnisse aus dem Leuchtturmprojekt lässt Matthias Sulzer in weitere Projekte einfließen. Für ein solares Fernwärmenetz in Saas-Fee etwa wurden rund hundert Erdwärmesonden für die erste Ausbautapete gebohrt – rund 5 Mal mehr als im Reka-Feriedorf. (bra)

## Pilot- und Demonstrationsprojekte

Das Bundesamt für Energie unterstützt im Rahmen des Pilot- und Demonstrationsprogramms weitere Projekte, um den Einsatz von Hybridmodulen in verschiedenen Kombinationen bzw. Bedingungen zu untersuchen, etwa das kürzlich eingeweihte Freizeitzentrum Lintharena. «Diese grössere PVT-Demonstrationsanlage eignet sich gut, um Betriebserfahrungen zu sammeln bei der Integration solcher Module im Energiesystem. Bei dieser Anlage wird nämlich über die PVT-Kollektoren die Temperatur im Grundwassertank erhöht, welcher der Wärmepumpe als Wärmequelle dient. Dies senkt den Stromverbrauch», sagt Stefan Oberholzer, Bereichsleiter Photovoltaik beim BFE. Dies ermögliche es, das Hallenbad und die Sauna effizienter zu beheizen. Im Kontext des ganzjährig hohen Energiebedarfs kann die Frage der Wirtschaftlichkeit beleuchtet werden. Ein weiteres P+D-Projekt untersucht diese Frage anhand dreier Mehrfamilienhäuser in Scuol, die unterschiedliche Energiesysteme anwenden. Messungen sollen nun unter anderem Daten dazu liefern, wie sinnvoll Hybridmodule in alpiner Lage für ständig bewohnte Wohnungen sind.



## Die Zahl

# 240 887

So viele Wärmepumpen zählt die Schweiz laut der Schweizerischen Statistik der erneuerbaren Energien 2014. Am weitesten verbreitet ist die Luft/Wasser-Wärmepumpe, die Wärmeenergie aus der Umgebungsluft bezieht. 81 Prozent aller Wärmepumpen haben eine Leistung von unter 20 Kilowatt. Sie sind mehrheitlich in Einfamilienhäusern und kleinen Mehrfamilienhäusern installiert. Der Bestand der Wärmepumpen nimmt konstant zu. Dazu tragen kantonale Energievorschriften bei, die für Bauherren Anreize setzen, Wärmepumpen zu installieren. 1990 waren rund 35 000 Wärmepumpen registriert, im Jahr 2000 bereits über 100 000. (fri)



## Zehnte Verleihung

Die Jury des Watt d'Or kürt am 7. Januar zum zehnten Mal die überraschendsten und innovativsten Energieprojekte. Im Rennen um die prestigeträchtige Auszeichnung sind zukunftsweisende Technologien, Produkte und Initiativen, die durch ihren Vorbildcharakter bestechen. In fünf Kategorien werden Personen, Organisationen oder Projekte ausgezeichnet, die im letzten Jahr aussergewöhnliche Leistungen im Energiebereich gezeigt haben. Mehr Infos sind auf [www.wattdor.ch](http://www.wattdor.ch) zu finden. (fri)

## Ein Jahr BFE-Blog «energieplus»



Auf [www.energieplus.com](http://www.energieplus.com) bloggen der BFE-Direktor, interne und externe Fachspezialistinnen und Fachspezialisten sowie Praktikantinnen und Praktikanten des BFE über aktuelle Energiethemen und ihre eigenen Erfahrungen. Vor einem Jahr ging der Blog online, bis heute sind rund 300 Posts veröffentlicht worden. Beliebt bei den Leserinnen und Lesern waren beispielsweise Beiträge über das kostenlose Tauschen des eigenen Autos mit einem E-Bike für zwei Wochen oder über geologische Tiefenlager. Auch die Posts des Direktors zu energiepolitischen Themen wurden oft geklickt. Ihre Meinung zum Blog interessiert uns: Schicken Sie uns ein Feedback via [www.energieplus.com/feedback](http://www.energieplus.com/feedback). (fri)

## Energie im Bild

Zahlen sind in der Energiewelt im Überfluss vorhanden – oftmals sind sie aber komplex und schwer verständlich. Das Bundesamt für Energie will das ändern: Auf der Website [www.12energy.ch](http://www.12energy.ch) präsentiert das Amt die Energiewelt in Bildern und Infografiken. Machen Sie sich schlau über den Strom- und Energieverbrauch, über die Zusammensetzung des Strompreises, über den Spritverbrauch von Personenwagen und zu vielen weiteren Energiethemen. (fri)





## Zwölf Fragen zur Windenergie

Sind Windenergieanlagen gefährlich für Vögel? Was passiert, wenn mal kein Wind weht? Eine neue Broschüre von EnergieSchweiz beantwortet zwölf Fragen, die im Zusammenhang mit Windenergie immer wieder auftauchen und nimmt so auch die Bedenken der Bevölkerung auf. Gleichzeitig informiert sie über Chancen, die eine Investition in die Windenergie für die ökonomische Entwicklung einer Region mit sich bringt. Davon könnten potenzielle Standorte wie beispielsweise die Jurahöhen, die Voralpen oder die Ostschweiz profitieren. (fri)



## Plakatkampagne in Energiestädten

Rund 4,5 Millionen Menschen leben in einer Energiestadt – vielen von ihnen ist das gar nicht bewusst. Daher lancierte EnergieSchweiz Ende Oktober eine Kampagne, die den Gemeinden eine ideale Chance bietet, ihre Einwohnerinnen und Einwohner auf die energiepolitischen Massnahmen und Highlights aufmerksam zu machen. Jede der über 370 Energiestädte hatte die Möglichkeit, aus acht Plakatsujets auszuwählen. Rund 100 Energiestädte nutzten dieses kostenlose Angebot. Deren Lieblingssujet ist auf der Rückseite dieses Heftes abgebildet. (fri)



## Heizen mit Körperwärme

Das Start-up «Polarmond» hat gemeinsam mit Forschern der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa) ein alpines Biwak-Zelt inklusive Schlafsack und Liegematte entwickelt. Selbst bei Temperaturen von -30 Grad Celsius lässt sich der Innenraum laut der Empa allein mit der eigenen Körper erwärmen. Durch eine optimale Isolation und Feuchtigkeitsregulierung des Einmannzelts herrscht im Innenraum eine konstante Temperatur. Um dies zu erreichen, verwendeten die Forscher spezielle Materialien und Techniken, die auch bei Raumanzügen zum Einsatz kommen. (fri)

## Abonnemente und Bestellungen

Sie können energieia gratis abonnieren: per E-Mail (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

# Energie-Quiz

Testen Sie Ihr Wissen über Energie! Pro Frage gibt es eine richtige Antwort, die Buchstaben aller richtigen Antworten ergeben das Lösungswort.

Woher stammt die Energie, welche die Sole/Wasser-Wärmepumpe nutzt?

- e aus der Umgebungsluft
- a aus dem Erdreich
- w aus dem Grundwasser

Welcher Sektor verbrauchte 2014 am meisten Energie?

- b Verkehr
- a Haushalte
- r Industrie

Die Energieetikette zeigt dem Käufer anhand einer Skala von A bis G, wie energieeffizient Produkte sind. Welches der folgenden Produkte ist auch mit der Energieetikette versehen?

- w Pneus
- n Kochherde
- r Computer

Durch welches Gebäudeelement entweicht in einem Altbau am meisten Wärme?

- a Fassade
- m Dach
- e Fenster

49,2 Prozent der Schweizer Haushalte heizten 2013 mit Öl. Welcher Energieträger liegt mit 12 Prozent auf Platz zwei?

- u Gas
- e Holz
- w Erdwärme

Wie viele Behälter mit hochradioaktiven Abfällen und abgebrannten Brennelementen befinden sich zurzeit im Zwischenlager Würenlingen?

- r 43
- a 29
- e 51

NEST ist eines der Leuchtturmprojekte des BFE, welche die Energiestrategie 2050 konkret und sichtbar machen. Doch was bedeutet die Abkürzung NEST?

- s Next Evolution in Smart Building Technologies
- b New Renewable Energies in Smart Technologies
- m Next Evolution in Sustainable Building Technologies

Wie viel Energie verbraucht man bei einem Duschgang im Schnitt?

- r 0,5 kWh
- s 1,1 kWh
- e 1,6 kWh

Lösungswort



Senden Sie das Lösungswort bis zum 30. November per E-Mail an [energiea@bfe.admin.ch](mailto:energiea@bfe.admin.ch) mit dem Betreff «Verlosung» sowie Ihrer Adresse, und gewinnen Sie eines von drei Exemplaren von Anton Gunzingers Buch «Kraftwerk Schweiz».



# ENERGIESTADT die; -, -e Stadt, die heute bereits an morgen denkt.

Siehe auch: [Energiesparen](#), [beispielhaft](#), [visionär](#)