

# SONNEN ENERGIE

Offizielles Fachorgan der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.

## Nachlese: Intersolar Europe

Die Energiewende dominiert das Geschehen

## Solares Bauen in Smart Cities

Urbanes Leben in intelligenten Städten

## Postfossile Visionen

Die Misere der Solarwärme ist hausgemacht

## Drei Jahre Energymap

Fehlende Transparenz in der Energiewende

## Mit e-bikes Klima schützen?

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Elektro-Radfahrer

Schwerpunkt  
**SOLARTHERMIE**

Quelle: Pressebüro Hüttmann



Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.  
International Solar Energy Society, German Section

Prämie sichern ...

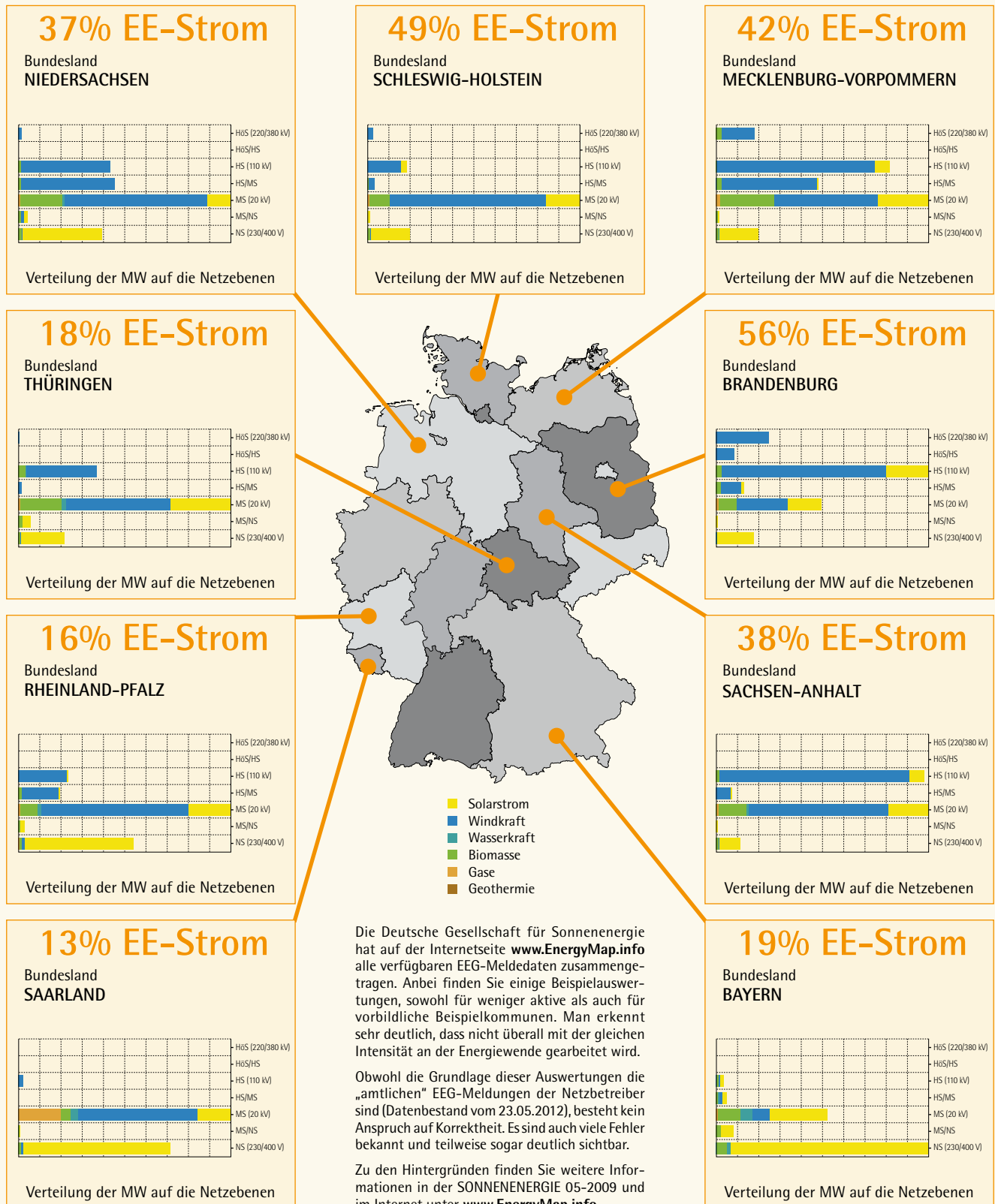
... mit einer Neumitgliedschaft bei der DGS

D: € 5,00 • A: € 5,20 • CH: CHF 8,50

ISSN-Nr.: 0172-3278



## KENNEN SIE DEN STAND BEIM AUSBAU DER ERNEUERBAREN ENERGIEN IN IHRER REGION? KENNEN SIE UNSERE ENERGYMAP?



## TRAUE KEINEM ENERGIEWENDEHALS



Matthias Hüttmann

Die gegenwärtig kursierenden Prognosen zur Entwicklung von Energiepreisen lassen sich nur schwer einschätzen, zu unterschiedlich sind die Ergebnisse der Experten. Wissenschaftler und Politiker orakeln scheinbar um die Wette. Das ganze erinnert mehr an transzendente Weissagung als an fundierte Wissenschaft. Dabei wäre es wichtig mehr Klarheit zu bekommen. Aber vielleicht ist da ja genau der Grund für die Unschärfe der Veröffentlichungen.

### Alles wird teurer!

Die knapper und somit immer teurer werdenden Rohstoffe sind nach wie vor Grundlage unserer Energieversorgung. Passend zu dieser Erkenntnis kann man momentan, analog zur staatlich ausgerufenen Energiewende, forsche Töne vernehmen. Im Gegensatz zu früher, als Gedankenspiele zu künftigen Benzinpreisen so manche Parteienkrise verursachten, wird jetzt von den konträren politischen Kräften Angst geschürt, galoppierende Energiepreise scheinen unausweichlich. Allem voran wird die Energiewende als Preistreiber gebrandmarkt. Auch wenn die eigenen Statistiken anderes offenbaren, sollen vor allem die steigenden Abgaben für Sonne, Wind und Biomasse Schuld an den in die Höhe getriebenen Preisen sein. Interessant: Selbst das Haus Rösler (BMW) bestätigt, dass sich der Strompreis innerhalb von nicht mal zehn Jahren mehr als verdoppelt hat, obwohl die Umlage für Erneuerbare Energien im gleichen Zeitraum nur um wenige Cent stieg <sup>1)</sup>.

Woran liegt das? Ist es die ausufernde Befreiung für immer mehr Unternehmen von EEG-Umlage und Netzentgelten oder sind es die satten Gewinne der großen Vier? Fußt alles gar auf die immer wieder gern verdrängten Konsequenzen endlicher Ressourcen? Seit Jahren wird z.B. darüber debattiert wann der Peak Oil kommen wird oder ob er bereits erreicht wurde. Der Ölpreis, so das oftmals geäußerte Argument, wird vor allem durch Hasardeure in die Höhe getrieben. Steuern, geldgierige Ölkonzerne und nicht zuletzt nimmersatte arabische Scheichs tun ihr Übriges. Dass es sich gerade mit knappen Gütern ausgezeichnet spekulieren kann, lässt man dabei gerne außen vor. Noch immer werden bei uns Strom und Wärme überwiegend aus fossilen Rohstoffen erzeugt – und die gehen zur Neige. Hans-Georg Babies von der wirtschaftsnahen Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe äußerte erst vor kurzem: „Die Förderung von konventionellem Erdöl hat ein Maximum überschritten“. Das gleiche gilt natürlich auch für Erdgas.

### Oder wird es doch günstiger?

Aber es könnte auch anders kommen: In so mancher Studie renommierter Institute ist zu lesen, dass wir den Ölpreis-Peak (nicht zu verwechseln mit Peak Oil) bereits hinter uns gelassen haben. Auch wenn man es nicht glauben mag, die Forschungsstelle für Energiewirtschaft rechnet in Ihrem Szenario Energiezufuhr 2050 (Auftraggeber: EnBW, E.ON, RWE und Vattenfall) ab 2010 mit einem stetig fallenden Rohölpreis, im Jahr 2050 landet

man bei 79 US\$ pro Barrel Rohöl. Und es geht noch dreister: Die einflussreichen Unternehmensberater von McKinsey prognostizieren für 2020 gerademal 52 und 2030 gerade mal 59 US\$. Das ist beruhigend, befreit es uns doch von vielen unbequemen Energiesparmaßnahmen. Vertraut man den Zahlen von McKinsey werden sich viele von diesen ohnehin nicht rechnen.

Am wenigsten traut man den Erneuerbaren zu, einen preisdämpfenden Einfluss zu haben. Daran ändert auch die bereits vor längerem von Seiten der Bundesnetzagentur veröffentlichte Meldung, dass deren steigende Anteil am Strom-Mix durch den Merit-Order Effekt eine dämpfende Wirkung auf die Großhandelspreise für Strom hat, nichts. Das liegt sicherlich auch daran, dass davon bislang nichts an die Verbraucher weitergereicht wurde, ganz im Gegenteil. Erneuerbare Energien, so die übliche Vorgehensweise, werden gerne als Grund für die jeweilige Preiserhöhung angeführt. Fast schon anachronistisch muten in dem Zusammenhang die Vorschläge von Eon-Vorstand Teyssen an, staatliche Zuschüsse für Geringverdiener einzuführen. Auch Umweltminister Altmaier hat eine Lösung parat: Wenn es nach ihm ginge, sollte jeder Bürger innerhalb von sechs Monaten eine fachkundige Energieberatung erhalten, denn „Wenn der Preis um drei Prozent steigt, bleibt die Rechnung die alte, wenn man gleichviel Strom einspart“.

### Von Kampagnen und Medienmonotonie

Das eigentlich traurige an der Diskussion ist, dass in der Medienlandschaft überwiegend die gleichen Halbwahrheiten erscheinen. Ist es mangelnde Sorgfaltspflicht bei der Recherche oder einfach nur gut gemachte Kampagnenarbeit? Die Budgets für „Aufklärungsarbeit“ der nach wie vor gut situierten Energieversorger sind ganz offensichtlich reich bestückt. Das erklärt aber noch lange nicht, weshalb z.B. immer wieder unkritisch von den 4.000 Kilometer neue Stromtrassen die Rede ist. Noch ist dieser Wunsch der Stromnetzbetreiber keine unumstößliche Tatsache. Der Prozess der Energiewende muss deshalb weiterhin kritisch verfolgt werden. Es wäre fahrlässig, würde sich die Politik zu sehr von den Interessen der Energiewirtschaft leiten lassen. Im Übrigen ist immer nur von der Stromwende die Rede, die wesentlich höheren Preissteigerungsraten hatten wir in den letzten Dekaden bei der Wärmeenergieversorgung.

- <sup>1)</sup> Bereits im Heft 1/2011 hatten wir auf diesen Umstand hingewiesen

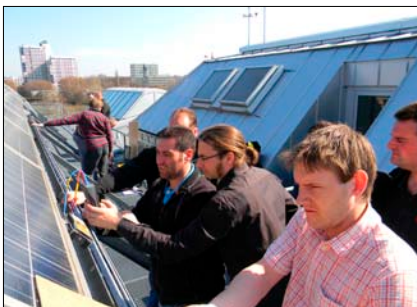
Mit sonnigen Grüßen

► **Matthias Hüttmann**  
Chefredaktion SONNENENERGIE

Anregungen, Kritik und Konstruktives nimmt die Redaktion jederzeit unter [sonnenenergie@dgs.de](mailto:sonnenenergie@dgs.de) entgegen.



- 16 **STAND DER EEG-NOVELLIERUNG**  
Novellierung wurde in den Vermittlungsausschuss verwiesen
  - 18 **3 JAHRE ENERGYMAP.INFO**  
Fehlende Transparenz in der Energiewende
  - 20 **POSTFOSSILE VISIONEN**  
Gedanken zur Misere der Solarthermie
  - 22 **BANZ-SPLITTER**  
22. Symposium Thermische Solarenergie, Kloster Banz
- 



- 24 **FAQ'S DER SOLARTECHNIK**  
Teil 3 – Solarthermie (2)
  - 26 **ALEA IACTA EST ...**  
McKinsey's Würfel sind gefallen – Energiewende gescheitert
  - 29 **TEURE SCHÄTZEISEN ODER WICHTIGE WERKZEUGE?**  
Kennlinienmessung und Nennleistungsbestimmung bei PV-Anlagen
- 



- 32 **VERLUSTE DURCH EINSTRAHLUNGSÜBERHÖHUNGEN?**  
Analyse meteorologischer Eingangsgrößen für Solaranlagen
  - 36 **BAUREGELN FÜR DIE SOLARTECHNIK**  
DIBt veröffentlicht Hinweisblatt und Bauregellisten
  - 39 **SOLARES BAUEN IN SMART CITIES**  
Urbanes Leben in klimaneutralen und intelligenten Städten
- 



- 42 **LANDKARTE DER MÖGLICHKEITEN**  
Solarkataster und Solaratlanten lassen Potenziale erkennen
  - 45 **GRÜNE HÄFEN**  
Die Transformation der Seeschifffahrt ins postfossile Zeitalter
  - 48 **DIE CO<sub>2</sub>-EMMISSIONEN DER ELEKTRO-RADFAHRER**  
Ein Vergleich mit konventionellen Fahrrädern
  - 52 **GERINGER AUFWAND, MAXIMALER ERTRAG**  
Das Gas-Brennwertgerät Cerapur Solar
- 

#### Hinweis:

Sind in einem Text die Überschriften in der DGS-Vereinsfarbe **Orange** gesetzt,  
wurde dieser von DGS-Mandatsträgern verfasst und repräsentiert die Meinung des Vereins.  
Sind die Überschriften in einem Artikel in der Farbe **Blau** gesetzt,  
wurde er von einem externen Autor geschrieben und spiegelt dessen Meinung wieder.

#### Titelbild:

Großvolumiger Solarspeicher mit knapp 27.000 l vor der Montage in ein energieautarkes Solarhaus

|                      |    |
|----------------------|----|
| EDITORIAL            | 3  |
| BUCHVORSTELLUNGEN    | 6  |
| KOMMENTAR            | 8  |
| SOLARE OBSKURITÄTEN  | 9  |
| VERANSTALTUNGEN      | 11 |
| ENERGIEWENDE vor Ort | 66 |

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| EnergyMap                                               | 2  |
| SONNENENERGIE News                                      | 10 |
| Erneuerbare Energien „Made in Germany“ in Saudi-Arabien | 68 |
| Diesjährige DGS Delegiertenversammlung in Arnsberg      | 70 |
| Ein Besuch im „Solarhaus Münster“                       | 71 |
| DGS-Mitgliedschaft                                      | 74 |

## DGS AKTIV

|                           |    |
|---------------------------|----|
| DGS MITGLIEDSUNTERNEHMEN  | 54 |
| STRAHLUNGSDATEN           | 60 |
| ROHSTOFFPREISE            | 62 |
| ÜBERSICHT FÖRDERPROGRAMME | 63 |
| DGS ANSPRECHPARTNER       | 64 |
| DGS SOLARSCHULKURSE       | 65 |
| BUCHSHOP                  | 72 |
| IMPRESSUM                 | 75 |

## SERVICE

Die SONNENENERGIE im Internet ...

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

Hier finden Sie alle Artikel der vergangenen Jahre.



## Bibliographische Angaben



**Solarwärme – Heizen mit der Sonne**  
von Klaus Oberzig  
Stiftung Warentest  
176 Seiten, Buch  
Format: 17,1 x 23,1 cm  
ISBN: 978-3-86851-047-8

Nach SONNENENERGIE-Autor Thomas Seltmann hat nun auch Klaus Oberzig einen Ratgeber für die Stiftung Warentest verfasst. Neben „Photovoltaik – Solarstrom vom Dach“ ist mit „Solarwärme – Heizen mit der Sonne“ jetzt auch das Pendant erschienen.

Die Entwicklung solarthermischer Heizungsanlagen schreitet voran. Moderne Systeme können die Sonnenwärme immer effizienter mit fossilen Brennstoffen, aber auch anderen regenerativen Wärmeerzeugungsanlagen kombinieren. Die verfügbare Literatur hat damit allerdings nicht Schritt gehalten, die verfügbaren Werke sind alle schon in die Jahre gekommen. Es war an der Zeit, dass eine neue Publikation diesem Mangel abhilft.

Der neue Ratgeber führt in die Grundlagen der Solarwärmetechnik ein und stellt die neuesten Entwicklungen und unterschiedliche Anlagenkonzepte vor. Ein Einfamilienhausbesitzer wie auch ein so genannter Amateurvermieter muss vor der Investition in eine solare Heizungsanlage eine Reihe

von Entscheidungen treffen. Da ist der Blick in den Ratgeber Solarwärme hilfreich. Soll die Anlage ausschließlich der Warmwasserversorgung dienen oder soll sie ein Bestandteil der Gebäudebeheizung sein? Mit welcher Energieform soll bzw. kann Solar kombiniert werden? Liegt Erdgas oder Fernwärme unter der Strasse oder soll man sich für Öl-Brennwerttechnik, Pellets oder Wärmepumpe als Partner der Sonne entscheiden? Wie sieht ein optimales Speicherkonzept aus, das auf mein Gebäude und meinen individuellen Bedarf zugeschnitten ist?

Wie wirtschaftlich ist die jeweilige Systemlösung und wie kann ich sie berechnen? Und vor allem, welche Einsparergebnisse sind zu erwarten, jetzt und in Zukunft? Auf welche rechtlichen Rahmenbedingungen muss ich mich als Vermieter einstellen und wie lassen sich warmmietenneutrale Anlagenkonzepte konfliktfrei realisieren? Dies sind nur einige der Fragen, bei denen dieses Buch eine wertvolle Hilfestellung leistet.

## UPDATE DER DGS-LEITFÄDEN

### Photovoltaik:

#### 4. Auflage erscheint im August

Die 4. Auflage des Leitfadens, im März 2010 mit einer Auflage von 4000 Exemplaren erschienen, ist ausverkauft. Mit Hochdruck arbeiten die Autoren nun an der neuen überarbeiteten Auflage, die Ende 3. Quartal 2012 vorliegen wird. In den vergangenen zwei Jahren haben sich sowohl die technischen als auch die gesetzlichen Rahmenbedingungen bei Photovoltaikanlagen gravierend geändert. Deshalb wurden unter anderem neu bzw. angepasst in den Leitfaden aufgenommen:

- Gesetzliche Rahmenbedingungen durch geändertes EEG 2012
- Neue Anforderungen zum Recycling (ROHS, WEEE)
- Aktualisierung der Normverweise (insb. VDE N 4105, VDE AR 2100-712 ...) sowie Regeln und deren Interpretationen für Planung und Installation
- Aktuelles zu Aspekten der Betriebskosten, der Steuern und der Versicherungen
- Netzintegration (statische und dynamische Spannungshaltung, 50,2-Frequenzproblematik, 70%-Abregelung, Rundsteuersignal...), siehe Grafik
- Aktuelle Netzanschlusskriterien (FNN-Richtlinie, Einspeisemanagement, NA-Schutz...)
- Geänderte Brandschutzanforderungen für Bau, Planung und Installation (DIN, VDE, MBO, MLVO...)
- Neue Baurechtliche Anforderungen (entsprechend Einordnung in Bauregelliste, Liste der Technischen Baubestimmungen sowie weitere Bauregeln)



### Solarthermische Anlagen: 9. Auflage erschienen

Der „rote“ Ordner „Solarthermische Anlagen“ umfasst alle Grundlagen der Planung, Dimensionierung, Installation und Vermarktung von thermischen Solaranlagen. Vom Wärmebedarf über die Einzelkomponenten bis hin zur Montage und Wartung werden alle Bereiche prägnant erklärt, mit Beispielen und tiefer gehenden Exkursen ergänzt und mit Grafiken veranschaulicht. Die 9. Auflage wurde komplett überarbeitet und durch die Kapitel „Solare Prozesswärme“ und „Solare Meerwasserentsalzung“ ergänzt. Der Aufbau wurde an Praxisanforderungen angepasst, die Anwendungen Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung stehen nun im Vordergrund und bilden eigenständige Kapitel, innerhalb derer Klein- und Großanlagentechnik dargestellt wird. Die beiliegende DVD enthält den kompletten Leitfadeninhalt sowie Zusatzkapitel einschließlich aller Abbildungen. Neben vielen hilfreichen Dokumenten wurden die für Schulungen wichtigen Animationen und der den Handwerker unterstützende Fehlerassistent ergänzt und anschaulicher gestaltet.



Alle Titel sind in unserem **Buchshop** auf Seite 72 erhältlich

PS: Wenn Sie **DGS-Mitglied** werden oder ein neues Mitglied werben, erhalten Sie als Prämie z.B. ein Buch. Details siehe Seite 74

# BUCHVORSTELLUNG

## Solares Heizen und Kühlen in Niedrigenergie- und Passivhäusern

von Heinz Wraneschitz

Wissenschaftliche Publikationen haben oft den Nachteil, dass die Autoren vor allem ihre eigenen Forschungswünsche im Blick haben, nicht aber die Probleme, welche Anwender umtreiben.

Bei „Solares Heizen und Kühlen in Niedrigenergie- und Passivhäusern“ ist das völlig anders. Die in dem Büchlein mit 80 Seiten Text und knapp 20 Seiten Inhaltsangabe beschriebenen Forschungsergebnisse sind für die praktische Energieversorgungsplanung moderner, energiesparender Gebäude sehr gut nutzbar.

### Zwei Haustypen: zweigeschossiges Einfamilienhaus und viergeschossiges Mehrfamilienhaus

Die Verfasser, Prof. Dr.-Ing. Hermann-Josef Wagner, José Ureña López und Andreas Klesse, stammen alle vom Lehrstuhl Energiesysteme und Energiewirtschaft der Universität Bochum. Zwei beispielhafte Haustypen haben die Wissenschaftler ausgewählt. Zum einen: Ein zweigeschossiges Einfamilienhaus für drei Bewohner mit 127 m<sup>2</sup> Wohnfläche. Der zweite Typ ist ein viergeschossiges Mehrfamilienhaus mit sieben Wohneinheiten, jeweils zwischen 63 und 94 m<sup>2</sup> groß, in dem insgesamt 14 Personen leben sollen.

### Aktuell verfügbare Technik im Fokus

Um herauszufinden, welche „unterschiedlichen solaren Versorgungsvarianten“ möglich sind, haben die drei Forscher „die derzeit am Markt befindlichen Heizungs- und Kältetechniken gewählt und hinsichtlich ihrer Eignung für solares Heizen und Kühlen analysiert“. Dabei achteten sie darauf, nur „mit der derzeitigen

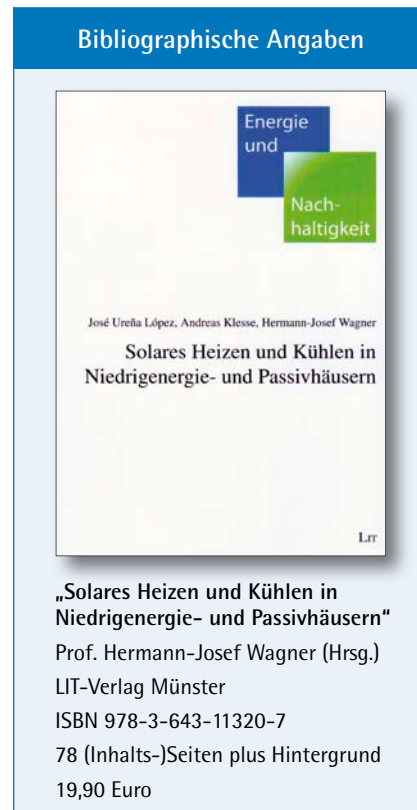
Gesetzeslage vereinbare Versorgungskonzepte“ zu bewerten. Alle müssen Heizwärme und Trinkwarmwasser liefern. Nicht dem Recht entsprechende, aber auch „Varianten ohne solare Kälteversorgung wurden nicht weiter berücksichtigt“. Den Grund für diese Einschränkung liefern die Autoren um Prof. Hermann-Josef Wagner gleich dazu: Nach ihrer Meinung ist beispielsweise bei nach Passivhausstandard gedämmten Gebäuden eine Kälteversorgung oft unumgänglich.

### 38 Varianten im Vergleich

Die Auswertung war bei jeweils drei der Energieeinsparverordnung EnEV 2009 entsprechenden, verschiedenen Dämmklassen gar nicht so einfach. So wurden beim Einfamilienhaus 17, beim Mehrfamilienhaus gar 21 verschiedene Heizsystem-Kombinationen betrachtet und berechnet. Unter anderem hat das Uni-Team verschiedene Heizvarianten in Verbindung mit solarelektrischen und solarthermischen Systemen untersucht. Die Ergebnisse aller Spielarten haben die Forscher „ökologisch und ökonomisch bewertet“, also nicht nur nach wirtschaftlichen, sondern auch nach Umwelt-Kriterien.

Für das Einfamilienhaus ergab sich dabei ein „optimales Versorgungskonzept“ (OVK) mit Gasheizung und Photovoltaikanlage. Dagegen konnte das Forscherteam „für das Mehrfamilienhaus kein OVK definieren“.

Dennoch entstand eine übersichtliche, grafisch aufbereitete „Bewertungsmatrix der Versorgungsvarianten“. Deren Ergebnisse können Gebäudeplaner nutzen und die nach ihrer jeweiligen Zielrichtung op-



timale Systemkombination wählen. Das Büchlein „Solares Heizen und Kühlen in Niedrigenergie- und Passivhäusern“ gibt wahrlich über den optimalen Einsatz von Solarwärme und -strom in Niedrigenergie-Wohngebäuden praxisgerechte Auskünfte. Die zwei Jahre, die das Team der Ruhr-Uni Bochum aufgewendet hat, solare Energiekonzepte für Ein- und Mehrfamilienhäuser miteinander zu vergleichen, haben sich gelohnt.

## AEROLINE® SPLIT 100

- UV-beständig
- ozon-resistent
- leicht teilbar



## AEROLINE®

Schnellverrohrung für Solaranlagen.

# HAT DIE SOLARTHERMIE NOCH EINE ZUKUNFT?

Und welche Rolle kann sie in der Energiewende spielen

Kommentar von Georg Dasch



Georg Dasch

In Deutschland wurde die Energiewende ausgerufen. Da stellt sich doch zuerst die Frage was ist das, eine Energiewende? Ist es der Umbau der atomar fossilen Energieerzeugung hin zu regenerativen Primärenergieträgern. An so einfachen Fragen kann man gut die Schwierigkeiten dieser Diskussion darstellen. Eine Energieerzeugung gibt es nämlich gar nicht, sondern lediglich eine Umwandlung von Energieformen in andere Energieformen. Weil dieses Thema nicht verstanden wird, reden wir immer über den Strom. Der Stromverbrauch in Deutschland ist weniger als ein Drittel des Energieverbrauchs in Deutschland. Der Umbau der Stromerzeugung und die Steigerung der Energieeffizienz versprechen ein weiter so wie bisher. Es suggeriert, das ein nachhaltiger Lebensstil möglich ist, ohne sein Tun und Lassen zu hinterfragen. Der Umbau der Stromversorgung ist eine Gemeinschaftsaufgabe, bei der jeder sein Teil beiträgt, aber keiner die Verantwortung übernehmen muss. Ein paar Cent EEG Umlage bezahlen oder eine Beteiligungen an Bürgersolkraftwerken. Und die Bereitschaft zu akzeptieren, dass die Energiewende einen Trend fortschreibt, dass die reichsten 10% der Bevölkerung auch am meisten von der Energiewende profitieren, da Sie am meisten in die lukrativen EEG Anlagemodelle investieren können.

## Wie heizen wir in Zukunft?

In einem aktuellen McKinsey Report <sup>1)</sup> steht, dass bis 2050 aller Wärmebedarf in Gebäuden mit elektrischen Wärmepumpen gedeckt wird. Die elektrische Wärmepumpe schafft die schlechtesten Voraussetzungen für eine autarke Energieversorgung des Verbrauchers, ist also ein gutes Geschäftsmodell für den Energieversorger. Das Effizienzhaus Plus Modell des Minis-

ters Ramsauer schafft Plusenergiehäuser mit jährlich steigenden Heizkosten. Welche Rolle spielt dann das Sonnenhaus. Zunächst einmal ist das eine uralte Technologie. Sonnenstrahlen in Wärme umzuwandeln, und in einem großen Wassertank zu speichern. Wenn es nicht reicht mit einem Holzofen einschüren. Ein Haus konstruiert nach den Prinzipien der Langlebigkeit und einer Technosophie nach dem Motto: Jede Technik die ich nicht einbaue, darauf bekomme ich hundert Jahre Garantie. Etwa zwei Drittel der Wärme kommt direkt von der Sonne, der Rest gespeicherte Sonnenenergie die jährlich nachwächst. Das Ganze nutzbar gemacht in einem technisch sehr einfachen System, das optimiert ist auf einen sehr geringen Hilfsstromverbrauch und die Emissionen der Verbrennung enorm reduziert. Die Wertschöpfungskette ist sehr kurz. Die Solaranlage montiert der örtliche Handwerksmeister. Die Technik ist von mittelständischen Gewerbebetrieben gefertigt. Das Holz kann ich direkt beim Forstwirt kaufen. Dazu braucht es keine Hedgefonds und Aktiengesellschaften und Börsenmakler. Das ist jetzt die momentane Schwäche der Solarthermie. Keiner kommuniziert ihre Stärken und die Hochfinanz findet kein Geschäftsmodell.

## Jetzt handeln

Die Solarthermiebranche sucht verzweifelt nach neuen Geschäftsfeldern in der Prozesswärme, anstatt das Heizen mit der Sonne zu propagieren. Eine ausgereifte Technologie mit der sich sehr effiziente Gebäude realisieren lassen. Nur Hocheffizienz ist nicht wirtschaftlich, weder beim Dämmen noch bei der Solarthermie. Bis 2050 haben wir nur noch Nullemissionshäuser. Wann beginnen wir mit der Realisierung. Um das zu erreichen, dürften wir heute nur noch solche Gebäude rea-

lisieren, und 2,6% des Gebäudebestands jährlich auf diesen Standard umrüsten. Wir tun weder das eine noch das andere. Das Sonnenhaus mit einer PV Anlage zur Eigenstromversorgung kann diesen Standard heute erbringen, und es ist auch bezahlbar.

## PV und Thermie – keine Konkurrenz

Die Solare Wärme ist sehr zukunftsfähig, denn Sie kann auf sehr einfache Weise große Teile des Niedertemperaturwärmebedarfs decken. Die PV Anlagen decken den Stromverbrauch. Um das Stromnetz zu regeln ist sicherlich auch der Einsatz von bivalenten Wärmepumpenheizungen sinnvoll. Wenn Strom im Überfluss vorhanden ist, kann er mittels Wärmepumpen in Wärme verwandelt werden, und dann gespeichert bedarfsgerecht an die Verbraucher abgegeben werden. Wenn Strom knapp ist muss ein Heizkessel die Wärme bereitstellen. Eine weitere Verknüpfung des Strom und Wärmemarktes ist die Kraftwärmekopplung. Wenn genug PV Strom im Netz ist, kann die Wärme mit Solarthermie erzeugt werden. Wenn keine Sonne scheint, und die Speicher für Strom und Wärme leer sind, kann ein BHKW die Strom und Wärmeversorgung übernehmen.

Natürlich kann man in einem kleinen Kommentar die Problemstellung nur skizzieren. Die Solare Wärme ermöglicht dem Bürger eine größtmögliche Unabhängigkeit bei der Wärmeversorgung. Bis zu 100% sind möglich. Das schafft planbare Heizkosten für die nächsten 30 Jahre. Welches andere System kann das von sich behaupten. Solare Wärme schafft für die Zukunft Versorgungssicherheit. Und noch eine wichtige Erkenntnis am Ende. Wenn die Energiepreise so hoch sind, dass Solare Wärmeanlagen auf 10 Jahre wirtschaftlich sind, heißt das noch lange nicht, dass Sie dann noch jemand bezahlen kann. Mein Rat an den Hauseigentümer. Sanieren Sie Ihr Haus zum Sonnenhaus, je früher Sie ihre Solaranlage in Betrieb nehmen, desto länger sparen Sie Heizkosten.

<sup>1)</sup> siehe auch Artikel auf Seite 26–28 in dieser Ausgabe

## ZUM AUTOR:

► Dipl.-Ing. (FH) Architekt Georg Dasch  
1. Vorsitzender des Sonnenhaus-Institut e.V. in Straubing

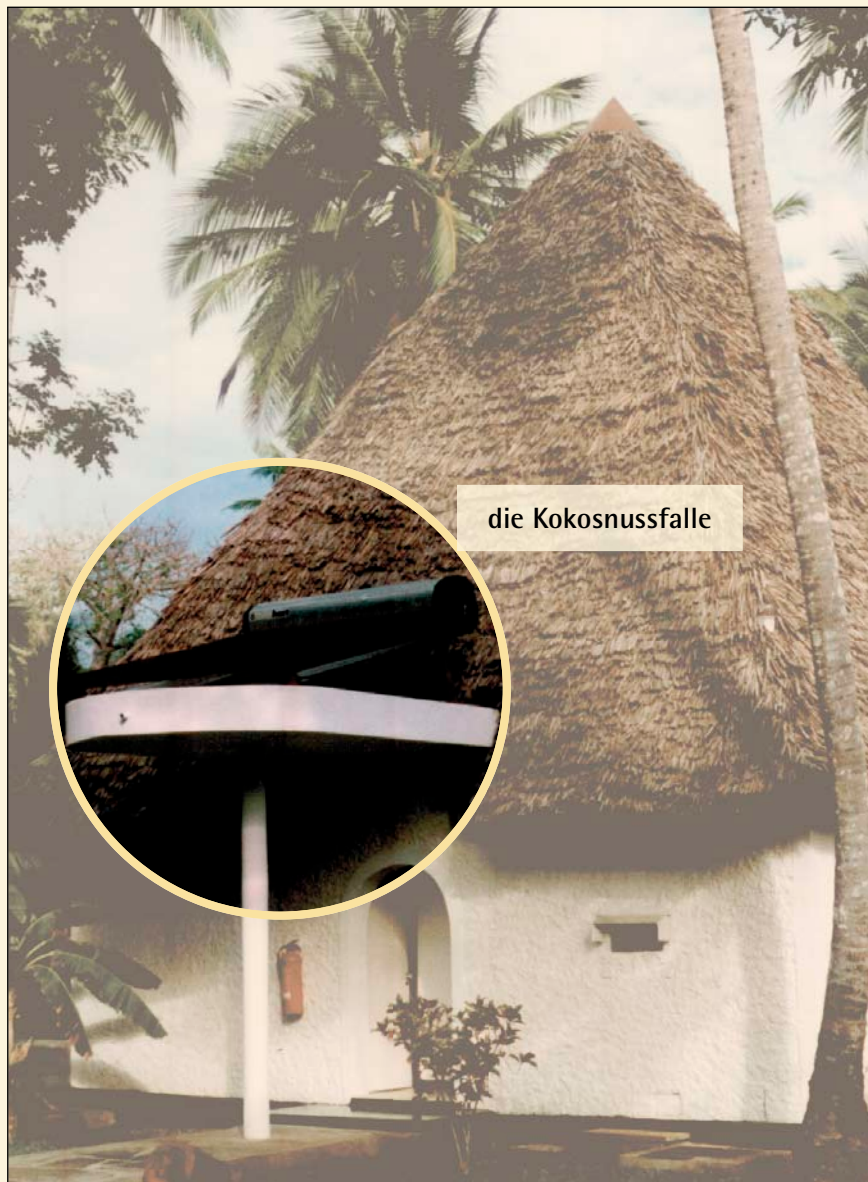
georg.dasch@t-online.de



Sonnenhaus Klaus Dasch, Wohnhaus-Neubau in Massivbauweise

Quelle: www.sonnenhaus-institut.de

## MIT KOKOSNÜSSEN GEGEN KOLLEKTORDIEBE



Kollektor mit Kokosnussschutzgitter

Foto-Archiv: Götz Warnke

Das ostafrikanische Kenia ist ein sonnenverwöhntes Land und ganz selbstverständlich nutzt man dort in den Touristenanlagen die Solarthermie, damit sich die Hotelgäste abends die Sonnencreme mit warmem Wasser von der Haut waschen können.

Leider sind in Kenia Solarthermieanlagen inzwischen bei Dieben ebenso beliebt wie bei Hoteliers. Ein Anbringen der Anlagen auf Dächern mit einem Diebstahlschutzgitter hilft auch nicht mehr weiter. Denn wegen der schlechten Straßenverhältnisse (Schlaglochpisten), die die gestohlenen Anlagen nur selten heil an ihrem neuen Bestimmungsort ankommen lassen, sind die Diebe auf Hubschrauber umgestiegen.

Doch findige Hoteliers wissen sich zu helfen: dieser hat vor seinen Kollektor eine hohe Kokospalme gepflanzt. Wenn sich nun Diebe aus dem Hubschrauber auf das Vordach abseilen, werden die durch den Luftstrom der Rotoren herab fallenden Kokosnüsse zu einem lebensgefährlichen Diebstahlhindernis. Es gibt eben für alles eine Lösung.

### Solare Obskuritäten\*

#### Achtung Satire:

Informationen mit zweifelhafter Herkunft, Halbwissen und Legenden – all dies begegnet uns häufig auch in der Welt der Erneuerbaren Energien. Mondscheinmodule, Wirkungsgrade jenseits der 100 Prozent, Regenerative Technik mit Perpetuum mobile-Charakter – das gibt es immer wieder zu lesen und auch auf Messen zu kaufen. Mit dieser neuen Rubrik nehmen wir unsere Ernsthaftigkeit ein wenig auf die Schippe.

Für solare Obskuritäten gibt es keine genau definierte Grenze, vieles ist hier möglich. Gerne veröffentlichen wir auch Ihre Ideen und Vorschläge. Sachdienliche Hinweise, die zu einer Veröffentlichung in der SONNENENERGIE führen, nimmt die Redaktion jederzeit entgegen. Als Belohnung haben wir einen Betrag von 50 € ausgesetzt.

*\* Mit Obskurität bezeichnet man – im übertragenen Sinne – eine Verdunkelung einer Unklarheit. Das zugehörige Adjektiv obskur wird im Deutschen seit dem 17. Jahrhundert in der Bedeutung „dunkel, unbekannt, verdächtig, [von] zweifelhafter Herkunft“ verwendet.*

*[Quelle: Wikipedia]*

# SONNENENERGIE am Kiosk

## Die SONNENENERGIE jetzt auch wieder im Handel



Nach längerer Abstinenz ist es nun wieder möglich Deutschlands älteste Fachzeitschrift für Erneuerbarer Energien als Einzelheft am Kiosk zu erwerben. Sie bekommen die SONNENENERGIE an Bahnhofskiosken und Flughäfen. Der

Vertrieb erfolgt über den UMS Pressevertrieb. Dort betitelte man unser Comeback euphorisch mit der Überschrift „Die Sonne kommt zurück“. Das offizielle Fachorgan der DGS, das ist wahrscheinlich nicht allzu vielen in der rasant wachsenden Solarbranche bekannt, gibt es bereits seit 1976. Mit kleinen Unterbrechungen wurde die Zeitschrift meist im Eigenverlag herausgebracht, im aktuellen Layout seit Mitte 2007.

Die SONNENENERGIE ist per Definition zunächst eine reine Mitgliedszeitschrift, die DGS selbst der älteste Verbraucherschutzverein im Bereich der Erneuerbaren Energien und rationalen Energiever-

wendung in Deutschland wie auch eine technisch-wissenschaftliche Vereinigung. Das führt dazu, dass die SONNENENERGIE schon immer mehr ein Fachmagazin ist. In Fachmagazinen, so wiederum eine Definition, vermitteln Fachjournalisten spezialisiert auf Themengebiete Expertenwissen in verständlicher Form. Die Fachautoren sollten dabei eine vernünftige mittlere Position einnehmen. Da die DGS jedoch nicht nur fachlich berichten möchte, gibt es in der SONNENENERGIE verschiedene Rubriken wie den Kommentar oder auch das Editorial. Diese bieten eine sehr gute Plattform um offen Meinung zu transportieren.

## SONNENENERGIEdigital

### Die SONNENENERGIE in Ihrer Dropbox



Quelle: Logitech

Wenn Sie als Mitglied Interesse an dem digitalen Bezug der SONNENENERGIE haben, dann füllen Sie bitte das Formular auf unserer Website aus, sie finden es hier: [www.dgs.de/2742.0.html](http://www.dgs.de/2742.0.html) Oder senden Sie uns eine kurze Mail mit Ihrer Mitgliedsnummer an: [se-digital@sonnenenergie.de](mailto:se-digital@sonnenenergie.de). Sie erhalten anschließend eine Einladung zu einem sog. Dropbox-Ordner, dieser Dienst ist für Sie kostenfrei, ab sofort können Sie plattformübergreifend (Mac OS X, iOS, Linux, Android, BlackBerry, MS Windows oder auch mittels Webbrowser) auf eine SONNENENERGIE im pdf-Format zugreifen. Durch die Installation des Dropbox-Clients wird auf dem Rechner ein neuer Ordner erstellt: die Dropbox. Alle darin gespeicherten Dateien werden auf einen zentralen Server kopiert. Serverseitig werden die Dateien mit einer AES256-Verschlüsselung versehen.

Näheres zu Dropbox:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Dropbox>

In dieser Folge unserer losen Reihe möchten wir ein weiteres Produkt vorstellen, welches es Ihnen ermöglicht die digitale SONNENENERGIE mit geringem Energieaufwand zu lesen.

#### Solar Keyboard Folio

Auch mit dem iPad3 ist der hippe Tablet-Apfel leider noch nicht als Solarversion zu haben. Apple-Geräte sind in Sachen Energieversorgung noch nicht in der Zukunft angekommen. Neben der kürzlich vorgestellten solaren Schutzhülle „SolarKindle“ gibt es jedoch ein weiteres, interessantes Zubehör.

PS: Wenn Sie **DGS-Mitglied** werden oder ein neues Mitglied werben, erhalten Sie als Prämie einen Einkaufsgutschein bei SolarCosa, einem Online-shop für Solarprodukte.

Details siehe Seite 74

Das Solar Keyboard Folio von Logitech ist Schutzhülle & solarbetriebene Tastatur in einem. Das Solar Keyboard Folio ist eine der flachsten Hüllen auf dem Markt. So bleibt das iPad auch geschützt schlank und handlich. Der Clou: Das Folio schützt nicht nur Vorder- und Rückseite des iPads, sondern enthält auch eine Tastatur. Diese lädt sich dank integrierter Solarzellen draußen und drinnen, bei natürlichem und künstlichem Licht auf – auch bei gedämpfter Beleuchtung. Selbst bei absoluter Dunkelheit liegt die Akkulaufzeit nach einem Ladevorgang bei zwei Jahren – bei täglich zwei Stunden tippen. Ob E-Mails schreiben, Informationen aus dem Internet abrufen oder Videos ansehen, die iPad-Halterung bietet mit zwei möglichen Positionen immer den optimalen Blickwinkel: So kann der Anwender in der ersten Position auf der gesamten Tastatur tippen, oder sich in der zweiten Position auf eine Tastenreihe beschränken – die



Quelle: Logitech

Tasten fungieren dann als Multimedia-Tasten für Musikwiedergabe und Lautstärkeregelung. Beim Öffnen des Covers wird das iPad automatisch eingeschaltet, beim Schließen wechselt es sofort in den Energiesparmodus.

# GREENTELLIGENCE IN HANNOVER

## Industriemesse 2012 mit grünem Schwerpunkt



Kanzlerin Merkel und Wen Jiabao bei einem Windkraft-Aussteller

Der Einsatz von grüner Technologie („greentelligence“) war das Megathema der Hannover Messe 2012, die im April zum insgesamt 65. Mal stattfand. Gemeinsam mit China als Partnerland wurden insgesamt acht Leitmesen unter dem Dach der größten deutschen Industrieschau veranstaltet.

Knapp 5.000 Aussteller, davon rund die Hälfte aus dem Ausland, zeigten auf über 172.000 Quadratmetern Ausstellungsfläche ihre Innovationen und Lösungen. Nach Deutschland kamen die meisten Aussteller, in diesem Jahr mehr als 460 Firmen, aus China. Auch aus dem Reich der Mitte kommen immer mehr umwelttechnische Lösungen und Produkte, der Bereich Erneuerbare Energien und die Elektromobilität werden dort massiv nach vorne getrieben.

Technologisch zeigt die Messe bereits seit Jahren die neuen Trends des industriellen Sektors. Es ist daher kein Wunder, dass in diesem Jahr die Erneuerbaren Energien und der ressourcenschonende Energienutzung auf vielen Messeständen zu sehen waren. Auch die Industrie hat inzwischen verstanden, dass ein stromsparender Maschinenantrieb und die Erzeugung von Energie im unternehmenseigenen BHKW die Betriebskosten entlasten und damit die Wettbewerbsfähigkeit steigern.

Am 22. April wurde die Hannover Messe (HMI) von Bundeskanzlerin Merkel gemeinsam mit dem chinesischen Premierminister Wen Jiabao gemeinsam eröffnet, anschließend konnten an fünf Messetagen

mehr als 190.000 Besucher gezählt werden. Der Anteil der Fachbesucher lag mit 95 Prozent noch einmal um fünf Prozentpunkte höher als 2008. „Es stand immer außer Frage, dass wir die Besucherzahl der Vulkan-Messe 2010 übertreffen werden. Dass wir aber mit der Besucherzahl der Hannover-Messe 2012 das Boom-Niveau von 2008 erreichen und dazu noch die Internationalität der Veranstaltung deutlich steigern, belegt die Stärke der Veranstaltung“, freute sich Dr. Wolfram von Fritsch vom Veranstalter.

### Windkraft, KWK aber wenig Solartechnik

Bereits seit Jahren ist die Windkraftbranche in Hannover mit allen namhaften Herstellern stark vertreten, beeindruckend sind die riesigen Gondel- und Nabenteile, die dem Messebesucher die gewaltige Größe der modernen Anlagen verdeutlichen. Aus der thematischen Verbundenheit wurden in diesem Jahr in einer Messehalle die Aussteller von Speichertechnologien, Elektroantrieben und der Elektromobilität zusammengefasst. Die Wasserstoffherzeugung ist ebenfalls bereits seit Jahren auf der Industriemesse vertreten, auch wenn dieser Bereich immer noch wesentlich von kleinen Spezialanbietern dominiert wird und nur selten konkret nutzbare Produkte sichtbar sind. Erstmals in diesem Jahr haben sich die Anbieter von BHKW's in einem Gemeinschaftsstand zusammengeschlossen, gleiches gilt für die Anbieter der Geothermie.

Aus dem Solarbereich waren wie in den Vorjahren nur wenige Anbieter vertreten, so zum Beispiel die Abakus AG aus Gelsenkirchen oder SMA aus Kassel. Viele Anbieter von Komponenten haben sich jedoch zum Thema Solar bekannt: Ob Antriebstechnik für Freilandanlagen oder Kabel-, Elektro- oder Batteriehersteller: Sie alle sind als Zulieferer auch für die Solarindustrie tätig und zeigen das auch offen. So präsentierte die Fa. Saft Batterien ([www.saftbatteries.com](http://www.saftbatteries.com)), Weltmarktführer für industrielle Batteriesysteme, unter anderem eine Containersystemlösung, welche mit einem Li-Ion-Modul, Energiemanagement und Steuererschneittstellen sowie Sicherheits- und Klimatisierungshardware ausgestattet ist. Dieses System ist bis in den MW-Bereich skalierbar und kann z.B. bei großen Solar- und Windkraftwerken zum Einsatz kommen um beispielsweise die Flanken der Erzeugungsleistung zu glätten. Auch in Mittel- und Niederspannungsnetzen kann das System zur Spannungsstabilisierung eingesetzt werden.

### DGS Aktiv

Neben vielen Ausstellern und Referenten war auch die DGS auf der HMI vertreten: Der Vorsitzende des Fachausschusses Photovoltaik, Ralf Haselhuhn, hielt einen Vortrag im Rahmen des DIN-Innovationstag zum Thema Energieertrag von PV-Modulen (dieser Vortrag ist auf [www.dgs-berlin.de](http://www.dgs-berlin.de) abrufbar), Tomi Engel (DGS-Fachausschuss Elektromobilität) berichtete über Systemfragen der Speicherung unter Einbeziehung der erneuerbaren Energien (abrufbar auf [www.dgs.de](http://www.dgs.de) unter solare Mobilität).

### ZUM AUTOR:

► Jörg Sutter

[sutter@dgs.de](mailto:sutter@dgs.de)



# SOLARENERGIE IN PAKISTAN

## Ankündigung einer Informationsveranstaltung im Bauzentrum München am 11.09.2012



Die über Deutschlands Grenzen hinweg greifende Aktivität der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. wird auch von der Sektion München-Südbayern durch konkretes Handeln unterstützt. Im Münchner Bauzentrum moderieren wir am 11. September 2012 eine ganztägige Marketing-Veranstaltung zur Öffnung des pakistanischen Marktes für deutsche Solarunternehmen. In Zusammenarbeit mit eclareon GmbH, Berlin, werden Export- und Investitions-Perspektiven erörtert und mit deutschen Erfahrungen verbunden.

Für deutsche Unternehmen, die gerne im Exportbereich tätig sein möchten, bieten sich daraus resultierend sehr gute und langfristige Geschäftsmöglichkeiten an.

### Pakistan – Eckdaten

Pakistan ist der neuntgrößte Staat in Asien und umfasst 880.254 m<sup>2</sup>, ca. doppelt so groß wie Deutschland und Österreich zusammen. Es grenzt an den Staaten Iran im Südwesten, Afghanistan im Westen und Norden, China im Nordosten, Indien im Osten, und hat im Süden einen Küste von 1.046 km am Arabischen Meer. In Pakistan existiert überwiegend ein arides (trocken, dürr; geringe Luftfeuchtigkeit) subtropisches Kontinentalklima mit erheblichen örtlichen und jahreszeitlichen Schwankungen.

In den meisten Teilen Pakistans herrscht wüstenhaftes Klima und somit existiert eine spärliche Vegetation. Vier Prozent der Fläche Pakistans bestehen aus Wald. Ansonsten werden die Ebenen zu 5% für landwirtschaftliche Anbauten großflächig genutzt, vorzugsweise Weizen, Reis, Mais, Hirse, Bananen, Datteln, Baumwolle, Zuckerrohr und Tabak. Weitere wirtschaftliche Schwerpunkte sind Industrialisierung, Dienstleistungssegmente sowie Gewinnung von Bodenschätzen, Viehzucht und Fischerei. Seit 2002 erlebt Pakistan wieder einen wirtschaftlichen Aufschwung und 2005/06 wuchs die Wirtschaft sogar um 6,6%.

Zur sprachlichen Verständigung in Pakistan gibt es neben der Nationalsprache indoarische Urdu auch die Amtssprache Englisch.

Eclareon initiiert die Veranstaltung im Bauzentrum München, welche durch die DGS Sektion München – Südbayern organisiert wird. Das Ziel der Veranstaltung ist interessierte deutsche Unternehmen mit Exportabsichten in Asien im Detail zu informieren. Dazu sind Experten aus Pakistan und Deutschland eingeladen, um über alle Aspekte Pakistans bzgl. Entwicklung und Wirtschaftspotential von Solarenergie vorzutragen und als direkte Ansprechpartner zu fungieren.

Auch besteht durch die Veranstaltung die Möglichkeit direkte Kontakte zu potentiellen Geschäftspartnern zu knüpfen.

### Pakistan – Wirtschaft Solarenergie

Die überdurchschnittlich hohe Sonneneinstrahlung pro Tag ergibt ein hervorragendes Potential zur Nutzung der Sonnenenergie. Besonders die Region Belutschistan im Südwesten des Landes wird täglich mit bis zu 8,5 Stunden mit Sonne verwöhnt, was im Jahr mehr als 3.000 Sonnenstunden bedeutet. Dennoch befindet sich die Nutzung der Solarenergie zur Strom- oder Wärmezeugung noch in den Anfängen. Bereits Anfang der 1980er Jahre installierte die pakistanische Regierung über das ganze Land verteilt 18 PV-Anlagen mit einer Gesamtkapazität von 440 kW. Angesichts fehlenden technischen Knowhows hinsichtlich Betrieb und Wartung der Anlagen wurden seitdem keine weiteren Anlagen installiert. Deswegen und mittels der Gründung des Alternative Energy Development Board (AEDB) des Ministry of Water and Power in Pakistan plant die pakistanische Regierung in den nächsten 2–3 Jahren im Bereich der Solarenergie 500 MW neu zu installieren. Um Investitionen zum aktuellen Zeitpunkt anzutreiben, hat sich das AEDB kürzlich für einen Feed-in-Tariff (FIT) von 22 USD Cent/Einheit ausgesprochen. Aktuell liegt diese Empfehlung bei der NEPRA (National Electric Power Regulatory Authority) zur weiteren Prüfung.

Zur Stromproduktion gibt es noch keine flächendeckende Nutzung von Solarenergie, was unterschiedlichen Gründen geschuldet ist. Eine auf Massenproduktion ausgerichtete Verwendung von PV-Systemen in Pakistan wäre beispielsweise für Innen- und Außenbeleuchtung denkbar: Beleuchtungsanlagen in Büros und

Privathaushalten, bei denen PV-Module in Kombination mit LED-Lampen verwendet werden würden. Ähnliches gilt für öffentliche Projekte zum Ausbau der Straßenbeleuchtung oder der Beleuchtung von öffentlichen Grünanlagen. Module sind in Pakistan derzeit in verschiedenen Ausführungen erhältlich und werden aus den USA, Europa und China importiert, aber auch schon im Land selbst hergestellt. In Zusammenarbeit mit der GIZ gibt es zudem seit einiger Zeit fortlaufende Schulungen für pakistanische Unternehmen, die Solarsysteme importieren, zu Themen wie Systemdesign oder Qualitätsvoraussetzungen.

Hinsichtlich der Nutzung solarthermischer Energie sind bereits diverse Systeme im Einsatz. Diese umfassen unter anderem Systeme zur Warmwasseraufbereitung, Solarkocher, Heizungsunterstützung, Solartrockner bei der Obst- und Gemüseverarbeitung sowie solare Entsalzungsanlagen. Aus dem Ausland kommen die meisten Systeme aus den USA, Australien, Europa und China. Einige Systeme wurden in Pakistan unter anderem von der PCRET in Zusammenarbeit mit der PCSIR, NUST, GIK und verschiedenen Technischen Universitäten entwickelt und hergestellt.

### Information und Anmeldung

Auf der Internetseite der DGS Sektion München – Südbayern [www.dgs-muenchen.de](http://www.dgs-muenchen.de), unter der Rubrik Veranstaltungen, sind die Dokumentenanlagen Informationsbroschüre und Anmeldung runter ladbar.

### ZUR AUTORIN:

► Corina Feulner

[c.feulner@dgs-muenchen.de](mailto:c.feulner@dgs-muenchen.de)

Die **Exportinitiative Erneuerbare Energien** ist ein vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie finanziertes und koordiniertes Programm im Rahmen der Exportförderung. Detaillierte Informationen sind einzusehen unter:

■ [www.exportinitiative.de](http://www.exportinitiative.de)

# AKTUELLE VERANSTALTUNGEN

| Titel                                                                                      | Kurzbeschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Veranstalter                                                                                                                        | Wann / Wo                                                                                                        | Kosten / ggf. Ermäßigung                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| ► Seminar<br>Elektrotechnische Grundlagen für Photovoltaik                                 | Zusammenhänge unter Berücksichtigung der Grundlagen der Elektrotechnik: Begriffe wie Strom, Spannung, Leistung, Arbeit über Stromkreise und Schaltungen bis zu Einspeisung und Netzintegration im Kontext der photovoltaischen Stromerzeugung.                                                                                                            | Solarakademie Franken<br>www.solarakademie-franken.de<br>Tel.: 0911 37651630<br>seufert@dgs-franken.de                              | 05.07.2012, 10:00 Uhr<br>Südstadtforum (Konferenzraum),<br>Siebenkeesstr. 4<br>90459 Nürnberg                    | 190.-<br><br>10% Rabatt für DGS-Mitglieder |
| ► Workshop<br>Schüler-Energietag im maxx Solarladen in Erfurt                              | Der Strommix in Deutschland, die Rolle der Erneuerbaren Energien und die Grundlagen der Photovoltaik sind die Hauptthemen der Energietage. Das DGS-Team stellt den Schülern die verschiedenen erneuerbaren und fossilen Energiequellen vor, aus denen in Deutschland Strom gewonnen wird. Veranschaulicht wird das Thema mit Hilfe von Experimenten.      | Landesverband Thüringen der DGS,<br>Cranachstraße 5<br>99423 Weimar<br>Tel.: 03643 211026<br>www.dgs-thueringen.de/energietage.html | 17.07.2012 und 25.09.2012<br><br>maxx-solar & energie<br>Solarladen Erfurt<br>Lange Brücke 10<br>99084 Erfurt    | frei                                       |
| ► Vortrag<br>Praxiserfahrungen mit Mini-Gas-BHKW                                           | Erste Berichte über Leistung, Zuverlässigkeit und Alltagsverhalten erlauben einen vorsichtigen Blick auf die Vor- und Nachteile. Referent: Hartmut Will                                                                                                                                                                                                   | Bauzentrum der Landeshauptstadt München in Kooperation mit DGS-Sektion München                                                      | 19.07.2012, 18.00 Uhr<br>Willy-Brandt-Allee 10<br>81892 München<br>Nähe Riem-Arkaden<br>U-Bahn 4/Messestadt-West | frei                                       |
| ► Seminar<br>Photovoltaik Eigenstromnutzung                                                | Die Eigenstromnutzung im Rahmen der aktuellen Novellierung des EEG: Anwendung und Wirtschaftlichkeit im Einfamilienhausbereich mit und ohne Speichertechnik. Ansätze für Gewerbebetriebe, Bürogebäude und Mehrfamilienhäuser, Verträge, Berechnungstools und Beispiele.                                                                                   | Solarakademie Franken<br>www.solarakademie-franken.de<br>Tel.: 0911 37651630<br>seufert@dgs-franken.de                              | 24.07.2012, 10:00 Uhr<br>Südstadtforum (Konferenzraum),<br>Siebenkeesstr. 4<br>90459 Nürnberg                    | 190.-<br><br>10% Rabatt für DGS-Mitglieder |
| ► Seminar<br>Photovoltaik – Kennlinienmessung                                              | Theorie und Praxis der Kennlinienmessung: Es werden verschiedene Kennlinienmessgeräte vorgestellt. Mess- und Auswertungsmöglichkeiten gezeigt. Zudem können die Messgeräte von den Teilnehmern an einer installierten PV-Anlage eingesetzt und ausprobiert werden.                                                                                        | Solarakademie Franken<br>www.solarakademie-franken.de<br>Tel.: 0911 37651630<br>seufert@dgs-franken.de                              | 31.07.2012, 10:00 Uhr<br>Georg-Simon-Ohm-Hochschule<br>Wassertorstraße 10<br>90489 Nürnberg                      | 310.-<br><br>10% Rabatt für DGS-Mitglieder |
| ► Vortrag<br>Batterien für stationäre Stromspeicherung: Stand der Technik und Perspektiven | Das MEET- Batterieforschungszentrum der Uni Münster beschäftigt sich neben den Anwendungen im Fahrzeugbereich zunehmend auch mit stationären Batteriesystemen in Wohngebieten. Referent: Uwe Hoolt, MEET Batterieforschungszentrum                                                                                                                        | DGS-Sektion Munster<br>muenster@dgs.de                                                                                              | 04.09.2012, 16:00 Uhr<br>Umwelthaus Münster,<br>Zumsandstr. 15<br>48145 Münster                                  | frei                                       |
| ► Seminar<br>DGS Fachplaner Photovoltaik                                                   | Photovoltaik für Fortgeschrittene: Für Kursteilnehmer sollten die Grundlagen der Elektrotechnik möglichst kein Neuland sein. Schwerpunkt dieses Kurses ist die Planung und Auslegung von PV-Anlagen. Nach einer Einführung werden zwei Beispielanlagen vom Vor-Ort-Termin bis zur Angebotserstellung per Hand und mit Simulationssoftware durchgerechnet. | Landesverband Thüringen der DGS,<br>Cranachstraße 5<br>99423 Weimar<br>Tel.: 03643 211026<br>www.dgs-thueringen.de/anmeldung.html   | 05.09.-08.09.2012<br>EJBW Weimar<br>Jenaer Str. 2<br>99423 Weimar<br>„Gelbe Villa“ Konferenzraum                 | 850.-                                      |
| ► Vortrag<br>Infoveranstaltung Solarenergie in Pakistan                                    | Die Sonderveranstaltung richtet sich an alle KMU und Interessierte, die sich für Erneuerbare Energien als Exportmöglichkeit in Pakistan interessieren.                                                                                                                                                                                                    | Bauzentrum der Landeshauptstadt München in Kooperation mit DGS-Sektion München                                                      | 11.09.2012, ganztägig<br>Willy-Brandt-Allee 10<br>81892 München<br>Nähe Riem-Arkaden<br>U-Bahn 4/Messestadt-West | 30,00 €<br>(für Catering)                  |
| ► Vortrag<br>Optimierung des Eigenverbrauchs durch Speicherung von PV-Strom                | PV-Strom im eigenen Haushalt nutzen, Optimieren des Direktverbrauchs und Möglichkeiten der Speicherung zum Vorteil der Verbraucher und zur Entlastung des Verteilnetzes. Referent: Andreas Johanson/SMA                                                                                                                                                   | DGS-Sektion Kassel/<br>ASK und VDI                                                                                                  | 18.09.2012, 18:00 Uhr<br>Universität Kassel,<br>Wilhelmshöher Allee 73,<br>Hörsaal – 1607;<br>34121 Kassel       | frei                                       |

**GRAMMER SOLAR**  
... seit über 30 Jahren



Seit über 30 Jahren steht unser Name in der Fachwelt für beste Produkte und Lösungen. Eine eigene Fertigung in einer Nullemissionsfabrik, die Zusammenarbeit mit namhaften Instituten und Auswahl bester Komponenten sorgen für Leistungsstärke und höchste Qualität.



**SOLARLUFT**  
**SOLARSTROM**



**GRAMMER Solar GmbH**  
Oskar-von-Miller-Straße 8  
D - 92224 Amberg  
Fon: +49/9621/30857-0  
Fax: +49/9621/30857-10  
info@grammer-solar.de

# INTERSOLAR EUROPE 2012

## Die Zukunftsregelungen der Energiewende in Deutschland dominieren das Geschehen



Bild 1: 4-tägiger Fachkongress Inter Solar Europe 2012

**A**m 13. Juni öffnete die Weltleitmesse für Solartechnologie wieder für drei Tage ihre Pforten. Mit 1.909 Ausstellern aus 49 Ländern (2011: 2286) und 66.000 Besuchern sind Messe und Kongress trotz des Rückgangs der Beteiligung um rund 17 Prozent wegweisend für die gesamte Solarwirtschaft, die Lösungen und Dienstleistungen präsentiert. Hauptausstellerland ist Deutschland, gefolgt von China, Italien und Spanien.

### Energiepolitik

Während der Hauptgeschäftsführer des Bundesverband Solarwirtschaft Karsten Kömrig bei der Hauptpressekonferenz noch hoffnungsvoll betont, dieses Jahr sei die fehlende Präsenz der Bundespolitik in München aufgrund der zeitgleich in Berlin stattfindenden Sitzung des Vermittlungsausschuss zur Klärung der EEG-Frage entschuldbar vertagt sich just der Vermittlungsausschuss auf den 27. Juni. Die Hoffnungen schwanden, dass Bundesumweltminister Peter Altmaier wie auch die Bundeskanzlerin Angela Merkel die Energiewende und den weiteren Ausbau der Photovoltaik unterstützen. Umweltminister Altmaier kommunizierte am 14. Juni, dem zweiten Messetag, lieber in Form eines Gastbeitrags in der Financial Times Deutschland, als Auge in Auge mit der Branche in München. Sein angebliches Plädoyer für die Photovoltaikbranche hört sich dabei gar nicht als solches an: die Zubau Raten seien zu

hoch, das Tempo des Ausbaus zu schnell und zusammengefasst lasse sich das nicht finanzieren. Bei dem aktuellen Tempo der Zubaurate verfüge Deutschland 2020 über 90 Gigawatt Photovoltaik-Leistung, das sei zu viel, so Altmaier, denn an einem sonnigen Nachmittag brauche man nur 35 Gigawatt.

Während der Bundesumweltminister seine Pläne, den PV-Ausbau mit einem Degressionsmodell zu bremsen erläutert, z.B., dass es wichtig sei, dass Bundestag und Bundesrat noch vor der Sommerpause durch eine Verabschiedung der EEG-Novelle Klarheit über die künftige Förderkulisse schaffen, diskutieren Branchenexperten strategische Lösungen für den ökoefizienten Einsatz der PV-Technologie im Rahmen einer gelingenden Energiewende.

Parallel verlautet es aus Berlin: Nicht das Ziel des Ausbaus, sondern das Tempo sei falsch – die Förderung soll umso stärker gekürzt werden, je schneller der Ausbau voranschreitet.

### Themen der Messe und der Kongresse

Vorrangig wurde über Smart Grids, Speichertechnologien, System- und Integrationslösungen und neue Geschäftsstrategien der Modulanbieter, zum Beispiel der Fokus auf regionale Kraftwerke in Kommunen (z.B. First Solar, REC) gesprochen. Der Wettstreit um Modulpreise rückt dabei zunehmend in den Hinter-

grund und Effizienzcontrolling und die systematische und integrierte Verwendung von Solartechnologie wird relevanter. Diese Entwicklungen unterstreicht das diesjährige Messeangebot mit über 100 Speichertechnologieanbietern, der PV Energy World mit Expertenbeiträgen zu den Themen Grid und Speicher und der e-Mobility-Freifläche. Auch ländliche Mobilität ist vertreten, die, das zeigen Ergebnisse einer Vorstudie, sinnvoll ist.

Im internationalen Vergleich mutet das deutsche Tempo der Entwicklung von Systemlösungen gar nicht schnell, sondern langsam an, das bestätigen Wissenschaftler des ISE Instituts vor allem für den Bereich der Speichertechnologieentwicklung. Die politische Temporegulierung wird von den Experten, je nach Fachgebietsschwerpunkt verschiedenlich interpretiert. Einige sind sich darüber, dass sinnvolle politische Rahmenbedingungen für eine gelingende Energiewende unbedingt notwendig sind. Ein zukünftig wesentlicher Einflussnehmer auf solche Entscheidungen soll die im April 2012 gegründete Stiftungsgemeinschaft „AGORA Energiewende“ sein ([www.agora-energiewende.de](http://www.agora-energiewende.de)). Ein interdisziplinäres Expertengremium, das sich zum Ziel gesetzt hat, das „Wie“ der Energiewende zu verdeutlichen, energiepolitische Akteure einander näher zu bringen und Lösungen zu entwickeln sowie wissenschaftlich zu überprüfen, betont der Projektleiter Lars Waldmann. Dabei wird die Energiewende als ein dynamischer Prozess über 30-40 Jahre verstanden, in den neue Technologieentwicklungen ebenso direkt einfließen sollen, wie Experten- und Bürgermeinungen. AGORA agiert mit dem Ziel der nahezu vollständigen Entcarbonisierung bis zum Jahr 2050.

### Smart-Grids und Speichertechnologie

Der Smart Grid Experte vom Fraunhofer ISE, Dr. Christof Wittwer, erläutert auf dem Kongress die Eigenschaften von Smart Grids, vor allem in Bezug auf die Integration regenerativ erzeugter Energiemengen aus Wind und Sonne. Für sehr wesentlich hält er die politische Steuerung der Planungs- und Renditestabilität von regionalen Kraftwerken, die die politische Privilegierung von „Gas vor Kohle“ erfordern, so Wittwer im Interview. Denn Investoren säßen in den Startlöchern und Stadtwerke seien interessierte und vor al-

Quelle: Solar Promotion GmbH



Bild 2: Gerhard Styri-Hipp leitet das Spezialforum PV-Energy World: Speicher und Netze

Photovoltaik nur eine Komponente von vielen in der Energiewende sei, jedoch eine wesentliche.

Die Integration und Speicherung der damit erzeugten Energie seien die wichtigen Aufgaben der Zukunft. Bei der Zwischenspeicherung wisse man noch nicht konkret, welche Möglichkeiten vorrangig verwendet werden – vermutlich werde es aufgrund der Vielfalt der Anwendungen ein Mix sein. Gas hält er für relevant, weil das gut integrierbar in vorhandene Netze und Infrastrukturen sei. Im nächsten Jahrzehnt werde die Speichertechnologie in großem Umfang relevant werden, da zwischenzeitlich der Zubau steige. Auf die Frage, ob sich die aktuelle Regierung die politische Privilegierung von „Gas vor Kohle“ traue, äußert der Experte „Das kann ich so nicht sagen. Der Umweltminister und Merkel nehmen diese Themen sehr ernst. Konkret kann ich das aktuell nicht einschätzen, in welchem Zeitraum das passieren wird“. Die Trägheit der Deutschen Technologieführer bezieht der Experte vorwiegend auf die Batterie- und Speichertechnologie.

### Recycling

Erstmals stellt der Forschungsleiter EuPD-Research Ammon die „Batterietechnologie-Studie 2012“, im Auftrag des Veranstalters erstellt, vor ([www.eupd-research.com](http://www.eupd-research.com)). Recyclingquoten und Akteure sind ein Themenschwerpunkt. Das Fazit: die Batterietechnologieentwicklung ist in Gang gekommen. Das Recycling von Solarmodulen bildet am 13. Juni 2012 einen Kongressschwerpunkt, u.a. da am 1. Juni die WEEE-Richtlinie von der EU-Kommission endgültig verabschiedet wurde. Lediglich die Unterschrift des Rates wird noch folgen und die Veröffentlichung im Amtsblatt, dann beginnt die 18-monatige Umsetzungsphase in nationales Recht. Hinsichtlich der Finanzierungsmöglichkeiten durch Rücklagen

oder Versicherungen weist der Präsident der PV-Cycle Wilfried Taetow auf die nationalen Besonderheiten hin. Er betont, dass PV-Cycle „ein“ Serviceanbieter unter vielen sei. Der Nachhaltigkeitsverantwortliche von First Solar betont, dass sein Unternehmen weiterhin mit PV-Cycle arbeiten werde.

### Ländliche Elektromobilität E-Wald-Projekt

Dass e-Mobilität auch für Vorstädte und ländlichen Bereiche Sinn macht zeigen die Ergebnisse einer Vorstudie, die aktuell als dreijährige Hauptstudie unter Leitung von Prof. Dr. Wolfgang Dorner, Technologie Campus Freyung, den Einsatz von e-Autos im ländlichen Raum erforscht. Ziel sei es, regionale Besonderheiten für die e-Mobilität individuell nutzbar zu machen (<http://www.e-wald.eu/index.php/de>).

### InterSolar Awards 2012

Bereits zum fünften Mal in Folge wurde der Intersolar AWARD in den Kategorien Photovoltaik, Solarthermie und PV-Produktionstechnologie verliehen. Zu den Gewinner gehören u.a. TVP Solar SA Genf mit MT-Power-Modulen (Solarthermie); MBJ Services GmbH, Hamburg mit dem „Mobile PV Testcenter“ (PV); Gebr. Schmid GmbH, Freudenstadt in Kooperation mit Schott Solar AG, Mainz mit dem Metallisierungsverfahren „TinPad“ (PV-Produktionstechnik).

### ZUR AUTORIN:

► Elke Kuehnle

Journalistin, Umwelt-, Organisationspsychologin M.A., 80997 München

[elke.kuehnle@gmail.com](mailto:elke.kuehnle@gmail.com)



Bild 3: Freifläche Elektromobilität: Information und Fahrerlebnis



Bild 4: München ist für drei Tage Anziehungspunkt der Welt

# STAND DER EEG-NOVELLIERUNG

## NOVELLIERUNG WURDE IN DEN VERMITTLUNGSAUSSCHUSS VERWIESEN



Bild 1: Vortrag Peter Nümann auf der Intersolar in München

**K**urz vor Redaktionsschluss der SONNENENERGIE wurde auf der Intersolar von der DGS in zwei Fachvorträgen der Stand der EEG-Novellierung an das interessierte Messepublikum weitergegeben.

Ein Rückblick auf die Entwicklung des EEG begann mit dem Stromeinspeisegesetz, das bereits 1990, zur Zeit der Unionsregierung, eingeführt wurde. Daraus ist im Jahr 2000 das erste EEG entstanden. Dieses EEG enthielt bereits einen Passus zur Novellierung; das Gesetz sollte im Rhythmus von vier Jahren überarbeitet werden. So wurden konform zu dieser Regelung Novellierungen in den Jahren 2004 und 2008 vorgenommen, auch die Gesetzesänderung zum 1.1.2012 fällt darunter. Ursprünglich nicht vorgesehen waren die Anpassung zum 1. Juli 2010 mit einer Reduzierung der Vergütung zur Jahresmitte und der aktuelle Gesetzesvorschlag, der in diesen Tagen diskutiert wird.

Die Ursache der aktuellen Novellierung ist vor allem in der dynamischen Marktentwicklung der vergangenen beiden Jahre zu suchen: Während die Bundesregierung im EEG einen Wunschkorridor von 2.500 bis 3.500 MWp neu installierte

Leistung pro Jahr verankert hat, wurde dieses Ziel in den letzten beiden Jahren mit rund 7.000 MWp (2010) und rund 7.500 MWp (2011) weit übertroffen, auch wenn diese offiziellen Ausbauwerte noch angezweifelt werden können. Beispielsweise liefert die Datenauswertung der EnergyMap<sup>1)</sup> hier deutlich geringere Zubauzahlen.

### Vermittlungsausschuss angerufen

Im Anschluss an die vom Bundestag beschlossene Novellierung, legte der Bundesrat sein Veto ein: Zahlreiche Bundesländer, darunter auch einige aus Ostdeutschland mit Standorten großer Solarunternehmen, hatten Bedenken angemeldet und das Gesetzesvorhaben am 11. Mai in den Vermittlungsausschuss verwiesen. Auch CDU-geführte Bundesländer lehnen die Kürzung als überzogen ab. Zudem hat die Opposition seit der Wahl in Schleswig-Holstein eine Mehrheit im Vermittlungsausschuss. Dort müssen Vertreter aus Bundestag und Bundesrat nun nach einer Lösung, möglichst einem Kompromiss suchen. Insgesamt 16 Mitglieder aus dem Bundestag und 16 aus dem Bundesrat – jeweils nach Stärke der Fraktionen – sind hier gefordert. Weicht

der Beschluss des Vermittlungsausschusses von der Vorlage des Bundestages ab, so ist eine neue Beschlussfassung im Bundestag notwendig.

Die Novellierung selbst stand zum ersten mal am 14. Juni, zeitgleich mit der Intersolar Europe in München im Vermittlungsausschuss auf der Tagesordnung, eine Entscheidung fiel jedoch nicht. Bis zur kommenden Sitzung des Ausschusses am 27. Juni sollen nun Arbeitsgruppen die einzelnen strittigen Punkte besprechen und Lösungen suchen. Der neue Umweltminister Peter Altmeier hat in diesem Zusammenhang betont, noch vor der Sommerpause eine Einigung anzustreben.

### Kritikpunkte

Vom Bundesrat wurden folgende Bereiche der geplanten Novelle kritisiert:

Zum einen die defacto-Absenkung der Zubauzahlen der Photovoltaik, die mit der Novellierung geplant sind. So soll der Zubau aktuell halbiert und später von Jahr zu Jahr weiter reduziert werden – ein Ziel, das der Umsetzung der Energiewende entgegensteht. Es stehen jedoch nicht alle Bundesländer hinter der Korrektur dieser Werte – das ist ein zusätzliches Problem bei der Lösungsfindung.

Zweiter Kritikpunkt ist die vorgesehene massive Absenkung der Vergütungssätze, die aus Sicht des Bundesrates zu einer deutlichen Reduktion von Arbeitsplätzen in der Solarbranche führen wird. Ins Bild passen da die derzeitigen Insolvenzmeldungen zahlreicher deutscher Modulhersteller.

Weiterhin wird vom Rat das Marktintegrationsmodell kritisiert. Ob hier Änderungen durchgesetzt werden können, kann jedoch bezweifelt werden, vor allem, weil ein erklärtes Ziel der Regierung ist, dass sich die Solarstromerzeugung am Markt selbst durchsetzen soll. Die Regelung, dass PV-Betreiber zukünftig nur noch 80% (bei Anlagen bis 10 kWp) bzw. 90% (bei größeren Anlagen) nach EEG vergütet bekommen, kann hier als erster Schritt verstanden werden.

Zumindest bis zu einer Einigung im Vermittlungsausschuss besteht nun gro-

ße Unsicherheit in der Branche, da unklar ist, welche Randbedingungen für aktuell umzusetzende Anlagen gelten. Formal bedeutet die Vertagung: Nachdem die aktuelle EEG-Novellierung den Bundesrat nicht passiert hat, ist das Gesetz nicht beschlossen und ohne Verkündung im Bundesgesetzblatt auch nicht wirksam. Aber kann es – wie in der Gesetzesvorlage vorgesehen – rückwirkend zum 1.4. 2012 in Kraft gesetzt werden?

Das ist vor allem hinsichtlich der Höhe der Vergütungssätze, entscheidend für den Investor, aber auch z.B. für die finanzierende Bank, die sich meist die Einspeisevergütung als Sicherheit abtreten lassen. Aber welche Vergütungshöhe soll dafür aktuell angesetzt werden?

### Konsequenzen

Der Markt hat die Unsicherheit mit voller Wucht zu spüren bekommen; so sind die Zubauzahlen im April laut Bundesnetzagentur auf nur 359 MWp zurückgefallen.

Der Jurist Peter Nümann hat im Rahmen einer Intersolar-Veranstaltung bei einem Fachvortrag einige rechtliche Aspekte zur momentanen Situation erläutert: So ist normalerweise von einem Rückwirkungsverbot auszugehen, der von einem Gesetz betroffene soll grundsätzlich darauf vertrauen können, dass seine auf geltendes Recht gegründete Rechtsposition nicht durch eine zeitlich rückwirkende Änderung nachteilig verändert wird. Tangiert wird das aber auch noch von dem Begriff des Vertrauensschutzes (sogenannte unechte Rückwirkung). Für die aktuelle

EEG-Novelle ist davon auszugehen, dass die gesetzlich festgelegte Vergütung für bereits installierte Anlagen einen hohen, für noch zu errichtende PV-Anlagen jedoch nur einen geringen Vertrauensschutz genießt.

Wichtig in der Novellierung des EEG ist auch der neu gefasste Inbetriebnahmebegriff, der aktuell folgendermaßen im §3 des Gesetzesentwurfes enthalten ist:

„Im Sinne dieses Gesetzes ist...

5. „Inbetriebnahme“ die erstmalige Inbetriebsetzung des Generators der Anlage nach Herstellung der technischen Betriebsbereitschaft der Anlage, unabhängig davon, ob der Generator mit erneuerbaren Energien, Grubengas oder sonstigen Energieträgern in Betrieb gesetzt wurde; die technische Betriebsbereitschaft setzt voraus, dass die Anlage fest an dem für den dauerhaften Betrieb vorgesehenen Ort und dauerhaft mit dem für die Erzeugung von Wechselstrom erforderlichen Zubehör installiert wurde; der Austausch des Generators oder sonstiger technischer oder baulicher Teile nach der erstmaligen Inbetriebnahme führt nicht zu einer Änderung des Zeitpunktes der Inbetriebnahme, ...“

Das stellt eine Verschärfung des bisherigen Inbetriebnahmebegriffes dar. Zukünftig soll der bekannte „Glühlampentest“ an Solarmodulen nicht mehr als Inbetriebnahme gewertet werden.

Das bereits oben erwähnte Marktintegrationsmodell in der Gesetzesvorlage soll zukünftig nur noch für 80 bzw. 90% des erzeugten Solarstromes eine EEG-Vergütung anbieten. Die restliche Strommenge

soll zum Marktpreis vergütet werden. Da dieser Marktpreis derzeit bei ca. 5 Cent pro Kilowattstunde liegt, ist es sinnvoll, den nicht EEG-fähigen Solarstrom selbst zu verbrauchen, um damit (teureren) Einkauf von Strom zu vermeiden. Da gleichzeitig die bisherige Eigenverbrauchsregelung (zusätzliche Vergütung nach EEG für selbst genutzten PV-Strom) gestrichen werden soll, bedeutet das eine weitere, „versteckte“ Absenkung der Gesamtvergütung der PV-Anlage und damit auch ein Verschlechterung der Wirtschaftlichkeit.

Im Einfamilienhausbereich und bei kleinen Gewerbebetrieben wird die Eigenstromnutzung möglich sein, schwierig kann es jedoch bei größeren Anlagen werden, die z.B. auf landwirtschaftlichen Gebäuden oder Lagerhäusern installiert werden sollen. Dort stehen nur wenige Verbraucher im Gebäude bereit, um diese Strommengen aufzunehmen.

Auch wurden in der Vergangenheit viele Solarstromanlagen auf fremden Dächern aufgebaut, bei denen der Grundeigentümer nicht der PV-Anlagen-Besitzer war. Hierzu hat der DGS-Landesverband Franken ([www.dgs-franken.de](http://www.dgs-franken.de)) einige Lösungsmöglichkeiten entwickelt, die jedoch auch noch vor einigen kleinen Problemen in der Umsetzung (z.B. Zahlung von EEG-Umlage bei Eigenverbrauch durch Dritte) stehen.

Auf der Intersolar wurde auch deutlich, dass für einige international agierende Solarunternehmen die Entwicklung des EEG in Deutschland keine Bedeutung hat: So bieten zum Beispiel die Siemens AG und Gildemeister international Energieversorgungslösungen für die Industrie an, die auch Photovoltaik enthalten können. Betont wird von diesen Ausstellern, dass hier kein Renditeobjekt, sondern eine industrielle Problemlösung angeboten wird.

Doch das sind sicherlich Ausnahmen. Der Großteil der Branche – ob Hersteller oder Installateur – erwartet nun endlich die Entscheidung zum EEG, damit wieder, hoffentlich für eine längere Zeit, Planungssicherheit für die Solarstrombranche besteht.

1) Siehe direkt anschließenden Artikel in dieser Ausgabe



Bild: Sutter

Bild 2: Aufgrund der Unsicherheit werden derzeit kaum neue PV-Anlagen montiert

ZUM AUTOR:  
► Jörg Sutter

[sutter@dgs.de](mailto:sutter@dgs.de)

# 3 JAHRE ENERGYMAP.INFO

DIE ENERGIEWENDE IST SEIT VIELEN JAHREN IN VOLLEM GANG, DOCH WAHRE TRANSPARENZ ÜBER DIE ENTWICKLUNG GIBT ES AUCH HEUTE NOCH NICHT. GELTENDE GESETZE WERDEN FAKTISCH NICHT BEFOLGT.

Im August 2009 gab es den ersten Datenimport in die EnergyMap. Das Projekt sollte regionalen Akteuren eine Möglichkeit bieten, die Erfolge der örtlichen Energiewende im Stromnetz mit Zahlen bewerten zu können. Gleichzeitig sollte die vom Gesetzgeber gewünschte Transparenz bei der Zusammensetzung der EEG-Umlage hergestellt werden, da ein im Gesetz vorgesehenes, öffentliches Anlagenregister immer noch nicht in greifbarer Nähe war.

Über diese politischen und auch über einige der technischen Hintergründe unserer Webseite [www.energymap.info](http://www.energymap.info) hatten wir bereits in der SONNENENERGIE 05-2009 ausführlich berichtet. Doch nun, nach annähernd drei Jahren, gilt es eine kleine Zwischenbilanz zu ziehen.

## Transparenz wird immer wichtiger

Im Schnitt haben wir alle vier Monate eine Aktualisierung des Datenbestandes vorgenommen. Hierbei werden jedes Mal auf der Basis der jeweils aktuellen Meldedaten der vier Übertragungsnetzbetreiber, für rund 60.000 geographische Regionen gut 100 Millionen statistische Kennzahlen berechnet. Diese wiederum werden in Balkendiagrammen grafisch in mehreren Arten aufbereitet und gleichzeitig in von Computern lesbarer Form (CSV-Dateien) zur weiteren Auswertung kostenlos im Internet bereitgestellt.

Die Grafiken 1 bis 4 basieren auf dem Datenbestand vom 23.5.2012 und zeigen die jeweilige Auswertung für die gesamte

Bundesrepublik Deutschland. Sie dienen hier als exemplarische Beispiele für die verfügbaren Auswertungen. In den Erläuterungen zu den unteren Grafiken haben wir auch gleich auf einige der sichtbaren Phänomene bzw. Probleme hingewiesen.

Die turbulenten Novellen des Erneuerbaren Energien Gesetzes (EEG) in den Jahren 2011 und 2012 haben gezeigt, dass der im Gesetz verankerte Anspruch auf Transparenz immer wichtiger wird.

Zum einen wird in den Regionen sehr intensiv über die Vor- und Nachteile einer Energiewende diskutiert. Doch erst seit der EnergyMap sind auch für kleine Regionen (Landkreise, Gemeinden) individuelle Statistiken verfügbar.

Auf der Ebene der großen Politik ist Transparenz auf der Basis „unverzögerlicher EEG-Meldungen“ deshalb wichtig, weil sich die Erneuerbaren so erfreulich schnell entwickeln und damit aber auch die politische Debatte in immer kürzeren Zeitabschnitten auf die Tagesordnung kommt. Vor allem, wenn es bei Solarstromanlagen um die Frage der Kopplung der Vergütungszahlungen an den aktuellen Zubau geht, wird es immer wichtiger zu wissen, wie dieser Zubau wirklich aussieht. Probleme gibt es alleine vor diesem Hintergrund mehr als genug (siehe Kasten).

## Zahlreiche Nutzer

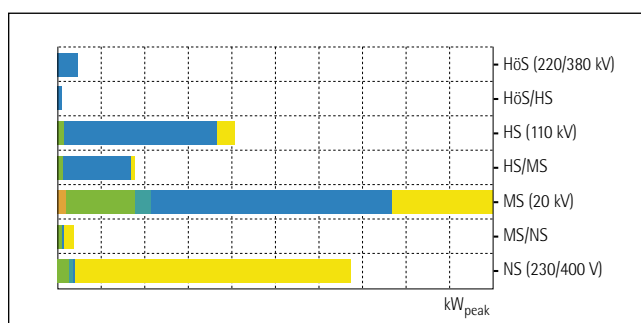
Alle Daten auf denen die EnergyMap aufbaut, als auch die daraus abgeleiteten Kennzahlen stehen zum kostenlosen

Download für jeden Bürger dieser Welt zur Verfügung. Wir verstehen das Angebot der EnergyMap auch als unseren Beitrag zur globalen OpenData Bewegung, die für mehr Transparenz in der modernen Demokratie sorgen will.

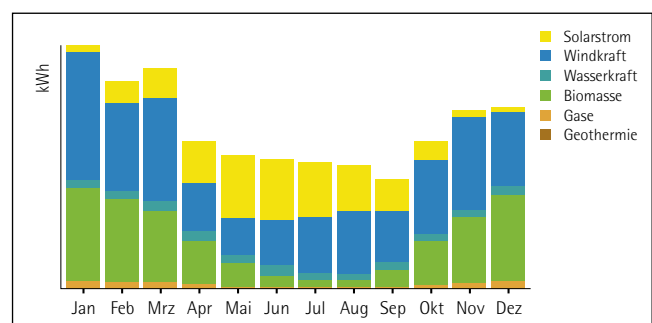
Die Zugriffszahlen auf die EnergyMap steigen auf jeden Fall ständig an. Zu den Nutzern zählen ...

- interessierte Bürgerinnen und Bürger, die sich z.B. in der Energiewendebatte vor Ort einbringen.
- Unternehmer und Planer, die z.B. EE-freundliche Gemeinden für zukünftige Projekte suchen.
- engagierte Bürgermeister und Klimaschutzbeauftragte von Kommunen.
- Mitarbeiter von Behörden, die z.B. an Klimaschutzfahrplänen oder in der Regionalplanung mitwirken.
- Berater aus Landwirtschaftsämtern, die z.B. ein regionales Monitoring zum Zubau von Biogasanlagen oder zur Optimierung der Abwärmenutzung durchführen.
- Studenten und Angestellte von Forschungseinrichtungen, die z.B. regionale Wirtschaftseffekte der Energiewende untersuchen oder Netzausbaupläne simulieren.

Auch aus dem europäischen Ausland und selbst aus Übersee erreichen uns Anfragen. Dort will man den Erfolg der Erneuerbaren in Deutschland studieren.



Grafik 1: Für jede Region liefert die EnergyMap eine Statistik über die Verteilung der örtlichen Erzeugungsleistung auf die jeweiligen Netzebenen. Hier, am Beispiel der Bundesrepublik, sieht man den Effekt einer dezentralen Energieerzeugung. Die meisten Anlagen hängen im Mittel- und Niederspannungsnetz.



Grafik 2: Seit Anfang 2012 versuchen wir auch den Energiemix einer Region im Jahresverlauf zu veranschaulichen. Die erzeugte Gesamtstrommenge wird dabei nach Standardprofilen den einzelnen Monaten zugeordnet. Für Biomasse wird dabei eine optimale Wärmenutzung unterstellt, die es heute jedoch meist nicht gibt.

## Faktische Intransparenz

Die sinnvollen Anwendungen der EEG-Meldedaten reichen weit über die Nachvollziehbarkeit der historischen EEG-Zahlungen hinaus. Es geht auch um die Prognose und Planung der zukünftigen Schritte einer Energiewende. Doch die bestehende Intransparenz ist weiterhin ein ernst zu nehmendes Hemmnis. Zu den größten Probleme zählen wir derzeit:

- Anlagen werden nicht unverzüglich gemeldet. Der Versatz liegt nicht selten bei gut 6 Monaten und mehr.
- Es gibt keine vollständigen Bewegungsdaten. Dies verhindert nicht nur die gesetzlich geforderte Nachvollziehbarkeit der EEG-Umlage. Die fehlenden Vergütungsschlüssel machen auch die Erkennung der Anlagenklassen nahezu unmöglich (Biogas mit oder ohne Gaseinspeisung? etc. pp.).
- Keine genauen Angaben zum Tag der Inbetriebnahme. Damit sind zukünftige Degressionsschritte bei Vergütungen nicht nachvollziehbar bzw. vorhersagbar.
- Es werden (vermutlich überall) nur die Netzanschlusspunkte veröffentlicht, aber nicht die gesetzlich geforderten Anlagenstandorte. Damit ist oft keine genaue regionale Zuordnung möglich und vor allem keine Überprüfung der Meldedaten durchführbar.

Eine noch detailliertere Aufstellung der Probleme ist auf der Webseite der EnergyMap verfügbar, da diese mit jeder Aktualisierung dokumentiert werden.

## Absurdistan

Eigentlich hätten wir erwartet, dass unsere Dokumentation der Intransparenz und der Missachtung von geltenden Gesetzen bei Bundes- und Landesregierungen als auch den zuständigen Behörden zu den notwendigen Schritten führen

würde, um diese Missstände abzustellen. Zugegeben ... wir waren da etwas naiv.

In den Ministerien ist man offenbar der Auffassung, dass die Daten „gut genug sind“. Ein Umweltminister erklärte uns z.B., dass er doch alle Daten hätte, die er braucht. Wer braucht da schon Gesetze?

Viele Mitarbeiter in den Universitäten sind über die Datenqualität genauso verwundert wie wir. Doch offiziell beschweren will sich niemand. Weil man von den Forschungsgeldern der Ministerien lebt? Wes' Brot ich ess', des' Lied ich sing?

Anders als wir es erwartet hätten richteten sich die Beschwerden sogar eher gegen uns. So wurden wir z.B. eines Verstoßes gegen das „SI-Einheitengesetz“ bezichtigt. Ungerechtfertigt, wie das Berliner Landesamt für Mess- und Eichwesen bestätigte.

Auch die Verletzung des Datenschutzes wurde uns mehrfach vorgeworfen. Ungerechtfertigt, wie z.B. das bayerische Landesamt für Datenschutzaufsicht feststellte. Schliesslich setzen wir mit der EnergyMap doch nur eine gesetzliche Transparenzforderung in die Praxis um.

Dass aber auch Netzbetreiber reichlich Spaß haben, zeigt sich nicht nur daran, dass diese unzählige Anlagen mit mehr als 8.760 Betriebsstunden melden (mehr Stunden hat ein Jahr aber gar nicht). Auch der Umstand, dass es für den morgigen Tag an der Leipziger Strombörse für den PV-Strom wieder eine „exakte“ Einspeiseprognose im 15 Minuten Takt geben wird, ist lustig. Denn die wissen ja faktisch gar nicht, wie viele Anlagen morgen am Netz hängen ... OK, plus minus 5 oder 10 Gigawatt.

Die haben Humor.

## ZUM AUTOR:

► Tomi Engel

leitet den DGS Fachausschuss Solare Mobilität

tomi@objectfarm.org

## Wo sind die 7,5 Gigawatt?

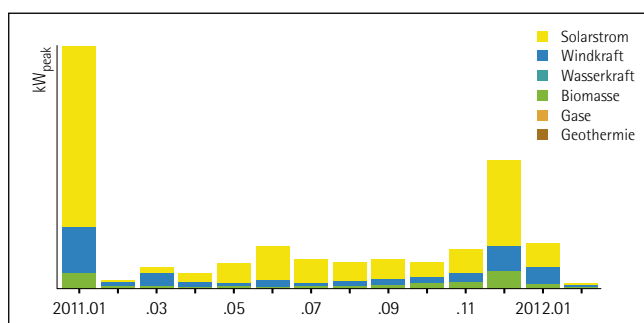
Eines der zentralen Themen unserer EnergyMap ist die Überprüfung der offiziellen Zubauzahlen.

Im Januar 2012 wurde von der Bundesnetzagentur für das Jahr 2011 ein Rekordzubau von 7,5 Gigawatt Solarstrom verkündet und prompt wurde die politische Debatte zur radikalen Bescheidung des PV-Marktes losgetreten. Doch weder die BNetzA noch unsere Bundestagsabgeordneten oder wir, die Bürger dieses Landes, können diese Zahl überprüfen, weil niemand wirklich „vor Ort“ bei den Anlagen war. Dennoch wurden die Angaben von der BNetzA im März noch Mal bestätigt.

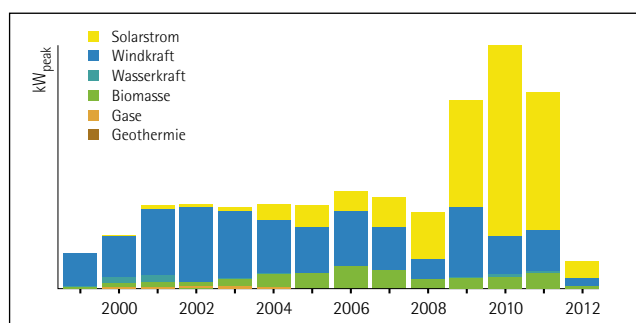
Bei unserer Überprüfung dieser Prognose konnten wir jedoch keine Bestätigung für diesen Zubau finden. In den offiziellen Standortregistern der Netzbetreiber waren Ende Februar 2012 für das Jahr 2011 weniger als 4,0 Gigawatt durch Standorte nachgewiesen. Als Begründung wurde gerne die Arbeitsüberlastung bei den Netzbetreibern genannt. Diese waren offensichtlich nicht in der Lage die Meldungen der Handwerker schnell genug abzutippen.

Doch leider waren auch in den Meldungen der Netzbetreiber von Mitte Mai 2012 nur 5,2 Gigawatt real nachgewiesen. Weitere 0,5 GW laufen offiziell unter der Überschrift „Fiktiv“ oder „Dummy“. Diese Anlagen kann es vielleicht wirklich geben, aber niemand kann derzeit genau sagen wo.

Das Problem ist, dass selbst heute, ein halbes Jahr nach dem Ende von 2011, noch immer niemand den angeblichen Rekordzubau der PV nachprüfen kann.



Grafik 3: Das Balkendiagramm des monatlichen Zubaus zeigt zwei Dinge: Der große Peak im Januar beruht darauf, dass viele Netzbetreiber die Veröffentlichung des genauen Inbetriebnahmedatums verweigern. Zweitens zeigt z.B. der Februar 2012, dass die „unverzügliche“ Meldung der Anlagen nicht eingehalten wird.



Grafik 4: Der jährliche Zubau seit 1999 lässt gut erkennen, dass die Solarstromtechnik seit 5 Jahren zur dominierenden Erneuerbaren Energietechnik geworden ist. Für 2008, 2010 und 2011 gilt dies nicht nur in Bezug auf die neue Leistung (kW) sondern auch auf die zusätzlich eingespeiste Energiemenge (kWh).

# POSTFOSSILE VISIONEN

## GEDANKEN ZUR MISERE DER SOLARTHERMIE UND WELCHE DENKE DIES ZU VERANTWORTEN HAT



Foto: Hüttmann

Solare Heizung mittels großer Speichervolumen statt Heizungsunterstützung

**W**arum befährt die Solarthermie nach wie vor Sackgassen, auf die das Publikum mehrheitlich abstinenter reagiert, die Solarwärmeerzeuger gewissermaßen abstrafft, und stattdessen „modernste Brennwerttechnik“ trotz steigender fossiler Brennstoffkosten bevorzugt? Eine Marktlage, die in krassem Gegensatz zu der der Photovoltaik steht. Dort ist ein massiver Zubau von Dachanlagen und Solarparks, trotz politischer Behinderungen durch die Bundesregierung, bislang nicht zu bremsen. Vordergründig mag eine Erklärung in den unterschiedlichen Regelungen für die Förderbedingungen zu finden sein. Bei genauerer Betrachtung fallen andere Unterschiede zwischen den ungleichen Solargeschwistern ins Auge. Photovoltaik genießt das Image, innovativ, leistungsfähig, zuverlässig und ertragreich zu sein. Laut einer Umfrage der Beratungsgesellschaft co2online zweifeln hingegen 83 Prozent der potenziellen Investoren an der Wirtschaftlichkeit solarthermischer Anlagen.

### Antiquierte Solarwärme – Progressiver Solarstrom

Nach neoliberaler Denke ist die EEG-geförderte Photovoltaik gut für Geldanlage, Rendite und Wirtschaftswachstum. Solarthermie hingegen hat etwas mit Einsparen, ja Reduzieren zu tun. Obgleich beide Solartechnologien Primärenergie einsparen, haftet das mickrige Einsparimage alleine der Solarthermie an. Sparen bringt kein Wachstum, im Gegenteil, es konterkariert Wachstum. Das ist schlecht

für das Bruttosozialprodukt. Eine Technologie, die im Energiesektor kein Wachstum generiert, genießt bei den marktaffinen Protagonisten kein Ansehen, verfügt über keine Perspektiven und wird deshalb weder groß beforscht noch gepusht. Wer spart, muss arm dran sein, wer Rendite mit einer PV-Anlage macht, steht in der gesellschaftlichen Werteskala höher. Auf dieser Ebene betrachtet passen geländegängige Allradfahrzeuge, die sogenannten SUVs und PV-Anlage besser zusammen als Photovoltaik und Solarthermie. Das Image, das daraus entspringt, hat weniger mit Klimabewusstsein zu tun. Es symbolisiert eher die Cleverness, sein Geld nicht bei den Lehmann-Brüdern verbrannt, sondern den Trend zum grünen Kapitalismus rechtzeitig erkannt zu haben. Da hat man sich den SUV doch redlich verdient.

Gleichzeitig muss man eingestehen, dass die Unterschiede zwischen Photovoltaik und Solarthermie nicht alleine ideologischer Natur sind. Sie haben tatsächlich mit der technischen Entwicklung bzw. deren Reife zu tun. Photovoltaik wird nicht nur als eigenständige regenerative Technologie wahrgenommen, sie ist es auch. Solarthermie ist entstanden als der kleinere Teil einer bivalenten Anlage (im Automobilbau nennt man dies Hybrid), bei welcher die fossile Komponente wie selbstverständlich dominiert hat und dies bis heute tut. Dem hat sich die Riege der Solarwärmeanlagenbauer bis heute unterworfen. Und dies spiegelt sich auch in der Zusammensetzung der Branche. Der klassische Heizungsbau auf Basis von Verbrennungstechnik dominiert noch immer die Entwickler solarthermischer Anlagen und Anlagenkonzepte. Technisch wie mental. Die vorherrschende Philosophie der solaren Heizungsunterstützung bei Solarthermie-Herstellern und führenden Forschungsinstituten sowie der Politik nimmt nicht die physikalischen Gegebenheiten zum Ausgangspunkt der Anschauung. Dass ein Quadratmeter Kollektorfläche das Zwei- bis Dreifache an Sonnenenergie im Vergleich zu einem gleichgroßen Solarstrommodul einführt, hat zu keinerlei Anspruchshaltung und Selbstbewusstsein bei den Solarwärme-Entwicklern geführt. Nach wie vor ist Sonnenwärme nur gut fürs warme Was-

ser, bei der Heizung darf man „unterstützend“ dabei sein. Kein Wunder, dass bei vielen Anlagenkonzepten der Brauchwasserspeicher und Pufferspeicher der technische Bezugspunkt ist und nicht ein Wärmemanagement, das die Solarwärme so direkt wie möglich an den Verbraucher bringt. Genauso logisch, dass Kurzzeitspeicher wie selbstverständlich zur heutigen „Standardanlage“ gehören. Langzeitspeicher, Saisonspeicher, Sonnenhaus – all das ist nur etwas für Exoten.

### Solarthermie als Zierwerk für überholte Technik

Ein Anspruch, aus dem Ghetto dieser verfestigten EZFH-Anlagenphilosophie<sup>1)</sup> auszubrechen, kann daraus nicht entstehen. Vor allem die großen Hersteller konventioneller Heizungssysteme haben keine Neigung, ihr hochprofitables Geschäft mit primitiven Kesseln „solar“ leiden zu lassen (oder es zu kannibalisieren). Stattdessen lässt sich – imagefördernd – fossile Uralttechnik mit einem grünen Mäntelchen aufpeppen und endlos weiter verkaufen. Wenn man vom VW-Käfer sagte, er läuft und läuft und läuft – was soll man da erst über die Öl- und Gaskessel der Viessmann und Co. sagen? Deren Stückzahlen lassen den VW-Käfer blass aussehen. Immerhin, das deutsche Volksauto hatte schon einen Kilometerzähler, bei fossilen Heizkesseln weis bis heute kein Mensch, was sie wirklich verbrauchen.

### Allianz der Regenerativen

Aus der Sackgasse der bivalenten Anlage mit fossiler Hauptkomponente Brenner (oder auch Fernwärme) führt erkennbar kein Weg zur singulären Solarwärmeanlage. Erst in den letzten Jahren hat sich mit der Entwicklung der Wärmepumpen (WP) die Perspektive zur rein regenerativen Kombianlage von WP, Solarwärme und Photovoltaik ergeben. Als stabile Barrieren wirken aber immer noch die zentrale Brauchwasserbevorratung mit Legionellenschutz, die zu hohen und für die Regenerativen unwirtschaftlichen Systemtemperaturen zwingen. Dies gilt auch für den Kurzzeitspeicher, der so lange als alternativlos dargestellt wird, bis thermochemische Speicher oder Phasenwechselmaterialien irgendwann einmal ausge-

forscht oder propagandistisch abgenudelt sind. Selbst kundenspezifische, modulare Kunststoffspeicher oder Erdspeicher, etwa auch für die Langzeitspeicherung im Bestand unterliegen einer Denksperre. Man könnte es auch als political incorrectness bezeichnen, wenn solche Überlegungen im Zusammenhang mit Wasser als Medium angestellt werden.

So bleibt es bei „Standardanlagen“ mit Amortisationszeiten jenseits von gut und böse, über welche die Sonne nur bittere Tränen vergießen kann. Es ist nicht erstaunlich, dass „die moderne Brennwerttechnik“ sich besser verkauft, als solarthermische Anlagen. In der Solargemeinde scheint das niemand laut aufsprechen zu wollen, dass neben Fernwärme aus KWK die Gasbrennwerttechnik der Umsatzkiller der Solarwärme geworden ist. Der hat man übrigens erfolgreich das Image „modern“, „innovativ“ und „wirtschaftlich“ verpasst. Wer auf die, sicher kommenden Preissteigerungen bei den fossilen Brennstoffkosten hofft, lügt sich am eigentlichen Problem vorbei. Die gegenwärtig installierte Brennwerttechnik wird für die nächsten zwei Jahrzehnte eher als Bollwerk wirken. Die Sonnenwärme trägt keine fossil basierte Bivalenz und braucht sie auch nicht.

Die ersten rein regenerativen Systemlösungen haben sich sowohl im EZFH-Bereich wie im Geschosswohnungsbau als Fortschritt erwiesen. Es gibt sie in ver-

schiedenen Kombinationen, von der Luft- oder Solewärmepumpe bis zum Sonnenhaus. Nicht nur ihre Solarerträge sehen besser aus, vor allem bei der Wirtschaftlichkeit markieren sie einen eindeutigen Fortschritt. Sie lassen die „Schallmauer“ von 300 kWh/a Solarertrag weit hinter sich. Die rein regenerativen Lösungen bedeuten im Kern, dass Erdwärme, Sonnenwärme und Sonnenstrom nicht konkurrieren, sondern sich ergänzen. Allein diese Erkenntnis bedeutet einen Ausbruch aus tradierten Denkmustern. Auch wenn einige Trautmäntler aus der PV-Branche meinen propagieren zu müssen, man könne die Wärmeversorgung unserer Gebäude recht bald und ausschließlich mit Solarstrom bewältigen. Zugleich muss man einräumen, dass dieser lange vernachlässigte Ansatz einer Allianz der Regenerativen noch ziemlich am Anfang steht. Das bedeutet einen großen Forschungsbedarf und erfordert Innovation und Kreativität, also das, was in Solardeutsch Lernkurve genannt wird. Die Systemtemperaturen an die Eigenschaften der Regenerativen anzupassen, etwa durch dezentrale Warmwassererzeugung mit Wohnungstationen oder die Regenerierung des Bodens rund um eine Erdsonde sind nur kleine Beispiele aus der Palette der F&E Fragen, die anstehen. Eine Allianz der Regenerativen für die Wärmeversorgung stellt andere Anforderungen an Entwickler und Systemhersteller. Es ist, um das

deutlich zu sagen, eine andere Schwerpunktsetzung auch bei der Forschung, als die sogenannte Speicherproblematik, bei der es um thermochemische Speicher oder PCM geht.

## Die Überwindung der fossilen Fesseln

Die technische Zusammenführung der Regenerativen ist keine Imagefrage, sie ist die zentrale Frage der Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der Wärmeversorgung. Imagebildend allerdings insofern, dass Energiesparen in der Wärmeversorgung nur dann als Fortschritt wahrgenommen wird, wenn es sich in deutlichen Zahlen ausdrückt und zweifelsfrei dokumentiert werden kann. Erst dann lässt sich aus neoliberalen Denkmustern ausbrechen. Wann macht sich die Erkenntnis breit, dass die Solartechnik nicht an Speicherproblemen mit Nachholbedarf auf der Forschungsebene leidet, sondern sich die Engstirnigkeit von der fossilen Konkurrenz immer noch vorschreiben lässt. Inklusive der dämlichen Behauptung, das Heizen mit der Sonne sei zu teuer.

1) EZFH = Ein-/Zweifamilienhäuser

### ZUM AUTOR:

► Klaus Oberzig

ist Wissenschaftsjournalist aus Berlin

oberzig@scienzz.com



## SBS 2000

Spül- und Befüllstation

Spülen und befüllen Sie Ihre Solaranlage einfach, schnell und sauber mit der SBS 2000!

**RESOL®**  
Regelungstechnik / Solarthermie

## Vielfach preisgekrönt!



*Für Qualität, Funktionalität, Bedienerfreundlichkeit und hochwertiges Design*

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

# BANZ-SPLITTER

## 22. SYMPOSIUM THERMISCHE SOLARENERGIE, KLOSTER BANZ

von Matthias Hüttmann



Foto: Hüttmann

Austria Solar hat den ersten solarbetriebenen Jahresbericht veröffentlicht und gleich stapelweise Preise eingeheimst. Stolz präsentierte Roger Hackstock, Geschäftsführer des Solarwärmeverbands Austria Solar, in einer Kaffeepause das Werk. Innerhalb der Klostergemäuer war auf dem Druckwerk noch nichts zu sehen. Blankes, reinweißes Papier erinnerte mehr an des Kaisers neue Kleider. Jedoch die Sonne brachte es an den Tag: Mit Hilfe eines speziellen Druckverfahrens aus den USA wurde ein äußerst beeindruckendes lichtempfindliches Produkt hergestellt.

Austria Solar hat seinen solarbetriebenen Jahresbericht mittlerweile bei den weltweit 30 wichtigsten Werbe- und Designpreisen eingereicht – mit Erfolg! Der Jahresbericht ist bereits mit 12 x Gold,

3 x Silber und 2 x Bronze ausgezeichnet worden: 3 x Gold + 1 x Best of Show in Design bei One Show, 3 x Gold bei den New York Festivals Worlds best Advertising Awards, 1 x Gold und 1 x Bronze bei den Annual Awards des Art Directors Club (ADC) New York, 1 x Nominierung und 2 x „in Book“ bei Design and Art Direction (D & AD) London, 2 x Gold und 2 x Silber bei Art Directors Club (ADC) Deutschland, 2 x Gold, 1 x Silber und 1 x Bronze bei den Clio Awards und 1 x Gold bei Golden Awards of Montreux.

Wenn die Solarbranche immer so erfolgreich wäre. Ein bisschen mehr Popularität könnte der Solarwärme sicherlich helfen. Während das Ziel der Österreicher „3 m<sup>2</sup> installierte Kollektorfläche pro Kopf“ verkündet, herrscht in Deutschland verhaltener Optimismus.

Betrachtet man sich die Diskussionen und Schwerpunkte technologischer Entwicklungen so hat man bisweilen den Eindruck die Suche nach dem Perpetuum Mobile wurde noch nicht ganz aufgegeben. Zumindest haften die Hoffnungen mehr an komplexen Entwicklungen und weniger an der Optimierung bestehender Systeme. Schlagworte dieser Tagung waren wieder mal PVT (photovoltaisch-thermische Hybridkollektoren), chemische Wärmespeicherung, die Kombination von Solarthermie mit der Wärmepumpe und aus aktuellem Anlass auch die solarstromversorgte Wärmepumpe als Solarthermie-Alternative.

Zum Glück erhielt aber auch das The-

ma „Solares Bauen und Erneuern mit hohen Solaren Deckungsgraden“ einen vergleichsweise großen Raum. Im Rahmen dieser Session gab es so manche Bemerkung zu hören, die zur Erheiterung der Zuhörer beitrug. Um den Gedanken des Perpetuum Mobile noch mal aufzugreifen: Bei seinem sehr kurzweiligen Vortrag erläuterte Georg Dasch prägnant seine Skepsis bezüglich der Erzeugung von Wärme über den „Umweg“ Licht-Photovoltaik-Wärmepumpe. Abgesehen von den jeweiligen Energieflüssen bzw. Umwandlungsverlusten stellte er fest – was hier als Innovation von Seiten der Solarstromindustrie verkauft wird – das kann ein gutes Fenster auch! Die Dar-

legung, dass große Solarspeicher viel zu viel an teuren Raum in Sonnenhäusern beanspruchen konterte er ebenso: Der Raumbedarf sonst notwendiger Dämmung benötigt, so seine Berechnungen, sogar mehr Volumen.

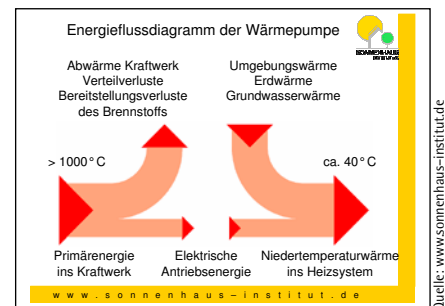


Foto: Markus Metz, DGS

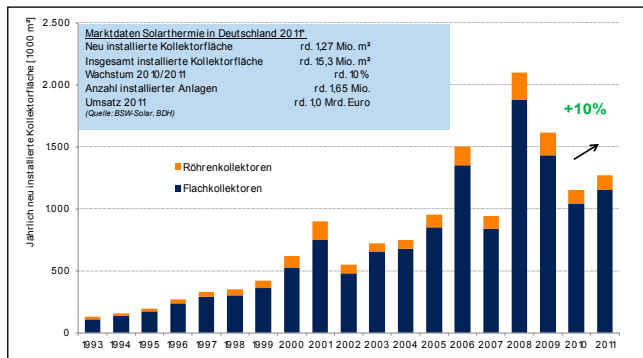
Es sind immer die gleichen Gesichter auf Kloster Banz: Das hervorragende OTTI-Team organisiert das Symposium gekonnt, mit viel Routine und Gelassenheit. Trotz der vielen Teilnehmer ist das Verhältnis sehr persönlich und herzlich.

Leider müssen die Erneuerbare-Energien-Tagungen von OTTI in Zukunft künftig ohne eine ihrer prägenden Persönlichkeiten auskommen. Auf der diesjährigen Veranstaltung wurde es verkündet: Eckardt Günther, langjähriger Bereichsleiter Erneuerbare Energien und

Management sowie stellvertretender Institutsleiter OTTI tritt zum 1. Juli 2012 (Erscheinungsdatum dieser SONNENENERGIE-Ausgabe) ab und geht in den Ruhestand.

Sein bereits eingelernter Nachfolger ist Bernd Porzelius, sein Titel: Abteilungsleiter Erneuerbare Energien.

Von dieser Seite möchten wir uns als DGS für die immer sehr angenehme Zusammenarbeit bedanken. Mach's gut Eckardt!



Grafik: Bundesverband Solarwirtschaft

Schon immer ein Thema und wahrscheinlich auch in Zukunft nicht zu vermeiden: Die Förderung, der Tropf an dem die Solarbranche vermeintlich hängt. Dieses Jahr war aufgrund kleiner Zuwachszahlen die Stimmung ein wenig aufgeheitert. Vielleicht macht sich in der Branche aber auch schon ein wenig Fatalismus breit. Von den eigenen Wachstumszielen ist man zumindest weit entfernt, man gibt sich schon mit kleinen Erfolgen zufrieden. Taurige Mienen gab es deshalb aber keine.

Ein wenig Lamento gibt es beim BSW aber durchaus. Der Förderstopp Anno 2010 hängt, so Jörg Mayer, immer noch nach. Eine seiner Thesen: Handwerker bieten aus Angst Anlagen ohne Förderung an, besser der Kunde erwartet gar keine staatliche Unterstützung. Auch Dr. Karin Freier vom BMU klang wenig optimistisch. Aufgrund der Umwälzungen innerhalb der Ministerien (Norbert Röttgen befand sich zu der Zeit noch auf Wahlkampf tour durch NRW) hielt Sie es für unwahrscheinlich das in dieser Legislaturperiode noch etwas passiert. Ihr Fazit: „Der Wärmemarkt hat einen Wettbewerbsnachteil, da wird sich auch die nächsten Jahre nichts ändern“. Als Ansporn gab sie jedoch zu Bedenken: „Die Solarthermie muss ihre Chancen wahrnehmen“. Das klingt fast schon nach dem alten Sponti-Spruch: Du hast keine Chance – nutze sie! Nun so dramatisch sollte man das Ganze natürlich nicht sehen, aber einen Hauch von Sackgasse ist schon hier und dort zu spüren. So merkte Helmut Jäger (Solvis, BSW) an: „Die verschiedenen Fördermodelle (KfW, EnEV, EEWärmeG und MAP) lenken voneinander ab“.

Der geplante stufenweise Übergang zur ertragsabhängigen Förderung könnte ein Weg sein. Einem Steuerabschreibungsmodell werden leider weniger Chancen eingeräumt, denn so Freier: „Da kommen wir nicht am Finanzamt vorbei“.



Foto: Hürtmann

Die Klosteratmosphäre gilt als legendär. Es soll sogar Leute geben, die schon seit Jahren an den Tagungen in Banz teilnehmen, jedoch noch keinen einzigen Vortrag außer der Begrüßungsansprache und dem Festvortrag gehört haben. Aber das ist natürlich ein Gerücht und völlig aus der Luft gegriffen. Würde man sich nicht so sehr für die Fachbeiträge und das „Networking“ bzw. den Austausch unter Fachkollegen interessieren, wäre das aber sicherlich eine denkbare Möglichkeit. Es gibt auch Teilnehmer die sich über die Musik der Gonzos nicht erfreuen, aber auch das ist bei einem leckeren Pils (nicht Pils!) zu ertragen.

# NEU

# HITZEBESTÄNDIG BIS 220 °C

## ARMAFLEX DUOSOLAR 220 – PLUG & PLAY FÜR VAKUUMRÖHRENKOLLEKTOREN



Die flexible Armacell-Lösung:  
Vor- und Rücklauf mit integrierter Fühlerleitung als perfekte Einheit – vorisoliert mit UV-beständiger Armaflex-Dämmung und zeitsparend montiert mit den metallisch dichtenden Schnellkupplungen.  
Schnell. Zuverlässig. Langlebig.

**Install it. Trust it.**



## Armaflex® DuoSolar 220

**armacell**

Tel.: +49 25 17 60 30  
info.de@armacell.com

Armaflex.com

# FAQ'S DER SOLARTECHNIK

## TEIL 3 – SOLARTHERMIE (2)

Die ersten beiden Teile der FAQ-Serie beschäftigten sich mit typischen grundlegenden Fragestellungen zur Solarthermie und Photovoltaik. In dieser Folge, der zweiten aus dem Bereich Solarwärme behandeln wir erweiterte Themen. Auch hier gilt, dass bei vielen Fragestellungen die Antwort eigentlich „Es kommt darauf an!“ lauten müsste. Wenn wir dennoch an der einen oder anderen Stelle konkrete Zahlenwerte genannt haben, so sollen diese nur beispielhaft Größenordnungen aufzeigen, sie besitzen keinesfalls Allgemeingültigkeit.

### 1. Wie hoch ist der Wartungsaufwand einer thermischen Solaranlage?

DGS: Thermische Solaranlagen sollten einmal jährlich einer Wartung unterzogen werden. Hierbei werden neben einer Sichtprüfung der Kollektoren und der Wärmedämmung im Wesentlichen die Reglereinstellungen sowie der Frost- und Korrosionsschutz der Solarflüssigkeit überprüft. Ist ein Wärmemengenzähler installiert, besteht darüber hinaus die Möglichkeit, den Solarertrag zu erfassen und zu bewerten. (Typische Werte des spezifischen Jahresertrags für Anlagen zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung mit Flach- bzw. Vakuum-Röhrenkollektoren sind in Heft 2/2012 auf den Seiten 28/29 nachzulesen).

### 2. Wie hoch ist die zu erwartende jährliche Energieeinsparung durch eine Kombianlage?

DGS: Grundsätzlich gilt: je mehr Energie verbraucht wird, umso mehr Energie kann eingespart werden. Die Höhe der Einsparung ist daher in erster Linie abhängig vom Wärmeschutz des Gebäudes. Je nach Anlagengröße können im Bestand 10 bis 20%, im Neubau (ENEV 2009, NEH, KfW55) durchaus 40% eingespart werden (s. Bild 1). Deutlich höhere solare Deckungsanteile (80% und mehr) lassen sich nur mit Hilfe des Sonnenhaus-Konzeptes realisieren, indem die sommerliche Sonnenenergie saisonal gespeichert und dem sehr gut gedämmten Gebäude (z.B. Passivhaus) in den Wintermonaten für die Heizung und das Warmwasser zur Verfügung gestellt wird.

### 3. Welche ökologische Amortisationszeit hat eine thermische Solaranlage?

DGS: Die ökologische oder energeti-

sche Amortisationszeit beschreibt den Zeitraum, innerhalb dessen die Energie, welche für die Herstellung einer Anlage aufgebracht wurde, durch die Solaranlage selbst erzeugt wurde. Gegenwärtig liegen die typischen energetischen Amortisationszeiten bei Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung bei 1,3 bis 2,3 Jahren, bei solaren Kombianlagen zwischen 2,0 und 4,3 Jahren. Dies bedeutet, dass eine thermische Solaranlage innerhalb der erwarteten Lebensdauer ca. 10 mal mehr Energie erzeugt, als für die Herstellung notwendig ist. Damit ist eine thermische Solaranlage ein echter Gewinn für die Umwelt.

### 4. Ist es empfehlenswert, die transparente Abdeckung eines Kollektors regelmäßig zu reinigen?

DGS: Aufgrund von Langzeiterfahrungen kann gesagt werden, dass in Gebieten ohne starke Verschmutzung durch Industrie die Glasabdeckung von Kollektoren durch Regenschauer von Zeit zu Zeit ausreichend gereinigt werden (Selbstreinigungseffekt). Schnee muss in keinem Fall von Kollektoren entfernt werden, zumal die Sonneneinstrahlung im Winterhalbjahr nur  $\frac{1}{4}$  der Jahressumme beträgt und die Ertragseinbußen durch Schnee an den wenigen Tagen des Winterhalbjahrs eine Schneebeseitigung nicht rechtfertigt.

### 5. Worauf ist in Bezug auf die Rücklaufanhebung bei der Einbindung einer heizungsunterstützenden Anlage zu achten?

DGS: Rücklaufanhebungen des Heizkreises sind häufig anzutreffende Verschaltungen bei der Anbindung eines Heizkreises an den Kombispeicher einer thermischen Solaranlage. Hierbei wird der Rücklauf des Heizkreises über ein Drei-Wege-Ventil immer dann durch den Speicher geführt, wenn die Speicherwassertemperatur eine Erhöhung des Heizkreisrücklaufs ermöglicht. Ist dies nicht der Fall, wird der Rücklauf durch den Heizkessel zur Nachheizung geführt. Diese Verschaltung birgt den Nachteil, dass der Heizkessel relativ häufig anspringt (Takten). Empfehlung: Insbesondere im Fall von Niedertemperaturheizungen sollte der Heizkreisrücklauf vorteilhafter ausschließlich über den Speicher geführt werden (Pufferbereich) und der Heizkessel ausschließlich den Speicher nachheizen (Bereitschaftsbereich).

### 6. Wie hoch ist der Stromverbrauch einer thermischen Solaranlage durch Regelung und Pumpen?

DGS: Die Stromaufnahmeleistung einer Standard-Solarregelung liegt im Bereich von wenigen Watt, so dass von einem jährlichen Stromverbrauch von ca. 18 kWh ( $2 \text{ Watt} \times 24 \text{ h} \times 365 = 17.520 \text{ Wh}$ ) auszugehen ist. Effiziente Solarkreisumpen haben eine Stromaufnahme von ca. 10 Watt, damit einen jährlichen Stromverbrauch von ca. 17 kWh (bei einer Laufzeit von ca. 1.700 Stunden pro Jahr). Damit summiert sich der Stromverbrauch auf ca. 35 kWh jährlich. Im Vergleich zum Solarertrag von ca. 3.500 kWh ( $12 \text{ m}^2 \times 250$

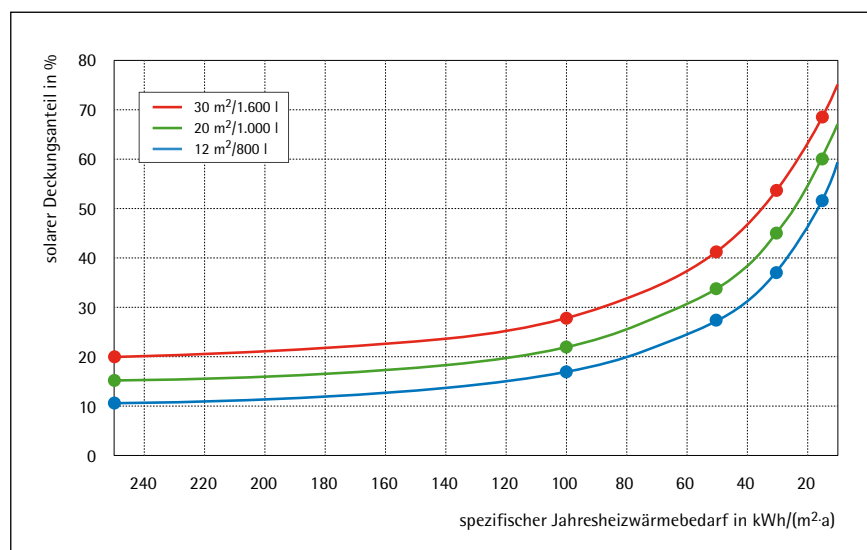
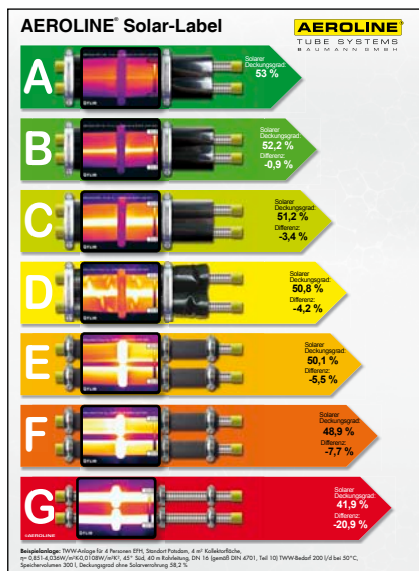


Bild 1: Solarer Deckungsanteil in Abhängigkeit von Anlagengröße und Wärmebedarf



**Bild 2: Güte der Wärmedämmung und solarer Deckungsgrad**

kWh/m<sup>2</sup>Jahr / 0,85 <sup>1)</sup>) ergibt sich damit eine Jahresarbeitszahl von 100. Im Vergleich: eine Wärmepumpe erreicht Jahreszahlen in Höhe von 2–5.

7. Welche Wärmeverluste können unzureichend gedämmte Rohrleitungen aufweisen?

DGS: Die Wärmeverluste ungedämmter Rohre können – je nach Fluidtemperatur und Länge des ungedämmten Bereichs – durchaus dem jährlichen Energieertrag eines oder mehrerer Quadratmeter Flachkollektor entsprechen. Bild 2 zeigt den Einfluss einer stufenweise verbesserten Wärmedämmung auf die Oberflächentemperatur des Rohrabschnitts bzw. die damit verbundenen Wärmeverluste und in Folge den solaren Deckungsanteil.

8. Welche Ursache könnte es haben, wenn der Solarspeicher im Sommer über Nacht relativ hohe Wärmeverluste aufweist?

**DGS:** Eine Abkühlung des Speicherwassers um ca. 5 K (5°C) ohne Warmwasserentnahme innerhalb von 12 Stunden ist normal. Ist die Abkühlung größer als 10 K können unterschiedliche Mängel hierfür die Ursache sein:

- eine unzureichende Wärmedämmung (nicht eng anliegend, lückenhaft),
- ungünstig geführte Speicheranschlüsse (horizontal, kein Siphon),
- fehlende oder defekte Schwerkraftbremse(n),
- durchlaufende Zirkulationspumpe.

Verluste durch die Zirkulationsanbindung sollten durch Zeitschaltuhr- oder Drucktastergesteuerte Laufzeiten vermieden werden.

9. Welche finanzielle Förderung kann ich derzeit erwarten?

**DGS:** Im Rahmen des Marktanreizprogramms werden im Bestand Thermische Solaranlagen zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung bis zu 40 m<sup>2</sup> Kollektorfläche durch das Bafa ([www.bafa.de](http://www.bafa.de)) gefördert (90 €/m<sup>2</sup> Kollektorfläche). Wird gleichzeitig der Heizkessel modernisiert, wird ein Kesselbonus gezahlt (500 €). Größere Kollektorflächen (hier auch allein zur Warmwasserbereitung) können über das KfW-Programm Premium einen Tilgungszuschuss bis zu 30% erhalten. Neben dieser staatlichen Förderung können im Einzelfall regionale Programme in Anspruch genommen werden.

- Allgemein: [www.solarfoerderung.de](http://www.solarfoerderung.de),  
[www.solarcontact.de](http://www.solarcontact.de)
- BAFA: [www.bafa.de](http://www.bafa.de)
- KfW: [www.kfw.de/kfw/de/Inlandsfoerderung/Programmuebersicht/Erneuerbare\\_Energien\\_-\\_Premium/index.jsp](http://www.kfw.de/kfw/de/Inlandsfoerderung/Programmuebersicht/Erneuerbare_Energien_-_Premium/index.jsp)

10. Woran kann ich erkennen, ob meine Solaranlage gut arbeitet?

**DGS:** Die komfortabelste und sicherste Methode ist die Erfassung des Solarkreisstrags mit Hilfe eines Wärmemengenzählers, der den aktuellen Volumenstrom und die Temperaturen am Vor- und Rücklauf vor dem Solarkreiswärmeübertrager erfasst. Ist kein Wärmemengenzähler vorhanden, kann die Anzeige des Vor- und Rücklaufthermometers einen Grobcheck ermöglichen: Je nach Volumenstrom im Solarkreis sollte bei Sonneneinstrahlung im Laufe des Vormittags der Unterschied zwischen Vor- und Rücklauftemperatur folgende Werte aufweisen:

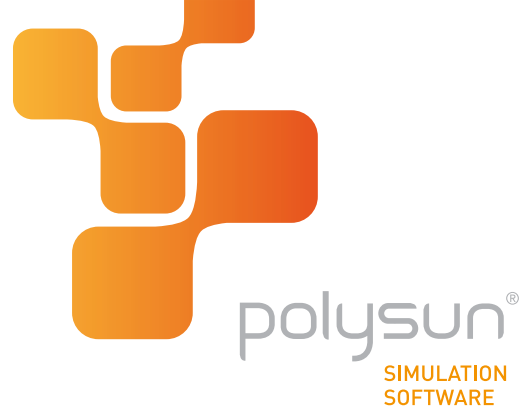
- High-Flow-Anlagen (ca. 40 Liter/m<sup>2</sup> Kollektorfläche und Stunde; mit diesem Volumenstrom arbeiten die meisten Anlagen im Ein-/und Zweifamilienhausbereich): ca. 10 K
- Low-Flow-Anlagen (Volumenstrom ca. 15 Liter/m<sup>2</sup> Stunde – diese Volumenströme sind eher im Großanlagenbereich üblich): ca. 20 K liegen.

Die genannten Temperaturunterschiede verringern sich dann im Laufe des Tages durch die zunehmende thermische Belastung des Speichers.

1) Kesselnutzungsgrad 0,85

## ZUM AUTOR:

► *Dipl.-Met. Bernhard Weyres-Borchert*  
DGS LV Hamburg/Schleswig-Holstein e.V.  
weyres-borchert@dgs.de

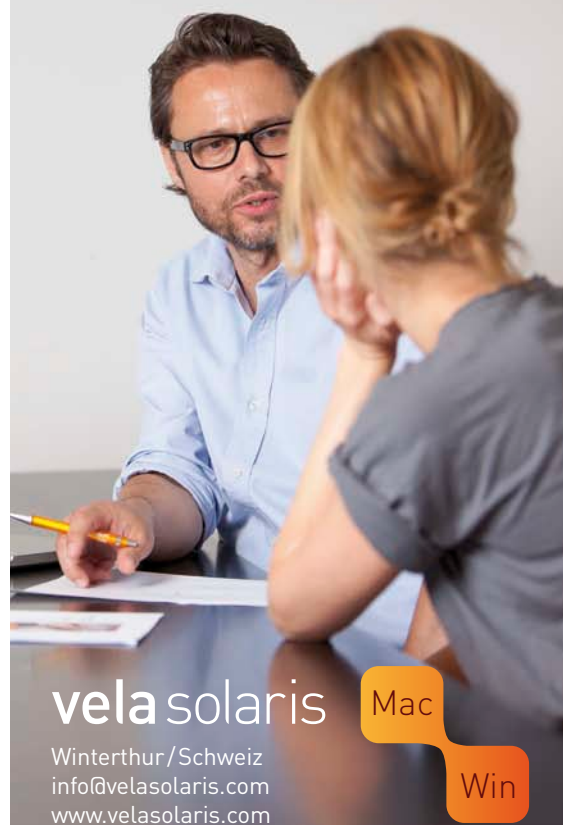


## Erfolgreich Solaranlagen planen & verkaufen

## Berechnung von Solaranlagen mit der Software Polysun

- Überzeugen Sie Ihre Kunden mit der idealen Auslegung
- Einfaches und schnelles Erstellen von Angebotsvarianten
- Exakte Abbildung der Hydraulik im Baukastenprinzip
- Beliebige Kombination von Solarthermie, PV, Wärmepumpen und Kühlung möglich

**Kostenlose Demoversion**  
**[www.velasolaris.com](http://www.velasolaris.com)**



Winterthur / Schweiz  
info@velasolaris.com  
www.velasolaris.com

# ALEA IACTA EST ...

## MCKINSEY'S WÜRFEL SIND GEFALLEN – ENERGIEWENDE GESCHEITERT

Die stark zunehmende Anzahl an Studien und Veranstaltungen über die zukünftige Energieversorgung zeigt, wie wichtig dieses elementare Thema für die Politik, für Privatpersonen und vor allem auch für Unternehmen geworden ist. Die „green economy“ ist nicht mehr Wunschenken einiger Öko-Aktivisten, sondern als große Chance der Industrie erkannt worden. Und so lassen sich Meldungen über hohe Energiepreissteigerungen in den nächsten Jahren natürlich auch optimal ins Marketingkonzept einbinden. In zahlreichen Studien von Forschungseinrichtungen und Unternehmensberatungen können wir nachlesen, wie es um unsere Energieversorgungssicherheit und die Kosten hierfür bestellt ist. Je nach Auftraggeber, politischer Einstellung und Motivation kommen hier allerdings durchaus unterschiedliche Ergebnisse heraus. Nur in einem Punkt sind sich alle einig: die Energiewende gelingt nur, wenn wir deutlich effizienter mit Energie umgehen und es schaffen, Erneuerbare Energien nicht nur zu installieren, sondern auch zu integrieren.

Eine Frage stellt sich dem neutralen Betrachter: Wie verlässlich und aussagekräftig sind solche Studien und Energieszenarien? Überlegungen hierzu finden Sie in diesem Artikel.

### McKinsey-Studie: Kosten der Energiewende steigen bis 2020 um 60 Prozent

„Deutschland ist und bleibt weltweit führend beim Thema Treibhausgas-Reduzierung“, sagte Anja Hartmann, McKinsey-Partnerin und Co-Autorin der Studie „Die Energiewende in Deutschland – Anspruch, Wirklichkeit und Perspektiven“ im Rahmen der Vorstellung vor Journalisten. „Energiewende: McKinsey prophezeit Kostenexplosion beim Ökostrom“ titelte daraufhin der Spiegel. Die Kernaussagen der Studie sind:

1. Bei heute absehbaren Rahmenbedingungen und einem Wirtschaftswachstum von 1,6% resultiert die Energiewende bis 2020 in einer Reduzierung der Treibhausgasemissionen in Deutschland um 31% im Vergleich zu 1990 – das Klimaziel der Bundesregierung (40%) wird also nicht erreicht!

2. Alle Sektoren tragen zur Reduzierung bei; besonders wichtig sind jedoch das Erreichen der Effizienzpotenziale und der Ausbau von Erneuerbaren Energien – bei einer verringerten Umsetzung der Potenziale würden die Treibhausgasemissionen bis 2020 sogar nur auf dem Niveau des Jahres 2010 verbleiben (–24% im Vergleich zu 1990).
3. Die Abhängigkeit Deutschlands von Importen fossiler Brennstoffe sinkt bis 2020 um 21%, die Versorgungssicherheit ist jedoch zunehmend durch das Risiko steigender Brennstoffpreise und durch die Belastung des Stromnetzes gefährdet.
4. Die Kosten der Energiewende (Ausbau Erneuerbare und Netze) steigen bis 2020 um 60% gegenüber 2010.
5. Ein Großteil dieser Kosten wird über den Strompreis von Haushalten, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen sowie der weniger energieintensiven Industrie getragen.
6. Die Wettbewerbsfähigkeit der energieintensiven Industrie in Deutschland ist bereits heute aufgrund von Nachteilen in der Kostenstruktur unter Druck; die heute absehbaren Auswirkungen der Energiewende auf die energieintensive Industrie sind noch begrenzt; eine Belastung darüber hinaus wäre wirtschaftlich nicht tragbar.
7. Weitere Maßnahmen zur Senkung der Treibhausgasemissionen sollten auf die Umsetzung von Potenzialen mit geringen Vermeidungskosten und hoher lokaler Wertschöpfung abzielen, insbesondere auf Energieeffizienz und den kosteneffizienten Ausbau Erneuerbarer Energien.
8. Zum Erreichen der Klimaziele nach 2020 muss sich die Rate der jährlichen Treibhausgasminderung um den Faktor 3 erhöhen – hierfür notwendige Innovationen müssen ohne weitere Verzögerungen auf den Weg gebracht werden.

Grundsätzlich hören sich die Ergebnisse der Studie vernünftig an. Letztes Jahr wurde allerdings bereits über 600.000 Haushalten der Strom abgestellt, und der gemeine Bürger fragt sich jetzt: Kann ich auch in ein paar Jahren meine Strom- und

Gasrechnung noch bezahlen? Bekomme ich dann überhaupt noch regelmäßig Strom? Und sind die Erneuerbaren der Grund für die enormen Kostensteigerungen?

### Hintergründe und Bewertung der Studie

Bereits 2007 erstellte McKinsey im Auftrag des BDI eine Studie zur Vermeidung von Treibhausgasen. Als erstes Land der Welt verfügte Deutschland damals mit dieser Studie über eine umfassende und objektive, auf einer einheitlichen Methodik basierenden Bewertung von mehreren hundert Einzelmaßnahmen zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen in allen Bereichen der Gesellschaft. Eigentlich war dies eine sehr sinnvolle und gut recherchierte Studie, aber warum eine renommierte Unternehmensberatung als Grundlage einen Ölpreis von im Schnitt rund 60 US\$ pro Barrel als Basis ihrer wirtschaftlichen Betrachtungen für die nächsten Jahrzehnte annahm, darüber staunten nicht nur die Experten. Der Ölpreis hatte schon damals gerade die 100 US\$-Marke pro Barrel überschritten<sup>1)</sup>.

Eine Kernaussage aus dieser Studie war ebenfalls, dass das CO<sub>2</sub>-Einparpotential Deutschlands bei 31% unter den in Bild 1 gezeigten makroökonomischen Grundannahmen liegt.

### Grundannahme: Ölpreis bei 66 US\$ pro Barrel?

Inzwischen sind fünf Jahre vergangen, und die neue McKinsey Studie kommt praktisch zu dem gleichen Ergebnis. Man sieht darin zwar zumindest aktuelle Energiepreise, über zukünftige Preise sagt die Studie im Vergleich zu 2007 allerdings nichts aus. Es sind Ergebnisse unter heute absehbaren Rahmenbedingungen – bei den sektorübergreifenden Grundannahmen 2007 waren dies im Höchstpreisszenario für 2020 66 US\$ pro Barrel Öl.

Das Öko-Institut sieht das anders. Es hat gerade zusammen mit dem Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) und dem Chefaufseher der Energiewende, Hans-Joachim Ziesing, für die Bundesregierung sehr detailliert berechnet, dass Deutschland auch auf mindestens 34 Prozent kommen könnte. Stoppt die Politik erfolgreich den Preisverfall im EU-Emissionshandel, und

## Sektorübergreifende Grundannahmen

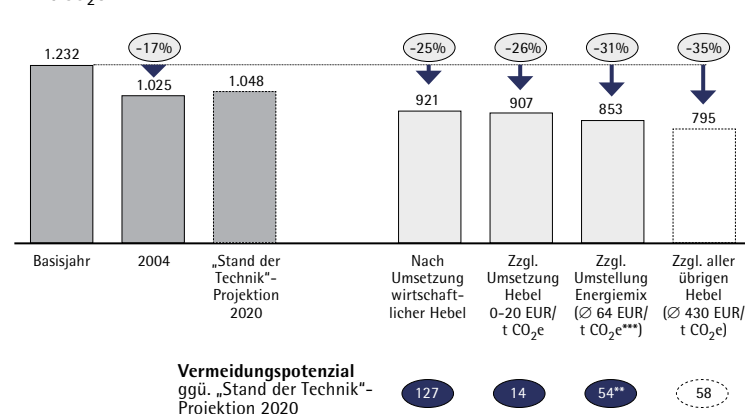
|                            |                                   | Annahmen |      |      | Quelle                           |
|----------------------------|-----------------------------------|----------|------|------|----------------------------------|
|                            |                                   | 2010     | 2020 | 2030 |                                  |
| Allgemeine Grundannahmen   | • Jährliches Wachstum BIP         | 1,6%     | 1,6% | 1,6% | Global Insight                   |
|                            | • Bevölkerungsentwicklung in Mio. | 82,0     | 80,7 | 78,5 | DESTATIS                         |
|                            | • Diskontierungsraten (real)      |          |      |      |                                  |
|                            | - Energiesektor                   | 7%       | 7%   | 7%   | Arbeitsgruppen                   |
|                            | - Industriesektor                 | 9,5%     | 9,5% | 9,5% |                                  |
|                            | - Gewerbe                         | 9%       | 9%   | 9%   |                                  |
|                            | - Privatpersonen                  | 4%       | 4%   | 4%   |                                  |
| Energiepreise, real (2005) | • Rohöl in USD pro Barrel*        | 57       | 52   | 59   | Annual Energy Outlook 2007 (EIA) |
|                            | - Hochpreisszenario               | 63       | 66   | 75   | EWI/EEFA**                       |
|                            | • Steinkohle in EUR/MWh           | 7,2      | 7,6  | 8,1  | EWI/EEFA**                       |
|                            | • Braunkohle in EUR/MWh           | 4,3      | 4,3  | 4,3  | EWI/EEFA**                       |
|                            | • Erdgas*** in EUR/MWh            | 20,1     | 18,8 | 20,3 | EWI/EEFA**                       |
|                            | - Hochpreisszenario               | 22,0     | 23,0 | 25,0 | EWI/EEFA**                       |

\* Umrechnung: 1 EUR = 1,2 USD; \*\* Energiewirtschaftliches Gesamtkonzept 2030; \*\*\* Frei Kraftwerk; berechnet auf Basis EIA Ölpreis

Quelle: Studie „Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland“ von McKinsey & Company, Inc. im Auftrag von „BDI initiativ – Wirtschaft für Klimaschutz“

Bild 1: Mc Kinsey Studie 2007: Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland, S. 67

### Reduzierung Treibhausgasemissionen – Deutschland 2020\* in Mt CO<sub>2</sub>e



\* Bei Beibehaltung Kernkraftausstieg

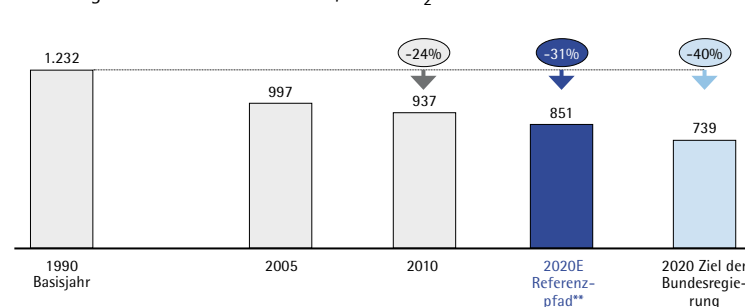
\*\* Inklusive 6 MtCO<sub>2</sub>e aus CCS-Pilotprojekten in der Stromerzeugung

\*\*\* Stromerzeugung: Ø 32 EUR/tCO<sub>2</sub>e; Biokraftstoffe: Ø 175 EUR/tCO<sub>2</sub>e; beides unter Berücksichtigung jeweils geltender Fördersätze, Steuern und Zölle

Quelle: Studie „Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland“ von McKinsey & Company, Inc. im Auftrag von „BDI initiativ – Wirtschaft für Klimaschutz“

Bild 2: McKinsey Studie 2007: realistisches Einsparpotential 31% bei einem Ölpreis von 52–66 US\$

### Unter den aktuell abschabaren Rahmenbedingungen sinken die Treibhausgasemissionen in Deutschland bis 2020 um 31% im Vergleich zu 1990 Treibhausgasemissionen Deutschland\*, in Mt CO<sub>2</sub>e



\* Ohne Emissionen und Senken im Bereich Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft

\*\* Referenzpfad definiert als heute erwartete Entwicklung auf Basis der aktuellen Rahmenbedingungen, eines Wirtschaftswachstums von 1,6% p.a. und der übergeordneten EU-Ziele

Quelle: UBA; McKinsey

Bild 3: Ergebnis aktuelle Studie 2012: CO<sub>2</sub> Einsparung in Deutschland liegt bei maximal 31%

ist man ehrgeiziger beim Energiesparen und im Verkehrssektor, dann sind die 40 Prozent immer noch zu schaffen. Nun sind Ergebnisse von Studien, Prognosen und Szenarien sicher differenziert zu betrachten. Die Empfehlung nicht nur von Professoren „Traue keiner Studie, die du nicht selber gefälscht hast“, kommt den meisten wohl bekannt vor.

### Merit Order Effekt nicht berücksichtigt

Leider fehlt ein weiterer Punkt in der McKinsey Studie komplett: Die Diskussion des Merit-Order-Effekts. Dieser besagt, dass die Erneuerbaren Energien an der Börse strompreissenkend wirken. Schließlich speisen zu manchen Zeiten (vor allem in der stromintensiven Mittagszeit) Windräder und Photovoltaikanlagen so viel Ökostrom ein, dass sich zeitweilig sogar negative Strompreise ergeben. Diese nutzen u. a. die Großabnehmer der energieintensiven Industrie, die die Großhandelspreise zahlen. Diese profitieren zudem auch durch Ausnahmeregelungen bei den Netzentgelten und bei der EEG-Umlage<sup>2)</sup>. Vergangenen Herbst bezifferte eine Studie im Auftrag des Bundesumweltministeriums die Einsparung durch den Merit-Order-Effekt auf rechnerische 2,8 Milliarden €. Unter Umständen hat der Merit-Order-Effekt keine großen Auswirkungen, berücksichtigt man den zusätzlichen Verschleiß von konventionellen Gas- und Kohlekraftwerken, die öfter an- und abgeschaltet werden würden. Es steht außer Frage, dass schnellreagierende Kraftwerke gerade in Zukunft verstärkt gebraucht werden, um die Netzstabilität zu gewährleisten. Eine Kostenangabe oder wenigstens Erwähnung dieser Problematik gehört allerdings in eine wissenschaftliche Studie.

Auch der Veröffentlichungszeitpunkt gibt Anlass zu Spekulationen. Denkt doch die EU gerade über höhere Ziele beim Klimaschutz nach: Statt 20 Prozent will die EU-Kommission 25, wenn nicht sogar 30 Prozent CO<sub>2</sub>-Einsparungen bis 2020 erreichen. Staaten mit energieintensiven Branchen, die durch strengere CO<sub>2</sub>-Ziele betroffen wären, spielt eine solche Studie natürlich wunderbar in die Hände. Interessant ist dabei auch, dass in der McKinsey-Studie aus dem Jahr 2010 für die European Climate Foundation, die berechnete CO<sub>2</sub> Ersparnis deutlich anders ausfällt.

### Kerninnovation: Elektrifizierung des Gebäudesektors mittels Wärmepumpe

Eine weitere diskussionswürdige Aussage der Studie ist, dass eine Kerninnovation für die Erreichung der 2050 Ziele

unter anderem die „Elektrifizierung“ des Gebäudesektors (Wärmepumpe) ist. Diese schafft wiederum wahrscheinlich auch die höchste Wertschöpfung für die Industrie. Nicht immer ist die komplizierteste Lösung auch die beste.

Seit Jahren arbeiten Experten und Politiker im Klimathema mit den so genannten „Marginal Abatement Cost Curves“ des Wirtschaftsberatungsunternehmens. Die Daten von McKinsey stellen zusätzliche Kosten dar, die anfallen, wenn in bestimmten Sektoren Emissionen eingespart werden sollen und bieten damit eine Entscheidungsvorlage für Regierungen. Sie werden von verschiedenen Regierungen in der Klimaverhandlungen als objektive Datenbasis angeführt und tauchen in sehr vielen Präsentationen immer wieder auf. Sie gelten inzwischen sozusagen als gegebener Wissensstand. Hinterfragt haben das viele, aber genauer hingeschaut haben bislang leider nur wenige.

### Untersteller: KIT Strompreis-Studie unseriös

Auch das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) hat mit seiner Studie „Die Weiterentwicklung der Energiewirtschaft in Baden-Württemberg bis 2025 unter Berücksichtigung der Liefer- und Preis-sicherheit“ für Aufsehen gesorgt. Diese kritisierte der Baden-Württembergische Umweltminister Franz Untersteller als „hochspekulativ“, sie habe „mit Fakten nicht viel zu tun“. Die im Auftrag des Industrie- und Handelskammertages (BWIHK) vom KIT angefertigte Analyse zur Energiewende prognostiziert unter anderem Strompreiserhöhungen von 70 Prozent und mehr im Großhandel bis zum Jahr 2025. Diese Zahlen seien unseriös, so Untersteller am Rande einer Sitzung der Landesregierung. Klar sei, dass Strompreise in den kommenden Jahren moderat steigen würden. Das vom KIT genannte Preisplus bis zum Jahr 2025 um 70 Prozent sei aber völlig aus der Luft gegriffen. Das Orakel von Delphi sei im Vergleich zu diesem Papier eine hochseriöse Veranstaltung, so der Minister weiter.

Dies sind sehr gewagte Vorwürfe an eine weltweit renommierte Forschungsanstalt, die jetzt nun seitens des Umweltministeriums bewiesen werden müssen. Vielleicht spielen hier aber auch die Diskussion über die Fortsetzung des Transmutationsforschungsprogramms („Atomreaktoren der 4. Generation“) oder die Erinnerung an damals falsche Strompreisprognosen zu frühen Zeiten des Schnellen Brütters eine Rolle für die forsche Reaktion des Ministers. Die DGS ist auf die Gegenstudie sehr gespannt.

### Prof. Fichtner (KIT): Steigende Brennstoffkosten für Preiserhöhung verantwortlich

Untersteller kritisierte u. a., dass mit Strompreisen vom Basisjahr 2010 aus gerechnet wurde und somit die auf das Zieljahr 2025 von KIT berechnete Preiserhöhung also besonders hoch ausfalle. Zudem ginge die Pressemitteilung der Kammerorganisation nicht auf die Faktoren ein, die zu dem erwarteten Preisanstieg führen. Die stark steigenden Kosten für fossile Brennstoffe – also etwa Uran, Kohle, Öl und Gas – blieben hier unerwähnt. Gerade diese seien es aber, die auch nach Einschätzung des Studienautors, des Karlsruher Energiewirtschaftlers Wolf Fichtner, die Preisentwicklung beim Strom in Zukunft maßgeblich bestimmen würden. Für mögliche Preisanstiege seien diese Faktoren „sehr wichtig“, so Fichtner. Dem Ausbau Erneuerbarer Energien schreibt die Analyse sogar preisdämpfende Wirkung für die Großhandelspreise zu. Dieser Effekt könne jedoch „den erwarteten Anstieg der Preise für fossile Brennstoffe und CO<sub>2</sub>-Emissionszertifikate nicht kompensieren“, so seine Analyse in den Stuttgarter Nachrichten. Inflationsbereinigt liege die erwartete Preissteigerung ohnehin dann lediglich bei jährlich 3 Prozent.

### DIW: Erneuerbare senken Strompreise – nur 11% Erhöhung

Das DIW hingegen prognostiziert eine eher moderate Steigerung der Strompreise. Die Verbraucherpreise für Strom seien bereits in den letzten Jahren deutlich gestiegen. Dies sei zum Teil darauf zurückzuführen, dass die Umlage gemäß dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) stark angestiegen sei. Derzeit mache die EEG-Umlage einschließlich anteiliger Mehrwertsteuer etwa ein Sechstel der Stromrechnung eines privaten Haushalts aus. Gleichzeitig vermindere aber die zunehmende Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien die Preise an der Strombörse, sodass die Nettobelastung der Verbraucher – soweit der Wettbewerb funktioniert – geringer ist als die Umlage. Nach einer Modellrechnung des DIW Berlin werde sich der Preis an der Strombörse trotz steigender Preise für Brennstoffe und CO<sub>2</sub>-Zertifikate von 2010 bis 2020 inflationsbereinigt nur um 11 Prozent auf 4,9 Cent pro Kilowattstunde (kWh) erhöhen. Ohne den weiteren Ausbau Erneuerbarer Energien wäre hingegen eine stärkere Verteuerung (um ca. 20 Prozent) zu erwarten, so die DIW-Energieexpertin Prof. Claudia Kemfert.

### Fazit

Wir brauchen Wirtschaftswachstum, um unseren Lebensstandard zu halten – und hierzu brauchen wir eine lang-

fristig kostengünstige und sichere Energieversorgung. Wie wir diese erreichen, davon kann sich jeder auch mit Hilfe der zahlreichen Studien sein eigenes Bild machen. Fest steht: im Mai 2012 prophezeien unabhängige Studien steigende Energiepreise und eine realistische steigende Gefährdung der Versorgungssicherheit. Während der Spiegel schrieb „McKinsey prophezeit Kostenexplosion beim Ökostrom“, zitierte das Handelsblatt praktisch zeitgleich zu Pfingsten: „Energiewende und sommerliches Wetter machen es möglich: Sonne liefert in Deutschland so viel Strom wie 20 AKWs“. Und scheinbar nebenbei erklärte die wirtschaftsnahe Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe im Juni 2012, die Förderung von konventionellem Erdöl habe ein Maximum überschritten.

Wenn wir auf Effizienz und Erneuerbare Energien setzen, ist das ein Schwenk weg von den heutigen Ausgaben für Energieimporte hin zu einer heimischen Wertschöpfung.

Weit über 100 Mrd. € überweisen wir inzwischen jährlich für Uran, Kohle, Erdgas und Erdöl ins Ausland. Würden wir davon nur 10 Prozent einsparen, stünden rund 10 Mrd. € für sinnvolle Investitionen, z. B. in energieeffiziente Techniken, zur Verfügung, die dann wiederum dauerhaft die Energiekosten senken würden.

Alle Studien machen berechtigte Hoffnung, dass wir sowohl durch eine Optimierung der Energieeffizienz als auch durch das konsequente Vorantreiben der Speicherung und Integration von Ökostrom sowie der damit verbundenen, überfälligen Netzanpassung die Energiewende gemeinsam schaffen können. Dem „green market-made in Germany“ stehen dann goldene Zeiten bevor.

### Fußnoten

- 1) siehe SONNENENERGIE 6/2007: McKinsey wird Energiesparer
- 2) siehe SONNENENERGIE 1/2012: Energiekosten – was kommt auf Unternehmen zu

---

### ZUM AUTOR:

► **Gunnar Böttger**

ist Ingenieur für Bau-, Umwelt- und Wirtschaftswesen. Als Vorsitzender der DGS-Sektion Karlsruhe Nordbaden leitet er den Fachausschuss Holzenergie.

boettger@dgs.de

# TEURE SCHÄTZEISEN ODER WICHTIGE WERKZEUGE?

## MESSGERÄTE ZUR KENNLINIENMESSUNG UND NENNLEISTUNGSBESTIMMUNG BEI PHOTOVOLTAIKANLAGEN

Mit Hilfe eines Kennlinienmessgerätes können in der Solarstromtechnik vor Ort und unter aktuellen Umweltbedingungen elektrische Werte der Photovoltaik- (PV) Module gemessen werden. Bei der Fehlersuche, oder bei der Übergabe einer Anlage vom Handwerker an den Anlagenbetreiber sind die Ergebnisse solcher Messungen sehr aufschlussreich. Unter gewissen Randbedingungen kann aus den Messgrößen auf die Nenngrößen geschlossen werden. Da PV-Anlagen nach ihrer Nennleistung benannt und bezahlt werden, ist die Frage, ob auch so viel installiert wurde, wie bezahlt wurde, berechtigt und wird dementsprechend häufig gestellt.

Auf den ersten Blick wirken PV-Anlagen recht simpel. Solarmodule am Installationsort, elektrische Leitungen, Wechselrichter um den solaren Gleichstrom netzkonform einspeisen zu können, Schutz-, Zähler- und Überwachungstechnik – fertig. Auf den zweiten Blick handelt es sich jedoch um komplexe Kraftwerke zur Stromerzeugung aus solarer Strahlungsenergie und gleichzeitig um Investitionsobjekte mit Gewinnerzielungsabsicht.

### Messungen bei Anlagenabnahmen und zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit

Als ausgereifte Technik sind photovoltaische Solarkraftwerke Anlagen, die zwei Jahrzehnte zuverlässig arbeiten sollen, um die gewünschte Rendite auf das eingesetzte Kapital zu sichern. In drei Fällen ist es sinnvoll, die Leistungsbereitschaft der Anlage messtechnisch zu belegen: Erstens, bei der Anlagenabnahme, wenn also der Handwerker die PV-Anlage mangelfrei an den Betreiber übergibt. Zweitens, wenn während der Lebensdauer Zweifel an der Leistungsfähigkeit der Anlage bestehen und der Betreiber diese Zweifel belegt, oder ausgeräumt wissen möchte, z.B. um Klarheit bei Garantie- oder Gewährleistungsansprüchen zu haben. Und drittens kann der Nachweis der vollen Leistungsbereitschaft, auch ohne besonderen Anlass, im Rahmen einer re-

gelmäßigen Wartung oder eines Serviceauftrags erbracht werden.

Bei dem Begriff „Leistung“ handelt es sich um eine physikalische Größe. Ihre SI-Einheit ist das Watt [W]. Bei der Leistung einer Photovoltaikanlage ist zu unterscheiden, ob mit dem Begriff die tatsächlich im Zeitpunkt der Messung zur Verfügung gestellte Leistung gemeint ist, oder die installierte oder maximal mögliche Leistung, die sogenannte Nennleistung. Die tatsächlich zur Verfügung gestellte Leistung eines Photovoltaik-Moduls ist eine dynamische Größe und in erster Linie direkt abhängig von der Einstrahlung. Ohne Einstrahlung beträgt die aktuelle Leistung Null, sie nimmt mit steigender Einstrahlung kontinuierlich zu.

### Nennleistung, STC-Leistung und Peakleistung

Auf Angeboten, Rechnungen, in der Systemdokumentation und schließlich auch auf den Datenblättern findet man Angaben zur Nennleistung der PV-Module bzw. der PV-Anlage. Hierbei handelt es sich um eine Definitionsgröße. Es

wurden einheitliche Randbedingungen festgelegt, unter denen die zur Verfügung gestellte Leistung des Moduls definitionsgemäß seiner Nennleistung entspricht. Diese Randbedingungen sind die sogenannten Standard Test Conditions (STC). Unter STC-Bedingungen versteht man eine Zelltemperatur von 25°C, eine Einstrahlung von 1.000 W/m<sup>2</sup> und ein Lichtspektrum entsprechend AM=1,5. Da STC-Bedingungen Spitzenbedingungen nahe kommen, wird die Nennleistung üblicherweise mit einem kleinen oder tiefgestellten „p“ für „peak“ indiziert: Nennleistung in Kilowattpeak, [kWp]. Die Begriffe „Nennleistung“, „STC-Leistung“ und „Peakleistung“ werden gleichbedeutend verwendet. Die Nennleistung ist eine statische Größe, sie ist der PV-Anlage als konstante technische Eigenschaft mitgegeben. Sie ändert sich nur, wenn sich technisch etwas an der Anlage verändern sollte.

STC-Bedingungen oder Einstrahlungsverhältnisse, bei denen noch höhere aktuelle Leistungen erzielt werden können, treten unter realen Verhältnissen sehr

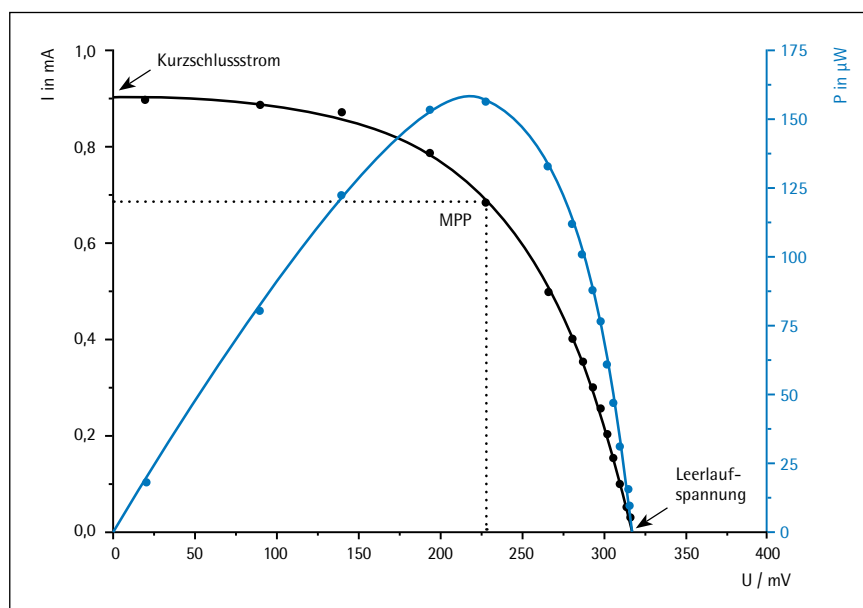


Bild 1: Kennlinie einer Solarzelle. Die blaue Kurve zeigt zusätzlich die Leistungskennlinie (rechte Achse)

selten auf. Den weitaus größten Teil der Zeit liegt die zur Verfügung gestellte aktuelle Leistung von Photovoltaik-Modulen – entsprechend der vorherrschenden Einstrahlungssituation – unterhalb ihrer Nennleistung.

Um die Nennleistung bei einer bereits installierten PV-Anlage also messtechnisch bestimmen und damit kontrollieren zu können, werden spezielle Messgeräte, sogenannte Kennlinienmessgeräte benutzt. Die Messung an Modulen kann direkt am Aufstellungsort durchgeführt werden. Das Messgerät ermöglicht die Leistungsmessungen unter aktuellen Umweltbedingungen durchzuführen und auf STC-Bedingungen umzurechnen. Damit stehen nach einer Messung als Ergebnis die Nennleistung, weitere Parameter und Kennlinien zur Verfügung. Diese Werte stellen, verglichen mit den Sollwerten aus der Planung, oder aus dem Datenblatt für die zu vermessenen Module der Photovoltaikanlage, ein Indiz für unterschiedliche Fehler in der Photovoltaikanlage dar, oder dienen der Leistungskontrolle.

### Messung, Ergebnisse der Messung und Vergleich mit Datenblattangaben

Bei der Kennlinienmessung wird ein Strang (String) von PV-Modulen durch den DC-Freischalter geöffnet, vom Wechselrichter getrennt. Hier wird das Kennlinienmessgerät angeschlossen. Je nach Hersteller nimmt das Gerät innerhalb von weniger als einer bis höchstens ca. 30 Sekunden die Kennlinie des untersuchten Strangs auf. Dabei wird der Strang (oder das Modul) mit einer definierten elektrischen Last belegt. Spannung und Strom, welche sich bei einer konkreten Last einstellen, werden als Wertepaar gemessen. Überlicherweise werden zwischen 100 und 400 Wertepaare bestimmt. Sie werden daraufhin in einem U/I-Diagramm dargestellt (siehe Kasten). Auf der x-Achse eines U/I-Diagramms werden die Spannungswerte (Spannung U in Volt [V]), auf der y-Achse die Stromwerte (Strom I in Ampere [A]) aufgetragen. Betrachtet wird dabei nur der erste Quadrant, also nur positive Werte für Spannung und Strom. Das Eintragen und das miteinander Verbinden zu einer durchgezogenen Kurve der gemessenen Spannungs-Strom-Werteparkombinationen zwischen den elektrischen Extremwerten Leerlauf ( $U = U_{\max}$ ,  $I = 0$ ) und Kurzschluss ( $U = 0$ ,  $I = I_{\max}$ ) bildet letztendlich die Kennlinie. Charakterisiert wird sie vor allem durch folgende Punkte:

- die Leerlaufspannung,
- den Punkt maximaler Leistung (Maximum Power Point, MPP), also dem

Punkt auf der Kennlinie, an dem das Produkt aus Strom und Spannung den größten Wert annimmt,

- den Kurzschlussstrom,
- den Füllfaktor, der Füllfaktor ist das Produkt aus UMPP und IMPP geteilt durch das Produkt aus Leerlaufspannung und Kurzschlussstrom,
- und schließlich durch den Verlauf der Kurve selbst.

Da alle Punkte auf der Kennlinie von den Umgebungsbedingungen – Einstrahlung auf Modulebene und Temperatur der Zellen in den Modulen – abhängen, werden diese beiden Parameter zum Zeitpunkt der Kennlinienmessung von Sensoren mit aufgenommen. Eine erste Auswertung kann man erhalten, indem man die Messwerte mit den Sollwerten aus den Datenblättern der PV-Module vergleicht. Zu diesem Zweck sind entweder im Messgerät selbst, oder spätestens in der Auswertungssoftware umfangreiche Moduldatenbanken hinterlegt. Der Vergleich findet statt, indem entweder die Daten aus dem Datenblatt, bei denen es sich immer um STC-Größen handelt, auf die Einstrahlungs- und Temperaturverhältnisse umgerechnet werden, die bei der Messung vorlagen, oder aber die Werte der Messung werden auf STC-Werte umgerechnet und dann direkt mit den Datenblattangaben verglichen. Im Idealfall liegen die Kurven laut Datenblatt und Messung übereinander. Bei größeren Abweichungen kann der Anwender auf Minderleistung oder diverse Fehler schließen.

Für die Umrechnungsverfahren von den Messgrößen auf die STC-Größen gibt es mehrere Vorgehensweisen, die zu unterschiedlich genauen Ergebnissen führen. Da alle Verfahren auf Basis von Einstrahlung und Temperatur arbeiten, ist es wichtig, diese so genau wie möglich zu ermitteln. Schwierigkeiten für die Hersteller ergeben sich daraus, dass die Messsensoren für die Einstrahlung flinker im Erfassen der Einstrahlungsbedingungen sind als die zu vermessenden Module. Messtechnologie, Einstrahlungswinkel, Umgebungstemperatur und die spektrale Empfindlichkeit des Sensors spielen hier alle eine Rolle. Auch bei der Temperatur ist eine exakte Bestimmung nicht trivial. Eigentlich müsste die Zelltemperatur bestimmt werden. Die Zellen liegen jedoch hinter einer Folie bzw. hinter dem Frontglas. Außerdem sind lange nicht alle Zellen eines Strangs gleich warm, besser wäre es also die Zelltemperatur an mehreren Stellen zu messen. Hier wird deutlich, dass der Messtechniker die richtige Montage der Sensortechnik sehr ernst nehmen muss. Vermeintlich kleine Fehler bei der

Messung von Temperatur und Einstrahlung können zu deutlichen Abweichungen im Ergebnis der Hochrechnung auf STC-Bedingungen führen.

### Interpretation von gemessenen Kennlinien

Sind Module oder Teile von Modulen ganz ausgefallen, die Spannung niedriger sein, als erwartet. Weist die Kennlinie Beulen oder Stufen auf, können Schatten, Moosbildung, Vogelkot oder Zellbrüche die Ursache sein. Ist die Kennlinie eingedrückt, kann Delamination, diffuse Verschattung oder eine Veränderung des transparenten Verkapselungsmaterials im Modul die Ursache sein. Weiterführende Untersuchungen können nach der Kennlinienmessung zielgerichtet vorgenommen werden. Möglichkeiten sind die optische Inaugenscheinnahme der Module, die Messung einzelner Module, um die Fehlerursache einzugrenzen, oder eine Untersuchung der Anlage mittels Thermografiekamera.

Neben den grundlegenden Werten von Strom, Spannung und Leistung werden von manchen Kennlinienmessgeräten weitere Parameter der Anlage gemessen bzw. berechnet. Beispielsweise gibt der Serienwiderstand Aufschluss über Fehler in der Verkabelung oder den Steckverbindern. Der Parallelwiderstand erlaubt Rückschlüsse auf den Füllfaktor. Der Abgleich mit den Vorgaben aus dem Datenblatt wird von den Geräten meist nur in Hinblick auf die STC-Leistung vorgenommen, komfortablere Auswertungen vergleichen alle Datenblattangaben mit den Messergebnissen einzeln.

### Berechnung der Nennleistung aus der Kennlinie

Eine der Hauptaufgaben eines Kennlinienmessgerätes ist die Berechnung der Nennleistung der PV-Anlage. Da die aktuelle Leistung von mehreren Parametern bestimmt ist und die Nennleistung unter genau einer bestimmten Konstellation dieser Parameter definiert ist, muss vom Kennlinienmessgerät aus der aktuellen Messung über bekannte und normativ geregelte Zusammenhänge auf die STC-Bedingungen umgerechnet werden. Die Umrechnung greift dabei auf Extrapolationen zurück. Selbst unter besten Bedingungen für eine möglichst gute Berechnung der STC-Leistung geben die Hersteller von Kennlinienmessgeräten keine bessere Genauigkeit als  $\pm 5\%$  an. Was diese Genauigkeit bedeutet, lässt sich am besten durch ein Beispiel veranschaulichen: Eine PV-Anlage mit einer Nennleistung von 20,0 kWp und einer Leistungstoleranz des Modulherstellers von  $\pm 3\%$  darf laut Hersteller schon

eine Nennleistung zwischen 19,4 und 20,6 kWp aufweisen. Zeigt das Messgerät eine Nennleistung von 18,5 kWp an, also 1,5 kWp weniger als sich der Anlagenbetreiber berechtigterweise erwartet, liegt das Ergebnis der Messung zwar grenzwertig aber immer noch im Rahmen der Messgenauigkeit: Rechnet man zu den 18,5 kWp die 5% Toleranz hinzu, erreicht man mit 19,4 kWp die Untergrenze laut Herstellerangabe. Die Bestimmung der Nennleistung ist daher leider noch etwas grob in der Ergebnisauflösung.

### Herausforderungen bei der Nennleistungsbestimmung

Hinzu kommt, dass eine ganze Reihe von Voraussetzungen erfüllt sein müssen, um überhaupt die Genauigkeit von  $\pm 5\%$  erreichen zu können. So darf keine, noch so geringfügige, Verschattung vorliegen, es muss die Sonneneinstrahlung auf Modulebene mindestens 800

Watt pro Quadratmeter betragen, die Einstrahlung während der Messung konstant sein ( $\pm 10 \text{ W/m}^2$ ) und der Sensor die gleiche spektrale Empfindlichkeit wie die zu untersuchenden Module haben. Überträgt man diese Voraussetzungen in die Praxis, so ist eine  $\pm 5\%$  Genauigkeit nur an sehr sonnigen Tagen möglich. Der Himmel muss wolkenlos sein, es dürfen keine verschattenden Objekte vor der Anlage stehen und der Sensor am Messgerät muss zur PV-Anlage passen. Das Zeitfenster in dem die Einstrahlung überhaupt ausreichend hoch ist, ist häufig kleiner als nötig um alle Stränge einer PV-Anlage an ein Tag durchmessen zu können. Darüber, wie sich die Genauigkeit der Nennleistungsbestimmung ändert, wenn eine der Voraussetzungen nicht erfüllt ist, liegen meist keine Angaben vor.

Es bleibt also dabei: auch unter besten Bedingungen – die noch dazu nicht so leicht anzutreffen und einzuhalten sind – ist eine Bestimmung der Nennleistung nicht so genau, wie das Handwerker, Sachverständige und Anlagenbetreiber gerne hätten. Die Messung der Kennlinie hingegen, also die Grundlage für die Hochrechnung auf STC-Bedingungen kann auch bei schlechterem Wetter und unter weniger guten Umständen aufgenommen werden. Sie weist zudem eine wesentlich höhere Genauigkeit auf. Die Werte von Strom und Spannung, welche die Punkte der Kennlinie bilden, werden mit 1% Genauigkeit gemessen.

### Handhabung verschiedener Messgeräte

Die Handhabung der verschiedenen Geräte ist durchaus unterschiedlich. Bei allen muss der Einstrahlungssensor an den Modulen angebracht werden. Die Temperatur kann per Fühler an der Rückseite der Module befestigt, mittels Infrarot-Thermometer von der Modulvorderseite oder anhand der Temperatur der Referenzzelle bestimmt werden. Die Übertragung der Messwerte von den Sensoren zum Kennlinienmessgerät ist unterschiedlich gelöst. Während einige Geräte die Messwerte mit einem Zeitstempel versehen und nach der Messung mit dem Kennlinienmessgerät abgleichen, setzen andere Hersteller auf eine leitungsgebundene Übertragung. In der Handhabung bedeutet dies, dass man mit dem Kennlinienmessgerät so nah an die Module und die beiden Enden des Strangs herankommen muss, wie die Strang-Messleitungen und die Sensoren-Messleitungen lang sind. Es gibt durchaus Installationsbedingungen, unter denen dies eine echte Herausforderung darstellt, z.B. wenn bei einem mehrstöckigen Gebäude die Mo-

dule auf dem Dach, die Leitungsführung im Gebäude und die Wechselrichter im Keller untergebracht sind. Dafür werben die Hersteller solcher Geräte damit, dass die Ergebnisse genauer sind, da die Sensorwerte exakt zum Messzeitpunkt und nicht über den Umweg von Zeitstempeln den Berechnungen zugrunde gelegt werden.

Beim Kennlinienmessgerät selbst reicht die Bedienung vom farbigen Touchscreen bis zur Drei-Knopf-Bedienung. Bei einem Gerät mit Touchscreen-Bildschirm kann man bereits vor Ort leicht und schnell Bemerkungen vornehmen und somit schon mit der Ausarbeitung von Ergebnissen beginnen. Bei anderen Geräten ist eine komfortable Bedienung erst möglich, wenn man einen Laptop anschließt, hier übertragene Messungen abspeichert und dann bearbeitet. Je nachdem was der Messtechniker vorhat, ist es ein Unterschied, ob man mit Messgerät samt Zubehör oder zusätzlich auch noch mit einem Laptop von Strang zu Strang der zu vermessenden Anlagen zieht.

### Fazit

Als Zusammenfassung eignet sich der Textblock für Querleser aus der Zeitschrift Photon Profi, die in der Ausgabe 11/2010 eine Marktübersicht zu Kennlinienmessgeräten veröffentlicht hat: „Ein Kennlinienmessgerät gehört zur Pflichtausrüstung des verantwortungsbewussten Installateurs. Große Sorgfalt bei der Montage der Sensorik ist unabdingbar. Die Präzision, mit der die Kennlinie ermittelt wird, ist zwar wichtig, aber nicht alles.“ Ergänzend sollte man hinzufügen: Genauso wichtig ist, sich zu überlegen wozu man ein Kennlinienmessgerät hauptsächlich einsetzen will. Für brauchbare schnelle Ergebnisse oder für detaillierte und möglichst genaue Analysen. Hinzu kommt letztendlich die Erkenntnis, dass die Umrechnung auf STC-Werte derzeit laut sämtlichen Herstellerangaben keine genaueren Ergebnisse bei der Nennleistungsbestimmung liefert als  $\pm 5\%$ . Dennoch lohnt sich die Anschaffung ganz eindeutig z.B. für Anlagenabnahmen, Klärung von Garantieansprüchen, zur Fehlerbeurteilung oder für Service- und Wartungsarbeiten.

### Seminarangebot der Solarakademie Franken

Wer sich ein Kennlinienmessgerät anschaffen will, der sollte vorher einige Geräte ausprobiert haben. Bedienbarkeit, Darstellung der Ergebnisse, deren Weiterverarbeitung und nicht zuletzt der Preis unterscheiden sich bei den einzelnen Geräten doch erheblich. Die Solarakademie Franken bietet Seminare zum Thema „Photovoltaik – Kennlinienmessung“ an. Es stehen drei baugleiche und gut zugängliche PV-Anlagen mit jeweils sechs über 10 Jahre alten 285-Watt-Modulen zur Verfügung. Reihenschaltung, Parallelschaltung, Verschattung diffus, Schlagschatten, beginnende Delaminierung, Verschmutzung, Kennlinien- und Nennleistungsbestimmung können durchgemessen werden, ausreichend Sonnenschein vorausgesetzt. Den Teilnehmern stehen dabei folgende Geräte zur Verfügung: ein PVPM 1000C40 Peakleistungs- und Kennlinienmessgerät von PV-Engineering GmbH, ein I-V400 Peakleistungs- und I-U Kennlinienanalysator von HT Instruments GmbH und ein TRI-KA Kennlinienanalysator von TRITEC International AG.



### ZUM AUTOR:

► *Dipl.-Ing. Björn Hemmann* ist Mitglied im Landesverband Franken der DGS sowie Ausschussvorsitzender P3 in der Gütegemeinschaft Solarenergieanlagen e.V. (RAL)

# VERLUSTE DURCH EINSTRAHLUNGSÜBERHÖHUNGEN?

## ANALYSE METEOROLOGISCHER EINGANGSGRÖSSEN FÜR SOLARANLAGEN IN HOCH AUFGELÖSTEN DATENSÄTZEN



Quelle: Michael Hüter

lage (1 MWp, München, Deutschland) festgestellt werden. So wurden häufig deutliche und wiederholt auftretende Einstrahlungsüberhöhungen (Irradiance Enhancement, IE) identifiziert. Hierbei handelt es sich um Werte der Strahlungsleistung, die in ihrer Größe über denen bei klarer Atmosphäre, also wolkenfreiem Himmel liegen. Diese Analysen wurden durch eine sehr hohe zeitliche Auflösung dieser Messdaten (Sekundenmesswerte) möglich. In diesem Artikel wird dieser identifizierte Irradiation Enhancement Effekt und dessen meteorologischer Hintergrund erläutert. Außerdem werden Aussagen über die Häufigkeit des Auftretens und dessen Jahresverlauf gemacht. Der Irradiation Enhancement Effekt hat Einfluss auf PV-Systemverhalten. Eine zu kleine Bemessung des Wechselrichters führt zu Leistungseinbußen. Denn um den maximalen energetischen Ertrag zu erzielen müssen die Wechselrichter ausreichend groß dimensioniert werden [1]. Da moderne Wechselrichter auch im Teillastbereich hohe Wirkungsgrade haben, ist eine Überdimensionierung der Wechselrichterleistung gegenüber der PV-Generatorleistung aus energetischer Sicht sinnvoll argumentierbar.

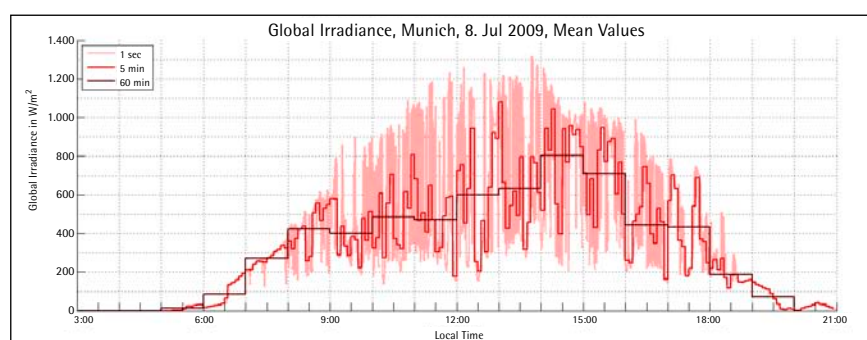
### Meteorologischer Hintergrund

Einstrahlungsüberhöhungen sind Ereignisse, bei denen die Werte der Strahlungsdichte über den zugehörigen theoretisch berechneten Leistungswerten bei

Bei der Systemauslegung von Photovoltaikanlagen müssen die Komponenten wie Wechselrichter und PV-Generator, unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten sowie Betriebsparameter, so gewählt werden, dass sie optimal zu einander passen. Spezielle Wettersituationen wie fluktuierende Einstrahlung, verursacht durch Wolkenwechsel, werden meist nicht berücksichtigt.

Bei dem Ausbau Erneuerbarer Energien ist wie für jeden Bereich, auch für die Photovoltaik eine stetige Weiterentwicklung der Systemkomponenten wichtig. Jede dieser Komponenten wird innerhalb einer Anlage, eines Systems verbaut. Eine ausgezeichnete Komponentenfunktionalität nutzt aber nichts wenn die Integration in das System unzureichend ist. Die dazu notwendige optimale Systemauslegung kann nach energetischen oder betriebswirtschaftlichen Kriterien erfolgen. PV-Module sind dabei so zu einem Generator zu verschalten, dass die Betriebsbereiche der Systemkomponenten PV-Generator und Wechselrichter nach Festlegung der Kriterien optimal zueinander passen. Die Suche nach der Variante mit dem höchsten Ertrag oder der betriebswirtschaftlich sinnvollsten Lösung geschieht auf Basis standortspezifischer Wetterprofile und

den Gegebenheiten vor Ort. Charakteristische Betriebsbereiche und Betriebssituationen müssen berücksichtigt werden. So wird häufig davon ausgegangen, dass im mitteleuropäischen Raum die PV-Generatorleistung nicht über der bei Standardtestbedingungen (STC) liegt. Ferner wird davon ausgegangen, dass an unbewölkten Tagen mit strahlend blauem Himmel, die größten Leistungswerte zu erzielen sind. Das dem nicht so ist konnte bereits durch die systematische Analyse der 1997 fertiggestellten und damals weltweit größten Aufdachan-



Quelle: Arbeitsgruppe PV-Systeme, Hochschule München

Bild 1: Die Grafik zeigt den Tagesgang der Globalstrahlung an einem Standort in der Nähe von München in drei unterschiedlichen Auflösungen. Gemessen wurde mit einem CMP 21 von Kipp & Zonen. Deutlich sichtbar ist wie sich abhängig von der Zeitschrittweite der Messungen der Informationsgehalt verändert.

klarer Atmosphäre, also dem sogenannten Clear-Sky-Tag liegen. Diese Einstrahlungsspitzen, liegen in ihrer Größenordnung teilweise sogar über der Solarkonstante und sind in der Meteorologie in bestimmten Spektralbereichen bekannt und dort auch ergründet worden. [2]

Verursacht werden die erhöhten Globalstrahlungswerte im Wesentlichen durch Reflexion an Kumuluswolken (Haufen-, Quell- oder Schäfchenwolken). Sie bilden sich manchmal in Reihen (Wolkenbahnen) parallel zur Windrichtung. Kumuluswolken erscheinen als isolierte und durchweg dichte Wolken, die in der Vertikalen blumenkohlartige Formen annehmen. Die Untergrenze verläuft relativ glatt und fast horizontal am Kondensationsniveau entlang. Durch den Eigenschatten ist die Wolkenbasis leicht abgedunkelt. Die von der Sonne beschienenen Wolkenteile leuchten meist sehr weiß durch Strahlungsreflexionen. Kumuluswolken gehören zur Familie der tiefen Wolken und befinden sich zumeist im Bereich bis 2 km Höhe. Dort können sie eine Verweilzeit von bis zu 30 min aufweisen, sich in unter 10 Minuten bilden und genauso schnell verschwinden. Da die Wolken häufig in ihrer Höhe unter der 0°C Grenze liegen, bestehen sie meist aus Wassertröpfchen. Dadurch heben sich die Ränder scharf gegen den Hintergrund ab. Die Konturen der Wolke führen somit zu Strahlungsreflexionen und damit zu den genannten Einstrahlungsüberhöhungen.

Da Einstrahlungsüberhöhungen in ihrer Dauer im Sekunden- und Minutenbereich liegen, sind hochaufgelöste Messdaten die Voraussetzung um diesen Effekt zu analysieren (Bild 1). Durch eine geringere zeitliche Auflösung der Einstrahlungsmesswerte werden die Einstrahlungsüberhöhungen statistisch herausgemittelt. Dies führte dazu, dass der Effekt lange nicht entdeckt wurde, bzw. als unbedeutend angesehen war.

### Der Irradiation Enhancement Effekt

Basis der folgenden Analysen sind Messdatensätze des Solarenergiefördervereins Bayern, der 1 MW-Anlage der Neuen Messe München [3] und des Meteorologischen Instituts der Universität München [4]. Betrachtet man die Globalstrahlungswerte  $G_{\text{Hor}}$ , aufgetragen über den zeitlichen Verlauf eines Tages, so bilden sich unterschiedliche Profile. Für einen unbewölkten Tag entsteht die typische gaußsche Glockenkurve mit ihrem Maximum zum höchsten Sonnenstand in der Mittagszeit. In Bild 2 ist ein solcher Tagesverlauf vom 27. Juli 2009 in rot dargestellt. Der Maximalwert beträgt etwa 930 W/m<sup>2</sup>. Das Profil eines von Kumuluswolken gesäumten Tages (8. Juli 2009, in blau) unterscheidet sich hingegen deutlich im Verlauf von dem eines Clear Sky Tages. Neben vielen, vereinzelt auch längeren Einstrahlungsspitzen, wurde ein Anwachsen der Maximalwerte von 900 W/m<sup>2</sup> um 8 Uhr, bis zu einem Maximum von 1.260 W/m<sup>2</sup> aufgezeichnet. Durch die Wolkenbewegung und deren Schattenwurf kommt es im Wechsel zu Einstrahlungsüberhöhungen und Einstrahlungseinbrüchen auf dem Sensor.

Neben der Einstrahlungsstärke ist die Modultemperatur eine weitere wichtige Einflussgröße. Durch den hohen negativen Temperaturkoeffizient der Spannung und den geringen positiven Temperaturkoeffizient des Stroms, wird maßgeblich die Leistung eines Moduls beeinflusst. Demnach sollen die Sekundenmesswerte der Modul und Umgebungstemperatur für die zugehörigen Einstrahlungswerte in Bild 3 betrachtet werden. Für den Clear Sky Tag (27. Juli 2009) sind in hellrot die Umgebungstemperaturwerte dargestellt. Es entsteht ein Hystereseverlauf. Mit steigendem Sonnenstand erhöht sich die Strahlungsleistung, wodurch die Umgebungstemperatur kontinuierlich ansteigt. Durch das nun erhöhte Temperaturniveau sinkt die Umgebungstemperatur nun auf einem erhöhten Level mit fallenden Einstrahlungswerten. Über Nacht kühlt die Umgebungstemperatur wieder auf das Ausgangsniveau he-



# BATTERY+ STORAGE



## Internationale Fachmesse für Batterie- und Energiespeicher-Technologien

Deutschland vollzieht die Energiewende. Neue Möglichkeiten der Energiespeicherung werden dringend benötigt - im Bereich der Mobilität und ebenso im Bereich der Energieversorgung.

Die **Battery+Storage** ist die erste umfassende Fachmesse für die mobile und stationäre Energiespeicherfertigung. Sie bildet die gesamte Wertschöpfungskette ab und führt Entwickler, Hersteller und Anwender neuer und alternativer Speicherlösungen zusammen.

**Präsentieren Sie Ihre Lösungen auf dieser neuen Plattform für zukunftsweisende Technologien.**

Zeitgleich: Brennstoffzellenforum f-cell  
und e-mobil BW TECHNOLOGIETAG



**Premiere:**  
**8. - 10. Oktober 2012**  
**Messe Stuttgart**

[www.battery-storage.de](http://www.battery-storage.de)



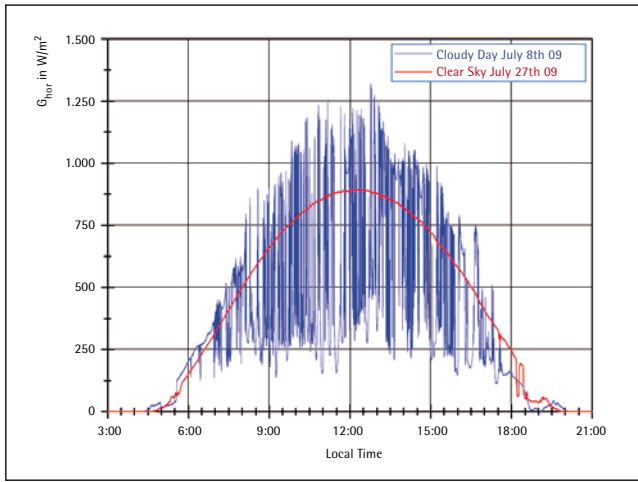


Bild 2: Die Grafik zeigt an einem Standort Nähe München zwei exemplarische Tagesgänge der Globalstrahlung in Horizontalebene am 8. (blau) und 27. Juli 2009 (rot).

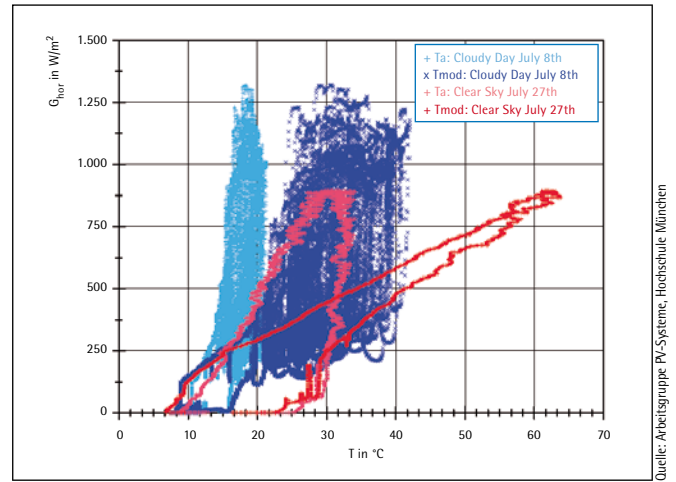


Bild 3: Die beiden Tagesgänge der Modultemperaturen für die Tage aus Bild 2. In die Grafik integriert sind in jeweils helleren Farbtönen auch die Tagesgänge der Außentemperaturen. Gemessen werden Modultemperaturen mit Referenzmodulen mit einlaminieren PT100 und Außentemperaturen mit ventilierten Lufttemperatursensoren von Thies Klima.

runter. In Dunkelrot sind die Modultemperaturwerte dargestellt. Wegen der kontinuierlichen Bestrahlung erwärmen sich die Module auch mit dem Anstieg der Einstrahlung. Die Modultemperatur beträgt jedoch bis zu  $64^{\circ}C$ . Wegen der thermischen Masse der Module und der erhöhten Außentemperatur entsteht auch hier der Hystereseverlauf. Betrachtet man nun die Modultemperatur des Wolkentages vom 8. Juli 2009, so ist eine starke Streuung der Temperaturwerte zu erkennen. Dies ist auf den stetigen Wechsel von Bestrahlung und Verschattung der Module durch Wolkendurchzug zurückzuführen. Die Module können sich somit nicht so stark erhitzen wie bei einem Clear Sky Tag. Auch die Umgebungstemperatur bleibt relativ gering. Deutlich wird eine um bis zu dem Faktor 0,5 niedrigere Modultemperatur als an dem Tag mit Clear Sky Bedingungen. Durch die hohen Einstrahlungseinträge bei niedrigen Temperaturen können folglich deutlich höhere Leistungswerte der Module erreicht werden (bis zu 1,3 fache der angegebenen STC-Leistungswerte der Module).

Bild 4 zeigt einen typischen Tagesgang für einen exemplarischen Irradiance Enhancement Referenztag (30. Juli 2010) am Standort Braunschweig (Daten des DWD). Der IE-Effekt wird in seiner Wirkung auf den exemplarischen Tagesgang der Einstrahlungsdichte deutlich sichtbar. Gegenübergestellt wird der Tagesgang (rot) des mit dem Programm libRadtran [5] gerechneten clear sky Tagesprofils. Die IE-Ereignisse sind in den hellblauen Kurvenanteilen über der roten Referenzkurve erkennbar. Der Tagesgang der Diffusstrahlung ist in dunkelblau dargestellt.

### Jahresprofil der IE-Ereignisse

Wie häufig treten diese Einstrahlungsüberhöhungen nun auf und von welcher Dauer sind IE-Ereignisse? Mit Bild 5 wird für den Standort Dresden und das Jahr 2009 exemplarisch dargestellt zu welchen Tages- und Jahreszeiten sowie mit welchen Globalstrahlungswerten die Überhöhungen auftreten. Das Bild zeigt zunächst die mit libRadtran [5] berechneten Isolinien der Globalstrahlungsleistung der Clear Sky Tagesgänge für Dresden im Jahresverlauf. Die x-Achse stellt den Zeitverlauf eines Kalenderjahres in Tagen dar. Die y-Achse indiziert hingegen die Zeit eines Tages in Minuten. Die größten Einstrahlungswerte treten in den Sommermonaten zur Mittagszeit auf. Sie liegen an einem Clear Sky Tag bei etwa  $900 W/m^2$ . Überlagert sind diese Isolinien nun mit den realen, gemessenen

IE-Ereignissen des Standorts Dresden im Jahr 2009. Über die Farbskala werden den Messdaten dabei die jeweiligen Einstrahlungsstärken zugeordnet. Somit werden die IE-Ereignisse in ihrer Intensität, Dauer und Häufigkeit ersichtlich. Die Einstrahlungsüberhöhungen lassen sich sowohl über den ganzen Tages- als auch im gesamten Jahresverlauf nachweisen. Der Grafik ist auch zu entnehmen, dass überwiegend im Zeitraum zwischen Mitte April bis Ende August zu der Tageszeit zwischen 10 und 14 Uhr Einstrahlungswerte von über  $900 W/m^2$  auftreten.

### Quantifizierung von Einstrahlungsüberhöhungen in hoch aufgelösten DWD-Datensätzen

Der Deutsche Wetterdienst zeichnet deutschlandweit an verschiedenen Stationen im Bundesgebiet auch hoch aufge-

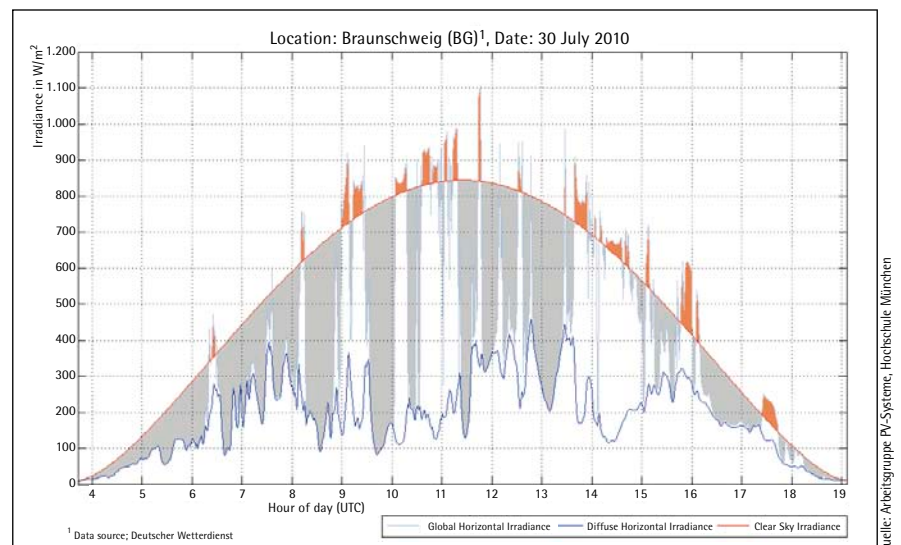


Bild 4: Zu sehen ist am Standort Braunschweig der Tagesgang der Globalstrahlung (in hellblau) für einen exemplarischen IE-Referenztag (30. Juli 2010, Daten des DWD [6]).

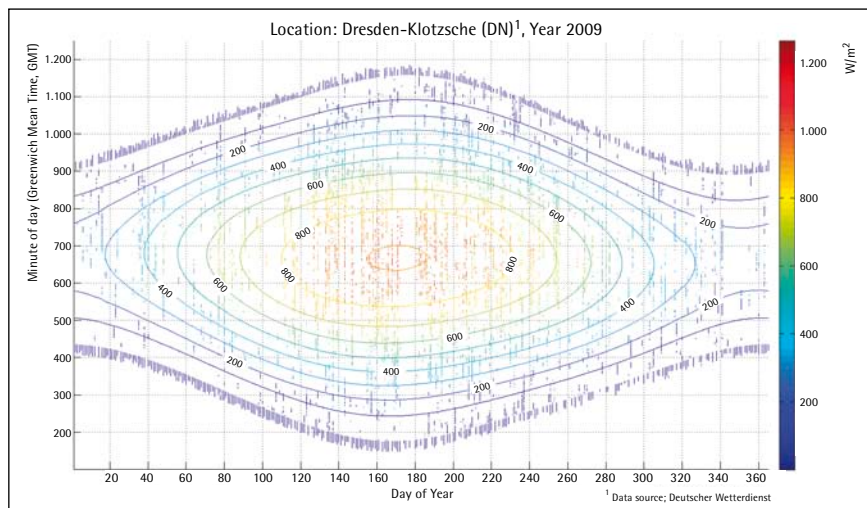


Bild 5: Die Isolinen zeigen den Verlauf der Leistung der berechneten Clear Sky Strahlung über die einzelnen Tage für das Jahr 2009. Überlagert sind die IE-Ereignisse in den realen Messdaten von Dresden (Daten des DWD [6]).

löste energiemeteorologische Messdatensätze (Minutenmittelwerte) auf. [6] Damit können bisherige IE-Untersuchungen flächendeckender durchgeführt werden (14 unterschiedliche Referenzstandorte).

Wie lassen sich Einstrahlungsüberhöhung quantifizieren? Bild 4 hilft bei der Darstellung der Vorgehensweise. Es werden jeweils zwei verschiedene Zahlenwerte verwendet. Sobald ein Einstrahlungseignis dem IE-Effekt zugeordnet wird (Messwert liegt über dem gerechneten Clear Sky Wert, orange in Bild 4) wird sowohl dessen absoluter Wert verwendet (absolute value – AV), als auch der Differenzbetrag zum Clear Sky (above clear sky – AC). Integriert man diese

zwei verschiedenen Zahlenwerte über ein Jahr hinweg jeweils auf, kann man die resultierenden zwei Energiesummen mit dem Jahresenergieeintrag für die DWD-Standorte vergleichen. Bild 6 zeigt die Rechenergebnisse für 2009 und 2010 an allen betrachteten DWD-Standorten (mit Stationskürzel auf der x-Achse). In dunkelblau sichtbar sind dabei jeweils die AV-Werte in Relation zum Jahresenergieeintrag. Die hellblauen Balken stehen für den prozentualen Anteil der AC-Werte am Jahresenergieeintrag. Sichtbar wird auch, dass Einstrahlungsüberhöhungen ein deutschlandweit, an allen untersuchten Stationen nachweisbarer Teil unseres Wettergeschehens sind.

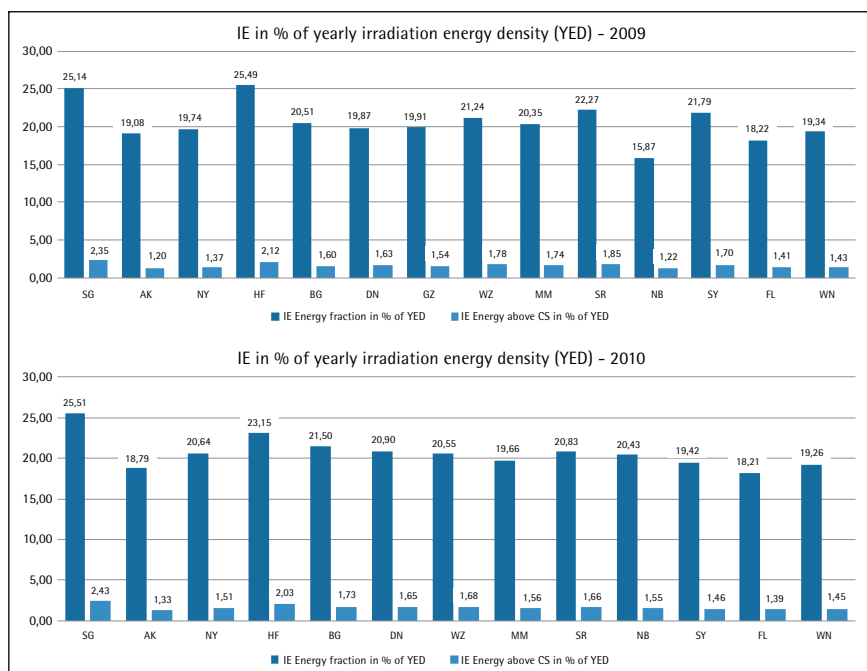


Bild 6: Die Grafik zeigt die Energieinhalte der IE-Ereignisse für 14 verschiedene Standorte in Deutschland für die Jahre von 2009 und 2010. Die dunkelblauen (hellblauen) Balken zeigen den prozentualen Anteil der AV-Werte (AC-Werte) in Relation zum Jahresenergieeintrag.

## Zusammenfassung und Ausblick

Einstrahlungsüberhöhungen sind Ereignisse bei denen die Strahlungsleistungen über dem zugehörigen theoretischen Wert des unbewölkten Tages liegen. Den additiven Energieeintrag erhält man durch die Reflexion an Kumuluswolken. Bei der Auslegung von PV-System sollten die Anlagenkomponenten, unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten sowie Betriebsparameter, so gewählt werden, dass sie auch Wettersituationen mit fluktuierender Strahlungsdichte berücksichtigen. PV-Module können unter IE-Bedingungen bis zu 30% mehr Leistung als unter Standardtestbedingungen erreichen.

## Referenzen und Quellen

- [1] Burger B., Rütther R., Inverter sizing of grid-connected photovoltaic systems in the light of local solar resource distribution characteristics and temperature, Solar Energy 80 (2006);
- [2] Lovengreen C, Fuenzalida H, Videla L. On the spectral dependency of UV radiation enhancements due to clouds in Valdivia, Chile. Journal of Geophysical Research 2005;
- [3] Solarenergieförderverein Bayern e.V., Messdatensätze der 1 MW PV-Anlage Neuen Messe München der Jahre 2001 bis 2011, [www.sev-bayern.de](http://www.sev-bayern.de);
- [4] Meteorologisches Institut der Universität München, Messdatensätze der Jahre 2008 und 2009, [www.meteo.physik.uni-muenchen.de](http://www.meteo.physik.uni-muenchen.de)
- [5] Mayer, B. and Kylling, A., The libRadtran software package for radiative transfer calculations: Description and examples of use, journal acp, vol. 5, 2005,
- [6] Deutscher Wetterdienst, hoch aufgelöste meteorologische Messdatensätze und synoptische Meldungen für 16 Standorte im Bundesgebiet im Zeitraum 2007 bis 2010, [www.dwd.de](http://www.dwd.de)

## ZU DEN AUTOREN:

### ► Mike Zehner

leitet die Arbeitsgruppe PV-Systeme des Labors für Solartechnik im Studiengang Regenerative Energien Energietechnik der Hochschule München.

### ► Mario Moll und Moritz Czakalla

sind Mitarbeiter der Arbeitsgruppe an der Hochschule München.

# BAUREGELN FÜR DIE SOLARTECHNIK

## DIBT VERÖFFENTLICHT HINWEISBLATT UND BAUREGELLISTEN

Im Mai 2012 veröffentlichte, vom Handwerk bisher relativ unbeachtet, das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) eine Informationsschrift „Hinweise für die Herstellung, Planung und Ausführung von Solaranlagen“ sowie der Entwurf zu den vorgesehenen Änderungen der Bauregellisten. Beide Dokumente haben Auswirkungen auf den Baupraxis von thermischen und Photovoltaischen Anlagen. In die Bauregelliste B Teil 2 werden zukünftig thermische Solaranlagen, Solarkollektoren und Photovoltaische Module aufgenommen. Die baulichen Anforderungen werden aufgelistet und im Hinweispapier beschrieben. Im Artikel hat sich der Autor stärker auf PV-Anlagen konzentriert.

Mit den Veröffentlichungen ist die Solartechnik nach Jahrzehnte mit „unregelmäßigem“ Bau von Solaranlagen in der „ganz normalen“ formalen Bauregelwelt des DIBt angekommen. Bisher waren PV-Module und Solarkollektoren für den

Bau eher untergeordnet, da von relativ kleinteiligen auf das Dach aufgetragenen Bauteilen ausgegangen wurde. Allerdings wurden seit mehr als einem Jahrzehnt ganze Dächer großflächig mit Solartechnik belegt. Das bedeutet jedoch nicht, dass diese Anlagen nicht dem deutschen Baurecht entsprechen haben. Die Anlagen entsprechen dem Baurecht, wenn bei der Errichtung die allgemein anerkannten Regeln der Technik eingehalten wurden, insbesondere neben den elektrotechnischen Normen auch Statik, Regendichtigkeit und Brandschutz beachtet wurde. In Hinblick auf die Einhaltung dieser Regeln sind die beiden DIBt-Veröffentlichungen zu begrüßen und stellen insofern auch keine grundsätzlich neuen Anforderungen dar. Sie helfen die Unsicherheiten insbesondere der Bauämter und der Planer bei der formellen Einordnung der Solartechnik und der Festlegung der baulichen Anforderungen zu beseitigen.

Meist werden PV-Module so eingesetzt,

dass sie keine weitere konstruktive Funktion am Gebäude übernehmen, wie z.B. bei der klassischen Montage über die bestehende Dachdeckung. Bisher zählten PV-Module zu den sonstigen Bauprodukten, welche keine sicherheitstechnische Bedeutung haben. So wurde für den Einbau keinen Verwendbarkeitsnachweis benötigt. Die Modulzertifizierung nach IEC 61215 bzw. IEC 61646 wurde als anerkannter Stand der Technik interpretiert. Diese Prüfprozedur enthält auch verschiedene mechanische und klimatische Belastungstests. Allerdings stellten die IEC 61215/61646 keine Bauartzulassung im Sinne des DIBt dar. Geregelter Bauprodukte entsprechen den in den Bauregellisten vom DIBt veröffentlichten technischen Regeln. Um dies nachzuweisen, besitzen sie entweder das nationale Ü-Zeichen oder das europäische CE-Zeichen (siehe Kasten 1).

### Neue Einordnung von Kollektoren und PV-Modulen

Solarkollektoren und PV-Module tauchen in den Bauregeln B Teil 2 auf. Danach sind Solarkollektoren mit mechanisch gehaltenen Glasdeckflächen mit einer maximalen Einzelglasfläche bis 3,0 m<sup>2</sup> beim Einsatz im Dachbereich mit einem Neigungswinkel < 75° und bei gebäudeunabhängigen Solaranlagen im öffentlich unzugänglichen Bereich geregelt, wenn sie die Europäische Druckgeräte Richtlinie 97/23/EG einhalten und dieses mit dem CE-Zeichen nachweisen. Außerdem müssen sie zusätzlich den Brandschutz durch Übereinstimmungserklärung des Herstellers bzw. Übereinstimmungszertifikat durch eine anerkannte Zertifizierungsstelle sowie die energetische Kennwerte mit Übereinstimmungserklärung des Herstellers nach vorheriger Prüfung des Bauprodukts durch eine anerkannte Prüfstelle nachweisen.

Bei PV-Module ist die maximale Einzelglasfläche mit bis zu 2,0 m<sup>2</sup> kleiner als bei Solarkollektoren. Dieses gilt für den gleiche Einsatzfall, für die Verwendung im Dachbereich mit einem Neigungswinkel < 75° und bei gebäudeunabhängigen Solaranlagen im öffentlich unzugänglichen Bereich. PV-Module müssen dann die Europäische Niederspannungsrichtlinie

### Bauregeln

Die obersten Bauaufsichtsbehörden der Länder führen die geregelten und nicht geregelten Bauprodukte und Bauarten sowie die technischen Regeln für Bauprodukte und Bauarten durch eine öffentliche Bekanntmachung in Form von Bauregellisten ein. Diese Bauregellisten werden jährlich überarbeitet und in den „DIBt Mitteilungen“ veröffentlicht.

In die Bauregelliste B Teil 2 werden Bauprodukte aufgenommen, die aufgrund der Vorschriften zur Umsetzung der Richtlinien der Europäischen Gemeinschaften mit Ausnahme von solchen, die die Bauproduktenrichtlinie umsetzen, in den Verkehr gebracht und gehandelt werden, wenn die Richtlinien wesentliche Anforderungen nach § 5 Abs. 1 Bauproduktengesetz (BauPG) nicht berücksichtigen und wenn für die Erfüllung dieser Anforderungen zusätzliche Verwendbarkeitsnachweise oder Übereinstimmungsnachweise nach den Bauordnungen erforderlich sind. Diese Bauprodukte bedürfen neben der CE-Kennzeichnung auch des Übereinstimmungszeichens (Ü-Zeichen) nach den Bauordnungen der Länder. Welche wesentliche Anforderung nach § 5 Abs. 1 BauPG von den Richtlinien nicht abgedeckt wird, ist in Spalte 4 der Baure-

gelliste B Teil 2 angegeben. Die Spalten 5 und 6 enthalten die zur Berücksichtigung dieser wesentlichen Anforderung nach den Bauordnungen der Länder erforderlichen Verwendbarkeits- und Übereinstimmungsnachweise. Wesentliche Anforderungen nach § 5 Abs. 1 BauPG sind mechanische Festigkeit, Standsicherheit, Brandschutz, Hygiene, Gesundheit, Umweltschutz, Nutzungssicherheit, Schallschutz, Energieeinsparung und Wärmeschutz. Die wesentlichen Anforderungen sind in den Grundlagendokumenten nach Art. 12 der Richtlinie 89/106/EWG präzisiert.

Bauprodukte, für die es weder Technische Baubestimmungen noch allgemein anerkannte Regeln der Technik gibt und die für die Erfüllung bauordnungsrechtlicher Anforderungen nur eine untergeordnete Bedeutung besitzen, sind in die Bauregelliste C aufgenommen. Bei diesen Produkten entfallen Verwendbarkeits- und Übereinstimmungsnachweise.



2006/95/EG einhalten und dieses mit dem CE-Zeichen nachweisen. Das Konformitätszeichen CE erfordert die Prüfung und Zertifizierung nach IEC 61215, IEC 61248 sowie IEC 61730. Zusätzlich ist ein Nachweis zum Brandschutz, in den meisten Fällen „normalentflammbar“ Klasse B2 nach DIN 4102 (alt) oder Klasse E nach EN 13501 (neu) durch Übereinstimmungserklärung des Herstellers erforderlich. Wenn der Einsatzort eine Klassifizierung schwerentflammbar und nicht brennbar verlangt, wird eine Übereinstimmungserklärung des Herstellers bzw. Übereinstimmungszertifikat durch eine anerkannte Zertifizierungsstelle benötigt.

Die Brandprüfungen nach IEC 61730 bzw. UL790 für Dacheindeckungen, die für den amerikanischen Markt verlangt werden, sind für diesen Nachweis nicht ausreichend, da sie Einstufung in Baustoffklassen nach DIN 4102 oder DIN EN 13501 ermöglichen. Als Schwierigkeit ergibt sich dabei, dass die Prüfungen auf Normal-Entflammbarkeit Klasse E nach EN13501, die nach dem Test der EN ISO 11925-1 in einer für Standardmodule zu kleinen Brandkammer erfolgt. Der Test nach Norm erfolgt an definierten Prüfkörpern mit den Abmessungen 90 x 250 mm. Die meisten Materialprüfanstalten können ganze Module nicht testen, sondern benötigen kleinere Modulsamples. Der TÜV-Rheinland hat in Kooperation mit der Currenta einen Prüfstand in einer großen Brandkammer entwickelt, bei dem der Test auf Normal-Entflammbarkeit mit ganzen Modulen durchgeführt werden kann.

Kunststoffmodule und Module ohne Glasdeckflächen für die Verwendung im Dachbereich können ohne Größenbeschränkung, wenn sie die oben genannten Anforderungen erfüllen eingesetzt werden. Für kleinformatige PV-Module mit  $\leq 0,4 \text{ m}^2$  Fläche und  $\leq 5 \text{ kg}$  Eigenlast bzw. brettformatige Elemente mit  $\leq 0,3 \text{ m}$  Breite und Unterstützungsabständen durch die Unterkonstruktion von  $\leq 0,8 \text{ m}$  die die entsprechenden Regelungen nach Bauregelliste C erfüllen ist kein Verwendbarkeitsnachweis erforderlich. Das Hinweispapier spricht hier nur von Fassadenelementen, aber nach dem Duktus der Bauregelliste C würde das auch für PV-Module als kleinteilige Dachelemente gelten.

Gebäudeunabhängige Solaranlagen im öffentlich unzugänglichen Bereich, wie es die meisten PV-Freiflächenanlagen darstellen, besitzen eine untergeordnete Bedeutung, wodurch die erweiterte Verwendbarkeits- und Übereinstimmungsnachweise entfallen. Sie werden bis zu einer Höhe von drei Metern ohne erweiterte Bauregelanforderungen in Liste C einge-

ordnet. Solarkollektoren und PV-Module, die von den genannten Einsatzbereichen abweichen, müssen andere Anforderungen erfüllen. So sind bei der Verwendung als Überkopfverglasung sind die Technischen Baubestimmungen im Bereich des Glasbaus zu beachten. Weicht man davon ab, ist ein Verwendbarkeitsnachweis durch eine Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (AbZ) erforderlich. Beim Einsatz im Fassadenbereich entfallen sofern Bauprodukten aus Glas der Bauregelliste B Teil 1 in Verbindung mit der Bauregelliste A Teil 1 eingesetzt werden, die Anforderungen eines gesonderten AbZ Verwendbarkeitsnachweises.

### Glasbauregeln für größere Solarmodule

Über zwei Quadratmeter große PV-Glasmodule bedürfen nach der Bauregelliste B Teil 2 lfd. Nr. 1.5.4.3 eines Verwendbarkeitsnachweises durch eine AbZ. Ausgenommen hiervon sind PV-Module, die aus Glasprodukten nach den harmonisierten Produktnormen der Bauregelliste B Teil 1 in Verbindung mit der Bauregelliste A Teil 1 bestehen und deren Standsicherheit den bauaufsichtlich eingeführten technischen Regeln für Verglasungen (siehe Kasten) entspricht. Geregelter Bauprodukte aus Glas sind Sondergläser wie Guss- oder Spiegelglas, Einscheibensicherheitsglas, Mehrscheiben-Isolierglas und Verbundsicherheitsglas. In Standardmodulen wird üblicherweise teilvorgespanntes Glas verwendet. In bauaufsichtlich relevanten Konstruktionen (z.B. Überkopfverglasung) zählen sie damit zu den nicht geregelten Bauprodukten und können deshalb nur mit Zulassung, Prüfzeugnis oder Zustimmung im Einzelfall verwendet werden.

Eine Solaranlage ist in typischer Montage über die vorhandene Dachdeckung baurechtlich zumeist ein genehmigungsfreies Bauvorhaben. Ausnahmen z.B. für hohe oder öffentliche Gebäude und die Genehmigungsverfahren sind in der Landesbauordnung beschrieben. Der Bauherr benötigt in der Regel also keine Bauplanungsvorlagen, braucht keinen Antrag zu stellen oder Bauanzeige bei Behörden zu erstatten: Er kann sofort anfangen zu bauen, die baurechtliche Zulässigkeit wird von den Behörden nicht überprüft. Allerdings sind der Bauherr und seine Beauftragten dafür verantwortlich, dass das Baurecht und die Bauregeln und -normen sowie die weiteren Vorschriften beachtet und eingehalten werden. Ist die Anlage rechtswidrig, könnte es passieren, dass sie auf Anordnung der Behörde wieder beseitigt werden muss und zudem noch ein Bußgeld zu zahlen ist. Zum Beispiel wäre das der Fall bei einer Anlage ohne ausreichende Standfestigkeit der Montagesys-



Bild 1: Das Modulglas wurde durch die Schneelasthäufung an der Rahmenkante aus Rahmen gedrückt.

teme, insbesondere wenn ein öffentlicher Weg dadurch gefährdet wird.

Das Hinweispapier spricht zwar dem mechanischen Lasttest und den anderen Prüfungen der PV-Module nach IEC 61215, IEC61646 bzw. IEC 61730 ab, dass diese zu charakteristischen Materialkennwerten führen, die für den Nachweis der bauaufsichtlichen Anforderungen, wie z.B. der Standsicherheit benötigt werden. Jedoch verweist es auf den o.g. Wortlaut der Ergänzungen der Bauregelliste B Teil 2. Die Solarbranche sollte in Zukunft daran arbeiten, dass in den IEC-Normen die Ermittlung von charakteristischen Materialbeiwerten zum Nachweis der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit nach baulicher Sicht aufgenommen werden. Dazu müsste z.B. der mechanische Lasttest durch mehrere Prüfzyklen an mehreren Modulen zur statistischen Bewertung erweitert werden. Orientieren könnte man sich dabei an der Prüfnorm für Fenster DIN EN 12211. In dem Zuge könnte gleich ein Test für die Belastung

### Technische Glasbauregeln

**TRLV:** Die „Technische Regeln für die Verwendung von linienförmig gelagerten Verglasungen“ (August 2006) gelten nur für PV-Module und ST-Kollektoren, die als Vertikalverglasung Neigung  $\leq 10^\circ$  von der Vertikalen (Fassade) oder als Überkopfverglasungen Neigung  $> 10^\circ$  von der Vertikalen eingesetzt werden und deren Glas linienförmig gelagert sind

**TRAV:** Die „Technische Regeln für die Verwendung absturzsichernder Verglasungen“ (Januar 2003) gelten nur für PV-Module und ST-Kollektoren, die als absturzsichernde Verglasung eingesetzt werden, z. B. im Brüstungsbereich etc.

**TRPV:** Die Technische Regeln für die Bemessung und Ausführung von punktförmig gelagerten Verglasungen, August 2006 gelten nur für PV-Module und ST-Kollektoren, die als Vertikalverglasung Neigung  $\leq 10^\circ$  von der Vertikalen oder als Überkopfverglasungen Neigung  $> 10^\circ$  von der Vertikalen eingesetzt werden und deren Glas punktförmig gelagert sind.

bei 30°-Neigung und ein etwas erhöhte Lastprüfung in Rahmennähe erfolgen, um die Schneelasten besser abzubilden. Bei einigen Modultypen wurde durch erhöhte Schneelasten das Modulglas aus dem Rahmen gedrückt.

### Montagesysteme und Befestigung

Das Hinweispapier geht auch auf die Konstruktion der Solaranlage ein. So werden die grundsätzlichen Anforderungen an das Montagesystem beschrieben. Montagesysteme und Befestigungen müssen die Eigenlasten der PV-Module bzw. Solarkollektoren, die Wind- und Schneelasten, die auf das PV-Modul bzw. den Solarkollektor einwirken, sicher und dauerhaft aufnehmen und in das Gebäude, andere bauliche Anlagen oder den Baugrund weiterleiten. Für die Standsicherheit gelten dabei die technischen Regeln der Liste der Technischen Baubestimmungen. So sind bei der Ausführung von Stahl- und Aluminiumkonstruktionen die in dieser Liste aufgeführten Eurocodes DIN EN 1993-1 und DIN EN 1999-1 einschließlich ihrer nationalen Anhänge und die Ausführungsnorm DIN EN 1090-2 und DIN EN 1090-3 zu beachten. Da die Standsicherheit und die Ausführung von Tragkonstruktionen aus nichtrostendem Stahl derzeit nicht durch die geltenden Technischen Baubestimmungen geregelt sind ist die AbZ Nr. Z-30.3-6 zu beachten.

Sofern die Tragfähigkeit von Metallkonstruktionen durch Versuche ermittelt wurde ist für den Nachweis der Standsicherheit und Dauerhaftigkeit eine AbZ erforderlich. Ausnahme: Die Tragfähigkeit wurde auf Basis einer technischen Baubestimmung rechnerisch nachgewiesen. Bestehen relevante Teile des Montagesystems aus Kunststoffbauteilen oder sind die Montageträger oder Aussteifungselemente des PV-Moduls bzw. Solarkollektors geklebt, ist ebenfalls eine AbZ erforderlich. Den Einsatz von geklebten Verbindungen an PV-Modulen, wie es die sogenannten BackRails darstellen, erschweren somit das Hinweispapier und der Entwurf der Bauregelliste. Sie fordern dafür eine allgemeine baurechtliche Zulassung für den Nachweis der Standsicherheit und Dauerhaftigkeit. Hersteller von solchen Systemen wie auch von Kunststoffunterkonstruktionen, die sich schon 2011 an DIBt zugelassen Zertifizierung- und Prüfstellen gewandt haben, bisher wegen fehlender angepasster Prüfanforderungen für geneigte Systeme keine Zulassung erhalten. Dies stellt natürlich ein Ärgernis dar, welches baldmöglichst vom DIBt behoben werden sollte. Für PV-Fassadensysteme kann die ETAG 002-Leitlinie für die Europäische Technische Zulassung für geklebte Glaskonstruktionen angewendet werden.

Die Übertragung von ETAG-Leitlinie auf geneigte PV-Module führt allerdings auf Grund der hohen Anforderungen bei Fassaden und den damit verbundenen hohen Sicherheitsbeiwerten zu aufwendigen Konstruktionen.

Für die Verankerung und Befestigung von Solaranlagen am Gebäude, an anderen baulichen Anlagen oder auf dem Fundament bzw. für die Verbindung an der Unterkonstruktion sind Verankerungs-, Befestigungs- und Verbindungselemente zu verwenden, die den Technischen Baubestimmungen entsprechen oder die CE-Kennzeichnung tragen und diese Kennzeichnung die in der Bauregelliste B Teil 1 festgelegten Klassen und Leistungsstufen aufweist. Für alle anderen Verankerungs-, Befestigungs- und Verbindungselemente ist der Verwendbarkeitsnachweis durch eine AbZ zu erbringen. Nicht geregelte Verankerungs- und Befestigungsmittel für Beton und Mauerwerk müssen europäischen technischen Zulassungen oder AbZ entsprechen. Bisher selten werden PV-Module oder Montagesysteme auf die Dachhaut geklebt oder mit Dachbahn verschweißt. Diese Verbindung mit der Dachhaut zur Einleitung von Zugkräften entspricht bisher nicht dem technischen Regelwerk, so dass ebenfalls ein bauaufsichtlicher Verwendbarkeitsnachweis notwendig ist.

Einige Montagesystemhersteller haben ihre Hausaufgaben für ihr System dem DIBt gegenüber komplett erfüllt. Wurde z.B. die Tragfähigkeit des Systems auf Basis einer technischen Baubestimmung rechnerisch nachgewiesen, wird keine bauaufsichtliche Zulassung benötigt. Bei vielen fehlen allerdings noch die Einzelnachweise, weil bestimmte Einzellemente bisher noch nicht durch technische Baubestimmungen abgedeckt werden, wie z.B. für die Schubtragfähigkeit der Modulklemmen auf den Montageschienen, für Schienenverbinder, für Schraubverbindungen mit Langloch usw.



Quelle: Sunfilm

**Bild 2:** Bei der Befestigung von PV-Modulen mit BackRail-Systemen an Gebäuden wird eine allgemeine baurechtliche Zulassung vom DIBt verlangt.

nen, für Schienenverbinder, für Schraubverbindungen mit Langloch usw.

Der BSW hat dazu Ende 2011 eine Arbeitsgruppe Montagesysteme gegründet, die sich mit offenen Fragestellungen rund um die baulichen Zulassung und Zertifizierung befasst. Der Fachausschuss Photovoltaik und Solarthermie der DGS begleitet diese Bemühungen der Branche von Anfang an. Das führte dazu, dass es fachorientierten Diskussionen mit dem DIBt gab mit dem Ziel Kompromisse zwischen Qualitätsanforderungen und wirtschaftlicher Umsetzbarkeit zu finden. In Punkto bauliche Sicherheit wurden dabei keine Abstriche gemacht. Das Hinweispapier und der Entwurf der Änderungen der Bauregellisten stellen insofern die berechtigten baulichen Anforderungen an Solaranlagen wieder, geben der Branche Planungssicherheit sowie den Behörden eine Hilfestellung bei den Genehmigungspraxis.

### ZUM AUTOR:

► **Dipl. Ing. Ralf Haselhuhn**

leitet den DGS-Fachausschuss Photovoltaik und ist Mitarbeiter in verschiedenen Fachgremien

rh@dgs-berlin.de



Quelle: DGS Berlin

**Bild 3:** Fehler bei Dachbefestigungen, Aufständereien und Montage nahmen in Vergangenheit zu, wie Sachverständige der DGS feststellten

# SOLARES BAUEN IN SMART CITIES

DIE REVOLUTION DES NACHHALTIGEN URBANEN LEBENS SOLL IN KLIMANEUTRALEN UND INTELLIGENTEN STÄDTEN STATTFINDEN



Bild 1: Masdar City

**W**eil zukünftig 70 Prozent der Weltbevölkerung in Städten leben werden, wird deren Umweltfreundlichkeit und Effizienz immer wichtiger. Verdichtete Städte und Megacities erzeugen auch Megaprobleme: Unersättlich verbrauchen sie Energie, Rohstoffe und Fläche, zudem produzieren sie Schadstoffe, Abwasserströme, Müllberge und überlastete Verkehrssysteme. Auch in Deutschland konzentriert sich der Energie- und Ressourcenverbrauch auf den urbanen Raum. 2011 lebten rund 75 Prozent der deutschen Bevölkerung in Städten.

Diesen Megaproblemen wird mit wirklichen, sogenannten „intelligenten“ umwelttechnologischen Stadtplanungs- und Sanierungslösungen und dem Neubau ganzer nachhaltiger Retortenstädte begegnet. Dabei ist die Definition, was unter einer „smarten“ oder „intelligenten“ Stadt zu verstehen ist noch gar nicht einheitlich gelöst. Deshalb werden häufig Begriffe wie die „klimaneutrale“, „CO<sub>2</sub>-neutrale“ oder schlicht „nachhaltige“ Stadt verwendet. Allen gemeinsam ist das Ziel, umweltbewusstes Leben und Arbeiten in Städten möglich zu machen. Solare Strahlungsenergie für die Strom- und Wärmeproduktion wird dabei für Ge-

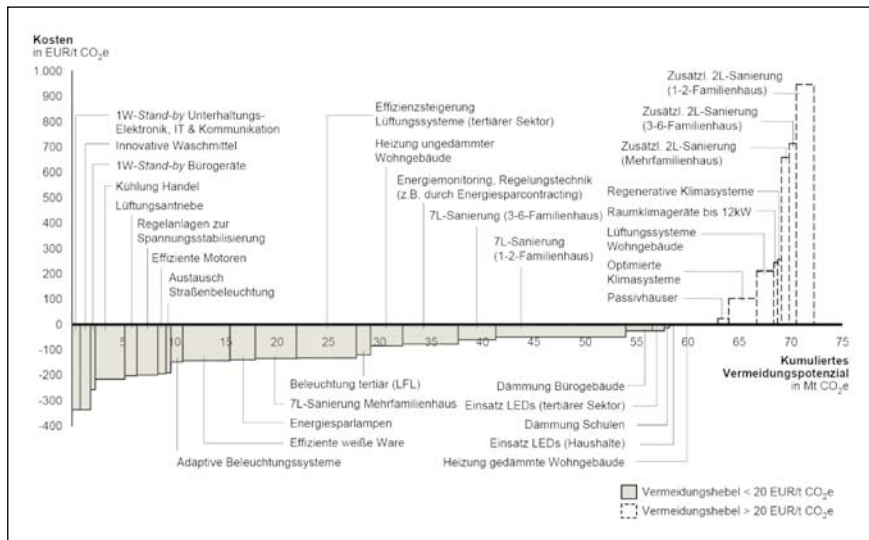
bäude, Kraftwerke und im Verkehrssektor verwendet, und ist interessant und effektiv für Neubau und Sanierung.

In Deutschland steht die Thematik Verdichtung von Städten, energetische Vernetzung und Optimierung der Infrastruktur für die umweltfreundlichere Nutzung von Städten im Vordergrund. In anderen Ländern, die über mehr Fläche verfügen und einen höheren Zulauf in Städte verzeichnen, ist es der Neubau ganzer Städte, wie z.B. in Japan, China und den Arabischen Emiraten. Prominentestes Beispiel ist Masdar-City, 15 Kilometer von Dubai entfernt. Das Milliarden Dollar Projekt soll 50.000 Menschen und 1.500 Firmen ein klimaneutrales Leben und Arbeiten ermöglichen. Wegweisend ist auch das japanische Panasonic-Projekt Fujisawa SST (Fujisawa Sustainable City), eine 3.000 Einwohner-Retortenstadt. Beide Projekte sollen der Welt, vor allem jedoch den Technologieanbietern Erkenntnisse über nachhaltiges urbanes Leben auf neuestem technologischen Stand bieten. Denn diese transformieren sich zu Energiemanagement-Systemanbieter. Panasonic will das bereits bis zum hundertjährigen Firmenjubiläum 2018 geschafft haben.

Betrachtet man diese Ziele, mutet die zögerliche Vorgehensweise der Bundesregierung aber auch der deutschen Technologieführer „verschlafen“ an. Nach vereinzelten Leuchtturmprojekten und Modellregionen in Deutschland startete die Bundesregierung nun Ende März den „Aktionsplan für die Hightech-Strategie 2020“, der die Weichen für die Umsetzung von insgesamt zehn Zukunftsprojekten stellt.

## Die Morgenstadt

Eines der zehn Projekte ist die „Morgenstadt“<sup>1)</sup>, ein Handlungsmodell für die „CO<sub>2</sub>-neutrale, energieeffiziente und klimaangepasste Stadt“, den der multidisziplinäre Expertenkreis der Fraunhofer Gesellschaft für das Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF entwickelte. Das Zukunftsbild „Morgenstadt“, ist eine Antwort auf den Klimawandel, mit der Handlungsanweisungen erarbeitet und erforscht werden und Schlüsseltechnologien flächendeckend verbreitet und synchronisiert werden. Eingebunden ist das alles in das Wissenschaftsjahr 2012 das im Zeichen der Nachhaltigen Städte steht. Bürger sollen in Interaktion mit Wissenschaftlern einbezogen werden. Den Ergebnissen dieser „Zukunfts-WerkStadt“ folgt die Förderinitiative, mit der sich Städte ab 2020 CO<sub>2</sub>-neutral und energieeffizient entwickeln können. Auch ein ökologischer Mietspiegel ist enthalten, der Interessenten signalisiert, welche Wohnungen ökologisch effizient gestaltet sind und Eigentümern Sanierungspotenziale aufzeigt. Die energetische Vernetzung soll landesweit Wirklichkeit werden. Nahwärmeversorgung, Kraftwärmekopplung und Solarenergie sollen systematisch ausgedehnt werden. Plusenergiehäuser und ihre Vernetzung mit Mobilitätslösungen werden mit Smart Metering und intelligenter Datenvernetzung integriert<sup>2)</sup>. Ziel ist der Um- und Ausbau vorhandener Strukturen im Sinne des urbanen Netzwerks unter Einbeziehung des Umlandes. Knapp zwanzig Forscher aus Wirtschaft, Wissenschaft



**Bild 2: Energieeffizienzpotentiale: Potenziale verschiedener Maßnahmen zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland**

und Politik unterstützen dieses Projekt. Orientiert am „Energiekonzept 2050“ der Fraunhofer Institute werden Möglichkeiten und Bedingungen der Transformation des aktuellen Energiekonzepts hin zum „100 Prozent-regenerativen Energiekonzept Deutschland“ bis zum Jahre 2050 aufgezeigt und umgesetzt. Hervorgehoben werden die für bestehende Städte hohen Energieeffizienzpotentiale.

Nachdem die Präsidenten der Wirtschaftsverbände im Frühjahr 2012 von der Regierung ein klares Projektmanagement für die Energiewende forderten, könnte die „Morgenstadt auf der Umsetzungsebene nun wesentliche Entwicklungen in Deutschland bewirken.

### Speichertechnologie für regenerativ erzeugte Energie

Gerade die Weiterentwicklung der Speichermöglichkeiten für regenerativ erzeugte Energie vergrößern die Einsatzmöglichkeiten für Sonnen- und

Windenergie in Städten und stärken die autarke Energieversorgung z.B. von Plus-Energie-Häusern. Das ist wesentlich, denn nicht nur die großen Lösungen werden die Zukunft bestimmen, betont Dr. Eric Meiser Leiter des Forum E-Motive Batterieproduktion VDMA. Seiner Meinung nach werde der Energiesektor eine Grass-wurzelenwicklung, ähnlich dem Internet erleben. Diese neue Energielandschaft der Zukunft werde von vielen kleinen Strom- bzw. Energieproduzenten, kleinen Energiespeichern und kleinen Energieabnehmern geprägt sein. Deshalb sei es nicht nur wichtig Großkraftwerke zu bauen, sondern auch die kleinen und autarken Einzellösungen zu vernetzen. Die Stadtwerke hält er für sehr gute, regionale Kooperationspartner, denn die großen Energieanbieter seien diesbezüglich noch zu „träge“. Welche Speichertechnologie sich durchsetzen werde, könne man so nicht sagen, betont Meiser, er vermute, dass aufgrund der Vielfalt der Anwen-

dungen ein Mix an Speicherlösungen notwendig sei. Es sei jedoch klar, dass beispielsweise die Lithium-Ionen Batterietechnologie hinsichtlich Ihrer Effizienz und Preisentwicklung verbessert werden müsse. Die Automatisierung der Produktion spiele dabei eine große Rolle. Eric Meiser erwartet sich davon eine Preisentwicklung ähnlich der Photovoltaik. Auf einem Zeitstrahl bis 2020 strebe man an, die Preise für ein Kilowatt von 500 Euro auf 250 Euro abzusinken. Die Wasserstoffspeicherlösungen und Druckgas-speicher-Lösungen seien, in Verbindung mit Brennstoffzellen wichtige Lösungen für den Speichertechnologie-Mix.

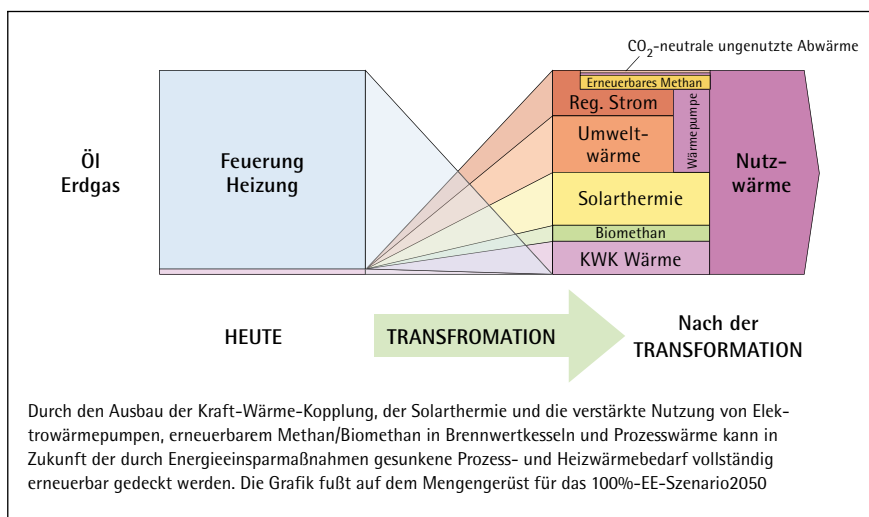
Die hohe wirtschaftliche Bedeutung von Maßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung im Gebäudebereich wird deutlich. Laut der „Energiekonzeption 2050“ der Fraunhofer Institute von 2010 wird der Weltenergiebedarf vor allem im Strombereich deutlich ansteigen. Photovoltaik und Solarthermie steuern ein wesentliches Energievolumen bei.

Die Weiterentwicklung der Speichertechnologie wird ganz wesentlich die flächendeckende Verwendung von Erneuerbaren Energien beeinflussen. Durch eine bidirektionale Kopplung von Gas und Stromnetz mit Anbindung an den Verbrauchssektor Mobilität bildet Methan einen indirekten Stromspeicher, wie die folgende Abbildung illustriert.

Die Integration der multiplen Energieproduzenten in ein solches Netz und die Weiterentwicklung der Speichertechnologie hinsichtlich der sinkenden Preisentwicklung, sind die eigentlichen Herausforderungen.

### Neubau von Retortenstädten – Beispiele

Der Neubau einer brandneuen Retortenstadt unterscheidet sich wesentlich von der Umweltoptimierung einer bestehenden Stadt. Für beide Bereiche gilt: nachhaltiges Leben in Städten ist komplex und deshalb sind es auch die Lösungsansätze. Kulturelle und klimatische Einflüsse fließen ein. Der weltweite Stadtbestand soll von den Retorten-Stadt-Projekt-Erkenntnissen profitieren, weil dort sämtliche Technologien eingesetzt werden. Kritiker bemängeln den top-down-Ansatz von Retortenstädten wie Masdar oder Fujisawa TTS, weil die künftigen Bewohner nicht einbezogen werden. Lediglich werde eine nachhaltige Umgebung bereitgestellt. Verhaltensänderungen und Akzeptanz der Stadtbewohner seien jedoch eine wesentliche Grundvoraussetzung. Auch der Leiter „Sustainable Services“, Accenture, betont, dass „smarte Städte“ kein Absatzmarkt für neue Technologien seien, sondern,



**Bild 3: Transformation des Wärmesektors**

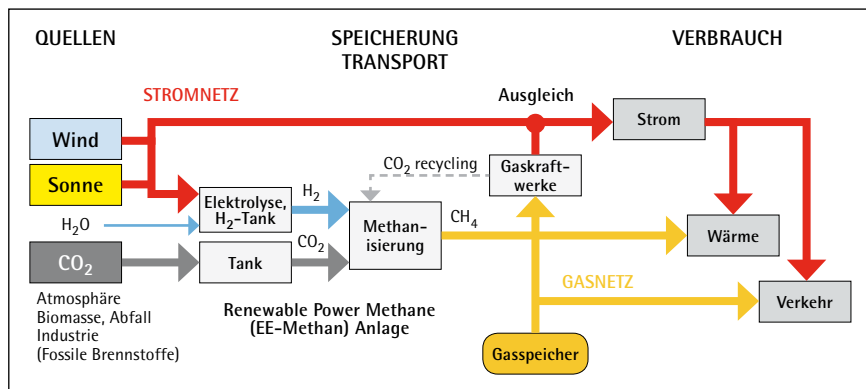


Bild 4: Speicherung von Strom aus Sonne und Wind durch die Herstellung von Methan und dessen anschließender Speicherung.

dass der Nutzen sämtlicher Maßnahmen für alle Betroffenen das Erfolgsmerkmal sei. Deshalb sei es wichtig auch in Informations- und Akzeptanzkampagnen zu investieren und für jede Region müsse definiert werden, was nachhaltiges Verhalten konkret ist. Das komme einem schieren Demokratisierungsprozess nahe, äußert der Experte Holst, sei aber langfristig lohnend.

### Masdar-City, Arabische Emirate

Masdar City ist eine Sonderwirtschaftszone, die die Anwendung erneuerbarer Energien fördern soll. Die Internationale Agentur für Erneuerbare Energien, kurz, IRENA, wird ihren Hauptsitz in Masdar einnehmen.

Die Stadt ist Mehrschichtig aufgebaut: Auf der unteren Ebene werden die Daten- und Energieströme gesteuert. Auf der Infrastrukturebene kommen die Fahrzeuge an, beliefern Geschäfte, transportieren die Menschen in fahrerlosen Vehikeln weiter. Die technologischen Lebensadern münden auf der eigentlichen oberen modernen Stadtebene. Bei der Gestaltung wurden kulturelle Besonderheiten mit High-Tech verbunden. Enge Gassen, gebogene Häuserfassaden und Überdachungen sorgen für Schatten, bei Temperaturen von rund 50°C. In der Stadt selbst sind nur Fußgänger unterwegs und eine quer durch Masdar verlaufende Schnellbahn. Laut dem verantwortlichen Architekt des Büros Norman Foster in London, das seit 2006 mit der Planung und dem Bau von Masdar betraut ist, ist man dennoch nie weiter als maximal 20 Minuten von einer Haltestelle entfernt. Gegebenenfalls würde man sich auf die untere Etage begeben und mit einem fahrerlosen elektrisch betriebenen Vehikel von A nach B fahren. E-Fahrräder seien dort kein Thema, weil sich „bei 50 Grad keiner auf das Fahrrad setzt“, zudem sei das e-Bike ein in dieser Kultur völlig fremdes Fortbewegungsmittel. Das Gros an Energie für diese Stadt wird allerdings

mit Solarfeldern vor den Toren Masdars produziert, da die Wärmeabstrahlung in der Stadt zu hoch wäre, wenn die Solarmodule auf den Dächern installiert wären. Vielmehr werden in der Stadt Windräder eingesetzt, die für eine angenehme Belüftung sorgen sollen. Die energetische Grundlast inklusive des Kühlbedarfs von Masdar wird mit solarer Sonnenstrahlung gedeckt. Hochvakuum-Solarthermie-Flachmodul-Felder von TVP Solar, ein interdisziplinäres Energieunternehmen in Dubai, sollen mit MT-Power-Modulen über 70% Wirkungsgrad bei der Konversion von Sonnenenergie in Kühlung bei einem 180°C-Betrieb für den Antrieb eines Doppeleffekt-Absorptionskühler erzielen. Die Module sammeln diffuses und direktes Licht und bieten mindestens 30% mehr Energieleistung als jeder andere konzentrierende Kollektor, so TVP. TVP erwartet nicht weniger als dass ihre Produkte die Solarbranche und die Technik der Erneuerbaren Energien revolutionieren werden. Ohne Subventionen rechnet sich das in ausgewählten Ländern innerhalb von weniger als 6 Jahren so, Piero Abbate, CEO von TVP Solar. Dass das vermutlich funktionieren wird zeigen internationale Großprojekte des österreichischen Solarthermiehers S.O.L.I.D. in Singapur, den USA und Österreich. Deren Kunden sind die Betreiber von kommunalen Großgebäuden wie z.B. die Universität in Singapur, die die gesamte Kühlung der Gebäude solarthermisch abdeckt.



Bild 5: Fujisawa Sustainable smart Town (Fujisawa SST)

### Fujisawa SST Japan – Urbaner Lebensstil mit maximaleffizientem Stromverbrauch

Der Elektronikkonzern Panasonic und der konzerneigene Fertighausanbieter PanaHome bauen in Fujisawa, südlich von Tokio, auf einem 19 Hektar großen, ehemaligen Firmengelände von Panasonic die vollelektronische, vollvernetzte adrette Fertighausstadt, Fujisawa Sustainable smart Town (Fujisawa SST) für 3.000 Bewohner. Den Stromverbrauch deckt die Stadt weitgehend mit solarer Strahlungsenergie, die gleich verbraucht, ins Netz eingespeist oder in massiven Lithium-Ionen-Akkus, ergänzt von Brennstoffzellen, gespeichert wird. Nachts und bei schlechtem Wetter wird damit aus Wasser und Sauerstoff sauberer Strom produziert. Die Prozesswärme liefert heißes Wasser. Die Informationsnetzwerke identifizieren die Lebensgewohnheiten der Bewohner und verbinden diese mit Klimadaten. Ressourcen werden entsprechend bereitgestellt und reguliert. Sowohl das Innenleben wie auch das Energiemanagementsystem, und e-Fahrräder stammen von Panasonic. Auch e-Autos und car-sharing-Angebote sind im Konzept enthalten. Der Einzug soll 2014 erfolgen.

Panasonic investiert hohe Summen. Konzernchef Fumio Ohtsubo betont, der Konzern wolle Experte in diesem Bereich werden. Fujisawa sei das Pilotprojekt für diese Transformation und liefere die notwendigen Erkenntnisse über den optimalen Einsatz solcher Technologien. Mit Fujisawa zeige Panasonic, was technologisch bereits möglich ist, kommentiert Michael Langbehn, Manager PR, CSR, Trade Marketing, Panasonic Deutschland in einem Interview. Das dort angewandte Prinzip vom Erzeugen, Speichern, Verwalten und Sparen von Energie mit Solar- und Brennstoffzellen wurde bereits seit 2009 im Panasonic „Eco Ideas“ Haus in Tokio getestet.

### Fußnoten

- 1) Morgenstadt: [www.morgenstadt.de](http://www.morgenstadt.de)
- 2) Effizienzhaus Berlin: [www.bmvbs.de/DE/EffizienzhausPlus/effizienzhaus-plus\\_node.html](http://www.bmvbs.de/DE/EffizienzhausPlus/effizienzhaus-plus_node.html)

### ZUR AUTORIN:

► Elke Kuehnle

Journalistin, Umwelt-, Organisationspsychologin M.A., 80997 München  
elke.kuehnle@gmail.com

# LANDKARTE DER MÖGLICHKEITEN

## SOLARKATASTER UND SOLARATLANTEN LASSEN POTENZIALE ERKENNEN

**W**ie viel unseres Stroms und unserer Wärme können wir in Deutschland von der Sonne beziehen? Bisher brauchte man komplexe Szenarien mit vielen Annahmen, um diese Frage zu beantworten. Doch in immer mehr Städten geben Solarkataster, beruhend auf Luftbildern oder Laserscans, genaue Auskunft.

Theoretisch haben wir genug Solarenergie, um alle Fabriken, Fernseher und Fahrzeuge der ganzen Welt damit anzutreiben. Fast jeder, der jemals einen Kurs in Solarenergie an der Uni besucht hat, hat es selbst nachgerechnet, denn mehr Zahlen als den Energiebedarf der Welt und die eintreffende Strahlung sowie einen theoretischen Wirkungsgrad braucht man nicht dafür. Doch weil dies nur ein trügerisch einfaches Zahlenspiel ist, nennt man diesen Wert auch das theoretische Potenzial der Solarenergie.

Deutlich kleiner ist das technische Potenzial. Das bezieht nur Flächen ein, in denen die Solarenergienutzung technisch umsetzbar ist. Die Randbedingungen für die „technische Machbarkeit“ sind allerdings recht flexibel definierbar. Noch größer wird der Definitionsspielraum, wenn es um das wirtschaftliche Potenzial der Solarenergie geht – es hängt vom Preis von CO<sub>2</sub>-Zertifikaten ab, von der Einspeisevergütung, davon, wie schnell die Weltproduktion von Silizium wächst – sprich: man muss eine Menge Annahmen treffen, um am Ende schließlich eine einzelne Zahl zu präsentieren, dass man sich diese ebenso gut gleich ausdenken kann. Was vermutlich auch oft genug geschieht.

Doch es scheint, als neige sich das Zeitalter der Zahlenspielereien dem Ende zu. Denn zumindest in Deutschland ist in immer mehr Städten das Solarpotenzial genau erfasst. Geoinformatikfirmen wie Simuplan und die Klärle Gesellschaft für Landmanagement und Umwelt mbH haben sich daran gemacht, nach und nach das tatsächliche Potenzial der Solarenergie in Deutschland zu ermitteln. Ihre Verfahren heißen Sun-Area und Simusolar. Auftraggeber sind Kommunen, Länder und Energieversorger. Die Datengrundlage sind Luftbilder und Laserscans. Das Ergebnis ist in der Regel eine Online-

Landkarte, auf der jeder nachsehen kann, ob und wo sich in seiner Stadt Photovoltaik und Solarthermie lohnen.

Das Zeitalter der Solaratlanten begann im Jahr 2006 mit dem Forschungsprojekt Sun Area an der FH Osnabrück. Professorin Martina Klärle, Geoinformatikerin Sandra Lanig und Ingenieurin Dorothea Ludwig erstellten den ersten Solaratlas. Seit 2007 weiß man in Osnabrück nicht nur, dass man im Stadtgebiet jährlich 220 GWh Solarstrom auf Dächern erzeugen könnte, sondern auch, auf welche Dächer man die Module dafür schrauben müsste. Die Forscherinnen nutzten Daten aus Laserscans, die das Umweltamt der Stadt Osnabrück ihnen zur Verfügung stellte. Auf jedem Quadratmeter des Stadtgebiets hatte der Laserscanner aus der Luft zwei Messpunkte aufgenommen. Das ist nach heutigen Maßstäben das Minimum für einen brauchbaren Solaratlas.

Im Jahr 2008 endete das wissenschaftliche Projekt. Doch immer mehr Gemeinden und auch Energieversorger interessierten sich für die Potenzialanalysen und die Forscherinnen arbeiteten weiter daran. Im Jahr darauf, 2009, erhielten sie

für ihr Produkt den Deutschen Solarpreis von Eurosolar. Im selben Jahr trat auch der Mitbewerber Simuplan mit einem ähnlichen Produkt auf den Plan – und sackte prompt den Intersolar-Award ein. Mittlerweile gibt es noch weitere Anbieter von Solarpotenzialanalysen.

### Stadtmodell ist die Grundlage

Die Grundlagen der Analyse sind bei den verschiedenen Anbietern ähnlich. Zuerst braucht man ein dreidimensionales Modell der Stadt. Dieses kann aus Laserdaten stammen oder aus sogenannten Stereo-Luftbildern – im Grunde einfachen Fotos, die mit aus leicht unterschiedlichen Perspektiven und mit einer gewissen Überlappung aufgenommen wurden. Was man verwendet, hängt vor allem davon ab, was man bekommen kann. Oft werden auch beide Methoden kombiniert. Die Daten an sich liegen für nahezu alle Städte in Deutschland vor. Im Auftrag der Landesvermessungsämter überfliegen mit Scannern oder Kameras ausgestattete Flugzeuge regelmäßig Stadt und Land. Sie fotografieren oder scannen die Landschaft von oben. Die Lasermess-

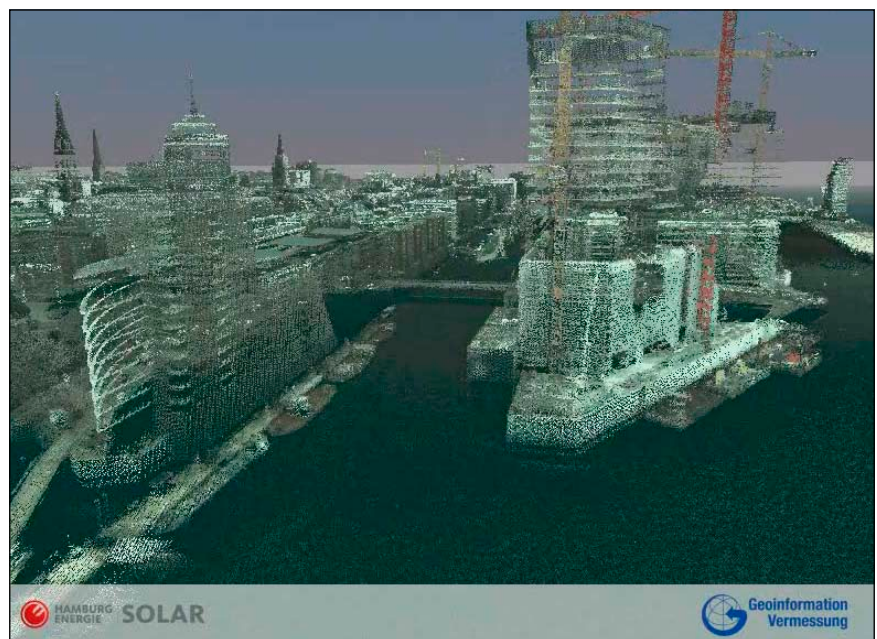


Bild 1: Laserpunktwolke Hamburg – Wie ein modernes Gemälde wirken diese Punktwolken aus einem Laserscan. Sie zeigen den Hamburger Hafen – vorne rechts die im Bau befindliche Elbphilharmonie, links im Hintergrund die Michaeliskirche.



Bild 2: Gut gerechnet: Im hessischen Solarkataster muss man einige Verbrauchsdaten eingeben, um eine Potenzialanalyse für Solarthermie zu erhalten.

geräte tasten die Oberflächen in der Regel auf Höhenunterschiede von 10 cm genau ab. Die Punktdichte variiert. An manchen Orten sind es zwei Punkte pro Quadratmeter, an anderen sind es 20.

Je mehr Details das Modell enthält, desto exakter wird die Analyse des Solarpotenzials. Jede Dachgaube, jeder Baum müssen deutlich zu erkennen sein, denn das Rechenmodell ist in der Lage, den Schattenwurf und seine Auswirkung auf den Solarertrag genau einzubeziehen. Der Landesbetrieb für Geoinformation in Hamburg zum Beispiel lässt Stadt und Land jährlich aus etwa 1.000 Metern Höhe fotografieren. Das 3-D-Modell, das dabei herauskommt, nutzen Stadtplaner, Katastrophenschützer oder auch Richtfunken. Es ist in Lage und Höhe auf 20 cm genau. Das ist eine Auflösung, die Datenschützer ruhig schlafen lässt, aber zugleich Gebäude für die Solarsimulationen exakt genug abbildet. Anhand eines solchen 3-D-Modells erstellte Simuplan im Auftrag des städtischen Energieversorgers Hamburg Energie den ersten Hamburger Solaratlas. Er zeigte den Hanseaten, wo in der Innenstadt sich am besten Photovoltaikanlagen installieren ließen.

Im Frühjahr 2010 leistete sich Hamburg einen Laserscan aus der Luft. Aus 200 bis 250 m Höhe tastete der Scanner das gesamte, 750 Quadratkilometer große Stadtgebiet ab. Insgesamt 26 Milliarden Messpunkte nahm der Scanner auf – das sind im Schnitt 36 Punkte pro Quadratmeter. Oft sind es mehr, mindestens aber 20 pro Quadratmeter. Damit besitzt Hamburg den vermutlich exaktesten Laserscan Deutschlands. Um all diese Punkte in Gebäude, Vegetation und Boden zu klassifizieren und weiter zu verarbeiten, nutzt der Landesbetrieb Mehrprozessorenrechner, die mit reichlich Arbeitsspeicher ausgestattet sind. Die klassifizierten

und eingefärbten Punktwolken sehen aus wie ein modernes Gemälde der Stadt Hamburg (siehe Bild 1). Mit Hilfe dieser vom Landesbetrieb erstellten Punktwolken führte Simuplan die Analyse durch.

### Photovoltaik: Licht oder Schatten?

Meistens wird auf den Solaratlanten vor allem das Potenzial für die Stromerzeugung dargestellt. So auch zunächst in Hamburg: Der erste Solaratlas aus dem Jahr 2010 zeigt ausschließlich mögliche Erträge für potenzielle Solarstromerzeuger. In der zweiten Version legten die Hamburger aber nach und stellten auch die Möglichkeiten für Solarthermie dar.

Die große Stärke der dreidimensionalen Modelle ist, dass man mit ihnen nicht nur die eigentlichen Dachflächen erkennt, sondern auch, welche Schatten auf die jeweiligen Flächen fallen. Das ist vor allem für die Photovoltaik wichtig, denn bereits ein schmaler Schatten auf dem Modul kann bekanntlich einen Strich durch jeden berechneten Stromertrag machen. Die Programme für die Potenzialanalyse arbeiten daher nicht mit Durchschnittswerten für die Solarstrahlung, sondern mit Zeitreihen, wie man es auch von Auslegungsprogrammen kennt. Je nach Anbieter und Kunde variiert die Auflösung, aber Schritte zu wenigen Minuten sind durchaus möglich.

### Auskunft unterschiedlich detailliert

Welche Werte die Hausbesitzer am Ende abrufen können, unterscheidet sich von Stadt zu Stadt. Im Solaratlas der Städte Mainz und Gelsenkirchen (erstellt mit Sun-Area) ist außer rot, orange und gelb eingefärbten Dächern nicht viel zu erkennen. Im Hamburger Atlas (SimuSolar) kann die Autorin dieses Artikels dage-

gen entnehmen, dass sich auf dem Dach des von ihr bewohnten Mietshauses eine Photovoltaikanlage mit einer Leistung von 8,8 kWp und einem prognostizierten Jahresertrag von 7,4 MWh installieren ließe, sofern man Module mit einem Wirkungsgrad von 15% verwendet und eine Performance Ratio von 80% erzielt. Die Berliner gehen bei ihrem Solaratlas (Simusolar) noch etwas weiter und geben gleich eine Kostenschätzung mit an – grundsätzlich ein praktischer Service, der allerdings stetige Pflege verlangt. Etwa alle sechs Monate aktualisiere man die Werte in Abstimmung mit der DGS, gibt Karin Teichmann an, die Leiterin des Berliner Business Location Centers. Bei Redaktionsschluss lagen der Kostenschätzung allerdings noch etwa 3,50 Euro/Watt zugrunde, während Anlagenpreise von 2 Euro/Watt schon Normalität waren.

Aufwändiger für den Nutzer, aber immer aktuell, ist die Methode von Sun-Area beim Solarkataster Mittelhessen: Ist einmal ein Dach ausgewählt, kann man den individuellen Wirtschaftlichkeitsrechner nutzen. Dieser enthält voreingestellte Werte, zum Beispiel für Modulart und Wirkungsgrad, ist aber frei bearbeitbar. Auch an den Inbetriebnahmezeitpunkt haben die Programmierer gedacht und gleich die jeweiligen Vergütungssätze hinterlegt.

### Solarthermie: Zwischen rechnen und raten

Während die PV höhere Anforderungen an die Genauigkeit des Stadtmodells stellt, steht man bei der Berechnung des Solarthermiepoteentials vor einer ganz anderen Herausforderung. Denn wer den möglichen Ertrag einer Solarwärmanlage berechnen will, muss zunächst einmal den Wärmebedarf der Hausnutzer kennen. Mit Ertragsprognosen geht man also zögerlicher um. Der Berliner Solaratlas zum Beispiel zeigt für Solarthermie nur an, wie groß die mögliche nutzbare Fläche ist und ob diese geeignet ist oder nicht. In der Hamburger Version dagegen unterscheidet man zusätzlich nach „sehr gut“, „gut“ geeigneten Flächen. Sogar ein möglicher Jahresertrag wird angezeigt. Simuplan behilft sich dafür mit der Annahme, es handele sich um Warmwasseranlagen, die 60% des Bedarfs decken sollen.

Sehr präzise und Fall spezifisch geht man dagegen beim mit Sun-Area erstellten Solaratlas Mittelhessen vor, das mit 580.000 Dächern im Rhein-Main-Gebiet und in Mittelhessen nach Angaben der Klärle GmbH zudem das größte Solarkataster Deutschlands ist. Dort kann der Nutzer für die Solarthermie-Simulationen genauso wie bei der Photovoltaik auf ei-

nen individuellen Wirtschaftlichkeitsrechner zugreifen und vielerlei Angaben selbst eintragen. Dabei ist die Eingabemaske gut auf den fachfremden Endnutzer zugeschnitten. Es wird nicht nach technischen Daten wie Warmwasserverbrauch oder gewünschtem Deckungsgrad gefragt, die Fragen sind so formuliert, dass sie jeder beantworten kann: Wie viele Personen leben in dem Haus? Soll nur das Wasser erwärmt werden oder auch die Heizung unterstützt? Geht man mit Warmwasser eher sparsam oder großzügig um? Soll der Deckungsanteil sich mehr an der Wirtschaftlichkeit oder am ökologischen Optimum orientieren?

Doch trotz aller Details muss man sich stets gewiss sein: Drei Minuten Kurzcheck mit einem Solaratlas ersetzen niemals eine sorgfältige Planung. Der Solaratlas verrät nicht, ob das Dach stabil genug ist, um Sonnenkollektoren tragen zu können. Er weiß nicht unbedingt, ob das Haus unter Denkmalschutz steht. Und er sagt nicht, ob und wo im Haus ein Speicher Platz finden kann. Solaratlanten eignen sich für den schnellen Überblick – dann ist eine detaillierte Auslegung gefragt.

### Politik mit Potenzialen: Analyse in NRW und in Hessen

Meistens steht bei den Analysen das Solarpotenzial der einzelnen Häuser im Vordergrund. Jeder Hausbesitzer soll schnell einen Eindruck erhalten, ob sich Solarenergie für ihn lohnt.

Aber natürlich lässt sich nach dem selben Prinzip auch das Solarenergiepotenzial einer ganzen Region, ja gar eines ganzen Bundeslandes bestimmen. Zu lesen ist dies meist in der Pressemitteilung, die die Stadt oder das Land anlässlich der Veröffentlichung des jeweiligen Solaratlases herausgibt. So zum Beispiel in Mittelhessen: Auf den Dächern des rund 1.000 km<sup>2</sup> großen Pilotgebiets hat die Klärle GmbH ein Potenzial für Solarstromerzeugung von jährlich 1.750 GWh ausgemacht.

Ein von vornherein anderes Ziel verfolgt Nordrhein-Westfalen. Das bevölkerungsreichste Bundesland hat Simuplan damit beauftragt, herauszufinden, wie viel seines Strombedarfs es von der Sonne beziehen könnte. Allerdings greift man sich dafür einzelne Modellgebiete heraus. Für eine flächendeckende Berechnung reicht die Datengrundlage nicht. „Es gibt für fast ganz Nordrhein-Westfalen Lagerscandaten, aber die Auflösung reicht nicht überall“, erklärt Georg Ludes von Simuplan. So hat man sich 24 Modellgebiete mit einer Fläche von jeweils 10 km<sup>2</sup> herausgegriffen. Diese repräsentieren jeweils bestimmte Regionen und Strukturen, wie etwa Gewerbegebiete, Wohngebiete,



Bild 3: Gut erkannt: Die Fußbumbauung des Berliner Fernsehturms ist denkmalgeschützt. Die eingebundenen Luftbilder helfen dem Nutzer bei der Orientierung. Nicht mehr brandaktuell sind allerdings die angezeigten Investitionskosten.

Innenstädte, ländliche Gebiete. Anhand dieser Grundtypen berechnet man, wie viel Prozent der Dach- und Grundstücksflächen sich typischerweise für Photovoltaik nutzen lassen und rechnet das dann auf die Gemeinden hoch.

Auch mögliche PV-Anlagen auf Freiflächen untersuchte Simuplan mit Hilfe von GIS-Daten des Auftraggebers. In diesen Daten sind zum Beispiel Autobahnen und Bahngleise hinterlegt. Gibt man dem Programm nun vor, dass die Randstreifen von Autobahnen in einer Breite von 110 m für PV-Anlagen geeignet sind, ermittelt es diese Flächen.

Anfang Juli soll die Potenzialanalyse für Nordrhein-Westfalen fertig gestellt sein.

Solaratlanten gibt es für immer mehr Städte, nicht nur in Deutschland. Haus für Haus, Stadt für Stadt, wird so das Potenzial der Solarenergie für jeden einsehbar dokumentiert.

### Weitere Informationen:

Klärlle GmbH:

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

Simuplan:

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

Solkataster Mittelhessen:

<http://solardach.hessen.de/Main.html?role=solkataster>

Solaratlas Hamburg:

[www.hamburgenergiesolar.de/Solaratlas.116.0.html](http://www.hamburgenergiesolar.de/Solaratlas.116.0.html)

Solaratlas Berlin:

[www.businesslocationcenter.de/solaratlas](http://www.businesslocationcenter.de/solaratlas)

### ZUR AUTORIN:

► Eva Augsten  
freie Journalistin

[mail@evaaugsten.de](mailto:mail@evaaugsten.de)

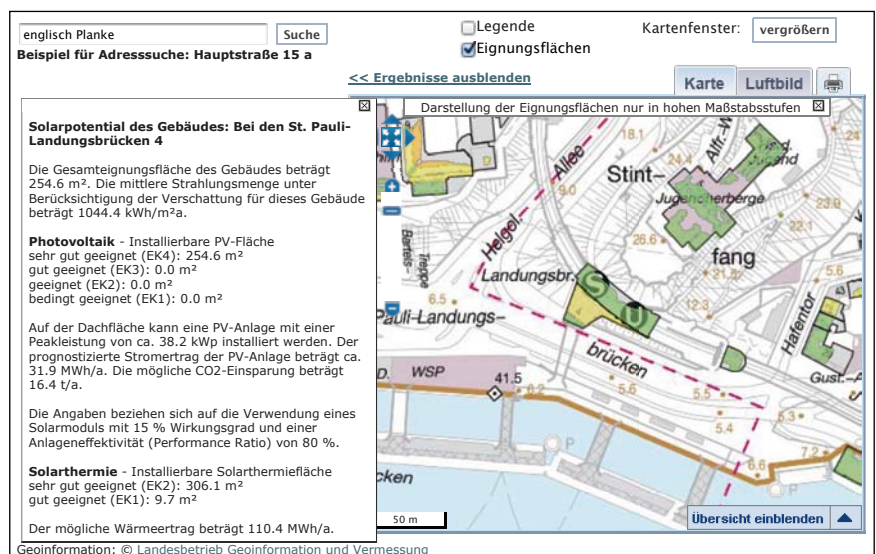


Bild 4: Solaratlas Hamburg, S-Bahn Landungsbrücken – Im Hamburger Solaratlas kann man zwischen Karte und Luftbild wählen. Die angegebenen Daten sind mittelmäßig detailliert.

# GRÜNE HÄFEN

## DIE TRANSFORMATION DER SEESCHIFFFAHRT INS POSTFOSSILE ZEITALTER



Bild 1: Solaranlage auf dem Dach des Logistikzentrums Altenwerder (Hamburger Hafen). Die Solaranlage befindet sich unmittelbar neben dem HHLA Containerterminal Altenwerder.

unterwegs, die rund neun bis zehn Millionen Standardcontainer transportieren können. In den deutschen Nordseehäfen stieg die Umschlagsmenge in den vergangenen 10 Jahren um 100 Mio. Tonnen auf 250 Mio. Tonnen. Für 2025 prognostiziert das Statistische Bundesamt ein weiteres Wachstum des Umschlagvolumens auf 600 Mio. Tonnen.

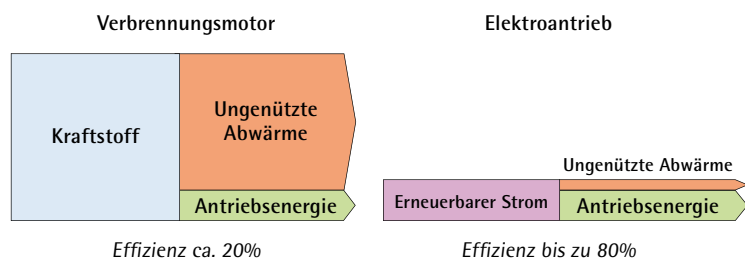
In Mitten dieses Zuwachses steht die Seeschifffahrt vor elementaren Umwälzungen. Der Seeverkehr muss ökoeffizienter werden und der Endlichkeit des Rohöls und den steigenden Treibstoffpreisen sowie der Klimabelastung der Häfen muss mit alternativen Lösungen für Antriebe und Treibstoffe begegnet werden. Photovoltaik kann einen wesentlichen Beitrag zur Deckung der energetischen Grundlast von Häfen und für die

### Häfen investieren in PV-Großanlagen

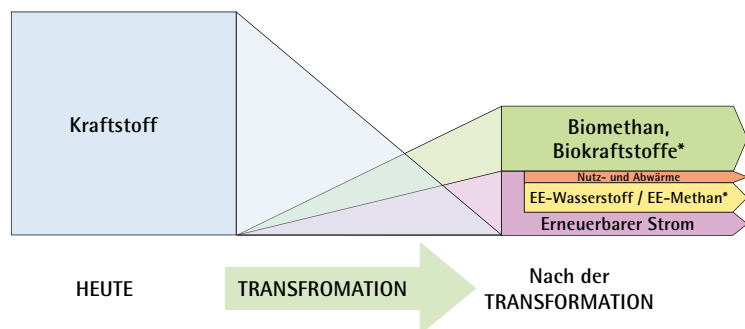
Die Seeschifffahrt als wesentliches Rückgrat der Globalisierung ist, betrachtet man die transportierte Tonnage, die umweltfreundlichste Transportart. Dennoch verursacht sie Emissionen, die denen der weltweiten Luftfahrt entsprechen und 30 Prozent der globalen Emissionen umfassen. Vor allem belastet sie die Häfen. Und das ist nicht nur für die Bewohner ein Problem, sondern verschlechtert auch den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck und die Erreichung der Nachhaltigkeitsziele von Hafenstädten und mindert den Landwert in Hafengebieten. Neben CO<sub>2</sub> belasten vor allem Stickoxide Schwefel, Phosphor und Ruß die Luft von Hafenstädten und Seewegen. Deshalb forscht diese aktuell wieder wachsende Seeschifffahrts-Branche an wirtschaftlichen und klimafreundlichen Alternativen für Antriebe und Treibstoffe.

Das Wirtschaftswachstum der Seeschifffahrt korreliert überproportional mit dem Wirtschaftswachstum und befindet sich aktuell wieder, nach überwundener Asienkrise, auf Wachstumskurs. 2011 liegt die weltweite Umschlagsmenge im Gesamten betrachtet nur noch sieben Prozent unter der wirtschaftlichen Hochphase von 2008, vor der weltweiten Wirtschaftskrise. Vor allem die Containerisierung wuchs. Weltweit sind nach Schätzungen der GDV nahezu 8.000 Containerschiffe

Effizienzgewinn im Verkehrssektor durch Elektromobilität. Vergleich von Energieaufwand und Effizienz: links: herkömmliches Antriebskonzept mit fossilen und biogenen Kraftstoffen, rechts: Elektroantrieb, der regenerativen, direkt erzeugten Strom aus Wasser-, Solar und Windenergie nutzt.



Exemplarische Transformation: Baustein regenerative Elektromobilität, erneuerbares Methan/erneuerbarer Wasserstoff (erneuerbare Kraftstoffe) und Biokraftstoffe (Biodiesel, Biokerosin).



\* auch andere regenerative Kraftstoffe wie zum Beispiel Wasserstoff oder erneuerbares Kerosin denkbar

Bild 2: Transformation von Treibstoffen und Antrieben

Quelle: Fraunhofer IWES in: Energiekonzept 2050, S. 25, 2010



Quelle: Siemens AG 2012

Bild 3: Landstromversorgungssystem Siharbor

Produktion der erforderlichen Energie für Landstromangebote für Schiffe leisten.

Durch die zunehmende Nutzung regenerativen Stroms, davon ein großer Anteil aus der Direkterzeugung mittels Wind-, Wasser- und Solarenergie, können der Primärenergiebedarf und die Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor erheblich reduziert werden.

### Sustainable shipping

Eine „Grüne Seeschifffahrt“ ist das aktuell angestrebte internationale Ziel, das die Umweltagenda dieser Branche beschäftigt. Dabei soll auch das „Hafenproblem“ gelöst werden, denn diese sind für Städte ein echtes Umweltproblem. Verbessert sich die Ökoeffizienz von Häfen, könnten diese als Energielieferant und -speicher eine neue und interessante Rolle im Energiemanagement von Städten einnehmen. Dann ist nicht mehr nur die Rede von e-Autos, die Batterien aufladen, sondern von Schiffen, welche beispielsweise mit 5 MW beladen werden können. So wird an vielfältigen Lösungsansätzen geforscht, von Filtersystemen auf den Schiffen, über neue Antriebe (Brennstoffzellen, Wasserstoff, Erdgas) und neue Infrastrukturösungen in Häfen. Beispielsweise soll das Angebot der Landstromversorgung von Schiffen in Häfen (shore-to-ship-power; auch als cold-ironing bezeichnet) ausgebaut werden.

### Landstrom für Schiffe in Häfen

Gerade die maritime Wirtschaft hat jahrzehntelang von den billigen Raffinerie-Ölresten als Treibstoff profitiert. Nur so ließen sich die bisher geringen Transportkosten auf See halten. Besonders in Häfen wurden in der Ankerpha-

se für die Betreibung von Hilfsmotoren billigste Rohölreste verwendet. Mit der Schwefelemissionsrichtlinie der EU und IMO (International Maritime Organisation) regelt sich die Qualität der verwendeten Treibstoffe. Die EU schreibt einen Schwefelgrenzwert in Häfen von 0,1 Prozent vor und der IMO Grenzwert von einem Prozent gilt für Sondergebiete in der Nord- und Ostsee. Aus Sicht der Reeder und Logistikfirmen nahm der Anteil der Kraftstoffkosten an den Gesteungskosten der Seeschifffahrt bereits rasch signifikant zu. Wenn die Schiffe Dieselqualität tanken müssten, würde es sich nicht mehr rechnen. Die erste Reaktion auf steigende Kraftstoffpreise ist die Drosselung der Geschwindigkeit von 24–25 Knoten auf 20 Knoten. Das aber ist der Fraunhofer CML Studie „Seeschifffahrt 2020“ zufolge keine nachhaltige Lösung. Ökoeffizienz von Häfen und Schiffen avanciert deshalb zum lebenswichtigen wirtschaftlichen Faktor für die Seeschifffahrt.

Als nachhaltige Gewerbegebiete von Städten, die den gesamt-CO<sub>2</sub>-Fußabdruck nicht unnötig belasten sollen, bieten immer mehr Häfen Landstrom für ankernde Schiffe in der „Cold Iron Phase“ an. Gehen Schiffe im Hafen an die Steckdose, können die umweltschädlichen Hilfsmotoren abgeschaltet werden. Weil aber der Landstrom nur dann ökoeffizient ist, wenn der verwendete Strom auch regenerativ erzeugt wird (vgl. EU-Landstromstudie 2009), kann PV-Technologie Wind- und Wasserkraft einen wesentlichen Lösungsbeitrag leisten.

Dass das sinnvoll und wirksam ist zeigt das Beispiel des Hafens von Los Angeles. Dort strebt man das Ziel an, 10 Megawatt Solarstrom für das Landstromangebot und die Deckung der Terminalgrundlast

zu produzieren. Im Zeitraum von 2005 bis 2011 gelang es, die Luftbelastung um rund 70 Prozent zu senken. 2011 folgte die Installation von Großsolaranlagen auch in europäischen Häfen, beispielsweise dem Hafen von Barcelona und Hamburg. Da der in den Mittelmeerländern und in Norddeutschland verwendete Kohlestrom für Landstrom in Häfen aber den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck erhöht, ist die regenerative Produktion dieser Energiemengen notwendig. Zu diesem Ergebnis kam bereits 2009 die EU-Studie „Landstrom“, die dessen positive Effekte bei der Verwendung grünen Stroms belegt. Schleswig Holstein wird beispielsweise in naher Zukunft in der Lage sein, die erforderlichen Strommengen mit den Offshore-Windanlagen zu generieren. Bis dahin wird Kohlestrom vorrangig sein.

### Smart Grids in Häfen

Aktuell prüfen Experten, ob der vom Hafen selbst produzierte Strom für das Landstromangebot auch direkt in einem Hafeninternen Energiesystem verwendet werden sollte. Das Öko-Optimierungspotential von Häfen sei enorm, so der Marineexperte Jens Froese von der Jacobs University Bremen, der das aktuelle Green-Efforts-EU-Projekt (kurz für „Green and Effective Operations at Terminals and in Ports“) zur Analyse eben solcher Optimierungspotentiale leitet. Wegen der hohen Luft- und Lärmbelastung müssen Häfen die ökologischen und öffentlichen Interessen zukünftig mit dem wirtschaftlichen Wachstum und kosteninteressanten Lösungen in Interaktion mit den Reedereien vereinbaren (vgl. ESPO 2003). Weil

### Green Efforts Projekt

**Projektlaufzeit:**  
Jan. 2012–Juni 2014;

**Projektvolumen:**  
3 Mio Euro;

**8 Projektpartner:**  
PSA Sines (Container Terminal), Port of Trelleborg (RoRo Terminal), Sächsische Binnenhafen Oberelbe (Inland Waterway Terminal), Siemens, IHS Global Insight, Hamburg Port Training Institute, Fraunhofer Centre for Maritime Logistics and Services and Jacobs University Bremen. Auch der Hafen von Los Angeles fungiert als Projektpartner.

**Ansprechpartner:**  
Prof. Dr. Jens Froese.

**Weitere Informationen:**  
[www.greenefforts.com](http://www.greenefforts.com)  
[www.jacobs-university.de/maritime-logistics/EU-Projects/green-efforts](http://www.jacobs-university.de/maritime-logistics/EU-Projects/green-efforts)

Häfen über große Dachflächen verfügen, sind PV-Großanlagen ein Element des regenerativen Energiemix. Die reine Netzeinspeisung dieser Energie hält der Marineexperte Froese jedoch nicht für nachhaltig genug. Vielmehr sollte seiner Meinung nach der grüne Strom direkt für die Grundlast von Häfen und für Landstromangebote verwendet werden. Das erfordert hafeninterne Energiemanagementsysteme, die das möglich machen. Die größte Herausforderung dabei ist die Zwischenspeicherung des Stroms, denn die Speicherung in Batterien ist aufgrund der hohen Volumina nicht möglich. „Das würde zwei Häuser voller Batterien erfordern“, kommentiert der Pressesprecher Heiko Jahr der Siemens AG. Hinzu komme, dass Häfen mit Nieder- und Mittelstrom arbeiten. Häfen, als Gesamtheit betrachtet, äußert der Marineprofessor Jens Froese, haben zunächst keinen großen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck. Die Grundlast der Terminals, also der Umladebereiche, sei vergleichsweise mit dem Gesamt-CO<sub>2</sub>-Fußabdruck der Hafeninfrastruktur und der Transportflotte sehr hoch. Deshalb mache es Sinn, auch den dortigen Betriebsstrombedarf zu optimieren und regenerativ abzudecken. Das fange mit der Terminal-Beleuchtung an und führe über die Versorgung sämtlicher Maschinen und Gerätschaften. Dieses hohe Optimierungspotential wird noch gar nicht genutzt, so Froese. Der Hafen von Los

Angeles sei einer der ersten internationalen Seehäfen, die diese Optimierung und die Entwicklung von Hafen-Prozess-Analyseinstrumenten seit Jahren systematisch vorantreibt. Deshalb fungiert der LA-Harbour auch als Partner des europäischen Green-Efforts-Projekts. In den Häfen Travemünde und Trelleborg wird bereits seit 10 Jahren mit Stromangeboten für bestimmte Fährschiffe gearbeitet. Das liege vor allem daran, dass dort immer die gleichen Schiffstypen anlegen und deshalb die Kompatibilität zwischen Schiffen und Hafen-Strom-Steckverbindung sehr gut ist. Zwischenzeitlich werden Spannungen und Stecker international normiert, so dass die Kompatibilität von Schiffen und Landstromsystemen verbessert wird. Der Hafen Trelleborg bezieht den dafür notwendigen Strom von Wasserkraftwerken. „Ich habe mir sämtliche dieser Häfen angeschaut und vermute, dass zunächst durch die Erzeugung von Sonnenstrom Geld verdient werden will. Wirklich nachhaltig wird das erst, wenn diese Energie auch für die im Hafen erforderliche Stromversorgung verwendet wird. Diese Bedarfe sind sehr hoch. Sie müssen sich vorstellen, dass ein Containerschiff mit Kühlcontainern, das im Hafen liegt, unabhängig davon, ob es be- oder entladen wird, einen Strombedarf von rund 5 Megawatt haben kann. Da können schon mal die Lichter ausgehen. Das Smarte Strom-Netz des Hafens muss sowohl die zirkadiären Schwankungen der Stromerzeugung aus regenerativen Quellen berücksichtigen – ich sehe da die Technologien PV, Wind und Wasser – wie auch die netzverträgliche Verfügung der hohen Bedarfe der Schiffe und der Vielfalt internationaler Steckerverbindungen der Schiffe. Wenn das alles gelingt, muss das dann auch mit einem Zahlungssystem verbunden werden, das „smart“ funktioniert. Insgesamt sind die Energieverbräuche eines Hafens sehr hoch. Man muss dabei Hafen als Gesamtbegriff und Terminals, als Umschlagsplätze unterscheiden“, differenziert Jens Froese. Deshalb hält er das PV-Potential in Häfen weltweit betrachtet für „riesig“.

Der Experte sieht besonders für Argentinien und die Schwellenländer ein sehr hohes Potential für Photovoltaik, weil diese aufgrund der hohen Sonneneinstrahlung sehr gute Erträge erzielt. Gleichzeitig existieren dort viele Häfen, deren Infrastruktur aktuell ausgebaut oder optimiert wird. Außer einigen wenigen Solarthermie-Anlagen käme in diesen Ländern noch kaum Sonnenenergie zum Einsatz. „Umso wichtiger ist es, individuell für jeden Hafen und jedes Terminal eine qualifizierte Planungs- und Entscheidungsgrundlage für infra-

## Weitere Informationen Ökoeffizienz von Schiffen und Häfen

### EEDI The Energy Efficiency Design Index

Mit dem EEDI können die Emissionen eines Schiffes unter seinen spezifischen Einsatzbedingungen ermittelt werden. Die EEDI-Formel setzt sich aus den Faktoren Antriebsleistung, spezifischer Treibstoffverbrauch und Emissionsfaktor zusammen, die ins Verhältnis zu Transportkapazität und Geschwindigkeit gesetzt werden. (Auszug aus dem Forschungs-Informationssystem des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung:

### SEEMP Ship Energy Efficiency Management Plan

Schiffmanagement-Plan der Energieeffizienz (Ship Energy Efficiency Management Plan – SEEMP oder SEMP).

■ [www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/334650/](http://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/334650/) (Mai 2012)

### TOS Terminal operation Software

■ [www.afcon-inc.com/Templates/showpage.asp?](http://www.afcon-inc.com/Templates/showpage.asp?TMID=84&FID=876&PID=8042)

TMID=84&FID=876&PID=8042 (Mai 2012)

■ [www.greenport.com](http://www.greenport.com)

## EU-Schwefelrichtlinie und IMO Schwefelrichtlinien

Die EU-Schwefelrichtlinie legt, seit Januar 2010, für im Hafen verwendete Treibstoffe von Schiffen den Grenzwert von 0,1 Prozent fest. Damit wird die Emissionsbelastung durch Schiffe in Häfen um bereits 70 Prozent gesenkt. Die Schwefelvorgaben der Internationalen Seeschiffahrts-Organisation IMO sehen seit dem 1. Juli 2010 den Grenzwert von einem Prozent für die Nord- und Ostsee vor. Beide Meere wurden von der IMO zu Emissionssondergebieten erklärt („Sulphur Emission Control Areas“, kurz SECA. Ab 2015 werden diese Grenzwerte noch mal herabgesetzt – erforderlich ist dann der Einsatz von Marinediesel mit nur 0,1 Prozent Schwefelgehalt (MGO). Währenddessen behält die IMO in anderen Fahrtgebieten die global geltenden Grenzwerte von derzeit 4,5 Prozent Schwefelgehalt bei. 2012 wird dieser Wert dann auf 3,5 Prozent heruntergestuft. Zu beachten ist, dass diese EU-Richtlinien zu einem Ungleichgewicht der Märkte führen und z.B. Finnland und Schweden einseitig mit deutlich höheren Transportkosten belastet.

strukturelle und operative Maßnahmen in Häfen zu schaffen, indem man objektiv die Wirksamkeit und die Wirtschaftlichkeit der unterschiedlichen Maßnahmen überprüft. Richtschnur für uns ist dabei die ISO-Norm 14064 zur Berechnung des CO<sub>2</sub>-Fußabdruck, also eine international standardisierte Unternehmensklimabilanz, die alle – direkten und indirekten – Treibhausgasemissionen entlang der Wertschöpfungskette berücksichtigt.“ Auch die Arabischen Emirate investieren stark in den Ausbau und die Modernisierung der Infrastruktur der dortigen Häfen.

## Fazit

Möglicherweise entwickeln sich zukünftig gerade die Städte stark belastenden Häfen zu Produzenten grüner Energie und „Netzspitzenentlastern“. Das weltweit große Potential für die PV-Branche wird jedenfalls deutlich.

## ZUR AUTORIN:

► Elke Kuehnle

Journalistin, Umwelt-, Organisationspsychologin M.A., 80997 München  
elke.kuehnle@gmail.com

# DIE CO<sub>2</sub>-EMMISSIONEN DER ELEKTRO-RADFAHRER

DAS ELEKTROFAHRRAD ENTWICKELT SICH ZUM VERKAUFSSCHLAGER, DOCH DIE NUTZUNG VON STROM WIRD WEITERHIN OFT ALS NACHTEIL AUSGELEGT, WENN ES UM DEN KLIMASCHUTZ GEHT. DOCH WIE STEHT ES TATSÄCHLICH UM DIE CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN IM VERGLEICH ZUM NORMALEN FAHRRAD?

In der großen politischen Debatte um Klimaschutz in der Mobilität ist derzeit eigentlich nur der Elektro-PKW mit vier Rädern von Bedeutung. Hier wird ernstlich geforscht und gefördert. Ob etwas bei diesen Aktivitäten herauskommt, scheint dabei gar nicht so wichtig zu sein. Hauptsache man zeigt Aktionismus und den Willen zur sauberen „Ökomobilität“. Und während die Bahn mit dem dreckigsten Strom fahren darf, ist man sich auf allen Seiten der politischen Debatte, von den Braunkohlekraftwerksbetreibern bis zu den Ökofundis einig: Elektromobilität auf vier, drei oder zwei Gummirädern ist nur mit Erneuerbaren Energien ein Beitrag zum Klimaschutz. Wer elektrisch fährt, muss „grün tanken“. Womit der Bäcker seine Brötchen bäckt oder der Bauer sein Getreide trocknet, spielt eher keine Rolle.

Radikale Zweirad-Puristen vertreten manchmal die Auffassung, dass elektrische Fahrräder eine Form von Betrug seien, weil man dort für die zügige Fahrt gar keinen durchtrainierten Körper mehr braucht und sich die Kilometer auch nicht

mehr „im Schweiße seines Angesichtes“ erarbeiten muss. Nicht ganz so extrem, aber dafür deutlich öfter zu hören, ist der Vorwurf, dass Elektrofahräder nicht gut für den Klimaschutz wären, weil die ja mit Strom fahren.

Unantastbarer gesellschaftlicher Konsens ist auf jeden Fall, dass das klassische Radfahren die klimafreundlichste, ja die einzige CO<sub>2</sub>-neutrale Form der Mobilität ist; wenn man vom Laufen absieht.

Mythen oder Fakten?

## Elektromobilität mit zwei Rädern

Das elektrische Zweirad hat die Welt bereits erobert. Alleine in China soll der Bestand bei über 150 Millionen liegen. Doch auch in Deutschland sind die Verkaufszahlen extrem gestiegen. Für das Verkaufsjahr 2011 liegt die Schätzung der Absatzzahlen bei rund 300.000 Fahrrädern mit elektrischer Unterstützung.

Man unterscheidet hier grob in zwei Kategorien: die mit Motorrad- und die mit Fahrrad-Abstammung. Wir werden in diesem Beitrag nur die elektrisch unterstützten Fahrräder genauer betrachten,

von denen es ebenfalls zwei Ausprägungen gibt.

Beide können bei Bedarf rein über Muskelkraft gefahren werden. Doch ein E-Bike kann man alternativ, ähnlich einem Motorrad, auch rein durch das Betätigen eines Kontrollgriffs beschleunigen. Es verhält sich dann letztlich identisch wie ein Motorrad, nur dass die Konstruktion deutlich leichter gehalten ist.

Auf der anderen Seite gibt es das Pedal-Elektrische-Fahrrad, kurz Pedelec. Dieses wird wie ein Fahrrad gefahren. Man tritt wie gewohnt in die Pedale. Neu ist jedoch, dass eine Elektronik die Bemühungen des Radfahrers beobachtet und je nach Wunsch mit einem gewissen Anteil elektrischer Kraft die Fahrt unterstützt. Das Pedelec ist damit eine Art Hybridfahrzeug, da es den „Biomasse-Muskelantrieb“ mit einem „Batteriestrom-E-Motor“ verbindet.

Beide Varianten sind nicht nur bei Rentnern mit Knieproblemen beliebt. Auch Berufspendler, die schnell und gleichzeitig unverschitzt zur Arbeit gelangen wollen, als auch Bewohner hügeliger Regionen oder Städte, lernen derzeit die Vorteile des „elektrischen Dopings“ zu schätzen.

Moderne Räder bieten Akkus mit bis zu einer Kilo wattstunde Speicher und Motoren mit bis zu 500 Watt Leistung. Damit kann auch ein Normalradler ein Durchschnittstempo von 35 km/h erreichen und so selbst bei langen Pendelstrecken leichter auf ein Auto verzichten.

## Geschwindigkeit hat Ihren Preis

Auch beim Fahrrad gelten die Gesetze der Physik. Wer schnell von A nach B kommen will muss Kraft aufwenden. Wer über einen steilen Berg will muss sich und sein Fahrrad „hinaufheben“.

In die Berechnungsformeln der Fahrwiderstände geht die Geschwindigkeit im Quadrat ein. Somit ist schnelles Fahren immer besonders anstrengend. Doch



Fotos: Tomi Engel

Alleine im Jahr 2011 wurden in Deutschland etwa 300.000 Pedal-Elektrische-Fahrräder (Pedelecs) verkauft. Ein modernes Modell, wie dieser Green Mover E45, kann maximal 45 km/h erreichen. Mit den neuen Lithium-Akkus kann man auf Strecken von bis zu 100 km auf elektrische Hilfe zurückgreifen. 500 Watt zusätzliche Schubleistung verhelfen zu deutlich mehr Geschwindigkeit und Fahrkomfort in hügeligen Regionen.

auch der Luftwiderstand und die Rollreibung spielen eine wichtige Rolle, was vor allem beim Fahrrad mit seinem Muskelmotor „Mensch“ deutlich zu spüren ist. Eine sehr aufrechte Sitzposition ist zwar ergonomisch und angenehm, geht aber mit hohem Kraftaufwand einher.

Grafik 1 zeigt, warum der normale Radler meist mit rund 20 km/h mobil ist. Diese Geschwindigkeit erreicht man in der Ebene bei Windstille mit einer Muskelleistung von 100 Watt. Will man deutlich schneller fahren, so steigt der Kraftaufwand rapide an. Ein möglicher Trick um dennoch schneller vorwärts zu kommen, liegt in gesteigerter Effizienz und da primär im Wechsel auf das Liegerad. Der deutlich geringere Luftwiderstand erleichtert hier spürbar die Fahrt. So werden 30 km/h bei 100 Watt möglich.

Wer selber die Fahrdynamik von Fahrrädern erforschen will, der kann sich z.B. die Webseite [kreuzotter.de](http://kreuzotter.de) zur Hilfe nehmen. Dort kann man die Fahrwiderstände eines Fahrrades anhand zahlreicher Parameter durchrechnen lassen.

### Elektrische Unterstützung

Wer bequem und schnell mobil sein möchte, muss also auch beim Zweirad zusätzliche Kraft aufwenden. Ein E-Bike oder Pedelec bietet hier die notwendige elektrische Unterstützung.

Der Verein ExtraEnergy, mit Sitz in Tanna (Thüringen), hat nicht nur vor gut 20 Jahren das Wort Pedelec geprägt. ExtraEnergy unterzieht auch seit Jahren alle aktuellen Pedelecs aufwändigen Praxistests und vergibt eigene Prüfsiegel. Bei diesen Tests ist schnell aufgefallen, dass die Hersteller sehr unterschiedliche Betriebsstrategien für den elektrischen Hilfsmotor erdacht haben. Das ganze wird in dem Unterstützungsfaktor (AF) ausgedrückt.

Wenn der Mensch mit 50 Watt in die Pedale tritt und das Pedelec weitere 50 Watt elektrisch beisteuert, so spricht man von einem AF von 1. Bei 100 Watt Tretleistung ergibt AF 1 dann 100 Watt und AF 5 entsprechend 500 Watt elektrischen Hilfsschub. Zum Vergleich sei angemerkt, dass letzteres der Leistung eines professionellen (gedopten?) Radprofis entspricht.

Rein aus der Fahrphysik ergibt sich also, dass nur bei AF 5 (100 + 500 Watt) ein Pedelec dem Normalbürger das Reisevergnügen mit ca. 35 bis 40 km/h ermöglichen kann. Aus dieser Betrachtung ergibt sich auch automatisch der Stromverbrauch bzw. der Speicherbedarf im Akku. Wer 40 km in einer Stunde zurücklegen will, der muss konstant rund 500 Watt abrufen können. Dazu braucht man eine Batterie mit mindestens 500 Wh Kapazität.

Je nach Modell wird man heute am Markt Lösungen in der Bandbreite von 250 bis 1000 Wh finden.

### Stromverbrauch in der Praxis

Hohe Geschwindigkeiten sind auf einem Fahrrad jedoch nicht ohne (gefühltes) Risiko. In der Praxis ist es den meisten Pedelec-Nutzern deshalb meist wichtiger, die 25 km/h auch am Berganstieg halten zu können. Und so zeigen die Praxistests von ExtraEnergy, dass der Stromverbrauch für eine Entfernung von 33 km im Schnitt bei ca. 250 Wh liegt.

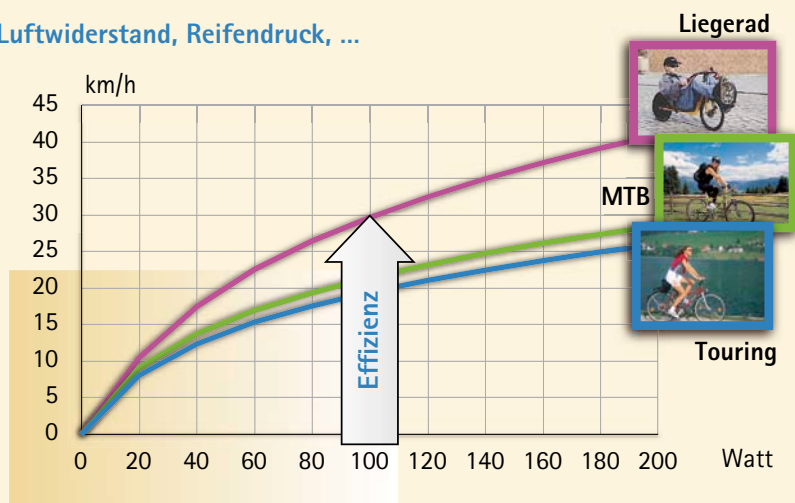
Wer hierzu einen griffigen Vergleich sucht, der soll sich vor Augen halten,

dass man zum Erwärmen von einem Liter Wasser von 10 auf 35 Grad genau 25 Wh benötigt. Wer also verschwitzt nach einer zügigen Radtour eine warme Dusche nehmen will, der sollte nicht mehr als 10 Liter warmes Wasser verbrauchen, wenn er gegenüber einem unverschwitzten Pedelec-Kollegen einen „Energiesparvorteil“ herbeireden will. Denn nach 10 Litern warmem Duschwasser hat man auch 250 Wh Energie verbraucht.

Ohne Zweifel – beim Vergleich von Fahrstrom gegen Warmwasser gibt es natürlich viele Haare, die man jetzt spalten könnte. Primär ging es hierbei erstmal um die Größenordnung und die Erkenntnis,

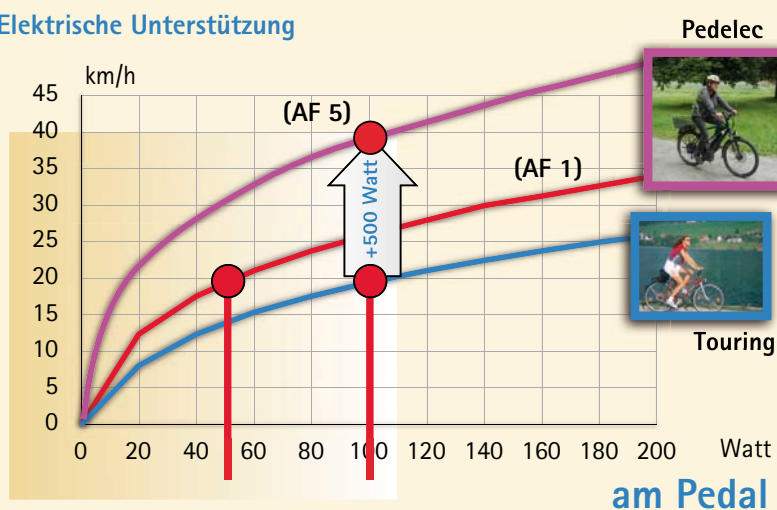
### Der Kraftaufwand und die Reisegeschwindigkeit

#### Luftwiderstand, Reifendruck, ...



Grafik 1: Geht man davon aus, dass ein normaler Mensch beim „in die Pedale treten“ eine Dauerleistung von 100 Watt erbringen kann, so liegt die typische Reisegeschwindigkeit in der Ebene bei 20 km/h. Ein Rennliegerad reduziert den Luftwiderstand und erlaubt bei gleichem Krafteinsatz rund 30 km/h.

#### Elektrische Unterstützung



Grafik 2: Wählt man die Alternative der elektrischen Unterstützung, so kann man entweder mit weniger Anstrengung gleich schnell sein, oder bei gleicher Kraft früher am Ziel ankommen. Je nach Unterstützungsfaktor (AF1 bis 5) kann man auf einem Pedelec in bequemer Haltung bis zu 40 km/h Reisegeschwindigkeit erzielen.



| Produkt                                        | Brennwert      | Fett             | Kohlenhydrate | Protein        | Alkohol       |
|------------------------------------------------|----------------|------------------|---------------|----------------|---------------|
| 211 ml Pils, hell                              | 380 KJ         | 91 kcal          | 0 g           | 6,3 g          | 7,6 g         |
| 456 ml Apfel schorle, Apfel                    | 520 KJ         | 124 kcal         | 0,5 g         | 30,1 g         | 0 g           |
| 514 g Tee, schwarz                             | 5 KJ           | 1 kcal           | 0 g           | 0 g            | 0 g           |
| 47 g Schokolade, Alpenmilch                    | 1037 KJ        | 248 kcal         | 14,1 g        | 27,3 g         | 3,1 g         |
| 8 g Marmelade, Durchschnitt                    | 88 KJ          | 21 kcal          | 0 g           | 4,8 g          | 0 g           |
| 17 g Zucker                                    | 286 KJ         | 68 kcal          | 0 g           | 17 g           | 0 g           |
| 147 g Brot, Rogensauerteig                     | 1250 KJ        | 299 kcal         | 1,5 g         | 60,3 g         | 10,3 g        |
| 60 g Kartoffel, gegart, ohne Schale            | 219 KJ         | 52 kcal          | 0,1 g         | 12,1 g         | 1,1 g         |
| 50 g Reis, gekocht                             | 272 KJ         | 65 kcal          | 0,2 g         | 14 g           | 1,3 g         |
| 34 g Tomatenmark                               | 170 KJ         | 41 kcal          | 0 g           | 9,5 g          | 0 g           |
| 94 g Tomaten, roh                              | 66 KJ          | 16 kcal          | 0,2 g         | 2,4 g          | 0,9 g         |
| 17 g Apfelkompott                              | 50 KJ          | 12 kcal          | 0 g           | 3 g            | 0 g           |
| 48 g Orange, frisch                            | 92 KJ          | 22 kcal          | 0,1 g         | 5,5 g          | 0,3 g         |
| 89 g Apfel, frisch                             | 194 KJ         | 46 kcal          | 0,2 g         | 12,3 g         | 0,2 g         |
| 6 ml Olivenöl                                  | 209 KJ         | 50 kcal          | 5,5 g         | 0 g            | 0 g           |
| 14 g Margarine                                 | 413 KJ         | 99 kcal          | 11,2 g        | 0 g            | 0 g           |
| 14 g Butter                                    | 427 KJ         | 102 kcal         | 11,5 g        | 0,3 g          | 0,1 g         |
| 60 ml Bechlight Joghurt Drink light, Himbeer-L | 98 KJ          | 23 kcal          | 0,1 g         | 3,8 g          | 1,9 g         |
| 38 g Frischkäse, Kräuter                       | 444 KJ         | 106 kcal         | 10,3 g        | 1,1 g          | 2,3 g         |
| 150 ml Vollmilch, 3,5% Fett                    | 434 KJ         | 104 kcal         | 5,3 g         | 7,5 g          | 6 g           |
| 18 g Ei, vom Huhn                              | 117 KJ         | 28 kcal          | 1,8 g         | 0 g            | 1,6 g         |
| 60 g Pfefferige Salami                         | 799 KJ         | 191 kcal         | 14,4 g        | 1,2 g          | 14,4 g        |
| 61 g Kalbfleisch, Filet                        | 275 KJ         | 66 kcal          | 0,6 g         | 0 g            | 13,4 g        |
| 15 g Lachs Filets                              | 124 KJ         | 30 kcal          | 2,1 g         | 0 g            | 2,8 g         |
|                                                | <b>7966 KJ</b> | <b>1903 kcal</b> | <b>79,4 g</b> | <b>218,5 g</b> | <b>60,6 g</b> |

Tabelle 1: Den Kalorienverbrauch eines Menschen hat die Sportmedizin sehr genau studiert. Aber auch die Ernährungswissenschaftler können viele Statistiken über unser Essen vorweisen. Die Tabelle zeigt eine vereinfachte Aufteilung des durchschnittlichen, täglichen Nahrungsenergieverbrauches eines Bundesbürgers und dient als ein möglicher Einstieg, um die CO<sub>2</sub>-Emissionen unserer Essensgewohnheiten abzuschätzen.

dass der Stromverbrauch eines elektrischen Fahrrades sehr überschaubar ist.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen für ein Hybridfahrrad (ein Pedelec) sind nicht ganz so einfach zu berechnen. Aber wenn man den 100% elektrischen Betrieb eines E-Bikes betrachtet, so sind die Kennzahlen je nach gewähltem Kraftwerkspark schnell berechnet (siehe Tabelle 2).

Will man nun einen Vergleich mit einem normalen Fahrrad ziehen, so gilt es erstmal zu klären, wie man hier überhaupt CO<sub>2</sub>-Emissionen ermitteln kann. Gibt es die überhaupt? Es gibt doch den Konsens, dass Radfahren CO<sub>2</sub>-frei oder zumindest CO<sub>2</sub>-neutral ist. Oder?

### Biotreibstoff „Nahrungsmittel“

Der Mensch ist auch nur eine Maschine: eine Muskelmaschine. Diese verbrennt in ihren Körperzellen Zucker und gewinnt so aus jeder Nahrungskalorie 25% Bewegungsenergie (Muskelkraft) und 75% Körperwärme. Der Zucker wird im „Biochemiereaktor“ Mensch aus den Lebensmitteln gewonnen, die wir zu uns nehmen.

Wenn wir mehr essen als „unsere Maschine“ gerade benötigt, so wird die Energie als Fett gespeichert. Dies ist heute bei uns der normale Zustand, sehr zur Freude der Fitness-Center und Autoren von Diät-Kochbüchern. Doch auch der umgekehrte Fall ist auf dieser Welt leider keine Seltenheit. Wer Hunger leidet, kann keine Leistung erbringen (also z.B. auch nicht schnell Rad fahren).

Es ist ein Irrglaube, dass unsere körperlichen Aktivitäten keinen Einfluss auf unser Hungergefühl oder unseren Nah-

rungskonsum hätten. Wer körperlich viel leistet benötigt auch mehr Energie, also mehr Nahrung als jemand der nur (faul auf einem E-Bike) herumsitzt.

Somit brauchen wir neben der Physik des Fahrrades noch den Emissionsfaktor für die Herstellung des Biotreibstoffes „Nahrungsmittel“. Interessant ist dabei, dass dieser faktisch unbekannt ist. In der hitzigen Diskussion um die CO<sub>2</sub>-Zahlen der Palmölproduktion oder des Maisanbaus für Biogasanlagen sucht man vergeblich nach Vergleichszahlen für das Butterbrot, das Palmöl-Margarine-Brot oder gar den saftigen Rindergulasch.

### Bottom-Up Methode

Die Bestimmung der CO<sub>2</sub>-Emissionen unserer Ernährung ist ein sehr komplexes Feld und auch wenn man keinen exakten Wert benennen können wird, so kann man doch die Größenordnung auf unterschiedliche Arten eingrenzen.

Zum einen wäre da ein Arbeitspapier vom Öko-Institut mit dem Titel „Treibhausgasemissionen durch Erzeugung und Verarbeitung von Lebensmitteln“ aus dem Jahr 2007. Dort findet man z.B. folgenden Angaben:

- Bio-Rindfleisch: 11.371 g CO<sub>2</sub>/kg
- Bio-Milch: 881 g CO<sub>2</sub>/kg
- Bio-Mischbrot: 648 g CO<sub>2</sub>/kg
- Bio-Kartoffeln: 136 g CO<sub>2</sub>/kg

Sicherlich beruhen diese Werte des Öko-Instituts auf einer fundierten Analyse. Dennoch sind sie erstmal wertlos, weil die Bezugsgröße „g CO<sub>2</sub> / kg Lebensmittel“ sich nicht direkt für weitere

Berechnungen nutzen lässt.

Doch wenn man weitere Quellen zu Ernährungsfragen heranzieht (Tabelle 1) und erst die Umrechnung auf „g CO<sub>2</sub> / Kilokalorie“ und dann noch von Kilokalorien auf den gängigeren Energiewert der Kilowattstunde umrechnet, so erhält man diesen Einblick in unser Essen:

- Bio-Rindfleisch: 7.030 g CO<sub>2</sub>/kWh
- Bio-Milch: 1.100 g CO<sub>2</sub>/kWh
- Bio-Mischbrot: 290 g CO<sub>2</sub>/kWh
- Bio-Kartoffeln: 160 g CO<sub>2</sub>/kWh

Biomilch hat somit den gleichen CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor wie Braunkohlestrom! Von Fleisch wollen wir in diesem Zusammenhang erst gar nicht reden. Und hierbei handelt es sich sogar um die klimafreundlichen Biolebensmittel. Der dominierende, konventionelle Anbau schneidet noch einmal 10 bis 20% schlechter ab.

Mit diesen Kennzahlen des Öko-Instituts und der Ernährungsstatistik (siehe Tabelle 1) kann man einen Emissionskennwert für die deutsche Ernährung abschätzen.

### Top-Down Methode

Ein zweiter möglicher Weg ist, die CO<sub>2</sub>-Emissionen der deutschen Landwirtschaft auf den Lebensmittelverbrauch herunterzurechnen. Im Jahr 2007 hatte die Bundesregierung dem gesamten Sektor unserer Landwirtschaft eine Emissionsmenge von 133,2 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> bescheinigt. Bei 82 Mio. Einwohnern ergeben sich daraus 1,62 t CO<sub>2</sub> je Person und Jahr.

Je nach Arbeitsleistung benötigt ein Mensch ca. 2.000 bis 2.500 kcal Nahrung

pro Tag. Wir unterstellen in unserer Abschätzung den höheren Wert, weil dann die Emissionen am niedrigsten ausfallen. Doch auch bei wohlwollenden 2.500 kcal pro Tag ergeben sich 1.520 g CO<sub>2</sub>/kWh.

Dieser Wert ist nicht gerade verwunderlich, weil ja, wie wir bereits gesehen haben, schon die unverarbeitete Biomilch mit 1.100 g CO<sub>2</sub>/kWh zu Buche schlägt.

Die obere Abschätzung muss aber vermutlich noch als sehr optimistisch betrachtet werden, da hier nicht nur die gesamten Emissionen der großen Menge an importierten Futtermitteln (Soja, Mais, etc.), sondern auch die Emissionen der Lagerung, Verteilung und Lebensmitt zubereitung fehlen.

### 1.500 g CO<sub>2</sub>/kWh auf dem Teller

In Anbetracht der verheerenden Emissionen unserer Lebensmittelproduktion ist es nicht verwunderlich, dass sich auch für das Radfahren erschreckende CO<sub>2</sub>-Emissionen ergeben (Tabelle 2).

Der Mythos von der CO<sub>2</sub> freien Fahrradmobilität ist das, was er ist: ein Mythos. Unsere Nahrungsmittelproduktion mit all ihren Verarbeitungsschritten ist nicht nur sehr energieaufwändig, sondern geradezu durchtränkt mit fossilen Energieträgern. Dies gilt sowohl für den konventionellen Anbau als auch die Ökoprodukte. Letztere sind sich des Problems immerhin bewusst und suchen nach Lösungen, während in der konventionellen Landwirtschaft die Endlichkeit dieses Planeten noch kein „Wirtschaftsfaktor“ ist.

### Radfahren ist gut

Dieser Artikel hat nicht das Ziel das Fahrradfahren als klimaschädlich anzuprangern. Radfahren ist gut und das nicht nur für Menschen mit Übergewicht.

Man sollte jedoch die Nutzung von elektrischer Energie nicht reflexartig verurteilen. Gerade in der Mobilität bietet sie unglaubliche neue Chancen, selbst wenn man nur zwei Rädern hat.

Gleichzeitig sollten wir beginnen ernsthaft über unsere Nutzung der Biomasse nachdenken. Und ja, dazu gehört auch die unbequeme Frage, ob es nicht sinnvoller wäre auf einem Acker „Biogas“ zu produzieren, anstatt „unsere täglichen 120 g Fleisch“. Die Ernährungsfrage muss ein Teil unserer Energiewende werden.

#### ZUM AUTOR:

► Tomi Engel

leitet den DGS Fachausschuss Solare Mobilität

tomi@objectfarm.org

## Abschätzung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Zweirädern



Tourenrad



133 Watt

+ 10% =



100% E-Bike



146 Watt

Das höhere Gewicht des E-Bikes verlangt nach mehr Leistung.  
Aber bei 22 km/h brauchen beide für eine Fahrt von 1 km Länge ca. 2,7 Minuten.

| Kennzahl                         | Beschreibung                 |  | Kennzahl                         | Beschreibung                 |
|----------------------------------|------------------------------|--|----------------------------------|------------------------------|
| Fahrer                           | 175 cm, 72 kg                |  | Fahrer                           | 175 cm, 72 kg                |
| Radgewicht                       | 18 kg                        |  | Radgewicht                       | 25 kg                        |
| Antrieb                          | Muskelkraft                  |  | Antrieb                          | Elektromotor                 |
| Energiequelle                    | Muskel                       |  | Energiequelle                    | Strom                        |
| Leistungsbedarf in der Ebene     | 133 Watt (bei 22 km/h)       |  | Leistungsbedarf in der Ebene     | 146 Watt (bei 22 km/h)       |
| Energiebedarf für 1 Kilometer    | 6,0 Wh                       |  | Energiebedarf für 1 Kilometer    | 6,6 Wh                       |
| Wirkungsgrad                     | 25% (Muskel)                 |  | Wirkungsgrad                     | 70% (E-System)               |
| Energieverbrauch für 1 Kilometer | 24 Wh (Essen)                |  | Energieverbrauch für 1 Kilometer | 9,4 Wh (Strom)               |
| DE-Nahrungsmix                   | 1.500 g CO <sub>2</sub> /kWh |  | DE-Strommix                      | 650 g CO <sub>2</sub> /kWh   |
| ... Emissionen je km             | 36 g CO <sub>2</sub> /km     |  | ... Emissionen je km             | 6 g CO <sub>2</sub> /km      |
| „Brot ohne Butter“               | 290 g CO <sub>2</sub> /kWh   |  | Braunkohle                       | 1.100 g CO <sub>2</sub> /kWh |
| ... Emissionen je km             | 7 g CO <sub>2</sub> /km      |  | ... Emissionen je km             | 10 g CO <sub>2</sub> /km     |
| Nur Kartoffeln                   | 160 g CO <sub>2</sub> /kWh   |  | Erneuerbare                      | 30 g CO <sub>2</sub> /kWh    |
| ... Emissionen je km             | 4 g CO <sub>2</sub> /km      |  | ... Emissionen je km             | 0,3 g CO <sub>2</sub> /km    |

Bei „normaler“ Ernährung mit 1.500 g CO<sub>2</sub>/kWh



36 g CO<sub>2</sub>/km



Mit Braunkohlestrom und 1.100 g CO<sub>2</sub>/kWh



10 g CO<sub>2</sub>/km



Tabelle 2: Der Vergleich eines normalen Tourenrads mit einem nahezu identischen Elektrofahrrad, welches als Extrembeispiel nur rein elektrisch und somit ohne Pedalkraft fahren soll, ist nicht einfach. Es gibt sehr viele mögliche Einflussfaktoren. Doch die obigen Abschätzungen zeigen vor allem zwei Dinge:

- Der Stromverbrauch in der Elektromobilität ist kein Problem für den Klimaschutz.
- Unsere heutige Nahrungsmittelproduktion sollte man sehr kritisch überdenken.

# GERINGER AUFWAND, MAXIMALER ERTRAG

Gas-Brennwertgerät Cerapur Solar überzeugt mit hoher Effizienz und ist äußerst einfach zu installieren

Heizsysteme werden zunehmend komplexer – doch das muss nicht zusätzliche Arbeit für Heizungsfirmen bedeuten. Denn Hersteller gehen immer mehr dazu über, komplett abgestimmte Systeme anzubieten die mehrere Wärmeerzeuger werkseitig kombinieren. Dadurch sinkt der Montageaufwand deutlich, zudem sind alle Komponenten optimal aufeinander abgestimmt. Mit dem Gas-Brennwertgerät Cerapur Solar mit solarer Heizungsunterstützung hat Junkers, eine Marke von Bosch Thermotechnik, ein kompaktes Gerät auf den Markt gebracht, das diese Anforderungen erfüllt und den OTTI-Innovationspreis 2011 erhalten hat. Die Jury beim Symposium des Ostbayerischen Technologie-Transfer-Instituts war überzeugt von der wesentlich einfacheren Installation im Vergleich zu üblichen Anlagen zur solaren Heizungsunterstützung. Darüber hinaus steigern deutlich geringere Bereitschaftsverluste und die bedarfsgerechte Nachheizung die Systemeffizienz um bis zu 30 Prozent.

Auch 2012 konnte Junkers den Titel beim Symposium in Bad Staffelstein gewinnen, weil die Regelung der Cerapur Solar bei Fehlererkennung und -behandlung sowie bei der Ertragsbewertung vorbildlich arbeitet. Die mit dem OTTI-Innovationspreis 2012 ausgezeichnete Reglergeneration mit „Solar inside - Control Unit“ bietet verschiedene Funktionskontrollen, damit Fehler – beispielsweise vertauschte oder defekte Temperatursen-

soren – frühzeitig erkannt und behoben werden können. Besonders lobte die Jury die Funktion zur Fehlerkompensation: Tritt ein Fehler auf, kompensiert der Regler diesen bestmöglich oder fährt eine alternative Regelstrategie. Der Betrieb der Anlage kann solange aufrecht erhalten werden, bis der Fachhandwerker die Ursache des Fehlers behoben hat. Für den Anwender bedeutet das einen geringeren Ertragsverlust. Junkers bietet zudem eine App an, die Fehler- und Ertragsdaten direkt von der Anlage empfängt.

## Einfachste Montage und Inbetriebnahme

Bei Kompaktgeräten sind, wie der Name schon sagt, wesentliche Komponenten bereits vormontiert und müssen vor Ort nur noch angeschlossen werden. Mit ihrer kompakten Bauweise und dem geringen Platzbedarf bieten die Geräte weitestgehende Flexibilität bei der Wahl der Aufstellfläche. Bei der Cerapur Solar sind Elektronik und Hydraulik bereits integriert, durch zusätzliche hydraulische Anschlüsse am Heizgerät können weitere Wärmequellen wie eine Solaranlage, ein Biomassekessel oder ein Kaminofen ganz leicht eingebunden werden. Die Vorlauftemperaturen dieser externen Quellen ist auf 90 Grad Celsius begrenzt, über ein integriertes Mischventil werden diese dann optimal zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung genutzt.

Der Vergleich (Bild 3) mit einem her-



Quelle: Junkers

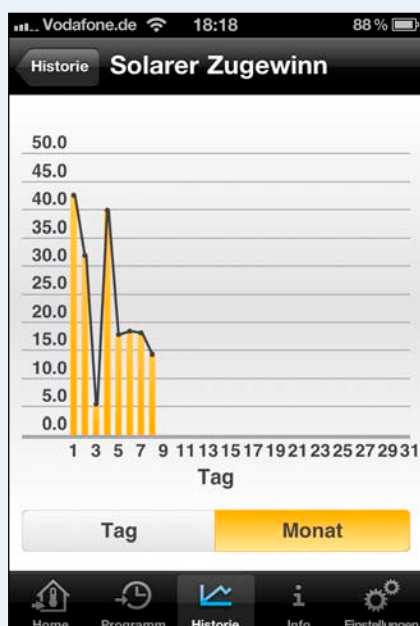
Bild 1: Die mit dem OTTI-Innovationspreis 2012 ausgezeichnete Reglergeneration mit „Solar inside - Control Unit“ bietet verschiedene Funktionskontrollen.

kömmlichen System der solaren Heizungsunterstützung mit vier Kollektoren beim Einsatz in einem Gebäude mit einem Heizkreis zeigt den Unterschied. Energiegewinne aus thermischen Solaranlagen lassen sich bei diesem System ohne großen planerischen und regelungstechnischen Aufwand einbinden. Dazu wird eine abgestimmte Anlagenlösung mit einem neuen 400-Liter-Pufferspeicher mit Solarwärmetauscher und integrierter Solarstation samt vorverdrahtetem Solarreglermodul ISM angeboten. Im Vergleich zu konventionellen Brennwert-Solar-Lösungen ist die hydraulische Auslegung deutlich einfacher: Bei Systemen mit Pufferspeicher und einem Heizkreis sind keine hydraulische Weiche, Umschaltventil, Drei-Wege-Mischer, Powermodul und Solarstation mehr nötig.

## Hydraulische Einbindung

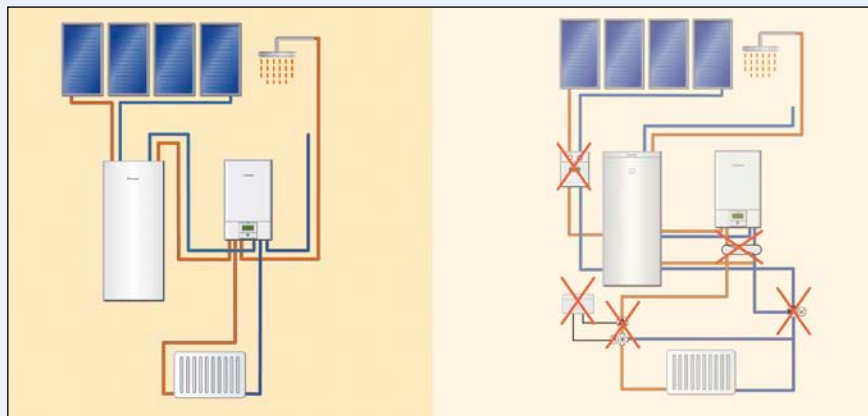
Die Zeit spielt eine entscheidende Rolle bei den Einbaukosten eines Systems mit solarer Heizungsunterstützung. Bei der Cerapur Solar haben die Entwicklungsingenieure deshalb auf die einfache Montage geachtet. Bild 3 (rechts) zeigt das vereinfachte Schema für ein heute übliches System zur solaren Heizungsunterstützung. Im Vergleich dazu ist in Bild 3 (links) das neue System mit der Cerapur Solar dargestellt. Auf einen Blick wird deutlich, dass der Einbau wesentlich schneller möglich ist, weil insgesamt deutlich weniger Bauteile notwendig sind.

Wie ein herkömmliches System verwendet das Cerapur-Solar-System einen mit Heizkreiswasser befüllten Pufferspeicher als Energiespeicher. Allerdings wird dieser nur solar beheizt, der obere Speicherbereich also nicht vom Brennwertgerät auf Temperatur gehalten. Speicherverluste



Quelle: Junkers

Bild 2: Junkers bietet mit JunkersHome eine App an, die Fehler- und Ertragsdaten direkt von der Anlage empfängt.



**Bild 3:** Beim Cerapur-Solar-System (links) müssen Heizungsfachfirmen wesentlich weniger Einzelkomponenten montieren.

aufgrund von Beheizung mit fossilen Energieträgern werden somit auf null reduziert. Außerdem sorgt eine serienmäßig eingebaute drehzahlgeregelte Heizungspumpe der Energieeffizienzklasse A dafür, dass die Cerapur Solar im Vergleich zu Geräten mit unregelmäßigen Heizungs-pumpen zusätzlich bis zu 70 Prozent an Hilfsenergie spart.

Die Therme erwärmt – analog zu einer Frischwasserstation – das Warmwasser ausgesprochen effizient im hygienischen Durchlaufprinzip über den integrierten Wärmetauscher. Dieser bietet einen hohen Warmwasserkomfort von zwölf Litern pro Minute. Eine integrierte Brennwert-wärmezelle stellt die zusätzliche Leistung zur Verfügung, die benötigt wird, um den Warmwasserbedarf oder den aktuellen Heizwärmebedarf zu decken.

### Funktionsbeschreibung

Bei der Cerapur Solar erfolgt die Nach-erwärmung nicht nur im Heizbetrieb über die Rücklaufanhebung, sondern auch bei der Warmwassererwärmung. In allen Be-triebs-situationen wird – sofern vorhan-den – vorgewärmtes Heizkreiswasser aus dem Pufferspeicher auf die gewünschte Zieltemperatur gebracht.

Besonders deutlich wird dieses Prinzip, wenn man „hinter die Kulissen“ blickt.

#### Die Vorteile der Cerapur Solar auf einen Blick

- Nur noch halbes Pufferspeichervolumen nötig im Vergleich zu üblichen Anlagen zur solaren Heizungsunterstützung
- Deutlich kürzere Montagezeiten
- Weniger als ein Quadratmeter Platzbedarf
- Bis zu 30 Prozent effizienter im Vergleich zu konventionellen Gas-Brennwert-Solar-Kombinationen
- Einbindung sämtlicher alternativer Wärmequellen möglich

Zusätzlich zu dem ohnehin vorhandenen Umsteuerventil wurde ein elektronisch gesteuertes Mischventil mit einem Temperaturfühler eingebaut, eine Weiterentwicklung des 3-Wege-Umschaltventils für Heizung und Warmwasser. Erkennt der Pufferspeicherfühler nutzbare Wärme, öffnet das Mischventil und es kann Wasser aus Richtung Pufferspeicher fließen. Diese Wärme wird entweder zur Warmwasserbereitung oder zur Heizungsunterstützung genutzt. Ist die gewünschte Sollvorlauftemperatur kleiner als die Pufferwassertemperatur, wird durch den Rücklauf aus dem Heizsystem oder vom Warmwasser-Plattenwärmetauscher so viel Rücklaufwasser beigemischt, bis die gewünschte Sollvorlauftemperatur erreicht ist, ohne dass der Brenner in Betrieb geht.

Ist die Sollvorlauftemperatur höher als die Pufferwassertemperatur, wird durch Nachheizen des Brenners die gewünschte Vorlauftemperatur erreicht. Somit wird nur das Delta T zwischen Pufferwassertemperatur und Sollvorlauftemperatur mit konventioneller Energie aufgeheizt. Die Regelung für den Brenner der Wärme-zelle ist so optimiert, dass eine konstante Vorlauftemperatur und damit ein hoher Warmwasserkomfort gewährleistet wird. Gleichzeitig sorgt die optimierte Steuerung der Gerätepumpe dafür, dass die Rücklauftemperatur während der Warmwasserbereitung immer auf niedrigem Niveau bleibt. Analog zur Warmwassererwärmung übernimmt das elektronisch geregelte Mischventil auch im Heizungs-betrieb die genannte Mischfunktion oder umgeht den Pufferspeicher komplett.

### Abstimmung des Warmwasserkomforts

Um Temperaturschwankungen in der Warmwasser-Austrittstemperatur zu vermeiden, muss die Nachheizung bestmöglich dosiert sein. Anhand zahlreicher Versuchsmessreihen wurden die Regelkomponenten so optimiert, dass es beim

Warmwasserkomfort zu keinerlei Einbußen kommt. Egal, ob die Erwärmung des Warmwassers durch die Sonne oder das Brennwertgerät erfolgt: Für den Endkunden ist dies beispielsweise während des Duschens nicht bemerkbar. Das Warmwasser bleibt konstant in Menge und Temperatur. So konnten die Anforderungen der EN13203-1 mit der höchsten Bewertung von drei Sternen erfüllt werden.

### Fazit

Viele Heizungsanlagen in Deutschland sind 15 Jahre und älter – die Quote effizienter Anlagen, die mindestens teilweise auf Basis Erneuerbarer Energien arbeiten, lag im Jahr 2008 bei nur 13 Prozent. Alleine durch den Austausch veralteter Wärmeerzeuger könnten 55 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> jährlich eingespart werden. Mit ihren kompakten Abmessungen ist die Cerapur Solar gerade auch im Modernisierungsbereich besonders geeignet. Einfach und effizient: Das sind die beiden wichtigsten Merkmale. Einfach aus Sicht von Heizungsbauern und Installateuren, in Bezug auf die Integration weiterer Energieträger zur Heizungsunterstützung sowie in Bezug auf Bestellung und Installation, effizient im Verbrauch aus Sicht von Bauherren und Modernisierern. Damit wird es noch einmal deutlich einfacher, alte Heizsysteme durch moderne Brennwertlösungen und thermische Solarkollektoren zu ersetzen.

### Mehr Informationen unter

www.junkers.com

### ZU DEN AUTOREN:

► **Dr.-Ing. Konrad Lustig**  
Systemvorentwicklung und Systemsimulation

► **Dipl.-Ing. Dietmar Felsch**  
Produktmanagement

Junkers Deutschland  
Bosch Thermotechnik GmbH  
73249 Wernau

### Produkte | Innovationen

In dieser Rubrik stellen wir Ihnen aktuelle Entwicklungen aus Wirtschaft und Forschung vor: Neue Produkte und Ideen aus dem Bereich Erneuerbare Energien und Energieeffizienz.

Anregungen und Themenvorschläge nimmt die Redaktion gerne entgegen:  
redaktion@sonnenenergie.de

# DGS Mitgliedsunternehmen

| PLZ     | Firmenname                                              | Straße                        | Stadt                   | Internetadresse             | Tel.-Nr.              | Fax.-Nr.              |
|---------|---------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|
| D 01097 | SachsenSolar AG                                         | Großenhainer Straße 28        | Dresden                 | www.SachsenSolar.de         | 0351-79 52 74         | 0351-79 52 74 982     |
| D 01109 | SOLARWATT AG                                            | Maria-Reiche-Straße 2a        | Dresden                 | www.solarwatt.de            | 0351-88950            | 0351-8895-111         |
| D 01139 | Elektro + Solar GbR                                     | Veteranenstr. 3               | Dresden                 |                             |                       |                       |
| D 01189 | BROCKMANN SOLAR GmbH                                    | Heidelberger Str. 4           | Dresden                 |                             |                       |                       |
| D 01896 | Firma Garten, Wasser-Waerme-Solar                       | Mittelbacher Str. 1           | Lichtenberg             | www.wasser-waerme-solar.de  | 035955-43848          | 035955-43849          |
| D 02739 | SSL-Maschinenbau GmbH                                   | Obercunnersdorfer Str. 5      | Eibau                   |                             | 03586-783516          |                       |
| D 02754 | Umweltschutz u. Strömungstechnik GmbH                   | Postfach 2 40                 | Zittau                  |                             |                       |                       |
| D 03042 | Borngräber GmbH                                         | Kieckbuscher Str. 30          | Cottbus                 | www.borngraeber.com         | 0355-722675           | 0355-727771           |
| D 04105 | Maslaton RA GmbH                                        | Hinrichsenstraße 16           | Leipzig                 |                             | 0341-149500           | 0341-1495014          |
| D 04179 | SMP Solartechnik                                        | Schomburgkstr. 2              | Leipzig                 | www.smp-leipzig.de          | 0341-9102190          | 0341-9107193          |
| D 04668 | S.G.N. Projekt GmbH                                     | Brückenstraße 15              | Grimma                  | www.solargruppenord.com     | 0381 - 20 74 03 91 0  | 0381 - 20 74 03 99 9  |
| D 06217 | Merseburger Innovations- und Technologiezentrum GmbH    | Fritz-Haber-Str. 9            | Merseburg               | www.mitz-merseburg.de       | 03461-2599100         | 03461-2599909         |
| D 06279 | Elektro Wütkner GmbH                                    | Eislebener Str. 1 A           | Farnstädt               |                             | 034776-30501          |                       |
| D 06536 | SRU Solar AG                                            | Eichenweg 1                   | Berga                   | www.sru-solar.de            | 03464-270521-10       | 03464-270521-13       |
| D 06667 | Ingenieurbüro Bach                                      | Roßbacher Straße 5            | Weißenfels              |                             | 03443 200490          |                       |
| D 07554 | GSS Gebäude-Solarsysteme GmbH                           | Wiesenring 2                  | Korbußen                | www.gss-solarsysteme.de     | 036602 / 9049 0       | 036602 / 9049 49      |
| D 08132 | Solar-und Energiesparsysteme Matthias Boden             | Otto-Boessneck-Str. 2         | Mülsen                  | solar-energie-boden.de      | 037601-2880           | 037601-2882           |
| D 08485 | Bildungsinst. Pscherer GmbH                             | Reichenbacher Str. 39         | Lengsfeld               |                             |                       |                       |
| D 09114 | Envia - Mitteldt. Energie-AG                            | Chemnitz-Tal-Str. 13          | Chemnitz                |                             |                       |                       |
| D 09119 | Universal Energy Engineering GmbH                       | Neefestraße 82                | Chemnitz                | www.universal-energy.de     | 0371 - 90 98 59 0     | 0371-9098590          |
| D 10117 | First Solar GmbH                                        | Unter den Linden 39           | Berlin                  |                             | 030 208894270         | 030 208894229         |
| D 10119 | EWB energywerk GbR                                      | Gormannstraße 14              | Berlin                  | www.energymakler.de         | 030 - 88 6758 59      | 030 - 88 67 59 59     |
| D 10178 | LILA e.V.                                               | Dirksenstr. 47                | Berlin                  |                             |                       |                       |
| D 10243 | Syrius IngenieurInnengemeinschaft GmbH                  | Palisadenstraße 49            | Berlin                  | www.syrius-planung.de       | 030 613 951-0         | 030 613 951 51        |
| D 10367 | mSolar-Solarsysteme GmbH                                | Vulkanstraße 13               | Berlin                  | www.msolar.eu               | 030-577973815         | 030-577973829         |
| D 10623 | Technische Universität Berlin                           | Fasanenstr. 88                | Berlin                  |                             | 030-31 476219         | 030-31 476218         |
| D 10709 | GEOSOL Ges. für Solarenergie mbH                        | Cicerostr. 37                 | Berlin                  |                             | 030-894086-11         |                       |
| D 10715 | Umweltfinanz AG                                         | Berliner Str. 36              | Berlin                  | www.umweltfinanz.de         | 030/889207-0          | 030/889207-10         |
| D 10719 | Solarenergy Europe StE GmbH                             | Meinekestraße 23              | Berlin                  | www.solarenergy-europe.eu   | 0 30 475 95 314       |                       |
| D 10719 | Innowatt24 GmbH & Co. KG                                | Kurfürstendamm 21             | Berlin                  | www.innowatt24.com          | 030 - 88 706 20 63    | 0331 - 23 54 91 94    |
| D 10829 | AZIMUT-Ingenieurbüro für rationelle Energietechnik      | Hohenfriedbergstr. 27         | Berlin                  | www.azimut.de               | 030-787 746 0         | 030-787 746 99        |
| D 10965 | FGEU Forschungsges. für Energie u. Umwelttechn. GmbH    | Yorckstr. 60                  | Berlin                  |                             |                       |                       |
| D 12163 | 3E - Ingenieurbüro für effiziente, erneuerbare Energien | Ahornstraße 27                | Berlin                  | www.3e-berlin.de            | 030 609308-71         | 030 609308-79         |
| D 12203 | André Lewandowski Planungsbüro                          | Gardeschützenweg 72           | Berlin                  | www.haustechnik-planer.de   | 030 79 74 48 36       | 030 79 74 48 37       |
| D 12307 | Solarwerkstatt Berlin GmbH                              | Rohrbachstr. 13a              | Berlin                  | www.richtung-sonne.de       | 030-62409394          | 030-62409395          |
| D 12437 | GNEISE Planungs-und Beratungsgesellschaft mbH           | Kieffholzstr. 176             | Berlin                  | www.gneise.de               | 030-53 60 10          | 030-53601-333         |
| D 12459 | Phönix SonnenWärme AG                                   | Ostendstraße 1                | Berlin                  | www.sonnenwaermeag.de       | 030-5300 070          | 030-530007-17         |
| D 12489 | skytron energy® GmbH                                    | Ernst-Augustin-Str. 12        | Berlin                  | www.skytron-energy.com      | 030-6883159-0         | 030-6883159-99        |
| D 12489 | Solon Photovoltaik GmbH                                 | Am Studio 16                  | Berlin                  | www.solon-pv.com            | 030-81879-100         | 030-81879-110         |
| D 12489 | TECHNO SOLAR Solaranlagen GmbH                          | Am Studio 6                   | Berlin                  |                             | 030-6781 79 90        | 030 - 67 81 79 911    |
| D 12489 | eleven solar GmbH                                       | Volmerstraße 9a               | Berlin                  | www.elevensolar.de          | 03063923515           | 03063923518           |
| D 13156 | NSE-Schaltanlagenbau                                    | Wackenbergstr. 90             | Berlin                  | www.nm-solar.de             | 030/4767034           | 030/4767033           |
| D 13405 | dachdoc                                                 | Rue Dominique Larrey 3        | Berlin                  |                             | 030 / 2757 1661       | 030 / 2757 1663       |
| D 13407 | Parabel AG                                              | Holländerstraße 34            | Berlin                  | www.parabel-solar.de        | 030 - 481 601 10      | 030 - 481 601 12      |
| D 13435 | bähr ingenieure GmbH                                    | Wallenroder Straße 1          | Berlin                  | www.baehr-ingenieure.eu     | 030 / 43 55 71 0      | 030 / 43 55 71 19     |
| D 13593 | Sol. id. ar                                             | Rodensteinstraße 6            | Berlin                  |                             |                       |                       |
| D 14059 | Hass Versorgungstechnik                                 | Danckelmannstr. 9             | Berlin                  |                             | 030 321 232 3         |                       |
| D 14163 | Schoenau AG                                             | Düppelstr. 1                  | Berlin                  |                             | 030-7967912           | 030-7958057           |
| D 14548 | Dome Solar                                              | Schmerberger Weg 81           | Caputh                  |                             |                       |                       |
| D 14641 | Havelland-Solar Ltd. & Co KG                            | Ernst Thälmann Str. 13b       | Wachow                  | www.havelland-solar.de      | 033239-70907          | 033239-70906          |
| D 14641 | Solarensys                                              | An der Winkelheide 5          | Börnicke                | www.solarensys.de           | 03323020976           | 03323020977           |
| D 14974 | Alusen Solartechnik GmbH                                | Löwenbrucher Ring 20          | Ludwigsfelde            | www.alusen.com              | 03378 5 18 04 95      | 03378 5 18 04 97      |
| D 15569 | Solarberatung Berndt                                    | Werderstraße 36               | Woltersdorf             | www.solarberatung-berndt.de | 0 33 62 - 79 82 22 22 | 0 33 62 - 79 82 22 29 |
| D 15890 | FQZ Oderbrücke gGmbH                                    | Werkstr. 1                    | Eisenhüttenstadt        |                             |                       |                       |
| D 16225 | MP-TEC GmbH & Co. KG                                    | Wilhelm-C.-Röntgen-Str. 10-12 | Eberswalde              |                             | 03334-594440          | 03334-594455          |
| D 16303 | SBU Photovoltaik GmbH                                   | Kaufweg 3                     | Schwedt                 | www.sbu-pv.de               | 03 332 - 58 10 44     | 03 332 - 58 10 45     |
| D 16359 | Lauchawind GbR                                          | Birkenallee 16                | Biesenthal              |                             |                       |                       |
| D 17358 | scn energy AG                                           | Ukranenstr. 12                | Torgelow                | www.scn-energy.de           | 03976-2564-20         | 03976-2564-298        |
| D 18059 | Sachverständigenbüro Stefan Nowotsch                    | Bornbarg 26                   | Papendorf               | www.dwat-gutachter.de       | 01520-6666560         | 0381-4034751          |
| D 18107 | S.G.N.GmbH Solar Gruppe Nord                            | Hauptstr. 103 / Gewerbehof 6  | Elmenhorst/Lichtenhagen | www.solargruppenord.com     | 0381-20740390         | 0381-207403999        |
| D 20355 | SunEnergy Europe GmbH                                   | Fuhrentwiete 10               | Hamburg                 | www.sunenergy.eu            | 040-5201430           | 040-520143-200        |
| D 20457 | Suntrace GmbH                                           | Brandstwiete 46               | Hamburg                 | www.suntrace.de             | +49 40 767 9638-0     | +49 40 767 9638-20    |
| D 20537 | Tyforop Chemie GmbH                                     | Anton-Rée-Weg 7               | Hamburg                 | www.tyfo.de                 | 040-209497-23         | 040-209497-20         |
| D 21073 | Dunkel Haustechnik                                      | Julius-Ludowieg-Straße 33     | Hamburg                 |                             | 040 - 77 21 57        | 040 - 77 34 26        |
| D 21255 | VEH Solar- u.Energiesysteme GmbH + Co. KG               | Heidweg 16                    | Tostedt                 |                             | 04182-293169          |                       |
| D 21354 | Innosenso Future Living Projects KG                     | Am Horster Felde 1            | Bleckede                | www.innosenso.de            | 05854-967066          | 05854-967068          |
| D 22339 | Ökoplan Büro für zeitgemäße Energieanwendung            | Hummelsbütteler Weg 36        | Hamburg                 | solarenergie-hamburg.de     | 040 5394143           | 040 5394144           |
| D 22549 | Solektro                                                | Grubenstieg 6                 | Hamburg                 | www.solektro.de             | 040 / 84057070        | 040 / 84057071        |
| D 22559 | XAC Solar GmbH                                          | Rheingoldweg 17               | Hamburg                 | www.xac.de                  | 040 - 800 50 753      | 040 - 800 50 754      |
| D 22765 | Centrosolar AG                                          | Behringstr. 16                | Hamburg                 | www.centrosolar.com         | 040-391065-0          | 040-391065-99         |
| D 22767 | Colexon Energy AG                                       | Große Elbstr. 45              | Hamburg                 | www.colexon.de              | 040-280031-0          | 040-280031-101        |
| D 22941 | Jost Solar Technik                                      | Roggenkamp 9                  | Bargteheide             | www.jost-solar-technik.com  | 04532 97 50 41        | 04532 9757510         |
| D 23552 | Ufe GmbH                                                | Kanalstraße 70                | Lübeck                  |                             |                       |                       |
| D 23881 | Solar-Plan International Ltd.                           | Auf der Worth 15              | Alt Mölln               | www.solar-plan.de           | 04542-843586          | 04542-843587          |

# DGS Mitgliedsunternehmen

| PLZ     | Firmenname                                       | Straße                     | Stadt                | Internetadresse                  | Tel.-Nr.            | Fax.-Nr.            |
|---------|--------------------------------------------------|----------------------------|----------------------|----------------------------------|---------------------|---------------------|
| D 24395 | Karl-Heinz Paulsen Haustechnik GmbH              | Nordstraße 22              | Gelting              | www.badundwaerme.de              | 04643-18330         | 04643-183315        |
| D 24791 | AhrThom                                          | Am Sportplatz 4            | Alt Duvenstedt       | www.ahrthom.de                   | 04338-1080          | 04338-999884        |
| D 24983 | EWS GmbH & Co. KG                                | Am Bahnhof 20              | Handewitt            | www.ews-handewitt.de             | 04608-6781          | 04608-1663          |
| D 25569 | Achtern Diek Elektronik GmbH                     | Dorfstraße 3               | Bahrenfleth          |                                  |                     |                     |
| D 25821 | S.A.T. Sonnen- u. Alternativtechnik GmbH & Co KG | Osterkoppel 1              | Struckum             | www.alternativtechnik.de         | 04671-930427        | 04671-930428        |
| D 25917 | WISONA                                           | Birkstraße 55              | Leck                 |                                  | 0 46 62 - 88 13 00  | 0 46 62 - 88 130-29 |
| D 26135 | Oldenburger Energiekontor                        | Dragonestr. 36             | Oldenburg            | www.oldenburger-energiekontor.de | 0441-9250075        | 0441-9250074        |
| D 26135 | NQ Energy GmbH                                   | Gerhard-Stalling-Str. 60 a | Oldenburg            | www.nq-energy.com                | 0441/2057670        | 0441/20576720       |
| D 26180 | Arntjen Solar GmbH                               | An der Brücke 33-35        | Rastede              | www.arntjen.com                  | 04402-9841-0        | 04402-9841-29       |
| D 26605 | Lefering International GmbH & Co. KG             | Tjuechkampstraße 2A        | Aurich               | www.lefering-solar.de            | 04941/5819          | 04941/61421         |
| D 26629 | Sun Cracks GmbH & Co.KG                          | Schmiedestr. 23            | Großefehn            | www.suncracks.de                 | 0 49 43/ 91 01 - 60 | 0 49 43/ 91 01 - 65 |
| D 26939 | Sonnenstrom Montagen Tietjen GmbH                | Meerkircher Straße 34      | Ovelgönne            | www.sonnenstrommontagen.de       | 04483 930 36 90     | 04483 930 36 99     |
| D 27318 | WERNER ENGINEERING                               | Rotenbrande 3              | Hoyerhagen           | www.werner-engineering.de        |                     | 03212-1134833       |
| D 27624 | ad fontes Elbe-Weser GmbH                        | Drangstedter Str. 37       | Bad Bederkesa        | WWW.ADFONTES.DE                  | 04745) 5162         | (0421) 5164         |
| D 27711 | SOLidee                                          | Klein Westerbeck 17        | Osterholz-Scharmbeck | www.solidee.de                   | 04791-959802        | 04791-959803        |
| D 27751 | Stegmann Personaldienstleistung GmbH & Co. KG    | Reinersweg 35              | Delmenhorst          | www.stegmann-personal.de         | 04221-97 30 40      | 04221- 97 30 427    |
| D 28219 | Solarunion                                       | Osterfeuerberger Ring 6 A  | Bremen               | www.solarunion.eu                | 0421 3803412        | 0421 3803413        |
| D 28757 | Broszio Engineering                              | Aumunder Feldstr. 47       | Bremen               |                                  |                     |                     |
| D 28857 | Reinhard Solartechnik GmbH                       | Brückenstr. 2              | Syke                 | www.reinhard-solartechnik.de     | 0 424280106         | 0 424280079         |
| D 29456 | sonne vier                                       | Im Moor 19                 | Hitzacker            |                                  | 05862 - 98 77 83    |                     |
| D 30159 | Kontor für Umwelttechnik GmbH                    | Prinzenstraße 21           | Hannover             |                                  | 0511-36844-0        | 0511-36844-30       |
| D 30159 | M.K. Pro Solar GmbH                              | Prinzenstraße 3            | Hannover             |                                  | 0511-35772756       |                     |
| D 30163 | Target GmbH                                      | Walderseestr. 7            | Hannover             | www.targetgmbh.de                | 0511-90968830       | 0511-909688-40      |
| D 30173 | SunMedia                                         | Hans-Böckler-Allee 7       | Hannover             |                                  | 0511-8441932        | 0511-8442576        |
| D 30449 | Windwärts Sonne u. Wind GmbH & Co. Betreiber KG  | Hanomaghof 1               | Hannover             |                                  | 0511-123573-330     | 0511-123573-19      |
| D 30453 | AS Solar GmbH                                    | Nenndorfer Chaussee 9      | Hannover             | www.as-solar.com                 | 0511-4 75 57 80     | 05 11 - 47 55 78 81 |
| D 31137 | Sonnengeld GmbH                                  | Lilly Reich Str. 11        | Hildesheim           | www.sonnengeld.de                | 05121-9358285       | 05121-9358286       |
| D 31246 | cbe SOLAR                                        | Bierstr. 50                | Lahstedt             |                                  | 05174-922345        | 05174-922347        |
| D 31787 | elektroma GmbH                                   | Reimerdeskamp 51           | Hameln               | www.elektroma.de                 | 05151 4014-12       | 05151 4014-912      |
| D 32257 | E-tec Guido Altmann                              | Herforder Str. 120         | Bünde                | www.etec-owl.de                  | 05223 878501        | 05223 878502        |
| D 32339 | Uwe Wiemann GmbH & Co. KG                        | Karl-Arnold-Str. 9         | Espelkamp            | www.wiemann.de                   | 05772-9779-19       | 05772-935359        |
| D 32760 | Stork- Solar GmbH                                | Brokmeierweg 2             | Detmold              |                                  |                     |                     |
| D 32825 | Phoenix Contact GmbH & Co.KG                     | Flachsmarktstr. 8          | Blomberg             | www.phoenixcontact.com           | 052353-30748        |                     |
| D 33100 | oak media GmbH / energieportal24.de              | Technologiepark 13         | Paderborn            | www.energieportal24.de           | 05251 1489612       | 05251 1485487       |
| D 33142 | Dachdeckerei Ruhnau                              | Bürener Straße 54 a        | Büren                | www.dachdeckerei-ruhnau.de       | 02951/934600        | 02951/934600        |
| D 33397 | Nova Solartechnik GmbH                           | Am Bahnhof 20              | Rietberg             |                                  |                     |                     |
| D 33442 | Elektro-Deitert GmbH                             | Gildestr. 5                | Herzebrock-Clarholz  | www.elektro-deitert.de           | 05245-3838          | 05245-18686         |
| D 33506 | BVA Bielefelder Verlag                           | Postfach 100 653           | Bielefeld            |                                  |                     |                     |
| D 34119 | Fraunhofer IWES                                  | Königstor 59               | Kassel               | www.iset.uni-kassel.de           | 0561 72 94 353      | 0561 72 94100       |
| D 34131 | ISET Solar GmbH                                  | Ludwig-Erhard-Straße 8     | Kassel               | www.mission-solar.eu             | 0561/9812952        | 0561/9812953        |
| D 34134 | IKS Photovoltaik GmbH                            | An der Kurhessenhalle 16b  | Kassel               | www.iks-photovoltaik.de          | 0561 9538050        | 0561-9538051        |
| D 34266 | SMA Solar Technology AG                          | Sonnenallee 1              | Niestetal            |                                  | 0561-95220          | 0561-9522-100       |
| D 34587 | ÖkoTronik Solartechnik GmbH & Co. KG             | Sälzerstr. 3a              | Felsberg             | www.oekotronik.de                | 05662 6191          | 05662 6590          |
| D 34637 | NEL New Energy Ltd.                              | Birkenstr. 4               | Schrecksbach         | www.solar-nel.de                 | 06698 919199        | 06698 9110188       |
| D 35091 | Wagner & Co GmbH                                 | Zimmermannstr. 12          | Cölbe                | www.wagner-solar.com             | 06421-8007-0        | 06421-8007-22       |
| D 35091 | Sunalytics Solar Service GmbH                    | Lahnstr. 16                | Cölbe                | www.sunalytics-solar-service.eu  | 06421-8007-606      | 06421-8007-506      |
| D 35390 | ENERGIEART                                       | Bahnhofstr. 73             | Gießen               |                                  |                     |                     |
| D 35423 | Walz Erneuerbare Energien GmbH                   | Hungerstr. 62              | Lich                 | www.walz-lich.de                 | 06404-9193-0        | 06404-919323        |
| D 35578 | SUN Teko U.G. + Co. KG                           | Unter dem Kirschbaum 6     | Wetzlar              |                                  | 06441-2100095       |                     |
| D 35781 | Staatliche Technikakademie Weilburg              | Frankfurter Str. 40        | Weilburg             | www.ta-weilburg.de               | 06471-92610         |                     |
| D 36119 | Fronius Deutschland GmbH                         | Am Stockgraben 3           | Neuhof               | www.fronius.com                  | 06655 91694-55      | 06655 91694-606     |
| D 36179 | Solar Sky GmbH                                   | Max-Planck-Straße 4        | Bebra                | www.solarsky.eu                  | 0561 7398-505       | 0561 7398-506       |
| D 36381 | Lorenz Joekel GmbH & Co. KG                      | Gartenstraße 44            | Schlüchtern          |                                  | 06661-84-490        | 06661-84-459        |
| D 37073 | Prager-Schule Göttingen gGmbH                    | Weender Landstr. 3-5       | Göttingen            | www.prager-schule.de             | 0551-4965200        | 0551-4965291        |
| D 37079 | Seidemann Solar GmbH                             | Hetjershäuser Weg 3A       | Göttingen            | www.solarwall.de                 | 0551 95824          | 0551 95899          |
| D 37130 | Kunz Solar Tec GmbH                              | Auf dem Anger 10           | Gleichen             |                                  |                     |                     |
| D 38162 | ELWE Technik GmbH                                | Elwestraße 6               | Cremlingen           | www.elwe.com                     | 05 306 - 930 0      | 05 306 - 930 404    |
| D 38271 | NordSolar UG                                     | Hubertusstraße 51          | Baddeckenstedt       |                                  | 05345-493021        | 05345-493073        |
| D 38723 | Consell GmbH                                     | Johann-Zincken-Straße 6    | Seesen               | www.suninteractiv.org            | 05381-9380 540      | 05381-9380 99       |
| D 39124 | MUTING GmbH                                      | Rothenseer Str. 24         | Magdeburg            | www.muting.                      | 0391/2561-100       | 0391/2561-122       |
| D 40219 | SPIROTECH                                        | Bürgerstr. 17              | Düsseldorf           |                                  | 0211-38428-28       |                     |
| D 40489 | Steimann Solar- und Heiztechnik GmbH             | Auf der Krone 16           | Düsseldorf           | www.steimann-solar.de            | 02037385281         | 02037385282         |
| D 40699 | Jagos Elektro- und Steuerungstechnik GmbH        | Steinhof 25                | Erkrath              | www.jes-tec.de                   | 0211 - 56 69 72 41  | 0211 - 56 69 72 33  |
| D 41836 | Profi Solar                                      | Am alten Bahnhof 8a        | Hückelhoven          |                                  | 02435-1755          |                     |
| D 42117 | SOLAR Werkstatt                                  | Friedrich-Ebert-Str. 114   | Wuppertal            |                                  | 020282964           | 020282909           |
| D 42799 | Membro Energietechnik GmbH & Co. KG              | Julius-Kronenberg-Str. 11  | Leichlingen          | www.membro.de                    | 02175-895000        | 02175-89500-22      |
| D 42859 | Stephan Kremer GmbH                              | Intzestraße 15             | Remscheid            | www.dach-kremer.de               | 0 21 91 / 38 80 33  | 0 21 91 / 59 111 41 |
| D 44225 | Bek.Solar                                        | Zaunkönigweg 7             | Dortmund             | www.solarplus-dortmund.de        | 0231-9761150        | 0231-9761151        |
| D 44227 | asol solar GmbH                                  | Emil-Figge-Str. 76-80      | Dortmund             | asol-solar.de                    | 0231-97425670       | 0231-97425671       |
| D 44799 | NilsSun Solar                                    | Baumhofstr. 64             | Bochum               | www.nilssun.de                   | 0234 / 77 323 58    | 0234 / 77 23 70     |
| D 44807 | FOKUS Energie-Systeme GmbH                       | Rensingsstr. 11            | Bochum               | www.fokus-energie-systeme.de     | 0234-5409210        | 0234-5409212        |
| D 45478 | ELOSOLAR GmbH                                    | Mainstraße 21              | Mülheim              |                                  | 0208/5887-210       | 0208/5587-219       |
| D 45506 | Resol Elektronische Regelungen GmbH              | Postfach 80 06 51          | Hattingen            | www.resol.de                     | 02324-96480         | 02324-964855        |
| D 45701 | SWB Sonnen- und Windenergie-Anlagenbau GmbH      | Karl-Hermann-Straße 14     | Herten               |                                  | 02366-41428         |                     |

# DGS Mitgliedsunternehmen

| PLZ     | Firmenname                                   | Straße                       | Stadt                  | Internetadresse                                 | Tel.-Nr.              | Fax.-Nr.             |
|---------|----------------------------------------------|------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------|----------------------|
| D 45883 | GelsenPV Projektgesellschaft mbH             | An der Landwehr 2            | Gelsenkirchen          | www.gelsenpv.de                                 | 0209 77-99-709        | 0209 77-99-710       |
| D 45886 | abakus solar AG                              | Leithestr. 39                | Gelsenkirchen          | www.abakus-solar.de                             | 0209-7308010          | 0209-73080199        |
| D 46238 | Elektro Herbst Gebäudetechnik GmbH           | An der Knippenburg 66        | Bottrop                | www.elektro-herbst.de                           | 0204163195            | 02041698492          |
| D 46359 | B & W Energy GmbH & Co. KG                   | Leblicher Str. 25            | Heiden                 | www.bw-energy.de                                | 02867 - 0286790909822 | 028 67 - 90 90 98 99 |
| D 47269 | ECOSOLAR e.K.                                | Am Handwerkhof 17            | Duisburg               | www.ecosolar.de                                 | 0203-8073185          | 0203-8073186         |
| D 47506 | ZWS Zukunftsorientierte Wärme Systeme GmbH   | Pascalstrasse 4              | Neukirchen-Vluyn       | www.zws.de                                      | 02845-80 60 0         | 02845-80 60 600      |
| D 47623 | Schraven Service GmbH                        | Gewerbering 14               | Kevelaer               |                                                 |                       |                      |
| D 48153 | Armacell GmbH                                | Robert-Bosch-Str. 10         | Münster                | www.armacell.com                                | 05651-22305           | 05651-228732         |
| D 48488 | Zentralsolar Deutschland GmbH                | Pliniusstraße 8              | Emsbüren               |                                                 | 0 59 03 / 9 22 02 12  | 0 59 03 / 9 22 02 99 |
| D 48653 | SolarfuxX GmbH                               | Ahornweg 5c                  | Coesfeld               | www.solarfuxx.de                                |                       |                      |
| D 49084 | SUNOS Solarpower GmbH und Co. KG             | Albert-Brickwedde-Straße 2   | Osnabrück              | sun-os.de                                       | 05 41 - 5 00 96 80    | 05 41 - 50 09 68 11  |
| D 49324 | Alexpo GmbH & Co. KG                         | Betonstraße 9                | Melle                  | www.alexpo-aluminium.de                         | 0 54 22 - 70 99 97    | 0 54 22 - 7 09 99 98 |
| D 49393 | Norbert Taphorn GmbH                         | Fladderweg 5                 | Lohne                  | www.taphorn-solar.de                            | 04442- 80 216 0       | 04442 80 216 60      |
| D 49479 | Plump Ingenieurbüro GmbH                     | Knappenstraße 4              | Ibbenbüren             | www.plump-ib.de                                 | 0 54 51 - 74 54 76    | 0 54 51 - 74 55 13   |
| D 49716 | E.M.S. Solar GmbH                            | Dieselstraße 18              | Meppen                 | www.ems-solar.de                                | 05931-885580          | 05931-8855811        |
| D 49733 | Photovoltaik Montage W . Brehm               | Hinterm Busch 7a             | Haren                  | www.photovoltaik-montage.eu                     | 0 5934 70 44 94 0     | 0 5934 70 44 94 9    |
| D 49828 | Arno Harmsen                                 | Am Spöhlberg 7               | Neuenhaus              | www.harmsen.de                                  | 0 59 42 - 9 82 80     | 0 59 42 - 9 82 81    |
| D 50374 | Pirig Solarenergie                           | Otto-Hahn-Allee 13           | Erfstadt               | www.Pirig-Solar.de                              | 02235-46556-33        | 02235-46556-11       |
| D 50829 | Energiebau Solarstromsysteme GmbH            | Heinrich-Rohlmann-Str. 17    | Köln                   |                                                 | 0221-98966-0          | 0221-98966-11        |
| D 51149 | Versicherungsmakler Rosanowske GmbH & Co. KG | Annastraße 35                | Köln                   | www.rosa-photovoltaik.de                        | 02203-9888701         |                      |
| D 51766 | Regenerative Generation GmbH                 | Overather Str. 104           | Engelskirchen          | www.reg-gen.de                                  | 02263950810           | 022639508129         |
| D 52066 | RWTH Aachen ISEA / Inst. f. Stromrichtert.   | Jägerstr. 17/19              | Aachen                 |                                                 | 02401-80-92203        |                      |
| D 52353 | pro KÜHLSOLE GmbH                            | Am Langen Graben 37          | Düren                  | www.prokuehsole.de                              | 02421 59 196 22       | 02421 59 196 10      |
| D 52372 | heizen-hoch-3 Fa. Joh. Ramm                  | In der Held 6                | Kreuzau                | www.heizen3.de                                  | 02422/901002          | 02422/1517           |
| D 52399 | Göbel Solar                                  | Frankenstr. 12               | Merzenich              |                                                 |                       |                      |
| D 52538 | BMR solar solutions GmbH                     | Kirchberg 4                  | Gangelt                | www.bmr-energy.com                              | 02454 936 928         | 02454 936929         |
| D 53113 | Europäische Energie Genossenschaft e.G.      | Bundeskanzlerplatz 2 - 10    | Bonn                   | www.euro-energie-eg.de                          | 07803 - 980302        | 07803 - 980301       |
| D 53175 | SolarWorld AG                                | Martin-Luther-King-Straße 24 | Bonn                   | www.solarworld.de                               | 0 228 - 559 20-0      | 0 228 - 559 20-99    |
| D 53505 | Karutz Ingenieur-GmbH                        | Mühlengasse 2                | Altenahr               |                                                 | 02643-902977          | 02643-903350         |
| D 53819 | Bedachungen Arnolds GmbH                     | Zur Hofstatt 3               | Neunkirchen-Seelscheid |                                                 | 02247-2462            |                      |
| D 53879 | F & S solar concept GmbH                     | Otto-Lilienthal-Straße 34    | Euskirchen             | www.fs-sun.de                                   | 02251 14 82-0         | 02251 1482-111       |
| D 53909 | Priogo AG                                    | Markt 15                     | Zülpich                | www.priogo.com                                  | 02252-835210          | 02251-83521-19       |
| D 54294 | BürgerService GmbH                           | Monaiser Str. 7              | Trier                  | www.bues-trier.de                               | 0651 82500            | 0651 8250110         |
| D 54538 | Schwaab                                      | Brückenstr. 24               | Kinheim-Kindel         |                                                 |                       |                      |
| D 55218 | GEDEA-Ingelheim GmbH                         | Bahnhofstr. 21               | Ingelheim              |                                                 | 06132-71001-20        | 06132-71001-29       |
| D 55252 | RWS GmbH                                     | Peter-Sander-Str.8           | Mainz-Kastel           | www.rws-solartechnik.de                         | 06134-727200          | 06134-21944          |
| D 55278 | Bauer Solartechnik GmbH                      | Hinte der Mühl 2             | Selzen                 | www.bauer-solartechnik.de                       | 06737-808122          | 06737-808110         |
| D 55294 | Ecofriends GmbH                              | Am Kümmerling 21 - 25        | Bodenheim              |                                                 | 06135-702890          | 06135-7028909        |
| D 55578 | Ip - Steuerungstechnik GmbH                  | Bahnhofstr. 34               | Wallertheim            |                                                 |                       |                      |
| D 55743 | EOS Neue Energien GmbH                       | Hauptstraße 14               | Hintertiefenbach       | www.eos-neue-energien.de                        | 0678980659            | 0695095281102        |
| D 56076 | SolarOne Deutschland AG                      | Bienhornhöhe 1d              | Koblenz                | www.solarone.de                                 | 0261-96 09 60 20      | 0261-96 09 60 22     |
| D 56626 | VIVA Solar Energietechnik GmbH               | Otto-Wolf-Str. 12            | Andernach              |                                                 |                       |                      |
| D 57482 | G-TEC Ingenieure GbR                         | Kölner Str. 7                | Wenden-Rothemühle      |                                                 |                       |                      |
| D 57520 | Böhmer Maschinenbau                          | Industriestr. 15             | Steinebach             |                                                 | 02747-9236-12         | 02747-9236-36        |
| D 57537 | Elektro Conze GmbH                           | Köttinger Weg 102            | Wissen                 | www.elektro-conze.de                            | 02742-910004          | 02742-71208          |
| D 58099 | Westfa GmbH                                  | Feldmühlenstr. 19            | Hagen                  | www.westfa.de                                   | 02331-96660           | 02331-9666-211       |
| D 58135 | NORDWEST Handel AG                           | Berliner Str. 26-36          | Hagen                  |                                                 |                       |                      |
| D 58454 | Albedon                                      | Gleiwitzer Straße 11         | Witten                 | www.albedon.de                                  | 02302-1792020         | 02302-1792021        |
| D 58644 | PV-Engineering GmbH                          | Augustastraße 24             | Iserlohn               | www.pv-engineering.de                           | 02371-1595347         | 02371-1595348        |
| D 58730 | ADIC Group                                   | Sümburgstr. 22               | Fröndenberg            | www.adic.eu                                     | 02373 39641 0         | 02373 39641 79       |
| D 59227 | Heitkamm GmbH + Co.KG                        | Eintrachtstr. 10             | Ahlen                  |                                                 | 02382-9172-25         |                      |
| D 60313 | addisol AG                                   | Hochstraße 17                | Frankfurt              | www.addisolag.com                               | 069 130 14 86-0       | 069 130 14 86-10     |
| D 60486 | META Communication Int. GmbH                 | Solmsstraße 4                | Frankfurt              | www.metacommunication.com                       | 069-7430390           |                      |
| D 61440 | Monier Braas GmbH                            | Frankfurter Landstr. 2-4     | Oberursel              | www.braas.de                                    | 06171 61 014          | 06171 612300         |
| D 63073 | Danfoss GmbH Solar Inverters                 | Carl-Legien-Straße 8         | Offenbach              |                                                 | 0 69 - 8 90 21 84     | 0 69 - 8 90 21 77    |
| D 63486 | Peter Solar- und Wärmetechnik GmbH           | Hauptstr. 14 - 16            | Bruchköbel             | www.peter-solar.de                              | 06181-78877           | 061 81 90 72 25      |
| D 63755 | Toni Brixle UGmbH                            | Martinsweg 2                 | Alzenau                |                                                 | 6023 95 74 12         | 03212 95 74 12       |
| D 63808 | Conecon GmbH                                 | Industriestraße-Ost 7        | Haibach                | www.conecon.com                                 | 0151-44014012         | 06021-45605-250      |
| D 63857 | Antaris Solar GmbH & Co. KG                  | Am Heerbach 5                | Waldaschaff            | www.antaris-solar.de                            | 06095-950103          | 06095-950109         |
| D 64319 | Men @ Work GmbH & Co. KG                     | Ostendstraße 20              | Pfungstadt             |                                                 | 06151 66 90 400       | 06151 66 90 401      |
| D 64319 | Solare Energiesysteme                        | Büttelsgasse 5 A             | Pfungstadt             |                                                 | 0 61 57 - 95 54 81    | 0 61 57 - 9 55 89 39 |
| D 64720 | Ralos Solar GmbH                             | Unterer Hammer 3             | Michelstadt            | www.ralos.de                                    | 06061-96700           | 06061-967010         |
| D 64720 | Energiegenossenschaft Odenwald eG            | Frankfurter Straße 1         | Michelstadt            | www.energiegenossenschaft-odenwald.de           | 06061/701 46 10       | 06061 701 48 151     |
| D 65189 | R+V Allgemeine Versicherung AG               | Raiffeisenplatz 1            | Wiesbaden              | www.KompetenzZentrum-Erneuerbare-Energien.rv.de |                       |                      |
| D 65474 | inek Solar AG                                | Am Schindberg 27             | Bischofsheim           |                                                 |                       |                      |
| D 66111 | Wattwerk Energiekonzepte SA & Co. KG         | Victoriastraße 6             | Saarbrücken            | www.wattwerk.info                               | 0681-9401940          | 0681-9401939         |
| D 66287 | timo hohensee bauen & energie                | Gewerbegebiet Heidekorn 9    | Quierschied            | www.bauenundenergie.eu                          | 06897 600481          | 06897 600494         |
| D 66564 | SGGT Straßenausstattungen GmbH               | Bahnhofstraße 35             | Ottweiler              | www.sgg.de                                      | 06824-3080            | 06824-308118         |
| D 66663 | SE-System GmbH                               | Haardterweg 1 - 3            | Merzig                 |                                                 | 06861-77692           |                      |
| D 67069 | Willer Sanitär + Heizung GmbH                | Oppauer Str. 81              | Ludwigshafen           | www.willergmbh.de                               | 0621 66 88 90         | 0621 66 14 76        |
| D 67071 | EUROSOL GmbH                                 | Am Herrschaftsweiher 45      | Ludwigshafen           | www.eurosol.eu                                  | 0621-59 57 07-0       | 0621-59 57 07-99     |
| D 67346 | SOLTECH Solartechn. Anlagen                  | Tullastr. 6                  | Speyer                 |                                                 |                       |                      |
| D 67454 | solarisPlus GmbH & Co. KG                    | August-Bebel-Straße 17       | Haßloch                | www.kessler-gewerke.de                          | 06235-49799-15        | 06235-49799-10       |
| D 68165 | Mannheimer Versicherung AG                   | Augustaanlage 66             | Mannheim               | www.Lumit.info                                  | 0180-22024            | 0180-2998992         |

# DGS Mitgliedsunternehmen

| PLZ     | Firmenname                                        | Straße                      | Stadt                  | Internetadresse                      | Tel.-Nr.          | Fax.-Nr.          |
|---------|---------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------|
| D 68219 | Schwab GmbH                                       | Wilhelm-Filchner-Str. 1-3   | Mannheim               |                                      | 0621-896826       | 0621-896821       |
| D 68753 | WIRSOL SOLAR AG                                   | Bruchsaler Straße 22        | Waghäusel              |                                      | 07254-957851      | 07254-957899      |
| D 69502 | SUN PEAK Vertrieb                                 | Auf den Besenäckern 17      | Hemsbach               | www.sunpeak.eu                       | 06201-602070      | 06201-602070      |
| D 70173 | Engcotec GmbH                                     | Kronprinzstr. 12            | Stuttgart              |                                      |                   |                   |
| D 70376 | Solarenergie Zentrum                              | Krefelder Str. 12           | Stuttgart              |                                      |                   |                   |
| D 70439 | Gühring-Solar GmbH                                | Freihofstr. 20              | Stuttgart              | www.elektro-guehring.de              | 0711/802218       | 0711/802229       |
| D 70469 | Bickele und Bühler                                | St. Pöltenerstr. 70         | Stuttgart              |                                      |                   |                   |
| D 70499 | Interplan Solar                                   | Holderäckerstraße 4         | Stuttgart              |                                      | 0711 699 708 57   | 0711 699 708 56   |
| D 70563 | Eppele                                            | Fremdstraße 4               | Stuttgart              |                                      |                   |                   |
| D 70563 | TRANSOLAR Energietechnik GmbH                     | Curierstr. 2                | Stuttgart              |                                      |                   |                   |
| D 70563 | Unmüßig GbR., Markus und Peter                    | Katzenbachstraße 68         | Stuttgart              |                                      | 0711 7355710      | 0711 7355740      |
| D 71116 | Papendorf Software Engineering GmbH               | Robert-Bosch-Str. 10        | Gärtringen             | www.papendorf-se.de                  | 07034-27 910 0    | 07034-27 910 11   |
| D 71229 | K2 Systems GmbH                                   | Riedwiesenstraße 13 - 17    | Leonberg               | www.k2-systems.de                    | 07033-4666521     | 07033-4666509     |
| D 71263 | Krannich Solar GmbH & Co. KG                      | Heimsheimer Str. 65/1       | Weil der Stadt         | www.krannich-solar.de                | 07033-3042-0      |                   |
| D 71263 | Diebold GmbH                                      | Badtorstr.8                 | Weil der Stadt         | www.diebold-sanitaer.de              | 07033 2859        | 07033 7210        |
| D 71394 | Solaranlagen GmbH                                 | Gottlieb-Daimler-Str. 15    | Kernen                 | www.dorfmueller-solaranlagen.de      | 07151 94905-0     | 07151 94905 40    |
| D 71522 | Koegel Energietechnik GmbH                        | Donaustraße 17 - 19         | Backnang               |                                      | 07191 95 25 561   |                   |
| D 71560 | Sonne-Licht-Wärme                                 | Im Märchengarten 22         | Sulzbach/Murr          |                                      |                   |                   |
| D 72280 | Energie & Umwelttechnik                           | Birkenweg 16                | Dornstetten            | www.rochusrothmund.de                | 07443-171550      | 07443-171551      |
| D 72414 | Sonnergie GmbH                                    | Panoramastr. 3              | Rangendingen           | www.sonnergie.de                     | 07478-9313-100    | 07478-9313-150    |
| D 72639 | Strumberger Solartechnik                          | Im Dentel 21                | Neuffen                | www.strumberger-solartechnik.de      | 07022 969284      | 07022 260544      |
| D 72669 | Helmut Zink GmbH                                  | Kelterstraße 45             | Unterensingen          | www.zink-heizung.de                  | 07022-63011       | 07022-63014       |
| D 72805 | Rieger GmbH + Co. KG                              | Friedrichstr. 16            | Lichtenstein           | www.ewr-rieger.de                    | 07129-9251-0      | 07129-9251-20     |
| D 73453 | Solarzentrum Ostalb GmbH                          | Heerstrasse 15/1            | Abtsgmünd              | www.so-nne.de                        | 07366-9230622     | 07366-9230621     |
| D 73460 | Solar plus GmbH                                   | Königsberger Str. 38        | Hüttlingen             | www.solarplus.de                     | 07361-970437      | 07361-970436      |
| D 73540 | Wolf Heizung-Sanitär GmbH                         | Böbinger Str. 52            | Heubach                |                                      |                   |                   |
| D 74172 | KACO new energy GmbH                              | Carl-Zeiss-Str. 1           | Neckarsulm             | www.kaco-newenergy.de                | 0713238180        | 071323818703      |
| D 74321 | UPR-Solar GmbH & Co. KG                           | Pleidelsheimer Straße 19    | Bietigheim-Bissingen   | www.upr-solar.de                     | 07142 77 11 30    | 07142 77 27 40    |
| D 74532 | BEMO Project Engineering GmbH                     | Friedrich-List-Str. 25      | Ilshofen               | www.bemo.com                         | 07904 - 97 14 0   | 07904-97 14 157   |
| D 74579 | Ingenieurbüro Leidig                              | Ginsterweg 2                | Fichtenau              | www.ingenieurbuero-leidig.de         | 07962 1324        | 07962 1336        |
| D 74906 | Müller Solartechnik                               | Ludwigstr. 35               | Bad Rappenau           | www.mueller-solar-technik.de         | 07268-919557      | -                 |
| D 75101 | Solar Promotion GmbH                              | Postfach 170                | Pforzheim              |                                      |                   |                   |
| D 75105 | Energo GmbH                                       | Postfach 100 550            | Pforzheim              | www.energo-solar.de                  | 07231-568774      | 07231-568776      |
| D 75181 | Innovative Solar Technologie GmbH                 | Kreuzwiesenstr. 1           | Pforzheim              | www.ist-solar.de                     | 07234 4763        | 07234 981318      |
| D 75392 | SOLARSYSTEM SÜDWEST GMBH                          | Siemensstrasse 15           | Deckenpfronn           | www.ssw-solar.de                     | 07056-932978-0    | 07056-932978-19   |
| D 75417 | Esaa Böhlinger GmbH                               | Haldenstr. 42               | Mühlacker              | www.esaa.de                          | 07041-84545       | 07041-84546       |
| D 75444 | Wiernsheim                                        | Postfach 40                 | Wiernsheim             |                                      |                   |                   |
| D 76131 | Solution Solarsysteme GmbH                        | Humboldtstr. 1              | Karlsruhe              |                                      | 0721-96 134-10    | 0721-96 134-12    |
| D 76327 | Bau-Solar Süd-west GmbH                           | Friedenstraße 6             | Pfintal                | www.bau-solar.de                     | 07240 944 700     | 07240 944 702     |
| D 76593 | W-quadrat Westermann & Wörner GmbH                | Baccarat-Straße 37-39       | Gernsbach              | www.w-quadrat.de                     | 07224/9919-00     | 07224/9919-20     |
| D 76646 | SHK Einkaufs- und Vertriebs AG                    | Zeiloch 13                  | Bruchsal               |                                      | 07251-932450      | 07251-9324599     |
| D 76698 | Staudt GmbH                                       | Unterdorfstr. 50a           | Ubstadt-Weiher         |                                      | 07253-94120       |                   |
| D 76771 | Bast Solarmontage                                 | Am Eichthal 2               | Hörsdt                 |                                      | 0 178 7969296     |                   |
| D 76829 | Morsch PV                                         | Breiter Weg 56              | Landau                 | www.pv24.eu                          | 06341/967527      |                   |
| D 76831 | Sonnenfänger GmbH                                 | Hauptstr. 52                | Heuchelheim-Klingen    | www.sonnenfänger.net                 | 06349-5893        | 06349-5893        |
| D 76863 | Oldorff Technologie                               | Am Gäxwald 8                | Herxheim               | Www.Oldorff.de                       | 07276502330       | 07276502331       |
| D 77656 | Kiefermedia                                       | In der Spöck 1              | Offenburg              | www.kiefermedia.de                   | 0781 96916 33     |                   |
| D 77704 | frammelsberger SOLAR GmbH                         | Esperantostraße 15          | Oberkirch              | www.frammelsberger-solar.com         | 07802/927723      | 07802/92779103    |
| D 77756 | Krämer Haustechnik GmbH                           | Einbacher Str. 43           | Hausach                |                                      | 07831-7676        | 07831-7666        |
| D 77767 | energieControll GmbH & Co. KG                     | Winkelstraße 64             | Appenweiler            | www.energiecontroll.de               | 0 7805 91649-0    | 0 7805 91649-10   |
| D 77933 | Der Dienstleister                                 | Im Lotzbeckhof 6/1          | Lahr                   |                                      | 07821/954511      | 07821/954512      |
| D 78056 | Sikla GmbH ZGN                                    | In der Lache 17             | Villingen-Schwenningen | www.sikla.de                         | 07720-948278      | 07720-948178      |
| D 78073 | Stadtverwaltung Bad Dürkheim                      | Luisenstraße 4              | Bad Dürkheim           |                                      | 07726-666-241     |                   |
| D 78224 | Taconova GmbH                                     | Rudolf-Diesel-Str. 8        | Singen                 | www.taconova.de                      | 07731-982880      | 07731-982888      |
| D 78239 | Planung von Blockh. u. Solaranl.                  | Arlener Str. 22             | Rielasingen-Worblingen |                                      |                   |                   |
| D 78239 | Sanitär Schwarz GmbH                              | Zeppelinstraße 5            | Rielasingen-Worblingen | www.sanitaer-schwarz.de              | 07731-93280       | 07731-28524       |
| D 78573 | Hitzler Solarsysteme GmbH                         | Obere Hauptstraße 64        | Wurmlingen             |                                      | 074 61 - 78 00 59 | 074 61 - 96 78 03 |
| D 78628 | SOLAResundmehr                                    | Schmiedgasse 7              | Rottweil               |                                      |                   |                   |
| D 79108 | badenova AG & Co. KG                              | Tullastr. 61                | Freiburg               |                                      |                   |                   |
| D 79110 | Fraunhofer-Institut f. Solare Energiesysteme      | Heidenhofstr. 2             | Freiburg               |                                      |                   |                   |
| D 79111 | Creotecc GmbH                                     | Sasbacher Straße 9          | Freiburg               | www.creotecc.de                      | 0761 / 21686-0    | 0761 / 21686-29   |
| D 79114 | SolarMarkt AG                                     | Christaweg 42               | Freiburg               | www.solarmarkt.com                   | 0761-120 39 0     | 0761-120 39 39    |
| D 79216 | Ökobuch Verlag & Versand GmbH                     | Postfach 11 26              | Staufen                |                                      | 07633-50613       | 07633-50870       |
| D 79331 | Delta Energy Systems GmbH                         | Tschulinstr. 21             | Teningen               | www.solar-inverter.com               | 0 7641 455 0      | 0 7641 455 318    |
| D 79400 | Graf GmbH                                         | Furtweg 10                  | Kandern                | www.graf-haustechnik.de              | 07626 - 72 27     | 07626 - 72 41     |
| D 79539 | CONSOLAR Energiespeicher u. Regelungssysteme GmbH | Gewerbestraße               | Lörrach                |                                      | 069-61991128      |                   |
| D 79588 | Billich Solar- und Elektrotechnik                 | Feuerbachstr. 29 / Egringen | Efringen-Kirchen       | www.haustechnik.de illich            | 07628-797         | 07628-798         |
| D 79639 | Issler GmbH                                       | Bäumleweg 1                 | Grenzach-Wyhlen        | www.issler.de                        | 07624-50500       | 07624-505025      |
| D 79736 | Solar Heizung Sanitär                             | Murgtalstr. 28              | Rickenbach             | www.manfred-schaeuble.de             | 07765-919702      | 07765-919706      |
| D 79737 | Ingenieurbüro Pritzel                             | Giersbach 28                | Herrischried           |                                      | 0 7764 / 6717     | 0 7764 / 6771     |
| D 79774 | Binkert GmbH                                      | Am Riedbach 3               | Albbruck / Birndorf    |                                      |                   |                   |
| D 79801 | Solarenergiezentrum Hochrhein                     | Küssnacher Straße 13        | Hohentengen            | www.solarenergiezentrum-hochrhein.de | 07742-5324        | 07742-2595        |
| D 80339 | HDI-Gerling Industrie Versicherung AG             | Ganghoferstraße 37-39       | München                | www.hdi-gerling.de                   | 089-2107 483      | 0511-645 115085   |
| D 80469 | Solarinitiative München GmbH & Co. KG             | Corneliusstraße 10          | München                | www.solarinitiative.eu               | 089 5404 131 0    | 089 5404 131 29   |

# DGS Mitgliedsunternehmen

| PLZ     | Firmenname                                                  | Straße                    | Stadt             | Internetadresse                         | Tel.-Nr.             | Fax.-Nr.             |
|---------|-------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------|-----------------------------------------|----------------------|----------------------|
| D 80637 | ZENKO                                                       | Dom-Pedro-Str. 22         | München           | www.zenko-solar.de                      | 089-1588145-0        | 089-1588145-19       |
| D 80803 | Sun - Kollektor - Clean                                     | Degenfeldstraße 10        | München           | www.sun-kollektor-clean.de              | 089 - 14 08 90 97    |                      |
| D 80804 | REC Solar Germany GmbH                                      | Leopoldstraße 175         | München           | www.recgroup.com                        | 089-4423859-0        | 089-4423859-99       |
| D 80807 | Meyer & Co.                                                 | Ingolstädter Straße 12    | München           | www.solar-meyer.de                      | 089-350601-0         | 089-350601-44        |
| D 80809 | Solarbonus GmbH                                             | Schleißheimer Str. 207    | München           | www.solarbonus.de                       | 089 31409933         | 089 37067868         |
| D 81379 | G. Hoffmann Zweigniederlassung der Deinzer und Weyland GmbH | Zielstattstr. 5           | München           |                                         | 089-7872653          |                      |
| D 81541 | Sungrow Deutschland GmbH                                    | Balanstraße 59            | München           | www.sungrowpower.com/de                 | 08962838864          |                      |
| D 81549 | Memminger                                                   | Balanstraße 378           | München           |                                         |                      |                      |
| D 81549 | EURAI.Ingenieure Schmid                                     | Schwarzenbacher Straße 28 | München           |                                         |                      |                      |
| D 81549 | futurasol GmbH                                              | Paulsdorferstr. 34        | München           | www.futurasol.de                        | 089-62232565         | 089-420956492-9      |
| D 81549 | Evios Energy Systems GmbH                                   | Aschauer Straße 10        | München           | www.evios-energy.de                     | 08945209240          | 08945209241          |
| D 81671 | Hierner GmbH                                                | Trausnitzstraße 8         | München           |                                         | 089-402574           |                      |
| D 81825 | eco:factum                                                  | Groschenweg 43 b          | München           | www.ecofactum.com                       |                      |                      |
| D 81925 | BayWa AG                                                    | Arabellastr. 4            | München           | www.baywa.de                            |                      |                      |
| D 82024 | Huber + Suhner GmbH                                         | Mehlbeerenstr. 6          | Taufkirchen       |                                         | 089-61201-0          |                      |
| D 82031 | Waldhauser GmbH & Co                                        | Hirtengeweg 2             | Grünwald          |                                         |                      |                      |
| D 82194 | PIZ Ing.-Gesellschaft mbH                                   | Breslauer Str. 40-42      | Gröbenzell        |                                         |                      |                      |
| D 82205 | SWS-SOLAR GmbH                                              | Carl-Benz-Str. 10         | Gilching          |                                         | 08105-772680         | 08105-772682         |
| D 82211 | Thermo-Fresh-Heizsysteme                                    | Herrmann-Rainer-Straße 5  | Herrsching        |                                         |                      |                      |
| D 82319 | Landkreis Starnberg                                         | Strandbadstr. 2           | Starnberg         | www.landkreis-starnberg.de/energiewende | 08151 148-442        | 08151 148-524        |
| D 82335 | Kupper GmbH                                                 | Nikolausstraße 14         | Berg              | www.enefco.de                           | 08151-189161         | 09151-1895120        |
| D 82398 | SonnenEnergie GmbH                                          | Am Steinbruch 7           | Polling           | www.sonnen-energie.net                  | 0881-924513-0        | 0881-924513-190      |
| D 82399 | Ikarus Solartechnik                                         | Zugspitzstr. 9            | Raisting          |                                         | 08807-8940           |                      |
| D 82515 | Dachbau Vogel                                               | Kräuterstraße 46          | Wolfratshausen    | www.dachbau-vogel.de                    | 08171 - 48 00 75     | 08171 - 48 00 76     |
| D 83022 | UTEO Ingenieurservice GmbH                                  | Hechtseestr. 16           | Rosenheim         |                                         |                      |                      |
| D 83026 | WALTER-ENERGIE-SYSTEME                                      | Kirnsteinstr. 1           | Rosenheim         | www.walter-energie-systeme.de           | 08031-400246         | 08031-400245         |
| D 83229 | Martin Reichl GmbH                                          | Kampenwandstr. 90         | Aschau            | www.projektsonne.de                     | 070007002006         | 070007002009         |
| D 83361 | Verband der Solar-Partner e.V.                              | Holzhauser Feld 9         | Kienberg          |                                         | 08628-98797-0        |                      |
| D 83527 | Schletter GmbH                                              | Alustraße 1               | Kirchdorf         | www.schletter.de                        | 08072-91910          | 08072-9191-9100      |
| D 83714 | EST Energie System Technik GmbH                             | Stadtplatz 12             | Miesbach          |                                         |                      |                      |
| D 84028 | IFF Kollmannsberger KG                                      | Neustadt 449              | Landshut          |                                         | 0871-9657009-0       | 0871-9657009-22      |
| D 84034 | Heizung Bad Solar                                           | Münchnerau 32             | Landshut          | www.neumayr-heizungsservice.de          | 0871 55180           | 0871 50267           |
| D 84048 | Wolf GmbH                                                   | Industriestr. 1           | Mainburg          |                                         |                      |                      |
| D 84048 | Stuber Energie & Sonnen GmbH                                | Auer Straße 15            | Mainburg          | www.stuber-sonne.de                     | 08751- 844 680       | 08751 - 844 68 150   |
| D 84307 | HaWi Energietechnik AG                                      | Im Gewerbepark 10         | Eggenfelden       | www.hawi-energy.com                     | 08721-78170          | 08721-7817100        |
| D 84307 | Solamobil                                                   | Tietstadt 11              | Eggenfelden       |                                         | 08721-508627         |                      |
| D 84453 | SunPlan GmbH                                                | Stadtplatz 70             | Mühldorf          | www.sunplan.de                          | 0863118449911        | 086311844999         |
| D 84478 | Solklima e.K.                                               | Lea-Fall-Straße 9         | Waldkraiburg      | www.solklima.com                        | 08637-986970         | 08637-98697-70       |
| D 84539 | Manghofer GmbH                                              | Mühldorfer Str. 10        | Ampfing           |                                         | 08636-9871-0         |                      |
| D 85235 | Solarzentrum Bayern GmbH                                    | Eichenstraße 14           | Odelzhausen       | www.solarzentrum-bayern.de              | 08134 9359710        | 08134 9359711        |
| D 85258 | Elektro Reiter GmbH                                         | Gewerbering 20            | Weichs            | www.reiter-elektrotechnik.de            | 8136 80 93 330       | 8136 80 93 337       |
| D 85399 | B & S Wärmetechnik und Wohnen                               | Theresienstraße 1         | Hallbergmoos      |                                         | 08 11 - 99 67 94 07  | 08 11 - 9 42 06      |
| D 85452 | ASM GmbH                                                    | Am Bleichbach 18-22       | Moosinning        | www.asm-sensor.de                       | 081239860            | 08123986500          |
| D 85609 | Gehrlicher Solar AG                                         | Max-Planck-Str. 3         | Aschheim          | www.gehrlicher.com                      | 089-4207920          |                      |
| D 85630 | SolarEdge Technologies Inc.                                 | Bretonischer Ring 18      | Grasbrunn         | www.solaredge.de                        | 0 89416170320        | 089416170319         |
| D 85716 | Josef & Thomas Bauer Ingenieurbüro GmbH                     | Max-Planck-Str. 5         | Unterschleißheim  | www.tb-bauer.de                         | 089-321700           | 089-32170-250        |
| D 86152 | Strobel Energiesysteme                                      | Klinkertorplatz 1         | Augsburg          |                                         | 0821 452312          |                      |
| D 86399 | Makosch                                                     | Peter-Henlein-Str. 8      | Bobingen          | www.shk-makosch.de                      | 08234 / 1435         | 08234 / 1771         |
| D 86830 | Pluszynski                                                  | Triebweg 8b               | Schwabmünchen     |                                         | 08232-957500         |                      |
| D 86836 | R. Häring Solar Vertriebs GmbH                              | Elias-Holl-Straße 22      | Obermeitingen     | www.solarhaering.de                     | 0 82 32-7 92 41      | 0 82 32-7 92 42      |
| D 86866 | ÖkoFen Haustechnik GmbH                                     | Schelmelohe 2             | Mickhausen        |                                         | 08204-29800          | 08204-2980190        |
| D 86971 | IES GmbH                                                    | Dr.-Kisselmann-Straße 2   | Peiting           | www.ies-peiting.com                     | 08861-9094920        | 08861-9094911        |
| D 87463 | Alpensolar Umwelttechnik GmbH                               | Glaserstraße 3            | Dietmannsried     | www.alpensolar.de                       | 08374/23240-0        | 08374/23240-29       |
| D 87640 | Solarzentrum Allgäu GmbH u. Co. KG                          | Gewerbepark 13            | Biessenhofen      |                                         | 08342 89690          | 08342 8342 896928    |
| D 87700 | Pro Terra                                                   | Schwabenstr. 6            | Memmingen         |                                         | 08331/499433         |                      |
| D 87745 | Öko-Haus GmbH                                               | Pfarrer-Singer-Straße 5   | Eppishausen       |                                         | 0 82 66 - 86 22 00   |                      |
| D 88131 | SolarPowerTeam GbR                                          | Wackerstraße 13           | Lindau            |                                         | 0 83 82 - 7 15 98 30 |                      |
| D 88214 | pro solar Solarstrom GmbH                                   | Schubertstr.17            | Ravensburg        | pro-solar.com                           | 0751-36158-0         | 0751-36158-990       |
| D 88214 | MAGE SOLAR ACADEMY GmbH                                     | An der Bleicherei 15      | Ravensburg        |                                         | 0751 - 56 01 72 12   | 0751 - 56 01 72 10   |
| D 88361 | Solar Hartmann                                              | Bachstraße 8/3            | Altshausen        | www.HartmannMontagebau.de               | 07584 923 113        | 07584 923 153        |
| D 88371 | Dingler                                                     | Fliederstr. 5             | Ebersbach-Musbach |                                         | 07584 2068           |                      |
| D 88662 | E.U. Solar GmbH & Co. KG                                    | Zum Degenhardt 19         | Überlingen        | www.e-u-solar.eu                        | 07551-94 71 10       | 07551-94 71 225      |
| D 89073 | SWU Stadtwerke Ulm/Neu-Ulm GmbH                             | Karlstraße 1              | Ulm               | www.swu.de                              | 0731 166 0           | 0731 166 4900        |
| D 89077 | Julius Gaiser GmbH & Co. KG                                 | Blaubeurer Str. 86        | Ulm               |                                         |                      |                      |
| D 89081 | AEROLINE TUBE SYSTEMS                                       | Im Lehrer Feld 30         | Ulm               | www.tubesystems.com                     | 0731/9 32 92 50      | 0731/93292-64        |
| D 89180 | Galaxy Energy GmbH                                          | Sonnenstraße 2            | Bergshülen        | www.galaxy-energy.com                   | 07389-1290           | 07389-1293           |
| D 89233 | Aquasol Solartechnik GmbH                                   | Dr.-Carl-Schwenk-Str. 20  | Neu-Ulm           | www.aquasol-solartechnik.de             | 07 31 - 88 00 700    | 07 31 - 88 00 70 48  |
| D 89584 | S & H Solare Energiesysteme GmbH                            | Mühlweg 44                | Ehingen           | www.sh-solar.de                         | 07391777557          | 07391777558          |
| D 89616 | System Sonne GmbH                                           | Grundlerstr. 14           | Rottenacker       | www.system-sonne.de                     | 07393 954940         | 07393 9549430        |
| D 90431 | Frankensolar Handelsvertretungen                            | Edisonstraße 45           | Nürnberg          | www.frankensolar-hv.de                  | 0911 2 17 07 60      | 0911 217 07 69       |
| D 90475 | Draka Service GmbH                                          | Wohlauer Straße 15        | Nürnberg          | www.draka.com                           | 0911-8337-275        | 0911-8337-268        |
| D 90518 | SOLOPT GmbH                                                 | Hessenstr. 9              | Altdorf           | www.solopt.de                           | 499187-90057         | 499187-958289        |
| D 90542 | PS-Service/Projekt GmbH                                     | Mieleplatz 1              | Eckental          | www.perfectsolar.de                     | 0 91 26 - 2 89 90-21 | 0 91 26 - 2 89 90-29 |
| D 90574 | Wärme- und Umwelttechnik Weber                              | Fichtenstraße 14          | Roßtal            |                                         | 09127-570505         | 09107-9691209127106  |

# DGS Mitgliedsunternehmen

| PLZ               | Firmenname                                          | Straße                                                                      | Stadt                | Internetadresse                  | Tel.-Nr.             | Fax.-Nr.             |
|-------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------|
| D 90587           | Schuhmann                                           | Lindenweg 10                                                                | Obermichelbach       |                                  | 0911-76702-15        |                      |
| D 90762           | Solarbeauftragter der St. Fürth                     | Königsplatz 2                                                               | Fürth                |                                  | 0911-974-1250        |                      |
| D 90763           | solid GmbH                                          | Leyher Straße 69                                                            | Fürth                | www.solid.de                     | 0911 810 270         | 0911 810 2711        |
| D 91058           | GWS Facility-Management GmbH                        | Am Weichselgarten 19                                                        | Erlangen             | www.gws-bayern.de                | 09131-4000 200       | 09131-4000 201       |
| D 91207           | Sunworx GmbH                                        | Am Winkelsteig 1 A                                                          | Lauf                 |                                  | 09123-96262-0        | 09123-96262-29       |
| D 91315           | Deutsche Photovoltaik Vertriebs GmbH                | Am Vogelseck 1                                                              | Höchstädt            | www.deutsche-photovoltaik.de     | 09193-5089580        | 09193-50895 88       |
| D 91325           | Sunset Energietechnik GmbH                          | Industriestraße 8-22                                                        | Adelsdorf            | www.sunset-solar.com             | 09195 - 94 94-0      | 09195 - 94 94-290    |
| D 91330           | PROZEDA GmbH                                        | In der Büg 5                                                                | Eggolsheim           | www.prozeda.de                   | 0191-61660           | 09191-6166-22        |
| D 91589           | Stang Heizung + Bad GmbH & Co. KG                   | Windshofen 36                                                               | Aurach               | www.stang-heizungstechnik.de     | 09804-92121          | 09804-92122          |
| D 92224           | GRAMMER Solar GmbH                                  | Oskar-von-Miller-Str. 8                                                     | Amberg               | www.grammer-solar.de             | 09621-308570         | 09621-30857-10       |
| D 92342           | J.v.G. Thoma GmbH                                   | Möningerberg 1a                                                             | Freystadt            | www.jvg-thoma.de                 | 0 91 79-9 46 06 80   | 0 91 79 - 9 05 22    |
| D 92421           | RW energy GmbH                                      | Bayernwerk 35                                                               | Schwandorf           | www.rw-energy.com                | 09431/5285-190       | 09431/5285-199       |
| D 92421           | GSE-GreenSunEnergy                                  | Brunnleite 4                                                                | Schwandorf           |                                  | 09431/3489           | 09431/20970          |
| D 93049           | Sonnenkraft Deutschland GmbH                        | Clermont-Ferrand-Allee 34                                                   | Regensburg           |                                  | 0941-46463-0         | 0941-46463-33        |
| D 93087           | Koebernik Energietechnik GmbH                       | Ganghoferstr. 5                                                             | Altglofshheim        | www.koebernik.de                 | 09453-9999317        |                      |
| D 93455           | Elektro Technik Tiedemann                           | Hauptstraße 1 OT Sattelpfeilstein                                           | Traitsching          | www.elektro-technik-tiedemann.de | 0 9974 903673        | 0 9974 903676        |
| D 94032           | ebiz gmbh - bildungs- und servicezentrum für europa | Dr.-Geiger-Weg 4                                                            | Passau               | www.ebiz-gmbh.de                 | 0851/851706-0        | 0851/851706-29       |
| D 94244           | Soleg GmbH                                          | Technologiecampus 6                                                         | Teisnach             | www.soleg.de                     | 09923/80106-0        | 09923/80106-99       |
| D 94342           | Krinner Schraubfundamente GmbH                      | Passauer Str. 55                                                            | Straßkirchen         |                                  |                      |                      |
| D 95447           | Energent AG                                         | Moritzhöfen 7                                                               | Bayreuth             | www.energenter.de                | 0921-507084-50       |                      |
| D 95666           | SCHOTT Solar AG                                     | Postfach 1226                                                               | Mitterteich          | www.schottsolar.com              | 06023-91-1712        | 06023/91-1700        |
| D 96231           | IBC Solar AG                                        | Am Hochgericht 10                                                           | Bad Staffelstein     | www.ibc-solar.com                | 0 95 73 - 9224 - 0   | 0 95 73 - 9224 - 111 |
| D 97074           | ZAE Bayern                                          | Am Hubland                                                                  | Würzburg             | www.zae-bayern.de                | 0931/ 7 05 64-52     | 0931/ 7 05 64- 60    |
| D 97440           | NE-Solartechnik GmbH & Co. KG                       | Rudolf-Diesel-Straße 17                                                     | Werneck              |                                  | 0 97 22 - 94 46 10   |                      |
| D 97456           | energypoint GmbH                                    | Heckenweg 9                                                                 | Dittelbrunn          | www.energypoint.de               | 09725 / 709118       | 09725 / 709117       |
| D 97502           | Innotech-Solar GmbH                                 | Oberwerner Weg 34                                                           | Euerbach             | www.innotech-solar.de            | 09726-90550-0        | 09726-90550-19       |
| D 97753           | Schneider GmbH                                      | Pointstr. 2                                                                 | Karlstadt            |                                  | 09360-990630         |                      |
| D 97833           | ALTECH GmbH                                         | Am Mutterberg 4-6                                                           | Frammersbach         | www.altech.de                    | 09355/998-34         | 09355/998-36         |
| D 97922           | SolarArt GmbH & Co. KG                              | Würzburger Straße 99                                                        | Lauda-Königshofen    | www.solarart.de                  | 09343-62769-15       | 09343-62769-20       |
| D 97941           | ibu GmbH                                            | Untere Torstr. 21                                                           | Tauberbischofsheim   |                                  | 09341890981          |                      |
| D 97980           | ROTO Sunproof GmbH & Co. KG                         | Wilhelm-Frank-Str. 38-40                                                    | Bad Mergentheim      |                                  |                      |                      |
| D 98704           | IngenieurBüro Dr. Bergmann                          | In den Folgen 23 a                                                          | Langwiesen           |                                  | 03677-4669890        | 03677-463435         |
| D 99099           | Bosch Solar Energy AG                               | Wilhelm-Wolff-Str. 23                                                       | Erfurt               | www.bosch-solarenergy.de         | 0361 21 95 0         | 0361 2195 1133       |
| D 99880           | maxx-solar & energie GmbH & Co. KG                  | Eisenacher Landstraße 26                                                    | Waltershausen        | www.sonnenkonto24.de             | 036 22 40 10 30      | 036 22 40 10 32 22   |
| A 4451            | SOLARFOCUS GmbH                                     | Werkstr. 1                                                                  | St. Ulrich bei Steyr | www.solarfocus.at                | 0043-7252-50002-0    | 0043-7252-50002-10   |
| A 6934            | Enelution e.U.                                      | Eientobel 169                                                               | Sulzberg             | www.enelution.com                | 0043-720703917       |                      |
| CH 5034           | Eco-Haus Beat Ackermann EnergieXpert                | Metzgergasse 8B                                                             | Suhr                 | www.eco-haus.ch                  | 0041 - 62 842 70 91  |                      |
| CH 8048           | Sika Services AG                                    | Tüffenwies 16                                                               | Zürich               | www.sika.com                     | +41-58-4365404       | +41-58-4365407       |
| China 214161      | Ecosol PV Tech.CO., Ltd                             | 15* zijing road, Hudai Industry Park                                        | Wuxi Jiangsu         | www.ecosol-solar.com             | +86-510-85585039-817 | +86-510-85585097     |
| China 310053      | Versololar Hangzhou Co., Ltd.                       | 901, Creative Community, Binjiang District                                  | Hangzhou             | www.versololar.com               | +8657128197005       | +8657128197103       |
| FR 83136          | ECRE France                                         | 58, Rue des Fayssannes                                                      | Rocbaron             | www.ecreag.com                   | +33494724415         |                      |
| L 1817            | Agence de l'Energie S.A.                            | 60A, rue d'Ivoix                                                            | Luxembourg           |                                  | 0035 - 2406564       |                      |
| L 5450            | Wattwerk Energiekonzepte S.A.                       | 7,Lauthegaass                                                               | Luxembourg           | www.wattwerk.eu                  | +352 (0)266 61274    | +352 (0) 266 61250   |
| Libyen            | TH company                                          | Dat El Imad P.O.Box 91575                                                   | Tripoli              |                                  |                      |                      |
| PL 53332          | Eurokontakt Projekt Serwis                          | Powstancow Sl 5                                                             | Wroclaw              | www : euromarketnet.com          | 0048 - 784 792 784   |                      |
| Süd-Korea 410-837 | Jung Air Technics Co Ltd                            | Rm 831, Hyundai Etrebeau Bldg, 852 Janghang-dong, Ilsandong-Ku, Goyang-City | Kyungki-Do           |                                  | +82-31-903-3072      | +82-31-903-3071      |
| Türkei 45200      | ayata ltd sti                                       | tahir ün cad no 70                                                          | Akhisar              | ay-ata.com.tr                    | 02364124619          | 02364122571          |

## Mitglied werden ...

### Die DGS ist ...

Eine technisch-wissenschaftliche Organisation für Erneuerbare Energien und Energieeffizienz. Mittler zwischen Wissenschaft, Ingenieuren, Handwerk, Industrie, Behörden und Parlamenten. Nationale Sektion der International Solar Energy Society (ISES) und Mitglied des Deutschen Verbandes technisch-wissenschaftlicher Vereine (DVT).

### Die DGS fordert ...

Die nachhaltige Veränderung der Energiewirtschaft durch die Nutzung Erneuerbarer Energien. Technische Innovationen bei Energieerzeugung und -effizienz durch einen breiten Wissenstransfer. Solide Gesetze und technische Regelwerke für die direkte und indirekte Nutzung der Sonnenenergie.

## ... und Prämie sichern

### Die DGS-Prämie

Als Neumitglied oder Werber eines Neumitglieds der DGS belohnen wir Sie zu Beginn mit einem Einstiegsgeschenk – wählen Sie aus den zwei Prämien:

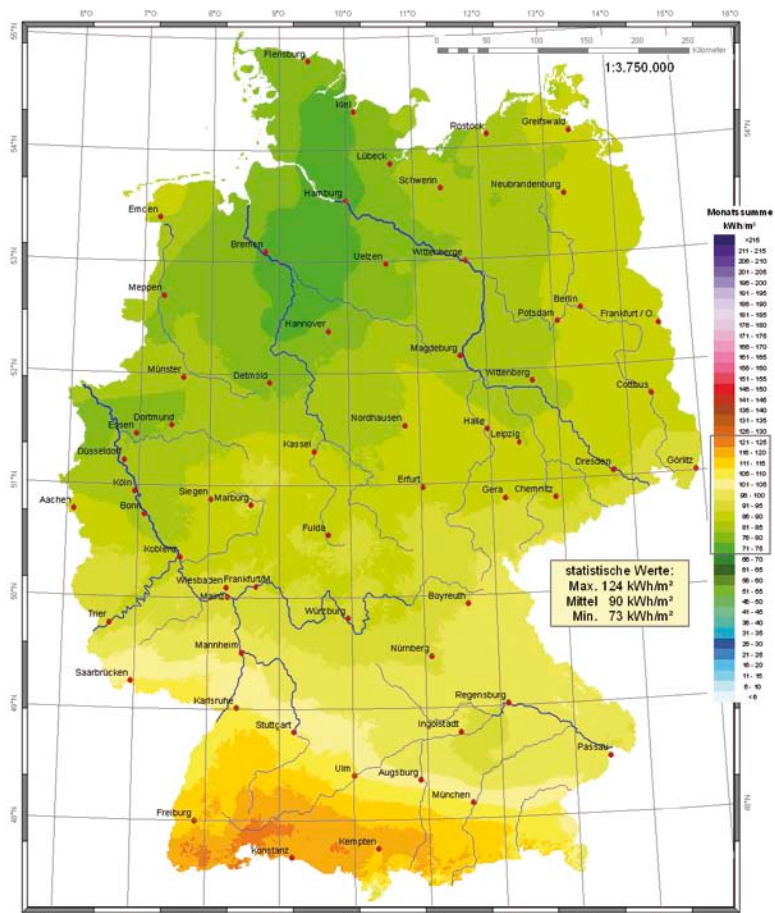
#### 1. Prämienmöglichkeit: Wählen Sie ein Buch aus unserem Buchshop

- ermäßigte Mitglieder bis zu einem Preis von 25,- €
- ordentliche Mitglieder bis zu einem Preis von 40,- €
- Firmenmitglieder ohne Beschränkung

### Die Vorteile der DGS Mitgliedschaft

- Mitgliedschaft in dem größten Solarverband Deutschlands
- Vergünstigte Teilnahme an vielen DGS-Tagungen, Kongressen und Seminaren sowie bei zahlreichen Veranstaltungen mit DGS-Medienpartnerschaften (z.B. OTTI)
- Zugang zu bundesweiten Netzwerken und Experten der Solarbranche und somit auch Mitsprache bei der Energiewende
- Vergünstigter Bezug der Leitfäden Solarthermische Anlagen, Photovoltaische Anlagen und Bioenergieanlagen und allen DGS Publikationen
- Ermäßigte Teilnahme an Schulungen der bundesweiten SolarSchulen der DGS
- Inklusive Bezug der Fachzeitschrift SONNENENERGIE





Wissenschaftliche Bearbeitung:  
DWD, Abt. Klima- und Umweltberatung, Pf 36 11 90, 20304 Hamburg  
Tel.: 040 / 66 90-19 22; eMail: klima.hamburg@dwd.de

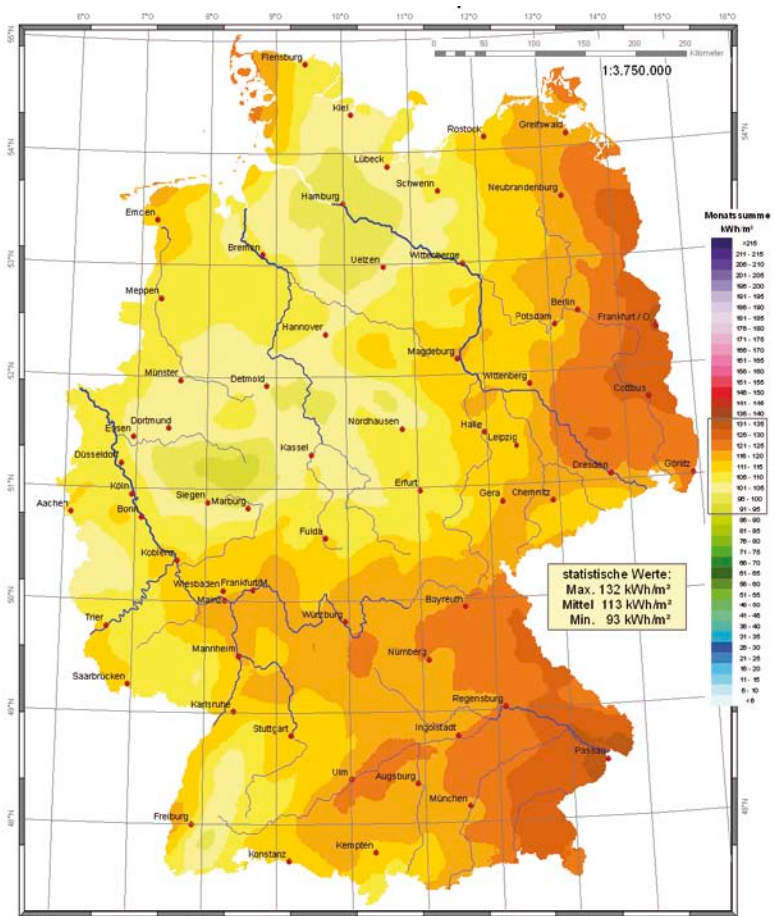
Deutscher Wetterdienst  
Wetter und Klima aus einer Hand



## Globalstrahlung – März 2012

Monatssummen in kWh/m²

| Ort            | kWh/m² | Ort               | kWh/m² |
|----------------|--------|-------------------|--------|
| Aachen         | 87     | Lübeck            | 80     |
| Augsburg       | 101    | Magdeburg         | 83     |
| Berlin         | 87     | Mainz             | 93     |
| Bonn           | 83     | Mannheim          | 99     |
| Braunschweig   | 82     | München           | 106    |
| Bremen         | 74     | Münster           | 83     |
| Chemnitz       | 89     | Nürnberg          | 95     |
| Cottbus        | 89     | Oldenburg         | 78     |
| Dortmund       | 81     | Osnabrück         | 82     |
| Dresden        | 89     | Regensburg        | 96     |
| Düsseldorf     | 81     | Rostock           | 82     |
| Eisenach       | 86     | Saarbrücken       | 107    |
| Erfurt         | 89     | Siegen            | 87     |
| Essen          | 80     | Stralsund         | 87     |
| Flensburg      | 76     | Stuttgart         | 104    |
| Frankfurt a.M. | 91     | Trier             | 92     |
| Freiburg       | 114    | Ulm               | 106    |
| Giessen        | 89     | Wilhelmshaven     | 80     |
| Göttingen      | 85     | Würzburg          | 91     |
| Hamburg        | 73     | Lüdenscheid       | 84     |
| Hannover       | 78     | Bocholt           | 82     |
| Heidelberg     | 100    | List auf Sylt     | 79     |
| Hof            | 93     | Schleswig         | 75     |
| Kaiserslautern | 100    | Lipp Springs, Bad | 84     |
| Karlsruhe      | 107    | Braunlage         | 83     |
| Kassel         | 89     | Coburg            | 90     |
| Kiel           | 76     | Weissenburg       | 98     |
| Koblenz        | 86     | Weihenstephan     | 95     |
| Köln           | 83     | Harzgerode        | 87     |
| Konstanz       | 118    | Weimar            | 88     |
| Leipzig        | 86     | Bochum            | 80     |



Wissenschaftliche Bearbeitung:  
DWD, Abt. Klima- und Umweltberatung, Pf 36 11 90, 20304 Hamburg  
Tel.: 040 / 66 90-19 22; eMail: klima.hamburg@dwd.de

Deutscher Wetterdienst  
Wetter und Klima aus einer Hand



## Globalstrahlung – April 2012

Monatssummen in kWh/m²

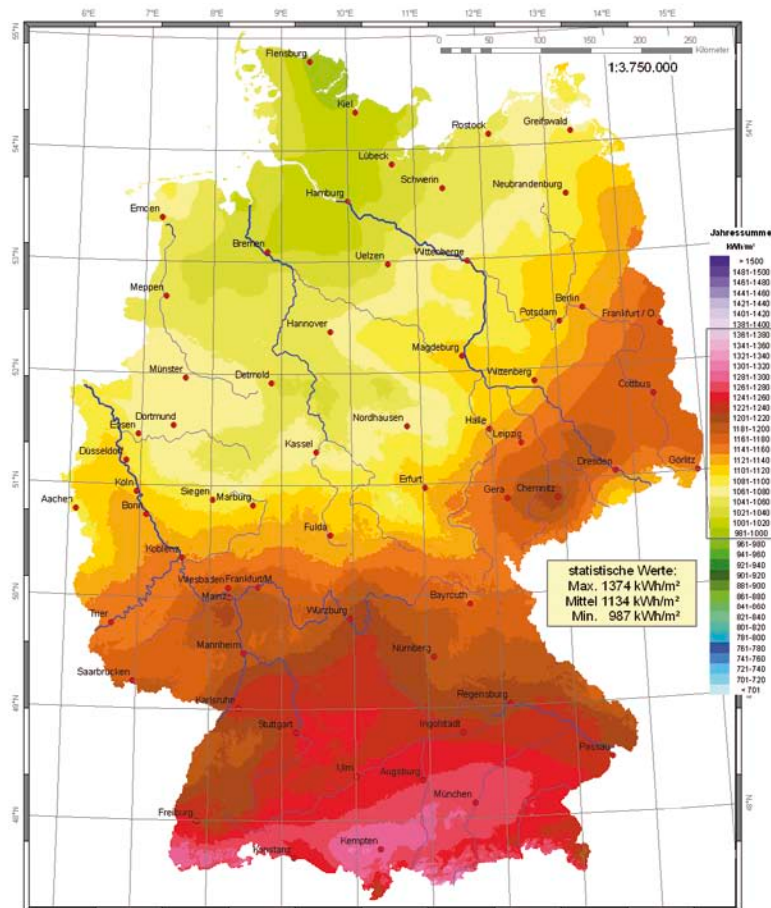
| Ort            | kWh/m² | Ort               | kWh/m² |
|----------------|--------|-------------------|--------|
| Aachen         | 111    | Lübeck            | 104    |
| Augsburg       | 119    | Magdeburg         | 115    |
| Berlin         | 118    | Mainz             | 116    |
| Bonn           | 109    | Mannheim          | 116    |
| Braunschweig   | 112    | München           | 120    |
| Bremen         | 106    | Münster           | 105    |
| Chemnitz       | 115    | Nürnberg          | 121    |
| Cottbus        | 126    | Oldenburg         | 106    |
| Dortmund       | 103    | Osnabrück         | 102    |
| Dresden        | 121    | Regensburg        | 121    |
| Düsseldorf     | 107    | Rostock           | 112    |
| Eisenach       | 104    | Saarbrücken       | 109    |
| Erfurt         | 110    | Siegen            | 101    |
| Essen          | 104    | Stralsund         | 117    |
| Flensburg      | 109    | Stuttgart         | 113    |
| Frankfurt a.M. | 116    | Trier             | 111    |
| Freiburg       | 112    | Ulm               | 120    |
| Giessen        | 110    | Wilhelmshaven     | 107    |
| Göttingen      | 103    | Würzburg          | 119    |
| Hamburg        | 98     | Lüdenscheid       | 98     |
| Hannover       | 106    | Bocholt           | 110    |
| Heidelberg     | 115    | List auf Sylt     | 123    |
| Hof            | 119    | Schleswig         | 106    |
| Kaiserslautern | 108    | Lipp Springs, Bad | 102    |
| Karlsruhe      | 115    | Braunlage         | 99     |
| Kassel         | 104    | Coburg            | 116    |
| Kiel           | 105    | Weissenburg       | 119    |
| Koblenz        | 112    | Weihenstephan     | 124    |
| Köln           | 109    | Harzgerode        | 105    |
| Konstanz       | 114    | Weimar            | 109    |
| Leipzig        | 115    | Bochum            | 102    |

## Globalstrahlung – 2011

### Jahressummen in kWh/m<sup>2</sup>

| Ort            | kWh/m <sup>2</sup> | Δ*) | Ort              | kWh/m <sup>2</sup> | Δ*) |
|----------------|--------------------|-----|------------------|--------------------|-----|
| Aachen         | 1098               | +6  | Lübeck           | 1027               | +3  |
| Augsburg       | 1259               | +8  | Magdeburg        | 1107               | +7  |
| Berlin         | 1125               | +9  | Mainz            | 1188               | +9  |
| Bonn           | 1122               | +9  | Mannheim         | 1182               | +9  |
| Braunschweig   | 1094               | +6  | München          | 1274               | +9  |
| Bremen         | 1022               | +4  | Münster          | 1073               | +6  |
| Chemnitz       | 1209               | +14 | Nürnberg         | 1196               | +10 |
| Cottbus        | 1175               | +11 | Oldenburg        | 1033               | +4  |
| Dortmund       | 1071               | +8  | Osnabrück        | 1056               | +6  |
| Dresden        | 1173               | +11 | Regensburg       | 1206               | +7  |
| Düsseldorf     | 1103               | +8  | Rostock          | 1058               | +2  |
| Eisenach       | 1089               | +8  | Saarbrücken      | 1186               | +8  |
| Erfurt         | 1115               | +8  | Siegen           | 1085               | +9  |
| Essen          | 1077               | +8  | Stralsund        | 1076               | +3  |
| Flensburg      | 996                | +1  | Stuttgart        | 1236               | +9  |
| Frankfurt a.M. | 1175               | +9  | Trier            | 1149               | +6  |
| Freiburg       | 1237               | +8  | Ulm              | 1239               | +8  |
| Giessen        | 1126               | +8  | Wilhelmshaven    | 1037               | +4  |
| Göttingen      | 1056               | +6  | Würzburg         | 1200               | +8  |
| Hamburg        | 1008               | +4  | Lüdenscheid      | 1068               | +9  |
| Hannover       | 1062               | +6  | Bocholt          | 1091               | +6  |
| Heidelberg     | 1198               | +9  | List auf Sylt    | 1034               | ±0  |
| Hof            | 1157               | +12 | Schleswig        | 996                | +1  |
| Kaiserslautern | 1174               | +8  | Lippspringe, Bad | 1052               | +7  |
| Karlsruhe      | 1229               | +9  | Braunlage        | 1044               | +8  |
| Kassel         | 1064               | +6  | Coburg           | 1155               | +9  |
| Kiel           | 1006               | +2  | Weissenburg      | 1216               | +10 |
| Koblenz        | 1138               | +8  | Weihenstephan    | 1268               | +8  |
| Köln           | 1116               | +8  | Harzgerode       | 1063               | +5  |
| Konstanz       | 1251               | +9  | Weimar           | 1121               | +9  |
| Leipzig        | 1151               | +9  | Bochum           | 1076               | +9  |

\*) Abweichung vom langjährigen Mittel 1981–2010 in %



Wissenschaftliche Bearbeitung:  
DWD, Abt. Klima- und Umweltberatung, Pf 30 11 90, 20304 Hamburg  
Tel.: 040 / 66 90-19 22; eMail: klima.hamburg@dwd.de

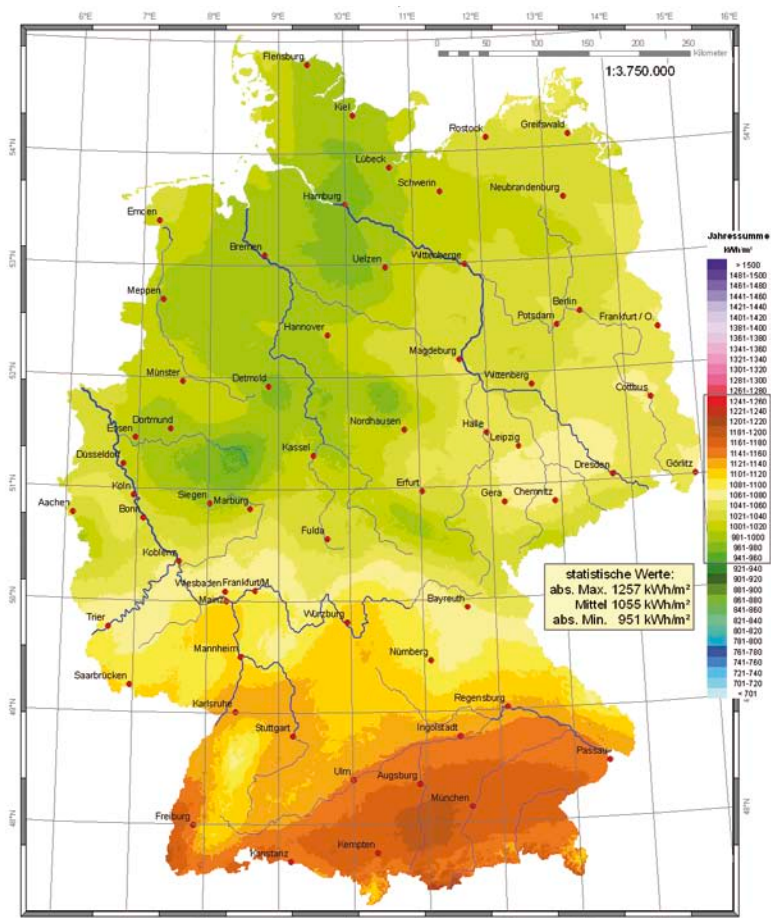
Deutscher Wetterdienst  
Wetter und Klima aus einer Hand



## Globalstrahlung – 1981–2010

### Mittlere Jahressummen in kWh/m<sup>2</sup>

| Ort            | kWh/m <sup>2</sup> | Ort              | kWh/m <sup>2</sup> |
|----------------|--------------------|------------------|--------------------|
| Aachen         | 1035               | Lübeck           | 997                |
| Augsburg       | 1164               | Magdeburg        | 1038               |
| Berlin         | 1033               | Mainz            | 1092               |
| Bonn           | 1034               | Mannheim         | 1089               |
| Braunschweig   | 1028               | München          | 1174               |
| Bremen         | 981                | Münster          | 1012               |
| Chemnitz       | 1062               | Nürnberg         | 1089               |
| Cottbus        | 1060               | Oldenburg        | 992                |
| Dortmund       | 992                | Osnabrück        | 995                |
| Dresden        | 1061               | Regensburg       | 1125               |
| Düsseldorf     | 1024               | Rostock          | 1038               |
| Eisenach       | 1011               | Saarbrücken      | 1101               |
| Erfurt         | 1037               | Siegen           | 991                |
| Essen          | 997                | Stralsund        | 1040               |
| Flensburg      | 988                | Stuttgart        | 1134               |
| Frankfurt a.M. | 1078               | Trier            | 1079               |
| Freiburg       | 1149               | Ulm              | 1142               |
| Giessen        | 1047               | Wilhelmshaven    | 998                |
| Göttingen      | 998                | Würzburg         | 1111               |
| Hamburg        | 970                | Lüdenscheid      | 980                |
| Hannover       | 1001               | Bocholt          | 1031               |
| Heidelberg     | 1098               | List auf Sylt    | 1035               |
| Hof            | 1031               | Schleswig        | 987                |
| Kaiserslautern | 1091               | Lippspringe, Bad | 979                |
| Karlsruhe      | 1128               | Braunlage        | 971                |
| Kassel         | 1002               | Coburg           | 1057               |
| Kiel           | 990                | Weissenburg      | 1110               |
| Koblenz        | 1050               | Weihenstephan    | 1170               |
| Köln           | 1032               | Harzgerode       | 1012               |
| Konstanz       | 1149               | Weimar           | 1031               |
| Leipzig        | 1059               | Bochum           | 991                |



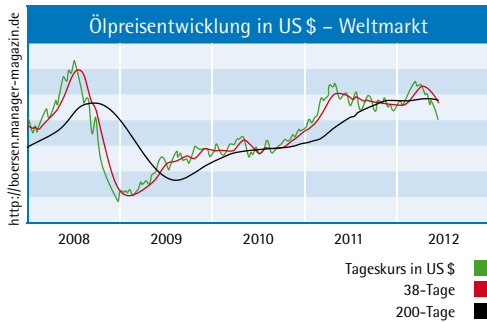
Wissenschaftliche Bearbeitung:  
DWD, Abt. Klima- und Umweltberatung, Pf 30 11 90, 20304 Hamburg  
Tel.: 040 / 66 90-19 22; eMail: klima.hamburg@dwd.de

Deutscher Wetterdienst  
Wetter und Klima aus einer Hand

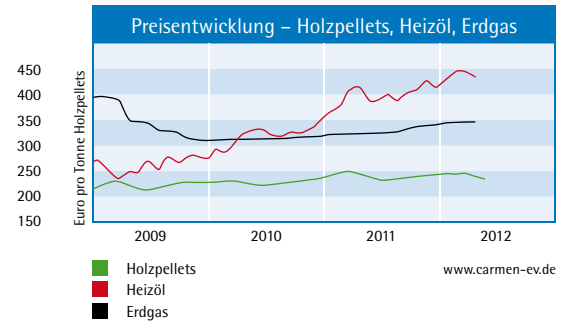


# Rohstoffpreise

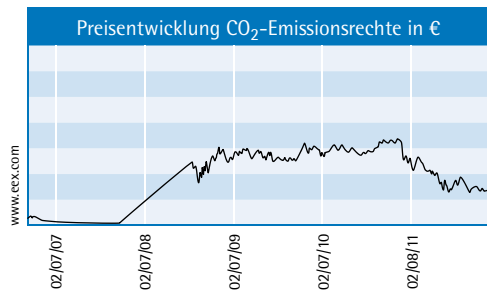
Stand: 12.06.2012



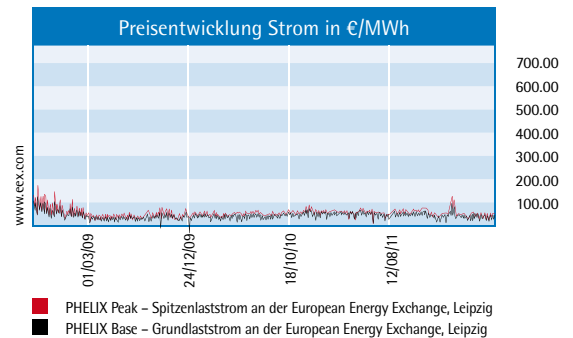
140  
120  
100  
80  
60  
40  
20



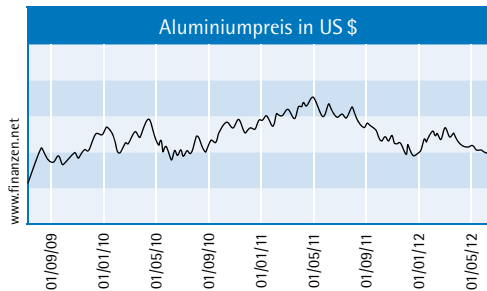
9  
8  
7  
6  
5  
4  
3



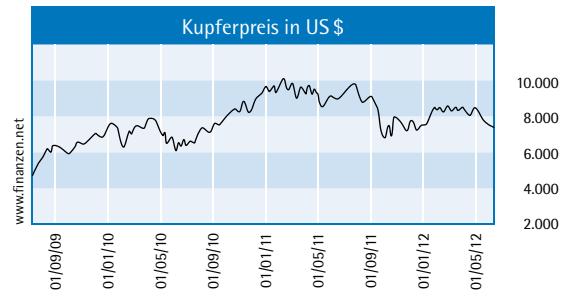
30.00  
25.00  
20.00  
15.00  
10.00  
5.00



700.00  
600.00  
500.00  
400.00  
300.00  
200.00  
100.00



3.000  
2.500  
2.000  
1.500  
1.000



10.000  
8.000  
6.000  
4.000  
2.000

## Entwicklung von Energiepreisen und Preisindizes in Deutschland

Energiedaten des Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

|                                       | Einheit    | 1995   | 1996   | 1997   | 1998   | 1999   | 2000   | 2001   | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   |
|---------------------------------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>Rohöl <sup>1)</sup></b>            | \$/b       | 16,86  | 20,29  | 18,86  | 12,28  | 17,44  | 27,60  | 23,12  | 24,36  | 28,10  | 36,05  | 50,64  | 61,08  | 69,10  | 94,10  | 60,86  | 77,38  |
| <b>Einfuhrpreise:</b>                 |            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| – Rohöl                               | Euro/t     | 94,94  | 119,00 | 127,60 | 86,88  | 122,70 | 227,22 | 201,60 | 191,36 | 190,13 | 221,74 | 314,47 | 379,01 | 389,24 | 484,14 | 324,22 | 446,00 |
| – Erdgas                              | €/TJ       | 1.881  | 1.863  | 2.215  | 1.959  | 1.671  | 2.967  | 3.875  | 3.238  | 3.401  | 3.288  | 4.479  | 5.926  | 5.550  | 7.450  | 5.794  | 5.725  |
| – Steinkohlen                         | Euro/t SKE | 38,86  | 38,21  | 42,45  | 37,37  | 34,36  | 42,09  | 53,18  | 44,57  | 39,87  | 55,36  | 65,02  | 61,76  | 68,24  | 112,48 | 78,81  | 85,33  |
| <b>Verbraucherpreise:</b>             |            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| <b>Haushalte (einschl. MWSt):</b>     |            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| – Heizöl leicht                       | Euro/100l  | 21,94  | 25,92  | 26,57  | 22,10  | 26,52  | 40,82  | 38,45  | 35,14  | 36,46  | 40,60  | 53,59  | 59,30  | 58,63  | 77,13  | 53,47  | 65,52  |
| – Erdgas <sup>2)</sup>                | Cent/kWh   | 3,48   | 3,35   | 3,49   | 3,52   | 3,38   | 3,94   | 4,84   | 4,53   | 4,76   | 4,82   | 5,34   | 6,33   | 6,51   | 7,10   | 6,98   | 6,36   |
| – Strom <sup>3)</sup>                 | Cent/kWh   | 16,36  | 15,21  | 15,27  | 15,48  | 15,97  | 14,92  | 15,44  | 16,08  | 16,86  | 17,51  | 18,23  | 18,91  | 20,15  | 21,43  | 22,72  | 23,42  |
| <b>Industrie (ohne MWSt)</b>          |            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| – Heizöl schwer <sup>4)</sup>         | Euro/t     | 106,75 | 117,62 | 118,82 | 100,05 | 117,88 | 188,92 | 168,57 | 184,42 | 187,34 | 175,03 | 242,64 | 296,13 | 288,64 | 394,46 | 305,65 | 395,50 |
| – Erdgas <sup>5)</sup>                | Cent/kWh   | 1,27   | 1,29   | 1,39   | 1,33   | 1,27   | 1,69   | 2,14   | 1,95   | 2,16   | 2,12   | 2,46   | 2,91   | 2,77   | 3,36   |        |        |
| – Strom                               | Cent/kWh   | 6,74   | 6,62   | 6,37   | 6,05   | 5,34   | 4,40   | 4,89   | 5,15   | 5,79   | 6,19   | 6,76   | 7,51   | 7,95   | 8,82   |        |        |
| <b>Verkehr (einschl. MWSt)</b>        |            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| – Normalbenzin                        | Euro/l     | 0,77   | 0,80   | 0,83   | 0,79   | 0,84   | 0,99   | 1,00   | 1,03   | 1,08   | 1,12   | 1,20   | 1,27   | 1,33   | 1,40   | 1,28   |        |
| – Dieselmotortreibstoff <sup>6)</sup> | Euro/l     | 0,58   | 0,62   | 0,64   | 0,59   | 0,64   | 0,80   | 0,82   | 0,84   | 0,89   | 0,94   | 1,07   | 1,12   | 1,17   | 1,34   | 1,09   | 1,23   |
| <b>Preisindizes</b>                   |            |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| – Bruttoinlandsprodukt (nom.)         | 2005=100   | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 111,4  |
| – Lebenshaltung                       | 2005=100   | 87,1   | 88,3   | 90,0   | 90,9   | 91,4   | 92,7   | 94,5   | 95,9   | 96,9   | 98,5   | 100,0  | 101,6  | 103,9  | 106,6  | 107,0  | 108,2  |
| – Einfuhr                             | 2000=100   | 90,1   | 90,5   | 93,7   | 90,8   | 90,3   | 99,5   | 100,1  | 97,9   | 95,7   | 96,7   | 100,0  | 104,4  | 105,1  | 109,9  | 100,5  | 108,3  |

<sup>1)</sup> OPEC Korb

<sup>2)</sup> bei einer Abgabemenge von 1.600 kWh pro Monat inkl. aller Steuern und Abgaben

<sup>3)</sup> Tarifabnehmer (bei einer Abgabemenge von 325 kWh pro Monat), inkl. Ausgleichsabgabe, Stromsteuer und Mehrwertsteuer

<sup>4)</sup> Durchschnittspreis bei Abnahme von 2.001 t und mehr im Monat, ab 1993 bei Abnahme von 15 t und mehr im Monat und Schwefelgehalt von maximal 1%.

<sup>5)</sup> Durchschnittserlöse

<sup>6)</sup> Markenware mit Selbstbedienung

Quellen: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Statistisches Bundesamt, Eurostat, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Mineralölwirtschaftsverband, Stand: 09.03.2011

## Förderprogramme

| Programm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Inhalt                                                                                                                                                                                                                                              | Information                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| <b>PHOTOVOLTAIK</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                     |                            |
| Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Je nach Anlagenart (Freiflächenanlage, Aufdachanlage, Gebäudeintegration oder Lärmschutzwand): Einspeisevergütung in unterschiedlicher Höhe, Vergütung über 20 Jahre                                                                                | www.energiefoerderung.info |
| Solarstrom erzeugen – Investitionskredite für Photovoltaikanlagen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Errichtung, Erweiterung und Erwerb einer Photovoltaikanlage und Erwerb eines Anteils an einer Photovoltaikanlage im Rahmen einer GbR, Finanzierungsanteil bis zu 100 % der förderfähigen Kosten, max. 50.000,- Euro, Kreditlaufzeit bis zu 20 Jahre | www.energiefoerderung.info |
| <b>WINDKRAFT</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                     |                            |
| Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Einspeisevergütung je nach Typ der Anlage. Für Anlagen, die aufgrund eines im Voraus zu erstellenden Gutachtens an dem geplanten Standort nicht mind. 60 % des Referenzertrages erzielen können, besteht kein Vergütungsanspruch mehr.              | www.energiefoerderung.info |
| <b>BIOENERGIE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                     |                            |
| Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Einspeisevergütung je nach Größe, Typ der Anlage und Art der Biomasse, Vergütungszeitraum 20 Jahre. Welche Stoffe als Biomasse anerkannt werden, regelt die Biomasseverordnung.                                                                     | www.energiefoerderung.info |
| <b>GEOthermie</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                     |                            |
| Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Einspeisevergütung für Strom aus Geothermie, je nach Anlagengröße, über einen Zeitraum von 20 Jahren                                                                                                                                                | www.energiefoerderung.info |
| <b>ENERGIESPAREN UND ENERGIEEFFIZIENZ</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                     |                            |
| <b>KfW Energieeffizienzprogramm (242,243,244)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                     |                            |
| <b>Investitionskredite für Energieeinsparmaßnahmen in Unternehmen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                     |                            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>energieeffizienten Sanierungsmaßnahmen (wie z. B. Dämmung, Heizungserneuerung, Fensteraustausch, Lüftungseinbau, Anlagentechnik, Beleuchtung, Motoren, Klimatisierung)</li> <li>TOP-Konditionen: Zinssatz ab 1,00% effektiv pro Jahr</li> <li>bis zu 25 Mio. Euro Kreditbetrag</li> <li>besonders günstiger Zinssatz für kleine Unternehmen (KU)</li> <li>3 Jahre tilgungsfreie Anlaufzeit</li> </ul>                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                     |                            |
| <b>KfW Effizienz Sanieren – Effizienzhaus / Einzelmassnahmen (151,152)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                     |                            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>für alle energetischen Sanierungsmaßnahmen (wie z.B. Dämmung, Heizungserneuerung, Fensteraustausch, Lüftungseinbau)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                     |                            |
| <b>Effizienzhaus:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                     |                            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>TOP-Konditionen: Zinssatz ab 1,00% effektiv pro Jahr (zu 75.000 Euro pro Wohneinheit)</li> <li>Tilgungszuschuss: bis zu 12,5% der Darlehenssumme, je nach erreichtem KfW-Effizienzhaus-Standard</li> <li>bis zu 30 Jahren Kreditlaufzeit</li> <li>endfälliges Darlehen mit bis zu 8 Jahren Laufzeit</li> <li>kostenfreie, außerplanmäßige Tilgung möglich</li> </ul>                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                     |                            |
| <b>Einzelmassnahmen:</b> wie Effizienzhaus                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                     |                            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Unterschied: Kredit- (ab 1% eff. 50.000 Euro pro WE) oder Zuschussvariante (5% Zuschuss)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                     |                            |
| <b>KfW Effizient Bauen (153)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                     |                            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>TOP-Konditionen: Zinssatz ab 2,07% effektiv pro Jahr (50.000 Euro pro Wohneinheit)</li> <li>Tilgungszuschuss: bis zu 10% der Darlehenssumme, je nach erreichtem KfW-Effizienzhaus-Standard</li> <li>mehr Spielraum in tilgungsfreien Anlaufjahren: Zinsen werden nur auf den abgerufenen Kreditbetrag berechnet, Doppelbelastung aus Mietzahlung und Kredittilgung entfällt</li> <li>10 Jahre Zinsbindung</li> <li>kostenfreie, außerplanmäßige Tilgung möglich</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                     |                            |

### Haben Sie Fragen zu aktuellen Förderprogrammen?

Die Experten der DGS erklären Ihnen gerne, welche Förderprogramme Sie nutzen können und wie Sie diese optimal kombinieren (z.B. Effizienzboni des BAFA in Verbindung mit KfW Zuschüssen).

**Kontakt:** Koordinator DGS Infokampagne Altbauersanierung  
Dipl. Ing. Gunnar Böttger MSc  
Gustav-Hofmann-Str. 23, 76229 Karlsruhe  
Tel.: 0721-3355950, Fax: 0721-3841882  
mail: boettger@dgs.de

## Marktanreizprogramm (gültig seit 01.01.2012)

| SOLAR                                                                                                                                    |                                                                                                   |                                                                        |                         |                   |                      |                     |                          |                                        |                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------|----------------------|---------------------|--------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|
| MASSNAHME                                                                                                                                | FÖRDERUNG                                                                                         |                                                                        |                         |                   |                      |                     |                          | Innovationsförderung im Gebäudebestand | Innovationsförderung im Neubau |
|                                                                                                                                          | BASISFÖRDERUNG im Gebäudebestand                                                                  | BASISFÖRDERUNG im Neubau                                               | Kesselauschubonus       | Kombinationsbonus | Effizienzbonus       | Solarpumpenbonus    |                          |                                        |                                |
| Errichtung einer Solaranlage zur ...                                                                                                     | ... Warmwasserbereitung bis 40 m² Kollektorfläche                                                 | -                                                                      | -                       | -                 | -                    | -                   | -                        | 120 €/m² Kollektorfläche               | -                              |
|                                                                                                                                          | ... kombinierten Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung bis 40 m² Kollektorfläche          | 90 €/m² Kollektorfläche                                                | -                       | 500 €             | 500 €                | 0,5x Basisförderung | 50 €                     | 180 €/m² Kollektorfläche               | -                              |
|                                                                                                                                          | ... kombinierten Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung mit mehr als 40 m² Kollektorfläche | 90 €/m² Kollektorfläche bis 40 m² + 45 €/m² Kollektorfläche über 40 m² | -                       |                   |                      |                     |                          | -                                      | -                              |
|                                                                                                                                          | ... zur Bereitstellung von Prozesswärme bis 40 m² Kollektorfläche                                 | 90 €/m² Kollektorfläche                                                | 90 €/m² Kollektorfläche |                   |                      |                     |                          | -                                      | -                              |
|                                                                                                                                          | ... solaren Kälteerzeugung bis 40 m² Kollektorfläche                                              | 90 €/m² Kollektorfläche                                                | -                       | -                 | -                    | -                   | 180 €/m² Kollektorfläche | -                                      |                                |
| Erweiterung einer bestehenden Solaranlage                                                                                                | 45 €/m² zusätzlicher Kollektorfläche                                                              | -                                                                      | -                       | -                 | -                    | -                   | -                        | -                                      |                                |
| BIOMASSE                                                                                                                                 |                                                                                                   |                                                                        |                         |                   |                      |                     |                          |                                        |                                |
| MASSNAHME                                                                                                                                | FÖRDERUNG                                                                                         |                                                                        |                         |                   | Innovationsförderung |                     |                          |                                        |                                |
|                                                                                                                                          | BASISFÖRDERUNG im Gebäudebestand                                                                  | Kombinationsbonus                                                      | Effizienzbonus          |                   |                      |                     |                          |                                        |                                |
| Pelletofen mit Wassertasche 5 kW bis max. 100 kW                                                                                         | 36 €/kW, mind. 1.000 €                                                                            | 500 €                                                                  | 0,5 x Basisförderung    | 500 € je Maßnahme |                      |                     |                          |                                        |                                |
| Pelletkessel 5 kW bis max. 100 kW                                                                                                        | 36 €/kW, mind. 2.000 €                                                                            |                                                                        |                         |                   |                      |                     |                          |                                        |                                |
| Pelletkessel mit neu errichtetem Pufferspeicher von mind. 30 l/kW 5 kW bis max. 100 kW                                                   | 36 €/kW, mind. 2.500 €                                                                            |                                                                        |                         |                   |                      |                     |                          |                                        |                                |
| Holzhackschnittelanlage mit einem Pufferspeicher von mind. 30 l/kW 5 kW bis max. 100 kW                                                  | pauschal 1.000 € je Anlage                                                                        |                                                                        |                         |                   |                      |                     |                          |                                        |                                |
| Scheitholzvergaserkessel mit einem Pufferspeicher von mind. 55 l/kW 5 kW bis max. 100 kW                                                 | pauschal 1.000 € je Anlage                                                                        |                                                                        |                         |                   |                      |                     |                          |                                        |                                |
| WÄRMEPUMPE                                                                                                                               |                                                                                                   |                                                                        |                         |                   |                      |                     |                          |                                        |                                |
| MASSNAHME                                                                                                                                | FÖRDERUNG                                                                                         |                                                                        |                         |                   | Kombinationsbonus    |                     |                          |                                        |                                |
|                                                                                                                                          | BASISFÖRDERUNG im Gebäudebestand                                                                  |                                                                        |                         |                   |                      |                     |                          |                                        |                                |
| Wasser/Wasser- oder Sole/Wasser-Wärmepumpe<br>gasbetrieben: JAZ ≥ 1,3<br>elektr. betrieben: JAZ ≥ 3,8<br>in Nichtwohngebäuden: JAZ ≥ 4,0 | Nennwärmeleistung ≤ 10 kW                                                                         | pauschal 2400 €                                                        |                         |                   | 500 €                |                     |                          |                                        |                                |
|                                                                                                                                          | Nennwärmeleistung > 10 kW ≤ 20 kW                                                                 | 2400 € + 120 € je kW (ab 10 kW)                                        |                         |                   |                      |                     |                          |                                        |                                |
| Gasbetriebene Luft/Wasser-Wärmepumpe<br>gasbetrieben: JAZ ≥ 1,3                                                                          | Nennwärmeleistung > 20 kW ≤ 100 kW                                                                | 2400 € + 100 € je kW (ab 10 kW), mind. 1200 €                          |                         |                   |                      |                     |                          |                                        |                                |
| Elektrisch betriebene Luft/Wasser-Wärmepumpe<br>elektrisch betrieben: JAZ ≥ 3,5                                                          | Nennwärmeleistung ≤ 20 kW                                                                         | pauschal 900 €                                                         |                         |                   |                      |                     |                          |                                        |                                |
|                                                                                                                                          | Nennwärmeleistung > 20 kW                                                                         | pauschal 1200 €                                                        |                         |                   |                      |                     |                          |                                        |                                |

Aktuelle Informationen: [http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare\\_energien](http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien)

|                                                                                                   | Straße/<br>PLZ Ort                                                                                                                        | Tel.-Nr./<br>Fax.-Nr.          | e-mail/<br>Internet                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| DGS-Geschäftsstelle<br>Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.<br>Präsidium (Bundesvorstand) | Wrangelstraße 100<br>10997 Berlin<br>Jörg Sutter, Matthias Hüttmann, Antje Klauß-Vorreiter, Bernd-Rainer Kasper, Bernhard Weyres-Borchert | 030/29381260<br>030/29381261   | info@dgs.de<br>www.dgs.de                                                     |
| <b>Landesverbände</b>                                                                             |                                                                                                                                           |                                |                                                                               |
| LV Berlin-Brandenburg e.V.<br>Sektion Berlin-Brandenburg Rainer Wüst                              | Wrangelstraße 100<br>10997 Berlin                                                                                                         | 030/29381260                   | rew@dgs-berlin.de<br>www.dgs-berlin.de                                        |
| LV Berlin-Brandenburg e.V.<br>Geschäftsstelle und SolarSchule Berlin® Dr. Uwe Hartmann            | Wrangelstraße 100<br>10997 Berlin                                                                                                         | 030/29381260<br>030/29381261   | dgs@dgs-berlin.de<br>www.dgs-berlin.de                                        |
| LV Franken e.V.<br>Michael Vogtmann                                                               | Landgrabenstraße 94<br>90443 Nürnberg                                                                                                     | 0911/37651630                  | vogtmann@dgs-franken.de<br>www.dgs-franken.de                                 |
| LV Hamburg/Schleswig-Holstein e.V.<br>Geschäftsstelle Hamburg im Solarzentrum Hamburg             | Zum Handwerkszentrum 1<br>21079 Hamburg                                                                                                   | 040/35905820<br>040/35905825   | bwb@solarzentrum-hamburg.de<br>www.solarzentrum-hamburg.de                    |
| LV Mitteldeutschland e.V.<br>Steffen Eigenwillig c/o Büro für regenerative Energien               | Breiter Weg 2<br>06231 Bad Dürrenberg                                                                                                     | 03462/80009<br>03462/80009     | dipl.-ing.steffen.eigenwillig@t-online.de                                     |
| LV Mitteldeutschland e.V.<br>Geschäftsstelle im mitz                                              | Fritz-Haber-Straße 9<br>06217 Merseburg                                                                                                   | 03461/2599326<br>03461/2599361 | sachsen-anhalt@dgs.de                                                         |
| LV Oberbayern<br>Cigdem Sanalmis                                                                  | Hildachstr. 7B<br>81245 München                                                                                                           | 0162-4735898                   | sansolar@mnet-online.de                                                       |
| LV Rheinlandpfalz e.V.<br>Prof. Dr. Hermann Heinrich                                              | Im Braumenstück 31<br>67659 Kaiserslautern                                                                                                | 0631/2053993<br>0631/2054131   | hheinrich@rhrk.unikl.de                                                       |
| LV Saarland e.V.<br>Theo Graff                                                                    | Im Winterfeld 24<br>66130 Saarbrücken                                                                                                     | 0163/2882675                   | tgraff@tgbbsulzbach.de                                                        |
| LV Thüringen e.V.<br>Antje Klauß-Vorreiter c/o Architekturbüro                                    | Cranachstraße 5<br>99423 Weimar                                                                                                           | 03643/211026<br>03643/519170   | thueringen@dgs.de<br>www.dgs-thueringen.de                                    |
| <b>Sektionen</b>                                                                                  |                                                                                                                                           |                                |                                                                               |
| Arnsberg<br>Joachim Westerhoff                                                                    | Auf der Haar 38<br>59821 Arnsberg                                                                                                         | 02935/966348<br>02935/966349   | westerhoff@dgs.de<br>Mobil: 0163/9036681                                      |
| Augsburg/Schwaben<br>Heinz Pluszynski                                                             | Triebweg 8b<br>86830 Schwabmünchen                                                                                                        | 08232/957500<br>08232/957700   | heinz.pluszynski@t-online.de                                                  |
| Braunschweig<br>Matthias Schenke                                                                  | Lohenstr. 7<br>38173 Sickinge                                                                                                             | 05333/947 644                  | matthias-schenke@t-online.de<br>Mobil: 0170/34 44 070                         |
| Bremen<br>Torsten Sigmund                                                                         | Innerweg 46<br>66459 Kinkel/Saar                                                                                                          | 0172/4011442<br>0421/371877    | tsigmund@gmx.net                                                              |
| Cottbus<br>Dr. Christian Fünfgeld                                                                 | Saspower Waldrand 8<br>03044 Cottbus                                                                                                      | 0355/30849                     | energie@5gld.de<br>Mobil: 0175/4017554                                        |
| Frankfurt/Südhausen<br>Prof. Dr. habil. Joachim Lämmel                                            | Kurze Steig 6<br>61440 Oberursel                                                                                                          | 06171/3912                     | laemmel@fhe.fh-frankfurt.de                                                   |
| Freiburg/Südbaden<br>Dr. Peter Nitz                                                               | Schauinslandstraße 2d<br>79194 Gundelfingen                                                                                               | 0761/45885410<br>0761/45889000 | nitz@ise.fhg.de                                                               |
| Göttingen<br>Jürgen Deppe c/o PRAGER-SCHULE gGmbH                                                 | Weender Landstraße 3-5<br>37073 Göttingen                                                                                                 | 0551/4965211<br>0551/4965291   | jdeppe@prager-schule.de<br>Mobil: 0151/14001430                               |
| Hamburg<br>Prof. Dr. Wolfgang Moré c/o Solargalerie Wohltorf                                      | Börmsener Weg 96<br>21521 Wohltorf                                                                                                        | 04104/3230<br>04104/3250       | w.more@alice.de<br>www.etch.haw-hamburg.de/~more                              |
| Hanau/Osthessen<br>Norbert Iffland                                                                | Theodor-Heuss-Straße 8<br>63579 Freigericht                                                                                               | 06055/2671                     | norbert.iffland@t-online.de                                                   |
| Karlsruhe/Nordbaden<br>Gunnar Böttger                                                             | Gustav-Hofmann-Straße 23<br>76229 Karlsruhe                                                                                               | 0721/465407<br>0721/3841882    | boettger@sesolutions.de                                                       |
| Kassel/AG Solartechnik<br>Harald Wersich c/o Umwelthaus Kassel                                    | Wilhelmstraße 2<br>34109 Kassel                                                                                                           | 0561/4503577<br>0561/8046602   | wersich@uni-kassel.de                                                         |
| Mittelfranken<br>Matthias Hüttmann c/o DGS, Landesverband Franken e.V.                            | Landgrabenstraße 94<br>90443 Nürnberg                                                                                                     | 0911/37651630                  | huettmann@dgs-franken.de                                                      |
| München<br>Hartmut Will c/o DGS                                                                   | Emmy-Noether-Str. 2<br>80992 München                                                                                                      | 089/524071<br>089/521668       | will@dgs.de                                                                   |
| Münster<br>Dr. Peter Deininger c/o Nütec e.V.                                                     | Nordplatz 2<br>48149 Münster                                                                                                              | 0251/136027                    | deininger@nuec.de                                                             |
| Niederbayern<br>Walter Danner                                                                     | Haberskirchner Straße 16<br>94436 Simbach/Ruhstorf                                                                                        | 09954/90240<br>09954/90241     | w.danner@t-online.de                                                          |
| Nord-Württemberg<br>Eberhard Ederer                                                               | Rübengasse 9/2<br>71546 Aspach                                                                                                            | 07191/23683                    | eberhard.ederer@t-online.de                                                   |
| Rheinhausen/Pfalz<br>Rudolf Franzmann                                                             | Im Küchengarten 11<br>67722 Winnweiler                                                                                                    | 06302/983281<br>06302/983282   | r.franzmann@don-net.de<br>www.dgs.don-net.de                                  |
| Rheinland<br>Andrea Witzki                                                                        | Am Ecker 81<br>42929 Wermelskirchen                                                                                                       | 02196/1553<br>02196/1398       | witzki@dgs.de<br>Mobil: 0177/6680507                                          |
| Sachsen<br>Wolfram Löser c/o Löser-Solar-System                                                   | An der Hebemärchte 2<br>04316 Leipzig                                                                                                     | 0341/6513384<br>0341/6514919   | drsol@t-online.de                                                             |
| Sachsen-Anhalt<br>Jürgen Umlauf                                                                   | Poststraße 4<br>06217 Merseburg                                                                                                           | 03461/213466<br>03461/352765   | isumer@web.de                                                                 |
| Süd-Württemberg<br>Alexander F.W. Speiser                                                         | Esch 14<br>88456 Winterstettenstadt                                                                                                       | 07355/790760                   | a.f.wspeiser@t-online.de<br>Mobil: 0170/7308728                               |
| Thüringen<br>Antje Klauß-Vorreiter                                                                | Cranachstraße 5<br>99423 Weimar                                                                                                           | 03643 /211026<br>03643 /519170 | thueringen@dgs.de<br>www.dgs-thueringen.de                                    |
| <b>Fachausschüsse</b>                                                                             |                                                                                                                                           |                                |                                                                               |
| Aus- und Weiterbildung<br>Frank Späte c/o REHAU AG                                                | Ytterbium 4<br>91058 Erlangen                                                                                                             | 09131/925786<br>09131/925720   | spaete@rehau.com                                                              |
| Biomasse<br>Dr. Jan Kai Dobelmann                                                                 | Marie-Curie-Straße 6<br>76139 Karlsruhe                                                                                                   | 0178/7740000<br>0721/3841882   | dobelmann@dgs.de                                                              |
| Energieberatung<br>Heinz Pluszynski                                                               | Triebweg 8b<br>86830 Schwabmünchen                                                                                                        | 08232/957500<br>08232/957700   | heinz.pluszynski@t-online.de                                                  |
| Hochschule<br>Prof. Dr. Klaus Vajen c/o Uni GH Kassel - FB Maschinenbau                           | 34109 Kassel                                                                                                                              | 0561/8043891<br>0561/8043893   | vajen@uni-kassel.de                                                           |
| Photovoltaik<br>Ralf Haselhuhn                                                                    | Wrangelstraße 100<br>10997 Berlin                                                                                                         | 030/29381260<br>030/29381261   | rh@dgs-berlin.de                                                              |
| Simulation<br>Dr. Jürgen Schumacher c/o Hochschule für Technik Stuttgart                          | Schellingstraße 24<br>70174 Stuttgart                                                                                                     | 0711/89262840<br>0711/89262698 | juergen.schumacher@hft-stuttgart.de                                           |
| Solare Mobilität<br>Tomi Engel c/o ObjectFarm Solarkonzepte                                       | Gut Dutzenthal Haus 5<br>91438 Bad Windsheim                                                                                              | 09165/995257                   | tomi@objectfarm.org                                                           |
| Solares Bauen<br>Hinrich Reyelts                                                                  | Sträherweg 117<br>76227 Karlsruhe                                                                                                         | 0721/9415868<br>0721/9415869   | buero@reyelts.de                                                              |
| Solarthermie<br>Bernd-Rainer Kasper, Bernhard Weyres-Borchert c/o Solarzentrum HH                 | Zum Handwerkszentrum 1<br>21079 Hamburg                                                                                                   | 040/35905820<br>040/35905825   | bwb@solarzentrum-hamburg.de, brk@dgs-berlin.de<br>www.solarzentrum-hamburg.de |
| Wärmepumpe<br>Dr. Falk Auer Projektkoordinator „Feldtest Elektro-Wärmepumpen“                     | Friedhofstraße 32/3<br>77933 Lahr                                                                                                         | 07821/991601                   | nes-auer@t-online.de                                                          |
| Pressearbeit<br>Matthias Hüttmann c/o DGS, Landesverband Franken e.V.                             | Landgrabenstraße 94<br>90443 Nürnberg                                                                                                     | 0911/37651630                  | presse@dgs.de                                                                 |

## Kursdaten der DGS-Solarschulen für 2. Halbjahr 2012

| Bundesland          | Solarschule / Kontakt                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Veranstaltung                                                            | Termin                               | Preis                   |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| Berlin              | DGS Solarschule Berlin,<br>DGS LV Berlin Brandenburg e.V.<br>Wrangelstr.100; 10997 Berlin<br>Ansprechpartnerin: Liliane van Dyck<br>Tel: 030/293812-60, Fax: 030/293812-61<br>E-Mail: solarschule@dgs-berlin.de<br>Internet: www.dgs-berlin.de                                                                                | ► DGS Fachkraft Photovoltaik                                             | 10.-14.09.2012                       | 1065 € + Leitfaden PV * |
|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ► DGS Solar(fach)berater Solarthermie                                    | 17.-19.09.2012                       | 545 € + Leitfaden ST ** |
|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ► Große ST-Anlagen                                                       | 20.09.2012                           | 215 €                   |
|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ► DGS Solar(fach)berater Photovoltaik                                    | 05.-08.11.2012                       | 545 € + Leitfaden PV *  |
|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ► PV Thermografie                                                        | 09.11.2012                           | 310 €                   |
|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ► PV steuerlich betrachtet                                               | 16.11.2012                           | 215 €                   |
| Niedersachsen       | DGS-Solarschule Springe<br>Energie- und Umweltzentrum am Deister<br>31832 Springe-Eldagsen<br>Ansprechpartner: Sabine Schneider<br>Tel: 05044/975-20, Fax: 05044/975-66<br>E-Mail: bildung@e-u-z.de<br>Internet: www.e-u-z.de                                                                                                 | ► DGS Solar(fach)berater Photovoltaik                                    | 17.-20.10.2012                       | 545 € + Leitfaden PV *  |
| Schleswig Holstein  | DGS-Solarschule Glücksburg<br>artefact, Zentrum für nachhaltige Entwicklung<br>Ansprechpartner: Werner Kiwitt<br>Tel: 04631/61160, Fax: 04631/611628<br>E-Mail: info@artefact.de<br>Internet: www.artefact.de                                                                                                                 | ► DGS Solar(fach)berater Photovoltaik                                    | 04.-07.11.2012                       | 545 € + Leitfaden PV *  |
|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ► DGS Solar(fach)berater Solarthermie                                    | 18.-21.11.2012                       | 545 € + Leitfaden ST ** |
| Nordrhein-Westfalen | DGS-Solarschule Unna/Werne<br>Freiherr von Stein Berufskolleg<br>Becklohnhof 18; 59368 Werne<br>Ansprechpartner: Dieter Fröndt<br>Tel: 02389/9896-20, Fax: 02389/9896-229<br>E-Mail: froendt@bk-werne.de<br>Internet: www.bk-werne.de                                                                                         | ► DGS Solar(fach)berater Solarthermie                                    | 14.+15.09.2012 und<br>20.+21.09.2012 | 545 € + Leitfaden ST ** |
|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ► DGS Solar(fach)berater Photovoltaik                                    | 28.+29.09.2012 und<br>05.+06.10.2012 | 545 € + Leitfaden PV *  |
| Hessen              | DGS-Solarschule Kassel<br>Oskar von Miller Schule<br>Weserstr. 7; 34125 Kassel<br>Ansprechpartner: Horst Hoppe<br>Tel: 0561/97896-30, Fax: 0561/97896-31<br>E-Mail: hoppe_mail@t-online.de<br>Internet: www.region.bildung.hessen.de                                                                                          | ► DGS Solar(fach)berater Photovoltaik                                    | Ende Oktober/ Anfang November        | 545 € + Leitfaden PV *  |
| Baden-Württemberg   | DGS-Solarschule Karlsruhe,<br>Verein der Förderer der Heinrich-Herz-Schule e.V.<br>Berufsfachschule für die Elektroberufe<br>Südendstr. 51; 76135 Karlsruhe<br>Ansprechpartner: Reimar Toeppell<br>Tel.: 0721/133-4848 (Sek), Fax: 0721/133-4829<br>E-Mail: karlsruhe@dgs-solarschule.de<br>Internet: www.hhs.ka.bw.schule.de | keine Termine verfügbar                                                  |                                      |                         |
| Baden-Württemberg   | DGS-Schule Freiburg/Breisgau<br>Richard-Fehrenbach-Gewerbeschule<br>Friedrichstr. 51; 79098 Freiburg<br>Ansprechpartner: Detlef Sonnabend<br>Tel.: 0761/201-7964<br>E-Mail: detlef.sonnabend@rfgs.de<br>Internet: www.rfgs.de                                                                                                 | ► DGS Solar(fach)berater Solarthermie                                    | 29.-10.-01.11.2012                   | 545 € + Leitfaden ST ** |
| Bayern              | DGS-Solarschule Nürnberg / Franken<br>Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie,<br>Landesverband Franken e.V.<br>Landgrabenstr. 94, 90443 Nürnberg<br>Ansprechpartner: Stefan Seufert<br>Tel. 0911/376516-30<br>Fax. 0911/376516-31<br>E-Mail: info@dgs-franken.de<br>Internet: www.dgs-franken.de                             | ► DGS Solar(fach)berater Solarthermie                                    | 04.-07.09.2012                       | 545 € + Leitfaden ST ** |
|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ► DGS Solar(fach)berater Photovoltaik                                    | 06.-09.11.2012                       | 545 € + Leitfaden PV *  |
| Thüringen           | DGS-Solarschule Thüringen<br>Cranachstr. 5; D-99423 Weimar<br>Ansprechpartnerin: Antje Klauß-Vorreiter<br>Tel.: 03643/211026<br>Fax: 03643/519170<br>E-Mail: thueringen@dgs.de<br>Internet: www.dgs-thueringen.de                                                                                                             | ► Solar(fach)berater Photovoltaik                                        | 19.-22.09.2012                       | 545 € + Leitfaden PV *  |
|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ► DGS Fachplaner Photovoltaik                                            | 10.-13.10.2012                       | 850 € + Leitfaden PV *  |
|                     | In allen Solarschulen                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ► Prüfungen zum<br>Solar(fach)berater PV + ST &<br>DGS Fachkraft PV + ST | 01.12.2012 (Sa)                      | Prüfungsgebühr je 59 €  |

\* Leitfaden PV 5. überarbeitete Auflage ca. 93 €

\*\* Leitfaden ST 9. überarbeitete Auflage 79 €

Weitere Informationen finden Sie auf der Homepage der jeweiligen Bildungseinrichtung

## HEIZEN MIT HOLZHACKSCHNITZELN IM MEHRFAMILIENHAUS

Beitrag zum Klimaschutz und zur „Energiewende Lohfelden“



Bild 1: Rückbrandsichere Zuführung der Hackschnitzel zum Kessel

Wo sonst Fahrzeuge vor den Witterungseinflüssen geschützt werden sollen, trifft man im Steinweg in Lohfelden, OT Vollmarshausen auf ein Carport, gefüllt mit kleinen „Energiespendern“ für die kalte Jahreszeit. Das Holzhackschnittzellager von Axel Schäfer fasst ca. 20 m<sup>3</sup> – genug um im Winter sein 2 ½ Familienhaus ca. einen Monat umweltfreundlich und CO<sub>2</sub>-neutral zu beheizen. Der Brennstoff <sup>1)</sup> muss also nicht, wie bei den üblichen fossilen Öl-Heizungen, über die Weltmeere herangeschafft werden, sondern wächst als „Sonnenenergieprodukt“ direkt vor der Haustür. Als Lieferant fungiert also kein Ölscheich sondern ein „Energiewirt“, in nur 15 km Entfernung, der aus Restholz und Schwachholz mit geringem Energieeinsatz Holzhackschnittzel produziert.

### Vorteile/Nachteile

Die betriebswirtschaftlichen Vorteile liegen auf der Hand.

Während die mit Öl betriebene Heizung

bis 2009 für die Gesamtwohnfläche von 220 m<sup>2</sup> ca. 4.500 l Heizöl pro Jahr verbrauchte, kommt die neue Heizung mit ca. 120 m<sup>3</sup> Hackschnitzeln aus. Der ökologische Vorteil der Ressourcenschonung und der Klimaneutralität wird noch durch

eingesparte Betriebskosten von ca. 1.800 €/a verstärkt. Dieser Preisvorteil wird sich in der Zukunft noch verstärken, da wir Peak Oil <sup>2)</sup> erreicht haben und der Weltenergiebedarf noch weiterhin exponentiell ansteigt.

Die Anlage arbeitet voll automatisch und damit ähnlich komfortabel wie eine Pelletheizung. Als Nachteile sind die relativ hohen Investitionskosten von ca. 25.000 € <sup>3)</sup> ohne Eigenleistung und der große Speicherbedarf für den Brennstoff zu nennen. Das Brennstofflager kann jedoch preiswert unter einem Vordach, Anbau oder wie im beschriebenen Fall im Carport untergebracht werden – eine Gefährdung der Umwelt durch Leckage oder Hochwasser scheidet aus.

### Preisentwicklung

In Bild 2 sind die Preiskurven für Biomasse mit den geringsten Ausschlägen und Verwerfungen zu sehen. Krisen und Kriege um Öl und Erdgas haben nur einen gedämpften Einfluss auf die Preise der Biomasse. Während Deutschland 2011 für Energieimporte 87 Mrd € bezahlte, bleibt bei der Nutzung heimischer und regenerativer Energien die Wertschöpfung im Land – reduziert die Abhängigkeit und schafft somit neue Arbeitsplätze.

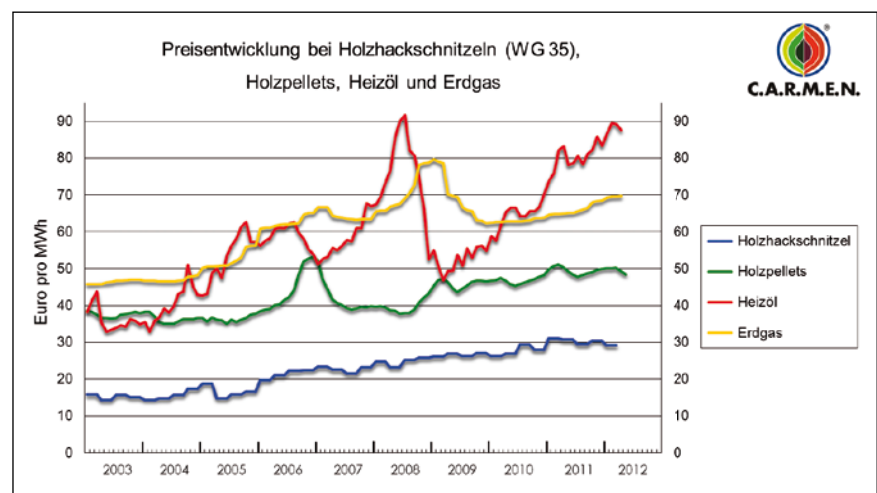


Bild 2: Preisentwicklung Holzhackschnittzel

# Energiewende vor Ort



**Bild 3:** Heizkessel mit Hackschnitzelzuführung (unten rechts) vom Hackschnitzelspeicher kommend. Im Hintergrund zwei 500 l Pufferspeicher. Die Rauchgase werden durch das diagonal und isoliert verlegte Rohr dem Schornstein zugeführt.

## Daten und Technik

2 ½ Fam. Haus, Baujahr 1969, energetisch nicht saniert; Wohnfläche ca. 220 m<sup>2</sup> mit einem Energiebedarf von ca. 205 kWh/m<sup>2</sup> Jahr; Pelletkessel 7 bis

30 kW mit Lambdaeuerung; Pufferspeicher 1000 l; Hackschnitzelzuführung durch Rührwerk und Schnecke.

## Perspektive

Durch eine energetische Sanierung des Hauses könnte der spez. Energiebedarf halbiert bzw. gedrittelt werden. Die relativ neue Heizung würde ausreichen, um das direkt daneben stehende Nachbarhaus mit umweltfreundlicher Heizwärme zu versorgen: Die Investitionskosten und die Abschreibung würden sich halbieren.

## Fußnoten

- 1) Hessen fördert als walddreihstes Bundesland den Biomasseneinsatz und will bis 2020 ca. 9,5 TWh/a (Terrawattstunden pro Jahr) energetisch nutzen, 2008 waren es knapp 8 TWh. Ebenso werden Biomasseheizungen von der Gemeinde Loh-

felden gefördert. Die derzeit gültigen Förderbedingungen können direkt bei der Gemeindeverwaltung erfragt werden. Ansprechpartner ist Herr Lange von der Bauverwaltung.

- 2) Das Globale Ölfördermaximum ist die maximale Förderrate der weltweiten Erdölproduktion (Wikipedia).
- 3) Vom Hersteller in Österreich wurden folgende Kesselpreise genannt:
  - 30 kW Stückholzkessel ca. 8.000 €;
  - 30 kW Pelletkessel ca. 12.000 €;
  - 30 kW Holzhackschnitzelkessel ca. 16.500 €

## ZUM AUTOR:

► Heino Kirchhof  
DGS/ASK Sektion Kassel

## • Produktinfo Technische Isolierung •

### ARMAFLEX DUOSOLAR 220



### Plug and Play für Röhrenkollektoren

**Armaflex DuoSolar 220** ist ein vorisoliertes Doppelleitungssystem mit einem Multifunktionsaufbau, das den hohen Betriebstemperaturen von Vakuumröhrenkollektoren standhält. Ihre Vorteile: maximale Effizienz, optimaler Schutz gegen Durchfeuchtung sowie eine besonders hohe Lebensdauer und Widerstandsfähigkeit gegen Sonneneinstrahlung – und das für Temperaturen bis max. 220°C.

### Technische Daten:

- flexibles Edelstahlwellrohr
- Hochtemperaturvlies, das den hohen Betriebstemperaturen von Vakuumröhrenkollektoren standhält
- HT/Armaflex, der bewährte, hochflexible EPDM-Kautschuk
- robuste Folienummantelung
- integrierte Fühlerleitung

Dank der patentierten „Join-Split“ Verbindung lassen sich Vor- und Rücklauf einfach trennen und wieder zusammenfügen. Mit den metallischdichtenden Schnellkupplungen werden die Flexrohre sekundenschnell an die Systemkomponenten angeschlossen.

### Armacell GmbH

Robert-Bosch-Straße 10 · D-48153 Münster  
Postfach 11 29 · D-48001 Münster

Telefon +49 (0) 251 / 76 03 0  
Fax +49 (0) 251 / 76 03 448  
E-Mail: info.de@armacell.com  
www.armacell.com



## • Produktinfo Systemregler •

### Der neue Systemregler DeltaSol® BX Plus von RESOL



Der neueste Zuwachs unserer DeltaSol®-Familie heißt **BX Plus**. Der Systemregler ist mit fünf Relaisausgängen und neun Sensoreingängen ausgestattet, verfügt über Anschlüsse für digitale Grundfos Direct Sensors™ sowie PWM-Ausgänge zur Drehzahlregelung energiesparender Hocheffizienzpumpen. Mit dem integrierten SD-Karteneinschub können Anlagendaten aufgezeichnet und Firmware-Updates aufgespielt werden.

### Technische Daten:

- Vorprogrammierte Wahlfunktionen
- Automatische Funktionskontrolle nach VDI 2169 mit Durchströmungs- und Drucküberwachung
- Für Temperatursensoren Pt1000, Pt500 oder KTY
- Extragroßes Grafik-Display
- Drainback-Option
- Zeitgesteuerte Thermostatifunktion
- Thermische Desinfektionsfunktion
- RESOL VBus®

Der **DeltaSol® BX Plus** bietet schon jetzt die automatische Funktionskontrolle gemäß der neuen VDI-Richtlinie 2169. Im Fehlerfall werden gezielt nur die betroffenen Anlagenbestandteile abgeschaltet, um weiterhin einen Solarertrag zu gewährleisten.

### RESOL – Elektronische Regelungen GmbH

Heiskampstraße 10  
45527 Hattingen

Telefon: 02324 / 9648-0  
Telefax: 02324 / 9648-755  
E-Mail: info@resol.de  
www.resol.de



## ERNEUERBARE ENERGIEN „MADE IN GERMANY“ MACHEN DEN UNTERSCHIED

Der saudi-arabische Energiemix der Zukunft



Bild 1: v.links: Dirk Volkmann (Eclareon GmbH, Moderation), Dr. Kahlid M. Al-Sulaiman, Vize-Vorstand für Erneuerbare Energien der King Abdullah City for Atomic and Renewable Energy (K.A.CARE), Andreas Hergenröther (AHK für Saudi-Arabien), Sven Portius (BMWi)

Saudi-Arabien sieht sich einem ständig steigendem Energiebedarf ausgesetzt. Jedes Jahr steigt der Strombedarf für Privathaushalte, Gewerbe und die in fast jedem Gebäude installierte Raumklimatisierung um 5–10%. Strom wird in Saudi-Arabien fast ausschließlich aus heimischem Öl, Erdgas und importiertem Diesel produziert. Die aktuell installierte Gesamtproduktion liegt bei ca. 30 GW und stößt zunehmend an Grenzen, wobei als Altersgründen davon bis 2020 fast die Hälfte ausgemustert und damit ersetzt werden muss. Zudem wurde vor einigen Jahren erkannt, dass jedes ins Ausland exportierte Barrel Rohöl wesentlich mehr volkswirtschaftlichen Gewinn bringt als es zuhause zum Zweck der Stromerzeugung zu verbrennen. Um dieser Entwicklung etwas entgegen zu setzen werden aktuell verschiedene Strategien entwickelt: So wurden beispielsweise im ersten Quartal dieses Jahres 9,5 Mrd. US\$ in den Energiesektor investiert. Innerhalb der nächs-

ten zehn Jahre werden insgesamt 18 Mrd. US\$ in die Erschließung Erneuerbarer Energien gesteckt. Bis 2030 plant die saudi-arabische Regierung 20 Prozent des Gesamtenergiebedarfs aus „alternativen“ Quellen (insbesondere Solar- und Windtechnologie, aber auch Atomkraft) zu decken. Dabei nimmt die Solartechnologie eine Schlüsselrolle in der Zukunftsplanung des Königreichs ein. Klassische kristalline und Dünnschicht-PV-Technik sowie CSP (Concentrated Solar Power) sollen gleichermaßen zum Einsatz kommen. Die Roadmap seitens des alleinherrschenden Königshauses bzw. seiner halbstaatlichen Organisationen ist festgezurr, die Mittel- und Langfristziele sind gesetzt und sie sind ambitioniert. 40 GW PV und CSP gilt es bis 2032 zu installieren.

### Konferenz in Riad

Vor diesem Hintergrund hat die Delegation der Deutschen Wirtschaft für Saudi-Arabien und Jemen am Sonntag,

den 13. Mai, eine Konferenz zum Thema „Saudi-Arabien und Deutschland – Gemeinsam zur Erneuerbaren Energie/Photovoltaik“ in Riad organisiert. Die AHK Saudi-Arabien hat eine solche Konferenz bereits zum dritten Mal vor Ort durchgeführt, was Ausdruck des anhaltenden Interesses deutscher Unternehmen aus dem Bereich der Erneuerbaren Energien am Aufbau von Geschäftsbeziehungen mit saudischen Partnern ist. Dr. Kahlid M. Al-Sulaiman, Vize-Vorstand für Erneuerbare Energien der King Abdullah City for Atomic and Renewable Energy (K.A.CARE) hat die Konferenz gemeinsam mit dem Delegierten der Deutschen Wirtschaft für Saudi-Arabien und Jemen, Andreas Hergenröther, und Sven Portius, Vertreter des Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, eröffnet.

Von saudi-arabischer Seite wurde die Konferenz von hochrangigen Vertretern aus Wirtschaft und Politik besucht. Unter anderem die Saudi Electric Company, STC und K.A.Care haben den Austausch mit der Delegation deutscher Unternehmer gesucht und sind bestrebt, Geschäftsbeziehungen aufzubauen und zu intensivieren.

„Deutschland genießt aufgrund seiner hochwertigen technischen Produkte sowie des praktischen Know-how weltweit einen hervorragenden Ruf in Bereich der Solarenergie – nach wie vor ist Technologie aus Deutschland führend auf dem Weltmarkt. Die Entwicklung des Photovoltaik-Marktes in Saudi-Arabien befindet sich zwar noch ganz am Anfang, eröffnet aber vielen Unternehmen vielversprechende Aussichten“, sagte Andreas Hergenröther auf der Konferenz. Dass auf der Liste der nach Riad mitreisenden deutschen Firmen nur ein einziger Modulhersteller, ansonsten die Auslandsabteilungen führender deutscher PV-Systemhäuser, Hersteller anderer wesentlicher Solarkomponenten, Projektierungs- und Beratungsfirmen standen, verwunderte angesichts der Ende März

im Bundestag beschlossenen drastischen neuen deutschen EEG-Regelungen nicht sehr.

## Potentiale und Besonderheiten

In diesem Jahr standen vor allem die Themen der verschiedenen Technologien und Nutzungsmöglichkeiten der Solarenergie sowie die Chancen für Saudi-Arabien im Fokus. Die Erneuerbaren Energien haben in Deutschland 370.000 neue Arbeitsplätze in diesem Sektor entstehen lassen. Im Jahr 2010 wurden Investitionen in Höhe von 26 Mrd. € in dem Bereich getätigt. Die Präsentation zu „Technologie und Wirtschaftlichkeit von PV-Systemen in Deutschland“ wurde vom Vorsitzenden des Landesverbandes Franken der DGS, Michael Vogtmann gehalten. Beginn und Ende des Vortrages nutzte Vogtmann, um die anwesenden saudischen Vertreter zur verstärkten Nutzung der Solartechnik zu motivieren. So machte er anfangs deutlich, dass jeder Quadratmeter im sonnenbegünstigten Wüstenstaat Saudi-Arabien mit 2.000 kWh solarer Strahlungsenergie umgerechnet 200 Liter Rohöl Jahr für Jahr – noch 4 Milliarden Jahre – kostenlos erhält. Am Ende veranschaulichte er die vergleichsweise winzige Fläche Saudi-Arabiens, die – bei einem durchschnittlichen Umwandlungswirkungsgrad Sonne/Strom von 10% – belegt werden müsste um den gesamten derzeitigen Strombedarfs des Königreiches rechnerisch zu decken. Gerade einmal 1000 km<sup>2</sup> (32 x 32 km). Und die solare Stromproduktion ginge in Saudi-Arabien ja meist zeitgleich mit der Tages-, ja sogar Jahreslastkurve einher, bedingt durch den sehr hohen Anteil an Klimatisierungsenergie. Tag für Tag: Je höher die Sonne, desto stärker der Kühlbedarf, desto höher die PV-Leistung. Und jedes Sommerhalbjahr: Je länger die

Tage, desto heißer der arabische Sommer, desto wesentlich höher der Kühlbedarf, desto mehr Solarstrom kann täglich produziert werden. Und nicht zuletzt, Sand zur Herstellung von Silizium gibt es wahrlich genug. Apropos Sand: Nikolai Dobrott (Geschäftsführer der Fa. Apricum GmbH) wies in seinem hervorragenden Vortrag auch auf die Notwendigkeit der langfristigen Qualitätssicherung von PV-Anlagen in Form von hinreichend ausgestatteten Wartungsverträgen hin. Einprägendes Beispiel hierfür: Eine 50 MW PV-Freiflächenanlage in Saudi-Arabien brächte ohne Reinigungsprotokollen alsbald nur noch gut 70 MWh Ertrag pro Jahr – Sandverschmutzung kann dort zu Leistungsverlusten von 20% führen –, bei turnusgemäßer Reinigung (z.B. monatlich und nach Sandstürmen) könnte der Ertrag jedoch auf gut 80 MWh jährlich garantiert werden. Die Zusatzkosten für die sanfte Trockenreinigung (siehe Bild 2) wären im Verhältnis zum anderweitigen Ertragrückgang bei den hiesigen Arbeitslöhnen fast zu vernachlässigen, zusätzliche Arbeitsplätze für Servicetechniker würden geschaffen.

Vor diesem Hintergrund wurden in weiteren Vorträgen von deutschen und einheimischen Firmenvertretern auch lokale Produktionsmöglichkeiten in Saudi-Arabien diskutiert, die das Potential bergen, neue und nachhaltige Arbeitsplätze im Königreich zu schaffen. Immerhin gibt es schon eine kleine aber hochmoderne Solarindustrie im Lande, auf die man kooperativ aufbauen könne.

## Fazit

Kleiner Wermutstropfen: Es fehlen „nur“ noch die klaren wirtschaftlich-rechtlichen Voraussetzungen, zu welchen Vergütungskonditionen Regene-



**Bild 2: Al-Masmak Museum in Riad:** Frühere Verteidigungsanlage von 1900 in Lehmbauweise

rativstrom in die hiesigen Stromnetze eingespeist werden soll. Ursprünglich war diese Planungssicherheit versprechende Grundlage schon für 2011 angekündigt worden, aber noch wird leider weiter hin- und herüberlegt, ob es zu „Einspeisevergütungen“ oder zu festen MW orientierten garantierten Kaufpreisen in Verbindung mit Ausschreibungen kommen soll. Dieser Unsicherheitsgrad bremste die anfängliche Euphorie der deutschen Delegationsteilnehmer ein klein wenig. Aber den Optimismus zum baldigen verstärktem Engagement in Saudi-Arabien konnte das kaum schmälern.

Die Konferenz war der Auftakt einer mehrtägigen Delegationsreise. Vom 12.-15. Mai wurden zahlreiche Gespräche zwischen deutschen und saudisch-arabischen Unternehmen geführt – auch auf individueller Ebene. Dabei wurden Kooperationschancen ausgelotet und das Fundament für nachhaltige, zukunftsorientierte Geschäftsbeziehungen gelegt.

Weitere Infos zur Konferenz sowie alle Vorträge der Referenten finden Sie unter:

■ [www.saudiarabien.ahk.de/ahk-news/ahk-update/renewable-energy-2012](http://www.saudiarabien.ahk.de/ahk-news/ahk-update/renewable-energy-2012)

## ZUM AUTOR:

► Michael Vogtmann

Vorsitzender des DGS Landesverband Franken

[vogtmann@dgs-franken.de](mailto:vogtmann@dgs-franken.de)



**Bild 3: Professionelle Trockenreinigung der Module vom Wüstenstaub**

## VERBANDSARBEIT IM SAUERLAND

Diesjährige DGS Delegiertenversammlung fand in Arnsberg statt



Bild 1: Talsperre am Möhnesee

Die Stadt Arnsberg liegt im Herzen des Sauerlandes, hat rund 75.000 Einwohner und Mitte Mai rund 30 Gäste, allesamt Delegierte der regionalen Sektionen und Fachausschüsse der DGS aus dem ganzen Bundesgebiet, die zu ihrer jährlichen Hauptversammlung anreisen.

Die Möhnetalsperre war das erste Ziel der Besucher: Städte wie Dortmund, Bochum und Essen werden mit Wasser aus der Ruhr versorgt. Diese Versorgung gelingt nur durch große Talsperren wie der am Möhnesee mit einer Speicherkapazität von 135 Mio. Kubikmetern. Fertig gestellt wurde die Talsperre bereits im Jahre 1912. Durch zwei große Wasserturbinen mit je 3.500 kW werden pro Jahr 12,6 Mio. kWh Wasserkraftstrom gewonnen.

### DV im Energy Info Center

Die Delegiertenversammlung der DGS fand im Energy Info Center statt. Im Ortszentrum vom Stadtteil Hüsten gelegen, wurde das Gebäude 1902 als Jugendstil-Hotelgebäude errichtet. In den vergangenen Jahren sanierten Altpräsident Dr. Jan-Kai Dobelmann und Joachim Westerhoff von der DGS-Sek-

tion Arnsberg das Gebäude aufwändig. Neben dem Sitz der DGS-Sektion ist das Energy-Info Center mit Tagungs-, Besprechungs- und Büroräumen auch Sitz des RAL Güteschutz Solarenergie sowie zahlreicher weiterer Firmen aus dem erneuerbaren Energiebereich.

Nach der Begrüßung und einigen formalen Punkten berichteten der Präsidiumsmitglieder an die Delegierten über die Tätigkeiten und Themen des vergangenen Jahres. Neben den Messebeteiligungen und den Arbeiten rund um die EEG-Novelle (Jörg Sutter) wurde über Schulungstätigkeiten (Antje Klauss-Vorreiter), Beratungsaktivitäten (Bernhard Weyres-Borchert), die Zeitschrift SONNENENERGIE (Matthias Hüttmann) und die Finanzen (Bernd-Rainer Kasper) informiert.

Produktive Diskussionen wurden über Fortsetzung und zukünftige Aktivitäten der DGS geführt.

### Highlight SWC 2011

Eine besondere Vorstellung erfolgte dann durch Prof. Klaus Vajen, der im vergangenen Jahr die Großveranstaltung

„Solar World Congress“ in Kassel organisierte. Er konnte über einen erfolgreichen Verlauf berichten, und führte den Delegierten einige Details der Veranstaltung plastisch vor Augen („ein Conference Dinner für 800 Teilnehmer schafft eine ganz neue Herausforderung“).

Am zweiten Sitzungstag wurde der Haushaltsplan 2012 mit kleinen Änderungen genehmigt, einige Satzungsänderungen wurden verabschiedet. So wurde die Satzung in einigen Punkten an die gelebte Praxis angepasst, die inzwischen mehr von elektronischer Kommunikation geprägt ist als im Jahre 1975. Telefonkonferenzen und Präsidiumsbeschlüsse per E-Mail waren damals schlicht noch nicht vorgesehen.

Anschließend war wieder viel Raum für den Erfahrungsaustausch und Berichte der Delegierten, die ihre lokalen und regionalen Aktivitäten vorstellten. In den Pausen und am Abend standen die persönlichen Gespräche und auch die „Fachsimele“ im Mittelpunkt. Eine gute Grundstimmung, schönes Wetter und eine gute Organisation und Verpflegung sorgten für einen positiven Verlauf der Delegiertenversammlung. Allen Beteiligten nochmals ein herzliches Dankeschön!

### ZUM AUTOR:

► Jörg Sutter

sutter@dgs.de



Bild 2: Energy Info Center in Arnsberg

## DGS-SEKTION MÜNSTER

### Ein Besuch im „Solarhaus Münster“



DGS-Gruppe bei der Führung mit dem Architekten Jörg Petzold (3.v.li.) vor dem Solarhaus Münster

**N**och vor der offiziellen Einweihung konnte eine Gruppe Interessierter das Solarhaus im Stadtteil Gievenbeck besuchen. Die Führung erfolgte durch den Architekten Jörg Petzold, hier antwortet er auf unsere Fragen.

**DGS:** Wie sind Sie darauf gekommen, das „größte Wohngebäude Europas mit 100% Wärmeversorgung durch die Sonne“ zu bauen?

Die Idee und der Wunsch ein energieautarkes Gebäude zu bauen, wird von unserem Büro schon seit Längerem verfolgt. Wir bauen diese energieautarken Gebäude bereits seit 10 Jahren. Der Passivhaus-Standard, der in der 1. Klimaschutzsiedlung „Das Solarhaus“ umgesetzt worden ist, geht von einem hochwärmedämmten Gebäude aus, jedoch ist der Restenergiebedarf in Höhe von 15 kWh/qm Wohnfläche, der von einem Passivhaus benötigt wird, durch jeden Energieträger zu decken, so z.B. auch Gas und Öl. Wir verfolgen jedoch die Konzeption Häuser zu entwickeln und zu bauen, die vom Wärmedämmstandard dem eines Passivhauses entsprechen, jedoch die benötigte Restenergie für Heizung, Warmwasser etc. durch Einsatz regenerativer Energien selbst in dem Objekt zur Verfügung zu stellen. So hatten wir bei der 1. Klimaschutzsiedlung in Münster „Das Solarhaus“ das Konzept dahingehend aufgebaut, die Wohnanlage mit 34 Wohneinheiten und insgesamt 3.100 qm Wohnfläche durch einen sehr großen solarthermischen Deckungsanteil abzudecken. Aus diesem Grund ist eine 350 qm große solarthermische Anlage

auf das Dach installiert worden. Die dort gewonnene Sonnenwärme wird in einem 50.000 Liter Vakuumspeicher gespeichert und bei Bedarf dem Gebäude zugeführt. Der benötigte Strom für den Transport der Wärme wird über eine eigens auf dem Dach installierte Photovoltaikanlage zur Verfügung gestellt. So entstehen den zukünftigen Bewohnern keine Heizkosten mehr.

**DGS:** Welche Verbesserungsmöglichkeiten von Bausteinen der technischen Konzeption sehen Sie als dringlich, um die energetische Effizienz des Gebäudes weiter zu steigern?

Ein weiterer Baustein, der in den nächsten Gebäuden versucht wird umzusetzen, um die energetische Effizienz weiter zu steigern, ist die Entwicklung und der Einbau einer „intelligenten Regelungstechnik“, mit der die produzierte Energie und die benötigte Energie besser aufeinander abgestimmt werden kann. Weitere Komponenten sind sicherlich die Verbesserung der Wärmedämmtechnik, die Entwicklung weiterer hochwertiger Wärmedämmprodukte sowie die Entwicklung und Kombination von Saisonspeicher und Latentwärmespeicher.

**DGS:** Welche Rolle spielt das EEG für die Wirtschaftlichkeit des Gebäudes? Welche Chancen und Hindernisse für eine weite Verbreitung des Konzepts sehen Sie?

Ich möchte hier nicht arrogant klingen, jedoch bin ich der festen Überzeugung, dass die von uns entwickelten und gebauten sogenannten Solarhäuser das Bauen der Zukunft darstellen. Wir wissen alle, dass die zurzeit verwendeten Energieträger wie Öl oder Gas endliche Vorkommen haben und wir uns von daher auf alternative Energieträger einstellen müssen. Des Weiteren ist in dem größten Teil der Neubauten bis heute noch nicht das energetische Einsparpotenzial umgesetzt, da heute immer noch nicht genügend darauf geachtet wird, Gebäude zu planen und zu bauen, die einen geringen Energieverbrauch haben. Ich denke, dass unsere gebauten Objekte zum Thema Werthaltigkeit und Nebenkostenentwicklung sicher in den nächsten Jahren ihre Vorteile

immer weiter ausspielen werden. Ich sage unseren Kunden immer: „...lass uns in zehn Jahren treffen und ich lege Ihnen meine Nebenkostenabrechnung vor und Sie legen mir Ihre vor. Dann werden wir sehen, wo wir landen...“. Die sogenannte „zweite Miete“ wird nämlich immer höher werden. Von daher geht kein Weg daran vorbei Solarhäuser zu bauen.

**DGS:** Welche neuen innovativen Projekte sind für die nächste Zeit geplant?

Wir bereiten gerade die Planung einer Klimaschutzsiedlung in Rheine vor. Des Weiteren wollen wir nach den Sommerferien mit dem Bau eines Solarhauses in Schüttorf beginnen. Zum Herbst 2012 ist der Neubau eines sogenannten „Solarhaus Entwicklungszentrums“ geplant, in dem wir alle Fachleute unter einem Dach zusammenführen, die notwendig sind, solche Häuser in Zukunft zu planen und zu bauen.

Wenn das Haus bewohnt ist, wird sich zeigen, ob die errechneten Sollwerte der Praxis standhalten. Die notwendige Messtechnik für die Überwachung und Auswertung der Energieerzeugung und der Verbräuche ist installiert. Die DGS-Sektion Münster kann sich in Abstimmung mit dem Architekturbüro im nächsten Jahr gerne die erzielten Ergebnisse bei einem erneuten Besuch ansehen.

#### ZUM AUTOR:

► Peter Deininger  
DGS-Sektion Münster

muenster@dgs.de

#### Basisdaten

- Wärmepumpen und kontrollierte Wohnungs Lüftung
- Flachkollektoranlage mit 350 m<sup>2</sup> Fläche
- 50.000 l -Saisonspeicher mit Vakuumdämmung + zwei kleinere Pufferspeicher
- Netzgekoppelte PV-Anlage: 12 kWp
- solarer Deckungsanteil für Heizung und Warmwasser: 80%.

DGS e.V., Landesverband Berlin-Brandenburg

**Solarthermische Anlagen: Leitfaden für Fachplaner, Architekten, Bauherren und Weiterbildungsinstitutionen**

ISBN 978-3-9805738-0-1,  
DGS e.V., LV Berlin-Brandenburg,  
9. komplett überarbeitete  
Auflage 2012,  
Ringbuch im A4-Format, ca.  
550 Seiten, mit DVD-ROM

89,00 €



10% Rabatt für  
DGS-Mitglieder

NEU

Klaus Oberzig

**Solarwärme – Heizen mit der Sonne**

ISBN: 978-3-86851-047-8,  
Stiftung Warentest,  
1. Auflage 2012,  
Format: 17,1 x 23,1 cm,  
176 Seiten

24,90 €



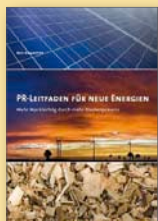
NEU

Iris Krampitz

**PR-Leitfaden für Neue Energien – Mehr Markterfolg durch mehr Medienpräsenz**

ISBN 978-3-00-036647-5,  
PR-Agentur Krampitz (Köln),  
1. Auflage 2012,  
Format ca. 21 cm x 15 cm,  
ca. 224 Seiten

29,90 €



Heinz-Dieter Fröse

**Regelkonforme Installation von Photovoltaikanlagen**

ISBN 978-3-8101-0318-5,  
Hüthig & Pflaum-Verlag (München),  
1. Auflage 2011,  
Format ca. 21 cm x 15 cm,  
ca. 240 Seiten

34,80 €



Arno Bergmann

**Photovoltaikanlagen – normgerecht errichten, betreiben, herstellen und konstruieren**

ISBN 978-3-8007-3377-4,  
VDE-Verlag (Berlin),  
1. Auflage 2011,  
Format ca. 21 cm x 15 cm,  
ca. 116 Seiten

22,00 €



Andreas Stöcklhuber/Roland Lüders

**Jahrbuch Photovoltaik 2012: Normen und Vorschriften, Testberichte, Beratung und Verkauf**

ISBN 978-3-8101-0317-8,  
Hüthig & Pflaum Verlag (München),  
1. Auflage 2011,  
Format ca. 18 cm x 12 cm,  
ca. 376 Seiten

21,80 €



Konrad Mertens

**Photovoltaik: Lehrbuch zu Grundlagen, Technologie und Praxis**

ISBN 978-3-446-42172-1,  
Carl Hanser Verlag (München),  
1. Auflage 2011,  
Format ca. 24 cm x 16 cm,  
ca. 292 Seiten

29,90 €



Thomas Seltmann

**Photovoltaik – Solarstrom vom Dach**

ISBN 978-3-86851-037-9,  
Stiftung Warentest (Berlin),  
2. überarb. Auflage 2011,  
Format ca. 23 cm x 17 cm,  
ca. 208 Seiten

24,90 €

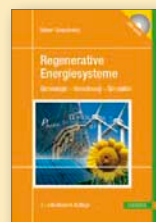


Volker Quaschnig

**Regenerative Energiesysteme: Technologie – Berechnung – Simulation**

ISBN 978-3-446-42732-7,  
Carl Hanser Verlag (München),  
7. aktualisierte Auflage 2011,  
Format ca. 24 cm x 16,5 cm,  
ca. 408 Seiten,  
mit DVD-ROM

39,90 €

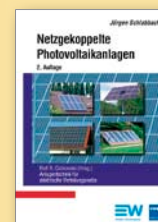


Jürgen Schlabbach/Rolf Rüdiger Cichowski

**Netzgekoppelte Photovoltaikanlagen – Anlagentechnik für elektrische Verteilungsnetze**

ISBN 978-3-8007-3340-8,  
VDE-Verlag (Berlin),  
2. Auflage 2011,  
Format ca. 17 cm x 11,5 cm,  
ca. 240 Seiten

32,80 €



Markus Witte

**Was Sie über Photovoltaikanlagen wissen sollten!**

ISBN 978-3-00-032706-3,  
Verlag Markus Witte (Dachau),  
3. vollständig überarbeitete  
Auflage 2011,  
Format ca. 21 cm x 30 cm,  
ca. 196 Seiten

32,90 €



Ralf Haselhuhn

**Photovoltaik: Gebäude liefern Strom**

ISBN 978-3-8167-8319-0,  
Fraunhofer IRB Verlag (Stuttgart),  
6. vollständig überarbeitete  
Auflage 2010,  
Format ca. 21 cm x 15 cm,  
ca. 176 Seiten

24,80 €



Heinrich Häberlin

## Photovoltaik – Strom aus Sonnenlicht für Verbundnetz und Inselanlagen

ISBN 978-3-8007-3205-0,  
VDE-Verlag (Berlin),  
2. wesentlich erweiterte und  
aktualisierte Auflage 2010,  
Format ca. 24,5 cm x 17,5 cm,  
ca. 710 Seiten

68,00 €



DGS e.V., Landesverband Berlin-Brandenburg

## Photovoltaische Anlagen: Leitfaden für Elektriker, Dachdecker, Fachplaner, Architekten und Bauherren

ISBN 978-3-00-030330-2,  
DGS e.V., LV Berlin-Brandenburg,  
4. kompl. überarb. Auflage 2012,  
Ringbuch im A4-Format,  
ca. 610 Seiten, mit DVD-ROM

98,00 €



jetzt vorbestellen!

Sylvio Dietrich

## PVProfit 2.3 – Wirtschaftlichkeit von Photovoltaik-Anlagen

ISBN 978-3-933634-25-2,  
Verlag Solare Zukunft (Erlangen),  
4. komplett überarbeitete Auflage 2009,  
Format ca. 21 cm x 15 cm,  
ca. 160 Seiten,  
mit Berechnungsprogramm  
auf CD-ROM

79,90 €



Andreas Wagner

## Photovoltaik Engineering – Handbuch für Planung, Entwicklung und Anwendung

ISBN 978-3-642-05412-9,  
Springer Verlag (Berlin),  
3. erweiterte Auflage 2009,  
Format ca. 24 cm x 16 cm,  
ca. 441 Seiten

99,95 €



Bo Hanus

## Planungs- und Installationsanleitungen für Photovoltaikanlagen

ISBN 978-3-7723-4218-9,  
Franzis Verlag (München),  
1. Auflage 2009,  
Format ca. 23 cm x 16,5 cm,  
ca. 216 Seiten

29,95 €



Bo Hanus

## Solar-Dachanlagen – Fehler finden und beheben

ISBN 978-3-7723-4897-6,  
Franzis Verlag (München),  
1. Auflage 2009,  
Format ca. 24 cm x 16,5 cm,  
ca. 224 Seiten

29,95 €



Tomi Engel

## Solare Mobilität – Plug-In Hybrids

ISBN 978-3-89963-327-6,  
Verlag Dr. Hut,  
1. Auflage 2007,  
Format ca. 21 cm x 15 cm,  
ca. 104 Seiten

48,00 €



10% Rabatt für  
DGS-Mitglieder

F. Antony / Ch. Dürschner / K.-H. Remmers

## Photovoltaik für Profis – Verkauf, Planung und Montage von Solarstromanlagen

ISBN 978-3-933634-24-5,  
Verlag Solare Zukunft (Erlangen),  
2. vollständig überarbeitete  
Auflage 2009,  
Format ca. 24 cm x 16 cm,  
ca. 335 Seiten

39,00 €



### Kontaktdaten

Titel: .....  
Vorname: .....  
Name: .....  
Firma: .....  
Straße/Nr.: .....  
PLZ/Ort: .....  
Land: .....  
Tel.: ..... Fax: .....  
e-mail: .....  
DGS-Mitgliedsnummer\*: .....  
\* für rabattfähige Publikationen

Datum, Unterschrift

### Bestellung Buchshop

| Autor | Buchtitel | Menge | Preis |
|-------|-----------|-------|-------|
| ..... | .....     | ..... | ..... |
| ..... | .....     | ..... | ..... |
| ..... | .....     | ..... | ..... |
| ..... | .....     | ..... | ..... |
| ..... | .....     | ..... | ..... |
| ..... | .....     | ..... | ..... |
| ..... | .....     | ..... | ..... |
| ..... | .....     | ..... | ..... |
| ..... | .....     | ..... | ..... |

Preise inkl. MwSt., Angebot freibleibend, Preisänderungen seitens der Verlage vorbehalten, versandkostenfreie Lieferung innerhalb Deutschlands.  
Widerrufsrecht: Es gilt das gesetzliche Widerrufsrecht. Weitere Informationen zur Widerrufsbelehrung erhalten Sie mit Ihrer Lieferung und finden Sie vorab unter [www.solar-buch.de](http://www.solar-buch.de).

per Fax an: 0911-37651631



## Mitglied werden ...

### Die DGS ist ...

Eine technisch-wissenschaftliche Organisation für Erneuerbare Energien und Energieeffizienz. Mittler zwischen Wissenschaft, Ingenieuren, Handwerk, Industrie, Behörden und Parlamenten. Nationale Sektion der International Solar Energy Society (ISES) und Mitglied des Deutschen Verbandes technisch-wissenschaftlicher Vereine (DVT).

### Die DGS fordert ...

Die nachhaltige Veränderung der Energiewirtschaft durch die Nutzung Erneuerbarer Energien. Technische Innovationen bei Energieerzeugung und -effizienz durch einen breiten Wissenstransfer. Solide Gesetze und technische Regelwerke für die direkte und indirekte Nutzung der Sonnenenergie.

### Die Vorteile der DGS Mitgliedschaft

- Mitgliedschaft in dem größten Solarverband Deutschlands
- Vergünstigte Teilnahme an vielen DGS-Tagungen, Kongressen und Seminaren sowie bei zahlreichen Veranstaltungen mit DGS-Medienpartnerschaften (z.B. OTTI)
- Zugang zu bundesweiten Netzwerken und Experten der Solarbranche und somit auch Mitsprache bei der Energiewende
- Vergünstigter Bezug der Leitfäden Solarthermische Anlagen, Photovoltaische Anlagen und Bioenergieanlagen und allen DGS Publikationen
- Ermäßigte Teilnahme an Schulungen der bundesweiten SolarSchulen der DGS
- Inklusive Bezug der Fachzeitschrift SONNENENERGIE

## ... und Prämie sichern

### Die DGS-Prämie

Als Neumitglied oder Werber eines Neumitglieds der DGS belohnen wir Sie zu Beginn mit einem Einstiegsgeschenk – wählen Sie aus den zwei Prämien:

#### 1. Prämienmöglichkeit: Wählen Sie ein Buch aus unserem Buchshop

- ermäßigte Mitglieder bis zu einem Preis von 25,- €
- ordentliche Mitglieder bis zu einem Preis von 40,- €
- Firmenmitglieder ohne Beschränkung

#### 2. Prämienmöglichkeit: Kaufen Sie günstig bei SolarCosa ein

- ermäßigte Mitglieder erhalten einen Gutschein von 20,- €
- ordentliche Mitglieder erhalten einen Gutschein von 40,- €
- Firmenmitglieder erhalten einen Gutschein in Höhe von 60,- €

## Ihre Prämie für die DGS-Mitgliedschaft / Werbung eines neuen Mitglieds



Buch aus dem Buchshop

oder



Einkaufsgutschein bei SolarCosa

### Kontaktdaten für DGS-Mitgliedschaft

Titel: .....  
 Vorname: .....  
 Name: .....  
 Firma: .....  
 Straße/Nr.: .....  
 PLZ/Ort: .....  
 Land: .....  
 Tel.: ..... Fax: .....  
 e-mail: .....

Datum, Unterschrift

Ja, ich möchte Mitglied der DGS werden und im Rahmen der Vereinsmitgliedschaft künftig alle Ausgaben der SONNENENERGIE erhalten:

- |                                                                                                                                                                                  |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <input type="checkbox"/> ordentliche Mitgliedschaft (Personen)                                                                                                                   | 62 €/Jahr  |
| <input type="checkbox"/> ermäßigte Mitgliedschaft (Schüler, Studenten, Azubis)                                                                                                   | 31 €/Jahr  |
| <input type="checkbox"/> außerordentliche Mitgliedschaft (Firmen) inklusive Eintrag im Firmenverzeichnis auf <a href="http://www.dgs.de">www.dgs.de</a> und in der SONNENENERGIE | 250 €/Jahr |

Ich wähle als Prämie\*:

- ☐ Buchprämie
 ☐ Gutschrift SolarCosa

Die Prämie erhält: ☐ der Werber (DGS Mitgliedsnummer ..... ) oder ☐ das Neumitglied

\* Prämienvoraussetzung für Neumitglieder: Weder Sie noch eine weitere Person aus Ihrem Haushalt waren in den 12 Monaten bereits DGS-Mitglied

Senden an: DGS e.V.  
Wrangelstr. 100, 10997 Berlin

oder per Fax an 030-29 38 12 61  
oder per email an [sekretariat@dgs-berlin.de](mailto:sekretariat@dgs-berlin.de)

# IMPRESSUM

## Zeitschrift für Erneuerbare Energien und Energieeffizienz

Die SONNENENERGIE ist seit 1976 das offizielle Fachorgan der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. (DGS) • [www.sonnenenergie.de](http://www.sonnenenergie.de)

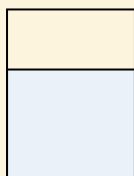
| Herausgeber                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Adresse • Tel. • Fax                                                                                                                        | e-mail • Internet                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Präsidium der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Wrangelstraße 100, 10997 Berlin<br>Tel. 030/29381260, 030/29381261                                                                          | <a href="mailto:info@dgs.de">info@dgs.de</a><br><a href="http://www.dgs.de">www.dgs.de</a>                                 |
| Chefredaktion                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                             |                                                                                                                            |
| Matthias Hüttmann (V. i. S. d. P.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | DGS, LV Franken e.V., Landgrabenstraße 94, 90443 Nürnberg<br>Tel. 0911/37651630, Fax 0911/37651631                                          | <a href="mailto:huettmann@sonnenenergie.de">huettmann@sonnenenergie.de</a>                                                 |
| Autorenteam                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                             |                                                                                                                            |
| Tatiana Abarzúa, Dr. Falk Auer, Gunnar Böttger, Walter Danner, Dr. Peter Deininger, Dr. Jan Kai Dobelmann, Tomi Engel, Martin Feige, Dr. Uwe Hartmann, Ralf Haselhuber, Björn Hemmann, Antje Klauß-Vorreiter, Dr. Matthias Klauß, Markus Metz, Klaus Oberzig, Hinrich Reyelts, Thomas Seltmann, Stefan Seufert, Jörg Sutter, Michael Vogtmann, Heinz Wraneschtz |                                                                                                                                             |                                                                                                                            |
| Erscheinungsweise                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                             |                                                                                                                            |
| Ausgabe 2012-04<br>sechsmal jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Orange gekennzeichnete Beiträge geben die Meinung der DGS wieder.<br>Blau gekennzeichnete Beiträge geben die Meinung des Verfassers wieder. | ISSN-Nummer 0172-3278                                                                                                      |
| Bezug                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                             |                                                                                                                            |
| Die SONNENENERGIE ist in der Vereinsmitgliedschaft der DGS enthalten. Vereinsmitglieder können weitere Stückzahlen der SONNENENERGIE zum Vorzugspreis erwerben – Einzelheiten siehe Buchshop. Die SONNENENERGIE ist nicht im Einzelverkauf erhältlich.                                                                                                          |                                                                                                                                             |                                                                                                                            |
| Druck                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                             |                                                                                                                            |
| Ritter Marketing                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Postfach 2001, 63136 Heusenstamm<br>Tel. 06106/9212, Fax 06106/63759                                                                        | <a href="mailto:ritter-marketing@t-online.de">ritter-marketing@t-online.de</a>                                             |
| Layout und Satz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                             |                                                                                                                            |
| Satzservice S. Matthias                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Hinter dem Gröbel 15, 99441 Umpferstedt                                                                                                     | <a href="mailto:info@doctyp-satz.de">info@doctyp-satz.de</a><br><a href="http://www.doctyp-satz.de">www.doctyp-satz.de</a> |
| Bildnachweis • Cover                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                             |                                                                                                                            |
| Pressebüro Hüttmann – Text & Layout                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Traubenstraße 39, 90617 Puschendorf                                                                                                         | <a href="http://www.pressebuero-huettmann.de">www.pressebuero-huettmann.de</a>                                             |

# MEDIADATEN

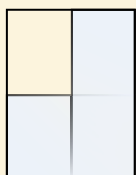
## Anzeigenformate



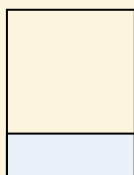
**1/1 Seite**  
2.400,-  
210 × 297 mm  
(+ 3 mm Anschnitt)



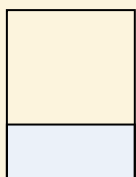
**2/3 Seite quer**  
1.600,-  
210 × 175 mm  
(+ 3 mm Anschnitt)



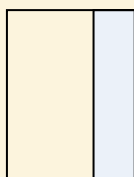
**1/2 Seite quer/hoch**  
1.200,-  
210 × 130 mm (quer)  
103 × 297 mm (hoch)  
(+ 3 mm Anschnitt)



**1/4 Seite quer**  
600,-  
210 × 65 mm  
(+ 3 mm Anschnitt)



**1/3 Seite quer**  
800,-  
210 × 85 mm  
(+ 3 mm Anschnitt)



**1/3 Seite hoch**  
800,-  
73 × 297 mm  
(+ 3 mm Anschnitt)

**Platzierungswünsche** Wir berücksichtigen Ihre Platzierungswünsche im Rahmen der technischen Möglichkeiten.

**Besondere Seiten** Zuschlag für die 2. Umschlagseite: 25 %, für die 3. Umschlagseite: 15 %, für die 4. Umschlagseite: 40 %.

**Farbzuschläge** keine Mehrkosten für Vierfarb-Anzeigen

**Anzeigengestaltung** Preisberechnung nach Aufwand (€ 60,- pro Stunde).

**Rabatte** Ab 3 Ausgaben 5 % – ab 6 Ausgaben 10 % – ab 9 Ausgaben 15 % – ab 12 Ausgaben 20 %. DGS-Mitglieder erhalten 10 % Sonderrabatt.

**Zahlungsbedingungen** Zahlungsziel sofort, ohne Abzüge. Skonto wird auch bei Vorauszahlung oder Lastschrift nicht gewährt.

**Mehrwertsteuer** Alle Preise verstehen sich zuzüglich der gesetzlichen Mehrwertsteuer. Bei Aufträgen aus dem europäischen Ausland wird keine Mehrwertsteuer berechnet, sofern uns die USt-ID vor Rechnungslegung zugeht.

**Rücktritt** Bei Rücktritt von einem Auftrag vor dem Anzeigenschluss berechnen wir 35 % Ausfallgebühr. Bei Rücktritt nach dem Anzeigenschluss berechnen wir den vollen Anzeigenpreis.

**Geschäftsbedingungen** Es gelten unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen, die Bestandteil dieser Media-Daten sind.

**Gerichtsstand** Für alle Parteien wird München verbindlich als Gerichtsstand vereinbart. Es wird verbindlich deutsches Recht vereinbart.

**Auftragsbestätigungen** Auftragsbestätigungen sind verbindlich. Sofern die Auftragsbestätigung Schaltungen beinhaltet, die über die Laufzeit dieser Mediadaten hinausreichen, gelten sie lediglich als Seitenreservierungen. Anzeigenpreise für künftige Jahre werden hiermit nicht garantiert.

## Termine

| Ausgabe | Erscheinungstermin | Anzeigenschluss   | Druckunterlagenschluss |
|---------|--------------------|-------------------|------------------------|
| 2012-01 | 02. Januar 2012    | 01. Dezember 2011 | 09. Dezember 2011      |
| 2012-02 | 01. März 2012      | 01. Februar 2012  | 10. Februar 2012       |
| 2012-03 | 02. Mai 2012       | 02. April 2012    | 10. April 2012         |
| 2012-04 | 02. Juli 2012      | 01. Juni 2012     | 11. Juni 2012          |
| 2012-05 | 01. September 2012 | 01. August 2012   | 10. August 2012        |
| 2012-06 | 02. November 2012  | 01. Oktober 2012  | 08. Oktober 2012       |

## Ansprechpartner für Werbeanzeigen (Print/Online)

CSMV • Constantin Schwab Marketing & Vertrieb

Otto-Schmitt-Groß-Str. 9  
D-67098 Bad Dürkheim

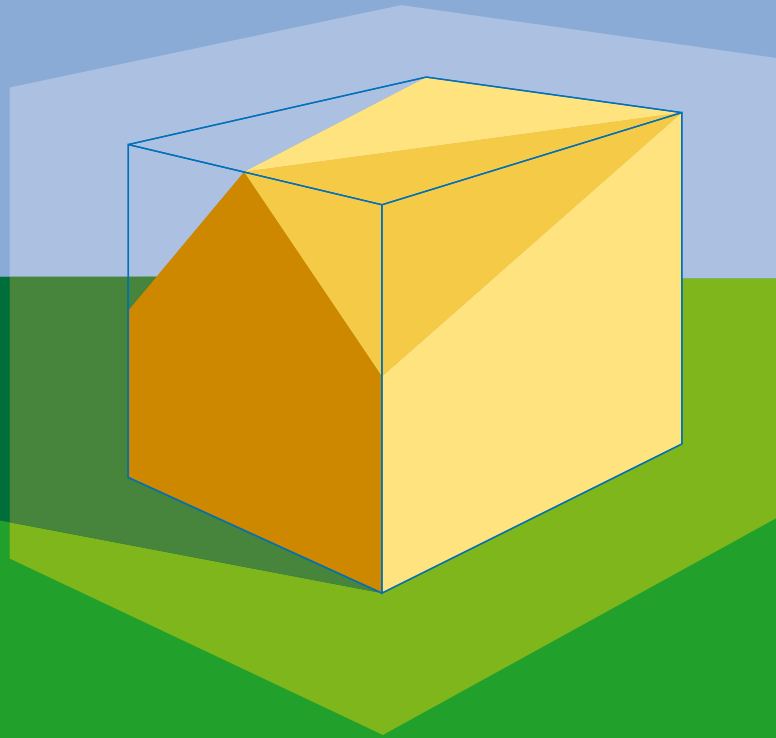
Tel. +49 (0) 63 22 - 949178  
Fax +49 (0) 63 22 - 949179  
[c.schwab@csmv.de](mailto:c.schwab@csmv.de) - [www.csmv.de](http://www.csmv.de)  
UST-IdNr. DE149877517

JETZT AUSSTELLER WERDEN

ANMELDEUNTERLAGEN ONLINE | FRÜHBUCHERPREISE BIS 31.7.2012

# Gebäude energie Technik

ENERGIEEFFIZIENTES  
MODERNISIEREN,  
SANIEREN UND BAUEN



[WWW.GETEC-FREIBURG.DE](http://WWW.GETEC-FREIBURG.DE)

**12.–14.4.2013**  
**MESSE FREIBURG**

ÖKOLOGISCHE BAUKOMPONENTEN  
HEIZUNGS- UND ANLAGENTECHNIK  
REGENERATIVE ENERGIEN



VERANSTALTER



MITVERANSTALTER



PREMIUM PARTNER

