

# LUX

*Intelligente Energie*

**SPEZIAL**  
**Wärmepumpen**  
in Zusammenarbeit mit Bundesverband  
Wärmepumpe (BWP) e.V.  
→ Seite 48

## DEN STROM RICHTIG LENKEN

Energie aus Wind und Sonne fordert uns heraus: Das Stromnetz muss intelligent werden und der Verbraucher flexibel.

**STIEBEL ELTRON**

Technik zum Wohlfühlen



# READY AT HOME .DE

„Mehr Unabhängigkeit gibt es  
jetzt im Paket. Perfekt  
geschnürt für die Energiewende.“

**READY AT HOME mit innovativer Wärmepumpen-Heiztechnik auf Basis erneuerbarer Energien.**

- › Ob Neubau oder Modernisierung – Investitionen in die Zukunftsfähigkeit Ihres Zuhauses zahlen sich aus.
- › Unsere „Energiewende-Pakete“ bieten Ihnen mehr Energieeffizienz und Komfort.
- › Wenn Sie sich für eines unserer „Energiewende-Pakete“<sup>\*\*</sup> entscheiden, schenken wir Ihnen das Internet-Service-Gateway und ein Jahr SERVICEWELT Plus im Wert von 598,- €.

**Jetzt Aktionsgutschein downloaden unter [www.readyathome.de](http://www.readyathome.de)**



Für den Neubau  
LWZ 304 | 404 SOL + ISG

Für die Modernisierung  
WPL E + ISG



\*Beim Kauf einer ISG-fähigen Wärmepumpe im Aktionszeitraum (21.12.2012 bis 30.06.2013) erhalten Sie kostenlos ein ISG (Wert € 549 inkl. MwSt.) mit Vertrag „ISG 1-SERVICEWELT Plus“ (Wert € 49/Jahr inkl. MwSt.).

## LIEBE LESERINNEN, LIEBE LESER

**Es ist eine schwindelerregende Zahl:** eine Billion! So teuer könne die Energiewende bis circa 2040 kommen, drohte Bundesumweltminister Peter Altmaier, wenn keine „Strompreisbremse“ beschlossen würde. Wir ahnen warum. Der Politiker bläst zum Wahlkampf, denn da kann die Opposition mit einer Schockzahl unter Zugzwang gesetzt werden. Und wir wissen aus anderen Megapannen: Ist eine magische Marke erst mal überschritten, spielt es sich mit Kommastellen dahinter leichter. 1,2 oder 1,5 Billionen oder gar 2 schmerzen dann nicht mehr so sehr. Zwei Fliegen mit einer Klappe. Seriös wirkt das nicht.

Die Bürger spüren schon seit längerer Zeit, dass die Energiewende mehr Flickenteppich als Konzept ist. Doch noch ist es nicht zu spät, die Fäden neu aufzurollen und, bevor neue gordische Knoten geknüpft werden, ein Webmuster aufzuzeigen – am besten gemeinsam mit Unternehmen, Umweltverbänden, Politik und Wissenschaft. Die Mehrheit der Bevölkerung möchte raus aus der Atomkraft und weg von fossilen Dreckschleudern. Sie setzt auf erneuerbare Energien, erwartet klare Linien und keine Hü-Hott-Politik. Und dass es hier nicht nur um die warme Stube und die Energiesparlampe geht, hat sich herumgesprochen. Deutschland ist als Industriestandort von einer funktionierenden und bezahlbaren Energieversorgung existenziell abhängig. In LUX nehmen wir daher ganz unterschiedliche Produktionsprozesse immer wieder unter die Lupe. Diesmal: Wie wird Papier hergestellt? Zusätzlich haben wir einer seit Jahrzehnten bekannten, aber diffizilen Technik ein „LUX-Spezial“ geschenkt und gehen auf zehn Seiten der Frage nach, ob die Wärmepumpe nicht ein intelligenter Baustein des neuen Energienetzes sein könnte. Diese Sonderseiten wurden gemeinsam mit dem Bundesverband Wärmepumpen e.V. konzipiert.

Ich wünsche Ihnen eine anregende Lektüre.



Christian Meitinger  
Herausgeber und  
Geschäftsführer



### Holzen für das Küchenkrepp

Weltweit wächst der Papierverbrauch. Für die Umwelt ist das schlicht zu viel.

Seite 12



### Fliehkraft statt Kernkraft

Der Atommeiler Kalkar, der nie ans Netz ging, ist heute ein gern besuchter Freizeitpark. Eine Fotoserie des Frohsinns.

Seite 38



### Heizen mit Strom

Wärmepumpen tragen zum Erfolg der Energiewende bei. Denn je grüner der Strom, umso klimafreundlicher werden sie.

Seite 48

#### 04 / Welt der Energie

10 / **Im Gespräch** Vor uns die Sintflut

12 / **Papierproduktion** Holzen fürs Küchenkrepp

20 / **Infografik** Wellenkraftwerk

22 / **dena** Wenn die Kette reißt

26 / **Innovation** Beispielhaft in die Zukunft

28 / **Wohnen** Fix und fertig

34 / **Reisen** Die schönste Zeit des Jahres

38 / **Bildstrecke** Alles dreht sich um Kalkar

44 / **Forschung** Sonnige Aussichten

48 / **Spezial** Wärmepumpen

58 / **Stromnetz** Verbrauch nach Wetterlage

62 / **Was machen Sie denn da?** Ridha Azaiz

63 / **Gewinnspiel** „effion erste Hilfe“

#### IMPRESSUM

**Herausgeber:** Süddeutscher Verlag onpact GmbH, München; Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), Berlin // **Geschäftsführer:** Christian Meitinger // **Redaktionsleitung:** Hartmut Rätsch (verantwortlich) // **Redaktion:** Katrin Lange, Kerstin Mattys // **Art Direction:** Kathrin Schemel // **Verlag:** Süddeutscher Verlag onpact GmbH | Hultschiner Straße 8, 81677 München // **Bereichsleitung Energie und Nachhaltigkeit:** Doreen Müller-Murr, Telefon 089/2183-7245, doreen.mueller-murr@sv-onpact.de // **Anzeigen:** Susanne Kögler, Anschrift wie Verlag, Telefon 089/2183-7215, Fax -7201, anzeigen@sv-onpact.de // **Herstellung:** Nathalie Häuser | Litho: Compumedia GmbH, 80687 München // **Druck:** TSB Bruckmann, Tiefdruck, 85764 Oberschleißheim // **Titelbild:** Corbis/Robert Llewellyn  
Das Magazin wird der Gesamtauflage der Süddeutschen Zeitung beigelegt und erscheint sechsmal im Jahr.



ONLINE

Besuchen Sie uns auf  
[www.es-erde-lux.de](http://www.es-erde-lux.de)



03/2013

Nächste Ausgabe in  
der SZ am **17.06.2013**

In den nächsten Jahren sollen in Deutschland weitere neue Kohlekraftwerke ans Netz gehen.



## Gegen das Klima gebaut

Eine neue Generation von Kohlekraftwerken soll Schwankungen im Stromnetz auffangen. Zusammen haben sie eine Leistung von rund 5.300 Megawatt – aber werden die überhaupt gebraucht?

So viele neue Kohlekraftwerke wie seit 20 Jahren nicht mehr gesehen 2013 ans Netz. Das verraten Daten der Bundesnetzagentur. In Hamm, Karlsruhe, Hamburg, Wilhelmshaven, Duisburg und Lünen starten Steinkohlekraftwerke mit einer Leistung von rund 5.300 Megawatt. Abgeschaltet werden wiederum alte Kohlekraftwerke mit einer Gesamtkapazität von circa 1.000 Megawatt. Macht unterm Strich: einen Überschuss an konventioneller Kraftwerkleistung. Dabei habe der Zuwachs an erneuerbaren Energien die Stromlücke nach Abschaltung von acht Atommeilern im Jahr 2011 bereits überbrückt, gibt Dr. Norbert Allnoch vom Internationalen Wirtschaftsforum

Regenerative Energien (IWR) zu bedenken. Auf immerhin 23 Milliarden Kilowattstunden belief sich im vergangenen Jahr Deutschlands Stromexport. Zwar werden bis 2017 zwei weitere Atomkraftwerke stillgelegt, doch sei bei einem kontinuierlichen Ausbau der Ökokraftwerke kein Engpass in der Stromversorgung zu befürchten. Da dennoch in den nächsten Jahren weitere große Kohlekraftwerke geplant sind, rechnen Experten mit einem verschärften Druck auf die Börsenstrompreise. Der Verbrauch von Steinkohle hatte in Deutschland im letzten Jahr bei 1.671 Petajoule gelegen, der von Braunkohle bei 1.642 Petajoule. Die Erneuerbaren schlugen mit 1.578 zu Buche, Kernenergie mit 1.080.

## Energy Efficiency Award 2013

Wer ein vorbildhaftes Projekt zur Steigerung der Energieeffizienz in seinem Unternehmen verwirklicht hat, kann sich um den Energy Efficiency Award 2013 der Deutschen Energie-Agentur (dena) bewerben. Angesprochen sind insbesondere kleine und mittlere Unternehmen. Sie sollten idealerweise die vorherige Situation, die Planung

und Umsetzung der Maßnahmen sowie deren positive Auswirkungen erläutern. Nähere Informationen finden sich auf der Website [www.energyefficiencyaward.de](http://www.energyefficiencyaward.de). Bewerbungsschluss ist der 30. Juni 2013. Die Preisverleihung findet am 25. November auf dem dena-Energieeffizienzkonferenz in Berlin statt. Zu gewinnen gibt es 30.000 Euro.

Um **9,1**

**Gigatonnen**

könnte der jährliche weltweite CO<sub>2</sub>-Ausstoß reduziert werden, nähme das „Internet der Dinge“ endlich Gestalt an, würden also Maschinen in Haushalten, Fabriken, Gebäuden, auf der Straße oder in der Landwirtschaft miteinander kommunizieren. Diese Zahl lieferte der Klima-Think-Tank Carbon War Room (CWR), der vom milliardenschweren Tausend-sassa Richard Branson gegründet wurde.

# Warum Vaillant Kraft-Wärme-Kopplung?

Weil eine Unabhängigkeitserklärung nicht aus Papier sein muss.



## Höchste Effizienz, große Freiheit: ecoPOWER 1.0, das erste Familienkraftwerk für zu Hause.

Für alle, die mehr Unabhängigkeit bei der Energieversorgung wollen, ist ecoPOWER 1.0 die ideale Lösung. Denn mit dem ersten Blockheizkraftwerk für Ein- und Zweifamilienhäuser erzeugen Sie nicht nur Wärme, sondern auch Ihren eigenen Strom. Von der revolutionären Technik der mikro-Kraft-Wärme-Kopplung profitiert auch die Umwelt: Durch die doppelte Nutzung der eingesetzten Energie werden Ressourcen auf effizienteste Art genutzt. Eine gute Sache - deswegen erhalten Sie mit dem ecoPOWER Service-Wunder auch die volle staatliche Unterstützung.

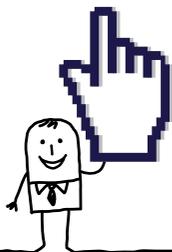
Weitere Details unter [www.vaillant.de](http://www.vaillant.de)

■ Wärme ■ Kühlung ■ Neue Energien

Weil  **Vaillant** weiterdenkt.

# Effizient mit Apps

LUX hat sich für Sie erneut auf die Suche nach nützlichen Applikationen gemacht.



## mitfahrgelegenheit.de

Mitfahrzentralen sind beliebt, um Geld zu sparen und gleichzeitig die Umwelt zu entlasten. Das bekannte Internetportal „mitfahrgelegenheit.de“ bietet seinen Nutzern nun auch eine App für iPhone und Android, mit der es sich ganz bequem von unterwegs nach freien Plätzen oder Mitfahrern suchen lässt.

## Zu gut für die Tonne

Jedes achte in Deutschland gekaufte Lebensmittel wird weggeworfen. Die kostenlose App „Zu gut für die Tonne“ schafft Abhilfe: Nachdem Sie die zu verbrauchenden Zutaten angegeben haben, schlägt das Tool Ihnen einfache und schmackhafte Rezepte vor, die sich aus den Resten zaubern lassen. Regelmäßig kommen neue Ideen dazu.

## iEnergy

Was kostet der Strom für Ihren Fernseher im Jahr? Mit „iEnergy“ finden Sie das ganz leicht heraus. Einfach den Energieverbrauch in Watt und den Umfang der Nutzung eingeben – schon zeigt Ihnen die App, wie teuer ein Gerät im Unterhalt ist. Stromfresser und Kostenfallen sind damit schnell entlarvt.



Mehr zum Thema im Internet unter [www.es-erde-lux.de/aktuelles](http://www.es-erde-lux.de/aktuelles)



Bundesumweltminister Peter Altmaier im Interview mit der FAZ im Februar 2013

Derzeit sehe ich nirgendwo in Europa die Vertretbarkeit von Fracking. Das gilt auch für Deutschland.



Mais tanken oder essen? Der Bioethanolmarkt jedenfalls wächst.

## Biosprit: so lala

Der deutsche Bioethanolmarkt wuchs 2012 um 1,4 Prozent auf 1,25 Millionen Tonnen. Autofahrer tanken vor allem die Superbenzinsorte E10. Der E10-Absatz stieg um 43 Prozent, von 1,8 Millionen Tonnen in 2011 auf 2,6 Millionen Tonnen. Die Bioethanolanlagen produzierten 2012 613.381 Tonnen Bioethanol, was ein Wachstum von 7,4 Prozent gegenüber dem Vorjahr bedeutet. Dabei stieg der Anteil des aus Industrierüben hergestellten Bioethanols um rund 54 Prozent auf 253.866 Tonnen, wohingegen nahezu zwölf Prozent weniger Bioethanol aus Futter-

getreide hergestellt wurde, nämlich 359.030 Tonnen. Die Zahlen präsentierte der Bundesverband der deutschen Bioethanolwirtschaft (BDBE). Der Futtermittelskandal im Februar 2013, bei dem mit Schimmelpilz verunreinigter Mais aus Serbien hierhergelangte, dürfte dem Image der von Kritikern beschimpften „Ökoplörre“ kaum zuträglich gewesen sein. Ganz im Gegenteil, die Tanker-Teller-Debatte hat neue Nahrung erhalten: In Deutschland angebauter, guter Mais lande in den Biogasanlagen, weshalb Futtermais billig und in mieser Qualität im Ausland zugekauft werden müsse.



Der Klimawandel bedroht die Insel Tokelau. Dabei setzen die Bewohner dort zu 100 Prozent auf Solarenergie.



## Inselträume im Südpazifik

Auf Tokelau schnurrten einst die Dieselgeneratoren. Seit Ende letzten Jahres jedoch hat die aus drei Atollen und zwölf Quadratkilometern Landfläche bestehende Insel im Südpazifik

komplett auf Solarenergie umgestellt. Das Tokelau Renewable Energy Project versorgt die rund 1.400 Einwohner mit einem Megawatt Leistung. Im Einsatz sind 4.032 Photovoltaik-Module,

298 Wechselrichter und 121 Sunny Island Charger von SMA Solar Technology. Umso leichter fiel es Aktivisten am „Warrior Day of Action“ im März dieses Jahres unter dem Kampagnen-

motto „We are not drowning, we are fighting“, sich gegen fossile Brennstoffe in Stellung zu bringen. Hintergrund: Tokelau droht aufgrund der Klimaveränderung im Meer zu verschwinden.

ANZEIGE

ERDGAS - Lösungen für die Zukunft

Ist es verrückt, mit einer Erdgas-Heizung Strom zu produzieren? Oder genial?



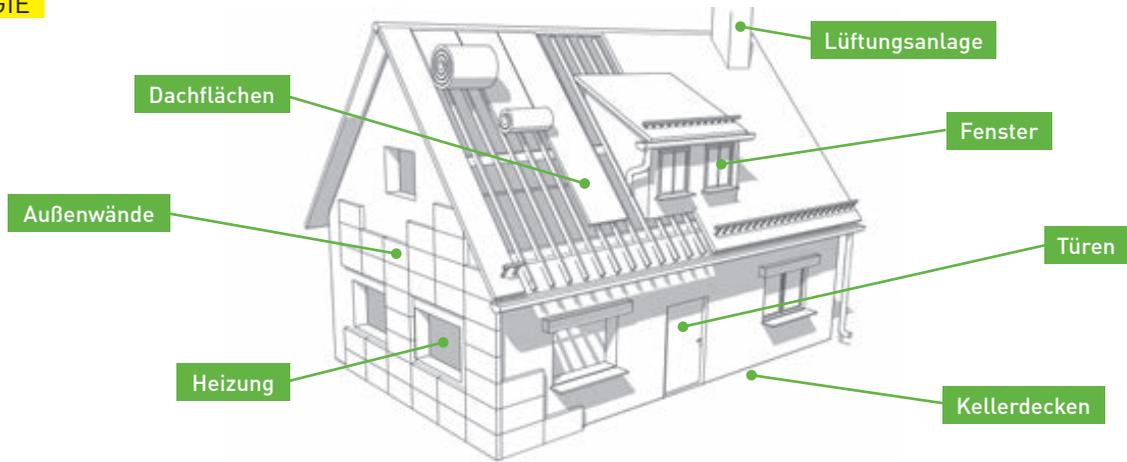
**Energie hausgemacht: durch effiziente Kraft-Wärme-Kopplung mit ERDGAS.**

Mikro-KWKs können in Ein- und Zweifamilienhäusern Wärme und gleichzeitig Strom erzeugen. Das ist nicht nur hocheffizient, sondern auch besonders umweltschonend. Weil die Energie dort entsteht, wo sie benötigt wird: direkt beim Verbraucher – also ohne lange Transportwege. Der Clou: Bündelt man mehrere dieser Mikro-KWKs, können sie zu virtuellen Kraftwerken zusammengeführt werden und so den zukünftigen Energiemix in Deutschland effektiv ergänzen. Für mehr Flexibilität und Unabhängigkeit.

Der Erklärfilm zeigt, wie's geht:

[www.erdgas.info/kwk](http://www.erdgas.info/kwk)

**ERDGAS**   
Natürlich effizient



## Sanieren und sparen

**40** Prozent des Energieverbrauchs in Deutschland entfallen auf den Gebäudebereich“, sagt Dr. Axel Nawrath, Vorstandsmitglied der KfW Bankengruppe. Hier lässt sich ansetzen, um Energie zu sparen. Die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) fördert Bauherren und Hauseigentümer seit 1. März dieses Jahres noch besser, wenn sie Haus oder Wohnung modernisieren. Pi mal Daumen gilt: je energieeffizienter das Haus, desto höher die Förderung. Bei Einzelmaßnahmen erhöht die KfW den Investitionszuschuss von 7,5 Prozent auf 10 Prozent und maximal 5.000 Euro pro Wohneinheit. Beim KfW-Effizienzhaus 70 steigt der Zuschuss von 17,5 auf 20 Prozent bei einem Maximum von 15.000 Euro pro Wohneinheit, beim KfW-Effizienzhaus 55 von 20 auf 25

Prozent und höchstens 18.750 Euro pro Wohneinheit. Gefördert werden Wärmedämmung der Außenwände, Dachflächen, Kellerdecken, die Erneuerung von Fenstern und Türen, die neue Heizung, der Einbau einer Lüftungsanlage, Baunebenkosten und auch Beratungs-, Planungs- und Baubegleitungsleistungen. Zeitgleich hat die KfW die Tilgungszuschüsse für oben genannte Effizienzhäuser angehoben und vergibt in Kombination mit dem Marktanzreizprogramm des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) zinsgünstige Kredite von bis zu 50.000 Euro je Wohneinheit. Im Internet kann sich jeder unter [www.energiefoerderung.info](http://www.energiefoerderung.info) generell über die aktuellen Fördermöglichkeiten informieren. Postleitzahl eintippen genügt.

ANZEIGE



### ECODAN WÄRMEPUMPEN

„Wir heizen nachhaltig – ganz ohne Nachteile!“

*Stefan, Christina und Paul B. aus M.*



Zuverlässiger Betrieb, beste Effizienz, hohe Wirtschaftlichkeit: Es gibt viele gute Gründe für Ecodan. Die Luft/Wasser-Wärmepumpen von Mitsubishi Electric lassen sich schnell, einfach und flexibel installieren – ganz ohne aufwendige Baumaßnahmen und zu überschaubaren Kosten. Geringe Betriebs- und Wartungskosten sorgen zudem dafür, dass sich eine Ecodan Wärmepumpe in kürzester Zeit rechnet. Und in jedem Fall auszahlt – ganz gleich, ob im Neubau oder bei Modernisierungen! Darauf können Sie vertrauen.

**ENDLICH  
CLEVER  
HEIZEN**

Jetzt Infos anfordern:  
[ecodan@mitsubishi-les.de](mailto:ecodan@mitsubishi-les.de)





In den Niederlanden haben Windräder an Land Tradition.

## Theoretisch optimal

**R**und zwei Milliarden Euro pro Jahr ließen sich durch einen optimierten Ausbau von Windkraft- und Solaranlagen in Deutschland im Jahr 2023 einsparen. Vor allem ein bevorzugter Ausbau von Windkraftanlagen auf dem Land (onshore) statt auf dem Meer (offshore) verspreche Kostenersparnis, so eine aktuelle Studie des Beratungsunternehmens Consentec und des Fraunhofer IWES, die von Agora Energiewende in Auftrag gegeben wurde. Die produzierte Strommenge bleibe onshore die gleiche wie offshore. Dies gilt auch für die Betrachtung „verbrauchsnahe Erzeugung“ versus „beste Standorte“ (Windkraft in Norddeutschland, Photovoltaik im Süden). Die Studie kommt auch zu dem Schluss, dass der Ausbau der Netze zwar langfristig wichtig, ein verzögerter Netzausbau bis zum Jahr 2023 allerdings nicht kritisch oder teurer sei. Heißt: Eile mit Weile.

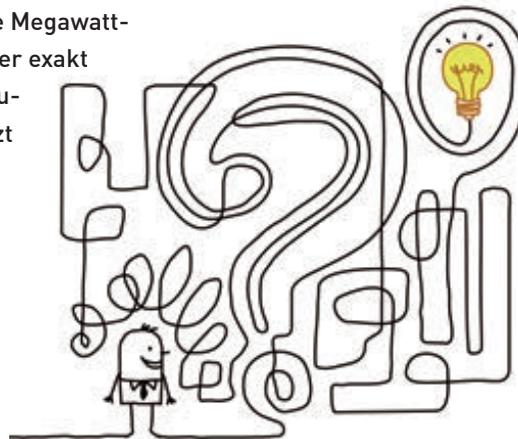
## Weg damit!

Dänemark zeigt sich ebenso vorbildlich wie resolut: Seit 1. Januar 2013 sind Erdgas- und Ölheizungen in Neubauten verboten. Ab 2016 dürfen auch in älteren Gebäuden keine neuen Ölheizkessel mehr installiert werden, falls ein Anschluss an Fernwärme oder Erdgas möglich ist. Die Umstellung auf erneuerbare Energien wird bis 2015 mit 42 Millionen Kronen (circa 5,6 Millionen Euro) unterstützt. Grundlage ist das „DK Energy Agreement“.



## Woher kommt der Ökostrom?

Hierzulande gibt es jetzt ein Herkunftsnachweisregister für Ökostrom, kurz: HKNR. Es wird zentral vom Umweltbundesamt verwaltet, gilt als Nachweis für den Verkauf von grünem Strom und ist vergleichbar mit einer „Geburtsurkunde“. Ein elektronisches Dokument bescheinigt, wo und wie Strom aus erneuerbaren Energien produziert und eingespeist wurde. Für jede Megawattstunde erneuerbaren Stroms erhält der Erzeuger exakt einen Herkunftsnachweis. Nachdem ein Verbraucher den Strom geliefert bekommen und genutzt hat, wird das Dokument entwertet. Doppelvermarktung und Betrug sollen somit ausgeschlossen sein. Mit dem HKNR setzt Deutschland die europäische Richtlinie 2009/28/EG für mehr Verbraucherschutz im Strommarkt um. Registrieren können sich Ökostromerzeuger, die den Strom direkt vermarkten wollen, auf [www.hknr.de](http://www.hknr.de).



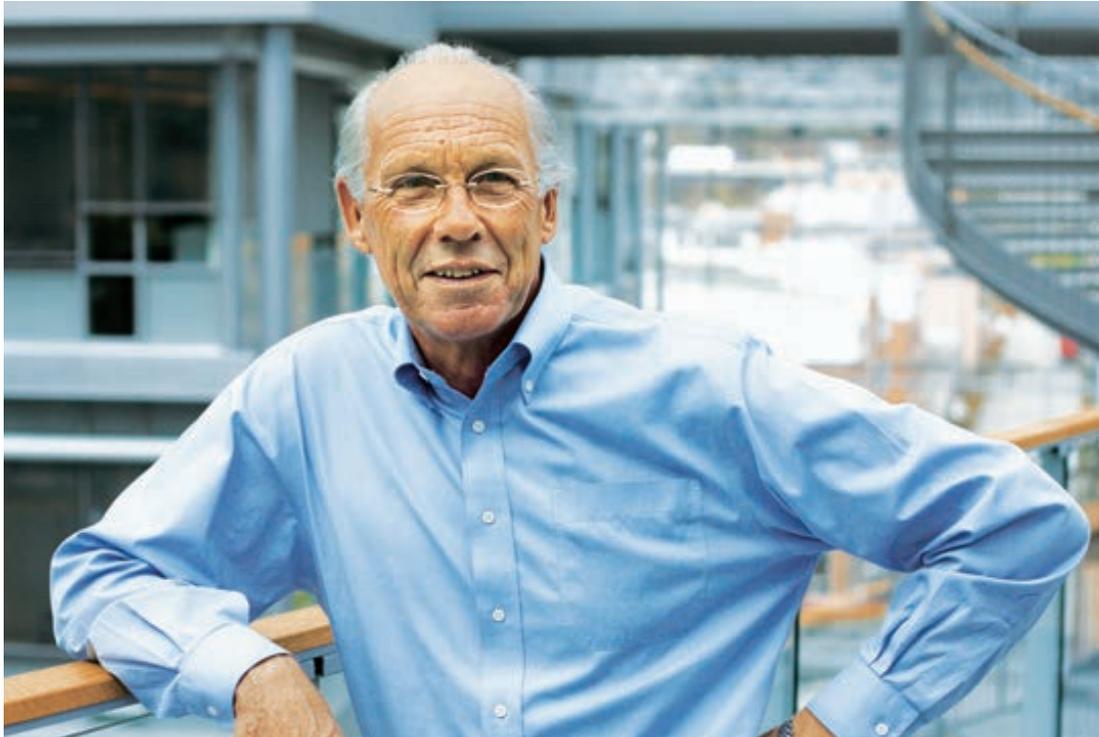
## DIMPLEX WÄRMEPUMPEN:

- Heizen, Kühlen und Warmwasserbereitung
- Ohne Öl und Gas
- Günstig und umweltfreundlich

Unsere Wärmepumpen-Partner in ganz Deutschland beraten Sie gerne:  
[www.dimplex.de/wp-partner](http://www.dimplex.de/wp-partner)

**Dimplex**  
INNOVATIVES HEIZEN UND KÜHLEN

Glen Dimplex Deutschland GmbH  
Geschäftsbereich Dimplex  
Am Goldenen Feld 18, 95326 Kulmbach  
[www.dimplex.de](http://www.dimplex.de)



# VOR UNS DIE SINTFLUT

Der Norweger **Jörgen Randers** war 1972 Koautor des Club-of-Rome-Berichts „Die Grenzen des Wachstums“. 40 Jahre später hat er in seinem aktuellen Buch wieder einen Blick in die Zukunft gewagt – und die ist alles andere als rosig.

## Worin unterscheidet sich „2052. Der neue Bericht an den Club of Rome. Eine globale Prognose für die nächsten 40 Jahre“ von „Die Grenzen des Wachstums“?

1972 haben wir zwölf Zukunftsszenarien bis ins Jahr 2100 beschrieben – sechs positive und sechs negative. Damals hatten wir noch nicht genügend Datenmaterial, um vorhersehen zu können, welches das wahrscheinlichste Szenario sein würde. Jetzt wissen wir genug, um in „2052“ sagen zu können, was zumindest in den nächsten 40 Jahren passieren wird.

## Klimawandel und schwindende Ressourcen – was muss getan werden, um das Schlimmste zu verhindern?

Die Energieeffizienz der Wirtschaft muss gesteigert werden. Und es müssen erneuerbare Energien eingeführt werden, um die fossilen Energieträger zu ersetzen. Deutlicher ausgedrückt: Die Verbrennung von Kohle, Öl und Erdgas ist zu verbieten. Die reichen Nationen sollten Vorreiter sein und sich verpflichten, ab 2022 auf fossile Energie zu verzichten. Technisch gesehen ist die Umstellung sehr leicht, es kostet nur mehr.

## Was halten Sie von der „Energiewende“? Glauben Sie, dass Deutschland auf dem richtigen Weg ist?

Da kann ich nur gratulieren! Deutschland tut, was getan werden muss: erneuerbare Energien ausbauen und Energieeffizienz steigern. Nur sehr wenige Demokratien sind zu dem in der Lage, was Deutschland in den letzten zehn Jahren erreicht hat, nämlich die Mehrheit der Bevölkerung dazu zu bringen, für den Ausbau von Solar- und Windenergie tiefer in die Tasche zu greifen. Damit hat Deutschland die Erneuerbaren viel früher eingeführt, als es dank Marktmechanismen möglich gewesen wäre. Nur, warum ist das so schwer? Weil es viel teurer ist, als nichts zu tun. Andere Länder scheuen diese Kosten. Es würde mich nicht wundern, wenn auch in Deutschland diejenigen, die steigende Energiekosten nicht akzeptieren wollen, die Oberhand gewinnen.

## Wie kann die Bundesregierung die Unterstützung der Bevölkerung für die Energiewende zurückgewinnen?

Die viel interessantere Frage lautet: Wie um alles in der Welt hat sie es überhaupt geschafft, die Beschlüsse durchs Parlament zu bringen? Jeder rational denkende Mensch musste doch wissen, dass das höhere Energiepreise mit sich bringt. Jetzt, wo es anfängt wehzutun, weil die Strompreise steigen, regt sich der Widerstand. Die meisten Menschen denken nur kurzfristig. Sie sind nicht bereit, heute mehr zu zahlen, um damit

→ **JØRGEN RANDERS**, Jahrgang 1945, ist Dozent für Klima- und Zukunftsfragen an der Norwegischen Business School in Oslo. Von 2004 bis 2009 war er Generaldirektor des World Wildlife Fund.

ihren Enkeln in 40 oder 60 Jahren ein besseres Leben zu ermöglichen. Wenn die Mehrheit sich durchsetzt, wird diese lobenswerte Initiative begraben werden. Was kann die Regierung also tun? Ich weiß es nicht. Wahrscheinlich nicht viel, außer den Leuten immer wieder zu erklären, worum es geht: Jetzt ein wenig mehr zu zahlen, um ein unabhängigeres Deutschland zu schaffen.

#### Haben Sie den Glauben an die Intelligenz der Gesellschaft und die Demokratie verloren?

Ja, absolut. Mit meinen Bemühungen über 40 Jahre hinweg die Gesellschaft dazu zu zwingen, nachhaltiger zu handeln, bin ich gescheitert. Menschen planen nun einmal in Zeiträumen von fünf bis zehn Jahren. Allerdings brauchen wir jetzt den Einsatz an der Klimafront, dessen Nutzen wir erst in 30 oder sogar 60 Jahren sehen werden.

#### Die Chinesen treiben den Klimaschutz mit teils drastischen Mitteln voran, wie zum Beispiel beim Bau des Drei-Schluchten-Damms. Ist das etwa die Lösung?

Zumindest eine bessere Lösung. Die chinesische Regierung tut doch nichts anderes als die deutsche, als sie die „Energiewende“ durchsetzte. Die deutsche Regierung zwingt ihrer Bevölkerung eine Politik auf, die langfristig richtig und sinnvoll ist, aber kurzfristig teuer. In China verfolgen sie eine Ein-Kind-Politik, forsten großflächig Wälder auf und installieren selbst in den entferntesten Provinzen Sonnenkollektoren zur Wassererwärmung auf den Dächern. Sie haben Energieeffizienz in ihren Fünfjahresplan aufgenommen. Sie tun viele Dinge, die weit mehr kosten als das Nichtstun, Dinge, die sogar den Konsum oder die Einkommensentwicklung in China verlangsamen. Deshalb glaube ich, dass sie auf dem richtigen Weg sind.

#### Einer der Auslöser für die deutsche Energiewende war Fukushima. Ist der Verzicht auf Atomenergie im Hinblick auf den Klimawandel die richtige Entscheidung?

Es ist richtig, dass Deutschland seine Atomkraftwerke stilllegt. Für reiche Nationen wie Deutschland und Norwegen ist es schlichtweg unethisch, ihre Energieengpässe mithilfe der Atomenergie zu überbrücken und die Probleme der Endlagerung nachfolgenden Generationen zu vermachen. Der Klimawandel macht es natürlich umso verlockender, die Atomkraftwerke als Übergangstechnologie weiterlaufen zu lassen, bis wir den Wechsel von Kohle, Öl und Gas auf Erneuerbare geschafft haben.

#### Was glauben Sie: Warum sind die Deutschen so sehr gegen Atomkraft – ganz im Unterschied zu den Franzosen?

Das ist eine interessante Frage. Warum bauen manche Industriegesellschaften Atomkraftwerke und andere nicht? Ich glaube, das hat viel mit den Traditionen des Landes zu tun. Rational erklären lässt sich das Unbehagen nicht. Atomenergie ist eine sichere Energiequelle. Wir wissen,

dass es ungefähr alle zehn Jahre zu einem größeren Unfall kommt, aber auch nicht öfter. Das einzige rationale Argument gegen Atomkraft ist die Endlagerproblematik. Aber die Menschen sind nicht rational. Viele glauben, Atomenergie sei gefährlich, sie fürchten die Strahlung, sie haben Angst vor Unfällen. Diese Angst ist in vielen Gesellschaften so groß, dass es dort eben unmöglich ist, Atomkraftwerke zu bauen.

#### Welche Sorgen machen Sie sich um Ihre Kinder und Enkel?

Ich wünsche mir, dass meine Kinder in einer Welt leben können, die zumindest genauso gut ist wie die aktuelle. Um das zu ermöglichen, müssen wir gegen den Klimawandel aktiv werden. Der Klimawandel ist die größte Bedrohung für das Wohl unserer Kinder.

#### Was wäre Ihrer Meinung nach der optimale Ort, an dem Ihre Enkel nach 2052 leben sollten?

Dort, wo die Gesellschaft fähig ist, sich auf langfristige Strategien und Entscheidungen zu einigen. Natürlich sollte es ein Ort sein, an dem sich der Klimawandel nicht so stark auswirkt – denn ich gehe davon aus, dass wir in den nächsten 30, 40 Jahren mit vielen Klimaschäden rechnen müssen. Das Flachland rund um München zum Beispiel ist einer der sichersten Orte auf der Erde. Klimavorhersagen gehen davon aus, dass es rund um München kaum trockener und nur ein wenig wärmer wird, die Zahl der Unwetter wird sich in Grenzen halten. Deshalb werden wohl Menschen aus aller Welt versuchen, dorthin einzuwandern. In den Alpen hingegen werden die Gletscher schmelzen und zahlreiche Erdbeben auslösen, extreme Wetterlagen werden die Flüsse über die Ufer treten lassen. Aber das ist nichts im Vergleich zu den Veränderungen, die anderswo zu erwarten sind.

#### Und wie sieht es mit Norwegen aus?

Der einzige Grund für mich, in einer so nördlich gelegenen Stadt wie Oslo zu leben, in der es kalt ist und vier Monate im Jahr dunkel, war die Skisaison im Winter. Bis 1985 konnten wir vier Monate lang direkt von unserer Haustür aus zum Langlaufen gehen. Die Temperaturen lagen konstant unter null, der Schnee war weich und wunderbar. Aber in den vergangenen 30 Jahren ist die Durchschnittstemperatur in Oslo schon um zwei Grad gestiegen. Wobei die Sommer genauso kalt sind wie früher, die Winter aber um vier Grad wärmer. Das bedeutet, dass die Skisaison jetzt nur eineinhalb Monate dauert. Und weil der Meeresspiegel ansteigt, müssen wir an den Küsten unseren Hochwasserschutz ausbauen. In den Bergen wird die Baumgrenze nach oben wandern, der Permafrost schmilzt, es kommt zu Erdbeben. Andererseits wird Norwegen auch profitieren: Die Bäume werden schneller wachsen, die Landwirtschaft kann ihre Produktion steigern. Und dank der steigenden Niederschläge im Westen des Landes, wo all unsere Wasserkraftwerke liegen, werden wir mehr Strom erzeugen können.

*Das Gespräch führte Katrin Lange.*



**Rohstoff Altpapier** — Rund 65 Prozent der Papier-, Karton- und Pappproduktion speisen sich mittlerweile aus Altpapier. Insgesamt wäre sogar eine Einsatzquote von 80 Prozent möglich, da dem Produktionskreislauf nur rund 20 Prozent Primärfasern zugeführt werden müssen, um Qualitätsverluste beim Recycling auszugleichen. Derzeit wird Altpapier vor allem für die Herstel-

lung von Verpackungsmaterial eingesetzt. Auch für Zeitungen wird hauptsächlich Altpapier verwendet. Dagegen ist der Altpapieranteil bei den übrigen grafischen Papieren sehr gering, etwa bei Zeitschriften, Werbeblättern, Katalogen und Büropapieren. Hier liegen die größten Steigerungschancen für den Einsatz von Altpapier.

# HOLZEN FÜR DAS KÜCHENKREPP

Jeder von uns verbraucht jährlich rund 240 Kilo Papier. Und weltweit wächst der Papierkonsum kräftig weiter. Für die Umwelt ist das schlicht zu viel. Dabei ginge es auch anders.

Autor: Stephan Schlote

**E**igentlich ist dies ein wunderbares Medium: Es trägt Liebesbriefe, Skizzen, Gedichte und Romane, Rechnungen oder Nachrichten in die Welt. Man kann damit Nase und Hintern wischen, Geldscheine drucken, Kaffee filtern und Wände tapezieren. Papier, erfunden vermutlich rund 100 n. Chr. von einem kaiserlichen Beamten im alten China, hat die Welt verändert.

Leider auch die Umwelt: Nach Berechnungen des WWF landen rund 40 Prozent des weltweit industriell geschlagenen Holzes in der Papierindustrie. Während Sie diesen Satz lesen, wird irgendwo in Kanada, Russland, Skandinavien oder Indonesien ein Baum für die Papierindustrie gefällt. Und die Wahrscheinlichkeit ist hoch, dass dieser Baum aus einem Primärwald kommt, einem Wald, der zuvor noch nie von Menschen gerodet wurde. Das heißt: Immer noch werden Urwälder für

Papier zerstört. In Europa wachsen die Waldflächen, doch weltweit, so hat es der WWF errechnet, verliert unser Planet pro Minute Wälder so groß wie 35 Fußballfelder.

400 Millionen Tonnen Papier werden jährlich weltweit produziert, rund die Hälfte davon allein für Verpackungsmaterialien. Gut 240 Kilo Papier verbraucht jeder Deutsche pro Jahr, Tendenz gleichbleibend. Denn während Print-Produkte wie Presse oder Prospekte stagnieren, wachsen der verpackungsintensive Online-Handel und das Geschäft mit Hygienepapieren. Den Herstellern beschert das einen massiven Strukturwandel, doch der gesamte Papierverbrauch bleibt unverändert hoch. Papierloses Büro? Eine schöne Vision.

Und neue Aufsteiger-Länder treiben den globalen Hunger nach Papier und damit nach Holz weiter voran. Noch mal rund 20 Pro-



Sägewerk in Österreich: Neues EU-Recht verlangt einen Herkunftsnachweis für jeden Baumstamm.

**Rohstoff Holz** — Je nach den gewünschten Eigenschaften des Papiers werden Holzstoff oder Zellstoff als Primärfaserstoff und Altpapier als Sekundärfaserstoff für die Produktion eingesetzt. Rund 40 Prozent des weltweit industriell geschlagenen Holzes gehen in die Papierproduktion. Mit mehr Recycling

und einem sparsameren Verbrauch wäre weniger Holzeinsatz möglich, doch ganz ohne frisches Holz geht es nicht: Denn je öfter Papier recycelt wird, desto kürzer werden die einzelnen Fasern und desto geringer ihre Fähigkeit, sich zu einem Blatt zu binden.

**Probleme ins Ausland verlagert: „Die hohe deutsche Zellstoff- und Papiernachfrage“, so das Umweltbundesamt, „trägt zur weltweiten Waldzerstörung bei.“**

zent mehr als heute dürften es schon zum Ende dieses Jahrzehnts werden. Kann das die Erde ab? „Definitiv nein“, meint Evelyn Schönheit, Umweltberaterin beim Forum Ökologie & Papier. „Schon für den heutigen Papierkonsum ist unser Planet zu klein.“

Wir selbst sind am rohstoffintensiven Papierhunger direkt beteiligt. Deutschland ist einer der größten Papierverbraucher weltweit und Europas größter Produzent. Jährlich über 20 Millionen Tonnen laufen aus deutschen Papiermaschinen – Mengen, die ohne Importe an so genannten „Primärfasern“, also Fasern direkt aus Holz, nicht zu schaffen sind (siehe auch Kasten links unten). Jeder Bundesbürger, so hat es die Umweltorganisation Robin Wood errechnet, verbraucht umgerechnet täglich fast ein halbes Kilo Holz für Papier und Karton.

Das Problem: Rund 80 Prozent der in Deutschland verarbeiteten Primärfasern stammen aus Importen. Zugleich ist Deutschland nicht nur Großproduzent, sondern auch Großimporteur fertiger Papiere. Etwa die Hälfte des gesamten heimischen Papierkonsums wird fertig importiert. Und damit, so Almut Reichart vom Umweltbundesamt (UBA), wird „der umweltbelastendste Teil der Papierherstellung ins Ausland verlagert“.

Dabei ist Holz doch ein nachwachsender Rohstoff, oder nicht? Und nichts ist so nachhaltig wie ein über viele Generationen verantwortungsvoll bewirtschafteter Wald. Es kommt darauf an: So stammen derzeit rund 40 Prozent des in Deutschland eingesetzten Zellstoffs und fertigen Papiers aus Skandinavien. Finnland, neben Schweden unser Hauptlieferant für Papier, importiert einen Teil seines Rohholzes aus Russland. Dort aber werden für die Holzbeschaffung noch immer Urwälder eingeschlagen. 5 Prozent seiner Primärfasern

bezieht Deutschland aus Kanada, auch hier sind Urwälder durch Holzeinschlag bedroht, heißt es in einer aktuellen, beim UBA erhältlichen Broschüre (siehe Hinweis am Textende). Rund 40 Prozent des in Deutschland verarbeiteten Zellstoffs kommen aus Südamerika. Aus Indonesien beziehen wir sogar Fertigpapiere, eine Region, in der die Urwälder dramatisch schrumpfen. Kommentar des Umweltbundesamtes: „Die hohe deutsche Zellstoff- und Papiernachfrage trägt zur weltweiten Waldzerstörung bei.“

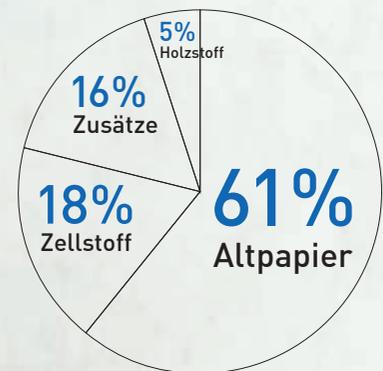
Dabei kann die Branche für 100 Prozent des in Deutschland eingesetzten Holzes und 84 Prozent des eingesetzten Zellstoffes scheinbar eindeutige Herkunftsnachweise liefern. Klingt gut, kommt aber bei Experten nur eingeschränkt gut an. Denn die globalen Handelswege der Papier- und Zellstoffindustrie gehen über viele Länder und sind deshalb nicht immer nachvollziehbar. Umweltberaterin Schönheit: „Wir importieren noch immer – teilweise über indirekte Lieferwege – aus Ländern wie Kanada, Indonesien oder Russland, also aus Staaten, wo Wälder für Papierrohstoffe zerstört werden.“ Aber auch die Papierfachfrau weiß: Die deutschen Papierhersteller haben schon viel erreicht hinsichtlich Altpapiereinsatz und Ressourceneinsparung.

**Hersteller immer effizienter**

Zweifelloso ist die Papierindustrie längst eine Hightech-Branche mit hoher Effizienz und Innovationskraft. Beim Druckpapier etwa ist über die Jahre das so genannte Flächengewicht kontinuierlich gesunken. Und das heißt: immer dünneres Papier bei konstanter Qualität. Selbst Zeitungen, längst ein reines Altpapierprodukt, können inzwischen hochwertig in Farbe drucken. Chlorfreie oder chlorarme Bleiche ist seit Jahren Standard, genauso wie

**AUS DIESEN ROHSTOFFEN ENTSTEHT PAPIER**

Über die Hälfte der benötigten Rohstoffe kommt bereits aus dem Altpapier. Technisch möglich wäre weitaus mehr.



Quelle: Verband Deutscher Papierhersteller (vdp)

Fotos: getty images/STOCK44B, iStockphoto/blackred



Papiermaschine: Die Herstellung einer Tonne reinen Frischfaserpapiers benötigt noch immer genauso viel Energie wie eine Tonne Stahl.

**Ganz schön weiß** — Zellulosefasern werden erst durch die Bleichung weiß, vorher ist der Zellstoff durch das Lignin (Holzstoff) je nach Verfahren mehr oder weniger braun gefärbt. Bei der Zellstoffbleiche werden die hartnäckigen Ligninreste in mehreren Stufen zerstört und ausgewaschen. Gebleicht wird mit Sauerstoff, Wasserstoffperoxid und Ozon. Die früher hochgradig gewässerbelastende Chlorbleiche ist inzwischen überholt und

wird weltweit nur noch bei rund zehn Prozent der gesamten Produktion angewendet. Bei der Aufbereitung von Altpapier wird in einem speziellen Waschverfahren (Deinking) die Druckfarbe entfernt. Der dann einsetzenden Vergilbung der Fasern wird mit Wasserstoffperoxid entgegengewirkt. Im Gegensatz zur Zellstoffbleiche ist dieses Verfahren wesentlich einfacher und umweltfreundlicher.



Mehr zum Thema im Internet unter [www.es-werde-lux.de/topthema](http://www.es-werde-lux.de/topthema)

der Wiedereinsatz von Brauchwasser in fast geschlossenen Kreisläufen. Lag die Abwassermenge pro Tonne Papier 1975 noch bei rund 100 Tonnen, sind es heute nur noch 25. Damit hat sich die Schadstofffracht für die Flüsse drastisch vermindert. Doch noch immer sind das 25.000 Liter Abwasser je Tonne, zahlreiche zum Teil in ihren ökologischen Wirkungen unbekannte Additive und Hilfsstoffe inklusive. Und, man glaubt es kaum: Für die Produktion einer Tonne Frischfaserkopierpapier wird noch immer genauso viel Energie benötigt wie für die Herstellung einer Tonne Primärstahl. In Deutschland ist die Papierindustrie denn auch die Branche mit dem drittgrößten Energieverbrauch.

### Weltmeister an der Tonne

Währenddessen gehen wir reinen Gewissens zur Altpapier-Tonne. Denn beim Papierrecycling sind die Deutschen Weltmeister. Die so genannte Rücklaufquote liegt hierzulande bei fast 80 Prozent. Tageszeitungen wie auch die „Süddeutsche“, der dieses Magazin beiliegt, werden sogar mit einer Recyclingquote von über 90 Prozent produziert. Zugleich aber hat unser Papierkonsum noch immer fast absurde ökologische Schwächen: Gerade mal 15 Prozent aller Schulhefte sind aus Altpapier und nur rund 30 Prozent aller druckfähigen und beschreibbaren Papiere. Beim Büropapier liegt der Recyclinganteil nur bei 13 Prozent, bei Hygienepapieren, die ohnehin im Müll landen, fällt er aktuell. Holzen für das Küchenkrepp. Und viele Magazine werden aus technisch überholten Gründen sogar komplett aus Primärfasern gedruckt.

Ergebnis: Die Deutschen recyceln tapfer, bleiben aber beim Kauf von Altpapierprodukten oft zurückhaltend. So exportiert Papiergroßproduzent Deutschland einen Teil des

gesammelten Altpapiers sogar ins Ausland. Nur die Hälfte der verbrauchten Papiermenge ist denn auch aus Altpapier, für die andere Hälfte importieren wir viel Papier aus ökologisch sensiblen Primärfasern. „Und das“, sagt Angelika Krumm, Ingenieur für Papiertechnik, „muss sich ändern.“ Denn technisch wäre wesentlich mehr drin, ohne Abstriche an Preis, Qualität und Funktion.

Fakt ist: Recyclingprodukte haben in Deutschland bis heute ein graues und uncooles Image. So werden für grafische Papiere noch immer frische Zellstoffe für die Produktion eingesetzt. Sinnvoll ist das nicht. Von „kognitiven und emotionalen Widerständen“ berichtet Michael Söffge, Geschäftsführer der Glückstädter Steinbeis Papier, europäischer Marktführer für grafische Papiere aus 100 Prozent Altpapier. Denn längst sind Recyclingpapiere für Büro oder Magazine nicht mehr zu unterscheiden von vergleichbaren Frischfaserprodukten. „Doch das Potenzial“, so Söffge, „wird nicht ausgeschöpft.“

Und nur selten ist der Preis der Grund: Zwar liegt bei Zeitschriften, Magazinen und Katalogen der Anteil der Papierkosten bei über 50 Prozent, doch sind ökologische Alternativen bei gleicher Qualität mitunter sogar günstiger. Selbst wer sich für reinweiße Qualitäten aus Recyclingpapier entscheidet, muss inzwischen nur noch mit geringen Mehrkosten kalkulieren. Wie sehr es nicht nur ökologisch, sondern auch ökonomisch sinnvoll ist, auf Recyclingpapier umzusteigen, hat inzwischen auch die Unternehmensberatung A. T. Kearney in einer eigenen Studie bestätigt.

### Verwirrung mit Öko-Labeln

Einkäufer in Unternehmen und Endverbraucher entscheiden also mit über die Zukunft der Wälder weltweit, doch zumindest der Endver-

## ZERTIFIKATE

### Verwirrende Kriterien

Auch wenn es so aussieht: Umweltzertifizierte Produkte sind nicht automatisch umweltfreundlich. So bewerten etwa PEFC und FSC nur die Herkunft der Papierrohstoffe, nicht aber die ökologischen Folgen der Produktion. Allein für das bekannte FSC-Label gibt es drei Abstufungen: „FSC-Pure“ steht für ein reines Primärfaserprodukt. Sogar „FSC-mixed“ erlaubt 100 Prozent Primärfasern und die Nutzung von 30 Prozent nicht FSC-zertifiziertem Holz. „FSC-recycled“ schreibt 100 Prozent Altpapier vor, aber ohne jede weitere Vorgabe hinsichtlich der Papierproduktion. Die EU-Blume prüft zwar die gesamte Wertschöpfungskette, stellt aber keine Anforderungen zum Altpapiereinsatz und ist deshalb unter dem Aspekt der Waldschonung „kein ausreichendes Kennzeichen für eine ökologische Papierbeschaffung“, so das Umweltbundesamt. Wer ökologisch auf Nummer sicher gehen will, für den gibt es demnach nur ein Zeichen: den Blauen Engel.





**Und sonst noch?** — Für Spezialpapiere wie Banknoten oder Urkunden werden auch textile Faserstoffe verwendet, etwa Lumpen oder Baumwollabfälle. Da nur wenige Papiere aus reiner Zellulose bestehen, verändert man mit Hilfs- und Füllstoffen gezielt die Eigenschaften des Papiers: Füllstoffe wie Kreide, Kaolin oder Marmorstaub lagern sich zwischen die Papierfasern

ein, verdichten das Papier, glätten die Oberfläche und machen das Papier besser bedruckbar. Leime verringern die Saugfähigkeit. Sie machen die Zellulose wasserabweisend, sodass die Tinte einzieht, aber nicht verläuft. Die Vielfalt ist riesig: In Deutschland werden rund 3.000 verschiedene Sorten Papier, Karton und Pappe hergestellt.

## Die große Ahnungslosigkeit: Weltweit sind gerade mal zehn Prozent aller Wälder zertifiziert. Seriöse Papierhersteller schicken deshalb eigene Inspektoren um den Globus.

braucher ist beim Griff ins Regal erst mal verwirrt. Mehrere Ökosiegel versprechen eine nachhaltige Forstwirtschaft und zum Teil auch eine umweltschonende Produktion (siehe Seite 17). PEFC („Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes“) etwa garantiert, dass Holz- und Papierprodukte aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern kommen. „PEFC gewährleistet keinen Waldschutz“, sagt FÖP-Expertin Schönheit. FSC („Forest Stewardship Council“) wiederum ist zwar am meisten anerkannt, dafür aber sind FSC-zertifizierte Papiere meist reine Primärfaserprodukte – und das heißt, Altpapieranteil null. Was also tun? Der Rat der Papierfachfrau: Auf das älteste und erste Umweltzeichen der Welt achten, den „Blauen Engel“. Der nämlich garantiert als einziges Label einen hundertprozentigen Einsatz von Altpapier.

### Kaum ein Wald wird kontrolliert

Dabei sind knapp 10 Prozent der globalen Waldfläche überhaupt von Zertifikaten und anderen Umweltsiegeln erfasst. Für Hersteller wie den finnischen Papierriesen UPM Grund genug, selbst eigene Leute loszuschicken in die Wälder dieser Welt. Ergebnis: Es gibt kein Blatt Papier, von dem die Finnen nicht sagen könnten, woher es stammt.

Es wird nicht reichen. „Wollen wir eine wirklich nachhaltige Papierversorgung“, sagt Robin Wood-Frau Krumm, „müssen wir unseren gesamten Papierverbrauch halbieren.“ Schon unser Nachbarland Frankreich verbraucht rund 40 Prozent weniger Papier als wir. „20 Prozent der Weltbevölkerung verwenden 80 Prozent des gesamten Papiers“, sagt Krumm, „und das kann nicht gut gehen.“

Doch es bewegt sich etwas. Denn auch die Politik hat das Thema inzwischen auf der Agenda. So gilt seit Anfang März europä-

weit die EU-Holzverordnung. Demnach muss jedes Unternehmen, das in der EU Holz verkauft, einen genauen Herkunftsnachweis beibringen und belegen, dass dieses Holz aus legalen Quellen stammt – und nicht aus illegalem Holzeinschlag.

Auch die Branche selbst setzt sich immer strengere Umweltziele. So will die vom europäischen Dachverband der Zellstoff- und Papierindustrie verabschiedete „CEPI-Roadmap 2050“ die CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2050 um 80 Prozent gegenüber jenen des Jahres 1990 verringern. Voraussetzung ist die Einführung so genannter „bahnbrechender Technologien“. Papierberaterin Schönheit sieht solche Ansätze eher skeptisch: „Dass technische Errungenschaften den Klimawandel nicht bremsen, ist doch längst überdeutlich.“

Hubert Lienhard, Vorstandschef beim Maschinenbauer Voith, sieht den Stellenwert von Innovationen natürlich anders. So könne man schon heute Zellstoffwerke energieautark errichten, wenn die nicht verwertbaren Rohstoffe der Verbrennung wieder zugeführt würden. Das Ziel: den Energieverbrauch für die Papierherstellung halbieren.

Noch besser wäre eine andere Innovation, weiß auch Lienhard: Würde die Recyclingrate für Papier weltweit von aktuell 50 Prozent auf 65 Prozent steigen, dann bräuchte es zumindest für den heutigen globalen Bedarf keinen einzigen zusätzlichen Baum.

Und wir hätten noch jede Menge Papier für Briefe aller Art.

**Mehr:** „Papier. Wald und Klima schützen“ ([www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de))

„Papier hoch 7: Vorurteile und Antworten der Papierindustrie“ ([www.vdp-online.de](http://www.vdp-online.de))  
Einen Eco-Rechner und Paper Guide für gewerbliche Kunden von Recyclingpapieren bietet Steinbeis Papier ([www.stp.de](http://www.stp.de)).

## ALTPAPIER RICHTIG SAMMELN: DARAUF SOLLTE MAN ACHTEN

### Ins Altpapier gehören

- Zeitungen, Zeitschriften, Broschüren, Bücher, Schulmaterial aus Papier
- Unbeschichtetes Geschenkpapier
- Verpackungen aus Papier, Pappe und Karton (Lebensmittelkartons ohne Lebensmittelreste, Geschenkkartons)
- Eierkartons
- Papierhandtücher, Taschentücher, u. Ä. (in geringen Mengen, wenig verschmutzt, nicht geknüllt)

### Nicht ins Altpapier gehören

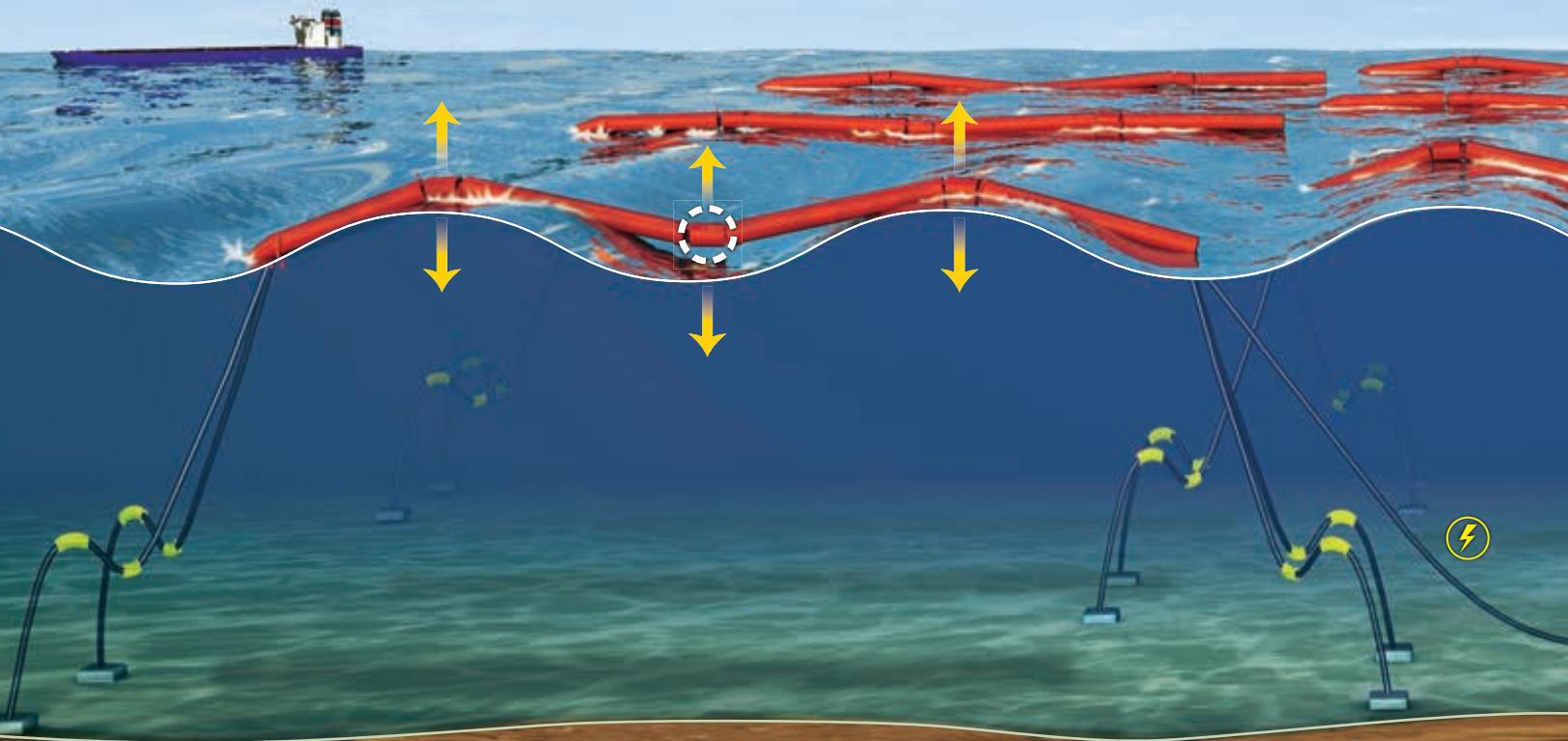
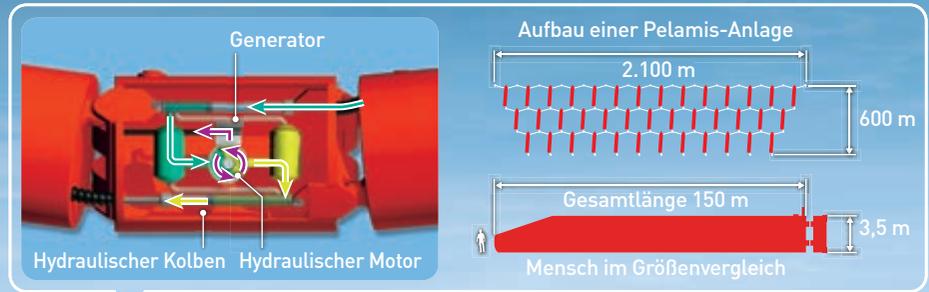
- Geknülltes Papier wird in der Sortierung generell ausgesondert, da häufig grobe Verschmutzungen darin eingewickelt sind
- Wachs-, Paraffin-, Bitumen- und Ölpapiere bzw. -pappen
- Nassfest imprägnierte bzw. geleimte Papiere und Pappen
- Oberflächen- und zwischenbeschichtete Papiere und Pappen (z. B. mit Kunststoff, Zellstoff, Bitumen, Metallfolie)
- Papiere und Pappen mit Kunststofflacken oder -folien (z. B. Lack-, Glacé- und Chromopapiere und -pappen)
- Papiere und Pappen, die Kleber enthalten
- Kohlepapiere
- Magnetstreifen auf Lochkarten
- Getränkekartons
- Tapeten

# WELLENKRAFTWERK – ENERGIE AUS DEM MEER

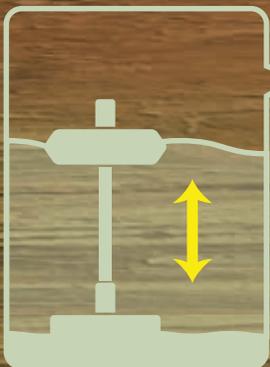
Aus Wind werden Wellen und daraus Strom.

## Auftriebskörper: Pelamis P2

Die einzelnen „Seeschlangen“ bestehen aus mit Gelenken verbundenen Zylindersegmenten und passen sich dem Wellengang an. Die Bewegungen pressen eine Spezialflüssigkeit durch ein Hydrauliksystem. Dadurch werden Generatoren angetrieben, die Strom erzeugen. Nördlich der Orkney-Inseln ist eine Anlage aus 66 Pelamis und einer Leistung von 50 Megawatt in Planung.

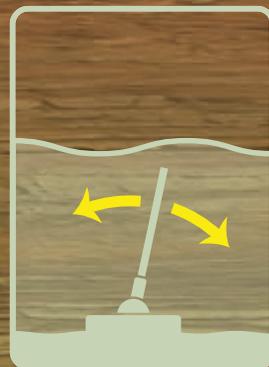


## Weitere Technologien



### Bojen-Konstruktion

Die an der Wasseroberfläche schwimmende Boje überträgt die Auf- und Abbewegung der Wellen auf einen Generator zur Stromerzeugung. Vor der Küste Portlands in Australien ist ein Kraftwerk mit 45 Bojen in Planung, das Energie für 10.000 Haushalte liefern soll. Prototypen sind unter anderem vor der norwegischen Insel Runde in Betrieb.



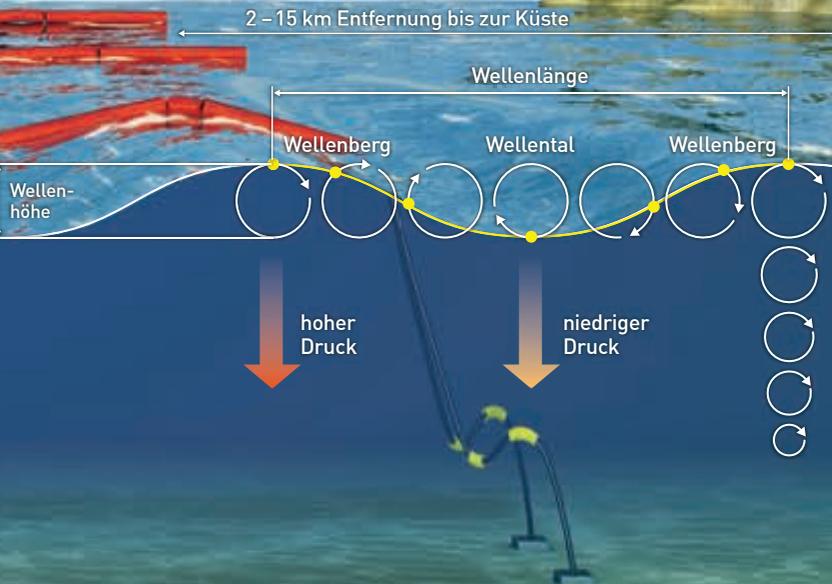
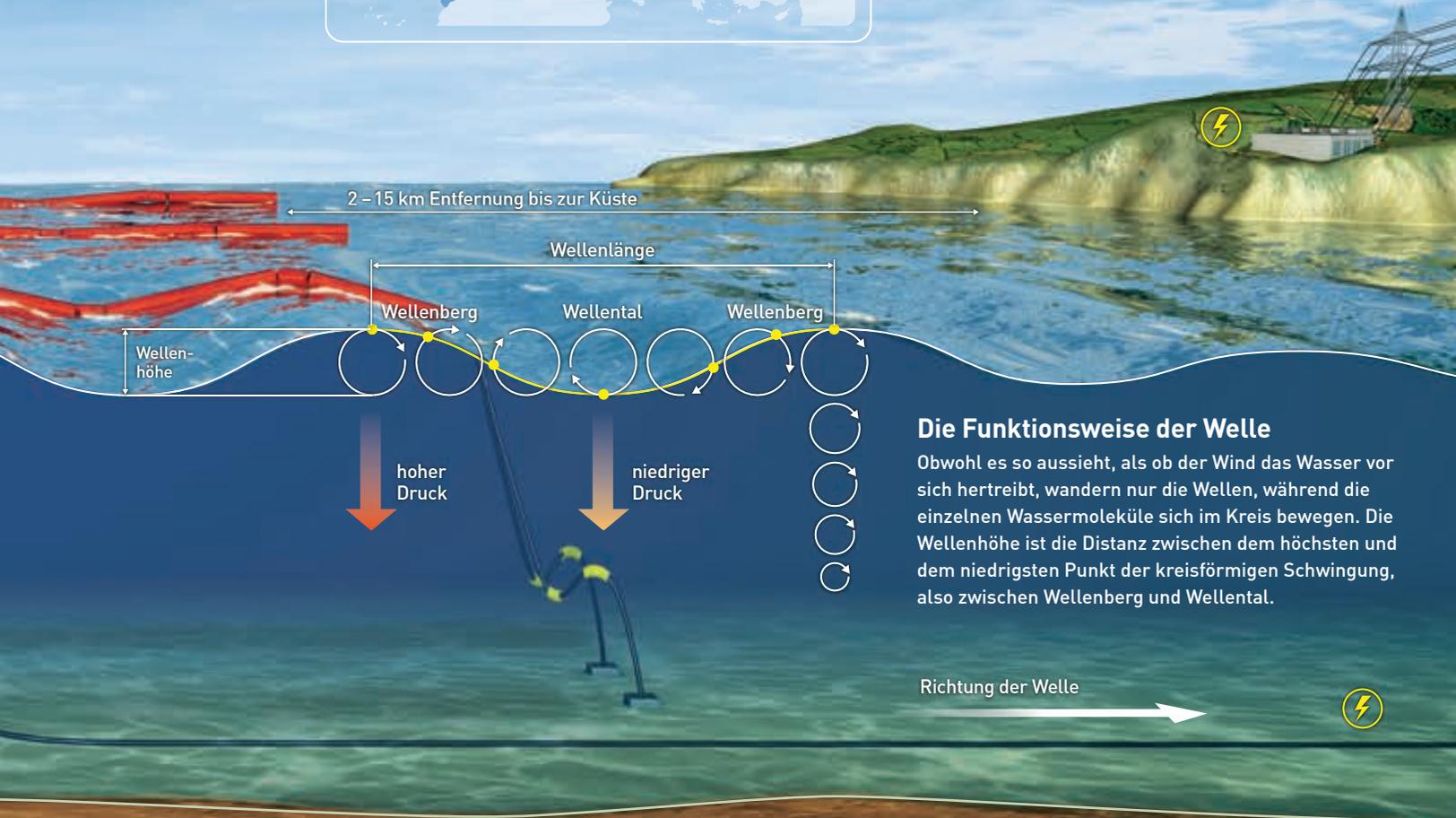
### Schwingende Klappe

Die bewegliche Klappe kommt in flacheren Gewässern in Küstennähe zum Einsatz: Sie endet knapp unter der Wasseroberfläche und ist über ein Scharnier am Meeresgrund verankert. Die Klappe schwingt mit den Wellen mit, wodurch über hydraulische Kolben eine Turbine angetrieben wird. Seit 2009 produziert das Modell „Oyster“ Strom für 450 Haushalte in Schottland.



**Ressourcen in Europa**

Wellen entstehen, wenn Wind über die Wasseroberfläche bläst. Die besten Wellen treten dort auf, wo starke Winde über große Distanzen wehen. In Küstennähe nimmt die Wellenenergie aufgrund der Reibung über dem Meeresgrund ab. Deshalb liegen die für Wellenkraftwerke geeigneten Regionen Europas offshore vor den Atlantikküsten Irlands, Großbritanniens und Norwegens. Mittlere Lagen gibt es an den Westküsten Frankreichs und Portugals.



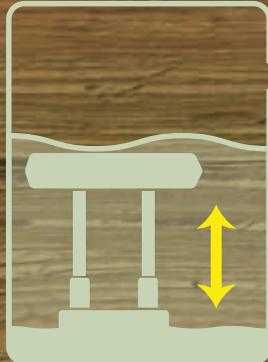
**Die Funktionsweise der Welle**

Obwohl es so aussieht, als ob der Wind das Wasser vor sich hertreibt, wandern nur die Wellen, während die einzelnen Wassermoleküle sich im Kreis bewegen. Die Wellenhöhe ist die Distanz zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Punkt der kreisförmigen Schwingung, also zwischen Wellenberg und Wellental.



**Pneumatische Kammer**

2011 wurde das "Schwingende Wassersäule" genannte Kraftwerk in eine Hafenanlage der baskischen Stadt Mutriku integriert. Es liefert Strom für 250 Haushalte. Das Prinzip: Die Luft in der Kammer wird durch die ein- und austretenden Wellen abwechselnd komprimiert und wieder angesaugt. Der dadurch entstehende Luftstrom treibt eine Turbine an.



**Hydraulikzylinder**

Diese Technologie funktioniert ähnlich wie die Bojen-Konstruktion. Die obere Plattform schwimmt allerdings nicht, sondern befindet sich knapp unter der Wasseroberfläche. Aufgrund der Wellenbewegung hebt und senkt sich der Wasserspiegel. Auf diese Weise wird Flüssigkeit durch ein Hydrauliksystem gepumpt, das einen Generator antreibt.

Golden Section Graphics GmbH, Jim Dieck für LUX



Produktion von Eisengussteilen für Windräder: Zwei von fünf Kilowattstunden werden darauf verwendet, Metalle zu schmelzen, Autos zu fertigen oder Papier herzustellen. Steigende Abgaben auf Strom treffen daher das produzierende Gewerbe in Deutschland besonders hart.

# WENN DIE KETTE REISST

In kaum einem anderen Land müssen Unternehmen so viel Geld für Strom bezahlen wie in Deutschland. Darunter leiden vor allem die Unternehmen, die sehr viel Energie für ihre Produktionsprozesse benötigen. Die Betriebe sehen die Attraktivität des heimischen Industriestandorts schwinden.

**D**ie Friseurinnung wollte Ex-Kanzler Gerhard Schröder natürlich nicht beleidigen, als er sich 2002 gegen die damals weit verbreitete Überzeugung wandte, die Zukunft Deutschlands liege in erster Linie in der Wissens- und Servicegesellschaft: „Wir können nicht davon leben, uns gegenseitig die Haare zu schneiden“, erklärte der SPD-Politiker markig. Dienstleistungen allein reichten nicht aus, um eine Volkswirtschaft stark zu machen. Wer glaube, Deutschland könne auch ohne Industrie prosperieren, irre gewaltig. Zehn Jahre später wird deutlich, wie recht Schröder damals hatte. Ausgerechnet Deutschland, der EU-Staat mit der größten Industrie, kam so gut durch die globale Wirtschaftskrise wie kaum eine andere Nation. Die heimische Industrie boomt: Deutsche Unternehmen lieferten 2012 Waren im Wert von 1,1 Billionen Euro ins Ausland – so viel wie nie zuvor. Jeder siebte Beschäftigte arbeitet hierzulande in einem Industriebetrieb. Dazu kommen viele Millionen Arbeitsplätze im Dienstleistungsbereich, die direkt vom produzierenden Gewerbe abhängen. Längst gilt die Bundesrepublik wegen ihrer industriellen Stärke als Vorbild in Europa.

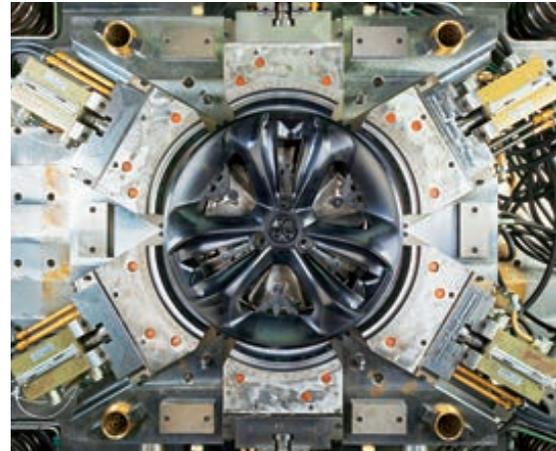
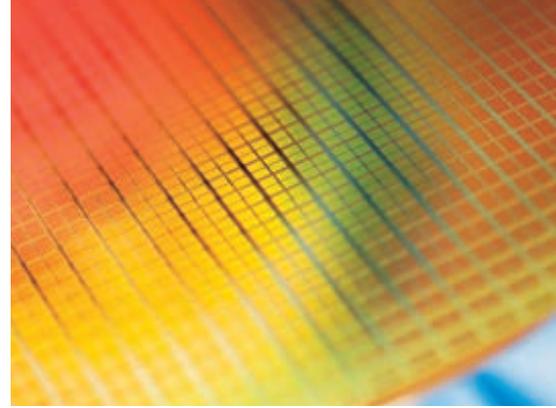
## Das Ausland lockt

Alles in Butter also? Mitnichten: Die deutsche Industrie sieht ihre Erfolgsgeschichte wegen der stetig steigenden Stromkosten akut bedroht. In den letzten Jahren sind die vom Staat festgelegten Abgaben auf den Strompreis in die Höhe geschossen. Mussten Bürger und Unternehmen nach Angaben des Bundesverbands der Energie- und Wasserwirtschaft

2009 noch insgesamt 14,3 Milliarden Euro an Steuern und Abgaben auf Strom zahlen, sind es im laufenden Jahr schon 30,8 Milliarden Euro. Das trifft das produzierende Gewerbe besonders hart, weil die Betriebe die größten Abnehmer von Strom sind – zwei von fünf Kilowattstunden werden hierzulande verwendet, um Metalle zu schmelzen, Autos zu fertigen oder Papier herzustellen.

Wegen dieser Abgaben ist Strom in Deutschland so teuer wie fast nirgendwo sonst auf der Welt. Durchschnittlich 11,4 Cent müssen Großverbraucher hierzulande für eine Kilowattstunde bezahlen. In Großbritannien sind es umgerechnet 9,4 Cent, in Polen 7 Cent – und in den USA nur 6,7 Cent. Dort sind die Preise für Strom und auch Erdgas in den letzten Jahren sogar gefallen. Die Kluft könnte demnächst noch größer werden. Laut einer von der Deutschen Energie-Agentur (dena) in Auftrag gegebenen Studie erwarten 86 Prozent der befragten Unternehmen in den nächsten zwei Jahren einen weiteren Anstieg der Strompreise. Da die Energie in fast allen Industriezweigen ein zentraler Produktionsfaktor ist, droht Deutschland als Industriestandort im internationalen Wettbewerb ins Hintertreffen zu geraten. Mit direkten Folgen für die Arbeitsplätze: Nach einer Untersuchung des Deutschen Industrie- und Handelskammertags hat jedes fünfte Industrieunternehmen mit Blick auf die Energie- und Rohstoffversorgung bereits Kapazitäten ins Ausland verlagert oder plant, dies zu tun. Ulf Gehrckens, beim Kupferhersteller Aurubis verantwortlich für Energiefragen, erläutert, in welchem Dilemma die Betriebe stecken: „Unsere Hütte in Ham-

Ob leistungsfähige IT-Geräte (Foto oben Chipherstellung) oder effiziente Autos (Foto unten Produktion Kunststoff-Felge): Von einer innovativen Grundstoffindustrie profitieren auch andere Branchen.



burg lässt sich nicht einfach an einen anderen Standort mit niedrigeren Energiepreisen verlagern. Aber die Stromkosten sind natürlich ein wichtiger Faktor, wenn Folgeinvestitionen, etwa Kapazitätserweiterungen, anstehen. Wenn wir in eine neue Elektrolyse investieren, müssen wir uns schon fragen, ob es nicht sinnvoller wäre, das in den USA zu tun, wo die Stromkosten nur halb so hoch sind.“

### Streit um Rabatt

Um die Belastungen durch die Strompreise abzufedern, können Unternehmen mit besonders großem Bedarf Vergünstigungen bei der EEG-Umlage in Anspruch nehmen. Mit 5,3 Cent pro Kilowattstunde ist die Förderung von Wind-, Solar- und Bioenergie auf der Stromrechnung vieler Kunden der mit Abstand größte Posten unter den staatlichen Abgaben. Das Privileg der Befreiung der Industrie könnte nun kippen. So wollen die Bundesminister Peter Altmaier und Philipp Rösler die energieintensiven Unternehmen in die Pflicht nehmen, sich mit mehreren Hundert Millionen Euro pro Jahr an der EEG-Umlage zu beteiligen. Das würde die Industriestrompreise in Deutschland deutlich steigen lassen.

Auch Aurubis profitiert bislang von diesem Rabatt. Gehrckens hat ausgerechnet, was passieren würde, wenn sich die Großverbraucher wie von Umweltminister Altmaier vorgeschlagen mit 0,7 Cent pro Kilowattstunde am Ökostrom-Ausbau beteiligen müssten: „Das würde in der energieintensiven Nichteisenmetall-Industrie pro Arbeitsplatz Kosten von jährlich 10.000 Euro, im Einzelfall sogar bis zu 40.000 Euro verursachen. Um das auszugleichen, müssten die Betriebe auf Investitionen verzichten oder gar freiwillige Lohnleistungen streichen.“ Dazu komme die Verunsicherung durch die laufende Debatte. „Wir können keine Investitionen planen, wenn wir nicht wissen, ob den energieintensiven Industrien Zusatzbelastungen auferlegt werden“, sagt der Aurubis-Manager.

### Eng verflochten

Ein solcher Aufschlag träfe zunächst einmal die Grundstoffindustrie hart – also die Hersteller von Aluminium, Kupfer, Kunststoff-

fen, Chemikalien, Papier, Glas, Stahl, Zement und anderen Produkten, deren Produktion viel Strom verschlingt. Diese Unternehmen haben eine Schlüsselrolle innerhalb der Volkswirtschaft. Sie liefern Werk- und Grundstoffe etwa für die Auto-, Elektro-, Maschinenbau-, Druckindustrie und Bauwirtschaft. Damit sind sie ein wichtiges Glied in der Wertschöpfungskette. Mit der Entwicklung neuer Materialien und Technologien dienen die Betriebe zugleich als Innovationsmotor für den gesamten Wirtschaftsstandort. Jeder Arbeitsplatz in den energieintensiven Industrien sichert zwei Arbeitsplätze im verarbeitenden Gewerbe sowie im Dienstleistungssektor.

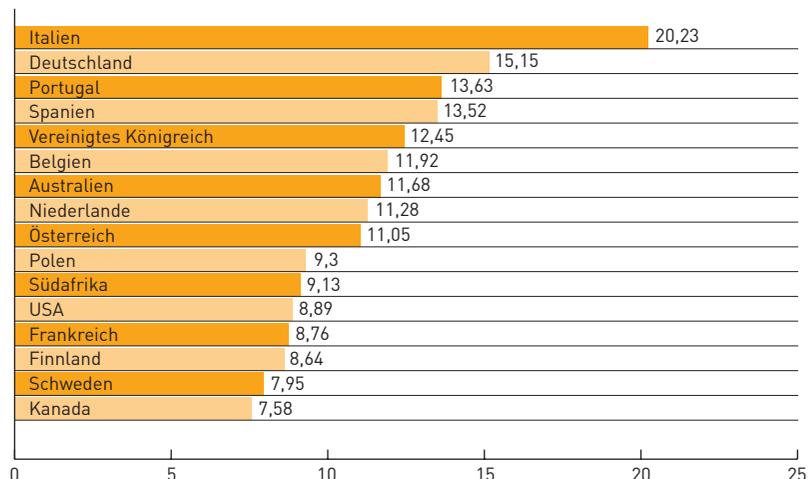
Deshalb leiden auch die anderen Industriezweige, wenn die Grundstoffindustrie mehr für den Strom bezahlen muss. „Das verarbeitende Gewerbe ist als Ganzes auch deshalb so erfolgreich, weil zwischen den einzelnen Branchen intensive Lieferbeziehungen bestehen“, erklärt Michael Hüther, Direktor des Instituts der deutschen Wirtschaft. „Diese engen Verflechtungen gelten aber nicht nur im Guten, sondern auch im Schlechten. Die Folgen steigender Strompreise beschränken sich demnach keineswegs auf die energieintensiven Branchen,

sondern ziehen über die Wertschöpfungsketten und Netzwerke die gesamte Industrie in Mitleidenschaft – und strahlen damit letztlich auf die ganze deutsche Volkswirtschaft aus.“

Der BASF-Aufsichtsratsvorsitzende Eggert Voscherau teilt die Sorge um den heimischen Industriestandort. Auch wegen der Exportorientierung der deutschen Industrie: „Ist die Grundstoffindustrie in Deutschland nicht

## INDUSTRIESTROMPREISE NACH LÄNDERN WELTWEIT 2012

Strompreise in US-Dollar-Cent pro kWh



Die Statistik zeigt die Industriestrompreise in ausgewählten Ländern weltweit im Juni 2012. (Quelle: NUS Consulting Group).

mehr wettbewerbsfähig, besteht das Risiko, dass nicht nur Arbeitsplätze und Wertschöpfung an dieser Stelle entfallen, sondern mittelfristig ganze Wertschöpfungsketten in die Abnehmermärkte abwandern“, erklärt Voscherau. Eine solche Entwicklung wäre auch ökologisch fatal, weil die Produktionsanlagen im Ausland, etwa in China oder Indien, meist deutlich ineffizienter sind.

Die Unternehmen sehen deshalb die Politik in der Pflicht, die Rahmenbedingungen so zu gestalten, dass Deutschland als Industriestandort international konkurrenzfähig bleibt. „Ich baue darauf, dass die Bundesregierung in den kommenden Monaten keine Entscheidungen zu den EEG-Abgaben und Netzentgelten trifft, die unsere Konkurrenzsituation verschlechtern“, erklärte Peter Willbrandt, Vorstandsvorsitzender von Aurubis.

### Kein Spielraum nach unten

Die energieintensiven Betriebe sind auch deshalb auf wettbewerbsfähige Strompreise angewiesen, weil sie kaum mehr Spielraum haben, ihren Bedarf weiter zu senken. Die Stahlindustrie zum Beispiel argumentiert, dass die Einsparpotenziale fast vollständig ausgeschöpft seien, da es schon aus physikalischen und chemischen Gründen unmöglich sei, den Verbrauch noch stärker zu reduzieren. Schließlich gehört die Energie zu den wichtigsten Stellschrauben, die eigene Profitabilität zu steigern.

Das gilt auch für die Chemieindustrie. „Da Energie ein relevanter Produktionsfaktor für BASF ist, spielt die Erhöhung der Energieeffizienz bei der Energieerzeugung, -verteilung und -nutzung schon seit Jahrzehnten eine zentrale Rolle“, sagt Voscherau. Dass die Industrie mit ihren Bemühungen um mehr Sparsamkeit sehr weit gekommen ist, zeigt ein Blick auf die Statistik: Pro verbrauchte Einheit Primärenergie produziert die heimische Industrie heute fast 40 Prozent mehr Güter als 1990. Als Vorreiter bei Entwicklung und Einsatz von Effizienztechnologien setzen deutsche Betriebe weltweit Impulse. Es wäre ökonomisch wie ökologisch gefährlich, diese Position durch weitere Aufschläge auf die Strompreise aufs Spiel zu setzen.

## INDUSTRIESTANDORT DEUTSCHLAND ERHALTEN!



**Stephan Kohler**  
Vorsitzender der Geschäftsführung,  
Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)

Bei der Umsetzung der Energiewende steht die zukünftige Entwicklung der Kosten sowie der Strom- und Energiepreise im Mittelpunkt der Diskussionen. Das Thema ist für die Bevölkerung, insbesondere für einkommensschwache Haushalte, aber auch für deutsche Industrieunternehmen von großer Bedeutung. Wenn es um die Finanzkrise in Europa geht, wird immer wieder betont, wie gut Deutschland sie dank ihrer industriellen Wertschöpfung von über 25 Prozent überstanden hat. Andere Länder beneiden uns darum. Es gibt also sehr gute Gründe, unseren integrierten Industriestandort Deutschland zu erhalten.

„Die deutsche Industrie hat weltweit die niedrigsten CO<sub>2</sub>-Emissionen.“

Integrierter Industriestandort bedeutet, dass wir innovative Unternehmen in Deutschland haben, die die gesamte industrielle Wertschöpfungskette abdecken – von der Grundstoffindustrie bis zum Anlagen- und Maschinenbau und von der Entwicklung neuer Werkstoffe bis hin zu innovativen Produkten. Diese enge Verzahnung ist der Erfolgsfaktor Deutschlands und sichert unsere Arbeitsplätze und unseren Wohlstand.

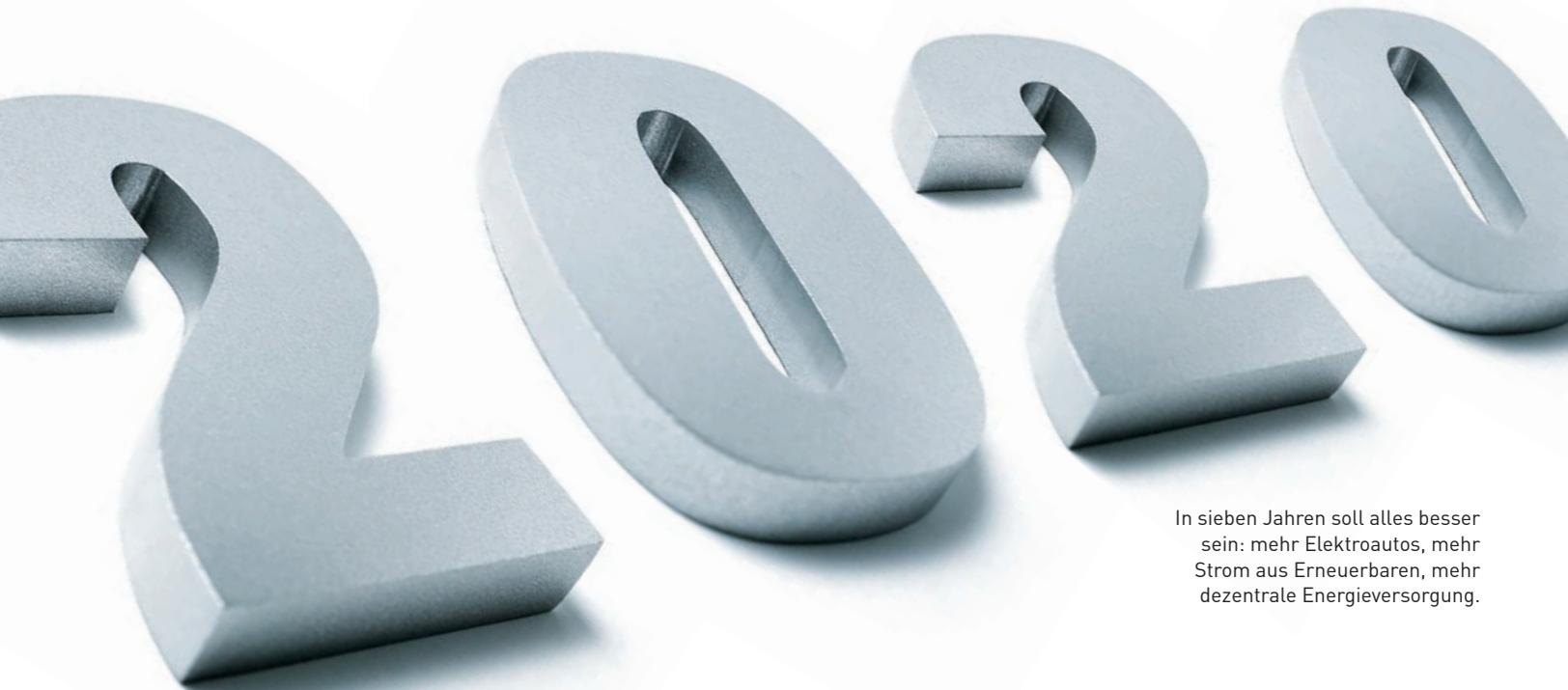
Viele dieser Unternehmen stehen in einem harten internationalen Wettbewerb. Dabei spielen die Energiepreise eine große Rolle, gerade bei den energieintensiven Unternehmen. Deshalb werden sie mit bestimmten Kosten nicht oder nur im geringen Umfang belastet, wie zum Beispiel bei der EEG-Umlage. Im Rahmen der Diskussion zur „Strompreisbremse“ wurde von der Bundesregierung vorgeschlagen, auch die Industrie stärker an den Kosten der Energiewende zu beteiligen: mit einem zusätzlichen Betrag von rund 700 Millionen Euro. Unstrittig ist, dass die Liste der befreiten Unternehmen dringend überprüft werden muss und einige Unternehmen von der Liste gestrichen werden sollten. Aber: Die energieintensiven und im internationalen Wettbewerb stehenden Unternehmen dürfen nicht mit weiteren Kosten belastet werden. Insbesondere deshalb, weil die Gas- und Strompreise in anderen Ländern wie beispielsweise in den USA um 60 bis 65 Prozent niedriger sind als in Deutschland. Wenn wir nicht aufpassen, finden neue Investitionen zukünftig in diesen Ländern statt. Diese schleichende Deindustrialisierung stellt eine Gefahr dar, die immer weitere Unternehmensbereiche betreffen wird. Und eines sollten wir nicht vergessen: Die deutsche Industrie hat die weltweit niedrigsten CO<sub>2</sub>-Emissionen, weshalb es auch für den Klimaschutz mehr als sinnvoll ist, dass gerade diese Industrie weiter in Deutschland produzieren kann.

# BEISPIELHAFT IN DIE ZUKUNFT

Auf der Hannover Messe präsentieren Hersteller ihre Beiträge zum effizienteren Umgang mit Energie. LUX stellt drei Neuheiten aus Deutschland vor.



Mehr zum Thema im Internet unter [www.es-werde-lux.de/energie](http://www.es-werde-lux.de/energie)



In sieben Jahren soll alles besser sein: mehr Elektroautos, mehr Strom aus Erneuerbaren, mehr dezentrale Energieversorgung.

## e-Mobility Conformity Test Unit des Fraunhofer IFF

**Geht es nach den Vorstellungen der Regierenden, dann kurven bis 2020 eine Million Elektro- und Hybridfahrzeuge auf Deutschlands Straßen herum.** Doch Elektroauto und Ladestation passen nicht immer zusammen – ein Faktor, der die Ausbreitung bremst. Damit die „Vehicle-to-Grid-Kommunikation“ international standardisiert werden kann, steckt die Regierung Geld in die Forschung, zum Beispiel ins Projekt „eNterop“, an dem BMW, VW, Daimler, Continental, RWE, Siemens, die TU Dortmund und die Fraunhofer-Institute mitwirken. In einem ersten Schritt haben Autoindustrie und Wissenschaft einen verbindlichen Standard für die Kommunikation zwischen Elektrofahrzeug und Stromnetz

entwickelt, nach dem alle Hersteller ihre Systeme bauen sollen: die Norm ISO/IEC 15118. Das Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF in Magdeburg hat eine etwa schuhschachtelgroße Testbox entwickelt, mit der Hersteller künftig im Handumdrehen prüfen können, ob ihre E-Mobility-Komponenten mit Fremdsystemen kompatibel sind. **Auf der Hannover Messe präsentiert das Fraunhofer IFF den Prototypen mit dem etwas sperrigen Titel „e-Mobility Conformity Test Unit“.** Das Prinzip ist einfach: Der Fahrer eines Elektroautos steckt das Ladekabel seitlich an die Testbox. Per App wählt er die verschiedenen Testparameter aus. Checken lässt sich alles, was zur Kommunikation

zwischen Fahrzeug, Ladestation und Energienetz gehört: Software, Batterie, Stecker, Stromart und Kabel. So kann man zum Beispiel feststellen, wie das Fahrzeug reagiert, wenn die von der Ladesäule abgegebene Stromstärke nicht mit der möglichen Stromstärke, die die Ladegarnitur zulässt, übereinstimmt. Wenn zum Beispiel die Ladesäule 40 Ampere abgibt, die Kabelgarnitur aber nur 20 Ampere zulässt, prüft die Testbox, ob eine automatische Synchronisation der Stromabgabe und -aufnahme von Auto und Ladestation stattfindet. „Innerhalb von Sekunden erfährt man, ob die Systeme interoperabel sind oder nicht“, sagt Dr. Przemyslaw Komarnicki, zuständiger Projektleiter am Fraunhofer IFF.

## Siemens Offshore-Windturbine SWT-4.0-130

**Bis 2020 sollen mindestens 30 Prozent des Stroms in Deutschland aus erneuerbaren Energien kommen.** In der Offshore-Windenergie sieht die Bundesregierung einen wesentlichen Baustein, um dieses Ziel zu erreichen. Darauf reagiert die Industrie. Siemens stellt auf der Hannover Messe die Offshore-Windturbine SWT-4.0-130 vor – die größte, die der Konzern bislang produziert hat: 4.0 steht für die Kapazität von vier Megawatt, 130 Meter beträgt der Rotordurchmesser.

**Die neue Anlage ist eine Weiterentwicklung der SWT-3.6, der weltweit am häufigsten verkauften Offshore-Windturbine.**

Siemens stellt den Käufern der Vier-Megawatt-Turbine eine um bis zu 15 Prozent höhere Energieausbeute in Aussicht. Diese Leistungssteigerung wird durch die 63 Meter langen Rotorblätter erzielt: Bei der SWT-4.0-130 sind sie fünf Meter länger als beim Vorgänger. Die Verlängerung wird ermöglicht durch eine optimierte Ankopplung von Blattkante und -gewinde. Die Blätter reagieren flexibler auf hohe Windlasten und federn diese ähnlich wie Stoßdämpfer bei Autos ab. Seit Dezember 2012 läuft der Prototyp der SWT-4.0-130 im dänischen Østerild im Testbetrieb. Die Serienproduktion soll im Jahr 2015 beginnen.

Nach dem Vorbild der Automobilindustrie werden neuerdings alle Windturbinen unter dem Dach einer Produktplattform gebündelt. Jede Anlage besteht aus fünf oder sechs Modulen, die innerhalb einer Plattform bei unterschiedlichen Anlagen zum Einsatz kommen. Dank Standardisierung und Modularisierung innerhalb der Produktplattformen kann Siemens die Kosten für Produktion und Logistik senken. „Dies bringt uns unserem Ziel, die Windenergie unabhängig von Subventionen zu machen, einen großen Schritt näher“, sagt Henrik Stiesdal, Chief Technology Officer der Division Wind Power im Siemens-Sektor Energy.

## Kraft-Wärme-Kopplung: 2G G-Box 20

**Dezentrale Energieversorgung liegt im Trend, ganz speziell gilt das für Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK).** „Intelligent vernetzte KWK-Anlagen sind eine ideale Ergänzung zur Wind- und Sonnenenergie, um Schwankungen schnell und sicher ausgleichen zu können. Es ist möglich, den Anteil der KWK an der Stromversorgung von aktuell knapp 15 Prozent bis zum Jahr 2020 zu verdoppeln“, so Berthold Müller-Urlaub, Präsident des B.KWK Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung e.V., zum Potenzial der Kraft-Wärme-Kopplung.

**Auch auf der Hannover Messe wird KWK eine große Rolle spielen:** Der westfälische Blockheizkraftwerk-Hersteller 2G Energy stellt sein neues BHKW-Kompaktmodul vor: Die G-Box 20 wird mit Erdgas beziehungsweise Biomethan und Flüssiggas betrieben. Sie hat eine elektrische Leistung von 20 kW und erzielt Wirkungsgrade von 31 Prozent elektrisch und 74 Prozent thermisch. Der „kumulierte“ Brennstoffwirkungsgrad liegt also bei 105 Prozent für Strom und Wärme, normal sind bei KWK-Anlagen zwischen 80 und 90 Prozent.

Dieser vergleichsweise hohe Wert kommt durch den serienmäßigen Einsatz der Brennwertechnik zustande. Das heißt, die bei der Verbrennung von Erdgas entstehende Wärmeenergie wird genutzt. Außerdem verfügt der Generator über eine eigene Wasserkühlung, was ebenfalls Wärmeverluste verhindert. Die G-Box ist vergleichsweise leise. Eine Schallschutzhaube vermindert den Geräuschpegel auf maximal 52 Dezibel. Somit sind auch geräuschsensible Anlagenstandorte für die G-Box 20 geeignet. Die G-Box 20 ist als platzsparende Beistell-Lösung für vorhandene Energiezentralen oder als Einzelanlage in Einsatzgebieten wie Wohnanlagen, Seniorenzentren und Krankenhäusern, Einkaufszentren, Hotels und Gewerbebetrieben konzipiert. Sie kostet 35.460 Euro netto. *Bernd Oswald*

**HIER WÄCHST  
DER ROHSTOFF FÜR  
21 MILLIONEN  
KUNSTSTOFFFLASCHEN**



Das Unternehmen Ecover setzt als weltweit erster Produzent von Wasch- und Reinigungsmitteln für die Verpackung seiner Flüssigprodukte Flaschenkörper aus 100 % grünem Polyethylen ein.

Bei einem Bedarf von 21 Millionen Flaschen werden so pro Jahr 2.500 Tonnen CO<sub>2</sub> eingespart.

Erleben Sie die besten Umwelttechnologien bei den GreenTec Awards am 30. August in Berlin.

[www.greentec-awards.com](http://www.greentec-awards.com)

Diese Innovation wird präsentiert von

**LUX**  
Intelligente Energie

**GreenTec Awards**



” Viele achten zuerst auf die Inneneinrichtung. Ich sag dann immer: Das soll nur als Anregung dienen. Eigentlich geht es ja um die Hülle. “



Damit die Besucher einen Eindruck davon gewinnen, wie ihr Leben im eigenen Fertighaus aussehen könnte, müssen die Details stimmen – vom Blumenbeet über die Gartenmöbel bis zum Vogelhäuschen.

## ...UND SONNTAGS HÄUSER GUCKEN

Am Wochenende herrscht Hochbetrieb in der FertighausWelt Köln. Über 20 Musterhäuser sind zu besichtigen. So unterschiedlich wie die Häuser sind auch die Träume vom Eigenheim.

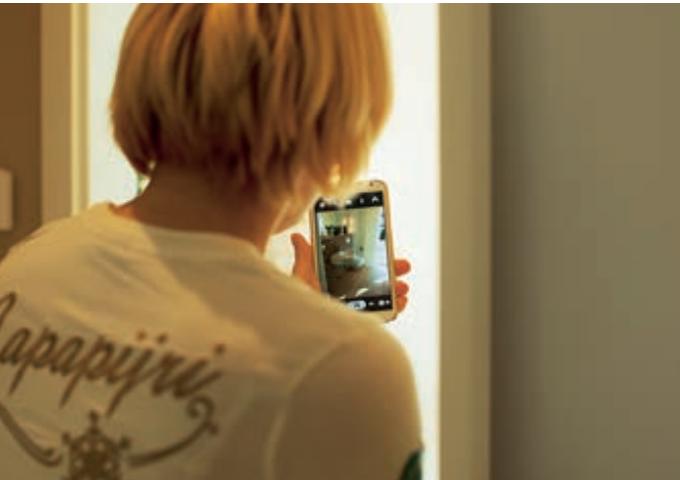
Von Claudia Biehahn (Text) und Andre Zelck (Fotos)

**D**as Ehepaar aus Siegen ist noch ganz und gar unschlüssig. Ein neues Haus wollen sie bauen, das ist klar, aber mehr auch nicht. Klein soll es sein, höchstens 120 Quadratmeter Wohnfläche haben, energiesparend gebaut, ohne Keller. Aber welche Effizienzklasse? Welche Architektur? Massiv oder Fertigbau? Achselzucken. „So weit sind wir noch nicht.“

Das neue Eigenheim muss im Kopf zuerst noch reifen. Deshalb sind sie hier, in der FertighausWelt in Köln. „Um sich inspirieren zu lassen.“ Mehr als 20 Häuser verschiedener Hersteller hat die „modernste Hausausstellung Europas“ zu bieten, wie der Bundesverband Deutscher Fertigbau wirbt. Vom klassischen Familienhaus mit Satteldach bis zum Bauhaus, die ganze Palette moderner Ein- und Zweifamilienhäuser und einige der ers-

ten Plus-Energie-Häuser in Fertigbauweise. Die Mustersiedlung steht direkt am Autobahnkreuz Köln-West in einem Gewerbegebiet in Frechen, am Ende einer Kette von Fliesenmärkten, Küchenausstattern und Einrichtungshäusern. Keine 50 Meter hinter der Siedlung rauscht der Verkehr auf der A4.

Im Ausstellungsgebäude der österreichischen Firma Elk hört man davon nichts. „Schau mal, Schatz, was für eine tolle Idee!“, ruft eine junge Frau ihrem Mann zu und zeigt verzückt auf einen Goldrahmen im Wohnzimmer, in dem ein riesiger Flachbildschirm steckt. Ihre kleine Tochter ist nicht weniger begeistert. Sie hat im Obergeschoss das weiß-pinkfarbene Prinzessinnenzimmer entdeckt. Besonders das Himmelbett hat es ihr angetan. Mama muss kommen und das Zimmer mit dem Smartphone fotografieren. „Kann ich das auch haben?“



Musterhäuser geben Anregungen, die oft mit dem Smartphone festgehalten werden. Deswegen ist auch die Inneneinrichtung als Anreiz nicht zu unterschätzen.

Kunden-Beraterin Melanie Stutzer lächelt, sie erlebt solche Szenen oft. „Viele Besucher achten zuerst auf die Inneneinrichtung. Ich sag dann immer: Das soll nur als Anregung dienen. Eigentlich geht es ja um die Hülle.“ Die Hülle, das ist in diesem Fall ein schickes, großes Gebäude im Bauhaus-Stil mit modernster Haustechnik. Schlüsselfertig für knapp 340.000 Euro zu haben. Der Preis ist auf dem Infoblatt vermerkt, das die Kundenberaterin den Besuchern anbietet. Falls sie von der Summe beeindruckt sind, lassen sie sich nichts anmerken. Sie wollen erst mal kein Beratungsgespräch, es gibt noch so viele Häuser zu sehen.

Es ist der erste schöne Tag des Jahres und ein Sonntag, Hauptbesuchtag in der FertighausWelt. Junge Familien mit vor den Bauch geschnallten Babys schlendern neben älteren Paaren von Haus zu Haus. Das Paar aus Siegen steuert das Musterhaus „Traubeneiche“ der

Firma Stommel an. Im Prospekt steht dazu: „Das Haus kombiniert die traditionsreiche Massivholz-Bauweise mit zukunftsweisender Haustechnik.“ Darunter versteht der Hersteller auch eine „Solareis-Heizung“. Sie lagert im Sommer überschüssige Energie in einem unterirdischen Wasserspeicher ein und nutzt sie im Winter zum Heizen und im Sommer zum Kühlen. Darüber würden die Siegener gern mehr erfahren, doch der Kundenberater befindet sich gerade im Gespräch. Sie beschließen, erst mal weiterzugehen. Ihm gefällt das lichtdurchflutete Gebäude, die hohen Decken, der warme Charakter des Hauses. Sie sagt: „Auf mich wirkt das sehr holzig. Als Ferienhaus ist das schön, aber jeden Tag?“

Die beiden sind über 50, ihre Kinder sind aus dem Haus. Jetzt wollen sie ihre alte Immobilie gegen eine neue eintauschen. Mit diesem Hintergrund sind sie in der FertighausWelt in bester Gesellschaft. Best Ager stellen mittlerweile

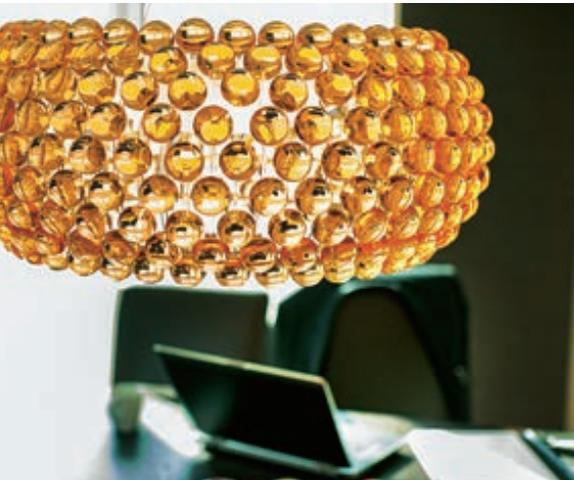
ein Drittel aller Besucher in der FertighausWelt. Sie gelten als kaufkräftige, qualitätsbewusste Konsumenten. Auch Dr. Carl-August Günther, Kundenberater bei Fingerhut-Haus, hat viele Best Ager als Kunden. „Die meisten wollen sich jetzt einen kleinen, energieeffizienten Bungalow bauen.“

Fingerhut ist in Frechen mit der Stadtvilla Z 106 vertreten, ein KfW Effizienzhaus 55. Man kann es auch in allen anderen Effizienzklassen bis zum Plus-Energie-Haus bekommen. „Am häufigsten verkauft wird aber das KfW Effizienzhaus 70“, sagt Günther. „Weil es am besten gefördert wird.“ Mit seinen zu 80 Prozent individuell geplanten Fertighäusern hat das Unternehmen im letzten Jahr ein Umsatzplus von 20 Prozent gemacht. Damit liegt das Unternehmen voll im Trend, der Fertigbau boomt. „Man muss nur wenig Zeit für die Auswahl der Ausstattung aufbringen und hat dann nichts mehr damit zu tun, bis man ein-

„ Man muss nur wenig Zeit für die Auswahl der Ausstattung aufbringen und hat dann nichts mehr damit zu tun, bis man einzieht. “



Mehr zum Thema im Internet unter  
[www.es-werde-lux.de/wohnen](http://www.es-werde-lux.de/wohnen)



” Die meisten Best Ager wollen sich  
jetzt einen kleinen, energieeffizienten  
Bungalow bauen. “



Gerade für junge Familien ist die größere Planungssicherheit bei Bauzeit und Kosten ein Grund, sich fürs Fertighaus zu entscheiden.



Das Beratungsgespräch wird später gesucht – lieber erst mal alles in Ruhe auf sich wirken lassen.

” Die gekälkte Mooreiche sieht schön aus und die Idee mit der Ausbuchtung in der Dusche ist prima. Das machen wir auch! “



Mit Kind und Kegel in die Mustersiedlung.

## „ Am häufigsten verkauft wird das KfW Effizienzhaus 70. Weil es am besten gefördert wird. “

zieht“, sagt Günther. Diese Vorteile würden seine Kunden besonders schätzen. „Und man hat nur einen Ansprechpartner, der für alles verantwortlich ist.“

Für Marco aus Köln sind das trotzdem alles keine guten Gründe, sich je ein Fertighaus zu kaufen. Der junge Mann ist in einem aufgewachsen, das seine Eltern in den 70er-Jahren gekauft haben. „Das Haus ist asbestverseucht. Es stinkt seit einigen Jahren so muffig-modrig, dass selbst die Kleidung den Geruch annimmt. Heute ist das wahrscheinlich alles kein Thema mehr. Aber für mich kommt nur Stein auf Stein in Frage.“ Der Kölner ist mit seiner Freundin in der Mustersiedlung unterwegs, um Ideen für seine neue Doppelhaushälfte zu sammeln. Was ihnen gefällt, wird im Smartphone notiert. Im Haus der Firma Haas werden sie im Wohn- und im Badezimmer fündig: „Die gekälkte Mooreiche sieht schön aus und die Idee mit der Ausbuchtung in der Dusche ist prima. Das machen wir auch!“

Das Paar aus Siegen hat für heute genug gesehen. Binnen drei Stunden hat es zehn Häuser geschafft, die Pause mit Apfelkuchen in der Cafeteria inklusive. Auf dem Plan steht

nur noch das HUF-Haus, Modell Art 5, ein Plus-Energie-Haus aus Glas und Holz. Die Luxuslimousine unter den Musterhäusern in der FertighausWelt Köln. So wie es da steht, ist es für 600.000 Euro zu haben, sagt die Kundenberaterin. Manche Kunden lassen sich dazu einen Hubschrauberlandeplatz oder einen Hangar für das eigene Sportflugzeug bauen. In Art 5 fließen alle Räume ineinander, alles wirkt sehr exklusiv: der Wellnessbereich im Obergeschoss, die „Wohnlounge“, die fast die gesamte untere Ebene einnimmt, die offene Hochglanzküche. „Bitte nicht anfassen, nur gucken.“ So warnt ein Schild auf dem Küchentresen.

Den Siegenern gefällt das Haus, das Design, die Technik. Auch die Tatsache, dass schon die Türen breiter sind als gewöhnlich. Ohne Schwierigkeiten könnte hier ein Rollstuhl durchfahren. „Man muss auch daran denken, was im Alter so alles kommen könnte“, sagt der Mann. Die Frau lächelt schief: „Ich würde mich eher darüber freuen, eine Sauna zu haben.“ Ihr Fazit nach dem Sonntagsspaziergang in der FertighausWelt? „Jetzt fangen die Diskussionen erst an.“



Verschnaufpause nach den Hausbesichtigungen – diskutiert wird zu Hause.

### Energieeffizienz in Gebäuden WISSEN KOMPAKT



Der in Kürze in der Reihe „Die Bibliothek der Technik“ erscheinende Band legt den Schwerpunkt auf das neu gebaute Einfamilienhaus in Holzfertigbauweise. Er beschreibt die technischen Voraussetzungen energieeffizienter Hauskonzepte, angefangen vom Wärmeschutz über Wärmerecyclingsysteme bis hin zur Heizungstechnik und der Nutzung erneuerbarer Energien.

Abschließend wird am Beispiel einiger Referenzhäuser gezeigt, wie mit einem ganzheitlichen Ansatz nicht nur ein Energiesparhaus, sondern sogar ein Energieplushaus realisiert werden kann.

„Das Energiesparhaus – ganzheitliche Konzepte im Holzfertigbau.“

Autor: Reinhard Huschke. Mit fachlicher Unterstützung der SchwörerHaus KG. Erscheint als Band 354 in der Reihe „Die Bibliothek der Technik“, Süddeutscher Verlag onpact GmbH, München, 2013. 72 Seiten, Hardcover, Euro 9,60. ISBN 978-3-86236-051-2.

Vorbestellungen unter:  
[www.bibliothek-der-technik.de](http://www.bibliothek-der-technik.de)



Einsam und naturnah in der Wildnis Afrikas – so stellen sich Naturliebhaber ihre Traumsafari vor.

## DIE SCHÖNSTE ZEIT DES JAHRES

Klimawandel, Umweltzerstörung und die Ausbeutung von Einheimischen sind die Schattenseiten der modernen Reiseindustrie. Doch es gibt Alternativen.

Von Sabine Danek

**G**emüse aus dem Biomarkt, Solarzellen auf dem Dach, das T-Shirt aus zertifizierter Baumwolle, und wenn es unbedingt ein Auto sein muss, dann doch bitte ein Hybrid. Das Ökodenkmal hat den modernen Alltag fest im Griff. Doch wie steht es um den nächsten Urlaub? Sonnt man sich heute am nachhaltigsten im eigenen Garten, anstatt die Atmosphäre auf dem Weg nach Thailand mit

CO<sub>2</sub>-Emissionen zu verpesten, in Costa Rica seltene Pflanzen zu zertrampeln oder die Kultur von Naturvölkern auf den Kopf zu stellen? „Der Tourismus zerstört das, was er sucht, indem er es findet“, hat Hans Magnus Enzensberger das Reisedilemma bereits 1979 auf den Punkt gebracht – und bis heute arbeitet sich die Branche an dem Problem ab. In rasender Geschwindigkeit zerstört der Klimawan-

del, den der Tourismus mit mehr als fünf Prozent aller Treibhaus-Emissionen vorantreibt, beliebte Destinationen. Am Great Barrier Reef kann der Schnorchler statt leuchtender Korallen den mittlerweile erblassten Schönheiten beim Sterben zusehen, das Tote Meer vertrocknet und der Schnee des Kilimandscharo schmilzt so schnell, dass er spätestens 2020 Geschichte ist.

## Während es mittlerweile selbstverständlich ist, auch im normalen Discounter Bio-Lebensmittel anzubieten, liegt der Anteil an nachhaltigen Angeboten im Reisebüro unter einem Prozent.

Wir schreiben eine Zeit, in der immer mehr Menschen weltweit ihre Koffer packen, darunter viele Deutsche. Nach den neuesten Zahlen, die der Deutsche Tourismusverband (DTV) gerade auf der weltgrößten Reisemesse, der ITB Berlin, veröffentlichte, ist der Tourismus eine wahre Erfolgsgeschichte. Aller Krisen zum Trotz stieg der Umsatz der deutschen Reiseveranstalter im letzten Jahr um 5,5 Prozent auf einen neuen Rekord von 24,4 Milliarden Euro und übertraf alle Erwartungen. Flugreisen zu Mittelstrecken-Zielen legten mit 8,5 Prozent am stärksten zu und Fernreisen immerhin um satte 2,5 Prozent.

### Kürzere und häufigere Trips

„Eines der großen Probleme ist“, sagt Martina Kohl, Reiseexpertin des World Wide Fund For Nature (WWF), „dass es heute billiger ist, im Urlaub zwei Wochen nach Thailand zu fliegen, als sich an der Nordseeküste in den Strandkorb zu legen.“ Dabei sind gerade Fernflüge wegen ihrer großen Flughöhe besonders aggressive Klimakiller und machen allein 17 Prozent der schädlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen im Tourismus aus. Hinzu kommt, dass die Deutschen heute immer kürzer, dafür aber umso häufiger verreisen. Im Schnitt beträgt ein Aufenthalt weniger als zehn Tage, und der Klimafußabdruck steht dabei in keinem Verhältnis mehr zur Dauer. Soll man heute dann am besten gar nicht mehr in die große weite Welt hinaus? „Doch, natürlich“, sagt Petra Thomas, Vorstandsvorsitzende vom forum anders reisen e.V. „Auf Fernreisen ganz zu verzichten, hieße für viele Regionen weltweit, eine wichtige Einnahmequelle versiegen zu lassen, denn mittlerweile ist der Tourismus gerade für Länder der so genannten Dritten Welt ein wichtiger Wirtschaftsfaktor. Außerdem“, betont Petra Thomas, „ist auch der interkulturelle Austausch ein wichtiger Aspekt des Reisens.“

Und das Interesse an verantwortungsvollem Reisen steigt. Immer weniger Urlauber haben Lust, die „schönste Zeit des Jahres“ mit Hunderten anderer zusammengepfercht in irgendwelchen Bettenburgen zu verbringen, sich all-inclusive vollzustopfen und in riesigen

Hotelpools zu planschen, während die Bevölkerung kein sauberes Trinkwasser hat. Neue Zahlen der Forschungsgemeinschaft Urlaub und Reisen (FUR) zeigen, dass sich ganze 40 Prozent der Befragten einen ökologisch einwandfreien Urlaub wünschen und sogar 46 Prozent einen sozialverträglichen mit fairen Arbeitsbedingungen und Gewinn für die einheimische Bevölkerung.

Doch gemessen an dem Marktpotenzial ist das Angebot nachhaltiger Reisen heute noch zu gering, und vor allem muss man sie erst einmal finden. „Während es mittlerweile selbstverständlich ist, auch im normalen Discounter Bio-Lebensmittel anzubieten, liegt der Anteil an nachhaltigen Angeboten im Reisebüro unter einem Prozent“, sagt Martina Kohl vom WWF. Möglichkeiten, das Angebot kennen zu lernen, fehlen, und so wiegen Vorurteile schwer. Ökotourismus klingt noch immer viel zu sehr nach Zelturlaub mit Leuten in Schafwollsocken, nachhaltiges Reisen nach Rücksichtnahme und Verzicht.

Dass das allerdings überhaupt nichts miteinander zu tun hat, zeigt das forum anders reisen e.V., ein Dachverband von mehr als 120 Reiseveranstaltern, dessen strenges Zertifi-

zierungssystem von der Deutschen UNESCO-Kommission ausgezeichnet wurde. Die darin vertretenen Reiseveranstalter werden umfassend auf Nachhaltigkeitskriterien überprüft – von der Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Belastung und dem Erhalt natürlicher Ökosysteme bis hin zum Sozialverhalten vor Ort und der fairen Bezahlung aller Mitarbeiter. Das Angebot ist enorm.

### Ohne Flieger die Welt bereisen

Es reicht von Entspannung in einer Allgäuer Benediktinerabtei bis hin zu Fahrradreisen in der chinesischen Provinz, dem Beobachten von Gorillas im Kongo bis hin zu einem ganz besonderen Slow-Travel-Trip einmal rund um die Welt. Jetzt im April geht es mit einem Luxusreisebus von Freiburg aus los – neun Monate lang, durch 26 Länder, 52.000 Kilometer weit und ohne zu fliegen. Dafür rollt man in Slow Motion die Seidenstraße hinunter und an der Chinesischen Mauer entlang, durch die Wüste, das Death Valley, den Dschungel und die Karibik, und zwar mit einer CO<sub>2</sub>-Emission, die auf der gesamten Strecke einem Hin- und Rückflug nach Ägypten entspricht. Wer möchte, kann in den nächsten Monaten



Albtraum Massentourismus: die Bettenburgen von Benidorm an der Costa Blanca.



Nachhaltigkeit auf Reisen: Sei es beim Kameltrekking in Marokko oder beim Beobachten von Gorillas im Kongo.

immer noch einzelne Etappen buchen und im Idealfall mit dem Frachtschiff oder dem Zug nachreisen.

### Exoten im Untergeschoss

Dass nachhaltiges Reisen in der Branche selbst immer noch für ein Abenteuer gehalten wird, hat man gerade auf der ITB gesehen. Dort wurden die Reisesparten „Adventure & Responsible“ in einem Untergeschoss von Gebäude 4.1 zusammengepackt. Während in den anderen Messehallen Boys in Badehose für Billig-Strandurlaub warben und Cocktails gereicht wurden, stimmten beim verantwortungsvollen Reisen Pygmäen aus Papua-Neuguinea im Lendenschurz Stammeslieder an, es plätscherten künstliche Teiche und flimmerten Videos über das Elefantensterben in Ruanda. Dazu konnte man sich über Gekking, „Green Trekking“, informieren, über Yoga in Indien, sanfte Safaris in Tansania und türkische Baumhausferien. Bei atmosfair und myclimate erfuhr man etwas über die Kompensation seiner eigenen durchs Fliegen entstandenen CO<sub>2</sub>-Emissionen. Mit einer Spende an Klimaschutzprojekte wie Biogasanlagen und

Kleinwasserwerke wird dort die verursachte Treibhausgas-Menge wieder „ausgeglichen“. 99 Euro sind das bei atmosfair für die Strecke Berlin–New York hin und zurück, elf Euro für Hamburg–London, 145 Euro für Berlin–Bangkok. 6.240 Kilo CO<sub>2</sub> stößt jeder Passagier bei diesem Urlaubsflug in die Atmosphäre – mehr als das Doppelte des jährlich erlaubten Klimaverträglichkeits-Budgets von 3.000 Kilo pro Person.

### Moderner Ablasshandel

Längst aber ist das nachhaltige Reisen auch bei den großen Firmen angekommen und wird mehr oder weniger konsequent umgesetzt. Mit Professor Dr. Harald Zeiss leistet sich die TUI einen eigenen „Head of Sustainability“, beteiligt sich an einem Wiederaufforstungsprojekt in Mallorca, unterstützt die Ausbildung tunesischer Frauen, schützt Mangroven

in Sri Lanka – und fördert gleichzeitig mit Billigangeboten den Massentourismus und bietet Wochenendflüge zum Schnäppchenpreis an ... Weniger als vier Tage kann man mit Studiosus generell nicht verreisen, der Anbieter von Studienreisen setzt auf längere Aufenthaltszeiten, auf Rail&Fly und kalkuliert die CO<sub>2</sub>-Kompensationsabgaben bei Bahn-, Bus- oder Schiffsreisen direkt in den Reisepreis mit ein, bei Flugreisen kann man sie hinzubuchen. 2012 hat er so gemeinsam mit dem Tochterunternehmen Marco Polo mit 280.000 Euro den Bau von 600 südindischen Biogasanlagen unterstützt. Seit 2005 fördern die Münchner mit ihrer gemeinnützigen Studiosus Foundation e.V. zudem über 200 Projekte weltweit, ob das Fußballvereine für indische Slumkinder sind, eine Töpferschule in Nicaragua, Schulspeisungen in Nepal oder die Ausbildung äthiopischer Jugendlicher zu „local guides“.

---

**Auf Fernreisen ganz zu verzichten, hieße für viele Regionen, weltweit eine wichtige Einnahmequelle versiegen zu lassen.**

---

Ist man auf Studiosus-Reise in der Nähe eines der geförderten Projekte, wird dort ein Stopp eingelegt. Das ist nicht nur die perfekte Kundenbindung, sondern bietet auch die Transparenz, die man sich bei Hilfsprojekten oft vergeblich wünscht. Die Reisen des WWF führen sogar ausschließlich in Schutzgebiete der Organisation, Reisende gehen auf Pirschwanderungen durch den Regenwald, zu Rangern und Orang-Utan-Rettungsstationen.

### Umwelt und Menschenrechte

„Der Markt ist leider noch sehr unübersichtlich“, sagt Sibylle Zeuch, Pressesprecherin des Deutschen Reiseverbandes (DRV), und mit mehr als 400 Öko-Siegeln weltweit ist es für den Verbraucher nicht einfach, sich einen Überblick zu verschaffen. Deshalb hat der DRV jetzt begonnen, eine Übersicht über die bereits vorhandenen Siegel zu erstellen und sie anhand wichtiger Qualitätsmerkmale und Eigenschaften vergleichbar zu machen.

Während dies auf den Weg gebracht wird, zerbricht man sich in der Branche bereits über ein weiteres Problem den Kopf. Nach dem Kampf für saubere Strände in den 70ern und der folgenden Problematisierung des Klimawandels geht es immer stärker um soziale Themen – und ganz aktuell um die Sicherung der Menschenrechte. Auf der ITB wurde das Projekt TourismWatch von Brot für die Welt gerade mit der „Grünen Palme 2013“ ausgezeichnet: für sein „reisekritisches Engagement in Entwicklungsländern“, wo die Einheimischen immer wieder von ausländischen Reiseanbietern ausgebeutet und unterdrückt werden.

Auch die Tourismusunternehmen selbst haben sich bereits zu einem Round Table zusammengefunden, um Kriterien und Umsetzung zu diskutieren. Als Gutmenschentum wollen sie das keinesfalls verstanden wissen. Im Gegenteil. Im Zentrum steht die Rentabilität, wie Harald Zeiss von der TUI betont. Ob das jetzt saubere Strände sind, unberührte Natur, fair bezahlte Hotelangestellte oder ausgeschlafene Busfahrer: Vor allem geht es um die höhere Qualität nachhaltigen Reisens – und die zahlt sich für alle aus.

### Nachhaltiges Reisen

Auf der Erde finden sich viele feine Plätze. LUX hat vier Tourvorschläge ...

#### Myanmar

### ABENTEUER IM GOLDENEN LAND

Zu Fuß, per Rad und mit dem Boot geht es auf dieser Expedition im einstigen Burma zu Klöstern buddhistischer Mönche, alte Pilgerpfade entlang, in die Heimat der Elefanten, zu ihren Mahuts und zu fischenden Flussdelfinen. Es ist eine Reise, die auf ungewöhnliche Weise Begegnungen mit der Bevölkerung, Naturerlebnisse und intensive Einblicke in die Kultur kombiniert.

Angeboten bei *a&e erlebnis:reisen direkt* oder auch *beim forum anders reisen*. 22 Tage, maximal 14 Teilnehmer, ab 3.490 Euro, [www.ae-erlebnisreisen.de](http://www.ae-erlebnisreisen.de)



#### Deutschland/Mecklenburg-Vorpommern

### DER BESONDERE BLICKWINKEL

Zum 50-jährigen Jubiläum des WWF steuert Wikinger Reisen ein Gebiet an, in dem der Naturschutzbund im Meeresschutz aktiv ist. Untergebracht ist man in einem

Bio-Hotel in Prerow inmitten des „Nationalparks Vorpommersche Boddenlandschaft“. Wanderungen führen durch den Darßer Urwald und an der Küste entlang, per Kajak gelangt man durch den Nationalpark, mit dem Rad den Deich entlang nach Zingst und zum Ahrenshooper Kliff.

18 Tage, max. 12 Teilnehmer, ab 6.390 Euro, [www.forumandersreisen.de](http://www.forumandersreisen.de)



#### Sri Lanka

### HOCHLAND, DSCHUNGEL UND WOLKENMÄDCHEN

Diese Kultur- und Naturreise durch Sri Lanka führt zu alten Königsstätten, an endlose Sandstrände, in ein Elefanten-Waisenhaus und auf Teeplantagen. Man nimmt sich Zeit, tuckert per Zug durchs Hochland und besteigt mit Pilgern den Adam's Peak. Eine weitere Besonderheit: „Live like a local“, der Aufenthalt bei Gastfamilien eines Dorfprojektes.

16 Tage, max. 14 Teilnehmer, ab 2.350 Euro, [www.ae-erlebnisreisen.de](http://www.ae-erlebnisreisen.de)



#### Schweiz/Tessin

### GENUSSWANDERN

Wanderwoche durch das Tessin, über einsame Pässe und durch malerische Täler wie das Val Bavona, preisgekrönt für die engagierte Restaurierung seiner Dörfer. Von der Südseite des Gotthards und mit den Gipfeln Piz Pilone und Piz Ruscada auf dem Weg, geht es bis in die Nähe des Lago Maggiore. Übernachtet wird in Berghütten. Sportlichkeit und Trittsicherheit sind Voraussetzung.

10 Tage, ab 1.868 Euro, [www.studiosus.com](http://www.studiosus.com)



# FLIEHKRAFT STATT KERNKRAFT

Was einst als „Schneller Brüter“ im ewigen Atomenergie-Kreislauf geplant war, sorgt heute mit Kettenkarussell und Achterbahnfahrt für strahlende Kinderaugen.

*Fotos von Fabrizio Giraldi / fotogloria*





Baubeginn des Kernkraftwerks Kalkar am Niederrhein war 1973, fertiggestellt wurde es 1985, stillgelegt 1991. Statt Protestrufen erschallen im „Wunderland Kalkar“ jetzt Schreie des Vergnügens.



Die Nuklearkatastrophe von Tschernobyl 1986 in der damaligen Sowjetunion verstärkte die Angst um das eigene Leben und das der Kinder und Kindeskiner.



Nicht mehr wegen der Sicherheitsbedenken  
angesichts der Kühlung mit flüssigem  
Natrium wird den Leuten jetzt schwindelig,  
sondern weil sie Karussell fahren.





Ursprünglich sollte der Reaktor rund eine halbe Million Deutsche Mark kosten, letztlich verschlang er Milliarden.  
Ab Fertigstellung im Jahr 1985 fielen pro Jahr alleine 105 Millionen Mark an Betriebskosten an.



Der Niederländer  
Hennie van der Most  
kaufte Mitte der  
Neunziger die  
Industrieanlage für  
kolportierte 2,5  
Millionen Euro – weit  
unter dem verbauten  
Sachwert.



# SONNIGE AUSSICHTEN

Mit herkömmlichen Solarmodulen lassen sich in Deutschland kaum noch Gewinne erzielen. Deshalb arbeiten Forscher und Hersteller an neuen Technologien, die wirtschaftlich eine Zukunft haben und gleichzeitig mehr Strom aus der Sonne holen.

Von Daniela Becker

Bei der Schott Solar AG ist seit letztem Jahr Schluss mit der Herstellung kristalliner Photovoltaik-Produkte. Zu stark die Absenkung der Einspeisevergütung, zu übermächtig die ausländische Konkurrenz. Weil sich mit Modulen kaum noch Gewinne einfahren lassen, hat sich das deutsche Photovoltaik-Unternehmen aus der Sparte verabschiedet. „Volkswirtschaftlich betrachtet ist es wirklich ein Trauerspiel, dass diese innovative Firma abgewickelt wurde“, sagt Professor Eicke Weber, Leiter des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE in Freiburg. Denn in Schott Solar stecken das Know-how aus drei Dekaden Solarforschung und nicht zuletzt rund 60 Millionen Euro Forschungsförderung.

„Wir haben sehr hart daran gearbeitet, Schott Solar zu überführen, in etwas, was wir PV-Zukunftswerkstatt nennen. Eine Art Pilotproduktion für künftige PV-Fabriken, die in der Lage sind, zu den heute niedrigen Preisen herzustellen.“ Geklappt hat das vorerst nicht, denn Bund und Länder konnten sich nicht einigen, wer das nötige Geld zur Rettung gibt. „Wir haben jetzt das Beste daraus gemacht“, meint Weber. Letztlich hat nämlich das Fraunhofer ISE über 100 Patente von Schott Solar übernommen. Know-how von der Kristallisation des Siliziums bis hin zur Installation eines Solarstromsystems wurde so davor gerettet, zum Schnäppchenpreis ins Ausland abzuwandern. Anders als bei anderen deutschen Solarpionieren wie Q-Cells oder Solon, die beide Insolvenz anmelden mussten. Q-Cells wurde vom koreanischen

Mischkonzern Hanwha übernommen, Solon ging an indische Investoren.

Zugegeben, der Photovoltaikmarkt scheint gerade nicht der attraktivste zu sein, um Geld zu verdienen. Ein großer Teil der heutigen

Normale Solarzellen erreichen heute einen Wirkungsgrad von rund 20 Prozent. Mit neuen Technologien und Materialien lassen sich die Erträge deutlich steigern. Eigentlich wäre es nur eine Frage der Zeit, wann die ersten Zellen der neuen Generation marktreif sein könnten. Doch nach den Rückschlägen der letzten Jahre fehlen die Investoren, die auf die Zukunft der Solarindustrie in Deutschland setzen.

Solarstromfertigungen ist nicht in der Lage, zu den 50 bis 60 Cent pro Watt zu produzieren, zu denen die Module aber im Moment verkauft werden müssen. Eicke Weber erachtet dies als Chance: „Wenn die Überkapazitäten weg sind, wird es einen Bedarf an neuen, hochautomatisierten PV-Fabriken geben. Wir arbeiten gemeinsam mit der deutschen Ausrüsterindustrie daran, die neuen Technologien bereitzuhalten.“

In der künftigen Produktion von Solarzellen spielen Laser eine Schlüsselrolle. Denn sie arbeiten berührungslos und präzise, auch bei der dünnsten Solarzelle. Was die Wissenschaftler in komplizierten Prozessen im Labor erforschen, kann mithilfe von Lasern in relativ einfache Abläufe und damit kosteneffiziente industrielle Fertigung überführt werden.

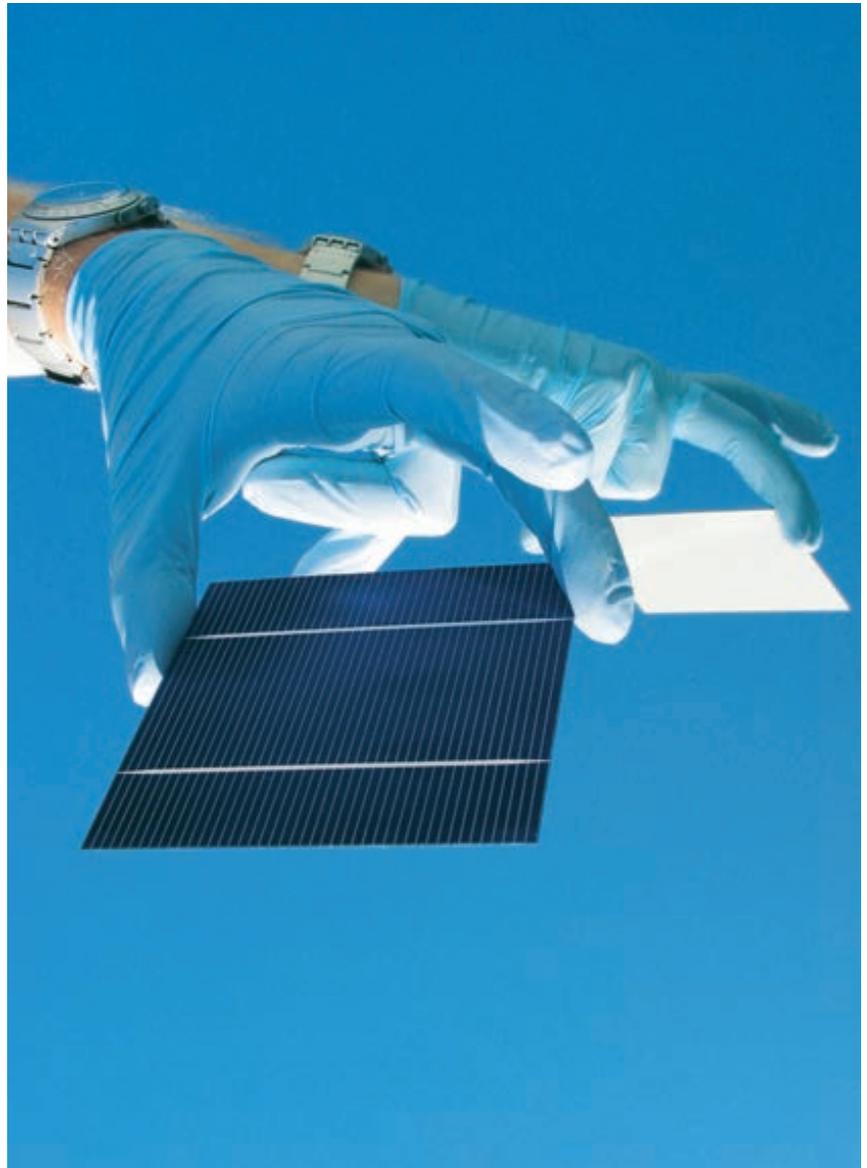
Zum Beispiel bei der Rückseitenpassivierung. Bei Standardzellen fließt der Strom von der Rückseite über einen Aluminiumkontakt ab, der großflächig auf dem Siliziumwafer liegt. Der direkte Kontakt zwischen Metall und Halbleiter führt aber zu Verlusten in der Zelle. Die Wissenschaftler setzen deswegen Schichten ein, die nicht leiten: so genannte dielektrische Passivierungsschichten. Bislang waren die Methoden, mit denen man diese Schichten aufträgt, teuer, langsam und nicht auf die Serienfertigung übertragbar. „Das Prinzip kennen wir schon lange, aber mithilfe eines Lasers können wir heute 10.000 Kontakte pro Sekunde schießen. Das ist eine kleine Revolution“, sagt Eicke Weber. Mit dieser Technologie ist es seinem Institut gelungen, einen Effizienzweltrekord für multikristalline Solarzellen aufzustellen.

Laser kommen auch bei rückseitenkontaktierten Solarzellen, einem weiteren Verfahren, mit dem sich der Wirkungsgrad von Zellen und Modulen steigern lässt, zum Einsatz. Sie werden dazu benutzt, Löcher zu bohren und die elektrischen Kontakte, mit denen die Spannung abgegriffen wird, von der Vorderseite auf die Rückseite der Zellen zu verlegen. Dadurch liegen auf der Vorderseite keine brei-

ten Leiterbahnen mehr, die Licht von der Zelle fernhalten. Auf diese Weise kann mehr Energie erzeugt werden.

### Lichtfänger

Auch am Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut versucht sich ein Forscherteam mithilfe von Lasern am Lighttrapping. So wird der Versuch genannt, die Menge des Lichts, das von der Zelle eingefangen werden kann, zu vergrößern. Eine herkömmliche Silizium-Solarzelle kann nur den sichtbaren Spektralbereich des Sonnenlichts nutzen, um Energie zu erzeugen. Ein Drittel des gesamten Sonnenlichts besteht aber aus Infrarotstrahlung. Um auch diese Strahlung zu nutzen, bestrahlen die Wissenschaftler die Oberfläche von herkömmlichen Siliziumwafern, aus denen Solarzellen gefertigt werden, in einer schwefelhaltigen Atmosphäre für Sekundenbruchteile mit Laserblitzen. Wer die entstandene Oberfläche unter dem Mikroskop betrachtet, sieht eine Art Hügellandschaft mit winzigen Berggipfeln. „Das Licht wird an dieser Oberfläche kaum noch reflektiert, sondern in der aufgerauten Struktur hin- und hergeworfen und gelangt dadurch ins Silizium“, erklärt Projektleiter Stefan Kontermann den Vorgang. Während der Laserbehandlung werden Schwefelatome in das Siliziumgitter eingebaut. Sie helfen, das Licht im infraroten Teil des Sonnenspektrums zu absorbieren. Der Schwefel lässt die mit dem Laser behandelten Flächen schwarz erscheinen. Neben dem erhöhten Wirkungsgrad bringt dieses „schwarze Silizium“ einen weiteren Vorzug mit sich: „Wenn wir infrarotes Licht absorbieren können, dann können wir auch Wärme absorbieren“, sagt Kontermann. Das bedeutet, die Solarzellen funktionieren auch im Dun-



Um Wirkungsverluste zu reduzieren, wurden mit Laserstrahlung ein Hundertstel Quadratmillimeter große Kontaktpunkte in die Solarzelle einlegiert.

keln. „Ein interessanter Ansatz“, meint Eicke Weber, „es wird sich zeigen müssen, ob die Wirkungsgradsteigerung die Produktionskosten rechtfertigt.“

### Neue Materialien

Die meisten Solarzellen, die auf deutschen Hausdächern liegen, basieren auf der kristallinen Siliziumtechnologie, von der sich Schott Solar nun getrennt hat. Silizium wird so häufig verwendet, weil der Rohstoff gut erforscht,



„Schwarzes Silizium“ arbeitet auch nachts, da es Infrarotstrahlung nutzen kann.



Bei der Produktion von Solarzellen werden Laser eine Schlüsselrolle spielen.

verhältnismäßig günstig und im wahrsten Sinne des Wortes verbreitet ist wie Sand am Meer. Es gibt aber auch andere Materialien, die Sonnenenergie in elektrischen Strom umwandeln, und das sogar deutlich effektiver. Galliumarsenid etwa schlägt Silizium bei der Energieausbeute deutlich – sie ist etwa doppelt so hoch. Allerdings ist die Herstellung von für Solarzellen geeigneten Kristallen aus Galliumarsenid bisher aufwändig und teuer. US-Forscher

arbeiten derzeit daran, Zellen aus Galliumarsenid in weniger Prozessschritten und mit weniger Abfällen als bisher zu produzieren.

### Solarzelle im Stapel

Im Team geht es oft besser, das gilt auch in der Solarstromerzeugung. Um noch mehr Energie aus den Sonnenstrahlen zu holen, werden unterschiedliche Halbleitermaterialien, die für verschiedene Spektralbereiche geeignet sind,

übereinander angeordnet. Das nennt man Stapelzellen. Jede Solarzelle im Stapel ist dabei auf einen bestimmten Wellenlängenbereich optimiert. Die obere Schicht wandelt zum Beispiel blaues Licht in Strom um, die mittlere grünes und gelbes Licht und die untere Schicht Infrarotlicht – die Strombilanz ist so viel höher als bei konventionellen Solarzellen aus Silizium. Konzentratorzellen sind eine Kombination aus solchen Stapelzellen und einer Technik, die jeder kennt, der als Kind schon einmal mit einer Lupe gezündelt hat. Auch die Photovoltaikbranche nutzt dieses Prinzip. Nicht um Feuer zu machen, sondern um das Sonnenlicht mit Spiegel- oder Linsensystemen zu bündeln, bevor es auf die Halbleiter in der Solarzelle trifft. Auf diese Weise kann auf der gleichen Fläche viel mehr Strom gewonnen werden als bei einer herkömmlichen Solarzelle. Dementsprechend ist deutlich weniger Halbleitermaterial notwendig und Hersteller können auf diese Weise teure Materialien wie Gallium verwenden, die die Sonnenstrahlung deutlich besser als das günstigere Silizium verwerten.

„Mit Konzentratorzellen sind heute schon Wirkungsgrade von 40 Prozent und mehr möglich“, sagt Eicke Weber. Allerdings eignet sich diese Technologie vor allem für sonnenverwöhnte Regionen wie zum Beispiel Südkalifornien, wo die Freiburger Firma Concentrix – eine Ausgründung aus dem Fraunhofer

## SOLARFORSCHUNG VOM PREISVERFALL BEI CO<sub>2</sub>-ZERTIFIKATEN AUSGEBREMST

Um die Energiewende zu finanzieren, hat Bundeskanzlerin Angela Merkel den Energie- und Klimafonds (EKF) eingerichtet, in den die Einnahmen des Bundes aus der Versteigerung der CO<sub>2</sub>-Emissionszertifikate fließen. Das Geld sollte die Finanzierung von Gebäudesanierung und Forschung und Entwicklung erneuerbarer Energien sowie neuer Speichertechnologien sichern.

**Das Problem:** Der Zertifikatehandel funktioniert nicht, die Zertifikate werden viel billiger gehandelt, als kalkuliert. Von ursprünglich geplanten drei Milliarden Euro jährlich stand in den letzten beiden Jahren nur rund ein Drittel zur Verfügung, dementsprechend weniger Projekte konnten gefördert werden. Wissenschaftler fordern deshalb dringend, die Forschungsförderung im Bereich der erneuerbaren Energien von den Einnahmen des EKF zu entkoppeln.



Sieht Chancen für die Solarindustrie: Eicke Weber vom Fraunhofer-Institut ISE.

„Wenn die Überkapazitäten weg sind, wird es einen Bedarf an neuen, hochautomatisierten Photovoltaik-Fabriken geben. Wir arbeiten gemeinsam mit der deutschen Ausrüsterindustrie daran, die neuen Technologien bereitzuhalten.“  
Eicke Weber

ISE, die inzwischen zur Soitec-Gruppe gehört – gerade eine neue Fabrik für Solarmodule eröffnet hat. Dort herrschen ideale Bedingungen: viel blauer Himmel und viel Platz. Denn um effizient zu arbeiten, muss bei Konzentratorzellen genau wie bei der Brennlupe die Strahlung direkt auf die Zellen fallen. Dazu müssen sie permanent der Sonne nachgeführt werden.

### Fabrik der nächsten Generation

Für deutsche Dächer sind diese Konzentratorzellen also nichts. Ganz anders als die kristallinen Module aus der Gigawatt-Fabrik, von der Eicke Weber träumt. „Ich will eine Pilotfertigung anregen, die am besten von der EU unterstützt wird. Vorstellbar ist auch ein deutsch-französisches Gemeinschaftsprojekt nach dem Modell der Airbusindustrie. Kein Airbus wäre gebaut worden ohne diese Kreditgarantien, und warum sollte man diese Garantien nur der Luftfahrtindustrie zur Verfügung stellen und nicht auch anderen Hochtechnologien wie der Photovoltaik?“, fragt Eicke Weber. An neuen Technologien mangle es wahrlich nicht: „Wir haben allein am Fraunhofer ISE zehn Technologien für Solarzellen definiert, bei denen man absehen kann, dass mit diesen Zellen der neuen Generation zu den heutigen Preisen Module profitabel gefertigt werden können.“ Das Hauptproblem bleibt fehlendes Investitionskapital.

ANZEIGE

BWL-1-A, Luft/Wasser-Gerät zur Außenaufstellung

**Wolf Hocheffizienz-Wärmepumpen**

## Die Wärme steckt in der Natur. So nutzt man sie am besten.

Mit einer Wärmepumpe nutzen Sie die natürliche Energie, die im Boden, im Grundwasser oder in der Luft gespeichert ist. Mit einer flüsterleisen Wärmepumpe von Wolf holen Sie dabei das Beste für Ihre Heizung heraus: COP 4,7. Das bedeutet, aus einem Kilowatt elektrischer Leistung werden 4,7 Kilowatt Wärmeleistung.

Infos unter: [www.wolf-heiztechnik.de](http://www.wolf-heiztechnik.de), 08751/74-11 47 oder über die Wolf-Showroom-App.

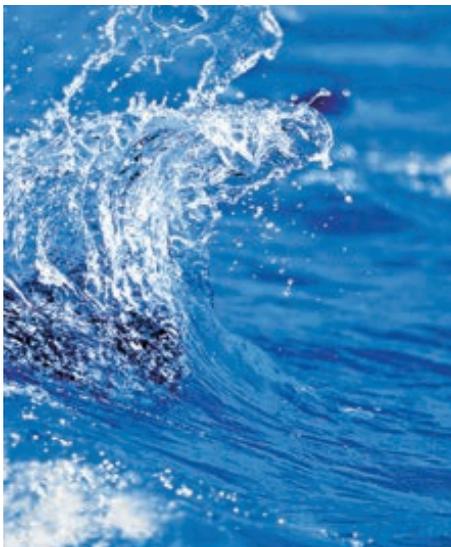
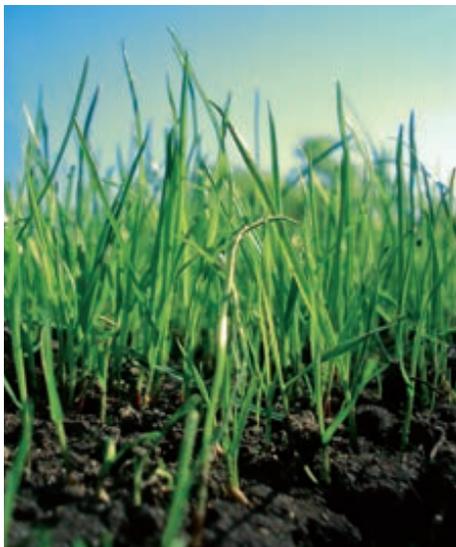
Available on the App Store

**WOLF**  
Energiesparen und Klimaschutz serienmäßig

# DER SCHLÜSSEL ZUR ENERGIEWENDE

Heizen mit Strom war einst verpönt. Da aber der Anteil der erneuerbaren Energien am Strommix kräftig zulegt, findet auch hier ein Umdenken statt. Wärmepumpen rücken in den Fokus.





Erde, Wasser und Luft als Wärmelieferanten für die Heizung: Wärmepumpen entziehen der Umgebung Wärme, bringen sie auf ein höheres Temperaturniveau und speisen sie in den Heizkreislauf des Gebäudes ein.

In manch unsaniertem Nachkriegsbau sind sie heute noch zu finden: Nachtspeicheröfen, die Strom in Wärme umwandeln. Millionen dieser klobigen Kästen wurden bis in die 70er Jahre installiert. In Erinnerung daran sträuben sich bei vielen die Nackenhaare: Heizen mit Strom? Dafür ist elektrische Energie zu wertvoll, heißt es häufig.

Rolf-Michael Lükling von der Gesellschaft für Rationelle Energieverwendung (GRE e.V.) sieht das allerdings anders. „Strom ist der Schlüssel zur Energiewende im Heizungskeller“, gibt sich der Experte überzeugt. Lükling setzt aber nicht etwa auf eine Renaissance der ineffizienten Nachtspeicheröfen. Sondern darauf, Strom intelligent einzusetzen – nämlich als Hebel, der ein riesiges Reservoir erneuerbarer Energien erschließt: die Wärme, die in der Außenluft, im Erdreich und im Grundwasser steckt. Möglich wird das mit Wärmepumpen, die der Umgebung Wärme entziehen, sie mithilfe eines strombetriebenen Verdichters auf ein höheres Temperaturniveau bringen und dann in den Heizkreislauf des Gebäudes einspeisen. Auch in kalten Wintern enthalten Luft, Erdboden und Grundwasser noch genug Wärme, um damit Häuser zu beheizen.

Laut einer neuen Studie der Technischen Universität München gehören Wärmepumpen deshalb zu den klimafreundlichsten Heizungstechnologien. In einem Neubau zum Beispiel stoßen Sole/Wasser-Wärmepumpen rund 25 Prozent weniger CO<sub>2</sub> aus als eine moderne Gas-Brennwertheizung, die mit einer Solarthermieanlage gekoppelt ist. Zudem wird die Klimabilanz von Wärme-

pumpen durch den Ausbau der erneuerbaren Energien automatisch immer besser. Im Jahr 2030 liegen die CO<sub>2</sub>-Emissionen laut der Studie deshalb sogar viermal niedriger als bei einer Gas-Solar-Heizung.

### Strom als Leitenergie

Bereits Ende dieses Jahrzehnts wird der Anteil der erneuerbaren Energien am Strommix bei mindestens 38 Prozent und bis 2050 sogar bei 80 Prozent liegen, erwartet die Bundesregierung. Höchste Zeit also, Strom zur Leitenergie zu machen, meint Lükling: „Wir müssen anstreben, den Energiebedarf in allen Bereichen, also auch bei der Heizwärme, so weit wie möglich mit Strom zu decken. Denn nur so ist es langfristig möglich, das gesamte Energiesystem weitgehend auf regenerative Energien umzustellen.“ Wärmepumpen werden so zum Wegbereiter der Energiewende.

Erdgas dagegen sollte nach Ansicht Lükings ausschließlich eingesetzt werden, um in Gas-

pumpen im Neubau trotz starker Zuwächse aber immer noch weit hinter dem der Gasheizungen? Oft sind es die vergleichsweise hohen Investitionskosten, die Bauherren zurückschrecken lassen. Dabei gerät allerdings außer Acht, dass die Mehrausgaben durch den günstigeren Betrieb langfristig wieder eingespielt werden. „Wärmepumpen haben das Potenzial, die monatlichen Heizenergiekosten deutlich zu senken. Und das nicht nur im Neubau – dank kontinuierlich verbesserter Technik ist der Einsatz moderner Geräte auch in Bestandsbauten und bei Radiatoren als Wärmeübergabesystem heute wirtschaftlich“, erklärt Kai Schiefelbein, Geschäftsführer Technik bei Stiebel-Eltron. Angesichts der stetig steigenden Preise für fossile Brennstoffe, vor allem für Heizöl, dürfte der Kostenvorteil für Wärmepumpen künftig sogar noch deutlicher ausfallen.

Allerdings wird wohl auch Strom in den nächsten Jahren teurer werden. Dagegen kön-

---

**Wärmepumpen selbst sind nicht billig, doch amortisiert sich die Investition dank günstigerem Betrieb. Vor allem angesichts steigender Preise für fossile Brennstoffe.**

---

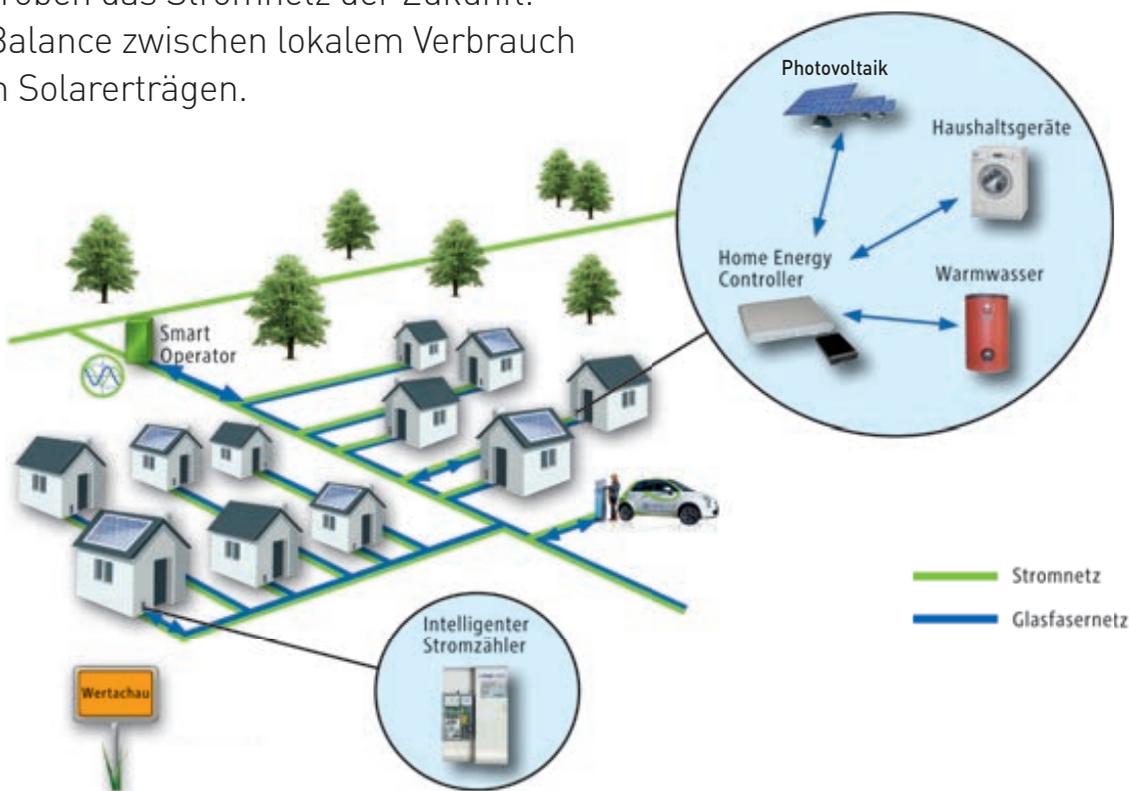
und Dampfkraftwerken Strom zu erzeugen. „Brennstoffe sind viel zu schade, um sie allein thermisch zu nutzen. Es ist deutlich sinnvoller, sie möglichst effizient zu verstromen und die Energie dann für den Betrieb von Wärmepumpen einzusetzen“, sagt der Experte. Warum liegt der Marktanteil von Wärme-

nen sich Hausbesitzer wappnen, indem sie ihn mit einer Photovoltaik-Anlage zumindest teilweise selbst erzeugen. Moderne Wärmepumpen sind zudem in der Lage, auf Preissignale der Energieversorger zu reagieren. Damit können die Haushalte von besonders günstigen Tarifen profitieren.

# NETZ MIT INTELLIGENZ

Die Lechwerke erproben das Stromnetz der Zukunft. Sie tüfteln an der Balance zwischen lokalem Verbrauch und schwankenden Solarerträgen.

Haushaltsgeräte, Wärmepumpen, Solaranlagen, Stromzähler, Batteriespeicher und eine Ladestation für ein Elektroauto werden über verschiedene Steuereinheiten miteinander verbunden.



Die Geschichte der Energieversorgung wird in den Industriezentren geschrieben? Von wegen: Wer schon heute das Stromnetz der Zukunft kennen lernen will, muss ins ländliche Bayerisch-Schwaben reisen. In der Schwabmünchener Siedlung Wertachau, zwischen Augsburg und Alpen gelegen, baut der regionale Energieversorger Lechwerke (LEW) gerade eines der ersten intelligenten Stromnetze Deutschlands (Smart Grid) auf. Schon seit vielen Jahren arbeiten die Wertachauer an ihrer ganz eigenen Energiewende. Auf jedem zweiten Gebäude sind Photovoltaik-Anlagen installiert, die die Siedlung mit CO<sub>2</sub>-freiem Strom versorgen. Autark ist sie damit jedoch nicht. Denn bei bedecktem Himmel liefern die Solarsysteme zu wenig Strom, bei Sonnenschein zu viel. Binnen weniger Momente schwankt der Ertrag der Solar-systeme ganz erheblich. Das setzt die örtlichen Netze stark unter Druck. Ein Problem, das auch in vielen anderen Regionen Deutschlands auftritt. In der Wertachau machen die Lechwerke vor, wie es sich lösen lässt: „Das Smart Grid hält über verschiede-

ne Bausteine selbstständig die Erzeugung und den Verbrauch in einem Stromnetz in Einklang“, erläutert LEW-Projektleiter Roland Dölzer. Als eine Art Nervenbahn dient dabei das neue Glasfasernetz, das die Lechwerke zu Beginn des Projektes verlegt haben. Die 110 Haushalte, die am Großversuch teilnehmen, können darüber mit Höchstgeschwindigkeit im Internet surfen. Vor allem aber hat das Glasfasernetz die Aufgabe, die Kommunikation im Stromnetz zu ermöglichen. Wie viel Strom wird gerade in der Wertachau benötigt, wie viel Energie erzeugen die Solaranlagen? Diese Informationen liefern intelligente Stromzähler, die der Versorger zurzeit in den Häusern installiert. Der eigentliche Clou sind aber „smarte“ Haushaltsgeräte wie Geschirrspüler oder Waschmaschinen sowie Wärmepumpen und Warmwasserspeicher, mit denen die Lechwerke die Haushalte in den nächsten Monaten ausstatten wollen. Sie reagieren auf Steuerimpulse von außen: Scheint viel Sonne, wird die Wärmepumpe in Gang gesetzt, um den Pufferspeicher aufzuheizen. Bleibt der Himmel grau, beziehen

die Bewohner ihre Wärme aus dem Speicher, anstatt die Wärmepumpe in Betrieb zu setzen. Ein solches System braucht ein kluges Hirn. In der Wertachau wird das eine zentrale Steuerungseinheit namens „Smart Operator“ sein. Anhand der Daten der intelligenten Zähler sowie von Wettervorhersagen prognostiziert sie, wie viel Energie am nächsten Tag im örtlichen Stromnetz erzeugt und verbraucht werden wird. Die Informationen werden verwendet, um die Anlagen und Geräte zu steuern. Ziel ist, den Sonnenstrom so weit wie möglich vor Ort zu verbrauchen. Die Wertachau wird damit zum Schaufenster der Energiewende. Die Schwaben zeigen, wie der massive Ausbau der Erneuerbaren gelingt, ohne dass die Versorgungssicherheit leidet. Das Smart Grid ist eine zentrale Steuerungseinheit: Anhand der Daten der intelligenten Zähler sowie von Wettervorhersagen erstellt sie Prognosen über Verbrauch und Erzeugung im örtlichen Stromnetz, die dann der Steuerung der Anlagen und Geräte dienen. Auf diese Weise soll der auf den Dächern erzeugte Sonnenstrom so weit wie möglich vor Ort verbraucht werden.

**Paul Waning**, Vorstandsvorsitzender  
des Bundesverbands Wärmepumpe e. V.



## „GEZIELT NIEDRIGE STROMPREISE NUTZEN“

Warum Wärmepumpen und Windräder ein perfektes Paar abgeben – Paul Waning, Vorstandsvorsitzender des Bundesverbands Wärmepumpe e. V., im Gespräch.

### Fast jeder vierte Neubau wird heute von einer Wärmepumpe beheizt. Hat sich die Technologie damit im Markt etabliert?

Auf jeden Fall! Wer eine Wärmepumpe installiert hat, erlebt den Komfort – sie ist sehr wartungsarm, sie rußt nicht und riecht nicht. Und das spricht sich herum. Außerdem schauen die Leute darauf, dass immer mehr Strom aus regenerativen Quellen wie Wind, Sonne und Biomasse erzeugt wird. Dies ist zukunftsweisend und führt in der Bilanz zu CO<sub>2</sub>-freien Heizungen. Auch das macht strombetriebene Wärmepumpen attraktiv. Industrie- und Gewerbebetriebe sehen das übrigens genauso und entscheiden sich ebenfalls immer häufiger für Wärmepumpen.

### Dennoch werden hierzulande noch deutlich mehr Gasheizungen als Wärmepumpen verkauft. Warum ist das so?

Ein ganz wichtiger Grund liegt darin, dass wir nach wie vor mit dem Vorurteil zu kämpfen haben, Strom sei viel zu wertvoll für die Wärmeversorgung. Mit Blick auf die Energiewende ist das aber völlig falsch. Denn wenn wir von Öl und Gas weg wollen, müssen wir zum einen den Verbrauch reduzieren, etwa durch eine verbesserte Dämmung, und zum anderen Heizungssysteme einsetzen, die ohne Verbrennung auskommen – also Wärmepumpen. Dazu kommt, dass die Anlagen ideal geeignet sind, die Integration von Wind- und Photovoltaik-Anlagen in das Energiesystem voranzutreiben.

### Wie das?

Wärmepumpen tragen dazu bei, das Angebot und die Nachfrage von Strom ins Gleichgewicht zu bringen. Wenn etwa bei starkem Wind oder Sonnenschein mehr Strom als nötig produziert wird, können Wärmepumpen damit Heizenergie erzeugen, die dann in die ohnehin vorhandenen Pufferspeicher der Gebäude abgeführt wird. Auch der Estrich der Fußbodenheizung lässt sich als Speicher nutzen. Die

Wärmepumpen können bei einem Überangebot an Strom stundenlang Leistung aufnehmen oder, falls zu wenig Strom im Netz ist, ausgeschaltet bleiben, ohne dass die Bewohner auf Komfort verzichten müssen. Denn die Speicher stellen sicher, dass ihnen stets genug Heizenergie zur Verfügung steht. Wärmepumpen sind deshalb eine ganz zentrale Komponente intelligenter Stromnetze, der so genannten Smart Grids.

### Die Steuerung der Anlagen wird damit aber sehr aufwändig.

Moderne Wärmepumpen sind so ausgerüstet, dass sie sich problemlos über die Stromnetze ansteuern lassen. Das funktioniert sehr zuverlässig. Um zu kennzeichnen, welche Anlagen dazu in der Lage sind, haben wir das „SG Ready“-Label entwickelt.

### Und was bringt diese Fernsteuerung den Eigentümern der Wärmepumpen?

Sie können ihre Wärmepumpe gezielt dann laufen lassen, wenn es ein Überangebot an Strom im Netz gibt und die Preise deshalb niedrig sind. Umgekehrt können sie bei Strommangel und entsprechend hohen Preisen ihre Anlage abschalten und stattdessen mit der Wärme aus den Speichern heizen. So sparen sie bares Geld. In der Industrie ist das Modell übrigens schon lange üblich. Da erlauben Betriebe den Netzbetreibern, ausgewählte Anlagen und Maschinen abzuschalten, wenn dies für die Netzstabilität notwendig ist. Für dieses Zugeständnis bekommen sie eine Vergütung.

### Für Immobilienbesitzer gibt es solche Angebote aber noch gar nicht.

Ja, das ist richtig. Aber sie werden kommen. Mich erinnert die Situation hier ein wenig an die Liberalisierung des Strommarkts. Damals hat es auch einige Jahre gedauert, bis das Angebot so vielfältig war, wie wir es heute kennen.

Ildiko Sugar sitzt in ihrem Haus, das mit nur 15 Kilowattstunden Heizwärme pro Quadratmeter im Jahr auskommt.



## AUSGEKLÜGELT UND EFFIZIENT

Ildiko Sugar heizt ihr Einfamilienhaus mit einer Wärmepumpe, die von einer Photovoltaik-Anlage mit Strom versorgt wird. Speicher springen ein, wenn die Sonne mal nicht scheint.

**W**enn sich Ildiko Sugar ihr Traumhaus vorstellte, dachte sie nicht etwa an einen großen Pool oder ein schickes Heimkino, sondern an etwas ganz Einfaches: „Nie wieder kalte Füße! Ich habe lange in einem Haus aus den 70er-Jahren gelebt und ständig gefroren. Deshalb habe ich mir immer ein Haus gewünscht, in dem ich es jederzeit mollig warm habe“, erinnert sich die Ärztin aus Krumbach bei Augsburg. Doch eine Energieschleuder, so Sugar, sollte es auf keinen

Fall sein. „Wenn man schon baut, dann etwas Innovatives – also ein Haus, das einen Beitrag zum Klimaschutz leistet!“

Vor zwei Jahren hat sich die gebürtige Ungarin ihren Traum erfüllt. Sie besitzt nun ein Einfamilienhaus, das mit nur 15 Kilowattstunden Heizwärme pro Quadratmeter im Jahr auskommt. Eine Luft/Wasser-Wärmepumpe sorgt dafür, dass die Bewohner auch an kalten Wintertagen warme Füße haben. Den Strom, den die Wärmepumpe und auch die Elektro-

und Haushaltsgeräte benötigen, bezieht Sugar zum Teil von einer großen Photovoltaik-Anlage auf dem Dach. „Es ist ein tolles Gefühl, an vielen Tagen im Jahr völlig CO<sub>2</sub>-frei heizen zu können“, freut sie sich.

### Der Estrich als Speicher

Mit einer Nennleistung von 23 Kilowatt liefert die Anlage über das gesamte Jahr hinweg betrachtet mehr Energie, als der Haushalt benötigt. Deshalb ist das neue Heim von Ildi-



überschüssiger Heizenergie gespeist, die die Wärmepumpe bei Sonnenschein produziert. Ebenso dient ihr der Estrich der Fußbodenheizung als Speicher – strahlt an Wintertagen mittags die Sonne, heizt ihn die Wärmepumpe zwei Grad stärker auf als üblich. Im Laufe des Tages gibt der Estrich die Wärme dann langsam wieder ab. Diese beiden Speicher reichen aus, um das Haus zwölf Stunden lang zu beheizen. Zudem hat Sugar einen Batteriespeicher installiert, der nicht benötigten Solarstrom aufnimmt. Mithilfe dieser Speicher kann Sugar fast die Hälfte ihres gesamten Strombedarfs durch die Photovoltaik-Anlage decken. Den Rest, etwa 4.700 Kilowattstunden, bezieht sie aus dem öffentlichen Netz.

### Blaupause

Für ÜWK-Geschäftsführer Arno Pöhlmann ist das Sugar'sche Haus eine Art Blaupause für das Gelingen der Energiewende. „Strom muss in dem Moment verbraucht werden, in dem er erzeugt wird. Deshalb ist es sinnvoll, ihn mithilfe effizienter Wärmepumpen auch zum Heizen zu verwenden. Wärme- und Batteriespeicher helfen dabei, Angebot und Nachfrage ins Gleichgewicht zu bringen“, erklärt Pöhlmann. Eine zentrale Herausforderung der Energiewende liege darin, Solaranlagen und Windräder in das System zu integrieren. Im Versorgungsgebiet des ÜWK zum Beispiel gibt es Dörfer, die in Spitzenzeiten dreißigmal mehr Solarstrom produzieren, als sie selber benötigen. Machen die Bürger daraus Heizwärme, stabilisieren sie die lokalen Netze. Zugleich mindern sie die Kosten der Energiewende, da bei einem Überangebot Strom zu Dumping-Preisen ins Ausland abgegeben werden muss. Auch Rainer Lang, Entwicklungsleiter Wärmepumpensysteme bei Vaillant, hält die Kopplung von Wärmepumpe und Photovoltaik für sehr sinnvoll. „Die Wärmepumpe hat in dieser Systemkombination einen Vorteil, weil sie Teile des selbst erzeugten Stroms direkt abnimmt. Da die Vergütung der Stromrückspeisung von Plusenergiehäusern begrenzt ist, muss ein Teil des Stroms auf jeden Fall im Haus verbraucht werden. Wärmepumpen sind die wohl effizienteste Nutzungsform in dieser Hinsicht“, ist Lang überzeugt.

### Strom fürs Auto

Zwei Heizperioden hat Sugar schon in ihrem neuen Haus verbracht. Gefroren hat sie nur einmal: als die Heizung wegen eines Feh-

lers der Elektroinstallateure kurzzeitig ausfiel. Sugar: „Die Anlagentechnik selber funktioniert wie geschmiert.“ Und sie ist komfortabel, denn die Steuerung der einzelnen Komponenten erfolgt automatisch. „Ich fühle mich mit meinem Energiesystem pudelwohl“, zieht Sugar Bilanz.

Und schon denkt die Ärztin weiter: Sie spielt mit dem Gedanken, sich ein Elektrofahrzeug anzuschaffen. Der Anschluss für die Ladestation ist bereits verlegt. Ildiko Sugar: „Dann kann ich mit dem Strom vom eigenen Dach nicht nur heizen, sondern Auto fahren. Auch das ist noch ein Traum von mir!“



Im Keller von Ildiko Sugars Einfamilienhaus findet sich neben einer Luft/Wasser-Wärmepumpe ein Pufferspeicher. Dieser wird mit überschüssiger Energie gespeist, die die Wärmepumpe bei Sonnenschein mit Solarstrom produziert.

ko Sugar ein so genanntes Plusenergiehaus. Allerdings fallen Stromerzeugung und -bedarf zeitlich längst nicht immer zusammen. So arbeitet die Photovoltaik-Anlage im Winter meist auf Sparflamme, obwohl die Wärmepumpe gerade dann Strom benötigt.

Zusammen mit dem lokalen Energieversorger Überlandwerk Krumbach (ÜWK) hat sich Ildiko Sugar deshalb etwas einfallen lassen: Zum einen hat sie im Keller einen großen Pufferspeicher aufstellen lassen. Er wird mit

Wärmepumpen sind selbst für Hersteller von Haushaltsgroßgeräten interessant geworden. Jährlich werden 300.000 Wäschetrockner mit integrierter Technik verkauft.

# ALLE SIGNALE AUF GRÜN

Innovationen, mehr Effizienz, eine verbesserte Förderung – der Markt für Wärmepumpen ist in Bewegung.

Als Günter Flock 1979 in seinem Einfamilienhaus in Paderborn eine Wärmepumpe installierte, redete noch niemand vom Klimaschutz. „Wegen der zweiten Ölkrise sind damals die Preise explodiert. Der Ölkessel, den wir einige Jahre zuvor gekauft hatten, wurde plötzlich sehr teuer“, erinnert sich der Westfale. Um seine Heizkosten zu senken, ergänzte er den Kessel mit einer Luft-Wärmepumpe, die bis heute verlässlich ihren Dienst tut. Ein guter Grund für Flock, jetzt, da die Ölpreise wieder auf ein sehr hohes Niveau geklettert sind, eine zweite Wärmepumpe anzuschaffen. Mit diesem Gerät erwärmt er das Brauchwasser.

Flock liegt damit im Trend. Um mehr als 20 Prozent ist der Absatz von Brauchwasser-Wärmepumpen im vergangenen Jahr gestiegen. Bei den Heizwärmepumpen betrug das Plus

immerhin noch fast fünf Prozent. Etwa ein Viertel aller neuen Wohngebäude wird mittlerweile mit Wärmepumpen beheizt.

Noch stärker wäre der Zuwachs wohl ausgefallen, wenn nicht die Diskussion um die steuerliche Abschreibung energetischer Sanierungen für Verunsicherung gesorgt hätte. Bund und Länder konnten sich hier auf keinen Kompromiss einigen. „Das Hin und Her hat viele Hausbesitzer zögern lassen, ihre Heizungsanlagen zu modernisieren“, sagt Karl-Heinz Stawiarski, Geschäftsführer des Bundesverbands Wärmepumpen.

## Wärme aus der Abluft

Dafür hat die Bundesregierung jetzt ein neues Förderpaket geschnürt. Die staatliche KfW-Bank gewährt für Maßnahmen wie den Einbau einer effizienten Heizung einen

Zuschuss von zehn Prozent. Seit dem 1. März bietet die Bank zudem neue, besonders günstige Kredite für Erneuerbare-Energien-Heizungen an. Auch das BAFA-Förderprogramm für Wärmepumpen, Holzheizungen und Solarthermieanlagen wurde vor einigen Monaten deutlich aufgestockt. All dies könnte dem Absatz von Wärmepumpen kräftig Schub verleihen.

Dabei dürfte die Branche auch von technologischen Innovationen profitieren. Die Anlagen werden immer effizienter: „Gerade bei Luft-Wärmepumpen ist da in letzter Zeit enorm viel passiert, etwa bei der elektrischen Steuerung“, sagt Stawiarski. Zugleich haben die Hersteller die Einsatzmöglichkeiten von Wärmepumpen stetig erweitert.

So gibt es zum Beispiel mittlerweile Geräte, die mit der automatischen Lüftung von Gebäuden gekoppelt sind. Sie entziehen der Abluft mithilfe eines Wärmetauschers Heizenergie und geben sie auf einem höheren Temperaturniveau wieder an die Heizung oder die Brauchwasseranlage ab. „Die Anlagen eignen sich vor allem für gut gedämmte Einfamilienhäuser, die neu errichtet werden“, erklärt Klaus Ackermann, Geschäftsführer von Nibe Systemtechnik, mit Sitz im niedersächsischen Celle.

Mit der Weiterentwicklung der Technologie sind Wärmepumpen auch für die Hersteller von Haushaltsgroßgeräten interessant geworden. So werden hierzulande bereits jährlich 300.000 Wäschetrockner mit integrierter Wärmepumpe verkauft, die die Energie aus der heißen Abluft „recycelt“. Trotz höherer Anschaffungskosten sparen die Verbraucher damit viel Geld.



Immer im Überblick: das intelligente Energiemanagement.



Urbane Siedlungsräume eignen sich gut für den Aufbau einer nachhaltigen Energieversorgung.

## KOMBINATION IM GROSSEN STIL

Wärmepumpe plus Photovoltaik: Das regenerative Doppel macht auch große Wohngebäude unabhängig von Öl und Gas.

**150** Meter lang, aber nur zehn Meter breit: Lange Zeit galt die Brachfläche an der Speicherstraße in Frankfurt/Main als unbebaubar. Bis die städtische Wohnungsbaugesellschaft ABG einen Entwurf des Kasseler Architekturbüros HHS vorlegte, der nicht nur aus städtebaulicher Sicht beeindruckt – sondern zugleich ein Musterbeispiel für eine ökonomisch wie ökologisch zukunftsfähige Energieversorgung ist. So sind das Pultdach des achtstöckigen Mehrparteienhauses und die Südfassade vollständig mit Photovoltaikmodulen belegt, die Strom für die Bewohner der 74 Wohnungen erzeugen. Auch die zentrale Wärmepumpe, die das gesamte Gebäude mit Heizenergie versorgt, wird mit Solarstrom vom eigenen Dach betrieben. Als Wärmequelle dient ein nahe gelegener Abwasserkanal, dem Wärmetauscher Heizenergie entziehen. Batteriespeicher sollen helfen, Stromangebot und -nachfrage in die Balance bringen. „Die Kombination aus gebäudeintegrierter Photovoltaikanlage

und einer Wärmepumpe zum Heizen sowie zur Warmwasserbereitung eines Gebäudes ist eine echte Alternative zu konventionellen Öl- und Gasheizungen“, sagt Professor Norbert Fisch von der Technischen Universität Braunschweig. Da die Kosten für Solarsysteme in den letzten Jahren drastisch gesunken sind, rechnet sich das Doppel der beiden regenerativen Systeme schnell. Mussten Hausbesitzer für Solaranlagen vor vier Jahren im Schnitt 4.050 Euro pro Kilowatt bezahlen, so sind es heute nur noch knapp 1.700 Euro.

Projekte wie der Frankfurter Öko-Riegel zeigen, wie der Umbau des Energiesystems gelingen kann: Innovative Konzepte für die regenerative Strom- und Wärmeversorgung großer Wohngebäude beschleunigen den Abschied von fossilen Brennstoffen. Wegen ihrer kompakten Strukturen bieten gerade urbane Siedlungsräume vielfältige Ansatzpunkte für den Aufbau einer nachhaltigen Energieversorgung. Damit sind sie gleichermaßen Labor wie Motor der Energiewende.

## ALTBAUTEN SIND KEIN HINDERNIS



**Sven Kersten**  
EnergieAgentur  
Nordrhein-Westfalen

**Für Altbauten sind Wärmepumpen nicht geeignet, heißt es häufig. Ist dieses Vorurteil berechtigt?**

Nein, sicher nicht. Wenn ich die Anlage richtig plane, kann ich auch ein altes, auf den ersten Blick ungeeignetes Haus mit einer Wärmepumpe beheizen. Dafür ist es zunächst einmal notwendig, die Heizlast für das Gebäude, aber auch für die einzelnen Räume zu berechnen. Je nach Größe eines Raumes kann es dann sinnvoll sein, einzelne Heizkörper durch Flächenheizungen zu ersetzen. Denn je größer die Heizfläche ist, desto niedriger kann die Vorlauftemperatur ausfallen, was sich wiederum positiv auf die Effizienz der Wärmepumpe auswirkt. Zudem sollte man darauf achten, dass die Wärmepumpe hydraulisch richtig eingebunden wird.

**Viele Altbauten sind mit Heizkesseln ausgestattet, die zuverlässig funktionieren, aber ineffizient sind. Raus damit?**

Solche Kessel sind für den Wärmebedarf vieler Gebäude meist völlig überdimensioniert. Sie können aber gute Dienste leisten, die Wärmepumpen an sehr kalten Tagen zu unterstützen. Gerade bei größeren Gebäuden ist das wirtschaftlich meist sehr sinnvoll.

# MASSGESCHNEIDERTE MODELLE

Ob Neu- oder Altbau, Wohnhaus oder Gewerbeobjekt, dick gedämmt oder unsaniert: Längst gibt es für jede Immobilie die passende Wärmepumpe. Dabei lassen sich die Systeme auch mit konventionellen Heizkesseln, Solarthermie- oder Photovoltaik-Anlagen koppeln. Zehn Experten präsentieren die Vielfalt der Wärmepumpen.

## Volker Weinmann, Rotex Wärmepumpentechnik

„Wärmepumpen sind nur etwas für den Neubau? Weit gefehlt: Längst gibt es auch für Bestandsbauten innovative Lösungen, mit denen die Bewohner die Wärmeenergie aus der Umwelt nutzen können. Dazu gehört die Installation einer bivalenten Anlage, bei der ein vorhandener Heizkessel von einer Wärmepumpe unterstützt wird. So können beide Systeme ihre jeweiligen Stärken ausspielen. Die baulichen Eingriffe sind dabei sehr gering. Werden die Räume auf Niedertemperaturheizkörper umgerüstet, können die Hauseigentümer sogar auf einen konventionellen Heizkessel verzichten. Auch die Nachrüstung einer Fußbodenheizung ist im Bestand problemlos zu realisieren. So erreicht man mit der Wärmepumpe höchsten Komfort bei gleichzeitig niedrigsten Heizkosten.“

## Karl Kroll, Mitsubishi

„Auch für den sanierten Baubestand gibt es monovalente Lösungen für die Versorgung mit Wohnwärme und Warmwasser. Diese garantiert beispielsweise dank einer patentierten Verdichter-Technologie auch bei innovativen Luft/Wasser-Wärmepumpen volle Heizleistung bis zu minus 15 Grad. Bis minus 25 Grad werden immer noch 75 Prozent der maximalen Heizleistung erreicht. Gleichzeitig können die Vorlauftemperaturen bis zu 60 Grad betragen.“

## Egbert Tippelt, Viessmann

„Bivalente Systeme kombinieren eine Wärmepumpe mit einem weiteren Wärmeerzeuger. Die Wärmepumpe liefert den Großteil der Heizenergie. Nur wenn die Außentemperaturen sehr stark absinken und die Wärmepumpe an Effizienz verliert, übernimmt ein Öl- beziehungsweise Gaskessel die Versorgung. Die Koppelung von Wärmepumpen und fossilem Erzeuger ist besonders attraktiv für Gebäude mit bestehenden Heizkesseln, die zwar noch zuverlässig laufen, aber nicht mehr effizient sind – hier können die Betriebskosten deutlich sinken, wenn eine Wärmepumpe eingebunden wird.“

## Karl-Heinz Knoll, Wolf

„Eine Sole/Wasser-Wärmepumpe lässt sich gut durch ein Modul zur passiven Kühlung ergänzen. Es nutzt die kühlen Temperaturen des Erdreichs im Sommer und bietet so eine kostengünstige und umweltfreundliche Kühlmethode. Die sanfte, passive Kühlung arbeitet dabei mit der vorhandenen Fußboden- und Wandheizung. Die niedrige Erdtemperatur der Erdwärmesonde wird mit einem Wärmetauscher auf das Heizwasser übertragen und oberhalb der Taupunktgrenze an die Heizflächen abgegeben. Die Wärmepumpe selbst bleibt während der Kühlung ausgeschaltet, es laufen lediglich die Heizungs- und die Soleumwälzpumpe. Die Kühlleistung beträgt ungefähr ein Drittel der installierten Heizleistung und ist abhängig von der Erdreichtemperatur.“

### Andreas Gelbke, Panasonic

„Im Neubau müssen Wärmepumpen heute andere Anforderungen erfüllen als noch vor zehn Jahren. Die Heizlast nimmt stetig ab, weil neue Häuser besser gedämmt werden. Deshalb kommen immer mehr Luft/Wasser-Wärmepumpen mit niedrigeren Leistungen auf den Markt, die genau auf den geringeren Wärmebedarf zugeschnitten sind und deshalb hochgradig effizient arbeiten. Die Anlagen sind sehr klein, etwa so groß wie ein Koffer-Trolley, äußerst leise und dazu noch unschlagbar günstig.“

### Gunther Gamst, Daikin Airconditioning

„Wärmepumpen und Photovoltaik-Anlagen sorgen schon seit Jahren für mehr Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern. Im Zusammenspiel laufen sie jedoch zur Höchstform auf. Durch die Nutzung des mit Photovoltaik selbst erzeugten Stroms zur Beheizung und Kühlung des Wohnraums ergeben sich hohe Verbrauchseinsparungen bei Strom, Öl oder Gas – bei den anhaltend steigenden Energiekosten ein echtes Plus!“

### Joachim Maul, Alpha-InnoTec

Wärmepumpe und Solarthermie sind die perfekte Kombination. Da beide regenerative Energien nutzen, können die Anlagenbetreiber mit diesem Doppel die Umwelt noch weiter entlasten. Im Winter unterstützt die Solaranlage die Heizung, im Sommer bereitet sie das Brauchwarmwasser. Neben dem umweltfreundlichen Aspekt sparen die Bewohner damit Energie und – ganz nebenbei – auch noch Geld. In Kombination mit einem geeigneten Speicher, etwa einem Multifunktionspeicher, kann die von der Solaranlage gewonnene Energie zur Heiz- und Brauchwarmwasserbereitung eingesetzt werden. Die Laufzeit der Wärmepumpe sinkt so noch weiter, was die Betriebskosten zusätzlich reduziert.“

### Ralf Gößwein, Glen Dimplex

„Unsere Haushalte werden stetig smarter: Da die Kosten für die Steuerung und Kommunikation elektrischer Geräte und Anlagen stark gesunken sind, ist intelligente Haustechnik heute für jedermann bezahlbar. Da ist es nur folgerichtig, auch die Wärmepumpen in das System einzubinden. Das macht es den Bewohnern zum Beispiel möglich, ihre Wärmepumpe über ein Smartphone zu steuern, sie mit einem Anwesenheitssensor zu koppeln oder sogar Online-Wetterprognosen für ihre Steuerung heranzuziehen. Zudem wird der Energieverbrauch transparenter. Zu erkennen sind die darauf vorbereiteten Wärmepumpen am neuen Prüfsiegel ‚SG Ready‘.“

### André Schreier, SmartHeat

„Fast jeder Industriebetrieb erzeugt unfreiwillig große Mengen an Abwärme, die in der Regel ungenutzt nach außen abgegeben werden. Wärmepumpen machen es möglich, diese Energie sinnvoll zu verwerten – etwa, um Betriebs- und Bürogebäude zu beheizen oder Warmwasser, beispielsweise für Duschen, bereitzustellen.“

### Horst Braun, Weishaupt

„Splitwärmepumpen sind kostengünstige Heizsysteme, die darüber hinaus im Sommer für angenehme Kühle sorgen können. Die zentralen Komponenten dieser speziellen Form der Luft/Wasser-Wärmepumpen sind in ein Außen- und ein Innengerät getrennt. Das bietet viele Vorteile: Der Aufwand für die Erschließung der Wärmequelle Luft ist gering, Wanddurchbrüche fallen wegen des geringen Leitungsquerschnitts kleiner aus. Da das Außengerät sehr kompakt ist, sind die Betreiber flexibel bei der Wahl des Aufstellungsortes. Auch eine Wandmontage ist möglich. Splitwärmepumpen sind mit anderen Heizsystemen wie Gas-Brennwertgeräten und bzw. oder einem Solarsystem kombinierbar. Besonders bei der Modernisierung bestehender Heizungsanlagen kann so eine Hybridlösung sinnvoll sein.“



Schwarmintelligenz:  
Private Haushalte  
können ihren  
Stromverbrauch an  
Angebot und Nach-  
frage anpassen.



# VERBRAUCH JE NACH WETTERLAGE

Um den Strom aus Wind und Sonne aufnehmen zu können, müssen unsere Netze schlauer werden. Wie das funktionieren kann, wurde in sechs deutschen Modellregionen vier Jahre lang getestet. Die Ergebnisse machen Mut.

Jahrzehntlang hatte Strom ein Gesicht: das des Ablesers, der einmal im Jahr an der Tür klingelte, um nach dem kleinen schwarzen Zähler im Keller zu sehen. Der Strompreis stieg zwar regelmäßig, blieb aber immer niedrig. Energiesparen war für die Verbraucher kaum ein Thema, ebenso wenig wie Fragen nach Klimaschutz oder Versorgungssicherheit. Gute alte Zeiten? Auf jeden Fall sind sie unwiederbringlich vorbei. Denn die Energielandschaft des 21. Jahrhunderts wird völlig anders aussehen, beginnend mit der Erzeugung des Stroms: Um die Monokultur aus fossilen Großkraftwerken und Atommeilern herum ist ein Biotop aus dezentralen, klimafreundlichen Anlagen entstanden: neue Windräder auf hoher See und an Land, Solarparks und eine riesige Zahl an kleinen Photovoltaikanlagen auf Gebäudedächern, flankiert von hocheffizienten Kraftwerken, die mit Holz, Biogas und fossilen Energieträgern befeuert werden.

Allerdings weht der Wind ja, wie er will. Mit wachsendem Grünstromanteil wird es immer schwerer, genau so viel Strom ins Netz fließen zu lassen, wie aktuell verbraucht wird. Ein Zuviel oder Zuwenig verträgt das System nicht, Blackouts wären die Folge. Deshalb kommt es immer wieder vor, dass in stürmischen Nächten die Windräder vom Netz genommen werden müssen – auch weil die bestehenden Großkraftwerke nicht flexibel genug sind, um sie kurzfristig herunterfahren zu können. Oder es herrscht Flaute, der Himmel ist verhangen und trotzdem benötigen Haushalte und Industrie gerade sehr viel Energie. Bei solchen Lastspitzen müssen dann konventionelle Kraftwerke zugeschaltet werden, um den Strombedarf zu decken.

## Permanente Kommunikation

Doch wie lassen sich Stromangebot und -nachfrage ins Gleichgewicht bringen? Indem ein neues Netz zwischen Produzenten und Verbrauchern gespannt wird: „Mit dem grundlegenden Umbau der Energieversorgung wird sich die Struktur des Versorgungssystems in den nächsten Jahrzehnten stark verändern. Diese Entwicklungen stellen eine große Herausforderung für die Energienetze dar. Die Informations- und Kommunikationstechnologien können hier einen entscheidenden Beitrag leisten“, erklärte Bundeswirtschaftsminister Dr. Philipp Rösler anlässlich des E-Energy-Kongresses im Februar in Berlin.

Das Stromnetz der Zukunft besteht also nicht aus Kupferkabeln, sondern aus Informationen – ein „Internet der Energie“, das die permanente Kommunikation zwischen Verbrauchern, Energieerzeugern sowie den Betreibern von Stromnetzen und -speichern organisiert.

### Smart Grid im Praxistest

Um Erfahrungen zu sammeln, wie der Zusammenschluss von Stromversorgung und Kommunikationstechnologie zu einem so genannten Smart Grid funktionieren kann, hat das Bundeswirtschaftsministerium in Zusammenarbeit mit dem Umweltministerium 2008 das Projekt „E-Energy“ ins Leben gerufen. In den sechs Modellregionen Rhein-Ruhr, Cuxhaven, Schwarzwald/Göppingen, Mannheim, Harz und Aachen wurden jeweils eigene Ansätze der intelligenten Stromversorgung entwickelt und einem vierjährigen Praxistest unterzogen. Beteiligt waren Stromversorger, Privathaushalte und Gewerbebetriebe. Nun ist die Pilotphase abgeschlossen – und mit den Ergebnissen sind die Verantwortlichen sehr zufrieden: „Die Feldversuche der E-Energy-Modellregionen zeigen, dass sich der Stromverbrauch von Haushalten und Industrieunternehmen in relevanter Größenordnung verschieben lässt. Dadurch können die Stromnetze signifikant entlastet und der Anstieg der Energiekosten gebremst werden“, fasst Ludwig Karg, Leiter der E-Energy-Begleitforschung, die Resultate zusammen.

### Flexibilität ist Trumpf

Wie sich private Haushalte im Smart Grid verhalten, wurde beim Projekt MeRegio in der Modellregion Baden-Württemberg untersucht. Denn der Privatverbraucher nimmt eine Schlüsselposition im „Intelligenten Netz“ ein – in doppelter Hinsicht. Einerseits wird er mit eigener Photovoltaikanlage oder Mini-Blockheizkraftwerk im Keller selbst zum Stromproduzenten. Auf der anderen Seite ist seine Flexibilität gefragt: Verbraucht er den Strom bevorzugt dann, wenn der allgemeine Bedarf niedrig ist, stabilisiert dies das Netz und sorgt für eine bessere Auslastung der Kraftwerke. Rund 50 MeRegio-Stromkunden bekamen die Gelegenheit, vorübergehend in ein „Intelligentes Haus“ einzuziehen, ausgestattet unter anderem mit Waschmaschinen oder Tiefkühltruhen, die sich immer dann einschalten, wenn das Stromangebot groß und die Preise dementsprechend klein sind. Eben-



Im „Intelligenten Haus“ springt die Waschmaschine dann an, wenn Wind und Sonne viel Strom produzieren.

falls mit im Test waren Anwendungen wie der „Stromradar“ als Smartphone-App, der den Verbraucher bei seinem Energiemanagement unterstützt. Die während der Projektphase gesammelten Daten erlauben neue Erkenntnisse über das Verbrauchsverhalten von Privathaushalten. „Unsere Ergebnisse zeigen ganz klar, dass es möglich ist, den Verbraucher gezielt über die Preiskomponente – also flexible Strompreise – zu beeinflussen. Die Kunden sind bereit, ihren Verbrauch aktiv zu verschieben“, stellt Hellmuth Frey, Projektleiter von MeRegio fest. Insgesamt konnten rund 1.000 MeRegio-Stromkunden die flexiblen Stromtarife ausprobieren. „Im Durchschnitt haben wir eine Lastverlagerung von 7 bis 12 Prozent erreicht“, so Frey, „das hat uns sehr gefreut.“

### Der Strombutler

Auch in der „Modellstadt Mannheim“ ist es das Ziel, den privaten Verbraucher zu motivieren, seinen Energiebedarf dem aktuellen Stromangebot anzupassen. Allerdings mussten die Mannheimer dafür nicht umziehen, sondern das intelligente Stromnetz kam zu ihnen – in Form des Strombutlers. Rund 600 dieser grauen Kästen, die aus Angebot und

Nachfrage den jeweils aktuellen Strompreis ermitteln, wurden in Mannheimer Haushalten installiert. Scheint zum Beispiel über Mannheim die Sonne, ist die Energie günstig, weil die Solaranlagen der Region auf Hochtouren laufen. Der Butler gibt dann automatisch den Befehl, Stromfresser wie Waschmaschine oder Trockner zu starten – abhängig von den Regeln, die die Bewohner vorab für den Betrieb der Geräte festgelegt haben. Auch Stromerzeuger wie KWK-Anlagen lassen sich über den Strombutler steuern.

Nach vier Jahren Testphase zieht Projektleiter Dr. Robert Thomann eine positive Bilanz: „Die Verbraucher waren bereit, sich jeden Tag aufs Neue mit unseren dynamischen Strompreisen auseinanderzusetzen.“ Denn anders als flexible Tarife, die den Tag in verschiedene Zeitzonen unterteilen, passen sich dynamische Preise fortlaufend der aktuellen Lage am Strommarkt an. „Eine dynamische Preisgestaltung ist genau eines der Instrumente, die wir zur Steuerung des Verbrauchs und damit für die Integration der Erneuerbaren in die Netze benötigen“, erläutert Thomann. Selbst jene der insgesamt 1.000 teilnehmenden Haushalte, die nicht mit einem Strombutler ausgestat-

Die Feldversuche der E-Energy-Modellregionen zeigen, dass sich der Stromverbrauch von Haushalten und Industrieunternehmen in relevanter Größenordnung verschieben lässt.

tet wurden, hätten begeistert mitgemacht und ihren Stromverbrauch an die aktuelle Preiskurve angepasst. „Die allermeisten unserer Teilnehmer würden ein solches System gerne in Zukunft nutzen“, so Thomann weiter. „Über 90 Prozent wünschen sich auch im Alltag variable Strompreise, um durch ihr Verhalten Geld sparen zu können.“

### Kalter Fisch in Cuxhaven

Dass sogar energieintensive Betriebe ihren Stromverbrauch nach Wind und Wetter ausrichten können, zeigt ein Beispiel aus der Modellregion Cuxhaven. Hier hat der lokale Energieversorger EWE zwei Kühlhäuser für gefrorenen Fisch mit einem benachbar-

ten Windpark gekoppelt. Sobald ein kräftiger Wind aufzieht, liefern die Rotoren Strom für die Kompressoren, die den Fisch auf minus 25 Grad kühlen. Der Windstrom wird so in Form von Kälte gespeichert. Bei einer Flaute regeln die Kühlmaschinen ihre Leistung sofort herunter. Erst wenn die Temperatur auf minus 18 Grad steigt, müssen sie Strom aus anderen Quellen beziehen. Auf diese Weise lässt sich das Kühlhaus fast durchgängig mit günstigem Windstrom betreiben. Zugleich entsteht ein Puffer, der die Schwankungen im Ökostromangebot abfedert.

Bei Axel Stahlbuck, dem Geschäftsführer der Cuxhavener Kühlhäuser, herrschte anfangs eine gesunde Skepsis: „Was wäre gewesen,

wenn ich noch mehr Strom verbräuche, als ich es sowieso schon tue, weil ich die Steuerung aus der Hand gebe? Aber es hat funktioniert.“ Die erreichte Stromersparnis liegt laut E-Energy bei 6 Prozent, obwohl das volle Potenzial dieses Ansatzes noch gar nicht ausgereizt sei. Axel Stahlbuck kann das nicht so genau beziffern: „Ich weiß, dass es zumindest nicht mehr war. Aber jedes Jahr ist anders – wenn wir einen brüllend heißen Sommer haben, steigt natürlich der Stromverbrauch.“ Insgesamt ist Stahlbuck aber so zufrieden, dass er weitermachen will: „Für 2013 habe ich eine Zusatzvereinbarung gemacht. Ich weiß, dass ich CO<sub>2</sub> einspare, wenn ich Windstrom beziehe. Es ist doch schön, wenn ich da mitmachen kann.“

ANZEIGE

a member of **DAIKIN** group

# ROTEX



## Vier Jahreszeiten – ein Wohlfühlklima.

Komfortable Wärme im Winter, sanfte Kühlung im Sommer. Die variable ROTEX HPSU **Wärmepumpe** reduziert Ihre Heizkosten auf ein Minimum.



[www.rotex.de](http://www.rotex.de)



## SAUBERE SACHE!

Ein Roboter gegen den Sand auf Photovoltaikanlagen in Wüstenregionen – das klingt ein bisschen nach Perry Rhodan in „Tausendundeine Nacht“. Der Ingenieur Ridha Azaiz hat sich mit Solarbrush seinen Kindheitstraum verwirklicht und mehrere Preise sowie den Respekt einer ganzen Branche gewonnen.

Es ist eine Binsenweisheit, dass verschmutzte Solaranlagen geringeren Ertrag bringen. Weil es ihn nervte, die heimische Solaranlage regelmäßig reinigen zu müssen, plante Ridha Azaiz aus dem schwäbischen Fellbach, einen Roboter zu bauen, der ihm diese Arbeit abnimmt. Das war 1997, und er gerade mal 13 Jahre alt. Die Idee ließ ihn nicht mehr los, er tüftelte weiter an der Aufgabe. Im darauffolgenden Jahr hatte er einen Auftritt bei „Jugend forscht“. Der Beginn eines langen Weges, auf dem er immer wieder Ehrungen und Auszeichnungen erhielt, aber auch manche Rückschläge hinnehmen musste. Von Anfang an war Ridha Azaiz klar, dass es keine festinstallierte Lösung werden sollte, sondern „ein kleiner Roboter, der von Anlage zu Anlage transportiert werden kann.“ So beschäftigte er sich mit Robotik, mit Steuerungstechniken, aber auch mit speziellen Bürstenkonstruktionen. Naheliegend war da das Ingenieursstudium, das dabei half, das Konzept immer weiter zu verfeinern. Die Euphorie wurde aber erstmal getrübt, als sich eine andere Entwicklung abzeichnete: „Es sah so aus, als ob die Nanotechnologie mit selbstreinigenden Oberflächen so einen Roboter überflüssig machen würde.“ Doch zeigte sich bald, dass derlei Lösungen im Outdoor-Bereich schon aus physikalischen Gründen unbefriedigend sind. Eine weitere Enttäuschung erlebte der junge Forscher,

### Ridha Azaiz

ist 1984 im baden-württembergischen Fellbach geboren. Nach Abschluss des Maschinenbaustudiums hat er nun einen detaillierten Businessplan zum Einsatz des Roboters zur Reinigung von Solaranlagen in ariden Regionen ausgearbeitet. Der Erfinder und Konstrukteur lebt heute in Berlin, wo sich auch das Start-up Solarbrush befindet.

als ihm ein namhafter Hersteller von Photovoltaik-Elementen erklärte, die Paneele seien angeblich ohnehin wartungsfrei. Allerdings zeigte die Recherche inzwischen ganz andere Möglichkeiten für Azaiz' Erfindung namens Solarbrush: die Reinigung großer Solarfelder in

den Regionen der sogenannten Sunbelt Countries wie Marokko und Saudi-Arabien, aber auch Arizona und Kalifornien. Dort ist nicht nur die Sonneneinstrahlung besonders intensiv und der Ertrag der Anlagen entsprechend hoch. Sondern die Verschmutzungsgefahr durch Sandstürme und Verwehungen ist enorm: Bis zu 70 Prozent der Leistung einer Solaranlage können so verloren gehen. Kein kleines Problem, da auch viele Entsalzungsanlagen solar betrieben werden. Bisher erfolgt die Reinigung durch ungelernete Arbeitskräfte per Hand, eine mühsame Tätigkeit, noch dazu angesichts der dort herrschenden Temperaturen. Bisherige technische Lösungen sind deutlich teurer als das Solarbrush-Modell. Kein Wunder, dass in den „Sonnengürtel-Ländern“ das Interesse an Ridha Azaiz' Roboter groß ist. Selbst Al Jaazera berichtete

anlässlich eines Messebesuchs in Abu Dhabi über Solarbrush und seinen Erfinder. Der frischgebackene Ingenieur ist inzwischen international gefragt. Jüngst stellte er auf der CeBit aus, im kalifornischen Silicon Valley sucht er nun Investoren.

Herbert Lechner

# LUX-GEWINNSPIEL

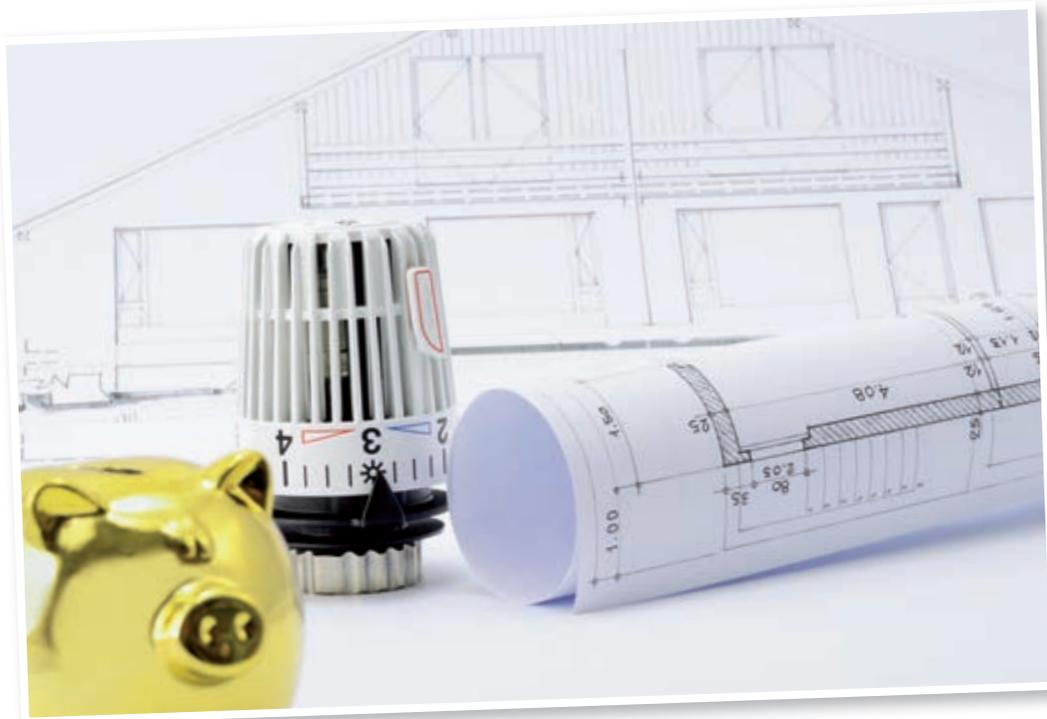
Teilnahmeschluss: 7. Mai 2013

## „effion erste Hilfe“

**LUX verlost gemeinsam mit effion fünf Energieberatungen.**

Die „effion erste Hilfe“ beinhaltet jeweils eine kompakte Energieberatung für Besitzer von Ein- oder Zweifamilienhäusern. Ein neutraler Experte erklärt im persönlichen Gespräch, wo und wie Sie Energie einsparen können. Sie werden erkennen, dass sich selbst kleine, kostengünstige Maßnahmen auszahlen. Der unabhängige Energieberater aus dem effion-Qualitätsnetzwerk wird sich mit dem energetischen und baulichen Zustand Ihrer Immobilie befassen, Ihnen aufzeigen, welche Investitionen Sie tätigen müssen und nach welcher Zeit sich diese rechnen. Sie werden auch erfahren, wie Sie ein limitiertes Budget effektiv einsetzen.

**Einzulösen ist der Gewinn der „effion erste Hilfe“ bis 31. Dezember 2013.  
Registrieren Sie sich einfach bis 7. Mai 2013 auf [www.es-werde-lux.de](http://www.es-werde-lux.de)!**



Weitere Informationen finden Sie unter [www.effion.de](http://www.effion.de).

# Wärmepumpe? Fragen Sie die Experten!



Wie umweltverträglich sind Wärmep...

**Expertentelefon am 15. Mai 2013**  
 Von 16 bis 19 Uhr erreichen Sie die Energiespar-,  
 Haustechnik-, Geothermie- und Sanierungsexperten  
 direkt unter der kostenlosen Hotline:  
**0800 1003967** oder **0800 1010369**



## Wärmepumpe und Energiesparen? Fragen Sie die Experten!

Kann ich meinen Altbau nur mit Umweltwärme heizen?  
 Welche Förderungen gibt es? Wie kann ich im Sommer  
 auch kostengünstig kühlen? Lohnt sich die nach-  
 trägliche Installation einer PV-Anlage, damit ich meine  
 Wärmepumpe mit Strom vom eigenen Dach versorgen  
 kann?

Kein anderes Heizungssystem ist so vielseitig wie eine  
 effiziente Wärmepumpe. Wer vorausschauend plant und  
 sich für eine zukunftssichere Haustechnik entscheidet,  
 sichert sich einen auch in 20 Jahren noch zeitgemäßen  
 Komfort, überzeugende Effizienz und einen sinkenden  
 CO<sub>2</sub>-Ausstoß. Ihre Fragen zur Wärmepumpe beantworten  
 Ihnen führende Wärmepumpen-Experten unter:

[www.waermepumpen.de](http://www.waermepumpen.de)

Eine Kampagne des BWP mit  
 Unterstützung von:

**bwp** Bundesverband  
 Wärmepumpe e.V.

