



# Erneuerbare Energien

## 12 SONNE

.....  
Mit besserem Marketing zu  
mehr Solarwärme

## 21 FORSCHUNG

.....  
Tandemzellen bringen höhere  
Wirkungsgrade

## 24 KEV

.....  
Fragen und Antworten zum  
aktuellen Stand

Nr. 6 Dezember 2015

Eine Publikation der SSES in Zusammenarbeit mit Swissolar



**SPEICHERTECHNIK:  
INNOVATIONEN MACHEN  
BATTERIEN BEZAHLBAR**

**Photovoltaik**

# SO OPTIMIEREN SIE DEN EIGENVERBRAUCH

DEN EIGENEN SOLARSTROM ZU NUTZEN, IST IN VIELERLEI HINSICHT SINNVOLL. FÜR EINEN OPTIMALEN EIGENVERBRAUCH KOMMEN ENERGIEMANAGEMENT- UND BATTERIESPEICHER-SYSTEME ZUM EINSATZ.

Wer eine Photovoltaik-Anlage auf seinem Dach installiert, möchte den dadurch erzeugten Strom wenn möglich auch gleich selber verwenden. Neben dem guten Gefühl, dass der Strom aus der Steckdose von der eigenen Anlage kommt, sprechen auch rationale Gründe dafür, den eigenen Solarstrom zu nutzen und den Eigenverbrauch zu optimieren.

Einerseits ist die selber produzierte Energie umweltfreundlicher als die vom Netz bezogene. Andererseits gibt es bedeutende finanzielle Anreize, die selber produzierte Energie auch selbst zu verbrauchen. Denn die Kosten für den Strom, der aus dem Netz bezogen wird, sind rund drei Mal so hoch wie die Vergütung für den ins Netz eingespeisten Strom.

**Angebot und Beratung**

In unserem Sortiment finden Sie Energiemanagement-Lösungen, die Ihnen eine deutliche Steigerung des Eigenverbrauchs ermöglichen, Ihnen dadurch Kosten sparen und die Amortisationszeit Ihrer Anlage verkürzt. Ein weiterer, interessanter Weg, den Eigenverbrauch zu optimieren, sind Batteriespeicher-Systeme. Sie nehmen die überschüssige Energie auf, die sonst ins Netz eingespeist würde und versorgen den Haushalt mit Energie, wenn zu wenig produziert wird.

Bei der Nachrüstung Ihrer Photovoltaik-Anlage mit einem Energiemanagement- oder einem Batteriespeicher-System stehen Ihnen unsere Spezialisten vom Team Erneuerbare Energien gerne zur Verfügung. Unser aktuelles Sortiment finden Sie in unserer Mobile App und in unserem Webshop.



v. l. n. r. Roman Christen (Product Manager), Daniel Fenner (Technischer Sachbearbeiter), Marcel Helbling (Teamleiter), Ivan Fust (Kundenberater im Aussendienst), Jean-Luc Zimmermann (Technischer Sachbearbeiter)

**Team Erneuerbare Energien:**

**Ihre erste Anlaufstelle für Photovoltaik**

Unsere Fachspezialisten aus dem Team Erneuerbare Energien stehen Ihnen vom Projektstart bis zur Inbetriebnahme umfassend zur Seite.

Unsere Dienstleistungen

- Planung und Auslegung von Photovoltaik-Anlagen
- Technischer Support bei Projekten und Produkten
- Unterstützung vor Ort
- Verkaufshilfen für Ihre Kundengespräche
- Schulungen und Zertifizierungs-Kurse

E-Mail: [photovoltaik@w-f.ch](mailto:photovoltaik@w-f.ch)

Tel. 044 839 59 59.

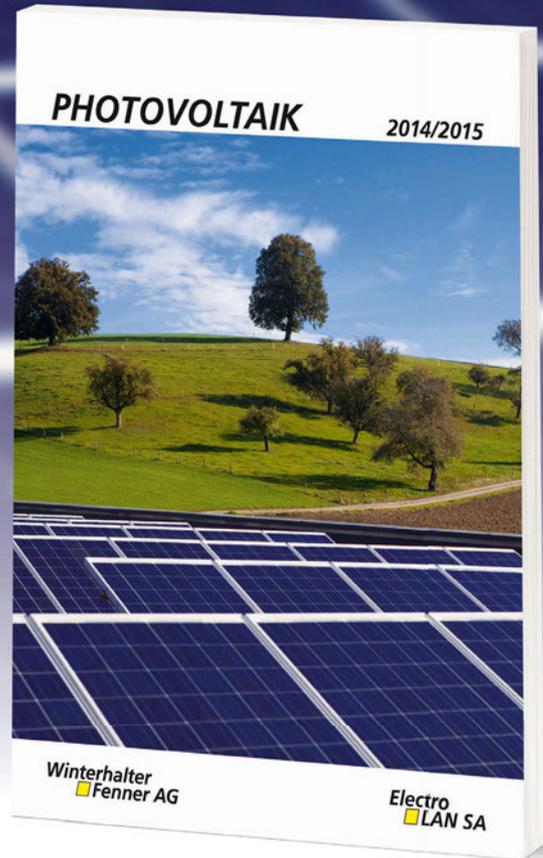
Winterhalter + Fenner AG

8304 Wallisellen

Tel. 044 839 58 11

[www.w-f.ch](http://www.w-f.ch)

# Im Handumdrehen auf dem Dach!



Mit Winterhalter + Fenner und dem neuen Photovoltaik-Katalog haben Sie für jede PV-Installation den richtigen Partner zur Seite.

Kataloge auch in unserer Mobile App erhältlich



w-f.ch

# LIEBE FREUNDINNEN UND FREUNDE DER ERNEUERBAREN ENERGIEN



Jean-Luc Renck  
Vizepräsident

Ich habe gerade ein Buch von Stefan Zweig\* über eine heikle Episode der Reformation gelesen. Was hat das mit dem Thema Energie zu tun?, fragen Sie sich. Also zunächst ist es der historische Moment: Die Reformation ist auch heute noch spürbar. Die Energiewende – sofern sie dann wirklich vonstattengeht – wird Einfluss auf die kommenden Jahrhunderte haben. Zudem bedeuten beide Ereignisse das Ende einer starken Zentralisierung und mehr Handlungsfreiheit für Individuen: Im Falle der Reformation ging es um die geistige Freiheit, bei der Energierevolution geht es um eher materielle Freiheiten, was die Wahl effizienter Geräte, lokaler und erneuerbarer Energien angeht. Der Wind der Befreiung hatte sich damals schnell erschöpft. Im Namen einer einzigen Wahrheit begannen jene, kaum hatten sie sich von Rom emanzipiert, angebliche Ketzer zu jagen. Nach Fukushima begann die Suche nach der einzig richtigen Energiequelle. Dies obwohl sich alle erneuerbaren Energiequellen mit ihren unterschiedlichen Vor- und Nachteilen gut ergänzen. Doch heute wie gestern ist die Unfähigkeit, das Sowohl-als-Auch, die Vielfalt und die Komplementarität zu erkennen, eine Folge von Egoismus und Intoleranz, sterilen Debatten und dem Verblässen der ursprünglichen Idee bzw. des angestrebten Ideals. Unsere Gesellschaft läuft Gefahr, das Ziel der Energiewende aus den Augen zu verlieren: die Risiken Klimawandel und Nukleartechnologie zu reduzieren. Um die Wahrheit zu sagen: Wir konnten zwar das Ziel bis jetzt als gemeinsames Ideal verankern, aber tun wir auch genug, um jeder einzelnen Person zu zeigen, dass sie auf ihre Art und in unterschiedlichem Mass Akteurin ist? Bemühen wir uns wirklich, die anderen Akteure zu verstehen, die Politiker, die Verwaltungsangestellten, die Unternehmer, die Wissenschaftler, die Bevölkerung? Was sie tun, was sie nicht tun können etc. und warum?

Seite 40 Jahren verteidigt die SSES ein Ideal. Wir dürfen jetzt nicht aufgeben! Wir setzen alles daran, dass sich das Gefühl, Akteur eines historischen Moments zu sein, immer weiter ausbreitet. Tun wir es mit den uns zur Verfügung stehenden Mitteln und fördern die Verbreitung von Information, Verständnis, Austausch, Wettbewerbsgeist und Aktionen ...

Jean-Luc Renck

\*Stefan Zweig, Ein Gewissen gegen die Gewalt, 1936

## Liebe Mitglieder

Die elektronische Version der «Erneuerbaren Energien» finden Sie auf der Website der SSES: [www.sses.ch](http://www.sses.ch). Sie erhalten an dieser Stelle jeweils das Passwort für die aktuelle Ausgabe. Benutzername: ee/er\_abo Passwort: g14A3-9m

<b>Aktuell</b>	4
<b>Schwerpunkt</b>	
Speichertechnik: Batterien werden bezahlbar durch Innovationen	8
<b>Sonne</b>	
Solarwärme: mit besserem Marketing zum Erfolg	12
<b>Politik und Wirtschaft</b>	
Klimagipfel: Verhandlungen zum neuen internationalen Klimavertrag in Paris	15
Weiterbildung: neuer Studiengang Energiesysteme	16
<b>Forschung</b>	
E-Mobilität: Ostschweizer Pionier baut eine induktive Ladestation	18
Tandemzelle: Künftig könnten Wirkungsgrade von bis zu 30% Realität werden	21
<b>Erneuerbare Energien</b>	
KEV: Streit um die Förderung von Kleinstwasserkraftwerken	22
KEV: Fragen und Antworten	24
<b>Standpunkt</b>	
Energiewende: Keine Kohle-Renaissance in Deutschland	25
<b>Flash</b>	26
Energidiot	
Cartoon	
<b>Agenda</b>	28
<b>Branchenverzeichnis</b>	29
<b>Impressum</b>	31

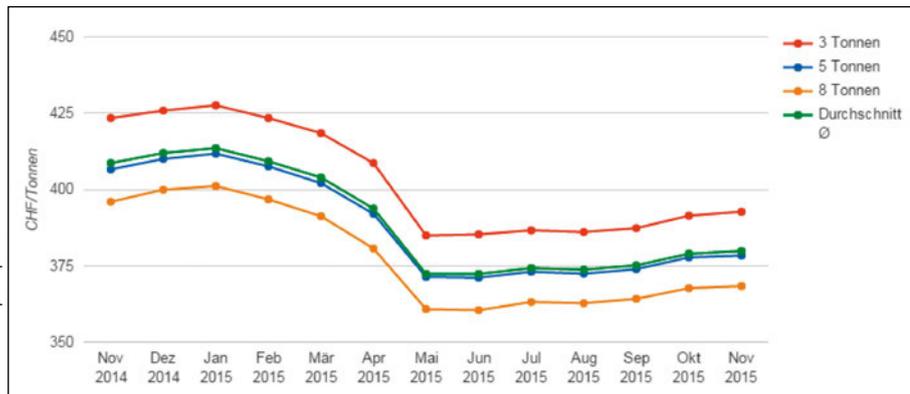
Titelbild: Manz AG



## PELLETPREISE

Dezember 2014 bis Dezember 2015  
Pelletpreise in CHF/t (inkl. MwSt. und Lieferung)

Grafik: www.pelletpreis.ch



Der Index ist ein Durchschnittspreis, der sich aus den Preisangaben verschiedener Pelletlieferanten zusammensetzt.

© www.pelletpreis.ch, jeden Monat die aktuellen Pelletpreise

## DREI SCHWEIZER MIT EUROPÄISCHEM SOLARPREIS 2015 AUSGEZEICHNET

Am 23. November 2015 wurden in Prag die Europäischen Solarpreise für herausragendes Engagement im Bereich Erneuerbare Energien vergeben. Trotz 52 starken Konkurrenzprojekten aus verschiedenen EU-Ländern zählen gleich drei Schweizer zu den Gewinnern. Der optisch moderne «Monolith» der Firma Cavigelli Ingenieure AG in Ilanz produziert 238% der benötigten Energie. Die im Flachdach nach Ostwest ausgerichtete PV-Anlage erzeugt knapp 30000 kWh/a. Die Lärchenlamellen ermöglichen im Winter die passive Solarnutzung und schützen im Sommer vor Überhitzung. Dank guter Dämmung, einer Erdsonden-Wärmepumpe, Komfortlüftungsanlage, A++-Haushaltsgeräten und LED-Lampen benötigt der Verwaltungsneubau mit 24 Mitarbeitenden bloss 12600 kWh/a. Das Vierfamilienhaus Hardegger aus den 1950er-Jahren konsumierte vor der Sanierung 66800 kWh/a. Dank Wärmedämmung, energieeffizienten Haushaltsgeräten und LED-Lampen sank der Gesamtenergiebedarf um 72% auf 18800 kWh/a. Die 31,3 kW starke PV-Anlage erzeugt 24500 kWh/a, 41% davon nordseitig. Der 16-Tonnen-Solarbagger mit Elektroantrieb der Bauunternehmung Affentranger in Altbüron (LU) entstand in Zusammenarbeit mit der Hochschule NTB in Buchs (Seite 16) und dem Baumaschinenhersteller Huppenkothlen. Der Suncar-Elektrobagger ist geräuscharm, emittiert keine Schadstoffe und verfügt mit 75 bis 167 kW über eine erheblich höhere Leistung als vergleichbare Dieselmotoren mit knapp 70 kW. Im Vergleich zu einem Dieselmotoren emittiert der Solarbagger jährlich 40 t CO<sub>2</sub> weniger und spart pro Jahr CHF 21000.– an Treibstoffkosten.



Bild: Solaragentur

## NEUES WINDKONZEPT

Das gewachsene Interesse an Windenergie verlangt neue Ansätze für die Planung von Windenergieanlagen. Das Konzept Windenergie legt hierfür die Rahmenbedingungen des Bundes fest. Es soll wie die kantonalen und kommunalen Planungen dazu beitragen, dass im Rahmen der Energiestrategie 2050 mehr Energie aus Windenergieanlagen erzeugt wird. Das Konzept Windenergie dient auch als Entscheidungs- und Planungshilfe für Planungsträger und Projektentwickler. Es soll die seit 2010 bestehende «Empfehlung zur Planung von Windenergieanlagen» ersetzen. Bis zum 29. Januar 2016 ist der Entwurf des Konzepts des Bundesamts für Raumentwicklung (ARE) in der Anhörung.

www.are.admin.ch

## SONVILIER FÜR MEHR WIND

Anlässlich einer Konsultativabstimmung haben die Einwohnerinnen und Einwohner von Sonvilier am 1. November zugestimmt, dass ein Windparkprojekt auf ihrem Gemeindegebiet weiterverfolgt werden soll. Das Projekt, das Teil des Windparks Quatre Bornes ist, wurde mit 295 Ja-Stimmen gegenüber 100 Nein-Stimmen angenommen, spricht mit einer Mehrheit von 74%. (MM)

## EKZ MISST WIND IN THUNDORF

Die Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ) prüfen im Thurgauer Thundorf, ob sich der Standort für einen Windpark eignet. Um Anhaltspunkte für die Wirtschaftlichkeit zu erhalten, stellen sie im November einen Windmessmast auf. Dieser wird das lokale Windaufkommen während eines Jahres detailliert messen und Anhaltspunkte für die Wirtschaftlichkeit eines möglichen Windparks geben. Aufgrund der Windpotenzialstudie des Kantons Thurgau gehen die EKZ von maximal sieben Windturbinen aus. Diese könnten jährlich rund 25 Millionen Kilowattstunden Strom produzieren, was dem Bedarf von etwa 6000 Vierpersonenhaushalten entspricht. Die Inbetriebnahme kann frühestens 2021 erfolgen. (MM)

## WIRD ZÜRICH ZUM SOLARKANTON?

Der Zürcher Kantonsrat will, dass auf allen geeigneten kantonalen Gebäuden Solaranlagen erstellt werden. Zu diesem Zweck überwies er dem Regierungsrat Anfang November den Auftrag, einen Ausbauplan für Solaranlagen für alle geeigneten kantonalen Liegenschaften zu erstellen. Der Kantonsrat verlangt zudem, dass Solaranlagen, die rentabel betrieben werden könnten, sofort installiert werden. Der Kanton Zürich nimmt damit seine Vorbildrolle wahr und geht einen grossen Schritt in Richtung erneuerbare Energien.

## PV INTERNATIONAL: ÜBER 1% STROM VON DER SONNE!

Die Internationale Energieagentur (IEA) hat ihren «Trends Report» zur globalen Entwicklung der Photovoltaik 2014 publiziert. Im vergangenen Jahr konnte erneut ein rekordhohes Wachstum verzeichnet werden. Ende des Jahres kam erstmals über 1% des weltweit verbrauchten Stroms von der Sonne.

## SOLARMARKT-TRENDS: ENTSCHEIDENDE ZEIT FÜR KLIMASCHUTZ UND ENERGIESTRATEGIE

Die für die in Paris laufende Weltklimakonferenz COP21 eingereichten nationalen Selbstverpflichtungen zu Klimaschutzmassnahmen legen jeweils ehrgeizige Ziele für 2030 fest. Die Zielvorgaben der Länder laufen darauf hinaus, dass innerhalb der kommenden 15 Jahre Strom aus erneuerbarer Energie mit etwa 36% des Strommixes die dominante Produktionsquelle wird.

Für das laufende Jahr erhöht die Nationale Energiebehörde in China ihr Ausbauziel nochmals um 30%. Insgesamt 14 Provinzen wurden angewiesen, weitere 5,3 GW an Solarstromkapazität bauen zu lassen. Damit steigt das Zubauziel 2015 auf 23,1 GW und China ist klar der am stärksten wachsende PV-Markt. In den anderen Provinzen hält gemäss lokalen Medien der Netzausbau an vielen Orten nicht mehr Schritt mit dem enormen Zubau. Bis 2020 sollen die Vergütungssätze moderat um insgesamt 20% gesenkt werden.

Nach nicht einmal drei Jahren soll die Förderung für Solarspeicher in Deutschland ab Dezember 2015 wieder gestoppt werden. Energieminister Sigmar Gabriel hat dies in einem Brief an die Wirtschaftskommission des Bundestages geäussert. Offenbar sind für ihn die Grundlagen für den Ausbau der Speicherkapazitäten bereits gelegt. Seitens der Solarwirtschaft ist man über das frühe Ende des Programms enttäuscht. Dadurch

kann die breite Markteinführung von Speichersystemen entscheidend verzögert und eine erfolgreiche Energiewende gefährdet werden.

Sunpower hat an seinem Analystentag vom 12. November gute Q3-Zahlen und auch sehr positive Aussichten für 2016 präsentiert. Umsatz und Gewinn sollen deutlich steigen. Gleichzeitig werden neue Hochleistungsmodule mit 354 W und einem Wirkungsgrad von über 22% entwickelt und hergestellt. Insgesamt sollen die Produktionskapazitäten bis 2019 auf 4 GW pro Jahr erweitert werden. Auch First Solar und Canadian Solar haben deutlich bessere Zahlen als erwartet vorgelegt. Einzig Sun-Edison enttäuschte mit schlechten Zahlen. Die komplexen Finanzierungen und Strukturen seiner YieldCos und die damit verbundenen Risiken sind immer schwieriger zu durchschauen und werden deshalb von Investoren momentan gemieden.

Die Schweizer Solarwirtschaft hat Anfang November mit Sorge die neuerliche Absenkung der KEV-Vergütungen für PV-Anlagen ab 1. April und 1. Oktober 2016 durch das Bundesamt für Energie zur Kenntnis genommen. Die Reduktion um insgesamt 7 bis 14% lässt sich auf keinen Fall mit entsprechenden Senkungen bei den Materialkosten begründen. Damit wird die Branche stark unter Druck und der weitere Ausbau

## ÄSTHETISCHE WINDENERGIE



Bild: Samuel Devantery/RhönEole

Die erste Walliser Windenergieanlage Cime de l'Est in Collonges wurde vor zehn Jahren errichtet. Seither hat sie fast 50 Millionen Kilowattstunden Strom geliefert. RhönEole hat zu ihren Ehren unter anderem einen Fotowettbewerb organisiert. Prämiert wurden die schönsten Aufnahmen. Im Bild der 1. Preis. Die Wettbewerbsfotos sind noch bis zum 8. Januar in der Galerie der Migros-Klubschule in Martigny ausgestellt.

(Red.)



Dr. Matthias Fawer



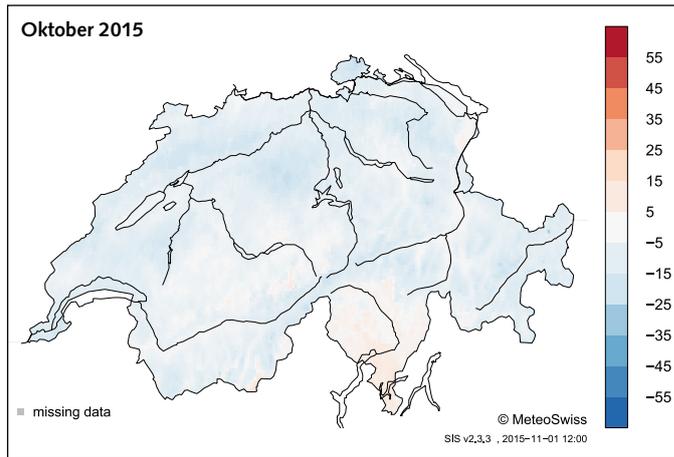
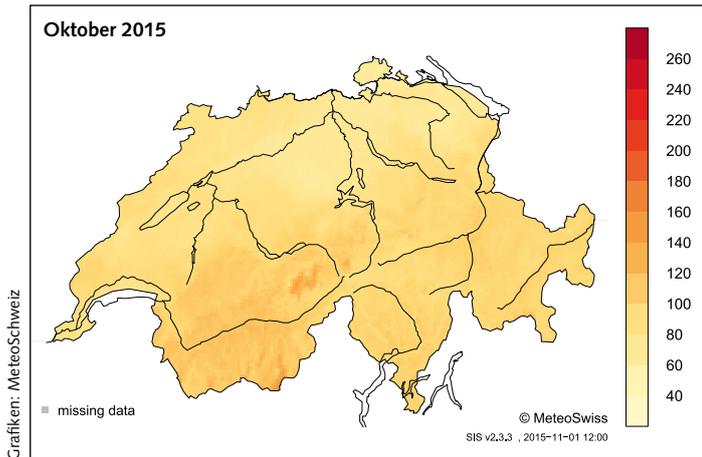
Balazs Magyar

der Solarenergie ins Stocken geraten. Ausserdem werden leider keine bürokratischen und kostentreibenden Hürden abgebaut. Der nationale Kongress der AEE Suisse zu erneuerbaren Energien und Energieeffizienz vom 13. November diskutierte die Energiewende und die Erfolgsaussichten der Energiestrategie 2050 im neu gewählten Parlament. Vieles hänge nun von einem konstruktiven Differenzbereinigungsverfahren zwischen den beiden Kammern ab. Entscheidend sei aber auch, dass die Befürworter aller Umweltverbände und aller erneuerbaren Technologien Einigkeit zeigen. Wenn noch ein grosser Wirtschaftsverband für die Energiewende gewonnen werden könnte, wäre das extrem hilfreich.

Dr. Matthias Fawer und Balazs Magyar,  
Nachhaltigkeitsresearch, Vescore AG

## GLOBALSTRAHLUNG (W/m<sup>2</sup>)

## ANOMALIE (W/m<sup>2</sup>)



## MEGASOL HAT NEUEN CLEANTECH-PARK ERÖFFNET

Das Industrieareal in Deitingen (SO), auf dem der Elektrotechnik- und Automatisierungskonzern ABB bis zum vergangenen Jahr Turbolader hergestellt hat, ist wieder belebt worden. Der Schweizer Solarmodulbauer Megasol Energie AG hat das 20 000 Quadratmeter grosse Grundstück mit seinen sechs Fertigungshallen und dem vierstöckigen Bürogebäude übernommen. Megasol konnte damit seine bisherigen Standorte Wangen an der Aare, Langenthal, Wiedlisbach und Zuchwil zusammenfassen.

Markus Gisler, der Gründer und Chef von Megasol, will auf dem Gelände auch ein Gründerzentrum einrichten. Zu diesem Zweck wurde die Cleantech Businesspark AG gegründet. Diese soll weitere Unternehmen nach Deitingen ziehen. «Mit dem Cleantech Businesspark wollen wir die bestmöglichen Bedingungen für Start-ups und Wachstumsunternehmen bieten», erklärt Gisler in einer Mitteilung. Der Businesspark biete attraktive Mieten und die Möglichkeit zur Vernetzung. Er solle zu einem Innovationspark für angewandte Zukunftstechnologien werden. Dabei gehe es um gebäudeintegrierte Energieerzeugung, intelligente Netze, Speichersysteme und nachhaltige Mobilität. Das Gelände selbst solle zu einem Solarkraftwerk ausgebaut werden.

Megasol will auf dem Industrieareal in den nächsten fünf Jahren direkt und indirekt 200 Arbeitsplätze schaffen. Die Gemeinde Deitingen und die regionale Wirtschaftsförderung Innostep sind erfreut über die Ansiedlung. Diese biete für die ganze Wirtschaftsregion Solothurn eine grosse Chance.

(Red.,MM)

## 100% ERNEUERBAR – REALISIERBAR

Ademe, die französische Begleitagentur für den energetischen und ökologischen Umbau, hat Ende Oktober den Schlussbericht «Strommix – 100% erneuerbar?» publiziert, der schon im Vorfeld reichlich für Wirbel gesorgt hatte. «Es sind verschiedene Sorten Strommix denkbar, die die Nachfrage rund um die Uhr und 365 Tage im Jahr befriedigen; sei es mit einem Anteil von 80 oder 100% erneuerbaren Energien», so die Schlussfolgerung der Autoren. Doch sei dies «eine wissenschaftliche Trendstudie und kein politisches Szenario». «Indem wir uns einen 100% erneuerbaren Strommix vorstellen, ermöglichen wir, dass ein bisher für die Mehrheit der Beteiligten unvorstellbares Szenario, ein technisch mögliches Szenario wird.»

In der Studie werden 14 verschiedene Varianten von Zusammensetzungen des Strommixes dargestellt. Der Anteil der erneuerbaren Energien liegt zwischen 40%, 80%, 95% und 100%, entsprechend gesellschaftlichen Kriterien wie Energiekosten, Finanzierungsmöglichkeiten und Versorgungssicherheit. Beim 100%-Szenario wird davon ausgegangen, dass die Windenergie 63% des Strombedarfs liefert, die Solarenergie 17%, die Wasserkraft 13% sowie Geothermie und thermische erneuerbare Energie 7%. Interessant ist, dass bei diesem Szenario die Elektrizität kaum mehr kostet als beim 40%-Szenario (das der offiziellen Politik entspricht bis 2030). Eine MW-Stunde im 100%-Szenario kostet den Verbraucher 119 €, im 40%-Szenario 117 €. «Nichtsdestotrotz müssen die Kosten der Technologien weiter fallen»; und die Ademe mahnt: «Die gesellschaftliche Akzeptanz ist entscheidend.»

(MM, ih)



Bild: Megasol

## D: SPEICHERFÖRDERUNG VOR DEM AUS

Das deutsche Wirtschaftsministerium hat beschlossen, die Förderung für Batteriespeicher bei kleinen Photovoltaikanlagen zu beenden. Das Ministerium kam gemäss einem Bericht des deutschen *pv magazin* zu dem Schluss, dass alle mit dem Programm verbundenen Ziele erreicht wurden. «Ziel des Programms war es, die Marktentwicklung von stationären Batteriespeichersystemen anzukurbeln, ihre Technologieentwicklung zu beschleunigen sowie die Kosten zu senken, um die PV-Batteriespeicher für Verbraucher interessanter zu machen. Diese Zielerreichung wurde festgestellt und die Ziele des Programms damit erreicht. Auch der Anfang Juli veröffentlichte erste Monitoringbericht bestätigt, dass diese Ziele erreicht wurden», erklärte eine Sprecherin des Ministeriums laut dem *pv magazin*. Die Preise für Bleibatterien seien innerhalb eines Jahres um 11 Prozent und für Lithium-Ionen-Batterien um 18 Prozent gefallen. Die beobachtete Preisentwicklung folge einer typischen Lernkurve, das bedeute bei einer Verdopplung des Produktionsvolumens fielen die Preise um 10 bis 20 Prozent. (Red.)

### D: Solarthermie 80% Heizenergie nach Sanierung

Seit dem 1. April 2015 gibt es in Deutschland eine deutlich höhere Förderung für ökologische Heizungen. Auf die Nachfrage nach Solarwärmanlagen haben die verbesserten Fördersätze im Marktanzreizprogramm (MAP) einen spürbaren Effekt. Das zeigen die Antragszahlen des deutschen Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), das die Förderanträge bearbeitet. Seit Juni sind die Anträge im Vergleich zum Vorjahreszeitraum jeden Monat gestiegen. Franz Jülg, Obstbauer im badischen Landkreis Ortenau, hat sich schon vorher entschieden, dass er auf Solarwärme umsteigen will – und zwar konsequent. Bei dem Umbau seines Wohnhauses war es sein Ziel, künftig so viel Heizenergie wie möglich solar zu erzeugen. Deshalb hat er im vergangenen Jahr eine 72 Quadratmeter grosse Solarwärmanlage auf seinem neuen, optimal ausgerichteten Dach installieren lassen. (MM)

### D: Exportierter Strom teurer als Importe

Auf *energy-charts.de* haben Wissenschaftler des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme (ISE) Daten zum deutschen Aussenhandel von Strom grafisch aufbereitet. Es zeigt sich, dass Deutschland durch den Export von Strom jedes Jahr Einnahmen in Milliardenhöhe erzielt. So waren 2014 Einnahmen von rund 1,7 Mrd. Euro zu verzeichnen. Auch 2015 wird wieder mit Einnahmen zwischen 1,5 und 2 Mrd. Euro gerechnet. Weiter zeigen die Analysen der Wissenschaftler, dass der ins Ausland exportierte Strom im Durchschnitt höhere Marktpreise erzielt als der nach Deutschland importierte. Die These, Deutschland würde überschüssigen Strom ins Ausland verschenken, lässt sich nicht bestätigen. (MM)

### Hero-Areal in Lenzburg weicht 2000-Watt-Quartier

Mehr als 500 Wohnungen und Flächen für 800 Arbeitsplätze: In Lenzburg wird auf dem ehemaligen Hero-Areal beim Bahnhof ein neuer Stadtteil gebaut. Bis 2018 soll ein nachhaltiges Vorzeigequartier



nach den Zielen der 2000-Watt-Gesellschaft entstehen. Auch eine soziale Durchmischung wird angestrebt. (MM)

## EINE INNOVATIVE ANTWORT AUF DIE SPEICHERFRAGE

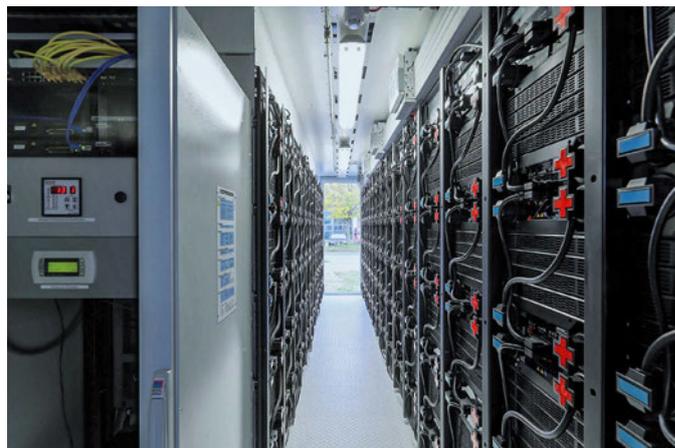


Bild: Alain Herzog, EPFL

Die Forschungsstelle für elektrische Verteilnetze an der ETH Lausanne (EPFL) hat ein Verfahren zur Steuerung und Speicherung von Energie entwickelt. Es wurde Ende Oktober auf der Website der Hochschule lanciert. Dank einer grosszügigen Mitfinanzierung des Kantons Waadt besteht das System aus einer grosszügig dimensionierten Batterie für die Industrie, welche die Waadtländer Firma Lelanché entwickelt hat, die in den Solarpark des Energieversorgers Romande Energie und EPFL integriert ist. Dies ermöglicht Tests des von Solaranlagen gespeisten Netzes unter realen Grössenordnungen. Wissenschaftler werden in den kommenden Monaten die Gelegenheit haben, neue Lösungen und industrielle Dimensionen zu testen. Dies im Hinblick auf eine optimale Ausnutzung der erneuerbaren Energien, vor allem der Photovoltaik, und ihrer Integration ins elektrische Verteilnetz. (MM)

## SPEICHER AUS GEBRAUCHTEN AUTOBATTERIEN

Mit gebrauchten Fahrzeugbatterien will eine Schweizer Firma einen 13-Megawatt-Grosspeicher bauen. An dem Projekt sind unter anderem auch Daimler und Getec Energie beteiligt. Ein Aufbruch in eine neue Dimension, die die Elektromobilität und den Stromsektor revolutionieren könnte? Der Spatenstich für den wohl grössten Second-Use-Batteriespeicher in Lünen ist in diesem Herbst jedenfalls erfolgt. Das Schweizer Unternehmen The Mobility House AG (TMH) hat 650 gebrauchte Fahrzeugbatterien gesammelt, um daraus eine moderne Lade- und Speicherstation zu errichten. In der Endstufe soll das Projekt 13 Megawatt haben und damit der grösste Second-Use-Energiespeicher der Welt sein, wie TMH mitteilte.

Das Schweizer Unternehmen hat dazu laut eigenen Angaben eine Technologie entwickelt, welche die Integration der Fahrzeugbatterien in das Stromnetz ermöglicht. In Lünen sollen die Batterien als stationärer Speicher dienen; in anderen Projekten werden sie aggregierte Schwarmpeicher fahrender Elektroautos sein. TMH setzt dabei auf gesteuertes und bidirektionales Laden. The Mobility House wurde 2009 gegründet und betreut von den Standorten München, Zürich und San Francisco aus alle führenden Automobilhersteller in über 20 Ländern weltweit. (MM)



SPEICHERTECHNIK

# BATTERIEN WERDEN BEZAHLBAR

||||| TEXT: SASCHA RENTZING

Der Automobilzulieferer Bosch will offensichtlich gross ins Geschäft mit Batteriespeichern einsteigen. Im September übernahm der Stuttgarter Konzern das kalifornische Start-up Seeo, dessen spezielle Lithium-Ionen-Batterien als besonders leistungsstark gelten. Ihre Anode, der Minuspol, besteht aus reinem Lithium statt aus herkömmlichem Grafit. Dadurch soll ihre Energiedichte und somit die Reichweite von Elektroautos bei halbem Gewicht deutlich steigen. «Die Festkörperzelle könnte eine entscheidende Durchbruchstechnologie sein», sagt Bosch-Chef Volkmar Denner. Der Konzern erwägt deshalb, die Seeo-Technik in einer neuen Batteriefertigung in grossen Mengen herzustellen. Eine Entscheidung darüber soll voraussichtlich in den kommenden zwei Jahren fallen, heisst es.

Bosch wäre das erste Unternehmen, das nach dem Rückzug der deutschen Industrie aus der Batterieproduktion den Wiedereinstieg in die Akkufertigung wagt. Eine

neue Fabrik lag in der Luft, hatten sich die deutschen Autohersteller Audi, BMW, Daimler und Volkswagen zuletzt doch sehr ernsthaft mit der Elektrifizierung ihrer Fahrzeugflotten befasst. Ausserdem sind BMW und Daimler inzwischen auch in das Geschäft mit stationären Speichern eingestiegen, um auf dem wachstums-trächtigen Feld der erneuerbaren Energien Fuss zu fassen. Daimler bestückt seit diesem Sommer Energiespeicher für den privaten und gewerblichen Einsatz mit Lithium-Ionen-Akkus seiner Tochter Deutsche Accumotive. Die gleiche Technik setzt der Konzern auch in seinen Elektrofahrzeugen ein. Ähnliche Pläne verfolgt der US-Elektroautohersteller Tesla, der seinen neuen Solar-speicher Powerwall mit Batterien aus einer eigenen Massenfertigung in Nevada ausrüsten will, die derzeit gebaut wird.

Das starke Interesse der Autokonzerne an den Batteriespeichern lässt auf deutliche Kostensenkungen bei der Technik hoffen. Das würde gleich zwei Branchen helfen, denn nicht nur als Antrieb für Elektromobile, sondern



Forscher des Karlsruher Instituts für Technologie suchen nach Wegen, die Energiedichte und die Langlebigkeit von Lithium-Ionen-Batterien weiter zu steigern und somit die Kosten zu senken.

Foto: www.kit.edu

DER BEDARF AN LITHIUM-IONEN-AKKUS FÜR ELEKTROAUTOS UND ENERGIESPEICHER STEIGT. DAS LENKT DEN FOKUS VON INDUSTRIE UND FORSCHUNG AUF DIE TECHNIK UND LÄSST ERWARTEN, DASS DIE KOSTEN DEUTLICH FALLEN.

auch als Netzstabilisatoren, die die fluktuierende Einspeisung von Solar- und Windenergie glätten, sind Akkus immer gefragter. So zeigt die für das Schweizer Bundesamt für Energie (BFE) angefertigte Studie «Energiespeicher in der Schweiz; Bedarf, Wirtschaftlichkeit und Rahmenbedingungen im Kontext der Energiestrategie 2050», dass an einer Kombination von Photovoltaik oder Windkraft mit Batteriespeichern langfristig kein Weg mehr vorbeiführt. Bisher sorgen Pumpspeicherkraftwerke für die Balance im Netz, doch bei steigenden Ökostrommengen wird ihre Kapazität künftig nicht mehr ausreichen. Ausserdem wollen sich immer mehr private Hausbesitzer und Gewerbetreibende von steigenden Strompreisen abkoppeln. Batteriespeicher können dabei helfen, indem sie einen effektiven Eigenverbrauch von Solarstrom ermöglichen. Die Akkus nehmen die tagsüber auf dem Hausdach gewonnene Sonnenenergie auf und geben sie bei Bedarf abends oder am kommenden Morgen wieder ab – so muss kaum noch Strom aus dem Netz gekauft werden.

### EFFIZIENTERE BATTERIEZELLEN

Bisher sind Kellerspeicher aufgrund ihrer hohen Kosten aber nur eine Randerscheinung. Die gespeicherte Kilowattstunde Solarstrom kostet derzeit rund 0,30 Euro und ist damit noch teurer als Haushaltsstrom aus der Steckdose, der zum Beispiel in Deutschland momentan bei durchschnittlich 29 Cent brutto rangiert. Doch Olaf Wollersheim, Leiter des Projekts Competence E am Karlsruher Institut für Technologie (KIT), geht davon aus, dass mit dem Einstieg der Autokonzerne ins Geschäft mit stationären Speichern auch die Kosten der Systeme sinken werden. «Derzeit werden noch kleine Stückzahlen in viel manueller Arbeit hergestellt. Das dürfte sich ändern: Mit den Erfahrungen aus der Autoproduktion lassen sich die Speichersysteme stärker automatisiert und mit intelligenten Integrationskonzepten herstellen.» Auch die Schlüsseltechnik der Systeme, die Batterien, werden günstiger. Aktuell liegen die Fertigungskosten von Lithium-Ionen-Batterien laut Wollersheim bei durchschnittlich 300 bis 400 US-Dollar pro Kilowattstunde.



Bild: Manz AG

**Linienbau:** Die Nachfrage nach Batterien für Elektrofahrzeuge und als Ökostromspeicher steigt. Vor allem chinesische Hersteller erweitern daher ihre Produktionskapazität.

Dank Grössenkostenvorteilen durch steigende Produktionsmengen und produktionstechnischen Verbesserungen könnten die Kosten in den kommenden Jahren auf 200 US-Dollar sinken.

Eine Batterie besteht aus mehreren elektrisch miteinander verschalteten Zellen. Vorreiter bei den Lithium-Ionen-Zellen sind derzeit die asiatischen Elektrokonzerne. Samsung aus Südkorea ersetzt demnächst seine Batteriezellen mit 60 Amperestunden durch Zellen mit 93 Amperestunden, was als grosser Entwicklungsschritt gilt. Die Amperestunde ist die Einheit der elektrischen Ladung – je mehr Amperestunden eine Zelle erreicht, desto mehr Energie kann sie speichern. Wollersheim schätzt, dass Samsungs Zellenherstellungskosten pro Kilowattstunde durch die 50-prozentige Steigerung der Nennkapazität nochmals deutlich sinken werden. Um

das zu erreichen, muss die neue Zelle nach seiner Mutmassung an vielen Stellen optimiert worden sein, etwa durch dünnere Metallfolien und Separatoren oder stärker verdichtete Elektroden.

### INNOVATIONEN AUS DER SCHWEIZ

Innovationen kommen bei den Batterien aber nicht nur aus Asien, sondern auch aus Europa. Leclanché, Anbieter kompletter Speichersysteme für den Energie- sowie für den Transportbereich mit Hauptsitz in Yverdon-les-Bains bei Lausanne, produziert im süddeutschen Willstätt gleich zwei Batterietechniken: auf Basis von Lithium-Titanat und neuerdings von Lithium-Grafit. Während sich die zuerst genannte vor allem durch ihre hohe Zyklenfestigkeit und Langlebigkeit auszeichne, könne die Grafitvariante dank ihrer hohen Energiedichte doppelt so viel Energie speichern wie Lithium-Titanat-Batterien, heisst es bei Leclanché. Damit könnten Elektrofahrzeuge wie Elektrobusse besonders lange Strecken zurücklegen. Künftig sollen die Stärken beider Techniken in gemischten Systemen miteinander kombiniert werden und so die Gesamtbetriebskosten der Leclanché-Speicher weiter reduzieren.

### INNOVATIVE MASCHINENBAUER

Auch Batterieexperten im deutschen Maschinenbauverband (VDMA) sind überzeugt, dass deutsche Unternehmen den Asiaten in der Batterieproduktion Konkurrenz machen können. Die Serienproduktion von Hochleistungszellen sei auch in Asien und den USA noch längst nicht ausgereift, heisst es in einem aktuellen Positionspapier des Verbands. Vor allem Qualität und Ausbeute müssten stimmen. Hier böte das Know-how deutscher Maschinenbauer gepaart mit den Anforderungen und Erfahrungen von deutschen und ausländischen Investoren die Gelegenheit, Batteriezellfabriken auch in Deutsch-



Bild: zVg

**Neue Speicher von Leclanché für das Eigenheim und für Elektrofahrzeuge.**

land aufzubauen. Ausserdem wäre es auch logistisch sinnvoll, den wachsenden Markt für Elektroautos und stationäre Speicher aus deutschen Batterieproduktionen zu bedienen. «Die Nachfrage steigt, und der Import sicherheitskritischer Batteriezellen ist teuer. Da lohnt es sich, eigene Fabriken aufzubauen», sagt der Batterieexperte Peter Haan von der Siemens-Division Digitale Fabrik und Sprecher des VDMA-Lenkungskreises Batterieproduktion.

Zahlreiche Entwickler und Wissenschaftler arbeiten in Deutschland bereits an der weiteren Verbesserung der Batterietechnik und an neuen Konzepten. Die Firmen F & K Delvotec Bondtech und Trumpf Laser- und Systemtechnik etwa haben gemeinsam ein neues Verfahren zur Verbindung von Batteriezellen zu -modulen entwickelt. Meistens erfolgt dieses sogenannte Bonden, indem Drähte mittels Ultraschall auf die Zellverbinder geschweisst werden. Die beiden Firmen setzen stattdessen auf Lasertechnik. «Das Laserbonden kann den Prozess deutlich beschleunigen und die Kosten senken», sagt Delvotec-Batterieexperte Josef Sedlmair. Marc Kirchhoff von Trumpf ergänzt, dass das neue, berührungsfreie Verfahren auch eine höhere Flexibilität ermögliche. «Es können beliebige Drahtdicken verwendet werden. Dadurch lassen sich grössere, leistungsstärkere Zellen verwenden.» Kirchhoff weist aber darauf hin, dass es nicht den einen Standardprozess gebe. Auch andere Verbindungstechniken hätten ihre Berechtigung und entwickelten sich weiter, so Kirchhoff.

### STEIGERUNG DER LEISTUNGSFÄHIGKEIT

Während sich die Maschinenbauer auf die Optimierung der Fertigungsprozesse konzentrieren, arbeiten Wissenschaftler an ganz neuen Batteriekonzepten. Ihr vorrangiges Ziel: die Leistungsfähigkeit der Technik weiter zu

steigern. Ein Fokus richtet sich auf sogenannte Lithium-Luft-Batterien, die eine Energiedichte von 1000 Wattstunden pro Kilogramm erreichen sollen – das Fünffache heute gängiger Lithium-Ionen-Akkus. Statt Graphit kommt bei dieser Technik für die Anode Lithiummetall zum Einsatz, als Kathode dient Luft. Der Vorteil: Die Kathode ist kein fester Bestandteil der Batterie mehr, sondern Sauerstoff aus der Luft strömt in die Batterie und reagiert mit den freigesetzten Lithium-Ionen. Das macht die Batterie leicht und kompakt. Die Autoindustrie hat deshalb bereits ein Auge auf die Lithiumtechnik geworfen. Sie könnte Reichweiten von 1000 Kilometern ermöglichen.

Eine den Lithium-Luft-Batterien ähnliche Technik sind Aluminium-Luft-Batterien. Sie nutzen statt Lithium Aluminium als Anodenmaterial. Es ermöglicht nach Angaben von Rüdiger-A. Eichel vom Forschungszentrum Jülich ebenfalls eine Energiedichte von 1000 Wattstunden pro Kilogramm, allerdings sei Aluminium im Gegensatz zu Lithium besser und günstiger verfügbar.

Wissenschaftler des KIT entwickeln unterdessen Lithium-Schwefel-Akkus, mit denen sich eine spezifische Energie von 600 Watt pro Kilogramm erreichen lässt, also mehr als das Doppelte gängiger Lithium-Ionen-Akkus. Der Nachteil der neuen Techniken ist jedoch, dass sie noch nicht stabil genug sind. Die Herausforderung bestehe darin, die Batterien so zu bauen, dass sie nicht schon nach kurzer Zeit an Kapazität verlieren, sagt Wollersheim. »Bis Lithium-Schwefel-Akkus marktreif sind, wird es schätzungsweise weitere zehn Jahre dauern. Die Kommerzialisierung von Lithium-Luft-Batterien ist noch später zu erwarten.« Am Erfolg der Akkus wird das aber wohl nichts mehr ändern. Bis die Zukunftsbatterien zur Verfügung stehen, dürften die Elektromobilität und der Markt für stationäre Speicher dank verbesserter und günstigerer Lithium-Ionen-Batterien längst laufen. ■■■■■



Bild: WEMAG AG

In der Akkuhalle: Energieversorger WEMAG und Technologieunternehmen Yunicos sorgen mit einem Batteriespeicher mit einer Leistung von fünf Megawatt im norddeutschen Schwerin dafür, dass Wind- und Sonnenstrom sicher in das Netz integriert werden.



## 4. TAGUNG SOLARWÄRME SCHWEIZ 2015

DIE INSTALLATION VON VERGLASTEN FLACH- UND VAKUUMKOLLEKTOREN IST RÜCKLÄUFIG. DIE BRANCHE STELLT SICH DEN NEUEN HERAUSFORDERUNGEN, DAMIT EINE TRENDUMKEHR IM NOCH IMMER FOSSIL DOMINIERTEN WÄRMEMARKT MÖGLICH WIRD. AN DER 4. TAGUNG SOLARWÄRMEMARKT VON SWISSOLAR SIND AUCH FRAGEN ZUM AUFBAU EINES ADÄQUATEN MARKETINGS AUFGEWORFEN WORDEN.

# MIT BESSEREM MARKETING ZU MEHR SOLARWÄRME

||||| TEXT: ANDREAS HÜGLI

Nach den Spitzenjahren 2009 bis 2012, in denen in der Schweiz jeweils rund 140 000 m<sup>2</sup> Kollektoren installiert worden sind, ist der Solarwärmemarkt hierzulande seit 2013 rückläufig (vgl. Grafik). Zwar weniger stark als in unseren Nachbarländern, aber doch substantiell. Insbesondere die Installation auf Einfamilienhäusern ist stark eingebrochen, was durch eine vermehrte Nachfrage bei Mehrfamilienhäusern zum Teil kompensiert werden kann. Die Branche ist sich einig. Damit der Negativtrend gestoppt werden kann, ist ein grundlegender Wandel notwendig. Dass nicht einzig auf die Verbesserung der po-

litischen Rahmenbedingungen gewartet werden kann, ist den über 330 Solarwärmeprofis durchaus bewusst. Die raschen Umsetzungen der Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE 2014) sind zwar dringlich, doch ist die Solarwärmbranche auch aufgefordert, ein effektives Marketing für ihre Produkte zu lancieren.

### WENIGER TECHNIK – MEHR EMOTIONEN

Als Advocatus Diaboli tritt der als Referent eingeladene Marketingexperte Walter Zürcher vor dem in Luzern versammelten Fachpublikum auf. Er kritisiert, dass sich die Branche zur Hauptsache über Technik,

Preisgestaltung, Subventionspolitik, sinkende Verkaufszahlen und Fachwissen unterhält. Dabei sei der Kunde bereit, für ein qualitativ gutes Produkt auch mehr zu

### 4. TAGUNG SOLARWÄRME SCHWEIZ 2015

Am 30. Oktober 2015 fand bereits zum vierten Mal die Tagung «Solarwärme Schweiz» in der Messe Luzern statt. Sie wurde von rund 150 Solarwärmeinteressierten besucht. Branchenexperten, Politiker sowie weitere Referenten thematisierten aktuelle Markttrends und stellten Beispiele aus Praxis, Forschung und Technik vor.



Bild: Ernst Schweizer AG

bezahlen. «Die gesamte Kommunikation muss überdacht werden. Gemeinsam soll die Branche mit verständlichen Aussagen auftreten. Kundennähe heisst das Stichwort», führt Zürcher aus. Der Werber fordert mehr Emotionalität in der Kommunikation und zeigt dies an erfolgreichen Werbekampagnen für Ökofood von Grossverteilern auf. Emotionen würden das Produkt an den Kunden oder vielmehr an die Kundin bringen.

### DIE WICHTIGSTE KUNDENGRUPPE

«Die wichtigste Zielgruppe der Werbung sind Frauen – auch in der Solarbranche», sagt Walter Zürcher in das fast ausschliesslich männliche Publikum. Frauen würden die meisten Aufträge auslösen, verwalten mehrheitlich das Geld und entscheiden grösstenteils, was täglich eingekauft werde. Genau diese Zielgruppe würde sich aber mehr für Gesundheit im Wohnbereich, bewussten Umgang mit Material und Produkten, Design mit Nutzen sowie einen sinnvollen Umgang mit Energie als für technische Belange interessieren.

### TIPPS FÜRS MARKETING

Der durch die Kampagne «Der Schreiner. Ihr Macher» bekannte Werber spart denn auch nicht mit Marketingtipps. Monteure sollen bei der Installation einer Anlage den Nachbarn Zettel in die Briefkästen verteilen: «Wir installieren bei Meiers eine Solaranlage. Wann dürfen wir Ihnen eine Offerte unterbreiten?» Mit seinen kritischen Schlussfragen an das Plenum und den von den Fachleuten per Abstimmungskarte gegebenen Antworten, will er die Branche zum Handeln anregen: «Haben Sie schon einmal in Ihrem Betrieb



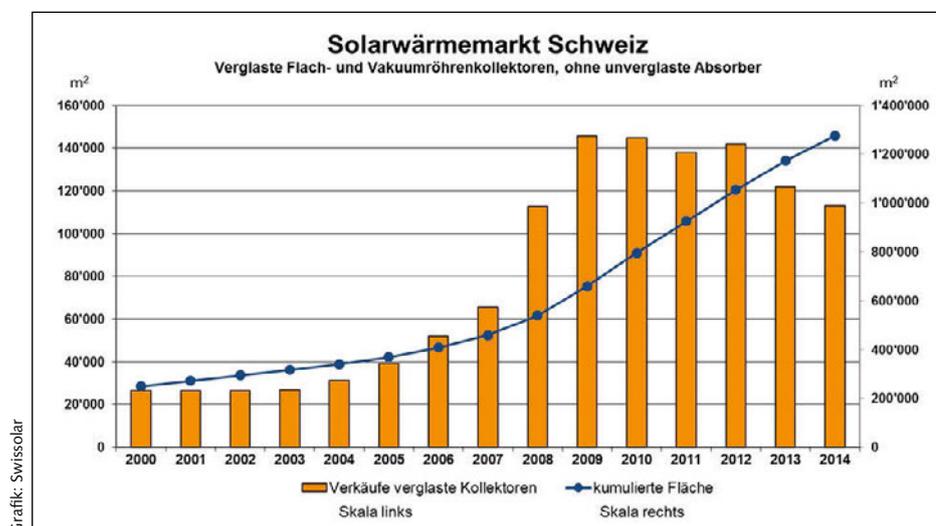
Bild: Ernst Schweizer AG

eine Frauenveranstaltung zum Thema Warmwasser aus Sonne durchgeführt? Erhalten Ihre Mitarbeitenden einen Bonus, wenn Sie einen Solarauftrag akquirieren? Hatten Sie in Ihrem Betrieb schon einmal Besuch eines Kindergartens? Beinhalten Ihre Offerten im thermischen Solarbereich immer auch Varianten? Nutzen Sie Ihr Handwerkerumfeld für den Verkauf von thermischen Solaranlagen? Investieren Sie über 10% (Vollkostenrechnung) des Umsatzes in Ihre Kommunikation?» Zürcher ist überzeugt, dass in die Kommunikation mehr investiert werden müsste, diese sei der Motor eines Betriebs. Er lässt auch darüber abstimmen, ob die Solarwärmeprofis bereit wären, während dreier Jahre eine Sonderfinanzierung an Swissolar zu entrichten, um die Kommunikation zum Thema thermische Solaranlagen voranzutreiben. Die Mehrheit der Anwesenden befürwortet dies – ein positives Signal an den Branchenverband.

### DIE WACHSTUMSMÄRKTE

Swissolar geht davon aus, dass bei heutigem Tempo mit den vorhandenen Solarprofis in den nächsten 30 Jahren rund 60 000 Mehrfamilienhäuser mit Solarwärmeinstallationen ausgerüstet werden können. Als Verkaufsargumente für den Werber stehen dabei Sicherheit (Versorgung, Zukunftssicherung, Unabhängigkeit), Gesundheit (Umweltbelastung, Zukunft, weniger Schadstoffe) und Design (Kreativität, neue Formen, Mut zur Veränderung) im Zentrum.

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



12.-16.01.2016  
Swissbau in Basel  
Halle 1.2 Stand D21

**FORSTNER**  
DIE SPEICHERMARKE

Öl und Gas werden auch wieder teuer.  
Viele Gründe sprechen für die  
Forstner Abwärmenutzung  
Besuchen Sie uns!

[www.speichertechnik.com](http://www.speichertechnik.com)

FRIONIC®  
HYGIENISCHES WARMWASSER  
IM DURCHFLUSSPRINZIP  
• Heißes Wasser & Heizen zum Nulltarif • Meister in Effizienz und Klimaschutz

**Liefert gut und preisgünstig:**

**ANSON**



**Rohr-ventilatoren**  
Für direkten Rohr-anschluss. 10–80 cm Ø. 125–15000 m<sup>3</sup>/h. Dazu pas-sendes Zubehör:



**Kanal-ventilatoren**  
Rechteckig. 400–7500 m<sup>3</sup>/h. Vorwärts-/rückwärts gekrümmte Schau-feln, reichhaltiges Zubehör von:



**ANSON WRG-Ventilatoren**  
von 230 m<sup>3</sup>/h bis 15000 m<sup>3</sup>/h. Geringer Ener-gieverbrauch. Hoher Wirkungsgrad. Rufen Sie an:

**ANSON AG 044/461 11 11 info@anson.ch**  
8055 Zürich Friesenbergstrasse 108 Fax 044/461 31 11 [www.anson.ch](http://www.anson.ch)

# ENERGIE IHRE ZUKUNFT

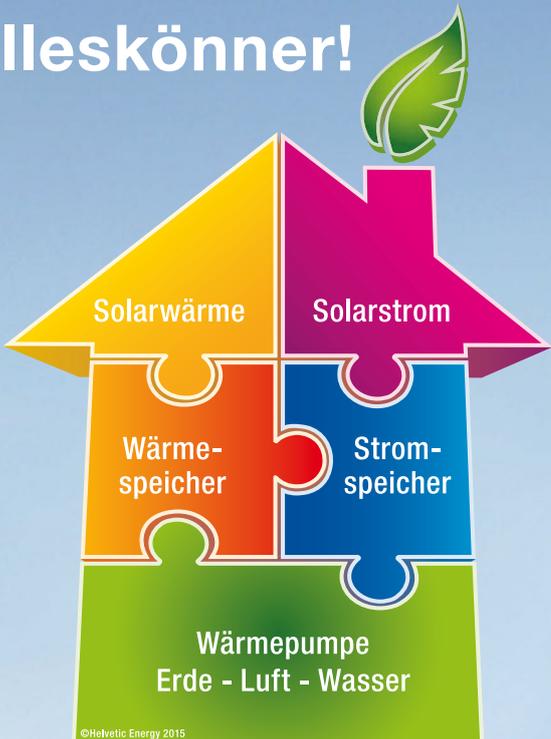
**Master of Advanced Studies FHO in Energiesysteme**  
CAS Erneuerbare Energien | CAS Photovoltaik  
CAS Elektr. Energiesysteme | CAS Solare Wärme  
CAS Wärmepumpen / Kältetechnik | Master Thesis

Mehr Informationen: [www.ntb.ch/energiemaster](http://www.ntb.ch/energiemaster)

**NTB**  
Interstaatliche Hochschule  
für Technik Buchs  
FHO Fachhochschule Ostschweiz

Partner:  
Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra  
Bundesamt für Energie BFE  
Swiss Federal Office of Energy SFOE

# Alleskönner!



**Helvetic Energy**  
Winterthurerstrasse  
8247 Flurlingen  
Tel. 052 647 46 70  
Fax 052 647 46 79  
info@helvetic-energy.ch  
[www.helvetic-energy.ch](http://www.helvetic-energy.ch)

**HELVETIC ENERGY +**  
SAUBER + SICHER + ERNEUERBAR



**HTW Chur**  
Hochschule für Technik und Wirtschaft  
University of Applied Sciences

**Studienort: Zürich**



**Weitere Infos und Anmeldung:**  
– [www.htwchur.ch/energie](http://www.htwchur.ch/energie)  
– [energiemaster@htwchur.ch](mailto:energiemaster@htwchur.ch)  
– Telefon +41 (0)81 286 24 32

FHO Fachhochschule Ostschweiz

o a o  
evaluated 08

# MAS in Energiewirtschaft

Weiterbildungs-Master für Führungskräfte in zwei Stufen:

- 1. Stufe: General Management (6 Module)**
- 2. Stufe: Energiewirtschaft (3 Module)  
Energietechnik (2 Module)  
Energierrecht (1 Modul)**

**Partner:**

Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra  
Bundesamt für Energie BFE

**VS ES**

**swisselectric**

**asut**

economiesuisse

**erdgas**  
Die freundliche Energie.

## KLIMA-GIPFEL PARIS

NOCH BIS ZUM 11. DEZEMBER VERHANDELN IN PARIS DIE POLITISCHEN ENTSCHEIDUNGSTRÄGER: ALS NACHFOLGEVERTRAG FÜR DAS KYOTO-PROTOKOLL SOLL EIN NEUES ABKOMMEN MIT VERBINDLICHEN KLIMAZIELEN FÜR ALLE 196 MITGLIEDSSTAATEN DER UN-KLIMARAHMENKONVENTION VEREINBART WERDEN.

# SUBVENTIONEN FÜR ERDÖL SOLLEN ABGESCHAFFT WERDEN

||||| TEXT: NORA SCHEEL, INGRID HESS

Seit dem 30. November und bis zum 11. Dezember 2015 findet die UN-Klimakonferenz in Paris (COP 21) statt. Es ist die 21. UN-Klimakonferenz und gleichzeitig das 11. Treffen zum Kyoto-Protokoll. Der Konferenz wird eine zentrale Bedeutung beigemessen, denn es soll eine neue internationale Klimaschutzvereinbarung in Nachfolge des Kyoto-Protokolls verabschiedet werden, an der sich alle Staaten beteiligen.

Ziel der Konferenz muss sein, die Treibhausgas-Emissionen weltweit deutlich zu senken. Daran sollen jetzt alle Länder im Rahmen ihrer wirtschaftlichen Möglichkeiten mitarbeiten. Die Schweiz wird sich in Paris auch für die Abschaffung der Subventionen für Kohle, Erdöl und Gas einsetzen. Seit Jahren laufen Bemühungen in diese Richtung – bisher allerdings ohne allzu viel konkreten Erfolg. Die Schweiz arbeitet in dieser Sache zusammen mit Neuseeland, Äthiopien, Costa Rica, Dänemark, Finnland, Norwegen und Schweden. Fast alle Länder verbilligen den Preis für Öl, Gas und Kohle. Die weltweiten Subventionen betragen im Jahr 2013 laut der Internationalen Energieagentur (IEA) umgerechnet 556 Milliarden Franken. Das ist mehr als viermal so viel, wie weltweit im selben Jahr zur Förderung von erneuerbaren Energien ausgegeben wurde. Die Abschaffung der Subventionen für fossile Energieträger wäre ein wichtiger und effektiver Beitrag zur Reduktion der Treibhausgase.

Gerade Länder wie die reiche Schweiz stehen in der Pflicht, mit entschiedenen Schritten voranzugehen. Viele Städte, Unternehmen und Organisationen machen in diesem Sinne bereits vorwärts und zeigen, dass es möglich ist, klimafreundlich und wirtschaftlich zu agieren. Die Schweiz



Bild: Klima-Allianz

Schweizer Klima-Kampagne voller Liebe.

muss für einen wirksamen Vertrag eintreten und vor allem ihre eigenen Hausaufgaben machen, fordert die Klima-Allianz. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Inland seien bis 2030 um 60 Prozent zu senken, und bis 2050 müsse die Schweiz ganz aus den fossilen Energien aussteigen. Zudem sei es wichtig, die Entwicklungsländer zu unterstützen, die wenig zur Klimaerwärmung beigetragen hätten, aber besonders darunter litten, und das nicht auf Kosten der sonstigen Entwicklungszusammenarbeit. «Bei keinem der Punkte ist die Politik bisher auch nur annähernd auf Kurs», kritisiert die Klima-Allianz.

### «DENN ICH LIEBE»

Zum Start der UN-Klimakonferenz in Paris waren in Zürich, Bern, St. Gallen, Genf und Lugano Ende November viele Menschen auf die Strasse gegangen. Der Klima-Aktionstag in der Schweiz stand unter dem Motto «Denn ich liebe». Mit einem Herzen zeigten Unterstützerinnen und Unterstützer, warum sie gegen den Klimawandel kämpfen. Auch Prominente

wie der Basler Bischof Felix Gmür, Sängerin Stefanie Heinzmann und Profiboxer Arnold «The Cobra» engagierten sich aus ihrem ganz persönlichen Grund für eine fortschrittliche Klimapolitik. Denn: «Der Klimawandel gefährdet unsere Lebensgrundlagen und setzt allem zu, was uns lieb ist: vom Kaffee über den Wald bis zur Freiheit.» Darum könne der Klimawandel niemandem egal sein. In Zürich, Bern, St. Gallen, Genf (alle 28.11.) und Lugano (29.11.) fanden am «Global Day of Action» fünf Klima-Allianz-Anlässe statt. Der Welt-Hauptanlass in Paris war aus Sicherheitsgründen verboten worden.

### 60 ORGANISATIONEN FÜR DEN KLIMASCHUTZ

Die Klima-Allianz ist ein Verbund von rund 60 Organisationen, die sich für eine faire Schweizer Klimapolitik einsetzen. Sie organisierte den Schweizer Aktionstag des weltweiten «Global Day of Action» zum Start der UN-Klimaverhandlungen in Paris.

120 Staats- und Regierungschefs und Vertreter aus 75 weiteren Ländern sind am 30. November nach Paris gekommen. Die UN-Klimakonferenz in Paris findet zwei Wochen nach den terroristischen Anschlägen, jedoch unter einem enormen Sicherheitsaufgebot statt. Kein einziger Staatschef hatte eine Vertagung des Gipfels verlangt. Allerdings soll der Gipfel auf die rein politischen Gespräche reduziert werden. Konzerte und andere festliche Veranstaltungen wurden aus Sicherheitsgründen abgesagt. |||||

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

## CAS-WEITERBILDUNG

DER AUSBAU DER ERNEUERBAREN ENERGIEN SCHREITET ZÜGIG VORAN. VIELE UNIVERSITÄTEN UND FACHHOCHSCHULEN BIETEN DESHALB NEUE STUDIENGÄNGE AN. DIE HOCHSCHULE TECHNIK IN BUCHS VERSUCHT MIT EINEM MAS ENERGIESYSTEME LEHRE UND PRAXIS ZU VERBINDEN.

# 15 PROZENT SOLARSTROM FÜR GEMEINDE



Jedes sechste Dach in Zwischenwasser hatte bis im Herbst eine Solarzelle.

Bild: zVg

||||| TEXT: MARKUS MARKSTALER\*

Der Bürgermeister und das Energiestadt-Team von Zwischenwasser (Vorarlberg) wollten aktiv die Zukunft gestalten – und setzten auf die Photovoltaik. Nur wussten sie nicht, wie gross ihr Ertrag sein wird. Aus diesem Grund wurde eine Kooperation mit der Interstaatlichen Hochschule Buchs NTB eingegangen. Die NTB beschäftigt sich seit über einem Jahrzehnt mit Energie. Sie entwickelte für die Gemeinde Zwischenwasser den Algorithmus für einen Solarkataster, der präzise Ertragsprognosen ermöglicht. Ausgangspunkt ist ein digitales Oberflächenmodell mit einer Auflösung von

0,5 Metern. Es wird mittels eines Flugzeugs durch einen Airborne-Laserscan (Lichtpuls-messung) erstellt. Mit diesen 150 Millionen Datenpunkten wird die Ausrichtung, Neigung und Grösse der Dächer einer Region ermittelt. Der NTB HPC (High Performing Computer) benötigt für die Auswertung der Daten 78 Stunden. Im zweiten Schritt werden Fernabschattungen berechnet, welche durch die Horizontlinie oder Berge gegeben sind. Zusätzlich wird die Nahabschattung einkalkuliert, die durch Bäume oder Gebäude entsteht. Als dritter Schritt wird beim Solarkataster die Strahlung orts aufgelöst berechnet. Die Analyse zeigte für die Gemeinde Zwischenwasser ein Potenzial von

11,5 MW Leistung und einer Jahresproduktion von 10,6 Mio. kWh.

### IM DIALOG MIT DEN BÜRGERN

Mit dieser Kenntnis und dem Solarkataster konnte die Gemeinde mit den Bürgern in den Dialog treten. Der Zugriff auf den Solarkataster erfolgt über das Internet. Dort kann das eigene Gebäude bzw. Dach im Orthophoto angesehen werden. Durch Anklicken werden die notwendigen Informationen angezeigt. Dazu gehören neben Anlagenleistung und Jahresertrag auch die möglichen Kosten der PV-Anlage. Gemeinsam mit hanesun wurde das Paket «Strom vom eigenen Dach» kreiert. Inhalt war ein Fixpreis für eine qualitätsgesi-

cherte PV-Anlage inklusive Abwicklung, d.h. Bauanzeige, Einspeise gesuch usw. Zusätzlich unterstützte die regionale Bank das Vorhaben durch unbürokratische Abwicklung einer Finanzierung mit einem zinslosen Darlehen für sieben Jahre. Ein 5-kW-Paket liegt bei CHF 9400.- inkl. MwSt. und Investitionsförderung. Der Investition steht der Nutzen des «Stroms vom eigenen Dach» gegenüber. Mit CHF 54.- pro Monat und nach sieben Jahren ist die PV-Anlage abbezahlt und Eigentum.

### 100 ANLAGEN IN 100 TAGEN

An einem Montag wurde mit einem Schreiben über das Paket informiert, bei der Infoveranstaltung am darauffolgenden Freitag war das Interesse gross. Bereits berichtete der erste Bürger über die Erfahrungen mit der installierten Anlage, die er sofort nach Erhalt des Schreibens bestellt und zwei Tage später in Betrieb genommen hatte. Dies setzte sich Strassenzug um Strassenzug über den ganzen Sommer fort. Beim Sonnenfest am 2. Oktober 2015 wurde in Zwischenwasser erste Bilanz gezogen: 100 Anlagen in 100 Tagen. Mit den bestehenden Anlagen sind 1,52 MW Photovoltaikleistung installiert,  $\frac{2}{3}$  davon nach Onlineschaltung des Solar katasters im April 2014. Die Leistung verteilt sich auf 170 Anlagen in Zwischenwasser. Jedes sechste Gebäude hat also eine PV-Anlage. Damit können derzeit 15 Prozent des Strombedarfs erzeugt werden. |||||

\* Institut für Energiesysteme

Projektleitung Forschung elektrische Energiesysteme und Lehrbeauftragter für Photovoltaik.

### PRAXIS UND LEHRE: NTB

Erkenntnisse aus der Praxis treffen sich an der Interstaatliche Hochschule für Technik Buchs NTB mit der Lehre. Die NTB bietet hierzu die technisch fundierte Masterausbildung MAS Energiesysteme an, welche in einzelne Fachkurse unterteilt ist. Im Frühling 2016 startet das CAS Photovoltaik und bietet neben den Grundlagen zu Photovoltaik auch die Integration von PV in das Netz zusammen mit Speichern und E-Mobilität. Die NTB bietet ferner das CAS Energiesysteme, das CAS Wärmepumpen/Kältetechnik und das CAS Solarthermie.

[www.ntb.ch/ies](http://www.ntb.ch/ies)

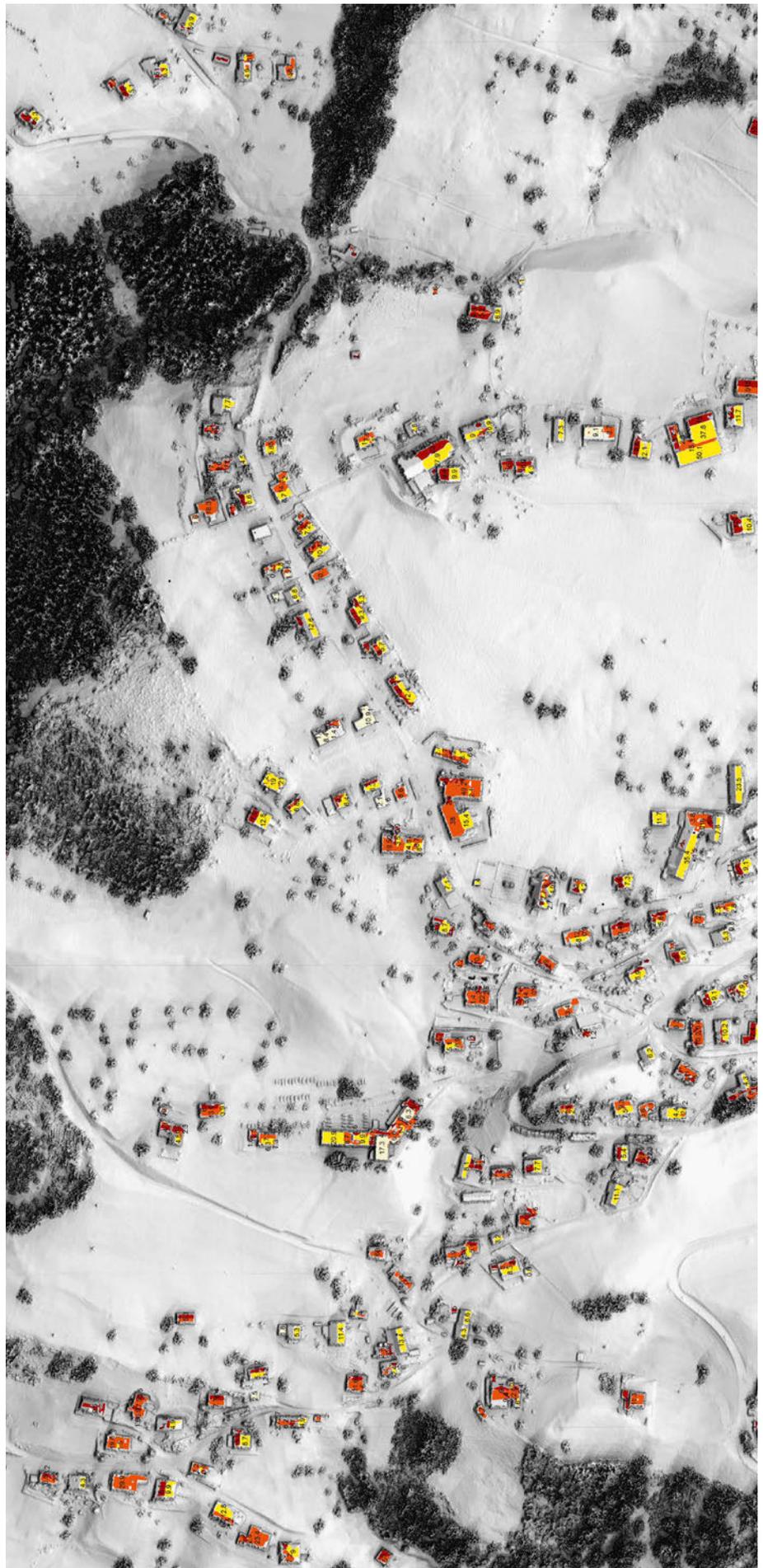


Bild: Hansa Luftbild AG

Alle wichtigen Infos mit einem Klick: Leistung, Ertrag und Kosten der Solaranlage.

## ELEKTROMOBILITÄT

WÄREN AUF DEN SCHWEIZER STRASSEN NUR NOCH ELEKTROAUTOS UNTERWEGS, KÖNNTE DAS LAND SEINEN GESAMTEN ENERGIEVERBRAUCH UM EINEN VIERTEL SENKEN. FÜR DIESE VISION LEBT JOSEF BRUSA SEIT ÜBER DREI JAHRZEHNEN. ZURZEIT BAUT DER OSTSCHWEIZER ELEKTROMOBILITÄTSPIONIER MIT SEINER ENTWICKLUNGSFIRMA BRUSA ELEKTRONIK AG EINE INDUKTIVE LADESTATION. MIT IHR LADEN SICH ELEKTROAUTOS WIE VON ZAUBERHAND.

# STROM TANKEN WIE VON ZAUBERHAND

||||| TEXT: BENEDIKT VOGEL

Seit einigen Jahren gelten E-Bikes als chic. Die Idee hinter den Elektrovelos ist allerdings schon viel älter. Einer der Ahnen von Flyer und Co. ist das SOFA, das Solarfahrrad. Eine Gruppe junger Visionäre schraubte dieses Bastelfahrzeug in den Gründerjahren der Ökobewegung zusammen. Ein Solardach lieferte den Strom für das SOFA. Der Antrieb stammte von einem jungen Elektroingenieur. Er hiess Josef Brusa und schloss damals, im Jahr 1981, gerade die Interstaatliche Hochschule für Technik in Buchs (SG) ab. Der frisch gebackene Ingenieur gehörte zu den Solarpionieren, deren Elektrofahrzeuge dann an der «Tour de Sol» um die Wette eiferten. Die erste «Tour de Sol» startete 1985. Das war auch das Jahr, in dem Josef Brusa seine Faszination für alternative Antriebssysteme zum Beruf machte. Er gründete eine Firma, die Komponenten für Solar- und Elektrofahrzeuge herstellte. 30 Jahre später ist die Brusa Elektronik AG ein Unternehmen mit weltweitem Renommee und engen Lieferbeziehungen zu Automobilkonzernen wie Daimler, BMW, Volvo, VW, Audi, Magna Steyr sowie amerikanischen und asiatischen Herstellern. Mit der Entwicklung und Produktion von Elektroantrieben, Batterien und leistungselektronischen Komponenten für Elektromobile setzen die 120 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Brusa Elektronik AG im Jahr 25 Mio. Fr. (2015) um. Auf dem Firmenparkplatz in Sennwald (SG) glänzen ein Renault ZOE, ein Opel Ampera und ein Volvo C30 Electric um die Wette – der Tesla ist heute unterwegs. Josef Brusa, der Firmenchef, fährt noch nicht vollelektrisch. Er hat einen Toyota

Prius mit Hybridantrieb. «Als ich mein Auto vor zehn Jahren kaufte, waren noch keine reinen Elektrofahrzeuge auf dem Markt», sagt der 58-Jährige, als müsse er sich für ein Missgeschick entschuldigen.

### DENKFABRIK FÜR ELEKTROMOBILITÄT

Vom Parkplatz zur Produktionshalle sind es nur wenige Schritte. Hier stellt Brusa Ladegeräte für E-Mobile her, in kleiner Ausführung mit 3,5 oder 7,2 kW Leistung, aber auch in der Grossausführung mit 22 kW, wie sie dann in Hambach (Lothringen [F]) in den Elektro-Smart eingebaut werden. Daneben produziert die Firma eine breite Palette von leistungselektronischen Bauteilen für Elektrofahrzeuge:

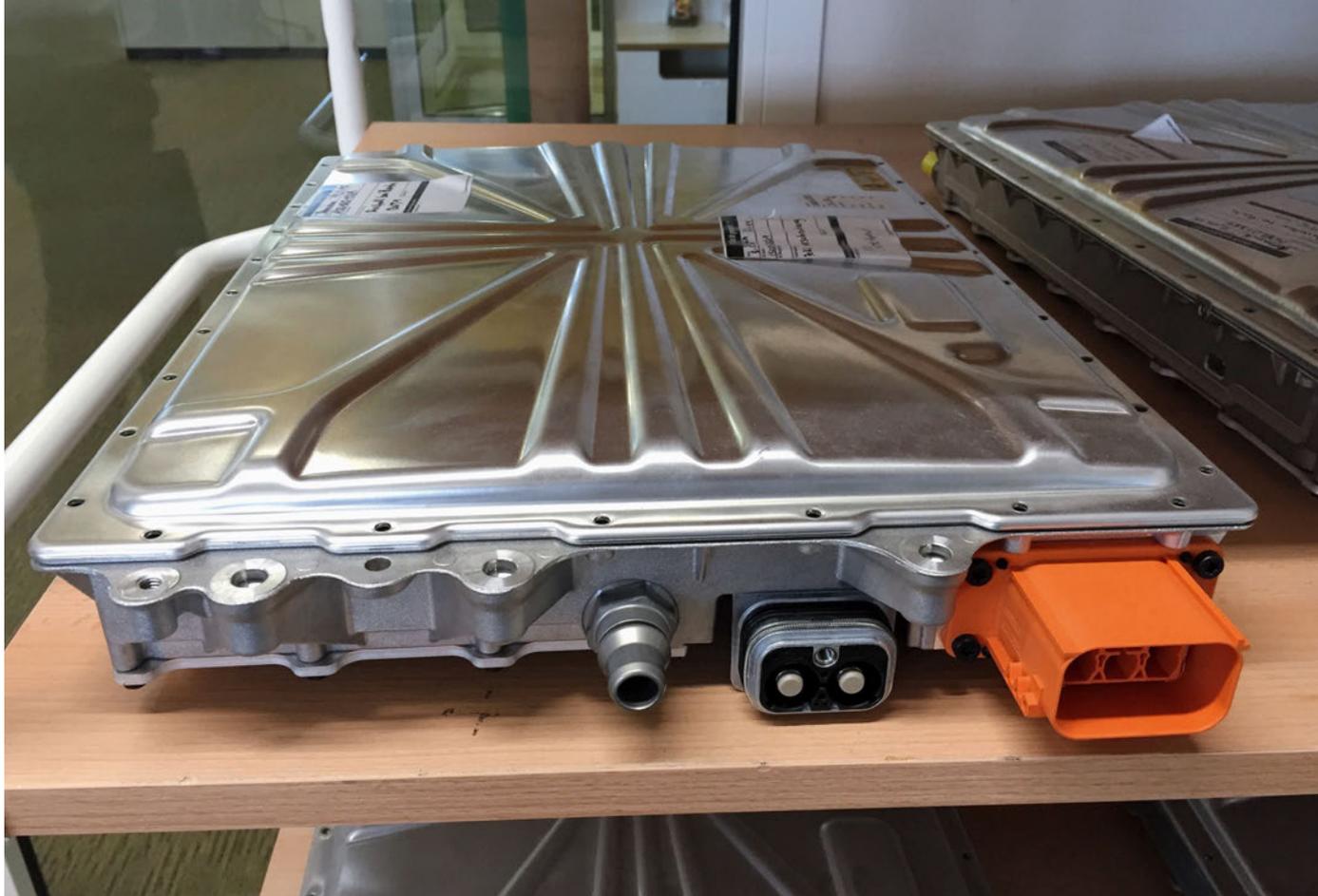
Umrichter, die aus der Gleichspannung der Batterie Drehstrom für die Elektromotoren herstellen. Oder DC/DC-Spannungswandler, die den Batteriestrom (400 Volt) für die Anwendung in Autoradio, Scheibenwischern und Lichtanlage auf 12 Volt transformieren. Oder Batteriemanagementsysteme, die Verlässlichkeit und Lebensdauer der Akkus entscheidend beeinflussen.

Mehr noch als Produktionsstätte ist die Brusa Elektronik AG aber Entwicklungsabteilung. «Die Firma ist ein Thinktank, und ihr Chef Josef Brusa ein Steve Jobs der Elektromobilität», sagt Martin Pulfer vom Bundesamt für Energie, das Brusa seit 1991 immer wieder bei innovativen Projekten unterstützt hat. Drei Fünftel der



Auf diesem Prüfstand können Motoren bis zu 150 kW getestet werden.

Bilder: Benedikt Vogel



Ladegerät dieses Typs mit 22 kW Leistung werden zum Beispiel in den Elektro-Smart eingebaut.

Brusa-Belegschaft arbeiten in der Entwicklungsabteilung. Jedes Jahr fließen einige 100 000 Franken in neue Patente. Die St.Galler Firma begleitet die ganze Entwicklungskette von der Idee über die Produktentwicklung, die Industrialisierung und die Testung bis zur Serienproduktion. Damit ist sie optimal aufgestellt, zum Beispiel für die Ausrüstung von Testflotten mit Stückzahlen von einigen Hundert Fahrzeugen oder von kleinen Serien bis zu Serien von einigen Tausend Geräten.

### KOMFORTABEL LADEN WIE NIE ZUVOR

Josef Brusa führt den Besucher durch die Entwicklungsabteilung, vorbei an Prüfständen und Messapparaturen, an Arbeitsplätzen mit Softwaretools für magnetische, thermische und mechanische Berechnungen, an reich bestückten Leiterplatten, die nicht fotografiert werden dürfen. Geschäftsgeheimnis! Josef Brusa bleibt bei einem schwarzen Ungetüm stehen, das aus einer festen und einer losen Platte besteht. «Die untere Platte wird zu Hause in den Boden der Garage eingebaut, die lose Platte kommt ins Auto. Diese induktive Ladestation wird in zwei bis drei Jahren das kontaktlose Laden von Elektroautos ohne Stecker ermöglichen», sagt Brusa. Besitzer parkieren ihr Auto am Abend in der Garage, dort wird es über

Nacht automatisch geladen, am Morgen steht es mit voller Batterie zur Abfahrt bereit. Zwar ist die Ladeleistung mit 3 kW nur etwa gleich gross wie die eingebauten Ladegeräte in der kleineren Version, dafür umso bequemer. Eine Komfortlösung für Plug-in-Fahrzeuge im oberen Preissegment, sagt Josef Brusa.

Die induktive Ladestation ist eines von Brusas aktuellen Entwicklungsprojekten. Als Partner mit im Boot sind mit Daimler und BMW zwei deutsche Autokonzerne. Das Marktpotenzial induktiver Ladestationen ist gross. Gross sind aber auch die Anforderungen an die Entwickler. Während die Zahnbürste mit einer Leistung von weniger als einem Watt induktiv geladen wird, sollen es bei der Ladestation für Elektroautos 3,7 kW werden, also über 3700 Mal mehr. Die Ladeinfrastruktur muss autoseitig kompakt sein, bei hohem Wirkungsgrad arbeiten (>90% bis 13 cm Bodenfreiheit), und kosten darf sie so wenig wie nur möglich. Damit die Ladestation funktioniert, muss ein Detektionssystem dem Fahrer rückmelden, ob das Auto korrekt auf der Ladefläche steht – die Fehlertoleranz liegt bei 15 cm seitlich und 7,5 cm in Fahrtrichtung.

Daneben sind es Sicherheitsfragen, die die Brusa-Ingenieure auf Trab halten: Der Ladevorgang muss automatisch stoppen, wenn die Katze Schaden nehmen könnte oder wenn das elektrische Feld die Alu-

folie einer liegen gebliebenen Zigarettenschachtel in Brand zu setzen droht. Die Vorschriften zur elektromagnetischen Strahlung müssen eingehalten werden, was insofern leicht fällt, als die magnetischen Felder bei der von Brusa entwickelten FRAME-Technologie geringer sind als z.B. bei einem induktiven Kochfeld. Um die Zuverlässigkeit ihres induktiven Ladensystems zu prüfen, steht in Sennwald ein Klimaschrank parat. Hier wird die neue Ladetechnik schockartigen Temperaturwechseln zwischen 80°C und -40°C ausgesetzt. Weitere Tests evaluieren die Robustheit der Geräte gegenüber Salznebel und Erschütterungen. Gegenwärtig testen die Brusa-Experten das reibungslose Zusammenspiel der Komponenten. Funktioniert die induktive Ladestation nach Wunsch, steht in Kooperation mit Partnern deren Industrialisierung an, also der Bau von Produktionsstrassen für die spätere Serienproduktion.

### ELEKTROMOBILITÄT ERMÖGLICHT DEN UMSTIEG AUF ERNEUERBARE ENERGIEN

Jetzt sitzt Josef Brusa im Besprechungszimmer, vor sich die Powerpoint-Präsentation, mit der er Menschen rund um den Globus immer wieder die zentrale Frage beantwortet: Warum müssen wir in Zukunft elektrisch Auto fahren? Der Diplomingenieur klickt durch die Grafiken. Die



Bild: Benedikt Vogel

Josef Brusa auf dem Parkplatz der Brusa Elektronik AG, die in Sennwald (SG) Komponenten für Elektromobile entwickelt und herstellt.

Menschheit baut ihren Komfort noch immer auf 80% fossilen Energieträgern, verschwendet diese in Verbrennungsmotoren mit einem Wirkungsgrad von gerade einmal 15%. «Bei Elektroautos ist der Wirkungsgrad vier Mal höher, hier bringe ich also 60% der Energie zum Rad», sagt Brusa und folgert: «Würde die Schweiz ganz auf Elektromobile umstellen, liesse sich der gesamte Energieverbrauch um einen Viertel senken.»

Elektromobilität ermöglicht den Umstieg von fossilen Treibstoffen auf erneuerbare Energien im Strassen-, aber auch im Schiffsverkehr. Elektrofahrzeuge verursachen beim Fahren kaum Emissionen und insbesondere in Wohngebieten bei tieferen Geschwindigkeiten weniger Lärm. Bestechende Vorteile, findet Josef Brusa, und für einen Augenblick verwandelt sich der Ingenieur in einen engagierten Verkehrspolitiker. Fordert eine gut ausgebaute Ladeinfrastruktur nach einem vereinheitlichten Standard. Fordert Anreizsysteme zur Förderung der Elektromobilität, etwa nach dem Vorbild Norwegens. Fordert die Ablösung der Autobahnvignette durch ein Roadpricing, das Elektroautos begünstigt. Die mangelnde Reichweite, die den Elektroautos bisweilen angekreidet wird, ist für Josef Brusa kein wirkliches Hindernis. Je nach gewünschter Reichweite werde man

sich in Zukunft einfach die passende Batterie einbauen lassen. Wer weiter fahren möchte, müsse halt etwas mehr für den Stromspeicher bezahlen.

### VOM EXOTEN ZUM ALLTAGSPRODUKT

Technisch gesehen, sagt Josef Brusa, stehe dem Durchbruch des Elektroautos nichts mehr im Weg: «Daran haben wir 30 Jahre gearbeitet.» Diese 30 Jahre, in denen sich das Elektroauto vom Exoten zum Alltagsfahrzeug gemausert hat, ist eine lange Geschichte mit vielen kleinen und grossen Fortschritten. Da war um die Jahrtausendwende die Entwicklung des Hybridsynchronmotors, eines leistungsstarken Motors, der den Elektroautos einen Entwicklungsschub gab wie die Lithiumbatterien, die zur selben Zeit auf den Markt kamen. In den 30 Jahren seit der Gründung hat die Brusa Elektronik AG sieben Generationen von Ladegeräten entwickelt, die mit der induktiven Ladestation nun eine innovative Fortsetzung finden.

Die Firma durfte immer wieder Innovationspreise entgegennehmen. So 2012 für ein Schnellladegerät mit 22 kW Leistung, das eine Batterie sechs Mal schneller lädt und die meisten Batterien in deutlich weniger als einer Stunde befüllt. Ein Jahr später macht der vollelektrische Lkw

E-FORCE ONE mit einer Spitzenleistung von 300 kW (408 PS) und einer Reichweite von bis zu 300 km Furore – Brusa hatte den E-Truck mit zwei Elektromotoren, Ladegeräten und Umrichter ausgerüstet. Aktuell entwickeln die Elektroingenieure in Sennwald für einen japanischen Hersteller von Brennstoffzellen-Autos einen Umrichter, der den Motor der Luftturbine (200 000 U/min) mit Strom versorgt. «Ist der politische Wille da», sagt Josef Brusa, «können wir bis 2050 den gesamten Verkehr in der Schweiz zur einen Hälfte mit Hybrid-, zur anderen Hälfte mit reinen Elektromobilen bewältigen.» 1980 hat Josef Brusa begonnen, für dieses Ziel zu arbeiten. 35 Jahre sind seither vergangen. 35 Jahre bleiben, um diese Vision Wirklichkeit werden zu lassen. |||||

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

## TANDEMZELLE

ERSTMALS IST ES TEAMS AUS DEM HELMHOLTZ-ZENTRUM BERLIN UND DER ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE GELUNGEN, EINE SILIZIUM-HETEROSOLARZELLE MIT EINER PEROWSKIT-SOLARZELLE MONOLITHISCH ZU KOMBINIEREN. UND AUCH DIE EMPA HAT EINE NEUARTIGE TANDEMZELLE PRÄSENTIERT. IN ZUKUNFT KÖNNTEN DAMIT SOGAR WIRKUNGSGRAD VON BIS ZU 30 PROZENT REALITÄT WERDEN.

# HOFFNUNG AUF HOHE WIRKUNGSGRAD

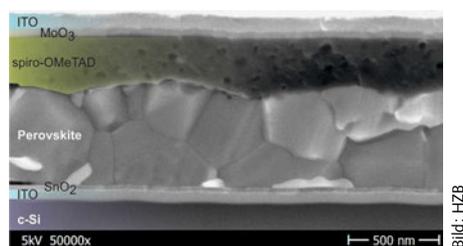
Das organisch-anorganische Material Perowskit ist eine der grössten Überraschungen in der Solarzellenforschung: In nur sechs Jahren hat sich der Wirkungsgrad von Perowskit-Solarzellen verfünffacht, darüber hinaus können Perowskit-Schichten aus einer Lösung hergestellt und in Zukunft kostengünstig auf grosser Fläche gedruckt werden.

Weil Perowskit-Schichten das Licht im blauen Spektrum sehr effizient nutzen, ist es interessant, sie mit Silizium-Schichten zu kombinieren, die vor allem das langwellige, rote und nahinfrarote Licht umwandeln. Doch praktisch ist der Bau solcher monolithischer Tandemzellen aus einer Abfolge von aufeinander abgedehnten Schichten schwierig: Denn um hohe Effizienzen zu erhalten, werden die Perowskite üblicherweise auf Titandioxid-schichten aufgeschleudert, die zuvor bei knapp 500 Grad Celsius gesintert werden müssen. Solche Temperaturen vertragen jedoch die amorphen Siliziumschichten nicht, die bei Hetero-Siliziumzellen den kristallinen Siliziumwafer bedecken.

### NEUE FUNKTIONALE SCHICHTEN MACHENS MÖGLICH

Nun hat ein Team um Prof. Dr. Bernd Rech und Dr. Lars Korte vom HZB-Institut für Siliziumphotovoltaik in Zusammenarbeit mit dem PVcomB und einer Gruppe um Professor Michael Graetzel von der École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) erstmals eine solche monolithische Tandemzelle hergestellt: Es gelang, auf der Heterosiliziumzelle mit einem schonenden Verfahren eine Zinndioxidlage bei kleinen Temperaturen abzuschleiden; auf diese Unterlage konnte eine dünne Perowskit-Schicht aufgeschleudert und mit einem Lochleitermaterial bedeckt werden.

Ein weiteres Schlüsselement dieser Zellarchitektur ist der transparente Topkon-



Querschnitt durch den Aufbau der Tandemzelle zeigt diese SEM-Aufnahme.

takt: Die dafür notwendigen Metalloxide werden durch Kathodenzerstäubung (Sputtern) abgeschieden und würden unter üblichen Bedingungen die sensible Perowskit-Schicht sowie den Lochleiter zerstören. Hier hat das Team in Berlin das Verfahren modifiziert und eine transparente Schutzschicht eingebaut. Die hybride Tandemzelle erreichte einen Wirkungsgrad von 18 Prozent. Die Leerlaufspannung beträgt 1,78 Volt. «Damit wäre diese Materialkombination sogar für die Erzeugung von Wasserstoff aus Sonnenlicht interessant», sagt Dr. Steve Albrecht, Erstautor der Arbeit, die nun im renommierten Journal Energy & Environmental Science erschienen ist.

### AUCH EMPA FORSCHT AN TANDEMZELLE

Auch bei der Empa wird an der Tandemzelle geforscht. Gemäss einer Mitteilung von Mitte November erreichte die Tandemsolarzelle der Empa sogar auf Anhieb einen Wirkungsgrad von 20,5 Prozent bei der Umwandlung von Licht in Strom. Sie liegt damit auf Augenhöhe mit den besten bisher produzierten flexiblen Solarzellen der Welt. Dabei ist ihr Potenzial noch längst nicht ausgeschöpft, wie die Empa-Forscher betonen.

Der Schlüssel zu dem Doppelerfolg war die Entwicklung einer halbtransparenten Solarzelle aus Methylammonium-Bleiodid,

das sich in Form winziger Perowskit-Kristalle abscheidet. Als Unterlage für den Perowskit dient eine Substanz mit dem Kürzel PCBM (Phenyl-C61-Buttersäure-Methylester). Jedes PCBM-Molekül enthält 61 Kohlenstoffatome, die in Form eines Fussballs miteinander verknüpft sind. Auf diese Fussballschicht wird sozusagen «lauwarm» der Perowskit aufgedampft. Der Zauberkristall schluckt UV-Strahlen und den blauen Anteil des sichtbaren Lichts und verwandelt diese in Strom. Rotes Licht und Infrarotstrahlung lässt der Kristall jedoch passieren. So können die Forscher unter der halbtransparenten Perowskit-Zelle eine weitere Solarzelle anordnen, die das restliche Licht in Elektrizität umwandelt.

### EFFIZIENTE SOLARZELLEN ALS SCHLÜSSEL ZUM ERFOLG

Als untere Schicht der Tandemsolarzelle dient den Empa-Forschern eine CIGS-Zelle (Kupfer-Indium-Gallium-Diselenid) – eine Technik, an der das Team bereits seit Jahren forscht. Auf Basis der CIGS-Zellen läuft bereits eine Kleinserienproduktion für flexible Solarzellen.

Stephan Bücheler, der im Empa-Team die Laborforschung koordiniert, weist darauf hin, dass das Wettrennen um Effizienzen in der Solarzellenforschung beileibe nicht nur ein akademisches Schaulaufen ist. «Bei der Herstellung von Solarstrom wird nur die Hälfte der Kosten durch die Solarmodule selbst verursacht. Die andere Hälfte der Kosten kommt von der Infrastruktur: Wechselrichter, Verkabelung, Tragekonstruktionen für die Zellen, Ingenieurskosten und Installation. All diese Nebenkosten sinken, wenn die Solarzellen effizienter werden und folglich kleiner gebaut werden können. Effiziente Solarzellen sind damit der Schlüssel zu preisgünstigem Ökostrom.» (MM, Red.)

www.helmholtz-berlin.de, www.empa.ch

## KEV

DER DURCH DIE KEV-FÖRDERUNG AUSGELÖSTE BOOM DER KLEINWASSERKRAFT HAT EINE DEBATTE ÜBER DEN SCHUTZ NATÜRLICHER FLIESSGEWÄSSER AUSGELÖST. STREITPUNKT IST, AB WELCHER LEISTUNGSUNTERGRENZE EIN KLEINSTWASSERKRAFTWERK\* GEFÖRDERT WERDEN SOLL.

# KAMPF UM DIE LETZTEN NATÜRLICHEN FLÜSSE

||||| TEXT: ANDREAS HÜGLI

Der Bau von Kleinwasserkraftwerken bleibt umstritten. Jüngstes Beispiel liefert der Streit um sechs geplante Kleinwasserkraftwerke der IBAarau an der Suhre und der Wyna. Noch vor zehn Jahren plante der Kanton Aargau, die historischen Stauwehre abzubauen, um die beiden Flüsse auf der ganzen Länge hindernisfrei zu vernetzen. Dass fünf historische Wuhren in Buchs und Suhr geopfert werden sollen, passt dem Aargauer Heimatschutz überhaupt nicht, und er hat deshalb gegen die Revision der Nutzungsordnung Einsprache erhoben. In Schöffland, wo die Gemeinde ein Kleinwasserkraftwerk bauen will, wehren sich die Umweltverbände: Gegen den «unverständlichen Entscheid» des Kantons, der das Projekt bewilligt hat, haben Aqua Viva, WWF Aargau und WWF Schweiz Beschwerde eingereicht. Sie fordern statt des neuen Kraftwerks den Rückbau der alten Anlage und die naturnahe Gestaltung der Suhre. Die beiden Verfahren für die sechs geplanten Anlagen laufen. Umwelt- und Heimatschutzverbände wehren sich punktuell gegen die Kleinwasserkraft.

### KEV LÖSTE BOOM AUS

Die kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) löste einen regelrechten Boom bei den Kleinwasserkraftwerken aus. Vor ihrer Einführung im Jahr 2006 gab es bereits über 1000 Kleinwasserkraftwerke. Seither wurden 1264 Projekte für Kleinwasserkraftwerke bei der nationalen Netzgesellschaft Swissgrid eingereicht. Davon sind 466 Werke in Betrieb, weitere 349 haben einen positiven Bescheid erhalten, sind aber noch nicht realisiert worden, und 449 Gesuche sind noch auf der Warteliste. Aus dem KEV-Fond sind so insgesamt knapp 132 Millionen Schweizer Franken

in die Förderung der Kleinwasserkraft geflossen, leicht mehr als in die Förderung von Photovoltaikanlagen.

### WAS DIE KLEINWASSERKRAFT HEUTE LEISTET

Immerhin lieferten jene 466 in Betrieb stehenden Kleinwasserkraftwerke, die von der KEV profitieren (Stand Oktober 2015) 1,1 TWh Strom, rund ein Drittel der Produktion aller neuen, durch die KEV geförderten, erneuerbaren Energien. Dies geht aus dem jüngsten von der Swissgrid publizierten KEV-Cockpit hervor. Gemäss Expertenschätzung der ETH Lausanne könnte bis 2035 die Gesamtproduktionskapazität jährlich gar etwa 5 TWh erreichen. Der Zehnjahresschnitt des AKW Mühleberg beträgt 2,86 TWh Strom. Wie dieses Potenzial dann tatsächlich ausgeschöpft werde, hänge primär von der Unterstützung des Bundes für diese Technologie aus. Die Experten gehen davon aus, dass das Potenzial der Kleinwasserkraft bei ca. 3% des Stromverbrauchs liegt.

### BUHLEN UM DIE FÖRDERGELDER

Der Stiftung KEV stehen momentan jährlich 543,4 Millionen Franken zur Förderung erneuerbarer Energien zur Verfügung. Diese teilen sich die unterschiedlichen Technologien auf, wobei die Biomasse für realisierte Anlagen bis anhin am meisten Fördergelder erhalten hat und Windprojekte ein eigentliches Mauerblümchendasein fristen. Dieser stand gegenüber der Kleinwasserkraft rund zehnmal weniger KEV-Fördergeld zur Verfügung.

Die KEV-Warteliste ist lang – mit über 35000 Projekten insbesondere bei der Photovoltaik. Sollte die Warteliste auf einen Schlag abgebaut werden, fehlen zur Förderung sämtlicher Technologien heute



Bild: © Programm Kleinwasserkraftwerke

Um natürliche Fließgewässer zu schützen, wird die Förderung der Kleinstwasserkraft vom Bund zurückgefahren.

511,8 Millionen Franken, um diesen Betrag ist die KEV heute überbucht.

### FÖRDERUNTERGRENZE IN DER ENERGIESTRATEGIE 2050

Heute kann jedes Kleinwasserkraftwerk KEV-Förderung beantragen, sei die Leistung auch noch so klein. Es besteht keine Leistungsuntergrenze, damit ein Werk gefördert werden kann. Der Bundesrat hat dies in der Botschaft vom 4. September 2013 zum ersten Massnahmenpaket der Energiestrategie 2050 aufs Tapet gebracht, weil bei vielen Kleinstkraftwerken der energetische Ertrag gering ist, die Kosten und der potenzielle Schaden an der Umwelt dagegen hoch sind. Der Bundesrat ist damit auf die Kritik von Fischern und Umweltschützern eingegangen und will demnach nur noch Kleinwasserkraftwerke mit einer Leistung von über 300 Kilowatt mit KEV-Geldern finanzieren. Der Nationalrat war vor Jahresfrist gar noch weiter gegangen und hatte die Leistungsuntergrenze auf ein Megawatt (1000 Kilowatt) erhöht. Die Mehrheit befand, Kleinstwasserkraftwerke hätten im Verhältnis zum Eingriff in die Natur einen geringen Nutzen. Der Ständerat hingegen krebste wieder zurück und schloss sich in der vergan-

Inserat

genen Herbstsession der Fassung des Bundesrats an.

### BÜRGERLICHE KRITIKER

«Wir setzen bei Kleinstkraftwerken viel Geld ein für wenig Leistung und richten damit viel Flurschaden an», sagte Ständerat Werner Luginbühl (BDP BE) anlässlich der Debatte. 99% der Wasserkraftwerke hätten mehr Leistung als ein Megawatt, gab Luginbühl, Verwaltungsratspräsident der Kraftwerke Oberhasli AG, zu bedenken. Würde die Grenze dort gesetzt, würden die 100 kleinsten Anlagen nicht mehr unterstützt. Diese beanspruchten viele Fördergelder und weckten grosse Widerstände, nicht nur bei Umweltorganisationen. Vergeblich setzte er sich für eine höhere Untergrenze zur Förderung von kleinsten Wasserkraftwerken ein.

### ÖKOLOGISCHE KRITERIEN GEFRAGT

Auch Ständerat Roberto Zanetti (SP SO) warb für die höhere Untergrenze, «im Interesse der Fische und auch der Fischer». Nicht jeder Flusslauf sollte verbaut werden. Zanetti ist Präsident des Schweizerischen Fischerei-Verbandes (SFV). Die Mehrheit im Ständerat war aber der Ansicht, auch die Produktion vieler Kleinstanlagen lohne sich in der Summe. Für die Umweltorganisation Pro Natura ist die Kleinwasserkraftförderung ökologisch schädlich und sollte aufgegeben werden. Diese sei pro kWh gegenüber Grossanlagen wesentlich teurer und für die Energiewende bedeutungslos. Über 90% des Stroms aus Wasserkraft stamme heute aus Grossanlagen, während die weit über 1000 Kleinwasserkraftwerke gerade mal 9% dazu beitragen würden. Der zusätzliche Ausbau der Kleinwasserkraft an bislang ungenutzten Gewässern leiste keinen entscheidenden Beitrag an die Energiewende. Unbestrittene Anlagen in Trinkwasser- oder Abwasserinfrastrukturen sollen



Unbestritten ist die Förderung zur Stromerzeugung bei Trinkwasser- oder Abwasserinfrastrukturen. Anfang 2014 wurden die KEV-Mindestbeiträge dazu erhöht.

selbstverständlich weiterhin gefördert werden. Von zentraler Bedeutung ist für Pro Natura, dass klare ökologische Kriterien für die Vergabe von Fördergeldern definiert werden.

### INTERESSENVERBAND LÄSST KRITIK NICHT GELTEN

Der Interessenverband Schweizerischer Kleinstkraftwerk-Besitzer (ISKB) lässt diese Kritik der Umweltorganisation nicht gelten. In seiner Broschüre führt der Verband verschiedene Gründe auf, die aus seiner Sicht die Förderung der Kleinwasserkraft auch unter 300 kW Leistung notwendig macht: Netzstabilität, ökologische Unbedenklichkeit, maximales Restwasser, kein Schwall und Sunk, ökologische Aufwertung von Flussschwellen, Einbau von Fischtreppe, erprobte Technologie, tiefe Kosten und regionale Arbeitsplätze. Der ISKB ist überzeugt, dass auch Kleinstwerke ökonomisch und ökologisch viel mehr Nutzen als Schaden bringen.

### TREND ZUR FÖRDERUNG UNBEDENKLICHER NEBENNUTZUNGEN

Der politische Wille zielt darauf ab, die Entwicklung von Minikraftwerken an natürlichen Gewässern zu begrenzen. Die Förderung der Kleinstwasserkraft an natürlichen Fließgewässern ist seit der KEV-Senkung bereits im Januar 2014 zurückgegangen. Der Bund will nicht weiter eine Technologie fördern, die weitgehend ausgereift ist und kaum Kostensenkungspotenziale aufweist. So können die letzten natürlichen Flussläufe erhalten werden. Gleichzeitig wurden die Subventionen für die ökologisch unbedenklichen Nebennutzungsanlagen erhöht. Der Ausbau von bestehenden Trinkwasser- und Abwasserinfrastrukturen zur Stromproduktion wird verstärkt gefördert und ist unbestritten.



Bereits genutzte Gewässer könnten durch den Einbau von Fischtreppe wie hier in Süddeutschland ökologisch aufgewertet werden.



Die Schweizerische Vereinigung für Sonnenenergie ist eine nationale Vereinigung, die mit 5500 Mitgliedern in 13 Regionalgruppen in allen Regionen der Schweiz tätig ist. Zu den Hauptanliegen der SSES gehört die Förderung der Sonnenenergie. Sie vermittelt Wissen, nimmt Stellung zu energiepolitischen Vorlagen, vertritt als Konsumentenorganisation die Anliegen der Betreiber/innen von Solaranlagen und setzt sich für die Qualitätssicherung ein.

Für unser Zentralsekretariat in Bern suchen wir per 1. Mai 2016 eine/n

### GESCHÄFTSFÜHRER/IN (60%)

Sie haben eine kaufmännische Ausbildung und sind technisch interessiert und sprechen fließend französisch. Ihnen liegt die Nutzung der Sonnenenergie und der erneuerbaren Energien am Herzen. Idealerweise haben Sie Erfahrung in der Arbeit einer Umweltorganisation.

Konsultieren Sie die ganze Stellenausschreibung ab 11. Dez. 2015 auf [www.sses.ch/job-de](http://www.sses.ch/job-de).

Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung!

\* Der Bund versteht unter Kleinstwasserkraftwerken Anlagen mit einer Leistung von 50 bis 299 kW, Kleinwasserkraftwerke sind Anlagen mit einer Leistung zwischen 300 kW und 10 MW.

## FÖRDERUNG

DIE WARTELISTE UM DIE FÖRDERGELDER AUS DEM TOPF DER KOSTENDECKENDEN EINSPEISEVERGÜTUNG WIRD NACH WIE VOR IMMER LÄNGER. DIE KEV ERFÜLLT IHREN ZWECK ALS FÖRDERINSTRUMENT NICHT MEHR. DAS BUNDESAMT FÜR ENERGIE RÄT ANLAGENBESITZERN, STATT DER KEV EINMALVERGÜTUNG ZU BEANTRAGEN.

# KEV-WARTELISTE WIRD IMMER NOCH LÄNGER

REDAKTION: INGRID HESS

Das Bundesamt für Energie hat Mitte November seine aktualisierten Erläuterungen zur KEV herausgegeben. Es beantwortet darin aktuelle Fragen zur kostendeckenden Einspeisevergütung. Tatsache ist, dass nach wie vor viele neue Solaranlagen geplant oder auch realisiert werden. Bei der Swissgrid gehen im Durchschnitt 1000 neue Anmeldungen pro Monat ein. Da die zur Verfügung stehenden Mittel begrenzt sind, wird die Warteliste also immer noch länger. Ende September 2015 befanden sich 36 000 Anlagen auf der Warteliste, davon 35 000 Photovoltaikanlagen (2000 MW Gesamtleistung). Im April 2015 wurden 2541 Photovoltaikanlagen in die Förderung aufgenommen. Das Kontingent für 2016 steht noch nicht fest. Voraussichtlich Anfang Januar 2016 wird entschieden, wann weitere Anlagen gefördert werden können.

Nach den aktuellen Hochrechnungen kann die Warteliste bis 2018 höchstens bis zu den Anmeldungen, die bis Ende 2011 eingegangen sind, abgebaut werden. Die gesetzlich zur Verfügung stehenden Fördermittel sind spätestens 2018 ausgeschöpft, sodass keine weiteren KEV-Bescheide ausgestellt werden können. Erst wenn das Parlament im Rahmen der Energiestrategie 2050 einen höheren Kostendeckel für die Fördermittel (jetzt 1,5 Rp./kWh) festlegt, könnten weitere Anlagen in die Förderung aufgenommen werden. Die Inkraftsetzung der Energiestrategie 2050 erfolgt frühestens 2017.

Für Anmeldungen, die 2012 oder später eingegangen sind, bedeutet dies viele Jahre Wartezeit: Selbst mit Anhebung des Kostendeckels im Jahr 2017 kann die Warteliste pro Jahr nur um rund drei Monate abgebaut werden (ca. 3500 Anlagen). Wer heute eine Photovoltaikanlage mit einer Leistung zwischen 10 und 29,9 kW für die

KEV anmeldet, hat mit den aktuellen gesetzlichen Bedingungen kaum mehr realistische Chancen, in den Genuss der KEV zu kommen. Das BFE empfiehlt Solaranlagenbesitzern deshalb, sich ab sofort für die Einmalvergütung zu entscheiden.

Weitere Fragen beantwortet das BFE auf dem Faktenblatt «KEV für Photovoltaikanlagen» vom 11. November 2015 auf [www.bfe.admin.ch/](http://www.bfe.admin.ch/)

[www.swissgrid.ch](http://www.swissgrid.ch)  
[kev-hkn@swissgrid.ch](mailto:kev-hkn@swissgrid.ch)

### EIGENVERBRAUCH OPTIMIEREN – HANDBUCH FÜR BAUHERRN UND INSTALLATEURE

Bei Anlagen, welche nicht via die kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) finanziert werden, ist es wirtschaftlich sinnvoll, den erzeugten Strom gleich wieder selbst zu verbrauchen. Der sogenannte Eigenverbrauch kann optimiert werden: Verfügt das Haus zum Beispiel über eine Wärmepumpe, so wird diese direkt mit dem Solarstromüberschuss statt während der Nacht betrieben. Auch Waschmaschinen können je nach Verfügbarkeit von Solarstrom eingeschaltet werden. Der Verband unabhängiger Energieerzeuger (VESE) hat im Auftrag des Bundesamts für Energie (BFE) das Handbuch «Eigenverbrauchsoptimierung» verfasst: Vorgestellt werden Steuerungskonzepte und -geräte, welche es erlauben, je nach Verfügbarkeit von Solarstrom diesen direkt zu verbrauchen und Geräte zu aktivieren.

Das «Handbuch Eigenverbrauchsoptimierung» kann bei VESE bestellt werden.

Gratisbezug und PDF-Download:  
[www.vese.ch/eop](http://www.vese.ch/eop)

### NEUE ABSENKUNG DER KEV-SÄTZE IM JAHR 2016

Die Absenkung im Jahr 2016 erfolgt in zwei Etappen: per 1. April 2016 und per 1. Oktober 2016. Die Vergütungssätze vom Oktober 2016 werden mindestens bis zum 1. April 2017 gelten.

Der Bundesrat senkt die Photovoltaikvergütungssätze für die kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) um 7 bis 14 Prozent. Dies nach einer Absenkung vom 1. Oktober 2015 um 5 bis 13 Prozent. Bei anderen Technologien finden 2016 keine Tarifsenkungen statt. Der Solar-Dachverband Swissolar hat in seiner Stellungnahme darauf hingewiesen, dass sich diese massive KEV-Absenkung nicht mit entsprechenden Kostensenkungen beim Material begründen lässt und zudem auf intransparenten Berech-

nungsmethoden beruht. Es besteht deshalb die Gefahr, dass Anbieter bei Qualität, Löhnen und Arbeitssicherheit sparen. Nicht berücksichtigt wurden die von Swissolar und verschiedenen weiteren Vernehmlassungsadressaten vorgelegten Vorschläge zur Kostenreduktion bei Photovoltaikanlagen, insbesondere beim Messwesen. Ebenfalls nicht berücksichtigt wurde der Vorschlag für einen gesetzlich verbindlichen Rückspeisetarif und weitere Erleichterungen für den Eigenverbrauch.

Fazit: Der Preisdruck steigt, aber wirksame Massnahmen zum Abbau bürokratischer und kostentreibender Hürden werden nicht durchgesetzt. Positiv zu vermerken ist einzig, dass die Beiträge aus der Einmalvergütung 2016 nicht abgesenkt werden.

## DEUTSCHLAND

WER DIE GESCHICHTE DER ENERGIEWENDE IN DEUTSCHLAND KORREKT ERZÄHLT, KOMMT SCHNELL ZU DEM SCHLUSS, DASS SIE EIN ERFOLG IST. DAS ZEIGT NICHT ZULETZT DIE BOOMENDE WIRTSCHAFT IN DEUTSCHLAND.

# KEINE KOHLE-RENAISSANCE IN DEUTSCHLAND

||||| TEXT: CHRISTIAN ZEYER\*

Nüchtern betrachtet ist die Energiewende in Deutschland ein erstaunlicher Erfolg. So konnte die Produktion von Strom aus erneuerbaren Quellen in der Zeit zwischen 2003 und 2013 verdreifacht werden. Dabei stieg die Produktion von etwa 50 TWh auf über 150 TWh.

Es wurden also in diesen zehn Jahren Anlagen gebaut, die pro Jahr 1,5 Mal so viel Strom produzieren wie die Schweiz insgesamt. In Deutschland, das einen rund zehn Mal grösseren Stromverbrauch aufweist als die Schweiz, stieg damit der Anteil an erneuerbarem Strom von unter 10% auf 25%.

### RÜCKGANG VON KOHLE UND GAS

Parallel dazu wurde die Produktion von Strom aus Kohle-, Gas- und Kernkraftwerken zurückgefahren. Betrug sie 2003 92% lag sie 2013 noch bei 75%. Dabei nahm nicht nur die Stromproduktion aus Kernkraftwerken ab, sondern auch die Produktion von Strom aus fossil befeuerten Kraftwerken. Betrug der Anteil dieser Kraftwerke 2003 390 TWh oder 65%, so

waren es 2013 nur noch 58%. Die Energiewende führt in Deutschland also nicht nur zum Ausstieg aus der Kernenergie, sondern auch zu einer schrittweisen Reduktion der fossilen Stromproduktion.

### EFFEKT DES SINKENDEN GASPREISES

Der Effekt von Deutschlands Energiepolitik wäre noch grösser gewesen, wenn nicht ab 2009 der Kohlepreis im Verhältnis zum Gaspreis gesunken wäre. Zusammen mit dem tiefen CO<sub>2</sub>-Preis am Markt führte das zu einer leichten Verdrängung von Strom aus Gaskraftwerken durch solchen aus Steinkohlekraftwerken.

### KEIN FUKUSHIMA-EFFEKT NACHWEISBAR

Nicht haltbar ist die These, dass das abrupte Ausschalten von fünf Kernkraftwerken im Nachgang zu Fukushima dafür verantwortlich sei, dass der Anteil an Kohlestrom in den letzten Jahren wieder leicht angestiegen ist. Vielmehr ist es so, dass dieser Anstieg bereits zwei Jahre vor Fukushima, im Jahr 2009 begann – dies nach einem starken Produktionsabfall in den Jahren 2007 bis 2009. Eine plötzliche

Zunahme durch den sogenannten Fukushima-Effekt lässt sich nicht einmal für die erneuerbaren Energien nachweisen. Ihr steilstes Wachstum geht auf die Jahre 2010 und 2011 zurück.

Richtig ist jedoch, dass die Produktion aus fossilen Kraftwerken noch stärker abgesunken wäre, wenn die Bundesregierung 2011 nicht abrupt mehrere Kernkraftwerke ausgeschaltet hätte. Dies ist ein klares Indiz dafür, dass eine langfristige Kraftwerksplanung, wie sie in der Schweiz vorgesehen ist, Sinn ergibt.

### KOSTEN TIEFER ALS DREI TAUSENSTEL DER WIRTSCHAFTSLEISTUNG

Natürlich hat diese Entwicklung die Bundesrepublik auch etwas gekostet. So stieg der Zuschlag, den die Stromkonsumenten dafür bezahlen müssen, auf 6,24 Eurocents pro kWh. Gleichzeitig sank wegen dieser Entwicklung aber auch der mittlere Strompreis um rund 2 Eurocent pro kWh. Insgesamt entstehen deshalb pro Jahr Nettokosten von 8 Mia. Euro. Dies ist weniger als drei Tausendstel dessen, was die Volkswirtschaft der Bundesrepublik jährlich umsetzt. Gleichzeitig hat diese Energiepolitik auch positive Beschäftigungseffekte. Auf jeden Fall hat die Energiewende der deutschen Wirtschaft nicht geschadet. Kein Land in der Eurozone steht heute so stark da wie Deutschland. Nicht nur, aber sicher auch wegen der Energiewende. |||||

\* Der Autor ist Co-Geschäftsleiter von Swisscleantech.



Bild: imago/Westend61

Kohleverstromung stieg nach starkem Produktionsabfall in Deutschland wieder an.

## SOLARES STADION LUZERN

Die IG Solaranlage Stadion Luzern lädt alle Interessierten zum Informationsabend und zur Generalversammlung ein. Die Solaranlage auf dem Dach der Swissporarena soll dem Stadion als «Sonnenkrone» aufgesetzt werden. Seit der Gründung der IG Solaranlage Stadion Luzern im Jahr 2011 konnten Gespräche mit dem Verwaltungsrat der Stadion Luzern AG aufgenommen werden, nun rückt die Realisierung näher. Es ist von grosser Bedeutung, dass die Initiative von einer breiten Trägerschaft unterstützt wird, schreibt die IG. Alle Solarinteressierten können (kostenfrei) Mitglied der IG Solaranlage werden.

**Wann: 18. Februar 2016, 18.30 Uhr**

**Wo: ewl Industriestrasse 6 in Luzern**

- 18.45 Generalversammlung IG Solaranlage Stadion Luzern
- 19.35 Photovoltaikanlage Swissporarena: Road Map
- 20.00 Strategie der ewl bezüglich Photovoltaik: Ch. Eggenschwiler, Energieberatung erneuerbare Energien, ewl Luzern
- 20.25 Pause – Apéro
- 20.45 Rationelle Nutzung der Photovoltaik im privaten Sektor: Energieverbrauch – Optimierung/Direkteinspeisung: Richard Durot, Zagsolar
- 21.10–21.15 Elektromobilität: Nutzer und Speicher: Louis Palmer, Solarmobil-Pionier, Wave

Anmeldung: [j.schiltknecht@outlook.com](mailto:j.schiltknecht@outlook.com)

## 14. PV-TAGUNG

Die Nationale Photovoltaik-Tagung hat sich als wichtigster Treffpunkt der schweizerischen Solarstrombranche etabliert. Mit der Durchführung in der Bundeshauptstadt setzt der Dachverband der Solarbranche Swissolar ein Zeichen im Hinblick auf die laufenden Debatten in den eidgenössischen Räten zur Energiestrategie 2050.

Es dürfte sich auch diesmal wieder lohnen, dabei zu sein, wenn sich rund 600 Teilnehmer aus der Schweiz sowie aus den umliegenden Ländern treffen. Mehr als 30 renommierte Experten werden in über 32 Vorträgen an zwei Tagen aktuelle Themen aus Politik, Markt, Praxis und Forschung vorstellen. Ein besonderes Augenmerk gilt den neuen Geschäftsmodellen für Energieversorger und Solarfirmen unter den aktuellen politischen Rahmenbedingungen.

Anmeldung, Programm: [www.swissolar.ch](http://www.swissolar.ch)

## «IHR KÖNNT DIE WELT VERÄNDERN»

Drei Schulen aus dem Kanton Schwyz haben im Beisein von Bundesrätin Doris Leuthard und dem Schwyzer Regierungsrat Othmar Reichmuth die Auszeichnung «Energieschule» erhalten. Damit würdigt Energiestadt ihr langfristiges Engagement für einen nachhaltigen Ressourcenumgang. Die Schülerinnen und Schüler sowie die Lehrkräfte haben als Pilotschulen den Prozess zur Energie-Auszeichnung für Schulen initiiert, kritisch mitgeprägt und im Schulalltag verankert.

Barbara Schwickert, die Präsidentin des Trägervereins Energiestadt, überreichte der Kantonsschule Kollegium Schwyz und den beiden Mittelpunktschulen Rothenthurm und Steinen am 9. November 2015 die neue Auszeichnung «Energieschule». Im Unterschied zu vielen anderen Schulen behandeln die drei Ausgezeichneten den nachhaltigen Ressourcenumgang nicht punktuell, sondern umfassend und langfristig. Sie haben das Thema in der Schulkultur und im regulären Unterricht verankert und setzen ein Programm mit Energieaktionen um. Damit nehmen die drei Schwyzer Schulen eine Vorreiterrolle ein. Ab sofort steht es sämtlichen Sekundar- und Mittelschulen einer Energiestadt offen, ebenfalls die Auszeichnung «Energieschule» anzustreben.

### Jugendliche leben intelligenten Umgang mit Ressourcen vor

Bundesrätin Doris Leuthard, Vorsteherin des Departementes für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK), würdigte das grosse Engagement aller Projektbeteiligten.



Bild: Eve Kohler

Sie seien für die Gesellschaft wichtige Vorbilder. «Die Schülerinnen und Schüler haben sich nicht nur zusammen mit den Lehrkräften intensiv mit dem nachhaltigen Ressourcenumgang auseinandergesetzt, sondern sie haben auch Verantwortung übernommen. Sie sensibilisieren die nachfolgende Generation für die Herausforderungen eines intelligenten Umgangs mit knappen Ressourcen.» Die Bundesrätin lobte die Jugendlichen für ihren nachhaltigen Lebensstil: «Ich bin stolz: Ihr habt Fantasie – ihr zeigt Arbeitseifer. Ihr seid der Beweis, dass der Bundesrat mit der Energiestrategie 2050 richtig liegt.» Leuthard motivierte insbesondere die Schülerinnen, Interesse an technischen Berufen zu zeigen: «Ihr könnt die Welt verändern.» (ah)

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

## ENERGIDIOT

### Millionen betrogene Autofahrer

Tageszeitungen, Wochenzeitungen und Fachmagazine verfügen häufig über Automobilrubriken mit Artikeln, Testberichten, Kommentaren usw. Sie werden von selbsternannten Fachjournalisten und Automobilkritikern verfasst, die sich über die neuen Linien eines Autos, über Startgeschwindigkeiten, Beschleunigungen, Performances, die Strassenlage, Zigarettanzünder und die Ästhetik der Radkappen äussern. Um diese essenziellen Informationen redaktionell zu bearbeiten, haben die Schreiber wochenlang die fraglichen Fahrzeuge zur Verfügung, sie werden zu Vorführungen eingeladen oder zu Testfahrten vor den Toren zur Wüste, denn die Fahrzeuge sollen sich unter realen Bedingungen bewähren, selbstverständlich begleitet von den Annehmlichkeiten eines Fünfsternehotels. Da werden internationale Autosalons veranstaltet, luxuriöse Empfänge gegeben und Cocktails herangereicht. Da-

mit die Journalisten nicht zu viel Arbeit haben, stellt man ihnen Pressedokumentationen mit ausformulierten Texten zur Verfügung. Die Technik ist schliesslich komplex, und die Fragenden sind nur allzu empfänglich. Und nun gibt man plötzlich vor, einen gewaltigen Betrug entlarvt zu haben, organisiert von einem Autokonzern. Niemand hatte das kommen sehen und sich gefragt, warum der Schlüssel zur Wahrheit allein in den Händen der Automobilhersteller liegt. Warum sind die Programme, die die Elektronik unserer Autos steuern, nur für die Hersteller zugänglich? Warum konnte ein derartiger Betrug nicht früher vereitelt werden? Warum haben die Automobilclubs geschwiegen? Die Wirtschaft und der Profit lenken unsere Gesellschaft – oder etwa nicht? Da stellt sich mir die Frage: Wer organisiert eigentlich den Kampf der Nachhut gegen die Schliessung der Atomkraftwerke?

Lucien Bringolf

## LESERBRIEF

**EE 5/2015 Solare Wärme für die  
Regeneration der Erde, S. 12/13**

Ich bezweifle die theoretischen Berechnungen der langzeitigen EWS-Temperaturen. Sie stimmen gar nicht mit meinen 30-jährigen Messungen überein. Die Leitfähigkeit des Untergrundes ist nicht konstant und hängt sehr stark mit dem Grundwasserfluss und mit Änderungen der Wassersättigung zusammen. Sie ist stark von Extremjahren (nass bzw. heiss) abhängig. Ein einziger warmer Winter bringt die EWS-Temperaturen auch wieder nach oben, auf ein neues Niveau.

Meine Messungen seit 1985 (s. Website) zeigen deutlich, dass die Rechnungen zu pessimistisch sind, s.a. die Vergleichsrechnungen in den Veröffentlichungen [20 und 21]. Bei extrem zu kleinen EWS gibt es sicher Bedingungen, in denen die Wärmepumpe eine miserable JAZ hat oder durch Vereisungen den Wärmefluss dauerhaft verschlechtert.

Noch wesentlich besser ist die Regeneration, wenn man im Sommer das Haus mit der EWS kühlt. Einfacher, besser und billiger geht es überhaupt nicht! Eine Überhitzung der Sonde ist ebenfalls (auch bei Steuerungsfehlern) ausgeschlossen.

Es muss endlich aufhören, dass man EWS-Interessenten Angst macht, die Leistungsfähigkeit der Sonden könnte sich erschöpfen. Mit einer seriösen Auslegung und «Unsicherheitsbeiwerten» kann man das verhindern.

Der bisher kälteste Winter 1986/87 hat die Sonde belastet, sie war ein Jahr später aber bereits wieder ausgeglichen.

Mir stellt sich ferner die Frage, woher die 1000 m<sup>2</sup> Grundstücksfläche stammen, für eine Geschossfläche von 60 m<sup>2</sup>? Das scheint mir ein rechnerischer Unsinn für eine nachhaltige EWS-Auslegung. Mit falschen Randbedingungen kann man alles und nichts beweisen. Wir haben beispielsweise 750 m<sup>2</sup> für 150 m<sup>2</sup> beheizte Wohnfläche.

PS: Ich gehöre keiner Lobby an, habe keine Firma, nichts zu verkaufen und mache so seriöse Messungen wie möglich, die ich in Veröffentlichungen und Vorträgen der Allgemeinheit zugänglich mache.

Klaus Stärk  
5417 Untersiggenthal

**BUCHTIPP: ANTWORTEN AUF BRENNENDE FRAGEN  
ZUR ENERGIEWENDE**

Wie sieht unsere Energiezukunft aus? Ein neues Sachbuch, das der hep verlag und die Presses polytechniques et universitaires romandes gleichzeitig auf Deutsch und Französisch herausgeben, enthält 100 einfache Antworten auf 100 denkbare Fragen zur Energiezukunft der Schweiz.



Die Schweiz hat die Energiewende eingeleitet. Die Strategien zu deren Umsetzung werden politisch kontrovers und teilweise hitzig diskutiert.

Was aber versteht man unter der Energiewende? Was bedeutet der Beschluss des Atomausstiegs für die Schweiz? Welche Herausforderungen wirft die Schweizer Energiewende auf? Die Neuerscheinung «Energiewende?» bietet kurze und verständliche Antworten auf 100 solche Fragen, die mit der Energiewende in der Schweiz aufkommen. Mit zahlreichen wissenschaftlich belegten Fakten hilft das Buch dabei, sich mit fundierten Argumenten an der Diskussion beteiligen zu können und zu verstehen, vor welchen Herausforderungen die Schweiz in Bezug auf die Energiewende steht.

Das Buch ist Teil eines umfangreicheren Projektes: der interaktiven Plattform zur Information und Bewusstseinsbildung «Swiss-Energyscope» ([www.energyscope.ch](http://www.energyscope.ch)). Darauf findet sich insbesondere ein Onlineenergierechner, der es ermöglicht, auf einfache Weise eigene Energieszenarien für die Schweiz zu berechnen und insbesondere deren Folgen zu visualisieren. So können alle – kantonale oder nationale Parlamentsmitglieder, Gemeinderätinnen und Gemeinderäte oder Bürgerinnen und Bürger – ihre Überzeugungen und Hypothesen testen oder jene der anderen evaluieren.

Das Buch ist grafisch herausragend, übersichtlich und schön gestaltet. Inhaltlich ist es dem Autorenteam gelungen, das vielschichtige und oft komplexe Thema der Energiewende in leicht verständlicher Sprache darzustellen – wissenschaftlich, fundiert und undogmatisch. (Andreas Hügli)

*François Vuille, Daniel Favrat, Suren Erkman: Energiewende? Antworten auf 100 brennende Fragen, hep verlag, 2015, 224 Seiten, 13,5×20 cm, Broschur, CHF 25.–, ISBN 978-3-0355-03674-8 (auch als E-Book erhältlich)*

**Alltag**

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



«SO, DAS SOLLTE AUSREICHEN FÜR DIE NÄCHSTEN 40 JAHRE!»

8.12.2015	<b>SWISSOLAR-KURS: BLITZ- + ÜBERSpannungSSchutz BEI PHOTOVOLTAIKANLAGEN</b>	<a href="http://www.solarevent.ch">www.solarevent.ch</a>
Dietikon		
8.–9.12.2015	<b>SWISSOLAR-KURS: SOLARSTROM BASIS – ELEKTRO</b>	<a href="http://www.solarevent.ch">www.solarevent.ch</a>
Landquart		
10.12.2015	<b>SWISSOLAR-KURS: PRAXIS + MESSMETHODIK BEI PV-ANLAGEN</b>	<a href="http://www.solarevent.ch">www.solarevent.ch</a>
Winterthur		
10.–15.12.2015	<b>SWISSOLAR-KURS: SOLARSTROM PLANER</b>	<a href="http://www.solarevent.ch">www.solarevent.ch</a>
Landquart		
12.–13.1.2016	<b>SWISSOLAR-KURS: SOLARSTROM BASIS GEBÄUDEHÜLLE</b>	<a href="http://www.solarevent.ch">www.solarevent.ch</a>
Spreitenbach		
22 12.–16.1.2016	<b>SWISSBAU: MOTTO «RETTUNG DURCH TECHNIK?»</b>	<a href="http://www.swissbau.ch">www.swissbau.ch</a>
Basel		
13.–15.1.2016	<b>ENTSORGUNG- UND RECYCLINGMANAGER: RISIKOMANAGEMENT, HANDEL MIT ROHSTOFFEN UND SEKUNDÄRROHSTOFFEN</b>	<a href="http://www.iorc.unisg.ch">www.iorc.unisg.ch</a>
St. Gallen		
21.1.2016	<b>PUSCH-TAGUNG – GEMEINDEVISION 2035: WEICHEN STELLEN FÜR EINE RESSOURCENSCHONENDE ZUKUNFT</b>	<a href="http://www.pusch.ch">www.pusch.ch</a>
Volkshaus Zürich		
26.1.2016	<b>ENERGIEEFFIZIENTE STRASSENBELEUCHTUNG – KURZ UND BÜNDIG</b>	<a href="http://www.pusch.ch">www.pusch.ch</a>
Riehen (BS)	Kurs	
22.–23.2.2016	<b>14. NATIONALE PHOTOVOLTAIK-TAGUNG 2016</b>	<a href="http://www.swissolar.ch">www.swissolar.ch</a>
Bern		
1.3.2016	<b>KOMMUNALE ENERGIEPLANUNG FÜR DIE ZUKUNFT</b>	<a href="http://www.pusch.ch">www.pusch.ch</a>
St. Gallen	Kurs	
4.–5.3.2016	<b>BE NETZ SONNENTAGE</b>	<a href="http://www.benetz.ch">www.benetz.ch</a>
Ebikon		
8.3.2016	<b>8. FORUM BAUWERKINTEGRIERTE PHOTOVOLTAIK</b>	<a href="http://www.solarevent.ch">www.solarevent.ch</a>
Bad Staffelstein (D)		
10.–11.3.2016	<b>INNOVATIONSFORUM ENERGIE</b>	<a href="http://www.innovationsforum-energie.ch">www.innovationsforum-energie.ch</a>
Zürich		
21.3.2016	<b>NUCLEAR PHASEOUT CONGRESS 2016</b>	<a href="http://www.energiestiftung.ch">www.energiestiftung.ch</a>
Zürich		
29.4.–8.5.2016	<b>TAGE DER SONNE</b>	<a href="http://www.tagedersonne.ch">www.tagedersonne.ch</a>
In der ganzen Schweiz		
27.–29.5.2016	<b>ECO.FESTIVAL</b>	<a href="http://www.eco.ch">www.eco.ch</a>
Basel		
30.5.– 1.6.2016	<b>POWER TAGE 2016</b>	<a href="http://www.powertage.ch">www.powertage.ch</a>
Messe Zürich		

## SONNE



**EES Jäggi-Bigler AG.** Industriestrasse 15, 4554 Etziken, Tel. 032 686 88 00, Fax 032 686 88 01, kontakt@eesag.ch, www.eesag.ch  
 Filiale: Grosszelgstrasse 17, 5436 Würenlos, Tel. 056 610 88 00  
 Filiale: Hinterbergstrasse 24, 6317 Cham, Tel. 041 720 22 84  
 Filiale: Toggenburgerstrasse 64, 9500 Wil, Tel. 071 622 88 00  
 Filiale: Bahnhofstrasse 20, 3072 Ostermundigen, Tel. 031 330 55 48  
 Filiale: Reitweg 13, 3600 Thun, Tel. 033 221 49 60  
 → EES Jäggi-Bigler AG steht für professionelle Lösungen im Bereich der Energie-Effizienz und Solartechnik. Wir sind ein Beratungs-, Planungs-, Vertriebs- und Dienstleistungsunternehmen (inkl. Montage, Installation und Wartung) für Energie-Effizienz, Solartechnik, Solarsysteme und Solaranlagenbau. Wir bieten unseren Kunden professionelle und fixfertige Komplettlösungen, die zuverlässig sauberen Strom und/oder Wärme erzeugen.



**Solarmarkt GmbH.** Neumattstrasse 2, 5000 Aarau, Tel. 062 834 00 80, Fax 062 834 00 99, info@solarmarkt.ch, www.solarmarkt.ch  
 → PV-Grosshändler mit über 20 Jahren Erfahrung und professioneller Beratung. Führend in Systemlösungen – eigenentwickeltes Montagesystem – praxisnahe Seminare.



**Swiss Photovoltaik GmbH.** Gütliststrasse 28, 9050 Appenzell, Tel. 071 733 38 56, wl@swiss-photovoltaik.ch, www.swiss-photovoltaik.ch  
 → Ihr kompetenter Ansprechpartner für Photovoltaik-Anlagen: individuelle Beratung, detaillierte Planung, Erledigung sämtlicher Administration, schlüsselfertige Realisierung, Finanzierung, Ökostrom-Vermarktung.



**hassler energia alternativa ag.** Resgia 13, 7432 Zillis, Kasernenstrasse 36, 7000 Chur, Tel. 081 650 77 77, info@hassler-solarenergie.ch, www.hassler-solarenergie.ch  
 → Energieberatung  
 → Planung, Verkauf, Installation von Photovoltaikanlagen, Inselanlagen  
 → Planung, Verkauf, Installation von Solar-Thermie-Anlagen  
 → Planung, Verkauf, Installation von Pellets-Zentralheizungen  
 → Planung, Verkauf, Installation von Kleinstwasserkraftwerken



**SOLVATEC.** Die Kompetenz für Solarenergie. Bordeaux-Strasse 5, 4053 Basel, Tel. 061 690 90 00, Fax 061 690 90 09, info@solvatec.ch, www.solvatec.ch  
 → Beratung, Engineering, Handel, Realisierung und Support von Solarstromanlagen. Vertrieb von PV-Modulen der Marken Solar Frontier und Yingli; Wechselrichter von Kostal, Fronius und SMA; SolvaHeater und SolvaControl zur Warmwasseraufbereitung.

## Hoval

**Hoval AG.** General Wille-Strasse 201, 8706 Feldmeilen, Tel. 044 925 61 11, Fax 044 923 11 39, info@hoval.ch, www.hoval.ch



**BE Netz AG.** Bau und Energie, Industriestrasse 4, 6030 Ebikon LU, Tel. 041 319 00 00, Fax 041 319 00 01, info@benetz.ch, www.benetz.ch  
 → Beratung, Planung und Installation: Photovoltaikanlagen, Thermische Sanierungen und Haustechnik: wärmetechnische Sanierungen und Heizsysteme, Pelletsheizungen.  
 → Engineering: Solarkonzepte, Solarkataster, Projektplanung, Expertisen, Schulung und Beratungsmandate.



**Jenni Energietechnik AG.** Lochbachstrasse 22, Postfach, 3414 Oberburg, Tel. 034 420 30 00, Fax 034 420 30 01, info@jenni.ch, www.jenni.ch  
 → Nutzung einheimischer erneuerbarer Energie aus Sonne, Holz, Nah-/Fernwärme, Energierückgewinnung. Steuerungen, Speichersysteme Swiss Solartank®, Speicher nach Mass oder fertige Energiezentralen für Warmwasser, Heizungsunterstützung oder vollständig solar beheizte Häuser.



**WindGate AG.** Flughafenstrasse 39a, 8152 Glattbrugg, Tel. 044 830 90 30, Fax 044 830 90 31, info@windgate.ch, www.windgate.ch  
 → Die WindGate AG ist Ihre Generalunternehmung für schlüsselfertige Photovoltaikanlagen. Unser Spezialisten-Team besteht aus Ingenieuren, Planern, Monteuren und Projektleitern, die über mehrjährige Fachkompetenz für die Beratung, Anlagenplanung, Projektierung und Montage verfügen. Von der Beratung und Planung über den Bau zum Unterhalt. Alles aus einer Hand!



**Elcotherm AG.** Sarganserstrasse 100, 7324 Vilters, Tel. 081 725 25 25, info@ch.elco.net, www.elco.ch  
 → ELCO, der Schweizer Marktführer für Heizungs-lösungen und dem dichtesten Servicenetz der Schweiz mit Sicherheit immer in Ihrer Nähe. Hotline 0848 808 808.



**Megasol Energie AG.** Industriestrasse 3, 4543 Deitingen, Tel. 062 919 90 90, Fax 062 919 90 99, info@megasol.ch, www.megasol.ch  
 → Schweizer Marktführer mit über 20 Jahren Erfahrung in Entwicklung und Fertigung von PV-Lösungen. Standardmodule und Spezialanfertigungen für Gebäudeintegration (BIPV), netzgekoppelte Anlagen, netzunabhängige Systeme und OEM. Swiss Premium Glas-Glas-Laminat, CleanFrame Aufdach-Solarmodule, NICER Indach-Montagesystem. Handel mit zugehörigen Systemkomponenten, Komplettlösungen aus einer Hand schlüsselfertig auf die Baustelle geliefert.



**Helvetic Energy GmbH.** Winterthurerstrasse, 8247 Flurlingen, Tel. 052 647 46 70, Fax 052 647 46 79, info@helvetic-energy.ch, www.helvetic-energy.ch  
 → Beratung, Projektierung und Verkauf von Solaranlagen für Solarwärme und Solarstrom sowie von Wärmepumpen. Schweizer Hersteller und Entwickler des einzigartigen BackBox® Systems für sichere Solaranlagen. Der Vertrieb über Partner in der ganzen Schweiz stärkt die lokalen Installations- und Handelsbetriebe und sichert Arbeitsplätze. Die erfolgreiche Zusammenarbeit mit Schweizer Verbänden und Energieversorgern trägt zur Energiewende für kommende Generationen bei.



**ch-Solar AG.** Bubikonstrasse 43, 8635 Dürnten, Tel. 055 260 12 35, info@ch-solar.ch, www.ch-solar.ch  
 → Beratung, Planung und Installation von Solaranlagen für Photovoltaik, Solarwärme und Speichersysteme. Als Ergänzung installieren wir auch Wärmepumpen. Wir bieten schlüsselfertige Solaranlagen aus einer Hand.



**IWS SOLAR AG.** Unterdorfstrasse 54, 8494 Bauma, Tel. 052 386 28 82, Fax 052 386 21 94, info@iwsolar.ch, www.iwsolar.ch  
 → Verkauf und Grosshandel für Solartechnik seit 1987, Netzverbundanlagen, 1000 Komponenten für Strom-, Wind- und Pumpsysteme, Beratung, Projektierung und Realisierung (auch Export). Umfangreiche Ausstellung.



**Sumatrix AG.** Solar- und Energietechnik, Industriestrasse, 5728 Gontenschwil, Tel. 062 767 00 52, Fax 062 767 00 66, solar@sumatrix.ch, www.sumatrix.ch  
 → Import, Planung und Verkauf von Solaranlagen. Grösstes Sortiment dank weltweiten Kontakten. Gesucht: Wiederverkäufer für unsere bekannten Solarbatterien. Neuheit: CIS-Solarmodule. Ausführlicher Solarkatalog kostenlos.



**H. Lenz AG.** Solar- und Wärmetechnik. Hirzenstrasse 2, 9244 Niederuzwil, Tel. 071 955 70 20, Fax 071 955 70 25, info@lenz.ch, www.lenz.ch  
 → Hersteller thermischer Solaranlagen, Beratung, Planung und Installationen von thermischen Anlagen und Photovoltaik. Installateur von Holz-, Pellets-, Öl-, Gas- und Wärmepumpenheizanlagen, Solarboiler und -speicher. Wand- und Kompaktfussbodenheizung, Heizleisten, Energieberatungen.



**Helion Solar AG.** CH-4542 Luterbach, Telefon 032 677 04 06  
**Helion Solar Basel.** Seewenweg 3, 4153 Reinach, Telefon 061 927 67 77  
 Filialen: 9015 St. Gallen, 3506 Grosshöchstetten, 6210 Sursee, 8181 Höri, 6572 Quartino, 1580 Avenches  
 → Dank dem gebündelten Know-how und den regional verankerten Standorten können wir in der ganzen Schweiz Ihre Wünsche rund um die Photovoltaik und Solarthermie professionell und kompetent erfüllen. Mit uns haben Sie einen Ansprechpartner für alle Anliegen. Helion Solar – Wir planen, realisieren und warten Dein Solarprojekt!

## SONNE

**Schweizer**

**Ernst Schweizer AG, Metallbau.** 8908 Hedingen, Tel. 044 763 61 11, Fax 044 763 61 19, info@schweizer-metallbau.ch, www.schweizer-metallbau.ch  
→ Sonnenenergiesysteme. Kollektoren für In-, Flach- und Aufdach. DOMA FLEX Grossflächenkollektoren auch für Fassaden. Solar Compactline Warmwasseranlagen. Kombi-Indach-Systeme für PlusEnergie- und Minergie-A®-Häuser. PV-Montagesysteme: Indach Solrif, Flachdach Süd, Flachdach MSP-FR-EW Ost/West-Ausrichtung, Schrägdach MSP-PR. PV-Module. Integrierte Dachfenster-Module, Systemzubehör, Service und Unterhalt.

**HOLINGER SOLAR**

**HOLINGER SOLAR AG.** Wattwerkstrasse 1, 4416 Bubendorf, Tel. 061 936 90 90, Fax 061 936 90 99, www.holinger-solar.ch, www.wattwerk.ch  
→ Solar-Stromversorgung für Netzeinspeisung oder Batteriesysteme, Solar-Warmwasser für Brauchwasser, Heizungsunterstützung und Schwimmbad, Regenwassernutzung, Pellet- und Holzöfen oder Wärmepumpen als Ergänzung zu Solaranlagen.



**Iseli Umwelt & Heiztechnik AG.** Kreuzmatt 8, 6242 Wauwil, Tel. 041 984 22 33, info@iseli-ag.ch, www.iseli-ag.ch  
→ Beratung, Planung und Installation von thermischen Solaranlagen für Warmwasseraufbereitung und Heizungsunterstützung. Komplett Systemlösungen für die ökologische Nutzung von Holzfeuerungen und Solaranlagen. Schweizer ServiceNetz für alle Systemkomponenten.

**Winterhalter  
Fenner AG**

**Winterhalter + Fenner AG.** Birgstrasse 10, 8304 Wallisellen, Tel. 044 839 59 59, Fax 044 839 58 58, photovoltaik@w-f.ch, www.w-f.ch  
→ Der richtige Partner für jede PV-Installation: Unser Rundum-Service beginnt bei der Erstellung eines Planungsdossiers, geht über die Offerte und Materiallieferung bis hin zu Statiknachweisen und Support während der Installation.



GRENZEN VERSCHIEBEN

**Fronius Schweiz AG.** Solarelektronik, Obergatterstrasse 11, 8153 Rümlang, Tel. 0848 FRONIUS, Fax 0800 FRONIUS, sales.switzerland@fronius.com, www.fronius.com  
→ Entwicklung und Produktion von netzgekoppelten Photovoltaik-Wechselrichtern und Komponenten zur professionellen Anlagenüberwachung. Fronius Solarelektronik steht für Qualität und Hightech, um auf regenerative Art Energie zu erzeugen, umzuwandeln und nutzbar zu machen.



**Heizplan AG.** Im Synergiepark, Karmaad 38, 9473 Gams, Tel. 081 750 34 50, Fax 081 750 34 59, Filiale Gais, Stossstr. 23, 9056 Gais, Tel. 071 793 10 50 kontakt@heizplan.ch, www.heizplan.ch  
→ Ihr kompetenter Partner für erneuerbare Energien: Photovoltaik, Solarthermie, Luft/Sole/Wasser-Wärmepumpen, LED-Beleuchtungen, Sanierungen sowie Beratungen und Schulungen. Zudem verfügen wir über ein eigenes qualifiziertes Solarmontageteam.

**SOLTOP**

SONNE WÄRME STROM

**SOLTOP Schuppisser AG.** St. Gallerstrasse 3+5a, 8353 Elgg, Tel. 052 397 77 77, Fax 052 397 77 78, info@soltop.ch, www.soltop.ch  
→ SOLTOP Energiesysteme für Warmwasser, Heizung und Strom aus erneuerbaren Energiequellen bieten Lösungen für die Anforderungen des heutigen Alltags und darüber hinaus. SOLTOP produziert in seinem Werk in Elgg ZH und betreibt ein schweizweites Servicenetz.

**Schweiz  
Solar**

**Schweiz-Solar Vertriebs AG.** Das Schweizer Photovoltaik-Netzwerk, 3027 Bern, Tel. 031 991 60 60 und 6300 Zug, Mobile 079 945 54 62, www.schweiz-solar.ch  
→ Know-how und Top-Produkte für qualitativ hochstehende Solarstromanlagen – für private Liegenschaftsbesitzer und Unternehmen. Die Realisation übernimmt ein lokaler Partner. Davon profitieren Kunden und Umwelt.

**SUNTECHNICS FABRISOLAR**

**SunTechnics Fabrisolar AG.** Untere Heslibachstrasse 39, 8700 Küsnacht, Tel. 044 914 28 80, Fax 044 914 28 88, info@suntechnics.ch, www.suntechnics.ch  
→ Investieren Sie mit uns in die Zukunft – 30 Jahre Erfahrung und Kompetenz in Projektierung und Installation von Photovoltaik-Anlagen. Herstellung massgefertigter Module für architektonisch anspruchsvolle Fassaden- und Dachintegrationen. Vertrieb von Photovoltaik-Komponenten.

**ZAGSOLAR**

**ZAGSOLAR AG.** Ingenieurbüro für Photovoltaikprojekte und Energiefragen, Luzernerstrasse 9, 6010 Kriens, Tel. 041 312 09 40, Fax 041 312 09 41, r.durot@zagsolar.ch, www.zagsolar.ch  
→ Energieberatung, Projektierung und Realisierung von Photovoltaikanlagen, Forschung und Entwicklung im Bereich Gebäudeintegration von Solarmodulen, Realisierung von Datenerfassungseinrichtungen und Anzeigetafeln.

**MONTAGESYSTEME PHOTOVOLTAIK**

Das Photovoltaik Montagesystem

**ALUSTAND®, PV-Montagesysteme.** Seemattstrasse 21 B, 6333 Hünenberg See, Tel. 041 780 07 36, info@alustand.ch, www.alustand.ch  
→ Erstes Einlegesystem am Markt. Unsere Philosophie: Wenige Komponenten für effiziente Montage und einfache Anlagenwartung. Modular aufgebaut für Steil- und Flachdächer, Ost-West-Ausrichtung, integriertes Arbeitssicherungssystem. Elegantes Design, spricht Architekten an und ermöglicht Speziallösungen (z. B. Tonnendächer). Regionale Wertschöpfung: In der Schweiz entwickelt und produziert. Für die korrekte (Statik-)Auslegung bieten wir Schulungen und Anwenderunterstützung an. Altbewährt und immer innovativ: Wir entwickeln unser System stetig weiter.

**PLIASYS**

Montagesysteme

**PLIASYS AG,** PliaSol® PV-Montagesysteme Döttingerstrasse 21, 5303 Würenlingen, Tel. 056 297 32 12, info@pliasys.ch, www.pliasys.ch  
→ Einfaches und leichtes Montagesystem, welches mit nur einem einzigen Werkzeug montiert wird. Selbst entwickeltes System für Süd- und Ost-West-Ausrichtung in elegantem Design. Durch unsere eigene Konstruktion und Produktion kann das System den individuellen Anforderungen unserer Kunden angepasst und nach Mass konfektioniert werden. Absturzsicherung im passenden Design, welche die nötige Sicherheit während und nach der Montage gewährleistet. Gerne informieren wir Sie bei einem persönlichen Gespräch über die weiteren Vorteile unseres Montagesystems.

**FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG****ökozentrum**

forschen - entwickeln - bilden

**Ökozentrum.** Schwengiweg 12, 4438 Langenbruck, Tel. 062 387 31 11, Fax 062 390 16 40, info@oekozentrum.ch, www.oekozentrum.ch  
→ Das Kompetenzzentrum für erneuerbare Energien und effiziente Energienutzung: Wir forschen und entwickeln für Industrie, Wissenschaft und öffentliche Hand.

**PLANUNG UND INSTALLATION****sundesign**

photovoltaic engineering

**sundesign gmbh.** photovoltaic engineering, Gamlikon 14, 8143 Stallikon, Tel. 044 390 14 58, Fax 044 390 14 60, info@sundesign.ch, www.sundesign.ch  
→ Unabhängige Beratung und Planung von Photovoltaikanlagen. Von der Vorplanung bis zur Abnahme. Fachplanung für Ingenieurbüros und Unternehmen.

**HOLZ**

**Iseli Umwelt & Heiztechnik AG.** Kreuzmatt 8, 6242 Wauwil, Tel. 041 984 22 33, info@iseli-ag.ch, www.iseli-ag.ch  
→ Beratung, Planung und Installation von Hackschnitzel-, Pellet- und Stückholzfeuerungen. Zuverlässiger Kundendienst in der ganzen Schweiz. Unsere Spezialgebiete sind Kombifeuerungen Pellet/Stückholz und Hybridfeuerungen Pellet/Solar.

**Hoval**

**Hoval AG.** General Wille-Strasse 201, 8706 Feldmeilen, Tel. 044 925 61 11, Fax 044 923 11 39, info@hoval.ch, www.hoval.ch

## Heizmann

Ihre Nr. 1 für Holzheizungen

Heizmann AG, Holzenergie-Technik, Gewerbering 5, 6105 Schachen, Tel. 041 499 61 61, Fax 041 499 61 62 mail@heizmann.ch, www.heizmann.ch

→ Heizmann ist der kompetente Partner im ganzen Bereich der Holzenergie. Beratung, Planung und Verkauf von Stückholz-, Schnitzel- und Pelletheizungen von Klein- bis Grossanlagen in der ganzen Schweiz.



ÖkoFEN Schweiz GmbH, Gewerbe Rüdel, 6122 Menznau, Tel. 041 493 04 55, Fax 041 493 04 57, info@oekofen.ch, www.oekofen.ch

→ der Pionier und Spezialist für Pelletsheizungen bietet mit dem Pelletskessel PELLEMATIC (8–112 kW), dem Sonnenkollektor PELLESOL und dem Multi-Express-Speicher PELLAQUA ein hocheffizientes Energiesparpaket an.



Jenni Energietechnik AG, Lochbachstrasse 22, Postfach, 3414 Oberburg, Tel. 034 420 30 00, Fax 034 420 30 01, info@jenni.ch, www.jenni.ch

→ Nutzung einheimischer erneuerbarer Energie aus Holz, Sonne, Nah-/Fernwärme, Energierückgewinnung. Holzheizkessel KWB für Pellets, Hackschnitzel, Stückholz, Zentralheizungs-Schwedenöfen POWALL Kobra W. Speichersysteme Swiss Solartank®, Pufferspeicher nach Mass mit oder ohne Solarwärmetauscher. Steuerungen opticontrol.



Energie Service Särl Jurg Anken, 1464 Chêne-Pâquier, Tel. 024 430 16 16, www.energie-service.ch, info@energie-service.ch

→ Wir bieten das grösste Programm für automatische Holzfeuerungen in der Westschweiz an. Qualitativ hochstehende Stückholz-, Pellets-, Stückholz/Pellets kombiniert und Hackschnitzelfeuerungen von 3–300 kW. Solarinstallationen Enerflex. Beratung, Installation und Service/Unterhalt.



Liebi LNC AG, Heizsysteme, Burgholz 18, CH-3753 Oey-Diemtigen, Tel. +41 (0)33 681 27 81, Fax +41 (0)33 681 27 85 www.liebi-heizungen.ch, info@liebi-heizungen.ch  
→ Der Spezialist für das Heizen mit erneuerbaren Energien. Unsere Spezialgebiete sind Solaranlagen, Stückholz-, Schnitzel- und Pelletheizkessel, Wärmepumpen, Chemineeföfen sowie Regelungs- und Steuerungsanlagen. Rufen Sie uns an für eine kostenlose Beratung.



Rieben Heizanlagen AG, Schweiz, Tel. 033 736 30 70, Fax 033 736 30 71, www.heizen-mit-holz.ch, info@heizen-mit-holz.ch  
→ Das starke Team für Holzschnitzel-, Pellets-, Stückholz- und Solaranlagen (2–500 kW). Alle sprechen von Ökologie – wir handeln. Überzeugen Sie sich selbst.

## REGLER



Dolder Electronic AG, Oberfeld 4, 6037 Root, Tel. 041 450 30 30, Fax 041 450 30 13, info@dolder-electronic.ch, www.dolder-electronic.ch  
→ Universal-Regler WPC3-U für ein umfassendes Energiemanagement und andere Regelungsaufgaben, Fernwartung, einfache Konfiguration statt SPS-Programmierung. Solarregler, Heizkreis-,  $\Delta T$ -, Holzheizungs-Regler, Wärmepumpenregler und Zubehör (Präzisionsfühler). Dienstleistungen: techn. Beratung, Regler-Vorkonfigurationen, OEM-Entwicklungen.

## WÄRMEPUMPEN



Viessmann (Schweiz) AG, Härdlstrasse 11, 8957 Spreitenbach, Tel. 056 418 67 11, Fax 056 401 13 91, info@viessmann.ch, www.viessmann.ch  
→ Wärmepumpen Luft-Wasser-Erde; Solarsysteme in Kombination mit Wärmepumpen, natürliches Kühlen, Warmwasserwärmepumpen für Neubau und Sanierungen.



Elcotherm AG, Sarganserstrasse 100, 7324 Vilters, Tel. 081 725 25 25, info@ch.elco.net, www.elco.ch  
→ ELCO, der Schweizer Marktführer für Heizungs-lösungen und dem dichtesten Servicenetz der Schweiz mit Sicherheit immer in Ihrer Nähe. Hotline 0848 808 808.

## Hoval

Hoval AG, General Wille-Strasse 201, 8706 Feldmeilen, Tel. 044 925 61 11, Fax 044 923 11 39, info@hoval.ch, www.hoval.ch  
→ Hoval, führender Anbieter von innovativen Systemen in der Heiztechnik, bietet neben energieeffizienten, umweltfreundlichen Öl- und Gasheizungen auch ein breites Spektrum von Heiz-Systemen an, die auf den erneuerbaren Energieträgern Sonne, Erdwärme, Stückholz und Pellets basieren.



Domotec AG, Haustechnik, Lindengutstrasse 16, 4663 Aarburg, Tel. 062 787 87 87, Fax 062 787 87 00, info@domotec.ch, www.domotec.ch  
→ Das Leistungsangebot umfasst eine breite Palette von Wärmepumpen, Pellets- und Stückholzheizungen, Solarwassererwärmer, Öl- und Gasheizkessel, Abgasleitungen (Kamine) und ergänzende technische Produkte der Haustechnik.

## STIEBEL ELTRON

STIEBEL ELTRON AG, Industrie West, Gass 8, 5242 Lupfig, Tel. 056 464 05 00, Fax 056 464 05 01, info@stiebel-eltron.ch, www.stiebel-eltron.ch  
→ STIEBEL ELTRON bietet komfortable und energieeffiziente Systemlösungen rund um erneuerbare Energien. WÄRMEPUMPENSPEZIALIST. SEIT ÜBER 40 JAHREN.

## IMPRESSUM

Die «Erneuerbare Energien» erscheinen sechsmal jährlich.

**Herausgeber:** Schweizerische Vereinigung für Sonnenenergie SSES, Aarberggasse 21, Postfach, 3011 Bern, Tel. 031 371 80 00, Fax 031 371 80 00, office@sses.ch, www.sses.ch

**In Zusammenarbeit mit:** SWISSOLAR, Schweizerischer Fachverband für Sonnenenergie, Neugasse 6, 8005 Zürich, Tel. 044 250 88 33, Fax 044 250 88 35

**Verlag und Redaktion:** Ecopolitics GmbH, Ingrid Hess (Leitung), Andreas Hügli, Anne Briol (Mitarbeit), Benedikt Vogel (Forschung), Sascha Rentzing (Deutschland)  
Übersetzung: Anne Briol, Ingrid Hess  
Postfach 817, 3000 Bern 8, Tel. 031 313 34 37, Fax 031 313 34 35, redaktion@sses.ch

**Anzeigenverkauf:** Axel Springer Schweiz AG, Fachmedien, Förlibuckstrasse 70, Postfach, 8021 Zürich, Jiri Touzinsky, Tel. 043 444 51 08, Fax 043 444 51 01, ErEn@fachmedien.ch, fachmedien.ch

**Abonnementsbestellungen:** SSES, Aarberggasse 21, Postfach, 3011 Bern, Tel. 031 371 80 00. Ein Abonnement kostet CHF 80.– (inkl. SSES-Mitgliedschaft) oder CHF 70.– (ohne Mitgliedschaft).

**Auflage:** 5800 Ex. Deutsch (5187 Ex. beglaubigt), 1400 Ex. Französisch (1124 Ex. beglaubigt)

**Herstellung:** Stämpfli AG, Wölflistrasse 1, Postfach, 3001 Bern  
© «Erneuerbare Energien» und Autoren  
Alle Rechte vorbehalten.  
ISSN 1660-9778  
Für die Mitglieder der SSES und von SWISSOLAR ist die Zeitschrift «Erneuerbare Energien» im Mitgliederbeitrag enthalten.

### Erscheinungsweise:

Nr.	Redaktionsschluss	erscheint am
1/2016	20.01.2016	19.02.2016
2/2016	13.03.2016	15.04.2016
3/2016	16.05.2016	17.06.2016
4/2016	12.07.2016	19.08.2016
5/2016	13.09.2016	14.10.2016
6/2016	04.11.2016	02.12.2016



No. 01-15-300379 – www.myclimate.org  
© myclimate – The Climate Protection Partnership



**ALTERNATIVE  
BANK  
SCHWEIZ**

**Anders als Andere.**

«Die ABS war unsere Partnerin der ersten Stunde. Sie hat auf Anhieb verstanden, worum es bei unserem Projekt wirklich ging: um nachhaltig und wirtschaftlich produzierte Energie und um die Zukunft unserer Gemeinde.»

Emil Müller, Verwaltungsratspräsident der Oupra Electrica Susasca Susch und Gemeindepräsident Zernez

artischock.net

Die Alternative Bank Schweiz fördert seit ihrer Gründung vor über 20 Jahren schweizweit Innovationen im Bereich der Neuen Erneuerbaren Energien.

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

Fassaden | Holz/Metall-Systeme | Fenster und Türen | Briefkästen und Fertigteile | Sonnenenergie-Systeme | Beratung und Service

**Schweizer**



Besuchen Sie uns an der Swissbau in Basel  
12. bis 16. Januar 2016  
Halle 1.0, Stand A20

**Bauen für Mensch und Umwelt.**

**Schweizer setzt sich ein für eine nachhaltige Baukultur.**

Wir stellen die Bedürfnisse unserer Kunden ins Zentrum unserer Tätigkeit – von der Beratung und Planung über die Ausführung bis hin zum Service. All dies im Einklang mit unseren Grundwerten: Zuverlässigkeit, Innovationskraft, Umweltorientierung, Wirtschaftlichkeit und soziale Verantwortung.

Mehr Infos unter [www.schweizer-metallbau.ch](http://www.schweizer-metallbau.ch) oder Telefon 044 763 61 11.



Ernst Schweizer AG, Metallbau, 8908 Hedingen, Telefon +41 44 763 61 11, [info@schweizer-metallbau.ch](mailto:info@schweizer-metallbau.ch), [www.schweizer-metallbau.ch](http://www.schweizer-metallbau.ch)