

SONNEN ENERGIE

Offizielles Fachorgan der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.

Mit PV die Stromkosten senken

DGS-Initiative Energiewende Mittelstand

Energy Label und EcoDesign

Neue Schlagworte in der Solarbranche

Auslaufmodell Pumpspeicher?

Welche Bedeutung hat diese Großtechnologie

Eigenstromanlagen mit Batterie

Installation und Sicherheitsmaßnahmen

Low Carbon Economy

Ressourcenwende und CO₂-Konzentrationspeak



digital



Titelthema

ENERGIEEFFIZIENZ

Foto: www.timo-leukefeld.de



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

Prämie sichern ...

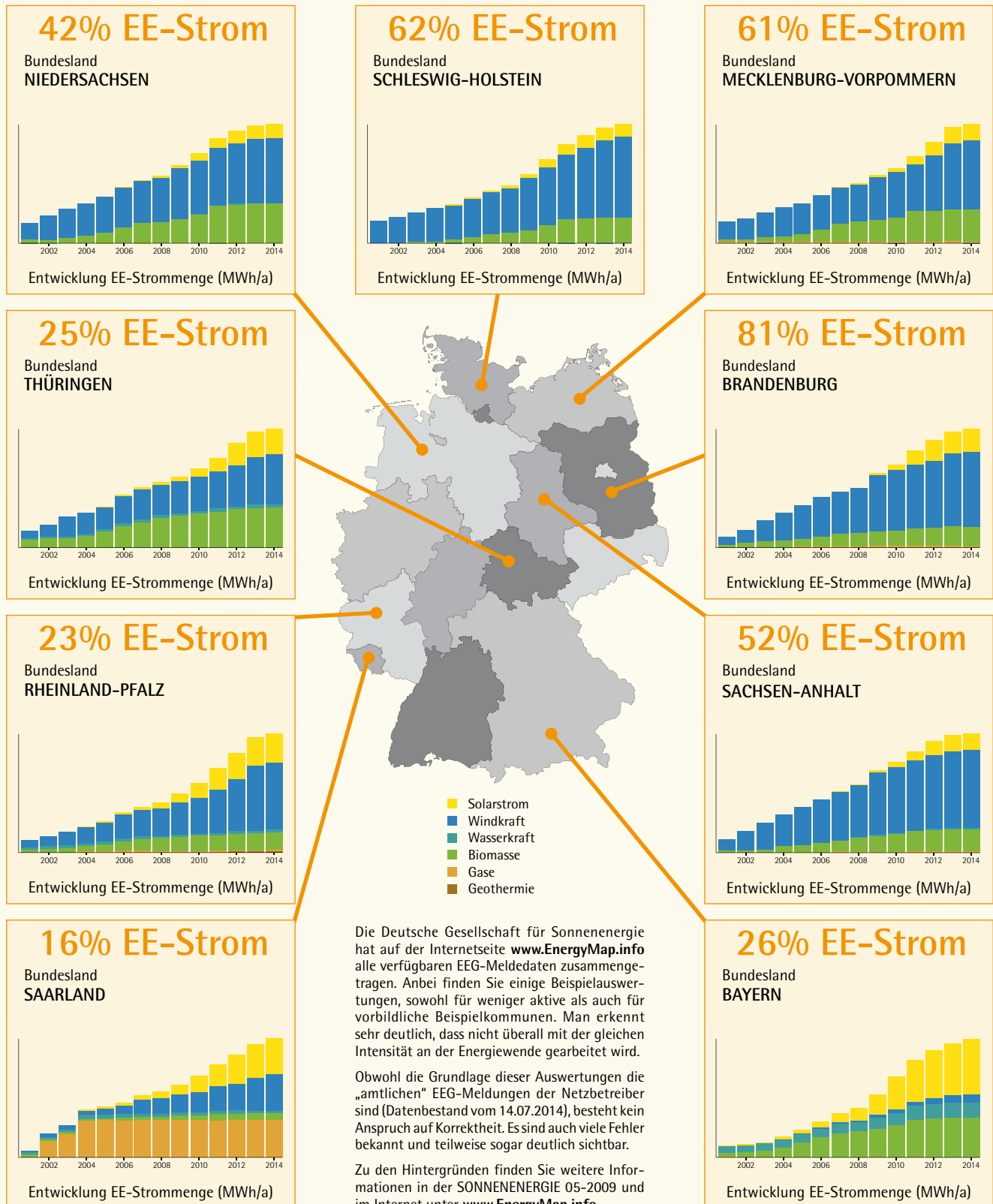
... mit einer Neumitgliedschaft bei der DGS

D: € 6,50 • A: € 6,80 • CH: CHF 11,00

ISSN-Nr.: 0172-3278



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



WIR BENÖTIGEN EIN DENKEN HIN ZU STROM- WÄRMESYSTEMEN



Matthias Hüttmann

Gern wird es als unlösbares Problem betrachtet, dass die un-
stetige Solarenergie, Wärme wie auch Strom, oftmals nicht zur
Verfügung steht, wenn sie gebraucht wird. Das sollte jedoch
nur der Anlass sein, die erneuerbaren Energiesysteme weiter in
Richtung saisonale Speicherung und vermehrt in kombinierte
Strom-Wärmesysteme zu entwickeln. Wenn man die Energie-
wende nur als Stromwende denkt, wird etwa die Nutzung von
Solarstrom für Wärmepumpen oft nur eindimensional verste-
hen. Vielmehr muss die erneuerbare Stromgewinnung mit der
regenerativen Wärmetechnik verzahnt werden. Leider denken
die einzelnen Branchen der Erneuerbaren Energie jedoch allzu
oft nur eindimensional. Von einer 100-Prozent-Versorgung mit
Erneuerbaren ist man noch weit entfernt.

Gerne traut man sich zu wenig zu und schaut zu sehr aus der
Kaninchen-Schlange-Perspektive auf die konventionelle Ener-
gieerzeugung. Dabei wird in den Firmenzentralen der EVUs oft
nur auf Zeit gespielt. Auch dort weiß man, die Erneuerbaren
lassen sich nicht aufhalten. Erst kürzlich machte das auch Prof.
Dr. Klaus Töpfer deutlich, in der er sagte: „Es wird in Zukunft
nicht mehr um die Frage gehen, wie sich die Erneuerbaren
Energien in das bestehende Strommarktdesign einpassen – son-
dern darum, wie sich der konventionelle Kraftwerkspark an die
Erneuerbaren Energien anpasst!“

Strom-Wärmesysteme

Die Kombinationsmöglichkeiten von Photovoltaik, Solarthermie,
Biomasse und Umweltwärme bzw. Wärmepumpe sind enorm,
jedoch nur wenn man es schafft den Strom- und Wärmesektor
im Gebäude nicht getrennt zu betrachten. Gerade bei der Wär-
meversorgung sind für Verbraucher viele neue Möglichkeiten
dazu gekommen. Überschüssige Energie aus Wind- oder Son-
nenstrom lässt sich in Wärme umzuwandeln und speicherfähig
machen, das offenbart auch ein Blick über die Grenze nach
Dänemark. Hier wird offensichtlich pragmatischer gehandelt:
Die dort wie Pilze aus dem Boden schießenden solarthermisch
betriebenen Nahwärmenetze beschränken sich nicht nur profan
auf die Bereitstellung von Wärme. Die Wandlung von Wär-
me in Strom gewandelt ist in den dänischen „Smart District
Heating“-Anlagen in Form von Hybridlösungen bereits mehr-
fach realisiert.

Aber auch in Deutschland gibt es hoffnungsvolle Ansätze. In
einem Berliner Projekt der Sanierung von Geschosswohnungs-
bauten werden beispielsweise Solarthermieanlage, geother-
mische Energiegewinne, Abluftwärmepumpe aber auch der
Stromertrag mittels Photovoltaik miteinander verknüpft. Die
Speicherung erfolgt in einen nicht ganz gewöhnlichen Ener-
giespeicher. In ihm werden unsteady Energieerträge mit hohen
Schwankungen in eine nach Bedarf abrufbare Energieform
überführt. Eine intelligente Leitungsführung und das offene

System verhindern ein Überlaufen bzw. Überhitzen sowie eine
Entleerung oder Auskühlung.

Da die Menge des in die Netze eingespeisten Ökostroms bislang
nur bedingt an den regionalen Bedarf und die Leistungsfähig-
keit der jeweiligen Netze gekoppelt ist, erlangen solche „Power-
to-Heat“ Konzepte möglicherweise immer größere Bedeutung.
Deshalb hat auch der Nürnberger Energieversorger N-Ergie erst
kürzlich auch einen 70 m hohen und 33.000 m³ Wasser fassen-
den Wärmespeicher in Betrieb genommen. Mit ihm soll ebenso
die Stromerzeugung von der Wärmeerzeugung entkoppelt wer-
den. Überschüssiger regenerativer Strom soll darin in Form von
Wärme gepuffert werden.

Autark aber auch Integrativ

Weiteres Beispiel: In Freiberg stehen seit dem Sommer 2013
zwei energieautarke Häuser in unmittelbarer Nachbarschaft.
Neben der Wärmeautarkie sind die Gebäude auch auf eine Ei-
genversorgung mit Solarstrom ausgelegt. Es ist zwar grund-
sätzlich nicht nötig, solch ein „energieautarkes Haus“ an das
öffentliche Stromnetz anzuschließen, aber ein Stromanschluss
ermöglicht neue Möglichkeiten. So stellt eines der Häuser dem
regionalen Energieversorger sämtlichen Speicherplatz zur La-
gerung von Energieüberschüssen zur Verfügung. Ausgestat-
tet mit einer Elektroheizpatrone kann der Wärmespeicher vom
EUV für das Energiemanagement genutzt werden. Auch der
Elektrospeicher und der Akku des E-Mobils sollen von außen
angesteuert werden.

Die Vorteile liegen auf der Hand: Energieaufkommen und -ver-
brauch sind häufig antizyklisch. Produzieren fluktuierende al-
ternative Stromerzeuger, wie zum Beispiel Windkraftanlagen,
zu viel Strom, bleibt den Versorgungsunternehmen meist nur,
diese abzuschalten. Dennoch muss in diesen Fällen die Ein-
speisevergütung gezahlt werden, obwohl sie keinen Strom für
ihre Kunden haben. Das bedeutet für die Versorger „doppelte“
Kosten, ohne jeden Nutzen. Das kann durch innovative Lösun-
gen verbessert werden.

Mit sonnigen Grüßen

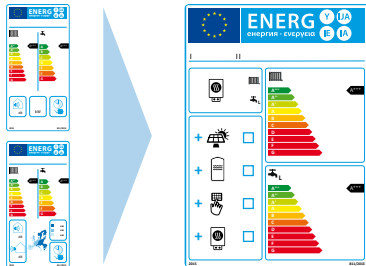
► Matthias Hüttmann

Chefredaktion SONNENENERGIE

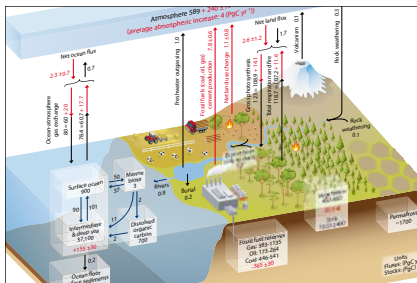
Anregungen, Kritik und Konstruktives nimmt die Redaktion
jederzeit unter sonnenenergie@dgs.de entgegen.



- 14 DGS INITIATIVE ENERGIEWENDE IM MITTELSTAND
Teil 1: Vorstellung der Kampagne und Schwerpunkt Photovoltaik
- 16 EFFIZIENZSTANDARDS FÜR PRODUKTE WEITERENTWICKELN
Top-Runner-Strategie als Modell



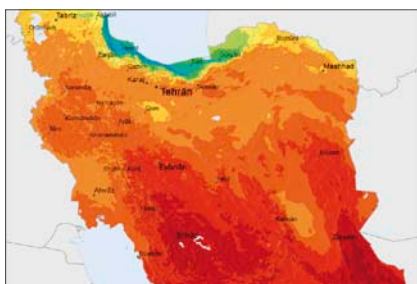
- 18 ENERGY LABEL UND ECODESIGN
ErP: Die EU-Guideline for energy related products
- 20 ADLERPERSPEKTIVE
Eagle: EU-Projekt untersucht Dächer auf ihre Solareignung
- 22 ENERGIEWENDE VON UNTEN
Teil 3: Kombikraftwerke – Neue Modelle für die Bürgerenergiebewegung



- 24 SIND PUMPSPEICHER EIN AUSLAUFMODELL?
Zur strategischen Bedeutung von Pumpspeicherkraftwerken
- 28 DIE 400 ppm-SCHWELLE
Höchste Treibhausgaskonzentration seit Jahrmillionen
- 30 LOW CARBON ECONOMY
Ressourcenwende hin zur Energie-Stoff-Transformation



- 32 PV-BATTERIESPEICHER
Teil 1: Installation und Sicherheitsmaßnahmen
- 36 BRANDGEFAHR DURCH PV-ANLAGEN
Teil 1: Statistische Auswertung von Hitzeschäden und Brandfällen
- 40 KLEINWASSERKRAFT
Mit innovativer Technik weiteres Ausbaupotenzial in Deutschland



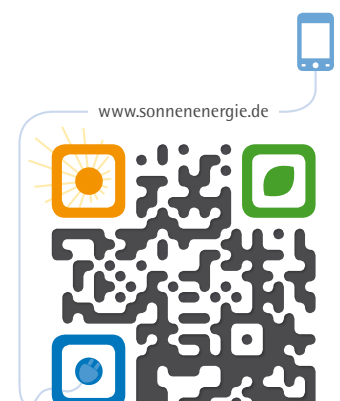
- 44 VERKEHRSWENDEKONZEPT
Massiver Ausbau der erneuerbaren Elektromobilität nötig
- 46 ERNEUERBARE ENERGIEN FÜR DEN IRAN
Optimale Bedingungen und große Chancen für einen Wandel
- 48 ÜBERSCHÜSSIGER NETZSTROM KOSTENLOS
Mit Photovoltaik-Stromspeicher von Schwankungen im Netz profitieren

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:

Energieautarkes Haus in Freiberg. Der Wärmebedarf wird mit Sonnenkollektoren (65%) und einem Holzheizkessel (35%) gedeckt. Eine PV-Anlage und ein Batteriespeicher sorgen für Haushaltsstrom und Energie für das eMobil. Foto: www.timo-leukefeld.de



EDITORIAL	3
IN EIGENER SACHE	6
BUCHVORSTELLUNG	7
KOMMENTAR	8
SOLARE OBSKURITÄTEN	9
VERANSTALTUNGEN	10
ENERGIEWENDE VOR ORT	62

EnergyMap	2
Neues vom DGS-Kooperationspartner Top50-Solar	64
Der LV Thüringen in Südafrika	65
Verbesserung der Wasserversorgung in Bolivien	66
DGS-Workshop „Guerilla PV“ in Berlin	67
Der Garten des Sonnenkönigs und der SolarDecathlon	68
Erster Energiestammtisch in Münster	69
Eine Solarthermieanlage anschaffen?	70
Fahren mit selbstproduziertem Ökostrom im Alltag	71

DGS AKTIV

DGS MITGLIEDSUNTERNEHMEN	50
STRAHLUNGSDATEN	56
ROHSTOFFPREISENTWICKLUNG	58
ÜBERSICHT FÖRDERPROGRAMME	59
DGS ANSPRECHPARTNER	60
DGS SOLARSCHULKURSE	61
BUCHSHOP	72
IMPRESSUM	75

SERVICE

Die SONNENENERGIE im Internet ...

www.sonnenenergie.de

Hier finden Sie alle Artikel der vergangenen Jahre.





Quelle: SolarInput/shutterstock_Rafomundo

2. Anwenderforum
Direkteinspeisung, Eigenverbrauch
und Speicherung von PV-Strom
20. bis 21. Oktober 2014 in Köln

4th Industry Summit for Markets,
Costs and Technology
Solar meets glass
20. bis 21. Oktober 2014 in Düsseldorf

Fachforum
Netzanschluss von PV-Anlagen
22. bis 23. Oktober 2014 in Kassel

Forum
Wegweiser durch das neue EEG –
Angepasste Geschäftsmodelle, Ansätze
und Umsetzungen aus der Praxis
23. Oktober 2014 in Berlin

Grundkurs
PV-Anlagen
03. bis 04. November 2014 in Ulm

Einführungsseminar
Kleinwasserkraftanlagen
04. bis 05. November 2014
in Neumarkt i. d. Opf.

International Conference on
Solar Energy Technology in
Development Cooperation
06. bis 07. November 2014 in Frankfurt
(Main)

Fachforum
Bürgerbeteiligung an Energieprojekten
20. November 2014 in Frankfurt (Main)

Tagung
Zukünftige Stromnetze für
Erneuerbare Energien
27. bis 28. Januar 2015 in Berlin

Forschungskolloquium Bioenergie
11. bis 12. Februar 2015 in Straubing

www.otti.de
Bereich Erneuerbare Energien



DGS SCHMIEDET KOOPERATION MIT BDE

In Zeiten, in denen gute Verbündete wertvoller denn je sind, wird es zunehmend bedeutender, strategische Partnerschaften zu schließen. Nicht nur die guten Erfahrungen im Bereich der DGS SolarSchulen, auch die gemeinsame Zielgruppe „Verbraucher“ waren Grund genug, eine Kooperation mit dem Bund der Energieverbraucher (BdE) zu vereinbaren. Für beide Verbände ergeben sich nun durchaus interessante Synergienmöglichkeiten wie z.B. im Rahmen

- der Verbandszeitschriften (SONNENENERGIE und ENERGIEDEPESCHE)
- von Angeboten für die Mitglieder (z.B. Angebotsprüfung, Abrechnungsprüfung)
- von Messen und Veranstaltungen (z.B. gemeinsamer Intersolar-Auftritt)

Auch erfährt das Thema Sonnenenergie durch die nun konkrete Verbreiterung in Richtung Energieeffizienz und Energieeinsparung eine Aufwertung. Erster konkreter Nutzen für DGS-Mitglieder: die Energiedepesche kann zu einem reduzierten Abopreis bezogen werden.

Das SONNENENERGIE-Digital Gewinnspiel

Die digitale Version Deutschlands ältester Fachzeitschrift für Erneuerbarer Energien, Energieeffizienz und Energiewende können Sie überall komfortabel lesen: Ob mit dem Browser am PC und Mac, auf Ihrem Smartphone, dem Tablet-PC oder auch mit dem iPad. So haben Sie die SONNENENERGIE immer bei sich, ob zu Hause oder unterwegs. Für DGS-Mitglieder gibt es die SONNENENERGIE als WebApp kostenlos, für alle anderen gibt es das Jahresabo zum Preis von 39 €. Wenn Sie als DGS-Mitglied oder auch als Abonnent die „eSE“ regelmäßig lesen möchten, füllen Sie einfach das entsprechende Formular auf unserer Website aus.

Für alle, die digitale SONNENENERGIE kennenlernen möchten, haben wir die aktuelle Ausgabe frei geschaltet. Normalerweise können nur registrierte Nutzer darauf zugreifen.

Unter den Lesern dieser Schnupperversion verlosen wir 10 Freiabos. Mit ein wenig Glück können Sie die nächsten 7 Ausgaben (bis Ende 2015) kostenlos lesen, Sie müssen lediglich an unserem kleinen Gewinnspiel teilnehmen.

Hier geht's zum Gewinnspiel:

■ www.sonnenenergie.de/gewinn.html

Näheres zur digitalen SONNENENERGIE:

■ www.sonnenenergie.de/digital.html



BUCHVORSTELLUNGEN

Der Sieg des Kapitals

von Tatiana Abarzúa

Die Geschichte von Wachstum, Geld und Krisen“ ist unterhaltsam und bilderreich geschrieben. Die ausgebildete Bankkauffrau und Journalistin erklärt „wie der Kapitalismus funktioniert“.

Der Buchtitel bezieht sich auf die Wirtschaftsform – der Einsatz von Kapital mit dem Ziel, mehr Kapital zu besitzen – und auf die vorherrschenden Machtverhältnisse. Ulrike Herrmann zeigt auf, dass der Ausdruck „Kapitalismus“ Ende des 19. Jahrhunderts gebräuchlich wurde. Effiziente Produktionsprozesse und technischer Fortschritt stellen das Kapital im Kapitalismus dar.

Nach Ansicht der Autorin ist der Kapitalismus ein historisches Phänomen und das erste dynamische System, das der Mensch erfunden habe. Diese Wirtschaftsform ließe sich nur verstehen, wenn die geschichtlichen Zusammenhänge bekannt seien.

Sie nimmt die Leser mit auf eine Reise in verschiedene Epochen und zeigt auf, dass es bereits bei den Römern in der Antike und im Kaiserreich China eine entwickelte Marktwirtschaft gab. Sehr gut beschrieben ist die Ära des Beginns des modernen Kapitalismus. Im Nordwesten Englands, um 1760, begannen Hand-

werker Webstühle und Spinnereien zu optimieren und zu mechanisieren. Etwa ein Jahrzehnt später wurden die Webmaschinen mit Dampfkraft angetrieben. Diese beruhte auf Prinzipien, die bereits in der Antike bekannt waren. Doch erst im England des 18. Jahrhunderts lohnten sich technische Innovationen, die zu einer höheren Produktivität führten. Die britischen Löhne waren damals die höchsten der Welt. Die Reallöhne lagen doppelt so hoch wie im restlichen Europa.

In gesonderten Kapiteln erklärt die Autorin, warum Kapitalismus nicht mit Marktwirtschaft gleichzusetzen und Geld nicht das gleiche wie Kapital ist. Mit vielen Beispielen beschreibt die Autorin, warum die Struktur der modernen Globalisierung rund 160 Jahre alt sei. Ferner zeigt sie auf, warum eine politische Steuerung des Kapitalismus wichtig ist.

Als Ausblick skizziert sie die Entfaltung eines neuen, noch nicht sichtbaren Systems. Sehr wahrscheinlich werde das Wachstum irgendwann enden, und der Kapitalismus an den selbst erzeugten Umweltproblemen scheitern. Eine bisher ungelöste Herausforderung sei die Gestaltung des Übergangs von einer kapitalistischen Ökonomie zu einer Kreislaufwirtschaft.

Die Bundeszentrale für politische Bildung (bpb) hat das Buch in ihr Repertoire aufgenommen (bpb.de/shop/buecher/schriftenreihe/186358/der-sieg-des-kapitals). Preis: 4,50 Euro.



Der Sieg des Kapitals

Verfasser: Ulrike Herrmann
Westend Verlag GmbH, September 2013
288 Seiten (Hardcover)
ISBN: 978-3-86489-044-4
Preis: 19,99 EUR

Energie im Wohngebäude

von Matthias Hüttmann

Das reichlich bebilderte Fachbuch widmet sich der ganzen Bandbreite im Wohngebäude nutzbarer Formen der Erneuerbaren. Photovoltaik, Solarthermie, Wärmepumpe, BHKW, Holzfeuerung und sogar der Kleinwindkraft. Energie-Fachleute, bzw. jene, die es werden möchten, führt es systematisch an das vielfältige Technik-Potpourri heran. Über mögliche Einsparpotentiale, Ansprüche und Bedürfnissen der Bewohner gelangt man schließlich zu aktuellen Lösungsmöglichkeiten. Das ist viel Stoff für knapp 170 Seiten Inhalt. Folglich können die Bereiche lediglich angesprochen werden. So handelt es sich eben auch um kein Planungshandbuch oder einen Leitfaden zur Installation, sondern vielmehr um einen Leitfaden für Planer und Architekten, für Gebäudeenergieberater und Installateure. Das klingt zwar recht ähnlich, ist aber durchaus was anderes.

Heiko Schwarzenburger weiß, wie man den Leser anspricht, als langjähriger Redakteur und Maschinenbau-Ingenieur ist es sein tägliches Brot, über aktuelle Technikentwicklungen zu berichten. Leider wird jedoch deutlich, dass er selbst kein großer Verfechter thermischer Solaranlagen ist und die Zukunft der Gebäudeversorgung vor allem strombasiert sieht. Das wird an mehreren Stellen im Buch deutlich. So hält er das Konzept der Sonnenhäuser für gut gewollt, aber durch die technische Entwicklung überholt. Auch glaubt er, dass deren Architektur für die Bewohner un bequem sein muss, da man unablässig um den Solarspeicher herumlaufen müsse. Das Problem der Solarthermie in Deutschland liegt daran, so seine Analyse, dass leistungsfähige Heizwärmepumpen einfach die bessere Wahl seien. An dieser Stelle enttäuscht das Buch leider ein wenig, die Möglichkeiten der Erneuerbaren sind schließlich vielfältiger als beschrieben.



Energie im Wohngebäude

Verfasser: Heiko Schwarzenburger
VDE Verlag, 2014
192 Seiten (Broschur)
ISBN: 978-3-8007-3569-3
Preis: 39,00 EUR

WIE VIEL „HEIZUNG“ SCHAFFEN 3-4 PHOTOVOLTAIKMODULE?

Kommentar von Cornelia Daniel-Gruber



Illustration: Richard Mährlein

Ich fühle mich wirklich privilegiert in manchen Situationen so nah am Kunden zu sein um mitzubekommen, was Menschen so denken. Deshalb auch heute wieder ein Schmankerl aus meinem Leben. Heizungstechniker leben ja oft in Ihrer eigenen Welt und nehmen an, dass jeder etwas mit Kilowattstunden anfangen kann. Ich weiß, dass das bei 90% der Menschen nicht der Fall ist und deshalb den Leuten auch so viel Falsches erzählt wird. Was dabei rauskommt ist folgende Anfrage: Eine Kunde schreibt wortwörtlich:

Gesucht werden 3-4 Photovoltaikmodule. Der produzierte Strom soll das Brauchwasser sowie die Fußbodenheizung unterstützen.

Was sagt uns diese Anfrage?

Sehr interessant. Jemand will mit der Sonne heizen und benötigt dafür 3 bis 4 PV-Module. Es gibt offensichtlich nicht wenige Menschen, die Sonnenenergie mittlerweile so großartig finden, dass sie meinen, mit 1 kWp Photovoltaik (4 Module à 250 Wp), bereits ein Haus mit Trinkwarmwasser inkl. Heizungsunterstützung versorgen kann. Unabhängig davon, dass dieser Kunde sich wohl wenig Gedanken über eine passende Heiztechnik gemacht hat – meint er eine direkte Stromheizung? – freut es mich, dass die Begeisterung so groß ist. Aber es zeigt auch mal wieder, dass sich viele nicht bewusst sind, wie viel Energie für die Wärme eigentlich draufgeht. Auch wenn es sich um „minderwertigere“ Wärmeenergie handelt, sind es trotzdem Kilowattstunden, die erzeugt

werden müssen. Insgesamt 5 bis 10mal so viel wie für Elektrizität.

Wann und Wie viel Energie?

Da ich solche Anfragen durchaus ernst nehme und es mich auch persönlich interessiert, wie eine Berechnung für diese Anforderung aussehen könnte, rechne ich es mal kurz mit dem Taschenrechner durch. Wir behalten dafür im Kopf, dass mit 1 kWp Photovoltaik rund 1.000 kWh Solarstrom im Jahr erzeugt werden können und ein gewöhnlicher Haushalt mit 4 Personen etwa 4.000 kWh Strom benötigt. Je nach Gebäude kommen dann noch 20.000 kWh (Baujahr bis 2002) oder 12.000 kWh (KfW-Effizienzhaus Plus 70) an Wärmeenergie hinzu. Rein bilanziell betrachtet kann man sich also entscheiden, mit der erzeugten Energie 25% des Strombedarfs oder 5 bis 8% des Wärmebedarfs zu decken. Da liegt jedoch schon der erste Denkfehler vor: Energiebedarf und Erzeugung sind alles andere als synchron, die errechneten Prozentzahlen sind eine Illusion. Denn betrachtet man Angebot und Verbrauch in einer jährlichen Bilanz, vernebelt das den Blick auf die Wahrheit. In wöchentlichen, täglichen und stündlichen Zahlen sieht es komplett anders aus. Auch wenn man diese Tatsache ignoriert, wird deutlich, wie wenig diese Solarmodule zur Heizung beitragen können. Nicht falsch verstehen: Eine 1 bis 2 kWp Anlage ist in Haushalten, die den produzierten Solarstrom selbst verbrauchen, durchaus sinnvoll. Aber für Warmwasser und erst recht die Heizung sieht es dann schon sehr mau aus.

Typischer Herbst

Um besser zu verstehen, habe ich mir meine 8,75 kWp Anlage angesehen. Vor allem interessant: der November. Der Tagesertrag schwankt in dem Zeitraum zwischen 5 und 30 kWh. Umgerechnet auf 1 kWp bedeutet das eine Bandbreite von 0,57 bis 3,4 kWh. An einem dieser typischen Novembertage, ohne viel Sonne, benötigt besagter Durchschnittshaushalt etwa 10 bis 13 kWh. Es gibt auch Haushalte, die durch intelligente Maßnahmen mit 5 bis 6 kWh auskommen, aber das ist alles andere als die Regel. Hier wird deutlich: Für Warmes Wasser oder gar Heizung ist im November nichts übrig, der tägliche Strombedarf übersteigt bereits die Produktion. Ganz davon abgesehen, dass die aus der Sonne gewonnene Energie an keinem Tag zeitgleich zum Verbrauch erzeugt wird, es muss also noch darüber nachgedacht werden, wie man den Strom bzw. die Wärme speichert.

Wärme und/oder Strom

Möchte man mit dem Strom aus der 1 kWp-Anlage ausschließlich Wärme erzeugen ist zu beachten: Um einen Liter Wasser um 1°C zu erwärmen benötigt man 1,16 Wh. Mit 3,4 kWh kann man also 100 Liter Wasser beispielsweise von 10 auf 40°C erwärmen, bei 0,57 kWh wären keine 5 Grad Temperaturerhöhung mehr möglich. Fürs Warmwasser ist das viel zu wenig, vom Heizen ganz zu schweigen. An schlechten Tagen können wir also gerade mal ein paar Stromverbraucher einschalten. Wir halten fest. Mit 3 bis 4 Modulen lässt sich in Sachen Wärme nicht viel ausrichten.

Das Gefühl für Wärmeenergie fehlt komplett

Ich merke immer wieder, dass es nur wenig Gespür für Wärme im Haus gibt. Beim Strom ist das schon etwas besser. Offensichtlich muss noch viel mehr Aufklärungsarbeit betrieben werden, damit die Kunden auch wirklich wissen, wofür oder wogegen sie sich eigentlich entscheiden um die Wärmewende wirklich in Gang zu bringen.

ZUR AUTORIN:

► Cornelia Daniel-Gruber
Chefredakteurin vom Energieblog
Ecoquent-Positions

100% ERNEUERBARE ENERGIEN



Bilder: Matthias Hüttmann

Nach dem Atomzeitalter kommt die Epoche der Erneuerbaren, sie beginnt mit „COAL“

Die mit heißer Nadel gestrickte Energiewende offenbart immer mehr ungelöste Problemfelder. Zum einen kommt der Ausbau nicht recht voran, obwohl sich insbesondere das Bundeswirtschaftsministerium sehr darum bemüht. Zum anderen ist es immer noch schwierig, die volatile Energiebereitstellung zu kompensieren. So stochert man schon seit längerem nach Lösungen: Pumpspeicherkraftwerke, Gaskraftwerke oder irgendwelche nicht genau definierten Brückentechnologien galten lange als

die großen Favoriten. Es gab bereits Ideen, die ganze Sache wieder abzuwaschen und zur stabilen konventionellen Energiebereitstellung zurückzukehren. Wenn nicht diese Klimaschutzziele wären ...

Doch solche Gedankenspiele könnten bald passe sein. Denn findige Wissenschaftler haben es nun mit Hilfe eines metamorphen Verfahrens geschafft, Erneuerbare Energien in konzentrierter Form zu speichern. Nahezu ohne Transmissionsverluste werden unter Verwen-

dung von Biomasse und Solarenergie sogenannte „Concentrated Alternatives“ (COAL) hergestellt – auf deutsch: EE-k.o. (Erneuerbare Energien konzentrierte Organik). Forschungslabore haben bereits mit der Produktion einer größeren Menge von COAL begonnen. In großen virtuellen Kraftwerken wird eifrig an der Rückwandlung zu Wärme und Strom gearbeitet. Zu dem genauen Herstellungsverfahren selbst möchte man sich aus patentrechtlichen Gründen allerdings nicht äußern.

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]

MINDERERTRÄGE VERMEIDEN UND KOSTEN SPAREN

Tagung in Berlin: Betriebsführung, Wartung und Instandhaltung von Photovoltaikanlagen



Ilka Busse, Mitarbeiterin des Veranstalters „Haus der Technik e.V., Zweigstelle Berlin“

Um Betrieb, Wartung und Instandhaltung von Photovoltaikanlagen ging es bei einer Tagung, die das Haus der Technik (Essen) in Kooperation mit der DGS, LV Berlin-Brandenburg am 29. August 2014 in Berlin durchführte. Rund 50 Teilnehmer informierten sich unter der Leitung von Ralf Haselhuhn über den ertrags-, wartungs- und kostenoptimierten Betrieb von Photovoltaikanlagen.

Voraussetzung: gute Qualität

Der Grundstein für den wirtschaftlichen Betrieb einer Photovoltaikanlage wird mit der Auswahl der „richtigen“ Komponenten sowie der fachgerechten Planung und Installation gelegt. Aber auch die Betriebsführung hat maßgeblichen Einfluss auf den sicheren Betrieb und gute Erträge: Eine fortlaufende Beobachtung der Anlage und ein schnelles Eingreifen im Fehlerfall sichern die prognostizierte Wirtschaftlichkeit von PV-Projekten. Dr. Natalie Mutlak (Clearingstelle EEG) stellte die rechtlichen Anforderungen an den Betrieb von Photovoltaikanlagen vor. Aufgrund unterschiedlicher Definitionen komme es immer wieder zu Klärungsbedarf: „In den VDE-Regeln wird alles, was zu einem Netzanschluss gehört, als Anlage betrachtet. Im EEG hingegen ist als Anlage nur das einzelne Solarmodul definiert.“

Anlagengröße und WR-Konzept

Über den sicheren Anlagenbetrieb aus Gutachtersicht berichtete Udo Siegfried (DGS Berlin). Je nach Größe der Anlage (und Höhe der Investitionssumme) sei eine andere Strategie anzuwenden: „Bei kleinen Anlagen reicht eine monatliche Kontrolle des Zählers aus, bei großen Anlagen ist ein fortlaufendes Monitoring erforderlich.“

Nicht nur die Anlagengröße, auch das Wechselrichterkonzept hat einen entscheidenden Einfluss auf die Betriebsführung. „Die Zuverlässigkeit der Wechselrichter ist der Schlüssel zu geringen Servicekosten.“, so Tom Rudolph (SMA). Dabei gebe es den Widerspruch, dass es gute Qualität nicht zu beliebig niedrigen Kosten gebe. Es zahle sich aus, die Produkt- und Installationsqualität höher zu bewerten als nur auf niedrige Anschaffungskosten zu achten.

Christoph Neufink (Skytron) stellte – auf die Anlagengröße abgestimmte – unterschiedliche Betriebsführungsstrategien vor. Es sei zu beobachten, dass es kaum präventive Wartung gebe, sondern Anlagenteile erst bei einem Defekt ausgetauscht würden. „Diese Strategie setzt voraus, dass man Defekte schnell erkennt und unverzüglich beseitigt, um Mindererträge zu vermeiden.“

Und die Kosten? Christian Dürschner (Ing.-Büro Dürschner) zeigte auf, dass sich – bedingt durch die in den vergangenen Jahren deutlich gesenkten Vergütungen – die nahezu gleich bleibend hohen Kosten für Wartung und Betriebsführung einen immer größeren Anteil an den jährlichen Erlösen ausmachen. „Damit ist es heute schwerer als früher, ein Geschäftsmodell für O&M aufzubauen.“

Monitoring sichert Erträge

In seinem zweiten Vortrag erläuterte Tom Rudolph (SMA), dass man mit Hilfe von Online-Kommunikationssystemen kostengünstig regelmäßige Ertragsrückflüsse kontrollieren, einen kontinuierlich störungsfreien Betrieb und die Einhaltung der technischen Betriebssicherheit sicherstellen könne. „Durch fortlaufendes Monitoring können Abweichungen des Ist- vom Soll-Zustand schnell erkannt und zeitnah behoben werden.“

Dr. Daniel Faltermeier (meteocontrol) berichtete von Erfahrungen und Optimierungen beim Betrieb von Photovoltaikanlagen. Er „schockte“ die Zuhörer auf der Basis von realen Betriebsdaten mit

der Feststellung: „Rund 80% der Anlagen schöpfen ihr Potential nicht aus und könnten höhere Erträge liefern.“ Ursache seien neben „klassischen“ Baumängeln die temporären Verschattungen durch Bewuchs.

Auf die Notwendigkeit, defekte Module durch baugleiche Module zu ersetzen, wies Dirk Volkmann (Volkmann Consult) hin. „Das ist heute aufgrund vieler nicht mehr existenter Hersteller eine große Herausforderung.“ Die man allerdings durch eine Nachfertigung von Modulen nach konkreten geometrischen und elektrischen Daten „elegant“ lösen könne.

Burkhard Schulze (ZVEH) informierte im Schnelldurchgang über die normativen Anforderungen. „Wiederkehrende Prüfungen für Photovoltaikanlagen sind ein Muss – mit dem 'E-Check PV' steht dafür ein geeignetes Werkzeug zur Verfügung.“ Außerdem dürfe man nicht vergessen, dass eine Photovoltaikanlage im Grundsatz eine elektrotechnische Anlage sei und somit zahlreiche VDE-Regeln eingehalten werden müssten.

Fazit

Es ist sinnvoll, einen angemessenen Teil der jährlichen Erlöse einer Photovoltaikanlage für deren Betrieb und Wartung auszugeben. Bei den mittlerweile sehr geringen Einspeisevergütungen muss geprüft werden, welchen Umfang die Maßnahmen haben dürfen, damit sie kosteneffizient sind: Bei älteren Photovoltaikanlagen mit höheren Einspeisevergütungen besteht ein größerer Spielraum hinsichtlich der Kosten, die jährlich als Betriebskosten anfallen „dürfen“.

Ralf Haselhuhn fasste es so zusammen: „Auch wenn es immer wieder zu beobachten ist, dass auch große Solarparks ohne Überwachung betrieben werden: Der Betrieb einer Photovoltaikanlage ist nicht wartungsfrei – durch gezielte und aufeinander abgestimmte Maßnahmen lassen sich langfristig Mindererträge vermeiden sowie Reparatur- und Schadenskosten sparen.“ Die Vorträge der Tagung sind beim Haus der Technik erhältlich.

ZUM AUTOR:

► Christian Dürschner

Ing.-Büro Dürschner, Erlangen

solare_zukunft@fen-net.de

BIOMASSE REICHT FÜR TELLER UND TANK

CARMEN-Symposium in Würzburg



Bild 1: Das CARMEN-Forum 2014 auf der Festung Rosenberg in Würzburg

Beim CARMEN-Symposium Anfang Juli stand neben dem überarbeiteten Erneuerbare-Energien-Gesetz Nachhaltigkeit im Blickpunkt. Das führte zu Rekordbesuch: Über 350 Teilnehmer informierten sich zwei Tage lang in Würzburg über „Erneuerbare Energien – die ökologische und ökonomische Wende?“

Eine wirkliche Antwort konnte die Veranstaltung auf der Festung Rosenberg zwar nicht geben. Aber Mais kam dort überraschend gut weg.

„Ein genereller Verzicht auf Bioenergie löst weder Hunger- noch Klimaschutzprobleme!“ Provozierend steigt Dr. Bernhard Widmann in die „Ethik der energetischen Biomassenutzung“ ein. Der Leiter des Technologie- und Förderzentrums TFZ Straubing fordert Mut, für die Erneuerbaren Energien (EE) einzustehen. Denn immerhin seien die EE von einer riesigen Mehrheit der hiesigen Gesellschaft erwünscht, das Thema sei also positiv besetzt, Zurückhaltung demnach unangebracht.

Gerade bei der Frage „Tank oder Teller?“ empfiehlt Widmann, mutig zu argumentieren und trotzdem das Prinzip Nachhaltigkeit einzuhalten.

Schon beim heftig umstrittenen Palmöleinsatz für Energiezwecke dreht er den bekannten Argumentationsspieß um: „Palmöl ist heute nur noch zertifiziert lieferbar – bei Lebensmitteln dagegen ist immer noch nichts zertifiziert“, auch nicht das Öl für Margarine.

Genauso sei Energiesprit beileibe keine Konkurrenz zu Lebensmitteln: „Nur sechs Prozent des Weltgetreides geht in die Biokraftstoffgewinnung.“ Weshalb

Bioenergie-Importe auch künftig unkritisch seien.

Energiezerrbild mangels Information

Dass die „normalen“ Menschen ein verzerrtes Bild von den EE haben und ihnen deshalb skeptisch entgegenstünden, hänge mit deren Sichtbarkeit vor Ort und mangelnder Information zusammen. Da ist Bernhard Widmann sicher.

Am Beispiel Mais macht er das deutlich. „Mais speichert Energie sichtbar über der Erde, Zuckerrüben unsichtbar unter der Erde.“ Aber obwohl der Maisanbau gegenüber den 1980er Jahren kaum mehr geworden sei, „bremst ihn der Bundesenergieminister jetzt aus“, schimpft Widmann über das Unwissen von SPD-Chef Sigmar Gabriel bei der jüngsten EEG-Reform.

Ein Steilpass für Thorsten Breitschuh, der im „maiskomitee.de“ Betriebe zu nachhaltigem Maisanbau berät. Am Beispiel Bayern führt er aus: Ungefähr ein Fünftel

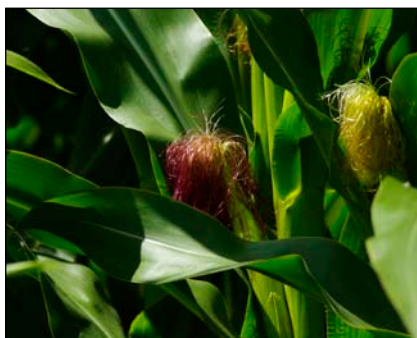


Bild 2: Eine wirkliche Antwort konnte die Veranstaltung auf der Festung Rosenberg zwar nicht geben. Aber Mais kam dort überraschend gut weg.

der Feldflächen werde durch die Produktion von Silomais aktuell belegt, weniger als 400.000 Hektar (ha). Das sei ungefähr so viel wie im Jahre 1986, kurz vor der deutschen Wiedervereinigung.

Dass der Mais inzwischen insgesamt wesentlich mehr Anbaufläche einnehme, liege an der stark gestiegenen Menge Körnermais: Der werde heute auf 150.000 ha angepflanzt, 1986 waren es in Bayern gerade mal 40.000 ha. Das wiederum sei dem wärmeren Klima und dazu passenden neuen Sorten geschuldet, die es damals noch nicht gab.

Der Wissenschaftler hat in seinen Arbeiten den Mais als Pflanzenart kennengelernt, die sich durch hohe Humus-Erzeugung, geringe Bodenerosion und andere positive Effekte auszeichne, „objektiv messbar“, wie Breitschuh betont. Das steht ganz im Gegensatz zu den negativen „Monokultur“- und „Vermaisungs“-Debatten in der Öffentlichkeit. Genauso wie seine Feststellung, dass in gerade mal fünf oder sechs Landkreisen deutschlandweit der Mais überhandnehme. Doch wer weiß das schon?

Lobbyarbeit wirkt

Könnte sein: Die vier großen deutschen Energiekonzerne. Die haben den direkten Zugang zur Politik, wenn man Prof. Dr. Volker Quaschnig von der Hochschule für Technik und Wirtschaft HTW Berlin glaubt. Doch die „Vier Großen“ stehen auch für Energieimport: Zwischen 1998 und 2015 stiegen die deutschen Import-Ausgaben für Rohöl, Erdgas, Steinkohle von 20 auf 90 Mrd. Euro. „Politik und Konzerne sind nicht in der Lage, unsere Lebensgrundlagen zu schützen. Deshalb müssen die 81 Millionen Bürger dafür kämpfen, gemeinsam die Energierevolution gegen die bestehenden Widerstände durchzusetzen. Unsere Kinder werden es uns danken“, setzt Quaschnig auf das Prinzip demokratische Energiewende.

Dabei müsse ein Prinzip für alle Rohstoffe gelten, fordert Dr. Josef Auer von DB Research vehement: „Gerade in der Agrar- und Energieproduktion gibt es für Nachhaltigkeit keine Alternative!“

ZUM AUTOR:

► Heinz Wraneschtz

Bild- und Text-Journalist für Energie- und Umweltthemen

heinz@bildtext.de

DURCHBLICK BEIM NEUEN EEG

Seminare „EEG 2014 – Konsequenzen für Bestands- und Neuanlagen“
in Nürnberg, Weimar und Berlin

Wichtige Eckpunkte für neue PV-Anlagen ab August 2014

Selbst Juristen verzweifeln an Sinn und Verständlichkeit der Gesetzesnovelle: „Da steigt keiner mehr durch“, zitiert Peter Nümann aus einer Fachzeitschrift für Energierecht bei seinem Seminar über das neue EEG für die DGS in Berlin Mitte August. Nümann ist Rechtsanwalt mit Kanzlei in Karlsruhe und Berlin und hat sich seit Jahren auch auf Erneuerbare Energien spezialisiert. Frühzeitig hat er sich mit den Änderungen des EEG beschäftigt und die mit der DGS Franken entwickelten Verträge zum PV-Mieten und zur Strombelieferung bereits auf den neuesten Stand gebracht.

Mit fast jeder Novelle wurde auch das Vergütungssystem mehr oder weniger umgestellt. Beispielsweise wurde 2009 eine Vergütung für Eigenverbrauch eingeführt, die 2012 wieder abgeschafft wurde. Gleichzeitig wurde stattdessen mit dem Marktintegrationsmodell eine Verpflichtung zum Eigenverbrauch eingeführt, die nun aber seit August 2014 für Neuanlagen nicht mehr gilt: Das Marktintegrationsmodell wurde aus dem EEG gestrichen – allerdings bleibt es für die zwischen April 2012 und Juli 2014 in Betrieb genommenen Anlagen gültig. Das kann dazu führen, dass zu verschiedenen Zeitpunkten in Betrieb genommene Anlagenteile nicht gemeinsam abgerechnet werden können.

EEG-Umlage für Eigenverbrauch

Besonders ärgerlich ist die EEG-Umlage für den vor Ort verbrauchten Solarstrom – ob durch den Anlagenbetreiber selbst oder durch jemand Drittes, der mit Solarstrom beliefert wird. Auch Nümann sieht hier

einen Widerspruch zu Sinn und Zweck des Gesetzes und möglicherweise sogar einen Verstoß gegen das Grundgesetz. Bei neuen Anlagen größer 10 kW_p Modulleistung ist für den selbst verbrauchten Solarstrom eine ermäßigte EEG-Umlage zu zahlen. Sie beträgt 30 Prozent der jeweils aktuellen Umlage (siehe Tabelle). Ab Januar 2016 steigt sie auf 35 und ab 2017 dann auf 40 Prozent der dann gültigen EEG-Umlage. Die prozentuale Steigerung und Anpassung an den aktuellen Umlagesatz, der jährlich neu bestimmt wird, betrifft dann auch Bestandsanlagen.

Anlagen bis 10 kW_p sind von der Umlagepflicht ausgenommen, jedoch zunächst nur für die zwanzigjährige Laufzeit der EEG-Vergütung. Danach sollen auch die Betreiber von Kleinanlagen die Umlage zahlen. Wer Solarstrom aus einer vor August 2014 errichteten Anlage größer 10 kW_p selbst verbraucht, zahlt nur dann keine (ermäßigte) EEG-Umlage, wenn er bereits vorher Eigenstrom genutzt hat. Beginnt der solare Eigenverbrauch erst jetzt, ist sogar bei der Bestandsanlage zu zahlen. Unklar ist im Moment noch, ab wann und an wen der Betreiber zahlen soll. Die zur Zeit noch zuständigen Übertragungsnetzbetreiber haben den Vollzug ausgesetzt, weil eine Verordnung des Wirtschaftsministers die Zuständigkeit ändern soll.

Der Eigenverbrauch durch den Anlagenbetreiber ist sehr eng auszulegen: Anlagenbetreiber und Solarstromverbraucher müssen personenidentisch sein (privater Haushalt oder innerhalb derselben Firma). Ansonsten handelt es sich um eine Stromlieferung und dafür ist jetzt immer die volle EEG-Umlage abzuführen, auch bei Bestandsanlagen und auch bei Anlagen kleiner 10 kW_p.

Inbetriebnahme im Jahr 2014	Jul	Aug	Sep	Okt*	Nov*	Dez*
Einspeisevergütung für Anlagen bis 10 kW	12,88	12,75	12,69	12,65	12,62	12,59
10 bis 40 kW	12,22	12,40	12,34	12,31	12,28	12,25
40 bis 500 kW	10,90	11,09	11,03	11,01	10,98	10,95
EEG-Umlage bei Eigenverbrauch aus Anlagen größer 10 kW **	-	1,872	1,872	1,872	1,872	1,872
EEG-Umlage bei Verbrauch durch Dritte für alle Anlagengrößen	6,24 (bisher 4,24)	6,24	6,24	6,24	6,24	6,24

*) Die endgültigen Vergütungssätze für Oktober bis Dezember wurden nach Redaktionsschluss von der Bundesnetzagentur veröffentlicht. Die hier genannten Werte waren aufgrund der Marktentwicklung wahrscheinlich (Absenkung der Degression von monatlich 0,5% auf 0,25%).

**) entfällt bei Anlagen größer 10 kW mit Inbetriebnahme vor August 2014 nur dann wenn Eigenverbrauch bereits vor 1.8.2014 stattgefunden hat

Tabelle 1: Vergütungs- und Umlagesätze für Solarstrom in Eurocent bei Anlagen auf Gebäuden



Peter Nümann

Neues Anlagenregister

Das bislang eher einfache Anlagenregister wird künftig bürokratischer auch für Betreiber von Altanlagen. Es verlangt umfassendere Auskünfte und auch Änderungen an der Anlage müssen mitgeteilt werden. Wer seinen Verpflichtungen nicht nachkommt, begeht eine Ordnungswidrigkeit, die mit einem Bußgeld belegt werden kann.

Der Bundesverband Solarwirtschaft e.V. (BSW-Solar) hat in einem ausführlichen Merkblatt die Neuerungen durch das EEG erläutert, abrufbar unter

<http://bsw.li/1n9ZGz>

Vergütungstabellen dazu unter

<http://www.solarwirtschaft.de/eeg-update.html>

Eine vollständige Übersicht auch aller früheren Vergütungssätze veröffentlicht der Solarenergie-Förderverein Deutschland (SFV) unter

<http://sfv.de/lokal/emails/sj/verguetu.htm>

Weitere Termine

13.10.2014, Nürnberg: Photovoltaik und Recht: Neue Konzepte – Neue Verträge

www.solarakademie-franken.de/termine/SP10-2014-10-13

14.10.2014, Nürnberg: Photovoltaik im Steuerrecht – Neueste Infos zu Eigenstrom, Stromlieferung und Batterien

www.solarakademie-franken.de/termine/SP11-2014-10-14

ZUM AUTOR:

► Thomas Seltmann

Der Autor ist unabhängiger Experte und Autor für Photovoltaik und hat bei der Stiftung Warentest den Ratgeber „Photovoltaik – Solarstrom vom Dach“ veröffentlicht.

www.photovoltaikratgeber.info

AKTUELLE VERANSTALTUNGEN

Titel	Kurzbeschreibung	Veranstalter	Wann / Wo	Kosten / ggf. Ermäßigung
► Vortrag Kleinwindanlagen – mein persönlicher Beitrag zur Energiewende.	Wieviel Strom kann ich mit einer Kleinwindanlage erzeugen, wo ist der optimale Standort, was ist genehmigungsseitig zu beachten, wie stehen Energieversorger und Nachbarn dazu, kann ich die Anlage selbst montieren, welche Unterschiede gibt es bei den Bauweisen? Referent: Manfred Lehner	DGS Sektion Süd-Württemberg sonnenflo@web.de	01.10.2014, 20:00 Uhr Café im Kornhauskeller Hafengasse 19, 89075 Ulm	frei
► 2. Deutsche PV-Sicherheitstagung Sicherheits- und Schutzkonzepte für PV-Anlagen und Batteriespeichersysteme	Typische Mängel und Fehler beim Anlagenbau und Lücken bei der Sicherheit. Künftige Anforderungen werden frühzeitig diskutiert um Lösungen zu finden und damit die Akzeptanz der Photovoltaik in allen Bereichen voranzubringen.	Haus der Technik in Kooperation mit der DGS Akademie Berlin www.dgs-berlin.de/de/dgsakademie	09. + 10.10.2014 10:00–19:00 Uhr + 09:00–15:30 Uhr NH Hotel Berlin Friedrichstraße	850,- EUR 810,- EUR für Mitglieder des Hauses der Technik und/oder der DGS
► Öffentlicher Dialog Energiewende gestalten	Beteiligung der DGS an der Veranstaltung des Klimabeirats Münster. Es sollen die Potentiale für Klimaschutzaktivitäten in der Stadt und Handlungsfelder herausgearbeitet werden.	Klimabeirat Münster + DGS-Sektion Münster muenster@dgs.de	24.10.2014, 14–21:00 Uhr Fürstenberghaus, Domplatz 20, Münster	frei
► Pressetermin Übergabe eines Solarstirling-Coolers	Dr. Werner Zittel von der Ludwig-Bölkow-Stiftung übergibt an die DGS-Solarschule im Berufskolleg Werne einen Solarstirling Cooler für Test- und Ausbildungszwecke.	DGS-Landesverband NRW muenster@dgs.de	27.10.2014, 16:00 Uhr	frei
► Energiestammtisch	Am 2. Energiestammtisch Münster steht das Thema „Wirtschaftlichkeit von Solarthermie“ im Haus im Mittelpunkt.	DGS-Sektion Münster muenster@dgs.de	06.11.2014, 19:00 Uhr Stadthaus 3, Albersloher Weg 33, Münster	frei
► Exkursion Schulen als Einsparkkraftwerke	Öffentliche Vorstandssitzung am Willibrord-Gymnasium in Emmerich. Die Schule ist eine von vier Bürgercontracting Projekten in NRW.	DGS-LV NRW muenster@dgs.de	19.11.2014, 15:00 Uhr	frei

weitere Veranstaltungen mit DGS-Rabatten finden Sie auf Seite 65 in dieser Ausgabe und u.a. auch hier:
www.dgs-berlin.de/de/dgsakademie, www.solarakademie-franken.de, www.dgs-thueringen.de/kurse.html



RENEXPO[®]

Richtig investieren

Die Energiefachmesse für Bayern

09. – 12.10.2014

Messe Augsburg

www.renexpo.de

DGS INITIATIVE ENERGIEWENDE IM MITTELSTAND

TEIL 1: VORSTELLUNG DER KAMPAGNE UND SCHWERPUNKT PHOTOVOLTAIK

Die Energiewende ist spätestens seit Fukushima eine der größten Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Es wird dabei vor allem um die Umsetzung eines zentralen politischen Ziels für unser Energiesystem der Zukunft gehen: Deutschland soll bei wettbewerbsfähigen Energiepreisen und hohem Wohlstandsniveau eine der energieeffizientesten und umweltschonendsten Volkswirtschaften der Welt werden. Dabei sind ein hohes Maß an Versorgungssicherheit, ein wirksamer Klima- und Umweltschutz, sowie eine wirtschaftlich tragfähige Energieversorgung zugleich zentrale Voraussetzungen.

Das Energiekonzept

Die Bundesregierung möchte mit ihrem Energiekonzept die Umstellung realisieren und definiert hierbei folgende Schlüsselthemen:

- Erneuerbare Energien als eine tragende Säule zukünftiger Energieversorgung
- Energieeffizienz als Schlüsselfrage
- Ausstieg aus der Kernenergie und Nutzung emissionsarmer fossiler Kraftwerke zur Restenergieversorgung
- die Leistungsfähige Netzinfrastruktur für Strom und Integration der Erneuerbarer Energien
- Energetische Gebäudesanierung und energieeffizientes Bauen
- die Herausforderung Mobilität
- die Energieforschung für Innovationen und neue Technologien
- die Energieversorgung im europäischen und internationalen Kontext
- die Kommunikation: Akzeptanz und Transparenz

Entscheidend kommt es darauf an, eine integrierte Gesamtstrategie zu formulieren. So muss beispielsweise im Strombereich der Ausbau der Erneuerbaren Energien zusammen mit der Steigerung der Energieeffizienz, dem Ausbau der Stromnetze und dem Bau neuer Speicher angegangen werden. Hierzu wird besonders auch der Aufbau eines kostengünstigen Energiemanagementsystems und den dazu notwendigen Energiemesskonzepten

eine große Rolle spielen, um das Zusammenspiel von Energieerzeugung und Energieverbrauch zu optimieren. Auch im Gebäudebereich hat insbesondere der Einsatz von Effizienzmaßnahmen ein enormes Potential. Erst wenn das ausgeschöpft wird, kann der Einsatz Erneuerbarer Energien für die Wärmeversorgung seine volle Wirkung entfalten.

Gewerbe: wichtiger Baustein beim Gelingen der Energiewende

Im Besonderen der Gewerbebereich muss eine tragende Rolle spielen, wenn die Energiewende gelingen soll. Die Regierung hat dies erkannt und unterstützt gerade klein- und mittelständische Unternehmen bei Energieeinsparung, Investitionen in Energieeffizienzmaßnahmen und Eigenstromversorgung mit attraktiven Förderprogrammen. Dazu müssen sie allerdings nun auch Gegenleistungen – unter anderem in Form einer Unternehmensstrategie zur Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen – erbringen.

Unternehmen wollen die Stromerzeugung zunehmend gerne selbst in die Hand nehmen. Dies zeigt eine Befragung des Deutschen Industrie- und Handelskammertages (DIHK) unter knapp 2.400 Betrieben Mitte 2013. Demnach erzeugen zwei von fünf Unternehmen schon Strom selbst oder planen dies. Unter dem Strich ist die Eigenversorgung für fast jedes zweite Unternehmen von Bedeutung. Dabei fällt die Wahl vor allem auf Solartechnik, gefolgt von fossilen Systemen in Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen, Biogas und Windkraft. Auch die Auswertung des KfW-Mittelstandspanels 2013 ergab, dass bereits jeder dritte Mittelständler von 2011 bis 2013 Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz oder zur Einsparung von Energiekosten ergriffen hat.

Mit den neuen Anforderungen sind allerdings auch viele Mittelständler inzwischen überfordert: Wie kann ich am besten Energiesparpotentiale systematisch erkennen und nutzen? Brauche ich ein Energiemanagementsystem nach DIN EN ISO 50001 oder reicht mir die einfachere DIN 16247-1? Welches Messsystem ist für mich wirtschaftlich einsetzbar? Wie bekomme ich meinen Spitzenstromausgleich

auch weiterhin zurück? Lohnt sich noch die Eigenstromversorgung durch beispielsweise Blockheizkraftwerke oder Photovoltaik überhaupt noch? Welche rechtlichen Aspekte gibt es? Und wie kann ich Förderprogramme hierzu optimal nutzen?

Die DGS Initiative Energiewende im Mittelstand

Die DGS stellt sich diesen Fragen und möchte Unternehmen bei ihrer Energiewende unterstützen! Neben der seit Jahren schon erfolgreichen Infokampagne Altbauanierung für Privathaushalte durch den DGS Fachausschuss Energieberatung (Pluszynski) wird es daher eine neue Kampagne „Energiewende Mittelstand“ geben. Hier wird eine Plattform geschaffen, in der Unternehmen fachausschussübergreifend das gesamte Potential der DGS durch unabhängige Experten nutzen können.

Mit der Initiative Energiewende Mittelstand möchte die DGS eine Vernetzung von Experten und möglichen Anwendern und Umsetzern starten, die gemeinsam voneinander lernen können. Zielgruppe ist insbesondere der Mittelstand. Während bei großen Konzernen oftmals schon entsprechende Strukturen geschaffen sind, fehlen diese im Mittelstand häufig. Hier geht es in den letzten Jahren nur langsam voran: Es sollen daher in mittelständischen Betrieben immer mehr Energiemanager aus- und weitergebildet werden, die dann verantwortlich für die Umsetzung der Energieziele stehen. Auch Energiemanagement-Systeme werden verstärkt eingesetzt und machen häufig den hohen Energieverbrauch erstmals transparent.

Für Gewerbetreibende gehen die Effizienzgedanken jedoch weiter und haben auch andere Schwerpunkte. Während es für private Eigentümer nur um die Einsparung von Energie und Euros geht, hat das im wirtschaftlichen Umfeld noch andere Aspekte: Neben der positiven Umweltwirkung, die auch für die Außendarstellung z.B. im Marketing eingesetzt werden kann, steht auch die Wettbewerbsfähigkeit im Vordergrund. Wer durch Energieeffizienz günstig produzieren kann, hat einen Vorteil gegenüber den Wettbewerbern. Auch kleine Beträge können hier große Auswirkungen haben.

Und in den meisten Fällen sind Investitionen in diesem Bereich sehr gut angelegt und amortisieren sich durch den Know-How-Einsatz und die Umsetzung von Einsparmaßnahmen in kürzester Zeit.

Hier möchte die DGS anknüpfen und Hilfestellung geben: Etliche Fachausschüsse sind in aktuellen Themen bestens vernetzt und gut informiert. Dieses Know-How muss umgesetzt werden.

Schwerpunkt 1 – Photovoltaik zur Senkung der Stromkosten

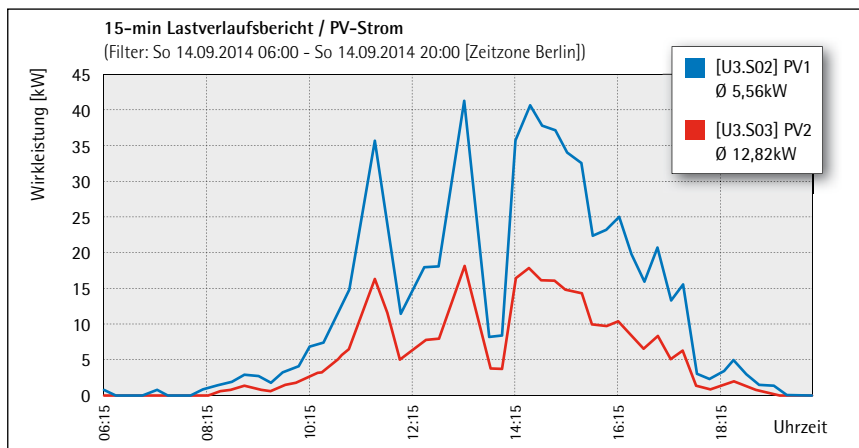
Seit 1.8.2014 gilt das neue EEG, das insbesondere für neue größere PV-Anlagen die Zahlung einer EEG-Umlage für selbst verbrauchten Solarstrom fordert. Insbesondere diese Regeländerung hat den PV-Markt in Deutschland im Vorfeld einbrechen lassen und dafür gesorgt, dass die Wirtschaftlichkeit solcher Anlagen sich leicht verschlechtert hat.

Aber ist PV deshalb „out“? Nein. Es ist mit die einfachste Art, die Strombezugskosten zu senken, sofern eine geeignete Dachfläche zur Verfügung steht. Strom aus der eigenen PV-Anlage hat weiterhin große Vorteile:

- der Strom wird unabhängig erzeugt, keine Vertriebskosten oder ähnliche Belastungen verteuern ihn
- der Strom ist preisstabil: Außer den laufenden Kosten für die PV-Anlage (z.B. Versicherung, Wartung..) werden keine Kosten fällig. Preissteigerungen sind daher nahezu ausgeschlossen.
- je nach Unternehmen (z.B. wenn große Kühllasten vorhanden sind) werden mit der Solaranlage auch Stromspitzen gekappt. Das kann auch finanzielle Vorteile für den Eigentümer haben.
- nach wie vor kann eine PV-Anlage in der Kommunikation eingesetzt werden. Der Betrieb demonstriert damit Umweltbewusstsein und Nachhaltigkeit.

Im Jahr 2011 wurde in Pforzheim von einem ortsansässigen Unternehmen aus der Zuliefer- und Drehteil-Branche ein Firmenneubau errichtet. Bei dem Gebäude wurden dabei die Flachdach- als auch auf die Shedbereiche (schräge Dachflächen) mit über 100 kWp PV-Modulen belegt.

Heute sind die Möglichkeiten noch umfangreicher: Neben der Eigenanlage können PV-Anlage auch gemietet werden. Ein Investor errichtet dann die Solarstromanlage auf dem Firmendach und vermietet diese an den Betrieb. Das schafft Vorteile in der Bilanz und bei der EEG-Umlage. Der Strom wird dann als Eigenverbrauch genutzt und reduziert den Strombezug



Darstellung PV-Ertrag in einem Energiemanagementsystem

des Netzbetreibers zum Teil erheblich. Bei einem aktuellen Industrieprojekt des Autors konnte ein Eigenverbrauchsanteil von 65% bei einer Anlagengröße von über 500 kWp erreicht werden.

Eine Solarstromanlage kann in die Energieüberwachung und andere Energieeffizienzmaßnahmen mit einbezogen werden. Im gewerblichen Bereich kommen Energie-Managementsysteme zum Einsatz, die über eine Vielzahl von Messstellen und Zähler den Energieverbrauch eines Betriebes aufzeichnen und transparent auswertbar machen. So können direkt Stromverbräuche von einzelnen Unternehmensteilen oder Maschinen verglichen werden, um erhöhten Verbräuchen auf die Spur zu kommen. PV-Anlagen können über den Stromzähler nahtlos in diese Systeme integriert werden (siehe Bild).

Aus den softwareseitigen Auswertungen kann in Sekunden die Eigenstrommenge abgelesen oder bei Sonnenschein besonders stromintensive Maschinen zugeschaltet werden.

Die DGS-Initiative Energiewende im Mittelstand möchte hierfür interessierte Betriebe eine erste Abschätzung kostenfrei anbieten: Nach einem Telefonat mit Austausch einiger Eckdaten zum Gebäude, Standort und Stromverbrauch erstellt die DGS eine kurzes Eckdatenblatt, auf dem eine mögliche PV-Anlage skizziert ist. Wie können Sie dieses Angebot nutzen? Einfach eine Email an sutter@dgs.de schreiben.

Schutz vor falschen Investitionsentscheidungen

Die Beispiele zeigen u.a. auch, welche Bedeutung der Mittelstand für das Gelingen der Energiewende hat und welche Chancen diese bietet. Fast 99 Prozent der deutschen Unternehmen sind klein oder mittelgroß. Sie setzen jährlich rund zwei Billionen Euro um – deutlich mehr als alle Dax-Unternehmen zusammen. Schon mit einfachen Investitionsmaßnahmen können

te allein hier der Stromverbrauch bis zu 10 % gesenkt werden.

Der Chefvolkswirt der KfW, Dr. Jörg Zeuner sieht den Mittelstand auf den richtigen Weg zu mehr Energieeffizienz, Energiekostensenkung und Klimaschutz. Dennoch bestehe großer Nachholbedarf, vor allem bei den kleineren KMU. Vor dem Hintergrund auch mittelfristig zu erwartender Energiepreissteigerungen sei die Erschließung von Energieeffizienzpotenzialen ein wichtiger Beitrag zur Standort-sicherung. „Die sparsame und effiziente Energienutzung hilft, die unter Druck stehende internationale Wettbewerbsfähigkeit des Mittelstands zu sichern.“

Wichtig hierbei ist natürlich auch der Schutz vor falschen Investitionsentscheidungen. Die Experten der DGS raten daher: Erst messen, dann auswerten und erst danach investieren. Denn nur wer weiß, wann er wo wie viel Energie benötigt, wird auch in seinem Unternehmen mit sinnvollen Investitionen zur Energiewende beitragen können.

In den nächsten Ausgaben der SONNENENERGIE wird die Serie Energiewende Mittelstand die oben beschriebenen Hauptthemen des Energiekonzepts durch die DGS Fachausschüsse intensiv behandeln.

Kontakt

FA Photovoltaik:

Jörg Sutter, sutter@dgs.de

FA Energieberatung:

Dipl.-Ing. Heinz Pluszynski - Privathaushalte, pluszynski@dgs.de,

Dip.-Ing. Gunnar Böttger – Gewerbe, boettger@dgs.de,

■ www.dgs.de/energiewende-mittelstand.html

ZU DEN AUTOREN:

► Gunnar Böttger, boettger@dgs.de

► Jörg Sutter, sutter@dgs.de

EFFIZIENZSTANDARDS FÜR PRODUKTE WEITERENTWICKELN

TOP-RUNNER-STRATEGIE ALS MODELL



grün färben reicht nicht.

Die EU-Mitgliedstaaten haben sich verpflichtet, ihren Primärenergieverbrauch bis zum Jahr 2020 um 20 Prozent zu verringern. Das „Ziel 20-20-20“ umschreibt diese Herausforderung. Die Erhöhung der Energieeffizienz um 20 Prozent gegenüber dem Trend ist ein Teil des gewählten Lösungsansatzes. Durch den Top-Runner-Ansatz können weitere Effizienzpotenziale von Produkten erschlossen werden.

Japanische Effizienz-Vorreiter setzen Dynamik in Gang

Als Pionier führte Japan die Top-Runner-Strategie in 1998 ein. Diese fördert die effizientesten Produkte am Markt durch ein umfassendes Anreizsystem. Das Prinzip ist einfach: An einem Stichtag wird eine Marktübersicht für eine Produktkategorie erstellt. Der Verbrauch der effizientesten unter den untersuchten Geräten wird als Standard zum Effizienz-Vorreiter (Top-Runner) für den Produktbereich erhoben.

Die japanische Regierung führte die Top-Runner-Regelung ein, um die Vorgaben aus dem Kyoto-Protokoll (1997) zu erfüllen. Nach Angaben von Kimura Osamu vom japanischen Forschungsinstitut CRIEPI [1] berücksichtigt das Top-Runner-Programm Produkte, die drei Kriterien erfüllen. Große Liefermengen innerhalb Japans, ein hoher Energiebedarf in der Nutzungsphase sowie ein großer Spielraum für eine Erhöhung der Energieeffizienz.

Nicht berücksichtigt wird allerdings der Energiebedarf für Herstellung, Transport, Lagerung, Verkauf und Entsorgung der Produkte (graue Energie). Das Besondere an den Effizienz-Vorreitern: Unternehmen müssen die neuen Effizienz-

standards innerhalb einer Frist umsetzen. Diese umfasst je nach Produktkategorie zwischen drei und zwölf Jahren. Die Standards und Fristen werden im Zieljahr überprüft. Oder früher, falls eine wesentliche Anzahl von Produkten die Standards bereits vor dem Zieljahr erreichen [2].

Freiwillige versus verpflichtende Instrumente

Seit 1978 wird in Deutschland der Blaue Engel für besonders umweltschonende Produkte und Dienstleistungen vergeben. 1992 wurde in der EU das europäische Umweltzeichen (EU Ecolabel) eingeführt. Ähnliche internationale Kennzeichnungen sind Energy Star (USA), Nordischer Schwan (Skandinavien), TCO (Schweden). Mit diesen Umweltzeichen lassen Hersteller Produkte freiwillig auszeichnen, wenn diese bestimmte Kriterien erfüllen. Neben freiwilligen, wurden in der Europäischen Union auch verpflichtende Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz von Produkten eingeführt.

Nach Angaben der Europäischen Kommission werden über 80 Prozent aller produktbezogenen ökologischen Auswirkungen in der Entwurfsphase eines Produktes vorbestimmt [3]. Mit dem Ziel, die Umweltverträglichkeit im gesamten Produkt-Lebenszyklus zu verbessern, erließ die EU am 21.10.2009 die Öko-Design-Richtlinie (2009/125/EG). Diese verpflichtende Regelung wird auch Energieverbrauchsrelevante-Produkte-Richtlinie (ErP-RL) genannt (siehe auch nachfolgenden Artikel). Der Anwendungsbereich umfasst neben energiebetriebenen Produkten, auch Produkte, die den Energieverbrauch anderer Systeme beeinflussen. Beispielsweise wassersparende Wasserhähne, die abgesehen vom Wasserverbrauch den Energieverbrauch für die Bereitstellung von Warmwasser mindern. Die Vorgaben gelten für neu in den Markt eingeführte Produkte. Mit dem Energieverbrauchsrelevante-Produkte-

Gesetz (EVPG) wurde die Richtlinie in deutsches Recht umgesetzt.

Die Öko-Design-RL beinhaltet keine produktspezifischen Vorschriften. Diese werden durch die Europäische Kommission (KOM) mittels Durchführungsmaßnahmen erlassen, die im Anschluss an Konsultationen entwickelt werden. Die Generaldirektionen Energie, Industrie und Unternehmen sowie Umwelt, sind dafür zuständig. Im Rahmen vorbereiteter Studien wird untersucht, ob und welche Ökodesign-Ziele für ein bestimmtes Produkt eingeführt werden sollten. Die Untersuchungen beinhalten Empfehlungen zur Verbesserung der Umweltverträglichkeit des Produkts. Die Position der deutschen Delegation wird zwischen den Bundesoberbehörden Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) und Umweltbundesamt (UBA) sowie der Deutschen Energie-Agentur (dena) abgestimmt.

Die Durchführungsmaßnahmen der Öko-Design-RL werden oft durch Maßnahmen zur Energieverbrauchskennzeichnung (EVK) ergänzt. Die EVK-RL vom 19. Mai 2010 ist ebenfalls verpflichtend und bezieht sich auf die Angabe des Verbrauchs an Energie und anderen Ressourcen mittels einheitlicher Etiketten und Produktinformationen.

Übernahme der Top-Runner-Strategie vorgeschlagen

Vor drei Jahren wurde seitens des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) und des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) ein Konzeptpapier über dynamische Effizienz-Standards für Produkte [4] vorgestellt. Es regt die Übernahme des japanischen Top-Runner-Modells an. Ziel des Konzeptes ist, die Qualität und Aussagekraft von Referenzwerten zu verbessern. Im Wortlaut: „Der Effizienzwert des sparsamsten Produkts sollte in den Ökodesign-Verordnungen nicht nur angezeigt werden, sondern als

Zielwert für den angestrebten nächsten Mindesteffizienzstandard ausgewiesen werden [...]“. Im Konzept wurde das Ziel formuliert, diesen Mindesteffizienzstandard „grundsätzlich als Ausgangswert für den bei der Revision neu festzulegenden Standard“ festzulegen.

Laut Aussage von Nicole Scharf-schwerdt, Pressesprecherin des BMUB, ist eine Umsetzung des Konzeptpapiers und der genannten Maßnahmen noch nicht erfolgt. Zur Umsetzung dieser Vorschläge sei eine Überarbeitung der Öko-Design-RL erforderlich. Eine solche Anpassung habe bisher noch nicht stattgefunden. Auf der Internetpräsenz des UBA ist der Stand der Durchführungsmaßnahmen in einer Tabelle [5] zusammengefasst. Dr. Ines Oehme (Fachgebiet Ökodesign beim UBA) weist darauf hin, dass die Energieeffizienz eines Produktes noch keine Aussage über den absoluten Verbrauch eines Produktes liefert. Bisher zielten Ökodesign- und EVK-RL darauf ab, die Energieeffizienz energiebetriebener Produkte zu steigern. Rückblickend wurde erkannt, dass der Energieverbrauch nur relativ gesehen sank. Diese Verminderung des Einsparpotentials einer Effizienzmaßnahme, durch einen Anstieg der Nachfrage, ist mit dem Begriff Rebound-Effekt in die Literatur eingegangen. Sogar der Wissenschaftliche Dienst des Bundestages setzt sich mit dem Phänomen Rebound-Effekt aus [6].

Eine Überarbeitung der Richtlinien steht in den nächsten Jahren an. Für die Revision der Öko-Design-RL schlagen Mitarbeiter des Instituts für Ökologie und Politik die Berücksichtigung des absoluten Energieverbrauchs der Produkte vor. In ihrer Studie „Ende der Verschwendung. Absolute Energieeinsparungen in den Richtlinien für Ökodesign und Verbrauchskennzeichnung verankern.“ [7], die im Mai diesen Jahres veröffentlicht wurde, fassen sie ihre Empfehlungen zusammen. Sie argumentieren, dass nur die Betrachtung des absoluten Energie-

verbrauchs eine Senkung der durch den Einsatz von Energieträgern verursachten Treibhausgasemissionen sowie eine Verbesserung der Versorgungssicherheit mit Energie umsetzbar sei.

Dem Energieverbrauch eine Grenze setzen

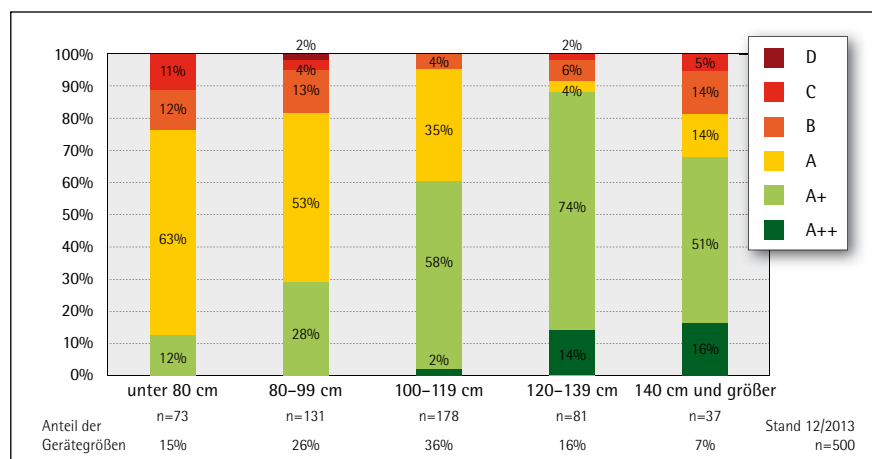
Staubsauger sind die erste Produktgruppe, für die eine Verbrauchsobergrenze festgelegt wurde. Bei anderen Haushaltskleingeräten, wie Wasserkocher, Bügeleisen, Küchenmaschinen oder Haartrockner ist eine Höchstgrenze prinzipiell auch denkbar. Die Einführung von Ökodesign-Durchführungsmaßnahmen für diese Geräte ist jedoch sehr unwahrscheinlich, da sie ein geringes Energieeinsparpotenzial haben.

In der genannten Studie werden Anforderungen in Erwägung gezogen, die helfen, indirekt den Energieeinsatz in der Herstellung zu verringern. Beispielsweise erweitert sich bei länger haltbaren Produkten, die repariert werden können, die Nutzungsphase. Bei Gerätegruppen mit erheblichen Unterschieden in der Größe – und somit großen Unterschieden im absoluten Verbrauch – ist die Aussagekraft von Energieeffizienzklassen gering. Das gilt für die derzeitige Ausgestaltung der Richtlinie. Ein Beispiel: Ein kleines Fernsehgerät der Klasse „D“ kann denselben absoluten Stromverbrauch aufweisen wie ein sehr großes Gerät in der Klasse „A++“. Ähnliche Aussagen treffen auf Waschmaschinen zu.

Stattdessen könnte ein niedriger absoluter Verbrauch mit einer guten Effizienzkategorie ausgezeichnet werden. Wenn durch Berechnungsformeln größere Geräte mit einem höheren absoluten Verbrauch als effizient dargestellt werden, werden Hersteller diese entsprechend bewerben. Ohne die Belohnung eines niedrigen absoluten Energieverbrauchs fehlt der Anreiz Geräte zu gestalten, die energieeffizient sind.

Quellen

- [1] K. Osamu (2012). The Role of Standards: The Japanese Top Runner Program for End-Use Efficiency. Historical Case Studies of Energy Technology Innovation in: Chapter 24, The Global Energy Assessment. Grubler A., Aguayo, F., Gallagher, K.S., Hekkert, M., Jiang, K., Mytelka, L., Neij, L., Nemet, G. & C. Wilson. Cambridge University Press: Cambridge, UK.; http://www.academia.edu/4274967/12_Kimura_Japan_Top_Runner_WEB
- [2] Naturvårdsverket (2005). The Top Runner Program in Japan. <https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5515-1.pdf?pid=3137>
- [3] Europäische Kommission (2014). Energieeffizienz. Ökodesign energiebetriebener Produkte. http://ec.europa.eu/energy/efficiency/ecodesign/eco_design_de.htm
- [4] BMWI/BMU (2011). Gemeinsames Konzeptpapier zur Weiterentwicklung des Top Runner-Ansatzes. www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/konzept_toprunner_bf.pdf
- [5] Umweltbundesamt (2014). Durchführungsmaßnahmen zur Ökodesign-Richtlinie. www.umweltbundesamt.de/dokument/durchfuehrungsmassnahmen-zur-oekodesign-richtlinie
- [6] Wissenschaftlicher Dienst des Deutschen Bundestags (2014). Der Rebound-Effekt: Störendes Phänomen bei der Steigerung der Energieeffizienz. www.bundestag.de/blob/282726/85e2970ac3cda746a05541a0269eda69/der-rebound-effekt--stoerendes-phaenomen-bei-der-steigerung-der-energieeffizienz-data.pdf
- [7] L. Spengler, D. Jepsen, L. Ausberg; ÖKOPOL GmbH (2014). Ende der Verschwendung. Absolute Energieeinsparungen in den Richtlinien für Ökodesign und Verbrauchskennzeichnung verankern. Studie im Auftrag des Bund für Umwelt und Naturschutz in Deutschland (BUND). http://www.oekopol.de/archiv/material/V612-1_BUND_%D66kopol-Ende%20der%20Verschwendung-DE.pdf



Fernsehgeräte: Anteile der Energieeffizienzklassen bei den verschiedenen Gerätegrößen

ZUR AUTORIN:

► Tatiana Abarzúa

Dipl.-Ing. (FH) Umweltschutz

abarzua@dgs.de

ENERGY LABEL UND ECODESIGN

ErP: DIE EU-GUIDELINE FOR ENERGY RELATED PRODUCTS DIE SOLARBRANCHE IN DER EU HAT EIN NEUES SCHLAGWORT

Am 6. September 2013 wurden die Energiekennzeichnungsverordnungen zu den EU „Energy Label“ und „EcoDesign“-Richtlinien für Warmwasserbereiter, Speicher, Raumheizgeräte, Kombiheizgeräte und Verbundanlagen im Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlicht (Durchführungsmaßnahme L239 mit den Verordnungen EU 811, 812, 813 und 814/2013). Zwei Wochen später, am 26. September sind die Verordnungen in Kraft getreten. Bereits zwei Jahre später, am 26.09.2015, müssen sie von allen EU28-Staaten verpflichtend umgesetzt sein. Die gilt sowohl für die technischen Anforderungen als auch für die Kennzeichnungspflicht. Zum ersten Mal werden über die einzelnen Produkte hinaus (Raumheizer, Speicher oder auch Warmwasserbereiter) ganze Systeme bewertet und mit den von Haushaltsgeräten, Glühlampen bekannten Energieeffizienzetiketten gekennzeichnet sein.

Die Basis sind zwei europäische Gesetze, aus denen die o.g. Richtlinien hervorgegangen sind: Zum einen das „Energieverbrauchskennzeichnungsgesetz“ (2010/30/EU – Energy Labelling) und das „Energiebetriebene-Produkte-Gesetz (EVPG): Gesetz über die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte (2009/125/EC – Ecodesign).

Solarsysteme: Kennzeichnung im Verbund mit fossilen Energieträgern

Solarthermisch Systeme erhalten kein Produktetikett, da sie keine Energie „verbrauchen“. Neben den bekannten „Etiketten“ wurde ein sogenanntes „Verbundetikett (Package Label: A+++ bis G) eingeführt. In Systemen, die solarthermisch betrieben werden und bei denen zusätzlich fossile Energieträger zum Einsatz kommen, beeinflussen, bzw. verringern die Solarthermie-Produkte den fossilen Energiebedarf. Das wird beim Labelling positiv berücksichtigt.

Auf den ersten Blick wirkt sowohl die „EcoDesign“ als auch die „Energy Label“-Richtlinie sehr vielschichtig und

kompliziert. Die nachfolgend beschriebenen wesentlichen Hinweise zum Gebrauch der Produktetiketten, die von den Herstellern (Lieferant, Hersteller nach EnVKG, §2 Abs.8) von Produkten in Verkehr gebracht werden, geben einen ersten Überblick.

1. Es gibt einen eigenen Teil für
a) Geräte zur Raumheizung und
b) für Geräte zur Warmwasserbereitung. In Deutschland kennen wir eher die Kombination beider Anwendungen, die in den Richtlinien als c) sogenannte „Kombiheizgeräte“ Berücksichtigung finden. Für alle drei Varianten ist die Kombination mit solarthermischen Systemen möglich und wird im Labelling berücksichtigt.
2. Es gibt für die verschiedenen Anwendungen, wie z.B. Heizkessel, Wärmepumpen, Niedertemperatur-Wärmepumpen, Kraft-Wärme-Kopplung unterschiedliche, spezifische Anforderungen und auch unterschiedliche Produkt-Etiketten, was dann auch wieder für die jeweiligen „Kombiheizgeräte“ gilt.
3. Für Trinkwasserspeicher gibt es spezifische Anforderungen und eigenständige Etiketten, wenn diese als eigenständiges Produkt angeboten werden (gilt nicht bei „eingebauten“ WW-Speichern)

Der Inverkehrbringer ist in der Verantwortung

Die Struktur der drei verschiedenen Verbundetiketten ist analog zu der oben genannten Systematik. Es wird die Kombination aus Heizgerät, Speicher, Systemregelung, einem möglichen weiteren Heizgerät und möglicher solarthermischer Unterstützung bewertet. Es wurde hierfür ein unkompliziertes Verfahren gewählt, welches es dem sog. „Inverkehrbringer“, dem Händler oder dem Installateur vereinfacht ermöglicht, eine solche Systembewertung mit wenig Aufwand vorzunehmen.

Dies ist auch die „Neuerung“ in der EU-Richtlinienlandschaft. Zum ersten Mal werden a) Systeme bewertet und b) der „Inverkehrbringer“, sprich der Händler, bzw. der Handwerker in die Verantwortung genommen. Denn verantwortlich gegenüber dem Endverwender ist der Anbieter, der gegenüber dem Endverwender auftritt, in unserem Fall der Installateur. Dieser muss für das installierte System ein sog. „Verbunddatenblatt“ ausfüllen. Je nach Gerät sind das Angaben zur Effizienz des Raumheiz- oder Kombiheizgerätes, die Klasse des Systemreglers, die Effizienz eines möglichen Zusatzheizgerätes, usw. Zur Bewertung der solarthermischen Anlage sind lediglich die Kollektorfeldgröße, das Speichervolumen, die Kollektoreffizienz sowie die Effizienz des Speichers notwendig. Am Ende kann die Gesamteffizienz auf dem Verbunddatenblatt abgelesen und einer Energieeffizienzklasse zugeordnet werden. Das entsprechende Dokument ist dem Endverwender bei Inbetriebnahme zu übergeben.

Die Hersteller haben besondere Verpflichtungen in Bezug auf die öffentliche Zugänglichkeit der diversen technischen Angaben. Für jedes Produkt sind die zu veröffentlichenden Daten festgelegt, ebenso die Form und der Ort der Veröffentlichung. So müssen diese sog. „Product fiches“ in den technischen, produktbegleitenden Unterlagen und in der jeweiligen Landessprache (EU28) auf der Homepage des Herstellers verfügbar sein. Darüber hinaus müssen ab dem 26.09.2015 die Energieeffizienzklassen der Produkte in Preislisten, Werbebrochüren und Produktdokumentationen immer angegeben sein.

Intensive Gremienarbeiten

Die Branche bereitet sich nun seit etwa 1,5 Jahren auf die Umsetzung der Richtlinie vor. Die EU hat fast 7 Jahre mit den verschiedenen Branchenvertretern und sehr vielen Experten an den Dokumenten und Verfahren gearbeitet. Die Richtlinien selbst stehen nun seit dem 06.09.2013

final zur Verfügung. Im Frühjahr sind sog. „Transitional documents“ zu weiteren Verfeinerung der Richtlinien veröffentlicht worden und darüber hinaus werden zum Herbst 2014 noch sog. „Implementing guides“ erwartet, die in Bezug auf Rechen- und Prüfverfahren noch einmal verfeinern und konkretisieren sollen, sowie die Einführung und Umsetzung in den EU28 begleiten und ergänzen werden.

Es gibt inzwischen zahlreiche Veröffentlichungen zu dem Thema und es wird erwartet, dass spätestens zur ISH2015 diverse Hilfen für das Handwerk zur Verfügung stehen. Auch das Handwerk selbst bereitet sich intensiv auf die Umstellung und die Notwendigkeit der verpflichtenden Informationspflicht gegenüber dem Endverwender vor. Es ist somit zu erwarten, dass umfangreiche Datenbanken mit den notwendigen Produktdaten und entsprechender „Verlinkung“ mit der Berechnung für das Verbunddatenblatt rechtzeitig zur Verfügung gestellt werden können und sich somit der individuelle Aufwand für den Händler, Handwerker bzw. Installateur minimiert wird.

Komplettsysteme im Vorteil

An dieser Stelle sei erwähnt, dass die Anbieter kompletter Systeme hier natürlich den Vorteil genießen ihren Kunden (Händler, Handwerker, Installateure) voll-

umfängliche Etiketten für Verbundanlagen zu liefern und damit dem Kunden den individuellen Aufwand auf nahezu null reduzieren. Hier muss der Installateur nur noch bei der Inbetriebnahme die fertig ausgefüllten Dokumente dem Endverwender übergeben.

Die Solarthermie-Branche musste nach der Veröffentlichung im Sept. 2013 noch einmal „nachsitzen“. Durch vehemente Intervention und zusätzlichen, erheblichen Aufwand der Fachgremien der europäischen Verbände ESTIF und EHI konnte die Kommission überzeugt werden, dass mit der vorliegenden Richtlinie die Bewertung von solarthermischen Systemen schwierig bis unmöglich war. Hintergrund ist die Notwendigkeit der Bestimmung der Warmwasserbereitungs-effizienz für die Kombination Speicher/Wärmeerzeuger für Systeme in denen die Raumerwärmung und Warmwasserbereitung durch den gleichen Wärmeerzeuger erfolgt.

In der Richtlinie wird vorgeschrieben, dass diese Gerätekombination in Abhängigkeit der Warmwasserzapfmenge vermessen werden muss. Nicht nur für solarthermische Systeme stellt dies ein nicht unerhebliches Markthemmnis dar. Anbieter von Wärmeerzeugern, die keine Speicher anbieten, oder auch umgekehrt können diese Informationen nicht zur

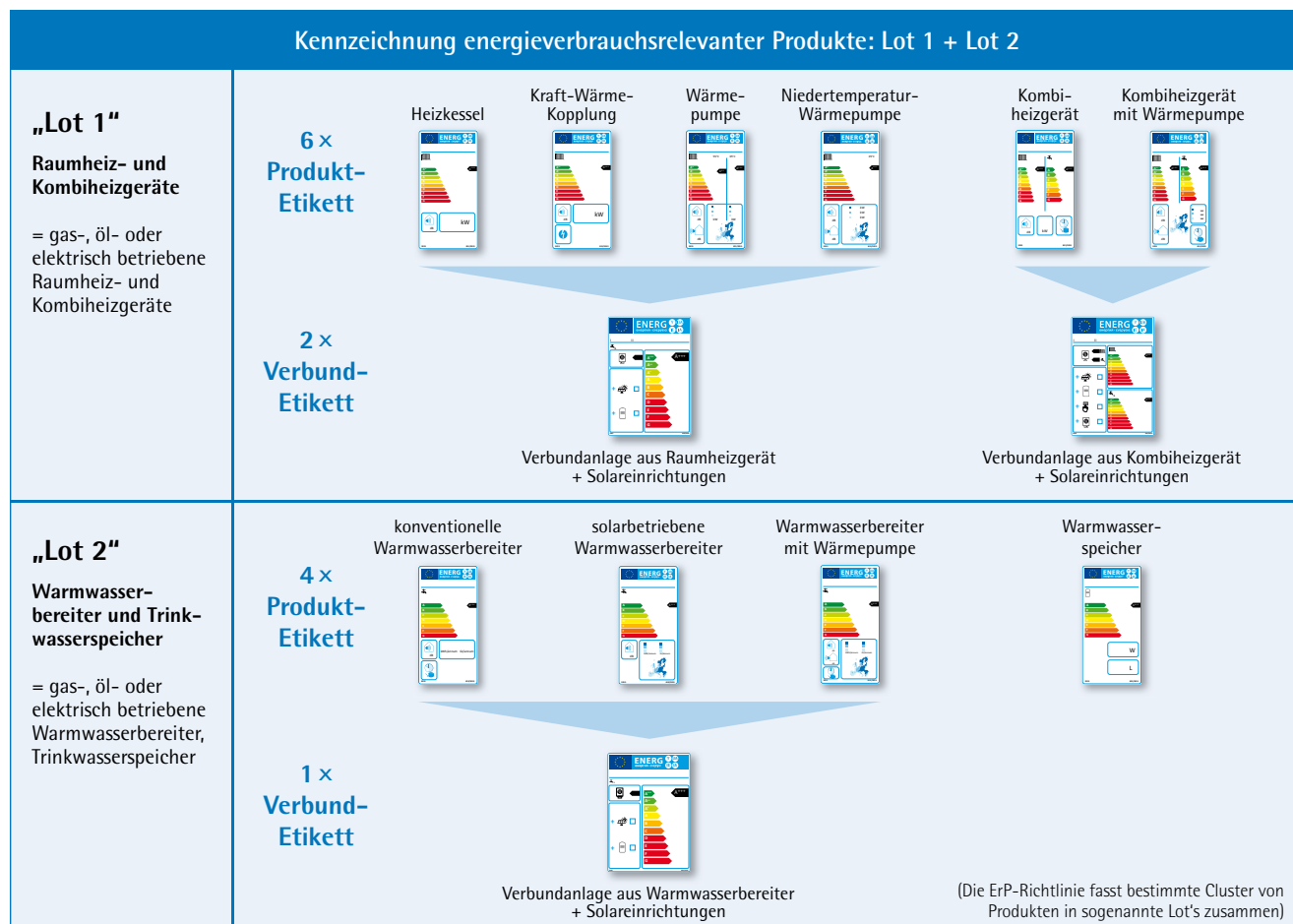
Verfügung stellen. Das gleiche geschieht im Bestand: Wenn z.B. ein Wärmeerzeuger ersetzt wird und der vorhandene Speicher weiter verwendet werden kann und soll, kann das Verbundetikett nicht erstellt werden, weil die notwendigen Daten nicht ermittelt werden können. Die Verbände haben somit in enger Abstimmung ein Berechnungsverfahren entwickelt, bzw. verfeinert um es für die solarthermischen Systeme mit konventioneller Nacherwärmung nutzen zu können. Nach aktueller Rückinformation mit dem zuständigen Mitarbeitern in der EU-Kommission wird dieses Rechenverfahren in die noch ausstehenden „Implementing guides“ einfließen und somit noch rechtzeitig für die Umsetzung zur Verfügung stehen

ZUM AUTOR:

► Ralf Koebbemann-Rengers

Bosch Thermotechnik GmbH,
Leiter Entwicklung, Systeme, Services,
Speicher und Solarthermie

Ralf.Koebbemann-Rengers@bosch.com



ADLERPERSPEKTIVE

EAGLE: EU-PROJEKT UNTERSUCHT DÄCHER AUF IHRE SOLAREIGNUNG

Die EU-Kommission hat im Jahre 2011 ein supranationales Forschungs- und Entwicklungs-Projekt mit dem Namen EAGLE genehmigt mit dem die flächendeckende Eignung von Dachflächen für Solarenergieanlagen per Ferndiagnose entwickelt und erprobt werden soll.

Partner dieses aus dem 7. Forschungsrahmenprogramm der EU geförderten Projektes sind:

- The Chartered Institute of Plumbing & Heating Engineering (CIPHE)
- Landesverband Thüringen der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. (DGS)
- Makedonsko Zdruzenie Za Sonceva Energija Solar Makedonija (SolMa)
- Svenska Solenergiforeningarna Seas 1 (SSE)
- Solar Trade Association Limited (REA)
- Bluesky International Limited (Bluesky)
- Solartech Ltd (Solartech)
- Solimpeks Enerji Sanayi Ve Ticaret AS (Solimpeks)
- Karlsruher Institut fuer Technologie (IPF-KIT)
- Steinbeis GmbH & Co. KG fuer Technologietransfer (StC)
- University Of Leicester (ULEIC)
- Software Company Eood (Novotika)
- Selcuk Universitesi (Selcuk)

Das Eagle Projekt schafft eine Webseite mit der die automatische Identifikation, Vermessung und die Analyse von Dachflächen für eine Eignung als Solarfläche durchgeführt werden kann. Beide solare Energiearten (Solarthermie und Photovoltaik) werden im Projekt erfasst und getrennt bewertet.

Das Ziel des Eagle Projektes ist es ein einfaches Interface zu schaffen, das den komplexen Prozess der Datenanalyse für den Nutzer auf wenige Schritte vereinfacht. Als Resultat wird ein professioneller Bericht über die Eignung der Dachflächen stehen, der neben einer Ertragsberechnung auch Hinweise über Einschränkungen oder sonstigen Hindernissen gibt.

Der vom Karlsruher Institut für Technologie (KIT) entwickelte Analysealgorithmus nimmt folgende Variablen in seine Berechnung auf:

- Nutzbare Dachfläche
- Neigung des Daches
- Ausrichtung des Daches
- Angebotene Menge des Sonnenlichtes
- Vorhandene Verschattungsflächen
- Eigenschaften der eingesetzten Solarmodule

Die Eagle Analyse-Webseite nimmt all diese Parameter in seine mathematische Modellierung des Ergebnisses auf.

Quelldaten

Das Eagle-System basiert auf Daten, die im Projekt generiert wurden und vom Betreiber der Webseite in den Analysealgorithmus eingepflegt wurden. Hauptsächlich sind dies geografische Daten, wie sie aus Google Earth oder ähnlichen Geodatenprogrammen bekannt sind. Das Haupt-Datensystem basiert auf einer sogenannten Punkt-Datenwolke. Dies sind eine Vielzahl von geografisch verorteten Punkten in einer dreidimensionalen Umgebung. Aus solchen Punktwolken, lassen sich, wenn diese dicht genug verortet wurden, realistische Modelle von Formen oder Landschaften bilden.

Diese Punktwolken werden genutzt um die externe dreidimensionale Struktur einer Oberfläche eines Objektes abzubilden. Im Eagle Projekt wird mit Hilfe dieser Methode die Oberfläche des Geländes, sowie die Dachflächen und Gebäude selber in einer mathematischen dreidimensionalen Struktur erfasst.

Es gibt für die Beschaffung der Punktwolke-Daten zwei Hauptdatenquellen bei Eagle. Die erste ist LiDAR (Light detection and ranging) eine laserbasierte Scanning-Methode von geografischen Oberflächen. Die zweite Methode ist die

Stereo-Luftfotografie (stereo areal photography). Beide Methoden basieren auf zivilen Fernerkundungssystemen die zumeist mit Satelliten, Flugzeugen oder bodennahen Systemen ein flächendeckendes Bild der Landschaft und der darin befindlichen Gebäude schaffen.

LiDAR ist ein System, dass ähnlich dem Laserscanner einer modernen Registrierkasse arbeitet. Es strahlt ein Objekt mit einem Laserstrahl an und misst die Zeit die benötigt wird um dieses Laserlicht wieder zur Quelle zurückzuspiegeln. Der LiDAR Sensor wird zumeist unter einem Flugzeug installiert und richtet sein Laserlicht vertikal nach unten auf den Boden. Das Flugzeug verfolgt dabei GPS-kontrollierte Bahnen entlang der Längen oder Breitengrade, um eine genaue Verortung der gewonnenen Datensätze auf einer Karte zuzulassen. Wenn der Laserstrahl vom Flugzeug nach unten scheint wird er wie in der untenstehenden Grafik zurück reflektiert. Durch die hohe Rechenleistung und exakte zeitliche Auflösung eines solchen Systems ist es möglich sehr genaue Geländemodelle auch von Gebäuden mit Aufbauten zu schaffen.

Stereo-Luftfotografie ist eine zweite Methode um aus der Ferne zu einem exakten Gelände und Gebäudemodell zu kommen. Die meisten Luftbilder, die kommerziell verfügbar sind, auch diese auf Google Earth, werden im Original als Stereo-Luftbilder aufgenommen. Hierbei wird dieses Kamerasystem ebenfalls unter einem Flugzeug montiert und schaut vertikal durch ein Loch herunter. Die eingebaute Kamera nimmt hierbei Luftbilder in einer Taktung vor, dass jedes Foto das andere in Flugrichtung um mindestens 60% überlappt. Wie beim LiDAR-System weiß die Kamera durch GPS exakt wo sie

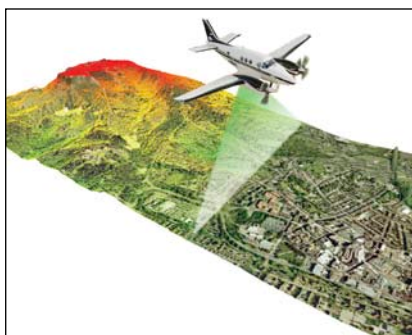


Bild 1: LiDAR

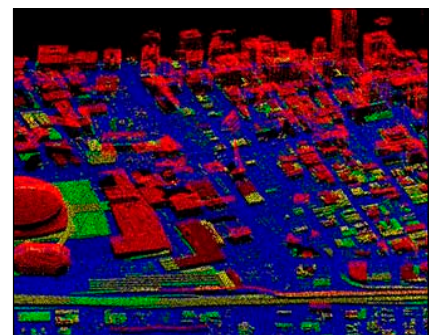


Bild 2: LiDAR point cloud

auf dem Globus steht und erlaubt uns die genaue Lokalisierung eines jeden Fotos. Mit dem Prozess der Photogrammetrie kann man diese Bilder dreidimensional abbilden. Mit einem Computerprozess kann auch hier aus diesen Bildern eine Punktwolke generiert werden mit der die Oberfläche an Landschaft und Gebäuden exakt abgebildet werden kann.

Beide Methoden, LiDAR und die Photogrammetrie von Stereo-Luftbildern, stellen die Rohdaten für Geländemodelle und ihre Datensätze können mit hoher Auflösung in kommerzieller Form von Bildagenturen erworben werden.

Datenverarbeitung

Im Eagle Projekt wurde vom Karlsruhe Institut für Technologie eine spezielle Datenverarbeitungssoftware geschrieben, die in der Lage ist die kommerziell verfügbaren LiDAR oder Stereo-Luftaufnahmen auszuwerten und in für die Analyse der solaren Eignung von Gebäuden geeignete Datenbanken zu überführen. Die aus dem Eagle Algorithmus resultierende Berechnung erlaubt eine verbesserte Dacherkennung gegenüber herkömmlichen Systemen.

Durch die Nutzung von Polygonen zur Modellierung eines Gebäudes können zusammenhängende Dachflächen so errechnet werden, dass eine realistische Entscheidung über Nutzbarkeit und Erträgen auf Basis mathematischer Modelle möglich ist. Wenn eine Gegend nur mit Stereo-Luftbildern und nicht mit dem LiDAR System erfasst wurde, kann die Berechnung direkt aus dem Datensätzen erfolgen. Hierbei werden größere Störstellen wie Kamine oder Dachgauben ausgeblendet, so dass die maximal nutzbare Dachfläche resultiert. Durch die geografische Verortung der Bilder, kann die Ausrichtung und Neigung der Dachflächen direkt errechnet werden.

Solare Strahlung und Verschattungsanalyse

Verschattungen von Solarenergieanlagen sind neben der vorhandenen Installationsfläche die wichtigsten Faktoren für die Vorhersage von solaren Erträgen. Im Eagle Projekt wird mittels einer wissenschaftlichen Strahlungsanalyse großflächig die Verschattungssituation im gesamten Kartengebiet erfasst und berechnet. Hierbei wird der Prozentsatz der Ertragsreduktion gegenüber einer unverschatteten Fläche ermittelt und grafisch sowie tabellarisch ausgewiesen. Durch die großflächigen Fernerkundungsdaten werden nicht nur Dachflächen, sondern auch Bäume oder andere Hindernisse erfasst und es kann ein hinreichend genaues Ergebnis errechnet werden.

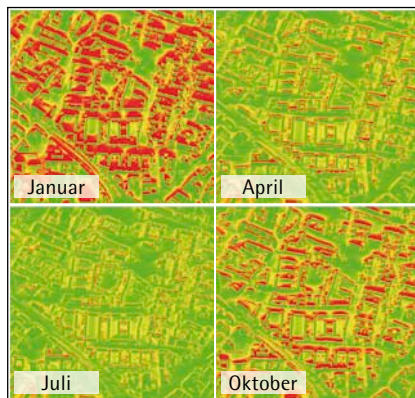


Bild 3: Verschattung und Ertragsreduktion im selben Kartenausschnitt über das ganze Jahr

Wetterereignisse, die Sonnenbahnen oder sonstige Strahlungsphänomene werden im Berechnungsalgorithmus vollständig mit ihren bekannten Mittelwerten abgebildet. Hierdurch wird für jeden Punkt auf der Karte eine akkurate Verschattungs- und Ertragsanalyse errechnet und die Karte entsprechend aufbereitet.

In den Abbildungen 5 bis 8 sieht man die Verschattung und Ertragsreduktion im selben Kartenausschnitt über das ganze Jahr. Hieraus kann man sich ein Bild von der mathematischen Genauigkeit dieser Flächenberechnung machen. Die roten Flächen sind verschattete Bereiche, man kann die durch den niedrigen Sonnenstand im Januar größere Verschattungsfläche gegenüber dem hohen Sonnenstand des Sommers deutlich sehen. Das Eagle System kann durch seinen am KIT entwickelten Algorithmus eine großflächige Analyse durchführen und hierdurch große Kartenausschnitte von ganzen Landstrichen verarbeiten.

Modulwirkungsgrade und wirtschaftliche Ergebnisse

Wenn das Eagle System in einem Kartenabschnitt die nutzbare Dachfläche ermittelt hat, wird mit den physikalischen Parametern (geografische Lage, Neigung und Ausrichtung) die durchschnittliche Menge an Sonnenlicht errechnet, die auf diese Fläche trifft. Ausgehend von den technischen Vorgaben zu Modulmaßen, kann das Eagle-System errechnen, wie viele Module bzw. Kollektoren auf das Dach passen. Dies ist ein rein mathematisches Verfahren und kein Planungsprozess, so dass die Ergebnisse nur einen Hinweischarakter haben, und nicht direkt umgesetzt werden können.

Das Ziel des Projektes ist es, dass in die Datenbank des Eagle Projektes alle technischen Daten von Module oder Solarpanelen gesammelt werden, um eine bessere Berechnung der Maximalleistungen und Erträge zu ermöglichen,

als dies mit Standarddaten der Fall ist. Die Informationen zu diesen Moduldaten können von Herstellern oder Installateuren sowie Planern eingepflegt werden.

Aus den technischen Daten kann zusammen mit der vorhandenen Kosten-schätzung eine Wirtschaftlichkeitsanalyse durchgeführt werden. Im Eagle-Projekt soll diese Analyse gemeinsam mit einem Service für Installateure angeboten werden, mit dem eine Übermittlung der Ergebnisse an Interessenten und Installateure erfolgen kann.

Der Ergebnisreport und seine Einschränkungen

Die gesamten oben beschriebenen Berechnungs-Prozesse im Eagle-Algorithmus laufen On-Demand in wenigen Minuten ab. Wenn ein Interessent eine Adresse eingibt und somit einer Anfrage startet, wird der Eagle-Server innerhalb von wenigen Minuten einen Report generieren. Hierbei muss der Datenserver mit den Geländedaten der betreffenden Gegend gefüttert werden. Hier setzt das Eagle-Projekt auf einen regionalen Ansatz in dem möglichst viele Daten offline vorberechnet werden, hierdurch kann die Antwortzeit des Systems in Grenzen gehalten werden.

Insgesamt ist das Eagle-Projekt ein Demonstrationsprojekt in der EU-Phase für die Technologie und kein vollwertiges kommerzielles Dienstleistungsangebot. Es wird im Rahmen des Projektvorhabens nicht möglich sein flächendeckend und europaweit Daten bereitzustellen, da sowohl die LiDAR Daten als auch Stereo-Luftbilder zum Teil mit hohen Kosten von Datendienstleistern versehen sind.

Das EAGLE Projekt ist ein 36 Monate dauerndes Vorhaben, das von der EU Kommission im Rahmen des Siebten Forschungsrahmenprogramms (FP7 – SME-2011-2) gefördert wird.

■ www.eagle-fp7.eu

ZUM AUTOR:

► Dr. Jan Kai Dobelmann

ist Alt-Präsident der DGS und koordiniert für den DGS Landesverband Thüringen die Aktivitäten des Verbandes bei dem Eagle-Projekt

dobelmann@dgs.de

ENERGIEWENDE VON UNTEN

TEIL 3: KOMBIKRAFTWERKE – NEUE ENERGIEWIRTSCHAFTLICHE UND -POLITISCHE MODELLE FÜR DIE BÜRGERENERGIEBEWEGUNG

In Teil 2 der Reihe „Energiewende von unten“ hatten wir begonnen, die technischen und wirtschaftlichen Potenziale eines Strom-Wärme-System aufzuzeigen und mögliche Geschäftsfelder in denen die Bürger davon profitieren können. Dabei wurde deutlich, dass die EEG-Reform der Bundesregierung die Gewinnung erneuerbaren Stroms beschneidet; doch die Energiewende ist nicht nur auf Strom beschränkt. Die Techniken des Strom-Wärme-Systems eröffnen neue Räume für ein Bürgerengagement zur Erzeugung erneuerbarer Wärme. Daraus ergibt sich die Frage, welche sozialen und energiepolitischen Rahmenbedingungen dafür notwendig sind.

Als vorläufige Bilanz des Jahres 2014 kann man feststellen, die Energiewende ist nicht nur im Strombereich ins Stocken geraten, sondern auch im Wärmesektor, weil dort eine dem EEG analoge haushaltsunabhängige Finanzierung erneuerbarer Wärme bisher nicht realisiert wurde. Entsprechende marktbasierte Modelle wurden zwar vorgeschlagen, jedoch weitgehend ignoriert, obwohl sie sich selbst finanzieren und, ähnlich dem EEG, eine Kostendegression für Wärme aus Erneuerbaren Energien ermöglichen könnten. Ein vernünftiges Erneuerbare-Wärmeenergie-Gesetz würde Energieeffizienzmaßnahmen und EE-Wärmege-winnung in der Förderung zusammenführen und Investitionsanreize bieten, welche die Stagnation im Wärmebereich überwinden könnte. Das gegenwärtige

EEWärmeG hingegen ist ein ziemlich zahnloser Tiger und verdient seinen Namen nicht.

Die Disproportion zwischen derzeit 25,4% EE-Strom und 12% EE-Wärme ist offensichtlich und muss abgebaut werden, damit die Energiewende nicht in eine systemtechnische und politische Schiefelage kommt. Die Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat) schreibt in ihrem Jahresbericht 2013 ¹⁾, dass die Wärmebereitstellung aus Erneuerbaren Energien im Jahr 2013 von rund 128 Mrd. kWh im Vorjahr auf knapp 133 Mrd. kWh angestiegen ist. Der Anteil der Erneuerbaren am gesamten deutschen Wärmeverbrauch lag jedoch im Jahr 2013 mit 9,0% knapp unterhalb des Vorjahrsniveaus von 9,3% (Bild 1). Zwar war dies auch witterungsbedingt, ist aber nichts desto weniger symptomatisch für die gegenwärtige Energiepolitik.

Klimatisch gesehen sollte erneuerbare Wärme in einem Land wie Deutschland eigentlich eine größere Rolle spielen. Denn 60 Prozent des Energieverbrauchs geht in die Wärmegewinnung. Da Strom- und Wärmeerzeugung immer enger zusammenwachsen, dürfte systembedingt der Anteil Erneuerbarer Energie im Wärmebereich zunehmen.

Herausforderungen des Strom-Wärme Systems in der Gebäudetechnik

In Zukunft kann die solare Wärmege-winnung eine deutlich größere Bedeutung spielen.

- Erstens, weil mit dem Einsatz solarer und erneuerbarer Wärme vor Ort der exergetisch hochwertige Strombedarf reduziert werden kann.
- Zweitens, weil der Flächenbedarf für die Nutzung von solarer Wärme pro Kilowattstunde dreimal kleiner ist als für die Photovoltaik.
- Drittens, weil sie mit einem EEWärmeG auch in Zukunft förderfähig ist.
- Viertens: Zwar sind die anfänglichen Systemkosten für Heizkombinationen meist höher als für konventionelle, dafür aber die Betriebskosten langfristig geringer (Bild 2).

Nach AGEE Stat ¹⁾ lag der Zubau von Solarkollektoren 2013 mit ca. 1,02 Mio. m² Kollektorfläche leicht unter dem Niveau des Vorjahres. Etwa 6,8 Mrd. kWh Wärme wurden 2013 durch Solarthermieranlagen bereitgestellt, das entspricht knapp fünf Prozent der Wärme aus Erneuerbaren Energien bzw. knapp einem halben Prozent des gesamten Wärmeverbrauchs.

Der Zubau von Heizungssystemen auf Basis von Wärmepumpen konnte mit rund 73.000 Stück das Vorjahresniveau abermals erreichen. Insgesamt kletterte der Bestand deutschlandweit auf 790.000 Wärmepumpen. Damit konnten im Jahr 2013 insgesamt gut 9,5 Mrd. kWh Wärme aus Erneuerbaren Energien bereit gestellt werden, das entspricht sieben Prozent der gesamten erneuerbaren Wärme ¹⁾.

Doch obwohl die Wärmeerzeugung das Schwergewicht beim Energieverbrauch ist,

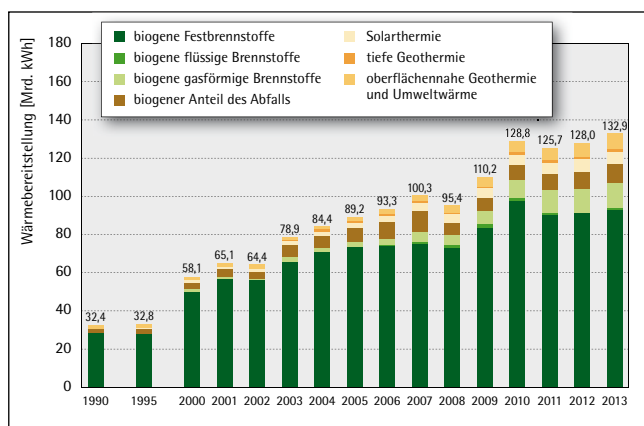


Bild 1: Entwicklung der Wärmebereitstellung aus Erneuerbaren Energien in Deutschland

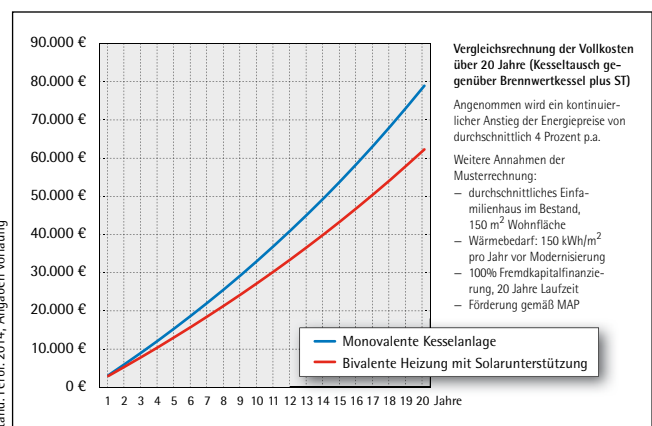


Bild 2: Vergleich der Wärmekosten bei angenommenen 4% Brennstoff-Preissteigerungen während einer Lebensdauer von 20 Jahren

sehen wir seit Jahren, dass relativ günstige finanzielle Bedingungen, technische Weiterentwicklungen und energetische Argumente allein nicht ausreichen, um der erneuerbaren Wärme, insbesondere der Solarwärme zum Durchbruch zu verhelfen. Hier muss genauer hingeschaut werden: Es kommt wohl sehr darauf an, wie die Techniken finanziert und in das jeweilige soziale Umfeld eingebettet werden können.

Zusammen mit bauphysikalischen Maßnahmen kann die Energieversorgung der Neubauten wie der Bestandsgebäude erst mit Erneuerbaren Energien ihre volle Wirkung entfalten. Denn ein geringerer Energiebedarf bringt generell Vorteile für den Einsatz Erneuerbarer Energieträger. Hinzu kommt, dass KWK-Anlagen und Wärmepumpen mit Strom aus Erneuerbaren Energien wirtschaftlich mit höherer Effizienz betrieben werden können.

Durch das Zusammenwachsen von Strom und Wärme auf technischer Ebene findet daher ein Umdenken in der Wohnungswirtschaft statt. Viele Unternehmen würden hier gerne investieren, können dies aber auf Grund der rechtlichen Rahmenbedingungen nicht.

Ein neues Erneuerbares Wärmeenergie Gesetz ist dringend

Hier könnte das so genannte Prämienmodell, das in einer Studie von der Böll-Stiftung ²⁾ vorgeschlagen wurde, einen Fortschritt bringen: Die Studie favorisiert ein marktbasierendes Prämienmodell mit einer Wärme-Umlage. Es ist analog zum EEG auch im Wärmebereich haushaltsunabhängig konzipiert und ermöglicht eine Degression der Kosten für Effizienzmaßnahmen und für die Gewinnung von Wärme aus Erneuerbaren Energien. Die Haushaltsunabhängigkeit gewährleistet langfristige Investitionssicherheit, sodass in neue Produktionsanlagen sowie in kostensenkende Forschung und Entwicklung investiert werden kann.

Das Prämienmodell fördert sowohl die Erneuerbaren Energien im Wärmebereich als auch die energetische Gebäudesanierung indem die Nutzer fossiler Wärme zur Finanzierung der Prämie herangezogen werden. Mit dem Prämienmodell werden die Großhändler von Erdgas und Heizöl verpflichtet, an diejenigen, die in Anlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien zur Wärmebereitstellung oder in die energetische Gebäudesanierung investieren, eine Prämie zu zahlen. Diese Prämie deckt die Zusatzkosten der Investitionen im Vergleich zu einer fossilen Wärmeherzeugung oder einem Gebäude ohne energetische Sanierung ab. Eine Verbindung von Erneuerbaren Energien und Energieeffizienz ist da-

durch gegeben, dass Investoren in Effizienzmaßnahmen bei Gebäuden und in EE-Anlagen zur Wärmeherzeugung über das gleiche Instrument eine Förderung erhalten. Das Prämienmodell kann an die Weltmarktpreise für Erdgas und Mineralöl angepasst werden. Je teurer fossile Energien sind, desto günstiger sind die jeweiligen Zusatzkosten. Wie stark die Bürgerenergiebewegung mit einem solchen Förderinstrument werden kann, ist eine spannende Frage. Sie wird dadurch stimuliert, dass sich die Renditemöglichkeiten, die das EEG jahrelang bot, verringert haben, gleichzeitig aber die Heiz- und Wärmekosten seit 1992 um rund 150 Prozent gestiegen sind. Dies bietet nun einen ökonomischen Anreiz für den Einsatz Erneuerbarer Energien auch in der Wärmegewinnung. Über die Auswirkungen der politischen Krise im Erdöl- bzw. Erdgas-Gürtel von der Arabischen Halbinsel bis zur Ukraine lässt sich gegenwärtig nur spekulieren. Den notwendigen Ausbau von dezentralen Strom-Wärme-Systemen hat die Bundesregierung nicht im Blick. Im Gegenteil, sie arbeitet mit Hochdruck an Regeln für ein neues Strommarktdesign, wie das so schick heißt, mit dem die angestammte Monopolstruktur der Energieerzeugung und -verteilung wieder hergestellt werden kann.

Kraftwerke selber machen

Worin liegt die Antwort auf die Verfechter des „neuen“ Strommarktdesigns? In der Praxis sollten sich Bürger, Genossenschaften und Kommunen bzw. kommunale Verbände und Einrichtungen auch in das Geschäft mit den Netzen, Netzstabilität, den Systemdienstleistungen und Kombikraftwerken einschalten. Waren nach dem EEG die Produzenten von regenerativem Strom einfach „ablieferungsberechtigt“, so können und sollen sie zukünftig selbst vermarkten. In diesem ungeliebten Vermarktungszwang, besteht für Solar- und Windparks auch eine Chance.

Es geht sowohl um separate Netze, die von Bürgern bezahlt und installiert werden als auch um eigenständige EE-Kraftwerke nach dem Modell des Kombikraftwerkes, bei dem mehrere Windparks, Biogas- und Photovoltaikanlagen zu einer regelbaren Einheit zusammengeschlossen werden. Dies ist als Forschungsprojekt ³⁾ bekannt geworden und konnte einer breiteren Öffentlichkeit demonstrieren, wie heute Regelleistung bereitgestellt und ein Beitrag zur Stabilität der Stromversorgung, also Systemdienstleistung, realisiert werden kann.

Projektierer und Investoren arbeiten an solchen EE-Verbundkraftwerken. Als

neuer Kraftwerkstyp können sie die Aufgaben herkömmlicher Kraftwerke übernehmen. Als Geschäftsmodell umgesetzt, kombinieren sie als flexibel regelbare Einheiten nicht nur Biogas-, Wind- und Sonnenstromanlagen, sondern können über ein eigenes Umspannwerk bis hinauf in das 380 kV-Höchstspannungsnetz liefern und vermarkten. Die Bundesnetzagentur akzeptiert diese Vorhaben und erkennt sie als Teil des deutschen Verbundnetzes an.

Wurden Windenergie und Photovoltaik bisher ausschließlich als separate Systeme gesehen, so ist heute klar, dass sich beide hervorragend kombinieren und wirtschaftlich betreiben lassen. Ein solches Alternativkraftwerk kann erzeugungs- und nachfrageorientiert einspeisen, von der Grundlast bis zur Regelleistung. Auf mittelfristige Sicht können diese Kombikraftwerke mit den Techniken des Power to gas oder Power to heat ergänzt bzw. erweitert werden..

Alternative Kombikraftwerke und ein EEWärmeG nach dem Prämienmodell markieren die nächsten Schritte der Energiewende, weg von der überholten Förderung jeder erzeugten Kilowattstunde hin zum bürgergerechten Marktdesign für Erneuerbare Energien und Energieeffizienz. Ein bürgerschaftliches Engagement sollte sich gedanklich nicht auf Energieautonomie im Haus- und Wohnbereich beschränken, sondern den Schritt zu erneuerbaren dezentralen Kombikraftwerken wagen.

Fußnoten

- 1) Musiol, Frank, Dr. Erneuerbare Energien im Jahr 2013. Erste vorläufige Daten zur Entwicklung der Erneuerbaren Energien in Deutschland auf der Grundlage der Angaben der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)
- 2) Küchler, Swantje; Nestle, Uwe; Bär, Simon; Fuhrmann, Tristan „Strategien zur Modernisierung I: Neue Finanzierungsmodelle für einen klimaneutralen Gebäudebestand“ – Heinrich Böll Stiftung: Schriftenreihe zur Ökologie, Band 23, 2012
- 3) www.kombikraftwerk.de

ZU DEN AUTOREN:

► **Klaus Oberzig**
ist Wissenschaftsjournalist aus Berlin
oberzig@scienzz.com

► **Dr. Gerd Stadermann**
ist Fellow am Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW)
gerd.stadermann@ioew.de

SIND PUMPSPEICHER EIN AUSLAUFMODELL?

DIE AKTEURE DER FOSSIL-ATOMAREN ENERGIEWIRTSCHAFT ERKLÄREN PUMPSPEICHERKRAFTWERKE ZU UNERSETZLICHEN BAUSTEINEN DER ENERGIEWENDE. DOCH EINE SYSTEMISCHE ANALYSE ZEIGT, DASS DIESE GROSSTECHNOLOGIE LETZTLICH KEINE STRATEGISCHE BEDEUTUNG HAT.

Ja, es gibt Nächte in denen kein Wind weht. Neue Stromleitungen helfen hier auch nicht weiter, denn Stromleitungen können keinen Strom produzieren, sondern erlauben lediglich die räumliche Verlagerung der Produktion. Die fossilen Energiespeicher Kohle-Öl-Erdgas scheiden aus den bekannten Gründen „Klimawandel und Verknappung“ als Lösungen aus. Für eine 100%-ige Energiewende braucht man somit zwangsläufig neue Formen der Energiespeicherung.

In der letzten Zeit wird verstärkt von der Energiewirtschaft darauf gedrängt zusätzlich zu den 3.600 km neuen Stromleitungstrassen auch ganz viele neue Pumpspeicherkraftwerke zu bauen, da diese für eine Energiewende notwendig seien. Da sich bei den Stromtrassen bereits herumgesprochen hat, dass diese vorrangig zur langfristigen Sicherung des Abtransportes von Braunkohlestrom dienen, lohnt sich auch hier eine genauere Analyse. Was ist an der Behauptung „die Energiewende braucht Pumpspeicher“ dran – beziehungsweise, was und wer steckt hinter dieser Behauptung.

Energiewende = Mobilitätswende

Wer das Energieproblem lösen will, muss immer das ganze Problem im Auge behalten. Es ist nicht zielführend sich nur mit dem Stromnetz zu befassen. Wir brauchen eine fundamentale Veränderung der Strom- und Wärmeversorgung, des Mobilitätssystems, als auch der Rohstoffversorgung unserer Industrie. Bei all diesen Veränderungen gilt es dann noch die Nahrungsmittelversorgung der Menschen sicherzustellen.

Das große Konfliktpotential steckt im Flächenbedarf, da in der Zukunft wieder alle Bedürfnisse über die „Ernte auf der Fläche“ gedeckt werden müssen, und nicht aus „einem ertragreichen Bohrloch“.

Es gibt zwei unübersehbare Problemfelder, denen wir uns offensichtlich und ganz gezielt nicht ernsthaft widmen

wollen, weil wir dann irgendein kleines Detail an unserem königlich-verschwendischen Lebensstil ändern müssten:

- **Exzessiver Fleischkonsum:** Der Flächenbedarf für die Produktion der Futtermittel ist gigantisch. Dies ist bereits heute nicht mehr nachhaltig und kann langfristig nicht aufrecht erhalten werden. Fleischkonsum „skaliert“ nicht im globalen Maßstab.
- **„Pyromantische“ Mobilität:** Um von A-nach-B zu gelangen ist die Welt heute praktisch zu 100% von Explosionsmotoren und Erdöl abhängig. Erdöl ist (zum Glück?) die knappste fossile Energieressource.

Den Umstieg von „Schnitzel auf Gemüsebrätling“ könnte man mühelos in einem Jahr durchführen. Wir werden diesen Wandel aber vermutlich erst unter dem Zwang einer Hungersnot vollziehen, weil offenbar Massentierhaltung, Gensoja-Urwaldrodung, Tierkadaver und dergleichen einfach so „super lecker“ sind.

Der Weg vom „Benzin-Stinker zum Elektroflitzer“ scheint für den Homo sapiens psychologisch einfacher zu verkraften zu sein; mehr Fahrspaß bei weniger Ökogewissensbissen. Doch leider wird dieser Prozess, bei dem immerhin rund eine Milliarde Fahrzeuge abgeschafft oder ersetzt werden müssen, mehrere Jahrzehnte dauern. Am Ende fahren wir dann elektrisch oder gar nicht. Soviel ist sicher.

Massenprodukt „Stromspeicher“

E-Fahrzeuge sind die einzige Mobilitätslösung, die von ihrem Energie- und Rohstoffbedarf mit einer Energiewende vereinbar ist. Wenn aber die Mobilität auf elektrische Antriebe umgestellt werden muss, weil es nach heutigem Wissensstand keine andere Option gibt, dann wird es auch zwangsläufig „mobile Stromspeicher“ als ein bezahlbares Massenprodukt geben ... müssen.

Unser Wirtschaftssystem ist ohne Waren- und Personentransporte nicht aufrecht zu erhalten. Man kann es nicht deutlich genug betonen: Ohne bezahlbare Elektromobilität keine Energiewende!

Wir werden später noch einmal auf diesen Aspekt zurück kommen.

Energiewendespeicher

Um die Relevanz von Pumpspeicherkraftwerken einordnen zu können ist eine Abschätzung des Bedarfs an zukünftigen Stromspeichern erforderlich.

Eine detaillierte Herleitung und Analyse der notwendigen „Energiewendespeicher“ wurde in der SONNENENERGIE 2012-01 veröffentlicht. Dort haben wir vor allem die „100% Erneuerbare“-Studie des Umweltbundesamtes (UBA) aus dem Jahr 2010 untersucht und bewertet. In dem Artikel wurden auch einige kritische Aspekte der Versorgungssicherheit im Detail erläutert (siehe auch Bild 1).

Für die nachfolgenden Betrachtungen legen wir folgende Erkenntnisse zu Grunde, die sich im wesentlichen auch in den Annahmen einer Studie des Fraunhofer ISE vom November 2012 wiederfinden:

- Der Strombedarf wird in Zukunft durch Effizienzmaßnahmen sinken aber gleichzeitig durch die Abkehr von der Verbrennungstechnik in den Sektoren Mobilität und Wärme wieder deutlich ansteigen. Der Bedarf bleibt also mindestens auf dem Niveau von heute: 600 TWh/a oder mehr.
- Der tägliche Stromverbrauch wird folglich mit 1.600 GWh abgeschätzt.
- Die Erneuerbare Stromproduktion basiert maßgeblich auf Wind- und Solarstrom. Echte 100%-EE-Szenarien (Strom, Wärme, Mobilität) lassen erahnen, dass am Ende Wind- und Solarstromanlagen mit jeweils 200 bis 300 GW Leistung am Netz hängen müssen.
- Kurzzeitspeicher müssen primär die Schwankungen zwischen Tag

und Nacht ausgleichen können und sollten deshalb in der Lage sein, mindestens 500 GWh pro Tag zu bewegen. Um den überschüssigen Solarstrom in der kurzen Mittagsphase aufnehmen zu können, muss hier eine Leistung von mindestens 100 GW in der Fläche verfügbar sein.

- Langzeitspeicher müssen mindestens die Energie zur Überbrückung einer „Dunklen-Flaute“ von zwei Wochen speichern können (siehe Bild 1) und in dieser Zeit das gesamte Stromnetz aufrecht erhalten können. Daraus resultiert ein Leistungsbedarf von 60 bis 80 GW und ein Energiespeicherbedarf von mindestens 25.000 GWh. In der Realität wird man zur Überbrückung des Winters vermutlich sogar mehr als 100.000 GWh Speicherkapazität anstreben.

In der Tabelle 1 werden die obigen Kennzahlen für Leistung und Energiemenge noch einmal zusammengefasst und in den Kontext mit verschiedenen Szenarien für den geforderten Ausbau von Pumpspeicherkraftwerken gestellt. Bevor wir jedoch auf diese Zahlen im Detail eingehen, sollte das Konzept eines Pumpspeichers kurz erläutert werden.

Pumpspeicherkraftwerke (PSW)

Wenn man eine Staumauer errichtet und dann das angestaute Regen- oder Schmelzwasser zur Stromproduktion durch eine Turbine leitet, so erhält man ein Speicherwasserkraftwerk. Erweitert man dieses Bauwerk um eine gigantische, elektrische Pumpe, mit der man das Wasser auch den Berg hinauf befördern kann, so erhält man ein Pumpspeicherkraftwerk (PSW). Dieses ist ein Stromspeicher, der elektrische Energie aufnimmt und in potentielle Energie (die Lageenergie der nach oben gepumpten Wassermassen) umwandeln kann. Bei Bedarf wird die Lageenergie des Wassers wieder in Strom gewandelt, in dem man es von dem so genannten Oberbecken in das Unterbecken laufen lässt. Die Verluste liegen bei heutigen Anlagen bei rund 20 Prozent.

Das Prinzip ist banal, weshalb die ersten Energiespeicher dieser Bauart bereits vor über 100 Jahren in Betrieb gingen. Die speicherbare Energiemenge ergibt sich aus dem Höhenunterschied und der Größe der beiden Wasserbecken. Die Leistung der Pumpe und des Generators sind von der im Wasser gespeicherten Energiemenge weitestgehend unabhängig. Meist wird die Pumpe schwächer ausgelegt, als der Generator, was für die „Veredelung“ von Nachtstrom aus Atom- oder Kohlekraftwerke eine sinnvolle Optimierung

Technologie	Energie	Leistung	Anmerkung
Windkraft – Ziel 100%EE	657.000 GWh/a	285 GW	laut [ISE-2012] REMax
Solarstrom – Ziel 100% EE	246.000 GWh/a	252 GW	laut [ISE-2012] REMax
Speicher im dt. Erdgasnetz	217.000 GWh	n.a.	laut [ZFES-2012]
Pumpspeicher „Norwegen“	87.000 GWh	1,3 GW	laut [EURELECTRIC-2011]
Langzeitspeicherbedarf – DE	25.000 GWh	60–80 GW	Überbrückung von zwei Wochen „Dunkle-Flaute“
Pumpspeicher „EU“ – in 2011	2.500 GWh	40 GW	laut [EURELECTRIC-2011]
Täglicher Strombedarf – 2014	1.600 GWh/d	60–80 GW	gilt vermutlich auch im Jahr 2050
Kurzzeitspeicherbedarf – DE	500 GWh	100 GW	sommerlicher Tag-Nacht Ausgleich
5 Mio. Tesla E-Mobile	350 GWh	> 300 GW	könnten bis 2030 alle Zweitwagen ersetzen
Pumpspeicher – Wunsch 2050	152 GWh	26 GW	laut [Voith-2014]
Pumpspeicher – Wunsch 2030	96 GWh	15 GW	laut [Voith-2014]
Pumpspeicher – in 2014	38 GWh	6 GW	Wikipedia
Pumpspeicher „Atdorf“	13 GWh	1,4 GW	Wikipedia
Pumpspeicher „Goldisthal“	8,5 GWh	1 GW	Wikipedia
Jährliche Zubaurate			
Solarstrom – Zubau 2013	40.000 GWh/a	37 GW	weltweiter Zubau laut Analysen der EPIA
Akkus einer „Tesla Gigafab“	35 GWh/a	35–70 GW	für 0,5 Mio Elektrofahrzeuge mit je 70 kWh
Pumpspeicher – Wunsch 2050	3 GWh/a	0,6 GW	jährlicher Zubau auf der Basis von [Voith-2014]

Tabelle 1: Größenordnungen bei Stromspeichern: Anhand einiger Kennzahlen zum Stromspeicherpotenzial ist zu erkennen, dass Langzeitspeicher mit keinem der elektrischen Systeme realisierbar sind. Hier braucht es Kohlenwasserstoffe. Für die Aufgabe der Kurzzeitspeicherung sind die Pumpspeicher in Deutschland um Faktoren zu klein und vor allem viel zu schwach in ihrer Leistung.

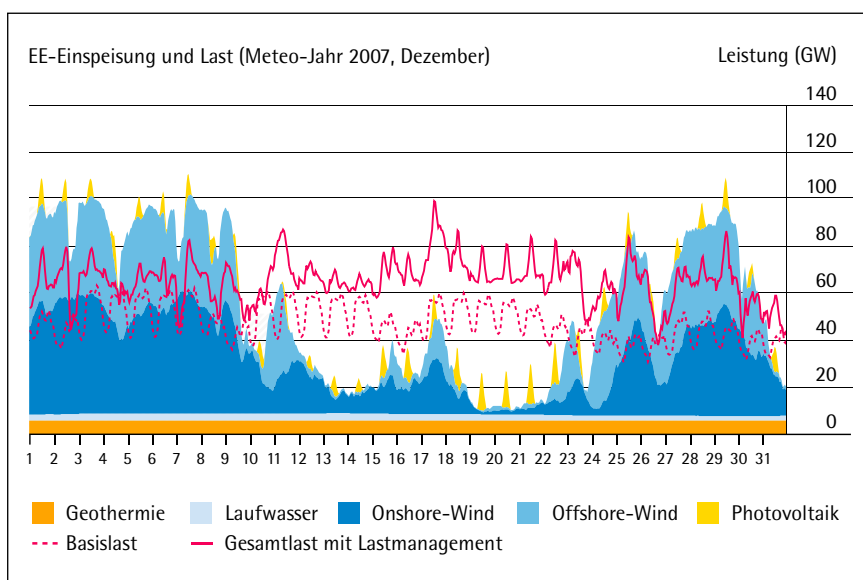


Bild 1: Nach dem UBA-IWES „100%-Erneuerbar“-Szenario von 2010 würde es – ohne die Nutzung von Kohlenwasserstoffen – im Dezember über eine Dauer von gut zwei Wochen zu einer massiven Unterdeckung im Stromnetz kommen. Gleichzeitig gäbe es aber in den Wochen davor und danach ein deutliches Überangebot.

ist. Für die Energiewende wäre die umgekehrte Auslegung eigentlich sinnvoller, da eine der Aufgaben darin besteht, die Solarstromüberschüsse der kurzen Mitagszeit in die Nacht zu verlagern.

Studien für den Wunschausbau

Dass die Energiewende deutlich höhere, elektrische Speicherkapazitäten benötigen wird ist unumstritten. Gleichzeitig suchen die Akteure der fossil-atomaren Energiewirtschaft händierend nach neuen, langfristig sicheren Investitionsobjekten. Jedes 1 GW große Pumpspeicherwerk verspricht ein „Geldanlagevolumen“ von grob 2 Mrd. Euro. Es sollte niemanden überraschen, dass die wenigen, großen Baufirmen, die derartige Projekte stemmen können, ebenfalls für diese Form der Energiespeicherung die Werbetrommel rühren. „Pumpspeicher – Partner der Energiewende“ nennt sich die Plattform der dena (Deutsche Energie-Agentur), wo sich zukünftige Investoren und Bauunternehmen zusammengefunden haben.

Weltweit summiert sich heute die Leistung aller Pumpspeicherwerke auf rund 130 GW. In Europa stehen davon ca. 40 GW und auf Deutschland entfallen 6 GW.

In einer der überaus wohlwollenden, von Voith Hydro bezahlten Studien, die Anfang 2014 fertiggestellt wurde, wird für Deutschland ein Potential von 26 GW Leistung und 152 GWh Speicherkapazität für das Jahr 2050 formuliert. Man hofft also in den nächsten 35 Jahren auf einen Zubau von 20 GW und 114 GWh, was einer Investition von rund 25 Mrd. Euro entspricht.

Es benötigt keine aufwendigen Studien um zu erkennen, dass der Beitrag dieser optimistischsten Wünsche für den

Ausbau von Pumpspeichern zur Lösung des Langzeitspeicherproblems bei exakt „Null“ liegt. Bei einem Bedarf von min. 25.000 GWh (siehe auch Bild 1 und Tabelle 1) sind 152 GWh belanglos.

Ferner ist offensichtlich, dass man mit „Wasser auf dem Berg“ nicht Auto fahren kann. Der Beitrag von Pumpspeichern zur Energiewende im Bereich der Mobilität ist folglich ebenfalls „Null“.

Alternative „Akku-Gigafab“?

Der Elektroautohersteller Tesla Motors aus Kalifornien ist eines der wenigen (das einzige?) großen Unternehmen, das eine Massenproduktion von Elektroautos anstrebt. Die Produktion soll bis 2020 auf jährlich 500.000 Fahrzeuge gesteigert werden. Das Hauptproblem dabei ist, dass die derzeitige, weltweite Akkuproduktion nicht ausreicht um die Akkus für diese Anzahl von Fahrzeugen bereitzustellen.

Da man bei Tesla nicht nach Ausreden, sondern nach Lösungen sucht, war schnell klar, dass man eine eigene Akkufabrik aufbauen muss. Anfang 2014 wurden die Pläne für die „Tesla Gigafab“ verkündet. In einer einzigen Fabrik will man die weltweite Akkuproduktion verdoppeln. Die ersten Zellen sollen 2017 vom Band laufen. 3,6 Mrd. Euro wird diese Anlage kosten und etwa 6.000 Arbeitsplätze schaffen. In der Fabrik sollen nicht nur die endgültigen Akkupacks (mit bis zu 50 GWh/a) produziert, sondern auch ein Großteil der Akkuzellen (35 GWh/a) direkt aus den Rohstoffen hergestellt werden.

Nach Aussagen von Firmenchef Elon Musk strebt Tesla für den normalen Akkupack mit 60 kWh einen Preis von 7.200 Euro an. Dies entspricht einem Systempreis von 120 Euro/kWh.

Ökonomie – Was rechnen wir?

In fast allen Studien steht, dass Batterien zu teuer sind und Pumpspeicher die billigste Form der Stromspeicherung seien. Die Voith-Studie nennt für Pumpspeicher einen Leistungspreis von 1.000 Euro je kW plus weiterer 50 Euro je Kilowattstunden Energiespeichervolumen. Bei der ebenfalls dort genannten Systemauslegung von 1-zu-7 (kW-zu-kWh) kann man somit grob einen Systempreis von 190 Euro/kWh ermitteln. Die Akkus von Tesla wären so betrachtet sogar billiger.

In Studien zur Energiespeicherung, z.B. auch der 2012er des ZFES (Zentrum für Energieforschung Stuttgart), werden korrekter Weise jedoch Stromspeicherkosten verglichen, was vereinfacht dem Systempreis bezogen auf die Lebensdauer der Anlage entspricht. Bei Pumpspeichern kalkuliert man ohne mit der Wimper zu zucken mit bis zu 80 Jahren Nutzungsdauer. Wenn man den Speicher einmal täglich be- und wieder entlädt, ergibt dies 29.200 Zyklen. Bei Akkus werden in den Energiespeicherstudien auch in der fernen Zukunft hingegen meist maximal 2.000 Speicherzyklen angenommen.

Lebensdauer vs. Innovationszyklen

Gerne wird dabei übersehen, dass die lange Lebensdauer der Pumpspeicher ihr eigentliches Problem ist, denn für einen wirtschaftlichen Erfolg müssen sie über mindestens 40 Jahre wettbewerbsfähig bleiben ... und sei es indem man durch Druck auf die Politik den Wettbewerb verhindert. Die aktuellen Bemühungen um „Eigenstrom-Strafsteuer“-Gesetze zeigen eindrucksvoll, wie Fehlinvestition der Energiekonzerne abgesichert werden.

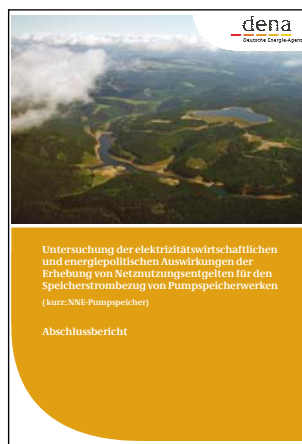
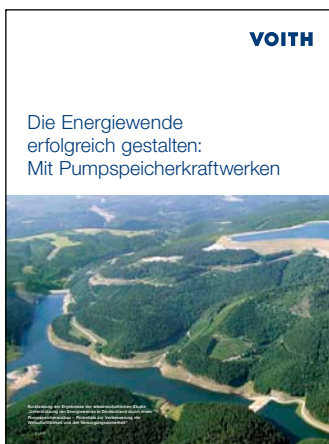


Bild 2: In diversen Studien wird versucht die technologische Bedeutung und wirtschaftliche Relevanz von Pumpspeicherkraftwerken mit Zahlen zu belegen. Es wird der Eindruck vermittelt, dass diese Großbauwerke für die Energiewende alternativlos seien. Doch immer dann, wenn eine Industrie eine Studie über die eigene Relevanz erstellen lässt, lohnt sich ein kritischer Blick.

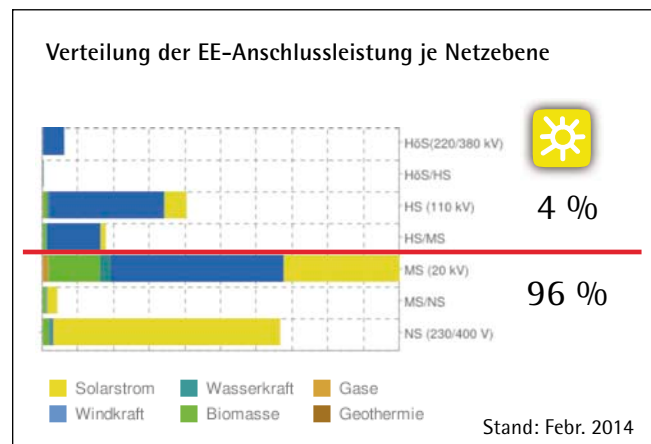


Bild 3: Die Grafik von www.energymap.info zeigt das Verhältnis der heute in Deutschland installierten erneuerbaren Kraftwerksleistung für die unterschiedlichen Technologien. Vor allem bei der Solarstromproduktion ist unübersehbar, dass über 90% der Einspeisung dezentral, also im Nieder- und Mittelspannungsnetz erfolgen. Dies wird auch in Zukunft so bleiben.

Die Akkutechnik wird keine 40 Jahre brauchen um wettbewerbsfähig zu werden. Bereits im März 2014 verkündete die Firma Toshiba, dass man auf der Basis der erprobten SCiB-Lithium-Titanat Technologie zwei dezentrale Akku-Kurzzeitspeicher mit bis zu 3 MW aufgebaut hat, die auch bei -30 Grad Celsius und extrem hohen Entladeströmen (3C) über 10.000 Ladezyklen überdauern sollen und dann immer noch 90% der ursprünglichen Speicherkapazität aufweisen. Das ist Akkutechnik von heute und nicht erst von 2050! Der Verkaufspreis ist dann nur eine Frage der Stückzahlen und des unternehmerischen Willens. Die Rohstoffe der Toshiba SCiB-Zellen kosten nicht mehr als die der Tesla-Panasonic-Zellen.

Akkutechnik durchlebt derzeit sehr schnelle Innovationszyklen. Langlebige Betonbauwerke haben hier ganz massive strategische Nachteile.

Akkus haben mehr als ein Leben

Bei der Bewertung von Akkusystemen werden heute zudem die gleichen Fehler gemacht wie damals bei der Solarstromtechnik, als sich alle „Experten“ einige waren, dass die Erneuerbaren niemals mehr als 4% an der Stromerzeugung erreichen können. In Deutschland liegen wir heute bekanntlich schon bei etwa 30% Erneuerbarer Energie, in vorwiegend kleinen Anlagen (siehe dazu auch Bild 3).

Man unterschätzt die Dynamik einer wahren Massenproduktion sowohl im Hinblick auf die Geschwindigkeit mit der die Kosten fallen, als auch das Wachstum der jährlichen Zubauraten. Tabelle 1 zeigt im unteren Bereich, dass bereits die eine „Tesla-Gigafab“ pro Jahr zehnmals mehr Speicherkapazität erschaffen wird, als es der gesamten deutschen Betonbauindustrie mit Hilfe von gigantischen Stauseen möglich sein wird.

Die Beurteilung des Preises sieht bei Akkus noch ganz anders aus, wenn man berücksichtigt, dass diese nach ihrem ersten Leben, als Energiespeicher im Auto, nicht „tot“, sondern nur „zu 20% erschöpft“ sind. Der Akku ist dann für lange Reichweiten in einem E-Mobil zwar nicht mehr geeignet, aber die verbleibenden 80% Speicherkapazität kann man bestens im stationären Einsatz nutzen.

Pumpspeicher werden es bald schwer haben mit neuen Akkus aus Massenproduktion mithalten. Den Preiskampf mit „Second-Life“-Akkus haben sie eigentlich schon heute verloren.

Keine Netzbeschränkungen?

Ebenfalls erstaunlich an den Pumpspeicher-Studien ist, dass diese ein paar der offensichtlichen „Netzbeschränkungen“ ganz bewusst ausklammern.

Wenn man die Energiewende ernst meint, und ein elektrisches Speichersystem schon keinen Beitrag zur Mobilität oder der Langzeitspeicherung beitragen kann, so sollte es zumindest bei der Kurzzeitspeicherung relevant sein. Um eine sommerliche, windstille Nacht zu überbrücken gilt es in Deutschland etwa 500 GWh zu speichern. Diese Energiemenge muss in etwa 5 Stunden aufgenommen werden, was nach einer Leistung von 100 GW verlangt. Diese Größenordnung ergibt sich, wenn 200 bis 250 GW Solarstromproduktion auf maximal 80 GW zeitgleichen Verbrauch treffen (vergleiche auch Bild 3 bis 5).

Pumpspeicher mit maximal 26 GW können niemals 100 GW Leistung aufnehmen. Und wenn man die Pumpenleistung entsprechend hochschrauben würde, dann würde man zwangsläufig an die Beschränkungen des Netzes stossen.

Pumpspeicher sind zu schwach in ihrer Leistung und vor allem zu weit weg von

den Erzeugungsanlagen; zu weit weg, um die Phasenasymmetrien im Niederspannungsnetz auszugleichen, um die Belastung der Nullleiter zu reduzieren; zu weit weg um lokale Lastspitzen abzufangen und die Kosten für den Netzausbau zu reduzieren; zu weit weg, um die Notstromversorgung und Schwarzstartfähigkeit von häuslichen oder regionale Netzen sicherzustellen; zu weit weg von der Realität der „Energiewende in Bürgerhand“.

Pumpspeicher mögen schnell genug regelbar sein, um ein träges Stromnetz voller Großkraftwerke auszubalancieren. Aber die Energiewende wird auf Wechselrichtern basieren und dort sind Reaktionszeiten im Minutenbereich eine untragbare Ewigkeit. Die Stromspeicher der Energiewende müssen in Bruchteilen von Sekunden reagieren können.

Nicht Systemrelevant

Die Mobilitätswende treibt die Massenproduktion chemischer Speicher an. Ohne mobile Energiespeicher wird es keine Energiewende geben! Doch mit diesen Speichern haben wir als Abfallprodukt auch die Kurzzeitspeicherung gelöst.

Von den ökologischen Problemen ganz abgesehen ist jeder Neubau eines Pumpspeichers eine strategische und ökonomische Fehlentscheidung, die später der Energiewende angelastet wird.

Pumpspeicher können durchaus zuverlässig Strom speichern, aber daraus ergibt sich noch lange keine Systemrelevanz für eine ernst gemeinte Energiewende. Pumpspeicher sind zu schwach, zu klein, zu langsam und vor allem zu weit weg – sie sind ein klassisches Auslaufmodell.

ZUM AUTOR:

► Tomi Engel

DGS Fachausschuss Solare Mobilität

tomi@objectfarm.org

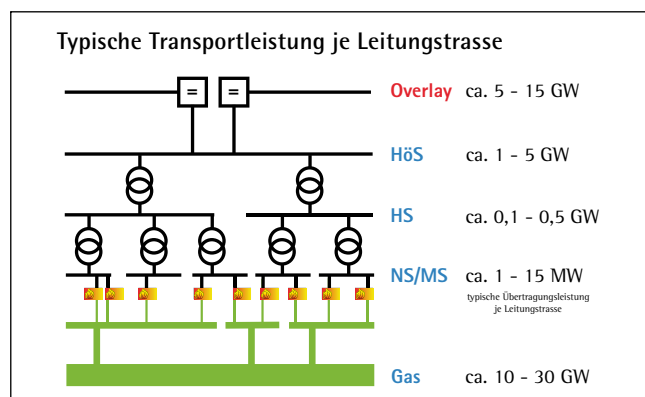


Bild 4: Die Transportleistungen unserer Energienetztechnologien zeigen u.a., dass das bestehende Erdgasnetz eine ähnliche Leitungskapazität hat, wie die geplanten Overlay-Gleichstromtrassen. Der überregionale Transport von 100 bis 200 GW PV-Leistung kann von keinem der Stromnetze geleistet werden. Deshalb müssen die Speicher nahe an die PV-Anlagen heran.

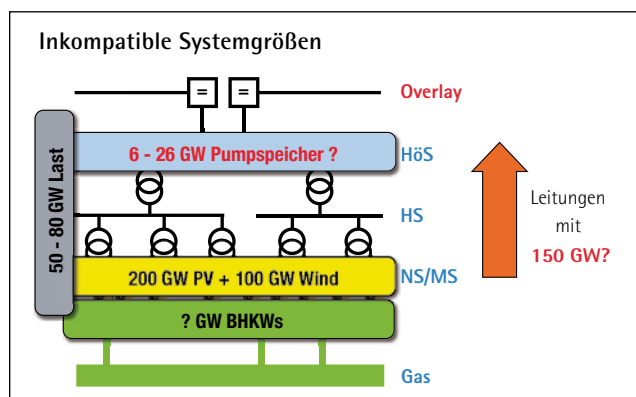


Bild 5: Pumpspeicher sind große Kraftwerke und hängen immer am Hoch- oder Höchstspannungsnetz. Bei „100%-Erneuerbar“ gilt es mindestens 100 GW PV-Leistung zu speichern. Doch es wird weder die Netze für diesen Transport geben noch wären die Pumpspeicher je groß genug um die Energie aufzunehmen. Folglich passen Pumpspeicher nicht zur deutschen Energiewende.

DIE 400 ppm-SCHWELLE

HÖCHSTE TREIBHAUSGASKONZENTRATION SEIT JAHRMILLIONEN

Im Jahr 1958 begann Charles David Keeling auf dem abgelegenen Vulkan Mauna Loa auf Hawaii die Konzentration des Treibhausgases Kohlendioxid (CO_2) in der Atmosphäre direkt zu messen. Betrachtet man die Reihe der monatlich gemittelten Messwerte aus den letzten knapp sechs Jahrzehnten, die in Bild 1 gezeigte sogenannte Keeling-Kurve, fallen sofort zwei Dinge auf.

Natürliche und anthropogene Schwankungen

Erstens schwankt der Kohlendioxidgehalt der Atmosphäre im Jahresverlauf. Diese Veränderungen gehen auf die „Atmung“ der Landvegetation zurück. Während der Wachstumsperiode im Frühling und Sommer nehmen die Pflanzen über die Photosynthese Kohlendioxid auf und speichern es in Form von Biomasse. Im Herbst und Winter wird das aufgenommene Kohlendioxid bei der Zersetzung von Pflanzenmaterial (z.B. Laub) wieder frei. Weil der Anteil der Landflächen auf der Nordhalbkugel höher ist als auf der Südhalbkugel, folgen diese Schwankungen den Jahreszeiten und damit dem Vegetationszyklus auf der Nordhalbkugel.

Zweitens zeigt die Kurve einen deutlichen Anstieg der Kohlendioxidkonzentration in der Erdatmosphäre. Während die Konzentration zu Beginn der Messungen noch rund 315 ppm (parts per million, also die Zahl von CO_2 -Molekülen pro einer Million Teilchen in der Luft) betrug, ist sie seitdem stark angestiegen, wie man in Bild 1 deutlich erkennen kann. Dieser Anstieg ist im Wesentlichen auf die Emissionen aus der Verbrennungen fossiler Energieträger zurückzuführen.

Der Schwellenwert

Im April 2014 lag der Anteil von Kohlendioxid in der Atmosphäre zum ersten Mal seit Beginn der Messungen über 400 ppm. Das Überschreiten dieser „Schwelle“ wurde ausgiebig in den Medien thematisiert, aber natürlich ist die „runde Zahl“ von 400 ppm allenfalls von symbolischer Bedeutung. Viel interessanter ist hingegen die Einordnung dieser Kohlendioxidkonzentration im Kontext der jüngsten Klimageschichte und vor dem Hintergrund der Bemühungen um einen wirksamen Klimaschutz.

Für die Zeit vor den direkten Kohlendioxid-Messungen auf dem Mauna Loa kann der atmosphärische CO_2 -Gehalt aus

der Untersuchung von Luftbläschen bestimmt werden, die im Eis auf Grönland oder der Antarktis eingeschlossen sind. Das längste derartige Klimaarchiv ist der EPICA-Eisbohrkern, der etwa 800.000 Jahre zurückreicht. Bild 2 zeigt die aus Eisbohrkernen bestimmte Kohlendioxidkonzentrationen über diesen Zeitraum.

Diese Daten zeigen deutlich die natürlichen Schwankungen des CO_2 -Gehalts über die von periodischen Änderungen der Erdbahnparameter angetriebenen Eiszeitzyklen. Sie zeigen aber auch klar, dass die Kohlendioxidkonzentration in der Atmosphäre zu keinem Zeitpunkt in den vergangenen 800.000 Jahren so hoch lag wie heute, ja sie erreichten kaum die Marke von 300 ppm. Vor Beginn der Industrialisierung lag sie nur bei rund 280 ppm.

Wann war die CO_2 -Konzentration zum letzten Mal höher als 400 ppm? Um die Kohlendioxidkonzentration in noch früheren Zeiten zu rekonstruieren, sind die Klimaforscher auf indirekte Methoden angewiesen. So lässt sich die Konzentration von CO_2 in der Atmosphäre beispielsweise aus der Dichte von fossilen Blattsporen (Stomata) abschätzen: Je höher der CO_2 -Gehalt der Atmosphäre, desto weni-

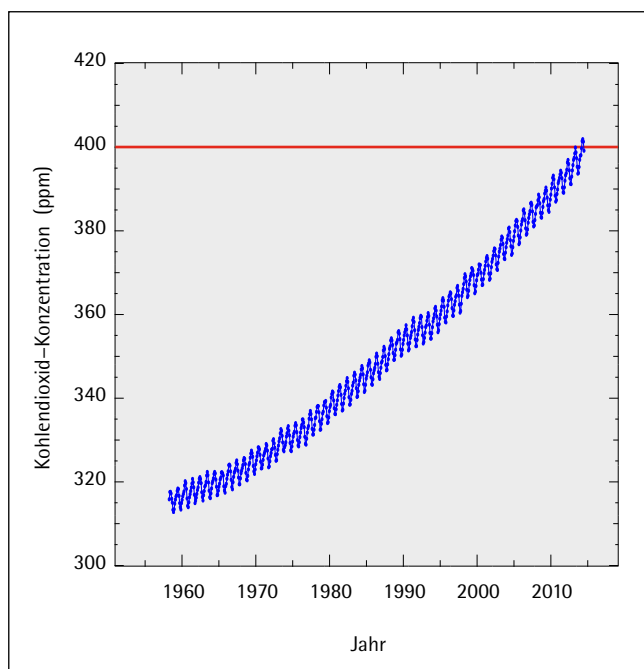


Bild 1: Monatliche Werte für die atmosphärische Konzentration von Kohlendioxid aus direkten Messungen auf Hawaii seit 1958

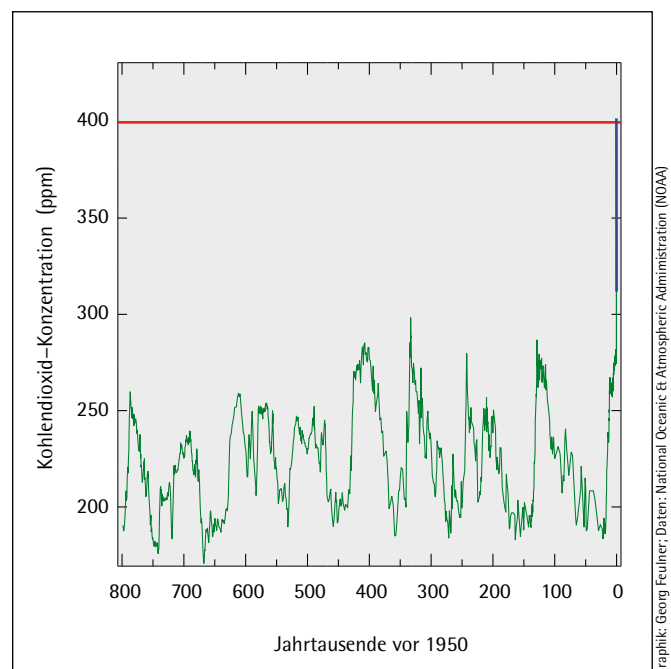


Bild 2: Atmosphärische Kohlendioxidkonzentration aus antarktischen Eisbohrkernen (grün) sowie den in Bild 1 gezeigten Mauna-Loa-Messungen (blau)

IHRE KOLLEGEN GEHEN HIN. UND SIE?

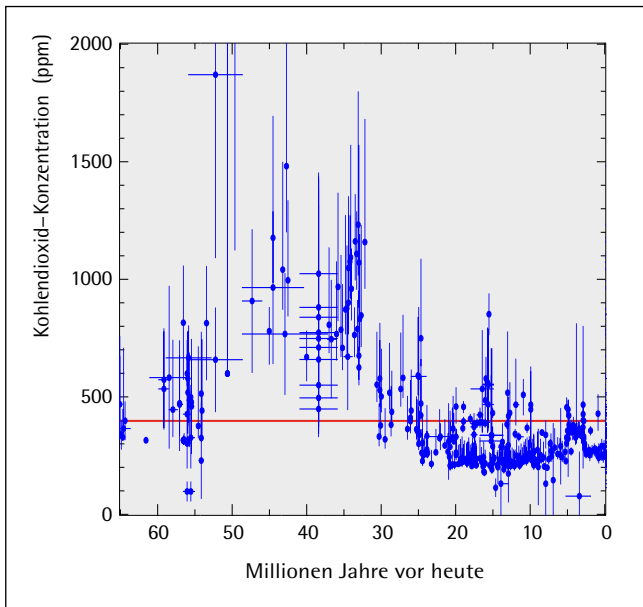


Bild 3: Atmosphärische Kohlendioxidkonzentration über die letzten 65 Millionen Jahre

ger Poren benötigen die Blätter für ihre Atmung. Andere Methoden basieren auf der genauen Analyse der Zusammensetzung versteinelter Böden oder von Überresten ozeanischer Kleinstlebewesen. Leider sind alle indirekten Rekonstruktionsmethoden mit unvermeidlichen Unsicherheiten verbunden. Ein Vergleich verschiedener Rekonstruktionen (Bild 3) legt aber nahe, dass die atmosphärische CO_2 -Konzentration wahrscheinlich letztmals vor rund fünf Millionen Jahren die 400-ppm-Marke erreicht hat. Insgesamt lag der Kohlendioxidgehalt der Atmosphäre in den letzten 25 Millionen Jahren aber wohl meist unter 400 ppm. Vom Menschen verursachte Treibhausgasemissionen haben den Kohlendioxidgehalt der Atmosphäre also auf ein in den letzten Millionen Jahren nicht erreichtes Niveau ansteigen lassen.

Fazit

Was bedeutet das Überschreiten der 400-ppm-Marke nun für die Zukunft? Seit Beginn der Industrialisierung ist die globale Mitteltemperatur bereits um etwa $0,8^\circ\text{C}$ angestiegen. In der oben gezeigten Keeling-Kurve ist bislang kein Rückgang der globalen Emissionen sichtbar, wir befinden uns also auf einem Pfad mit weiter ansteigender Kohlendioxidkonzentration. Verlässt die Menschheit diesen Pfad nicht, so sind laut dem jüngsten Bericht des Weltklimarates bis zum Ende des 21. Jahrhunderts verglichen zum späten 20. Jahrhundert rund 4°C höhere Temperaturen zu erwarten. Um unliebsame Folgen dieser Erwärmung für Mensch und Natur zu vermeiden, sollte die globale Erwärmung aber auf etwa 2°C gegenüber dem vorindustriellen Niveau begrenzt werden. Um dieses Ziel mit einer Wahrscheinlichkeit von 50% einzuhalten, dürfte die Kohlendioxidkonzentration auf maximal 450 ppm ansteigen. Angesichts eines derzeitigen Anstiegs der Konzentration von etwa 2 ppm pro Jahr bleibt der Menschheit also nicht mehr viel Zeit, auf einen klimafreundlichen Pfad einzuschwenken. Erneuerbare Energien wie die Sonnenenergie sind dabei von entscheidender Bedeutung.

ZUM AUTOR:

► Dr. Georg Feulner

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung

feulner@pik-potsdam.de



20.–22. NOVEMBER 2014

Do.+Fr. 9–18 Uhr, Sa. 9–17 Uhr • Hamburg

Verpassen Sie nicht den wichtigsten Treffpunkt für Elektro, Sanitär, Heizung und Klima im Norden. Auf Sie und Ihre Kollegen warten:

- 500 nationale und internationale Aussteller
- Produktneuheiten und Dienstleistungen aus dem Bereich Gebäudetechnik und Ausstattung
- Ein attraktives Rahmenprogramm mit Sonderschauen und Vorträgen

get-nord.de

LOW CARBON ECONOMY

RESSOURCENWENDE HIN ZUR ENERGIE-STOFF-TRANSFORMATION

Der globale organische und anorganische Kohlenstoffkreislauf der Natur liefert den „Treibstoff“ allen Lebens. Im Zuge der Austauschprozesse von kohlenstoffhaltigen Verbindungen zwischen den Kohlenstoffspeichern Lithosphäre, Biosphäre und Atmosphäre haben sich im Verlauf der Erdgeschichte die fossilen Kohlenstoff-Ressourcen wie Erdöl, Erdgas und Kohle gebildet (Bild 1).

Ausgehend von der Betrachtung der Erde als ein offenes System, kann ihr Gesamtkohlenstoffgehalt als konstant aufgefasst werden (abgesehen von extraterrestrischen Zu- und Abflüssen von Kohlenstoff bzw. kohlenstoffproduzierenden endogenen Kernreaktionen). Bild 1 illustriert unter Angabe von spezifischen Massen- bzw. Volumenströmen den zeitabhängigen Umfang des Stoffaustauschs zwischen den Kohlenstoffspeichern, der maßgeblich durch die Sonne und – seit der Industriellen Revolution – auch anthropogen angetrieben wird.

Kohlenstoffintensive Wirtschaften

Derzeit werden fossile und biogene Kohlenstoffträger überwiegend energetisch genutzt, um Elektrizität, Wärme und Kraftstoffe zu erzeugen. Kohlenstoff wird von allen chemischen Elementen mit Abstand am stärksten aus der Lithosphäre entnommen. Die energetische Nutzung fossiler Kohlenstoffträger führt zu einer markanten Veränderung der Umfänge der Stoffmengenströme zwischen den oben genannten Kohlenstoffspeichern – insbesondere zu einer Kohlenstoffanreicherung in der Atmosphäre in Form von CO_2 . Zwischen 2000 und 2009 wurden durch die Verbrennung fossiler Kohlenstoffträger wie Erdöl, Erdgas, Kohle inklusive der Zementproduktion weltweit durchschnittlich 29 Mrd. t CO_2 pro Jahr in die Atmosphäre emittiert, wobei die in diesem CO_2 gebundene Kohlenstoffmenge durchschnittlich 7,8 Gt Kohlenstoff pro Jahr betrug ²⁾ (siehe Bild 1). Im Jahr 2013 erreichten die globalen CO_2 -Emissionen ihren bisherigen Höchstwert von 36 Mrd. Tonnen ³⁾, was einer gebundenen Kohlenstoffmenge von 9,8 Gt entspricht. Die Atmosphäre als kleinster der oben genannten Kohlenstoffspeicher reagiert auf erhöhte CO_2 -Zuflussraten besonders empfindlich. So gilt unter Kli-

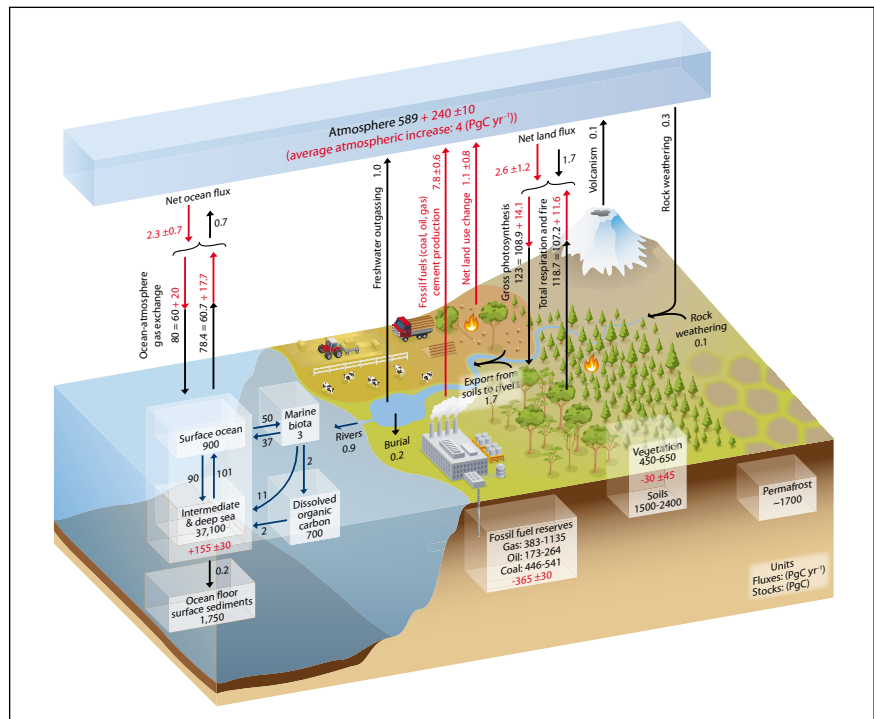


Bild 1: Globaler Kohlenstoffkreislauf ¹⁾; Schwarze Zahlen/Pfeile beschreiben die Kohlenstoffspeicher in PgC (1 $\text{Pg} = 10^{15} \text{ g} = 10^9 \text{ t} = 1 \text{ Mrd. t}$) und jährliche Stoffaustauschströme in PgC yr^{-1} . Rote Zahlen/Pfeile stehen für anthropogene C-Stoffströme gemittelt über die Zeitperiode zwischen 2000–2009.

maexperten die anthropogene Erhöhung der CO_2 -Konzentration in der Atmosphäre als eine der Hauptursachen für den Klimawandel, wobei es dafür durchaus unterschiedliche Interpretationen gibt. Unabhängig davon erscheint es für einen ressourcenschonenden Umgang mit Kohlenstoffträgern unumgänglich, die derzeit dominierende kohlenstoffintensive in eine kohlenstoffarme Wirtschaft zu transferieren (Low Carbon Economy). Um den Kohlenstoffkreislauf nicht völlig aus dem natürlichen Gleichgewicht zu bringen, sind größte Anstrengungen in nahezu allen Bereichen der Wirtschaft und der industriellen Produktion erforderlich.

Lösungsansätze

Der klassische Ansatz für eine kohlenstoffärmere Wirtschaft besteht in der Anhebung der Ressourceneffizienz. Entweder wird aus der gleichen Menge an Ausgangsstoffen eine größere Energiemenge gewonnen (Energieeffizienz) oder es gelingt, die Produktausbeute zu steigern (Stoffeffizienz). Energie- und Stoffeffizienz sind die kostengünstigsten Hebel, die

Versorgungssicherheit mit Energie und Rohstoffen zu verbessern und die Emissionen von Treibhausgasen zu vermindern. Das größte Einsparpotenzial liegt im Energiesektor selbst und in energieintensiven Industriebranchen. Etwa 30% des Primärenergieverbrauchs der EU entfallen auf die Umwandlung von Energie in Strom und Wärme und für deren Verteilung bzw. Transport ⁴⁾. Große Einsparpotenziale liegen in der Kraft-Wärme-Kopplung, in innovativer Abwärmenutzung und in der Effizienzsteigerung von Energietechnologien durch Einsatz innovativer Werkstoffe. Der Erhöhung der Effizienz mit klassischen Mitteln sind jedoch naturgesetzliche Grenzen gesetzt.

Der erste Schritt der Transformation zur Low Carbon Economy besteht im Übergang von fossilen zu Erneuerbaren Energien (Energiewende, Bild 2). Die Energiewende ist möglich, weil auf ein breites Spektrum an erneuerbaren Energiequellen, die zukünftig im Überschuss zur Verfügung stehen werden, zurückgegriffen werden kann. Dieser mittel- und langfristig zu erwartende Überschuss an

Erneuerbaren Energien ermöglicht völlig neue technologische Zugänge zur Low Carbon Economy. Im Zentrum steht die Einkopplung Erneuerbarer Energien in kohlenstoffbasierte Stoffumwandlungsprozesse, wodurch die heute etablierten, überwiegend exothermen Prozesse wie z.B. die Oxidation von Kohlenstoffträgern zunächst durch CO₂-ärmere autotherme und schließlich durch CO₂-freie allotherme Prozesse mit wesentlich höheren stofflichen und energetischen Wirkungsgraden abgelöst werden können. Beispiele sind mikrowellen- und plasmagestützte Reaktionstechnik oder die Direktstromeinkopplung für thermische Prozesse.

Der zweite Transformationsschritt, die **Rohstoffwende**, besteht in Analogie zur Energiewende im Übergang von primären Rohstoffen zu sekundären bzw. nachwachsenden Rohstoffen (Rohstoffwende, Bild 2). Die Stoffe werden zunehmend im Kreislauf geführt und durch nachwachsende Rohstoffe ergänzt. Neue Technologien und Stoffkombinationen zur Nutzung kohlenstoffbasierter Produkte mit hohem Recyclingpotenzial bzw. Optionen zur Kaskadennutzung sind zu entwickeln. Begleitend dazu ermöglichen neue Methoden zur Rohstoff- und Produktanalytik die selektive Gewinnung verschiedener primärer und sekundärer Kohlenstoffquellen. Beispiele sind: Selektive Gewinnung unterschiedlicher Kohlequalitäten, Direktnutzung von Naturstoffen z.B. Xylit für Faserwerkstoffe und Dämmmaterialien, neue Extraktions- und Pyrolyseverfahren für primäre und sekundäre Kohlenstoffträger, die Erzeugung von Synthesegasen aus primären und sekundären Kohlenstoffquellen und die Synthese hochwertiger und energiehaltiger Chemikalien über regenerativ erzeugten Wasserstoff und fossile bzw. biogene CO₂-Quellen.

Jede chemische Reaktion ist neben der Stoffumwandlung untrennbar mit einer Energiewandlung verbunden. Stoffumwandlungen und einhergehende Energiewandlungen müssen daher im Gesamtzusammenhang betrachtet werden. Demnach sind Energie- und Rohstoffwende unmittelbar aneinander gekoppelt, werden aber bisher isoliert betrachtet. Hier liegt die entscheidende Herausforderung für die **Ressourcenwende**. Die Ressourcenwende ist die Transformation der derzeit dominierenden energetischen hin zu einer stofflichen Nutzung primärer und sekundärer Rohstoffe unter innovativer Nutzung Erneuerbarer Energien. Die Art der Nutzung, ob energetisch oder stofflich, bildet eine dritte Dimension (siehe Bild 3). Die Dimensionen Energie, Rohstoff und Nutzungsart spannen zusammen den Technologieraum auf, in dem die Transformation von einer kohlenstoffintensiven Wirtschaft hin zur Low Carbon Economy stattfinden muss:

- **Energiewende:**
fossile Energien
→ Erneuerbare Energien
- **Rohstoffwende:**
primäre Rohstoffe
→ sekundäre/nachwachsende Rohstoffe
- **Ressourcenwende:**
energetische Nutzung
→ stoffliche Nutzung

Fazit

Erst die stoffliche Nutzung unter Einsatz Erneuerbarer Energien ermöglicht die Absenkung der CO₂-Emissionen auf ein Mindestmaß. Erneuerbare Energien können in Zukunft in elektrothermische und elektrochemische Prozesse eingekoppelt werden und zur Synthese hochwertiger und hochenergiehaltiger kohlenstoffbasierter

Chemikalien dienen. Denkbar sind metallurgische bzw. elektrochemische Hochleistungsspeicher für Erneuerbare Energien in Gewinnungselektrolysen z.B. über Chloralkali- oder Aluminium-Elektrolysen. Eine neue Industriebranche der Energie-Stoff-Transformation entsteht. Sie verbindet die bisher isoliert voneinander agierenden Branchen der Energiewirtschaft, der chemischen Industrie und der Metallurgie, um nur die wichtigsten zu nennen. Der so skizzierte Weg zur Low Carbon Economy ist unseres Erachtens eine der größten Herausforderungen für Wissenschaft und Wirtschaft im 21. Jahrhundert. Deutschland als führendem Technologieland und Initiator der Energiewende kommt dabei eine Schlüsselrolle zu.

Fußnoten

- 1) Working Group I Contribution to the IPCC fifth Assessment Report „Climate Change 2013: The Physical Science Basis“, 26. September 2013 Stockholm, Sweden
- 2) Climate Change 2013: The Physical Science Basis. IPCC Working Group I, Chapter 6: Carbon and Other Biogeochemical Cycles. p 468 Table 6.1
- 3) D. Carlson, H. Pfeifferberger: Global Carbon Budget 2013. Earth System Science Data (ESSD)
- 4) KOM(2011) 109: Energieeffizienzplan der UE 2011

ZU DEN AUTOREN:

► **Dr.-Ing. habil. Heiner Gutte**
Deutsches EnergieRohstoff-Zentrum
heiner.gutte@iec.tu-freiberg.de

► **Prof. Dr.-Ing. Bernd Meyer**
Institut für Energieverfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen
bernd.meyer@iec.tu-freiberg.de

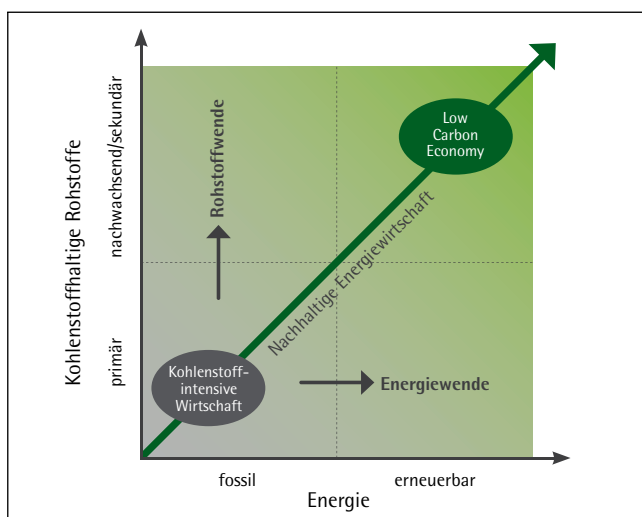


Bild 2: Übergang von der kohlenstoffintensiven zu einer nachhaltigen Energiewirtschaft

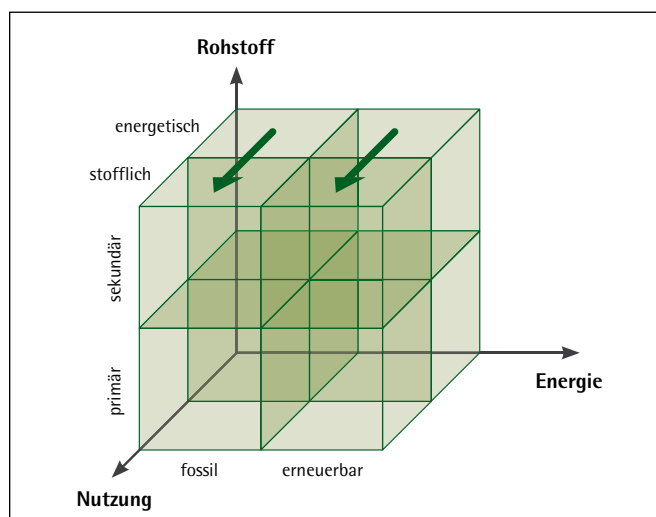


Bild 3: Ressourcenwende – Übergang von der energetischen zur stofflichen Nutzung unter Nutzung Erneuerbarer Energien

PV-BATTERIESPEICHER

SICHERES UND FACHGERECHTES PLANEN UND INSTALLIEREN TEIL 1: INSTALLATION UND SICHERHEITSMASSNAHMEN



Bild 1: AC-Speichersystem mit Bleiakkus und Backup-Funktion

Je mehr Erzeugungskosten für Solarstrom unter die Strombezugskosten sinken, umso wirtschaftlich attraktiver ist es für den Anlagenbetreiber, seinen erzeugten Strom selbst zu verbrauchen, statt ihn ins öffentliche Stromnetz einzuspeisen und die niedrigere EEG-Einspeisevergütung zu erhalten. Außerdem werden ab 2014 von allen PV-Anlagen über 10 kW nur 90% des eingespeisten Solarstroms mit dem EEG-Vergütungssatz vergütet. Folge ist, dass immer mehr Anlagen für den Eigenstromverbrauch optimiert werden. Nach Ermittlungen des Instituts für ökologische Wirtschaftsförderung werden in typischen Zwei- und Vierpersonenhaushalten mit 3, 4 bzw. 5 kW-Anlagen Eigenverbrauchsanteile bis 36% sowie solare Deckungsanteile bis 27% erreicht. Durch den Einsatz von energiesparenden Haushaltsgeräten lässt sich der Deckungsanteil um ca. 5 Prozentpunkte erhöhen.

Höherer Anteil der Nutzung des Solarstroms lassen sich durch Speicher erreichen. So kann bei elektrischer Warmwasserbereitung in einem ausreichend großen Warmwasserspeicher die solare Deckung um 20% gesteigert werden.

Mit elektrochemischen Speichern, üblich sind Blei-Säure-, Blei-Gel- oder Lithium-Ion-Batterien, kann weitaus mehr überschüssige solare Energie zwischengespeichert und bei Bedarf allen anderen Stromverbrauchern zur Verfügung gestellt werden, so dass ca. 80% des Strombedarfs gedeckt wird. Eine hundertprozentige Versorgung ist wegen der sonnenarmen Winterperiode oft nicht wirtschaftlich darstellbar. Standardsysteme für optimierte PV-Eigenstromversorgung mit Speichern werden von vielen Systemanbietern oder Fachhändlern angeboten. Nach dem Aufbau lassen sie sich in Speichersysteme mit DC-Kopplung der Batterien über einen Gleichstromwandler oder in Systeme mit AC-Kopplung über einen zusätzlichen Wechselrichter unterscheiden. DC-Kopplungssysteme können höhere Wirkungsgrade erreichen, da sie keinen zweiten Wechselrichter benötigen.

Errichtung von Eigenstromanlagen mit Speichern – Sicherheitsmaßnahmen

Speicherlösungen für netzgekoppelte Photovoltaikanlagen werden in den kommenden Jahren verstärkt umgesetzt werden. Seit Mai 2013 wird die Markteinführung durch das KfW-Förderprogramm 275 „Finanzierung von stationären Batteriespeichersystemen in Verbindung mit einer Photovoltaikanlage“ beschleunigt. Dieses KfW-Speicherprogramm setzt in den Förderrichtlinien u.a. voraus, dass die Arbeiten fachgerecht ausgeführt werden. Fördervoraussetzung sind die Einreichung von Herstellererklärungen und einer Fachunternehmererklärung des Installateurs.

Der BSW-Solar und der ZVEH initiierten die Erarbeitungen eines „PV-Speicherpasses“ um Qualität und Sicherheit bei der Umsetzung von Speichersystemen voran zu bringen. Der Speicherpass gibt einen Standard für die Dokumentation der fachgerechten Errichtung und Installation vor und kann die Fachunternehmererklärung für den KfW-Förderantrag ersetzen. Somit interpretiert und ergänzt er die normativen Anforderungen sowie die der Hersteller- und Fachunternehmererklärung. Dazu erarbeitete ein Expertenkreis aus Herstellern, KfW, BMU, GdV,

ZVEI unter maßgeblicher Beteiligung des DGS-Fachausschusses Photovoltaik die Grundlagen und das Begleitdokument zum Speicherpass. Im PV-Speicherpass sind alle relevanten Daten der spezifischen Installation und Komponenten bzw. des Speichersystems übersichtlich zu dokumentieren. Grundlage ist die Definition zur Eigensicherheit von Speichersystemen: „Eigensichere Batteriespeichersysteme, Batterien oder Wechselrichter (für PV-Anlagen) sind dadurch gekennzeichnet, dass im 1-Fehlerfall kein unsicherer Zustand auftreten kann. Dies beinhaltet Fehler die sowohl von außen als auch durch Fehler im System selber bei nicht bestimmungsgemäßem Einsatz (z.B. Interner Kurzschluss, Ausfall einer Elektronikkomponente) verursacht werden können. Ein unsicherer Zustand ist dann gegeben, wenn Gefahren (z.B. mechanisch, chemisch, thermisch, elektrisch) für Personen oder Sachen bestehen können. Situationen bei denen Gefahren für Personen oder Sachen bestehen können sollen benannt sowie auch die entsprechenden Gegenmaßnahmen zur Risikominimierung beschrieben sei, z.B. in den

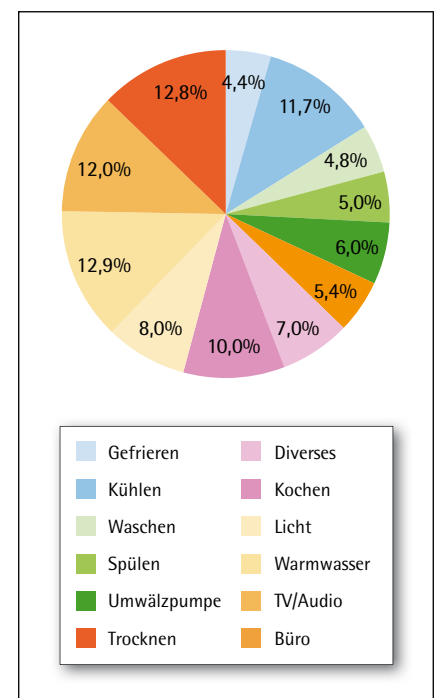
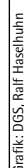
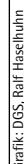


Bild 2: Durchschnittlicher Anteil beim Haushaltsstromverbrauch



Für Lithium-Ionen-Batterien sind allgemein anerkannte Normen für den Einsatz im stationären Bereich erst in Entwicklung. Grundlegende Sicherheits- und Prüfanforderungen für Lithium-Ionen-Batterien im Elektromobil- und Fahrzeugbereich, die derzeit realisiert werden, sind in den internationalen Standards UL1642 „Standard for Safety for Lithium-Batteries“ sowie „BATSO-Manual for evaluation of energy system for Light Electric Vehicle (LEV) – Secondary Lithium Batteries“ beschrieben. Für große Lithium-Akkumulatoren und -batterien in industriellen Anwendungen kann auf den Normentwurf E DIN EN 62620 VDE 0510-35 verwiesen werden. In der demnächst als Entwurf VDE 2510-50 „Stationäre Energiespeichersystem mit Lithium-Batterien“ erscheinenden VDE-Anwendungsregel werden viele Sicherheits- und Prüfanforderungen beschrieben. Diese sollte von jedem Hersteller und auch Installateur beachten werden.



Grundsätzlich sind beim Einsatz von Lithium-Ionen-Zellen ein abgestimmtes Batteriemanagement sowie das Segmentierung der Zellen und angepasste Schutzeinrichtungen sicherheitsrelevant. Das übergeordnete Ladesystem muss die Vorgaben des Batterieherstellers einhalten. Nur typgleiche Batterien dürfen entsprechend den Herstellervorgaben verschaltet werden. Bei Nichtbeachten der Sicherheitsanforderungen wie z.B. ungeeigneten Laderegeln etc. kann es zu explosionsartigen thermischen Überlastungen bei Lithium-Ionen-Batterien kommen.

Um diese zu verhindern, arbeitete eine gemeinsame Expertengruppe des BSW, des Bundesverbandes Erneuerbare Energiespeicher (BVES) und der DGS Berlin, dem Fraunhofer KIT, Herstellern und Prüflaboren um einen Schutzzielkatalog für Lithium-Ionen-Batteriesysteme zu erstellen. Ziel ist es Prüfgrundlagen und Regeln zur Herstellung eigensicherer Systeme schnell in die Praxis zu überführen. Dieser Schutzzielkatalog wurde im September der Fachöffentlichkeit vorgestellt.

nik, Transport, Lagerung, Handling, bauliche Anforderungen und Brandschutz zu beachten. Seit Mitte 2013 arbeitet ein DKE-Arbeitskreis an einer „VDE-Anwendungsregel für stationäre elektrische Energiespeichersysteme am Niederspannungsnetz“ (VDE AR E 2510-2) um den Herstellern, Planern, Installateuren und Betreibern Hilfe bei der normgerechten und sicheren Planung, der Errichtung,

Beim Anschluss an das Niederspannungsnetz muss das elektrische Schutzkonzept und die Netzform (TN-C, TT, IT...) der bestehenden elektrische Anlage beachten werden.

33

der Einsatz von Schutzeinrichtungen gefordert. Prinzipiell müssen die Maßnahme zum Schutz gegen direktes Berühren (Basisschutz) und bei Auftreten eines Fehlers (Fehlerschutz) umgesetzt werden. Letzterer tritt in Kraft, wenn der Basisschutz nicht mehr wirkt und körperliche Schäden nicht verhindert werden. Die automatische Abschaltung der 230V-Stromversorgung bei Auftreten eines Fehlers ist dabei mit den folgenden Abschaltzeiten: 0,2 s in TT-Netzen bzw. 0,4 s in TN-Netzen vorgeschrieben. Prinzipiell wird bei Stromkreisen mit für Laien zugänglichen Steckdosen als zusätzlicher Schutz ein RCD mit 30 mA-Bemessungsstrom gefordert.

Generell sind Schutzmaßnahmen vor Überstrom und Kurzschluss an der Batterieanlage vorzusehen. Dabei ist zu beachten, dass der zu erwartende Kurzschlussstrom von der Kapazität, dem Typ und dem Alterungszustand der Batterie abhängt. Die Schutzmaßnahmen unterscheiden sich danach ob es ein DC- oder AC-gekoppeltes System ist.

Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCD) für AC-Speichersysteme

Batteriespeichersysteme bzw. Wechselrichter können glatte Gleichfehlerströme $\geq$ DC 6mA oder höhere Fehlerströme mit höheren Frequenzen verursachen, welche die Funktionalität von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen vom Typ A beeinflussen können. Geht aus den Herstellerangaben hervor, dass beim ersten Fehler glatte Gleichfehlerströme $\geq$ DC 6mA verursacht werden können, sind Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen vom Typ B / B+ vorzusehen.

Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCD) für DC-Speichersysteme

Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) vom Typ B für reine DC-Systeme sind zurzeit nur als MRCDs (Modulare Fehlerstromgeräte) nach DIN EN 60947-2 Anhang M verfügbar. Diese bestehen aus separatem Summenstromwandler, Auswerteeinheit und Leistungsschalter. MRCDs dürfen nur in einer vom Hersteller freigegebenen Kombination eingesetzt werden. Die Abschaltvorrichtung muss für reine DC-Systeme geeignet sein.

Bei Verwendung von verzögerten Ausführungen muss darauf geachtet werden, dass die erforderlichen Abschaltzeiten für die Schutzmaßnahme eingehalten werden.

Isolationsüberwachungsgeräte

Ein Isolationsüberwachungsgerät (IMD = Insulation Monitoring Device) überwacht in einem IT-System (ungeerdetes System) permanent den Isolationswiderstand R_F zwischen den aktiven Leitern

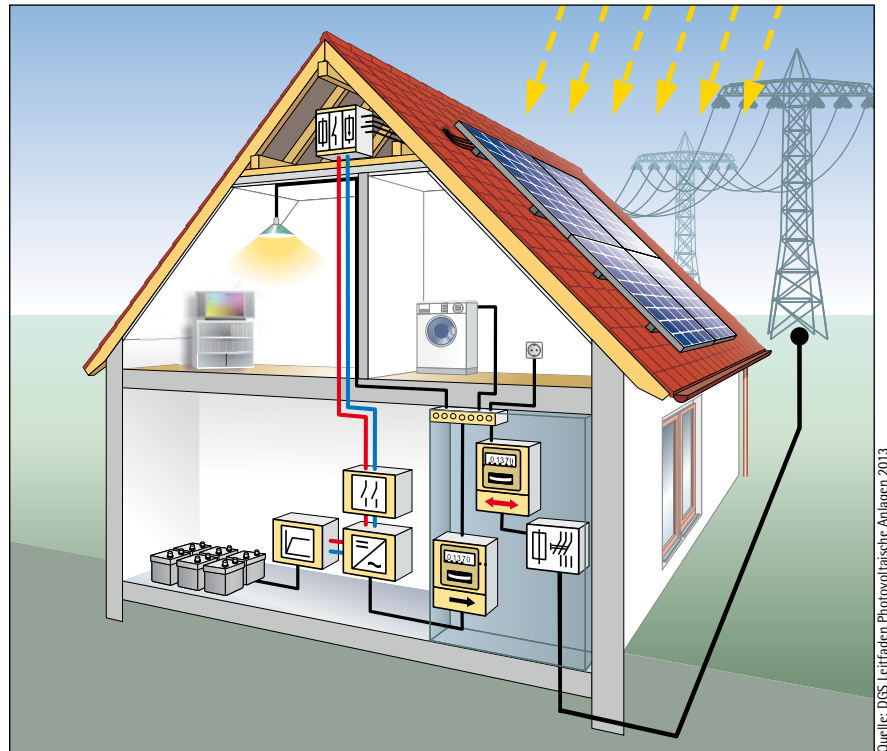


Bild 5: Prinzipbild einer PV-Eigenverbrauchsanlage mit einem DC-gekoppelten System

und Erde. Unterschreitet dieser den eingestellten Ansprechwertes R_a wird ein Schaltbefehl ausgelöst.

Isolationsüberwachungsgeräte müssen den Anforderungen von DIN VDE 61557-8 / DIN VDE 61557-15 entsprechen. Das Messverfahren des Isolationsüberwachungsgerätes (IMD) muss auch in der Lage sein, symmetrische Isolationsfehler zu erkennen. Erdschlussrelais, die als Auswertekriterium die Verlagerungsspannung nutzen, sind nicht zulässig.

Erdungsanlagen und Schutzleiter

Die Sternpunktnachbildung muss niederohmig mit mindestens 10 qmm CU Querschnitt oder äquivalent an die Haupterdungsschiene angeschlossen werden.

Außerdem ist entscheidend, ob das System aus Einzelkomponenten vom Installateur zusammengestellt (Batterien, Laderegler, Wechselrichter, Schutztechnik...) und montiert wird oder es sich um ein Gesamtsystem handelt. Bei letzteren sind Schutztechnik gleich in dem System integriert sowie weitere Schutzmaßnahmen konstruktiv vom Hersteller umgesetzt. Das Gesamtsystem muss dann nur noch vom Installateur entsprechend den Herstellerangaben mit den Schutzmaßnahmen an die jeweilige Netzform und das Schutzkonzept der bestehenden elektrischen Anlage angepasst werden. Bei einem Komponentensystem wird der Installateur zum Inverkehrbringer des Gesamtsystems nach dem Produkthaftungsgesetz. Somit sind die Anforderungen für den Installateur sehr viel komple-

xer. Im Rahmen des KfW-Förderantrages dokumentiert der Installateur mit der Fachunternehmererklärung den fachgerechten Aufbau des Systems.

Bei Systemen, die einen Netzersatzbetrieb (Notstrom-Systeme bzw. Backup-Systeme) ermöglichen, muss berücksichtigt werden, dass im Inselbetrieb u.U. eine vom Netzbetrieb abweichende Netzform realisiert wird. Der Installateur hat dann sicherzustellen, dass beide Schutzkonzepte normgerecht errichtet werden und die jeweiligen Schutzmaßnahmenprüfungen nach VDE0100-600 erfolgen.

Netzersatzbetrieb mit IT-System

So werden z.B. bei einem Backup-System im Netzbetrieb die Verbraucherstromkreise im TT-Netz über eine Fehlerstromschutzvorrichtung (RCD) nach VDE0100-410 geschützt, die in die speisende Zuleitung integriert ist. Beim Inselbetrieb erfolgen eine allpolige Trennung und so eine Versorgung über ein IT-System. Die RCD kann jetzt nur bei einem Doppelfehler auslösen.

Unabhängig von bestehenden Schutzmaßnahmen wird der Personenschutz gegen elektrischen Schlag durch die Schutzmaßnahme „automatische Abschaltung der Stromversorgung im IT-System“ nach DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410) sichergestellt. Die Abschaltung des inselnetzbildenden IT-Systems bei Auftreten des ersten Fehlers muss innerhalb von 5s erfolgen.

Wenn der Schutz gegen elektrischen Schlag durch die Schutzmaßnahme

„Automatische Abschaltung der Stromversorgung“ nicht in der nach DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410): 2007.06, Tabelle 41.1 geforderten Zeit sichergestellt ist, muss das Inselnetzbildende System innerhalb der geforderten Abschaltzeiten die Ausgangsspannung gegen Erdpotenzial auf maximal 50VAC oder 120V DC begrenzen (Spannungsreduktion im Überlastfall). Nach spätestens 5s im Betrieb in der Spannungsreduktion muss sich das Inselnetzbildende System abschalten.

Zu beachten ist, dass im IT-System nicht alle Verbraucher versorgt werden können. Moderne Heizkessel z.B. benötigen einen Bezug zum Erdpotenzial, damit z.B. die Flammüberwachung richtig funktioniert.

Die Isolationsüberwachungsgeräte müssen den Anforderungen von DIN VDE 61557-8 (VDE 0413-8) entsprechen. Sofern dies nicht im Inselnetzbildenden System enthalten ist muss dieser installiert werden. Das Messverfahren des Isolationsüberwachungsgerätes muss in der Lage sein, symmetrische Isolationsfehler zu erkennen. Erdschlussrelais, die als Auswertekriterium die Verlagerungsspannung nutzen, sind nicht zulässig.

Das Inselnetzbildende System kann nach Auftreten einer durch Ansprechen der Isolationsüberwachung ausgelösten Abschaltung wieder zugeschaltet werden, sobald wieder ein entsprechend hoher Isolationswiderstand erreicht wird. Dies kann manuell oder automatisch erfolgen. Es wird empfohlen, einen Ansprechwert von 100 Ω/V für die Hauptmeldung und 300 Ω/V für eine Vorwarnung einzustellen.

Netzersatzbetrieb mit TN-System

Das Speichersystem bildet im Netzersatzbetrieb ein TN-System nach. Unabhängig von bestehenden Schutzmaßnahmen wird der Schutz gegen elektrischen Schlag durch die Schutzmaßnahme „Automatische Abschaltung der Stromversorgung im TN-System“ nach DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410) sichergestellt.

Das Inselnetzbildende System muss während des Ersatznetzbetriebs eine

Verbindung des Neutralleiters (Sternpunktnachbildung) mit dem Schutzleiter (Haupterdungsschiene) erzeugen. Dabei ist sicherzustellen, dass der Schutzleiter in der elektrischen Anlage nach DIN VDE 0100-540 (VDE 0100-540) nicht geschaltet werden darf und dass die allpolige Trennung zum Netz erhalten bleibt. Bei Versagen der Sternpunktnachbildung muss sich das Inselnetzbildende System abschalten.

Die Sternpunktnachbildung muss auf den Kurzschlussstrom des Inselnetzbildenden Systems ausgelegt sein. Die Sternpunktnachbildung darf während des Netzparallelbetriebs nicht aktiv sein. Die Dauer der Umschaltung der Sternpunktnachbildung von Netzparallel- zu Netzersatzbetrieb und umgekehrt darf 100ms nicht überschreiten.

Der vom Inselnetzbildenden System bereitgestellte Kurzschlussstrom dient zur Auslösung vorhandener Schutzgeräte (z.B. Fehlerstrom-Schutzeinrichtung, Leitungsschutzschalter).

Wenn der Schutz gegen elektrischen Schlag durch die Schutzmaßnahme „Automatische Abschaltung der Stromversorgung“ nicht in der nach DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410): 2007.06, Tabelle 41.1 geforderten Zeit sichergestellt ist, muss das Inselnetzbildende System innerhalb der geforderten Abschaltzeiten die Ausgangsspannung gegen Erdpotenzial auf maximal 50 V AC oder 120 V DC begrenzen (Spannungsreduktion im Überlastfall). Nach spätestens 5s im Betrieb in der Spannungsreduktion muss sich das Inselnetzbildende System abschalten.

Das Inselnetzbildende System kann nach Abschalten der Spannungsreduktion wieder zugeschaltet werden. Dies kann manuell oder automatisch erfolgen. Bei automatischer Wiedereinschaltung muss das Inselnetzbildende System die Ausgangsspannung auf maximal 50 V AC oder 120 V DC gegen Erdpotenzial begrenzen, wenn der Fehler weiterhin anliegt. Dabei ist ein geringer Isolationswert oder das sofortige Erreichen des maximalen Kurzschlussstroms des

inselnetzbildenden Systems bei Wiedereinschaltung als Weiterbestehen des Fehlers anzusehen.

Literatur

- BMU-Richtlinie zur Förderung von stationären und dezentralen Batteriespeichersystemen zur Nutzung in Verbindung mit Photovoltaikanlagen, 19. April 2013
- BSW/ZVEH-Speicherpass und Begleitdokument, 24.10.2013
- VDE 0510 -1 und -2 „Sicherheitsanforderungen an Batterien und Batterieanlagen“
- Arbeitsentwurf der VDE-Anwendungsregel VDE-AR-E 2510-2 „Stationäre elektrische Energiespeichersysteme am Niederspannungsnetz“ 07-2014
- Arbeitsentwurf der VDE-Anwendungsregel VDE 2510-50 „Stationäre Energiespeichersystem mit Lithium-Batterien“ 07-2014
- Ralf Haselhuhn: „Normative und Sicherheits-Anforderungen für die fachgerechte Umsetzung von elektrischen Speichersystemen am Niederspannungsnetz“, Tagungreader 29.
- OTTI-Symposium Photovoltaische Solarenergie, 3/2014 Kloster Banz
- FNN-Hinweisapier „Anschluss und Betrieb von Speichern am Niederspannungsnetz“ 7-2013 sowie Entwurf 11-2013

ZUM AUTOR:

► Ralf Haselhuhn

Neben seiner Tätigkeit als Vorsitzender des Fachausschuss Photovoltaik der DGS ist er Mitarbeiter im DKE-Normungskomitee im DIN und VDE K 373 „Photovoltaische Solarenergiesysteme“, im DKE-Arbeitskreis „Anwendungsregel elektrische Energiespeicher“, im ZVEH Expertenkreis „Speicher“ zum Speicherpass sowie in der BSW/BVES-Arbeitsgruppe „Systemsicherheit von Batteriesystemen“
rh@dgs-berlin.de

NUMANN LANG

Rechtsanwälte

Gewerblicher Rechtsschutz.
Grüne Energie.

green-energy.nuemann-lang.de

Berlin
Askanischer Platz 4, D-10963 Berlin

Karlsruhe
Kriegsstraße 45, D-76133 Karlsruhe

T + 49 721 - 570 40 93-0
F + 49 721 - 570 40 93-11

www.nuemann-lang.de
info@nuemann-lang.de

Inhouse-Workshops zur EEG-Reform:



- Änderungen für Bestands- und Neuanlagen
- neue Geschäftsmodelle
- PV-Mieten statt Stromverkauf
- Ausschreibungsverfahren für Freiflächenanlagen



BRANDGEFAHR DURCH PV-ANLAGEN

TEIL 1: STATISTISCHE AUSWERTUNG VON HITZESCHÄDEN UND BRANDFÄLLEN IN PV-ANLAGEN



Brand einer PV-Anlage auf einem Flachdach. Der Gutachter fand Modulreste, die schlechte Lötverbindungen als Ursache sehr wahrscheinlich machen

Dieser Beitrag schildert Ergebnisse aus Recherchen zu Brandfällen und brandrelevanten Schadensfällen in PV-Anlagen. Es wurde etwa 210 Brand- und Überhitzungsfälle ausgewertet. Als hauptsächliche Fehlerursachen wurden zu etwa gleichen Teilen Produktfehler und Installationsfehler gefunden. Die Fehlerorte verteilen sich einigermaßen gleichmäßig auf alle verwendeten Komponenten. Erstaunlich viele Fehler traten in der konventionellen Wechselspannungs-Installation auf. Auf der Gleichspannungsseite wurde relativ häufig Kontaktproblem in bauseits errichteten Steckverbindungen und in DC-Schaltern gefunden. Gebäudeintegrierte Anlagen zeigen gegenüber „Auf-Dach“ Anlagen

Komponente beschädigt	59
PV-Anlage beschädigt	75
Gebäude beschädigt	67
Gebäude abgebrannt	12

Tabelle 1: Schäden bei ca. 210 Fällen

eine 20-fach höhere Häufigkeit von Gebäudeschäden. Eine fachgerechte Erstprüfung und regelmäßige Inspektionen unter Einsatz einer Thermografie-Kamera reduzieren die Wahrscheinlichkeit eines Brandes erheblich.

Einführung

Im Rahmen eines vom Bundes-Umweltministerium (BMU) geförderten Projektes hat das Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE) zusammen mit anderen namhaften Partnern wie dem TÜV Rheinland Brand- und Überhitzungsfälle in PV-Anlagen recherchiert [1]. Die im Folgenden präsentierten Auswertungen spiegeln den Stand von Januar 2013 wieder. Zur Bewertung der gefunden Schadenszahlen ist anzumerken, dass es sich nicht um eine umfassende Erhebung handelt, aber vermutlich die derzeit beste Zusammenstellung darstellt.

Folgende Liste gibt eine Übersicht über die ausgewerteten Schadensfälle. Zu diesem Zeitpunkt gab es in Deutschland ca. 1,3 Mio. PV-Anlagen mit einer Gesamtleistung von über 30 GWp. Wir fanden folgende Schäden:

- ca. 430 Fälle von Brand- und Hitzeschäden in PV-Anlagen
- davon etwa 220 Fälle mit externer Brandursache
- etwa 210 Fälle mit Brandursache in der PV-Anlage

Uns ist bewusst, dass es bei den PV-Modulen viel mehr Fälle von lokaler Überhitzung gab (siehe unten). Mehrere Modulhersteller hatten Qualitätsprobleme und führten deswegen umfangreiche Austauschaktionen durch. Nur wenige dieser Fälle sind in den folgenden Auswertungen erfasst.

Schadenfallanalysen

Die ca. 200 Schadensfälle mit Ursache in der PV-Anlage wurden weiter ausgewertet. Tabelle 1 schlüsselt diese Fälle nach ihrer Schadenshöhe auf und Bild 1 verdeutlicht diese Zahlen.

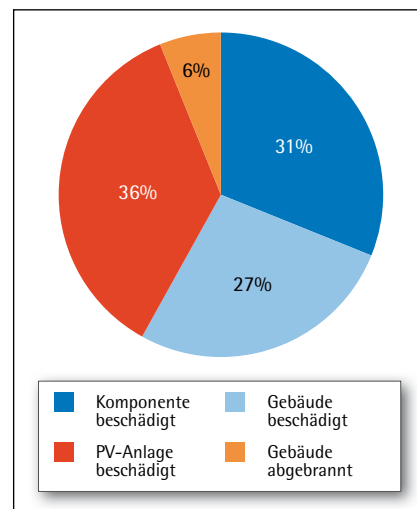


Bild 1: Übersicht zur Schadenshöhe der untersuchten Fälle

Die 210 Fälle wurden, soweit es die Informationslage zuließ, tiefer analysiert. Dabei interessierten uns folgende Zusammenhänge:

- Anlagentyp
- Höhe des Schadens, Auswirkung auf die Umgebung
- Fehlerursache
- Komponente, die Brand auslöste
- Anlagenalter

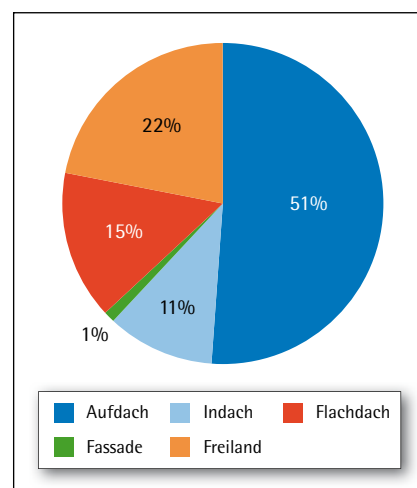


Bild 2: Anteil der Schäden nach Anlagentyp

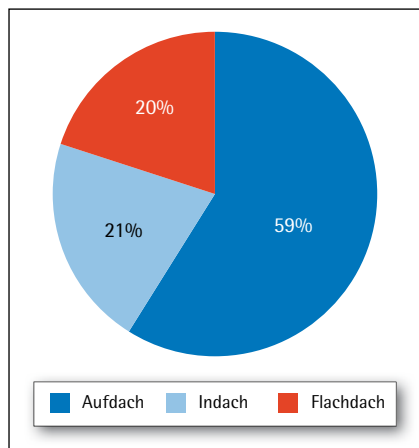


Bild 3: Schadensverteilung bei Schadensfällen mit beschädigtem Gebäude (Basis 57 Schadensfälle)

Diese Aspekte werden anhand von Auswertungsgrafiken im Folgenden dargestellt.

Eine generelle Beobachtung zeigt, dass die Zerstörungskraft eines Lichtbogens stark zunimmt, wenn sich ein Serienlichtbogen in einen Parallellichtbogen entwickelt, wenn beispielsweise der Lichtbogen aus einem Strang ein Strangleitungsbündel erreicht. Der Parallellichtbogen hat aufgrund der Lorentzkraft die Tendenz, sich von den PV-Modulen weg zu bewegen und treibt dadurch die Brandgefahr in Richtung Wechselrichter.

Einfluss des Anlagentyps auf die Schadenshäufigkeit

Bild 2 zeigt wie häufig welcher Anlagentyp, also welche Montageart, von Schadensfällen betroffen war.

Diese Verteilung entspricht grob den vom Bundesverband Solarwirtschaft BSW geschätzten Marktanteilen mit

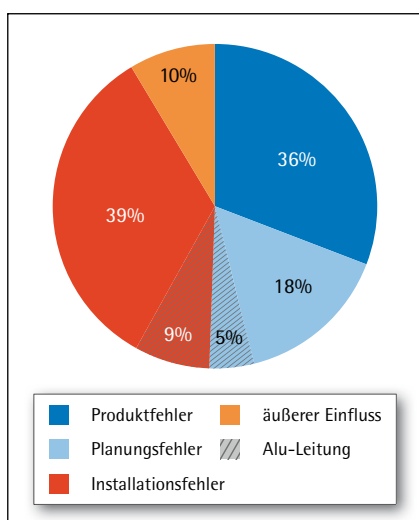


Bild 4: Anzahl der Schadensursachen (ca. 100 Fälle). Fälle, bei denen eine Aluminium-Leitung beteiligt war, sind schraffiert gekennzeichnet.

etwa 70 % Kapazität auf Gebäuden und knapp 30% im Freiland. Weniger als ein Prozent der Kapazität wird als gebäudeintegrierte Anlage (Indach) ausgeführt. Zur Schadensstatistik tragen Anlagen mit gebäudeintegrierten Modulen allerdings zu ca. 10% bei. Bezogen auf die Fälle, wo Gebäude beschädigt wurden, ragen gebäudeintegrierte Anlagen noch deutlicher hervor. Bild 3 zeigt eine Auswertung der Fälle, bei denen ein Gebäude beschädigt oder zerstört wurde, und eine Information über die Montageart des PV-Generators gegeben war.

Bei einem Anteil von geschätzt 1% an der installierten Kapazität beträgt der Anteil der Indach-Anlagen bei den beschädigten Gebäuden etwa 20%! Dies lässt sich damit erklären, dass die Schutzwirkung der „harten Bedachung“ der typischen Ziegeldächer entfällt: Wenn eine Überhitzung oder ein Lichtbogen in der PV-Anlage auftritt, ist die Zündquelle bei Indach-Anlagen schon im Gebäude! Das heißt im Umkehrschluss, dass dachintegrierte Anlagen mit besonders hoher Umsicht geplant und errichtet werden müssen. Technische Regeln für diese Anwendung gibt es derzeit noch nicht. Der TÜV Rheinland hat jedoch einige Versuche zu Brandentstehung und -ausbreitung durchgeführt und Hinweise für Verbesserungsmaßnahmen erarbeitet [2].

Schadensursache

Was sind die Ursachen für die Brandfälle? Bild 4 gibt die Antwort. In ca. 100 Fällen war eine Ursachenfindung möglich. Installationsfehler und Produktfehler ragen als Ursache gegenüber äußerem Einfluss stark hervor.

„Produktfehler“ betreffen vor allem Module und Wechselrichter. Mehrere Modulhersteller waren bzw. sind von Serienfehlern betroffen. Zum Teil hat es Rückruf- und Austauschaktionen gegeben. Auch Wechselrichter scheinen teilweise serienmäßig ausgefallen zu sein. Fehler mit „Alu-Leitung“ sind als Installations- oder Planungsfehler erfasst. Sie werden der Deutlichkeit halber explizit markiert.

„Planungsfehler“ betreffen einerseits den mechanischen Aufbau mit Fehlern wie:

- zu dicht montierte Module, die durch Zwängung brachen und dabei Lichtbogen zündeten
- Scherkräfte auf Modulanschlussdosen durch zu nahe liegende Montagebahnen beschädigten die Dosen und führten zu Lichtbögen
- ungeschützte Montage von Generatoranschlusskästen und Wechselrichtern im Freien mit daraus folgender

Temperatur- und Tauwasser-Belastung führte zu Brand der Komponenten

- fehlende Brandschotts bei Gebäudeeinführung von DC-Leitungen – dadurch wurde ein Brand ins Gebäude geleitet und das Gebäude schwer beschädigt

Genauso ist der elektrische Aufbau mit einer Vielzahl von Mängeln betroffen, z.B.:

- ungeeignete Wechselrichter im Außenbereich
- Wechselrichter an ungeeigneter Stelle (direkte Sonnenbestrahlung, korrosive Gase)
- Unterdimensionierung von Kabeln und Leitungen
- unterdimensionierte DC-Hauptschalter
- falsche Sicherungstypen auf der DC-Seite
- Verlustwärme von Sicherungen nicht beachtet
- DC-Leitungen in Generatoranschlusskasten scheuerten an Metallkanten
- ungeeignete Klemmen bei Aluleitungen
- nachträgliche Erweiterung des PV-Generators, ohne die Belastbarkeit von Betriebsmitteln zu prüfen

Planungsfehler können einen großen Einfluss auf die möglichen Folgen eines Brandes haben. Wenn der Wechselrichter an einer Betonwand hängt, verursacht ein Lichtbogen am DC-Anschluss nur einen Rußfleck. Hängt er an einem Balken oder auf einer Holzplatte, kann daraus ein Gebäudebrand entstehen. Ebenso großen Einfluss hat die Umgebung des Wechselrichters. Fällt eventuell brennendes Material auf einen Steinboden passiert nichts, fällt es ins Heulager, kann daraus ein Großbrand entstehen. Gutachter schildern hier zum Teil haarsträubende Bausituationen [3], [4], [5]. Anforderungen an Elektroinstallationen in feuergefährdeten Betriebsstätten [6] werden eklatant missachtet.

„Installationsmängel“ sind die häufigste Fehlerursache. Sie sind vermutlich teilweise den schwierigen Installationsbedingungen im Winter geschuldet. Teilweise sind sie aber so massiv, dass man von fehlender Sachkenntnis der Installateure ausgehen muss.

Hier eine Liste mit Fehlern, die Brände ausgelöst haben:

- DC-Stecker schlecht gesteckt
- Stecker schlecht (oder gar nicht) gecrimpt

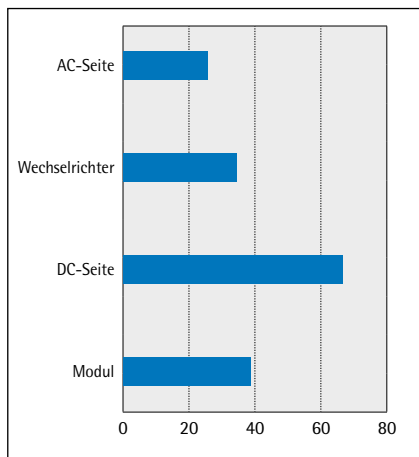


Bild 5: Anzahl der Fehler pro Anlagenteil (für insgesamt 174 Fehler)

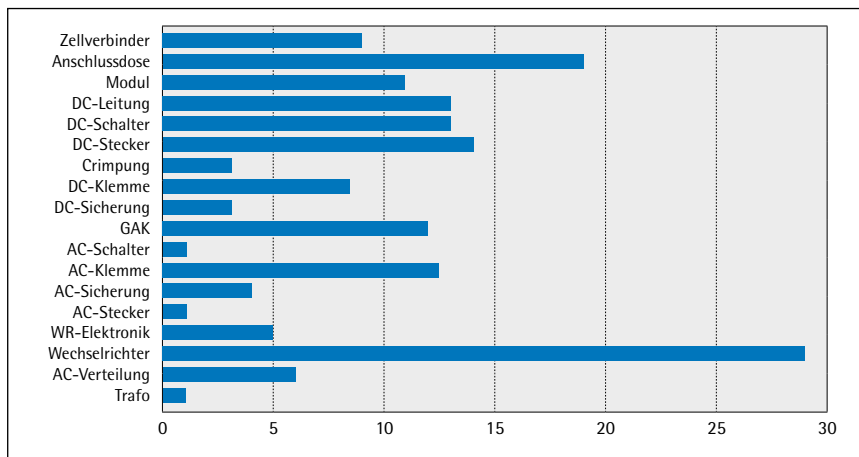


Bild 6: Anzahl Fehler pro Komponente (Gesamtzahl Fehler 174). Anschlussdose steht für Modulanschlussdose, Crimpung für Crimpkontakte von DC-Steckern, GAK für Generatoranschlusskasten, WR für Wechselrichter und Trafo für den Netztransformator der Einspeisestation

- nicht angezogene Schraubklemme
- mangelnde Abisolierung von Leitungen mit Klemmung der Leiterisolierung
- unsachgemäße Verarbeitung von Alu-Leitungen (falsche Klemmen, fehlende Drehmomentkontrolle)
- fehlende Zugentlastung von Kabeln (führt zu mechanischer Belastung der Klemmen).

„Äußere Einflüsse“ sind vor allem Tierverschiss, einzelne Blitzschläge und in einem Fall ein Handwerker, der mit zu langen Schrauben das Gleichstromleitungs-bündel traf.

„Alu-Leitung“ Fehler sind in den obigen Fehlerkategorien schon mit gezählt. Sie sind in Bild 4 getrennt dargestellt, um die Bedeutung besser zu veranschaulichen.

Fehlerauslösende Komponente

Bei den Diskussionen zur Brandgefährdung durch PV-Anlagen stand bisher die vermeintlich kritischere DC (Gleichstrom)-Seite im Fokus. Wegen der Vielzahl der elektrischen Verbindungen und der

Vielzahl der der Witterung ausgesetzten Komponenten und der Selbststabilisierung eines eventuellen Lichtbogens aufgrund der Stromquellencharakteristik der Solarzellen, hielten wir das Brandentstehungsrisiko im PV Generatorbereich für deutlich höher als im Wechselstrombereich.

Die Auswertung bestätigt diese Einschätzung (Bild 5). 63% der Fehler sind der DC-Seite zuzuordnen. Allerdings zeigt sich, dass relativ häufig Fehler auf der AC-Seite eines PV-Systems aufgetreten sind. Dies ist erstaunlich, da auf der AC (Wechselstrom)-Seite die Zahl der Komponenten um mindestens eine 10er Potenz kleiner ist als auf der DC-Seite, bewährte Betriebsmittel mit langer Entwicklungszeit zur Verfügung stehen, die AC-Installation meist in witterungsgeschützten Räumen errichtet wird und jede Elektrofachkraft über eine gute Ausbildung für AC-Installationen verfügt.

Wenn man die Fehler den Komponenten so detailliert wie möglich zuordnet, zeigt sich wie häufig, welche Komponente als Fehlerort gefunden wurde (Bild 6). Achtung: Damit wird der Ort beschrieben, nicht die Ursache!

Angegeben sind die Fehlerorte, die der in jedem Einzelfall möglichen Auflösung bestimmt werden konnten. Das heißt, wenn ein Modulschaden gemeldet wurde, wird er dem „Modul“ zugeordnet. Bei Schäden an einer Modulanschlussdose, findet man ihn unter „Anschlussdose“. Um die Gesamtzahl der Fehler z.B. an Modulen zu erhalten, muss man die Fehlerzahlen von „Module“, „Anschlussdosen“ und „Zellverbinder“ zusammen zählen.

Die meisten Fehler treten bei Modulen und Wechselrichtern auf. Dies Ergebnis ist nicht überraschend: Das Modul ist die Komponente, die am zahlreichsten eingesetzt wird und mit dem Wechselrichter ist die komplexeste Komponente betroffen.

Auf der DC-Seite sind die meisten Systemkomponenten mit etwa gleichen Häufigkeiten betroffen. Wenn man „DC-Stecker“ und „Crimpung“ zusammen zählt, ist der „DC-Stecker“ mit 18 Zählungen nach dem Modul die am zweithäufigsten fehlerbehaftete Komponente. Auf der AC-Seite ist die „AC-Klemme“ nach dem Wechselrichter der häufigste Fehlerort. Hier schlagen vor allem Installationsfehler zu Buche.

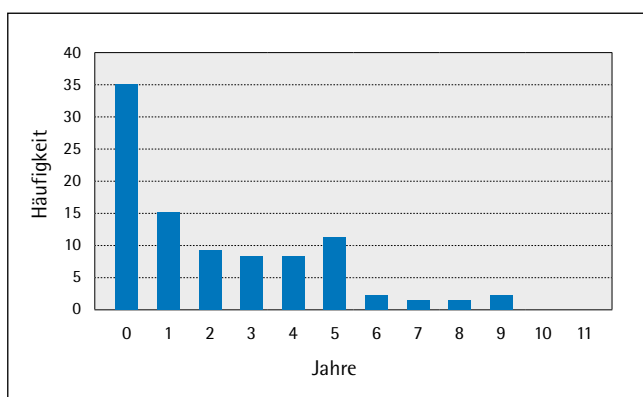


Bild 7: Alter der Anlage zur Schadenszeit (99 Fälle)

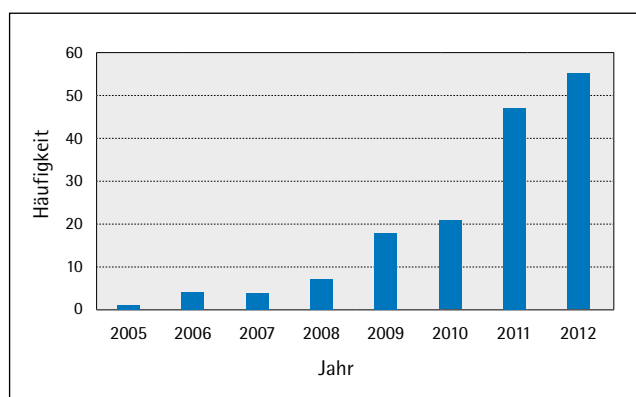


Bild 8: Schadensfälle nach Eintrittsjahr. Mit den Zubauraten steigt auch die Schadenshäufigkeit (Angaben für insgesamt 157 Fälle)

Fehlerorte im Generatoranschlusskasten und in der AC-Verteilung liessen sich häufig nicht genauer identifizieren. Wir vermuten jedoch, dass in vielen Fällen Verbindungsstellen ursächlich waren. Schadensmeldungen und Aussagen von Sachverständigen deuten darauf hin, dass Schraubklemmen gegenüber anderen Verbindungstechniken ein erhöhtes Risiko haben, eine Überhitzung auszulösen.

Alter der Anlagen

Bild 8 zeigt die Verteilung des Anlagensalters bei Schadenseintritt. Man erkennt eine deutliche Häufung von Schäden im ersten Betriebsjahr.

Teilweise traten Schäden schon in der Bauphase auf. Die hohe Zahl der frühen Schäden spiegelt nach Meinung der Autoren einerseits Komponentenversagen – besonders von Wechselrichtern – wieder, und andererseits die zahlreichen Installationsmängel, die dann nach wenigen Volllast-Wochen zu Bränden führen. Die hohe Zahl von frühen Schäden dürfte teilweise auch auf die schlechten Arbeitsbedingungen bei der Installation zurückzuführen sein. So wurde 2011 nach Zahlen des BMU etwa 40% der neuinstallierten Kapazität im Dezember – wegen der zum Jahreswechsel erfolgenden Absenkung der EEG Vergütung – errichtet, also unter enormem Zeitdruck und widrigen Arbeitsbedingungen.

Bild 8 zeigt die Anzahl der gefundenen Schäden pro Jahr. Man erkennt einen starken Anstieg in den Jahren 2011 – 2012, der mit etwas Verzögerung den starken Zubau in den Jahren 2010 – 2012 von jeweils etwa 7 GWp widerspiegelt.

Aus der Ende 2011 installierten Kapazität von etwa 25 GWp und den 65 Schadensfällen im Jahr 2012 kann man grob eine Häufigkeit von potentiell brandauslösenden Fehlern von 0,3% pro MWp und Jahr abschätzen.

Dies dürfte eine konservative Abschätzung sein, insofern die Installationsfehler

des Baubooms von Dezember 2011 dort enthalten sind. Die Zahl der Installationsfehler sollte in „normalen“ Jahren deutlich geringer sein.

Zeitpunkt des Fehlers

Zum Verständnis der Mechanismen, die zum Brand führen, helfen die beiden folgenden Grafiken. Sie zeigen die Abhängigkeit der Fehlerhäufigkeit von der Jahres- bzw. Tageszeit.

In beiden Diagrammen zeigt sich eine starke Abhängigkeit der Fehlerhäufigkeit vom solaren Energiedargebot. Die Fehlerhäufigkeit folgt grob dem Gang der Einstrahlung. Dies ist ein klares Indiz, dass die meisten Fehler strombedingt auftreten, also durch Versagen von Verbindungen bzw. Kontakten und durch Überlastung von Betriebsmitteln. Isolationsfehler spielen demzufolge nur eine geringe Rolle.

Fazit der Schadensanalyse

Photovoltaikanlagen haben ein zwar geringes, aber nicht vernachlässigbares Risiko, einen Brand auszulösen. Module und Wechselrichter sind erwartungsgemäß relativ auffällige Komponenten. Überraschend häufig wurden Fehler bei folgenden Komponenten festgestellt:

- bei DC-Steckern
- in der AC-Verteilung mit allen Komponenten und besonders den Klemmenverbindungen
- mit falscher Verarbeitung von Aluleitungen

Hauptursachen für Brände sind „Installationsfehler“ und Wechselrichter-Produktfehler. Alle bauseitig errichteten Verbindungen sind potentiell kritisch. Die auslösenden Fehler sind weit überwiegend Kontaktierungsfehler im Hauptstrompfad, also „serielle Fehler“, und nicht Kurzschlüsse und nicht Isolationsfehler.

In Teil 2, welcher in der nächsten Ausgabe der SONNENENERGIE erscheint, werden einige Fehlermechanismen ausführlicher beleuchtet und illustriert und Möglichkeiten zur weiteren Verringerung des Brandrisikos vorgestellt.

Literatur

- [1] www.pv-brandsicherheit.de
- [2] F. Reil, Technische Brandrisikominimierung bei Gebäudeintegrierter Photovoltaik (GIPV), Vortrag 2. PV-Brandschutzworkshop, Freiburg, 30.01.2013, www.pv-brandsicherheit.de/fileadmin/WS_24-01-13/10_Reil__Brandrisikominimierung_bei_BIPV.pdf
- [3] L. Erbe, Typische Mängel an Photovoltaikanlagen, Schadenprisma 3/2011; www.schadenprisma.de/pdf/sp_2011_3_4.pdf
- [4] Chr. Bendel, Qualitätsmängel in Photovoltaikanlagen, ep Photovoltaik – 3/4-2011
- [5] M. Schmitt, Mängel bei der Errichtung von Photovoltaikanlagen, Tagungsband 26. nationales Symposium Photovoltaik, Bad Staffelstein, 2011
- [6] „Elektrische Anlagen in feuergefährdeten Betriebsstätten und diesen gleichzustellende Risiken“, VdS 2033, http://vds.de/fileadmin/vds/publikationen/vds_2033_web.pdf

Danksagung

dem Bundeswirtschaftsministerium BMWi für die Förderung des Projektes FKZ: 0325259

ZU DEN AUTOREN:

► Hermann Laukamp und Georg Bopp
Fraunhofer ISE

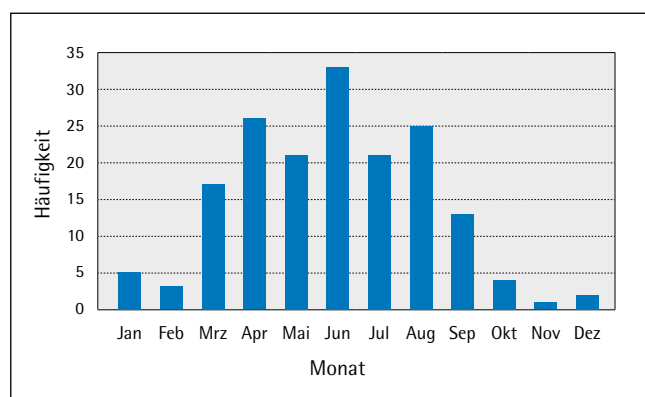


Bild 9: Anzahl der Schadensfälle pro Monat (gesamt 171)

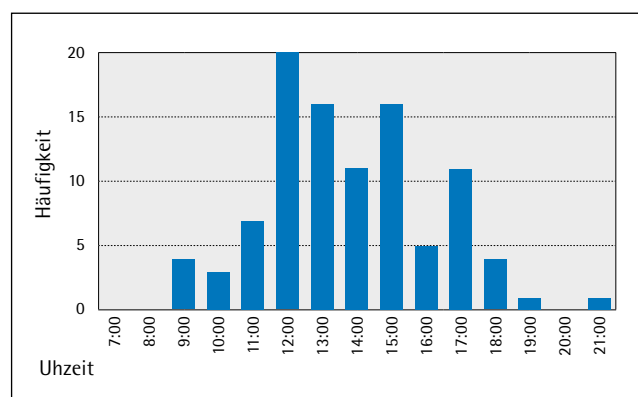


Bild 10: Anzahl der Schadensfälle in Abhängigkeit von der Tageszeit (99 Fälle – häufig konnte keine Uhrzeit angegeben werden)

KLEINWASSERKRAFT

POTENZIALE NICHT AUSGESCHÖPFT:

MIT INNOVATIVER TECHNIK WEITERES AUSBAUPOTENZIAL IN DEUTSCHLAND



Bild 1: Zu sehen ist ein klassisches mittelschlächtiges Wasserrad mit 17 kW Leistung in Lennestadt im Sauerland.

Die Potenziale der Wasserkraft sind längst nicht ausgeschöpft – trotz häufiger Berichte mit diesem Tenor. Gerade innovative Technologien in der Kleinwasserkraft könnten noch etliche Projekte realisierbar machen.

Schätzungsweise 6.300 der rund 7.000 Wasserkraftwerke in Deutschland zählen zur Kleinwasserkraft, deren Leistungsbe- reich bis ein Megawatt reicht. Meist be- finden sie sich an Flüssen und Bächen in Süddeutschland sowie in den Mittel- gebirgen. Zu ihnen gehören Laufwasser- aber auch kleine Speicherkraftwerke. Ein



Bild 2: Ein modernes Wasserrad aus Metallkammern mit 14 kW im schweizerischen Cormoret.

großer Vorteil der Wasserkraft ist ihre steti- ge Verfügbarkeit: Diese macht sie zur idealen Ergänzung der fluktuierenden Erneuerbaren Energien, wie der Solar- und der Windenergie.

Bedeutung der Kleinwasserkraft

Wasserkraftanlagen befinden sich häu- fig an historischen Mühlenstandorten, die seit Generationen von Privatperso- nen bewirtschaftet werden. Beim Bun- desverband Deutscher Wasserkraftwerke rechnet man damit, dass die Kleinwasser- kraft zwischen acht und zehn Prozent der Wasserkraftleistung bereitstellt.

Nach dem Register der Übertragungs- netzbetreiber gibt es 637 Anlagen kleiner ein MW Leistung. Bei angenommenen 4.500 Volllaststunden sind damit rund zwei TWh Strom zu erzeugen – was zwar nur 0,34% des Stromverbrauchs Deutschlands bedeutet, dennoch aber fast 600.000 Haushalte mit Strom ver- sorgen kann. In seiner Gesamtheit be- trachtet, leistet die Wasserkraft freilich viel mehr: In Bayern beträgt der Anteil der gesamten Wasserkraft an der Strom- erzeugung immerhin etwa 15%.

Neben der Erzeugung von Elektrizität erbringen die Anlagen auch einen Beitrag

zum Hochwasserschutz, da das Aufstau- en des Wassers den Abfluss im Unterlauf reguliert. Außerdem tragen der Erhalt und die Pflege der Mühlgräben sowie der weiteren Gewässerbereiche mit ihrem Bestand an Weiden und Hecken zum Landschaftsbild und zum Schutz der Ar- tenvielfalt bei.

Funktionsweise

Meist wird für den Betrieb eines Was- serkraftwerkes ein Teil eines Gewässers abgezweigt und über einen Wassergraben zum Turbinenhaus geleitet. Dort regelt man den Pegelstand über ein Wehr, das auch als Überlauf dient. Vor den Turbinen befindet sich ein Rechen, der dazu dient, Treibgut und Fische abzuhalten.

Die Turbinen sind an einen Generator gekoppelt, welcher Strom erzeugt, der dann ins öffentliche Netz eingespeist oder vor Ort verbraucht werden kann. Bei musealen Anwendungen sind Wasserrä- der über Transmissionen mit mechanisch betriebenen Arbeitsgeräten verbunden. Anschließend fließt das Wasser im Un- terlauf des Kraftwerks wieder zurück ins Gewässer.

Wasserrad oder Turbine?

Der Ertrag einer Wasserkraftanlage richtet sich danach, wie groß der Höhen- unterschied zwischen Ober- und Unter- wasser ist – gemessen in Nettofallhöhe in Metern – sowie danach, wie viel Be- wegungsenergie als Durchflussmenge in Liter pro Sekunde zur Verfügung steht.



Bild 3: Bei Durchströmturbinen gelangt das Wasser auf eine sich drehende Walze, die besonders für niedrige Fallhöhen geeignet ist. Hier abgebildet ist eine Banki-Durch- ström-Turbine der Wirth Wasserkraftanla- gen GmbH mit 95 kW in der Abtei Mari- enstatt bei Hachenburg.

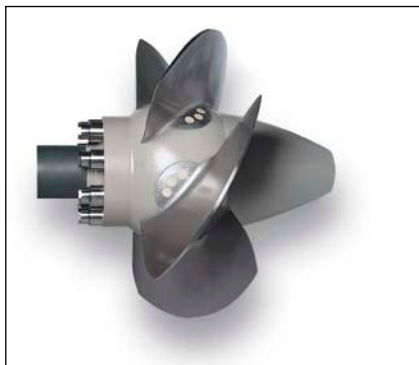


Foto: Voith Hydro Holding GmbH & Co. KG.

Bild 4: Kaplan-turbinen werden häufig in Flusskraftwerken eingesetzt.



Foto: Voith Hydro Holding GmbH & Co. KG.

Bild 5: Die Francis-turbine ist die am weitesten verbreitete Turbine.



Foto: Voith Hydro Holding GmbH & Co. KG.

Bild 6: Ein Spezialist für geringe Durchflussmengen ist die Pelton-turbine.

Je nach Standort ermittelt man so das passende Wasserrad beziehungsweise die Wasserturbine. Für geringe Fallhöhen eignen sich unter anderem Wasserräder aus Holz oder Metall. Sie werden als ober- und mittelschlächlige Räder von oben mit Wasser versorgt oder stehen als unterschlächtige Anlagen im Gewässer.

Turbinen und Einsatzbereiche

In kompakterer Bauweise eignen sich bei geringen Fallhöhen Durchströmturbinen, bei denen das Wasser auf eine drehende Walze geleitet wird und nach einer halben Umdrehung wieder unten herausfließt. Sie kommen bevorzugt bei Klein- und Kleinst-Wasserkraftwerken zum Einsatz. In Flusskraftwerken wird häufig die Kaplan-turbine eingesetzt, die einer Schiffsschraube ähnelt, allerdings verstellbare Laufradschaufeln besitzt.

Bei mittleren Fallhöhen und Durchflussmengen ist die Francis-turbine die Technik der Wahl: Sie ist die am weitesten verbreitete Turbine überhaupt. Das Wasser wird dabei über eine spiralförmige Zuleitung und ein festes Leitrad mit verstellbaren Schaufeln auf das sich drehende Laufrad gelenkt. Bisweilen findet man diese Bauart auch ohne die charakteristische Zuleitung als Francis-Schacht-turbine.

Ein Spezialist für geringe Durchflussmengen ist die Pelton-turbine. Bei ihr wird das Wasser über mehrere Düsen auf ein Turbinenrad gerichtet. Sie gewährleistet eine hohe Effizienz im Betrieb, erfordert allerdings auch Fallhöhen von mehr als 30 Metern. Anhand des Schaubildes (Bild 7) kann die richtige Turbine für den jeweiligen Einsatzbereich abgelesen werden.

Innovationen vorhanden

Immer wieder gibt es auch in der Kleinwasserkraft neue Produkte zu vermelden: Voith Hydro aus Heidenheim brachte 2013 etwa den „StreamDiver“ auf den Markt, der bislang unerschlossene Standorte wie Wehre oder Dämme nutzbar machen soll (Simulation). Die kompakte Turbinen-Generator-Einheit ähnelt einer Kaplan-

Bulbturbine. Der StreamDiver ist in fünf Größen bis zu 800 kW Leistung erhältlich und durch einen einfachen Aufbau besonders wartungsarm.

Wasserschnecken, Pontons und Wirbelbecken

Relativ neue Möglichkeiten für die Kleinwasserkraft bieten auch Wasserschnecken – vor allem dadurch, dass sie bei niedrigen Fallhöhen, wie schon mit 1,5 Metern, betrieben werden können. Sie gelten als besonders fischfreundlich und haben ein gutes Preis-Leistungsverhältnis. Es gibt bereits rund 200 solcher Anlagen in Europa, und zwar schwerpunktmäßig in Deutschland. Ihr Potenzial ist angesichts von 50.000 Dämmen und Wehren hierzulande aber noch lange nicht ausgeschöpft.

Das Planungsbüro Steinhoff-Energie aus dem hessischen Weilrod hat mit dieser Technologie bereits Erfahrungen gesammelt: „Sie ist robust und umweltverträglich“, hebt Ronald Steinhoff hervor. 2012 nahm er im hessischen Dautphetal im Landkreis Marburg-Biedenkopf eine

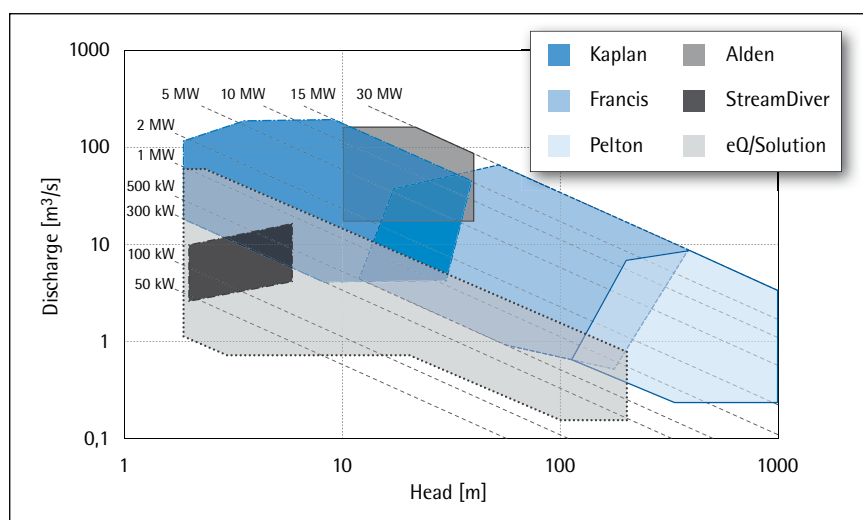
Anlage mit 132 kW und einer Jahreserzeugung von rund 420.000 kWh in Betrieb. Die Investitionskosten betrugen knapp unter 5.000 Euro pro kW. Mit anderen Technologien liegen sie teils bei bis zu 13.000 Euro pro kW.

Einfach und fischfreundlich

Überall wird derzeit an neuen Nutzungsformen der Wasserkraft gearbeitet: So erreichen Projekte von Flusswasserkraftwerken die Öffentlichkeit, die gänzlich auf aufgestauten Wasser verzichten und auf Pontons installiert sind – ähnlich früher Schiffsmühlen. Andere Anlagen nutzen die Verwirbelung strömenden Wassers in großen runden Trögen, um damit ein langsam laufendes Wasserrad anzutreiben. In allen Fällen wird die Fischverträglichkeit hervorgehoben – eben jene Herausforderung, die ansonsten bei den klassischen Anlagen oft zu Diskussionen führt.

EU-Richtlinie bedroht Standorte

Zum Schutz der Fische besitzen die meisten Anlagen am Einlauf einen Re-



Grafik: Voith Hydro Holding GmbH & Co. KG.

Bild 7: Bedingt durch Nettofallhöhe (in m, x-Achse) und Durchflussmenge (in m³/s, y-Achse) ergeben sich die spezifischen Einsatzbereiche von gängigen Turbinentypen (Kaplan, Francis und Pelton) bzw. speziellen Voith-Entwicklungen (Alden, Stream Diver, eQ-Solution) sowie deren Kapazitätsbereich.

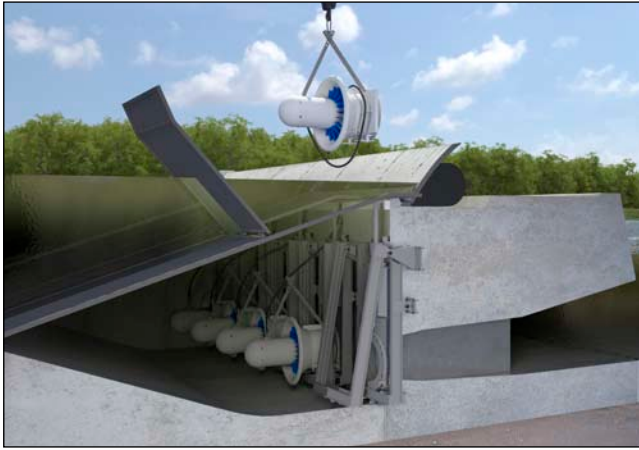


Bild 8: Der „StreamDiver“ der Voith Hydro ist eine kompakte Turbinen-Generator-Einheit, die in fünf Größen bis zu 800 kW Leistung je Einheit erhältlich ist. Ihr Aufbau macht sie besonders wartungsarm.



Bild 9: Wasserkraftschnecken können bereits bei niedrigen Fallhöhen betrieben werden. Hier ist eine 49,1-kW-Anlage aus Krechting im Kreis Borken zu sehen.

chen mit Stababständen von 1,5–2 cm, bisweilen auch größere Abstände. Zusätzliche Durchgänge mittels Rohren, insbesondere für Aale, sind möglich.

Damit auch Wanderfische wie Lachse zum Laichen zu ihrer Geburtsstätte zurückfinden, werden Hilfen zum Aufstieg benötigt. So fordert die Europäische Wasserrahmenrichtlinie, die in Deutschland mit dem Wasserhaushaltsgesetz 2010 umgesetzt wurde, unter anderem, dass Gewässer durchgängig gestaltet sein sollen.

Bei Wasserkraftbetreibern, deren bestehende Anlagen noch keine Fischtreppe haben oder andere Auflagen nicht erfüllen, sorgt dies für große Unruhe. Denn für die Nachrüstung fehlt oft das Geld. Die Folge könnte eine massenhafte Schließung von Mühlen und Wasserkraftwerken sein. Und da im neuen EEG 2014 die Förderung ökologischer Maßnahmen gestrichen wurde fordern die Wasserkraftverbände nun Unterstützung durch die öffentliche Hand.

Herausforderung Wirtschaftlichkeit

Betreiber von Kleinwasserkraftanlagen müssen ohnehin knapp kalkulieren: Sie erhalten bei alten Anlagen oft nur eine Einspeisevergütung von kaum mehr als sieben Cent pro Kilowattstunde.

Noch im EEG 2009 waren für ökologische Verbesserungen Anreize in Höhe von 12,7 Cent/kWh für Neuanlagen bzw. 11,67 Cent/kWh für Bestandsanlagen enthalten. Selbst wenn dies heute noch Gültigkeit besäße ließen sich damit insbesondere bei Anlagen unter 500 kW die Mehrkosten der ökologischen Modernisierung oft nicht decken.

Wer im Jahr 2014 eine Anlage neu in Betrieb nimmt, erhält nach § 40 EEG 2014 bei einer Leistung bis zu 500 kW auf zwanzig Jahre 12,52 Cent pro Kilowattstunde. Nur extrem gut geplante Anlagen lassen sich damit refinanzieren. Ein noch größeres Hindernis aber ist in vielen Fällen das Genehmigungsverfahren, um eine neue Anlage zu errichten.

Selbstverbrauch und Ausbaupotenzial

Viele Betreiber von Wasserkraftanlagen nutzen den selbst erzeugten Strom im eigenen Anwesen und kommen so auf eine bessere Wirtschaftlichkeit als bei der Netzeinspeisung. Für Neuanlagen gibt es zudem künftig das Problem der EEG-Umlage, die für selbst genutzten Strom zu entrichten ist.

Trotz aller Herausforderungen ist das Interesse der Investoren an der alten verlässlichen Technik ungebrochen: Nach Einschätzung des deutschen Wasserkraftverbandes ist für die gesamte Wasserkraft eine Leistungssteigerung von derzeit rund 20 auf 31 TWh jährlich vorstellbar. Dieses Ziel könnte durch Neubauten, Modernisierungen und die Reaktivierung alter Standorte erreicht werden.

ZUM AUTOR:

► Dipl.-Geogr. Martin Frey
Fachjournalist

mf@agenturfrey.de



Bild 10: Das „Fischfreundliche Wehr“ – hier das Pilotprojekt bei Dresden – besitzt ein vertikal gelagertes langsam drehendes Wasserrad. Das Produkt der ecoligent und Käppler & Pausch GmbH ist in Leistungen zwischen 3 und 5 kW erhältlich.



Bild 11: Fischpassagen ermöglichen, Wasserkraftanlagen in beide Richtungen zu passieren. Hier eine neue Anlage an der Schwalm-mühle im nordhessischen Neuental-Schlierbach.

Jetzt erhältlich unter
www.dgs-franken.de/bestellungen

Modern heizen mit Solarthermie

Sicherheit im Wandel der Energiewende



Private Haushalte benötigen nur einen kleinen Teil ihres Energieverbrauchs für die Waschmaschine, das Smartphone und die Beleuchtung. Der Löwenanteil, 83 Prozent, geht auf das Konto der Wärme: Heizen und Baden.

Dafür gibt es eine bewährte Technik, die Solarthermie zapft die endlose Kraft der Sonne an und sie speichert die Wärme – billiger als Akkus den Strom speichern können. Längst gibt es Ein- und Mehrfamilienhäuser, die auch im Winter nur durch Solarthermie beheizt werden.

Die gängige Hysterie um Strom aus erneuerbaren Quellen läuft nur dann nicht ins Leere, wenn man beim Löwenanteil des Energieverbrauchs als erstes die Solarthermie einsetzt; dann schaffen Photovoltaik und Windstrom den verbleibenden Rest zur Energiewende, zur Versorgungssicherheit jenseits allen Zweifels über die Krisen in Lieferantenstaaten.

Leukefeld | Baer | Hüttmann

VERKEHRSWENDEKONZEPT

DIE FÜHRENDEN DEUTSCHEN UMWELTVERBÄNDE UNTERMAUERN MIT IHRER NEUSTEN STUDIE, DASS DIE KLIMASCHUTZZIELE IM VERKEHRSSSEKTOR EINEN MASSIVEN AUSBAU DER ERNEUERBAREN ELEKTROMOBILITÄT BENÖTIGEN.

Im Juni diesen Jahres wurde von Deutschlands führenden Umweltverbänden das Verbändekonzept „Klimafreundlicher Verkehr in Deutschland“ veröffentlicht. Gleich auf Seite 7 steht ein bemerkenswerter Satz: „Die Bahn, der öffentliche Nahverkehr, Pkw und leichte Nutzfahrzeuge werden im Jahr 2050 weitgehend elektrisch mit Strom aus Erneuerbaren Energien angetrieben“. Ein derart deutliches Bekenntnis der Umweltbewegung zur Elektromobilität hat es bisher in Deutschland noch nicht gegeben!

Das Szenario zur Reduktion der Treibhausgase im Verkehr um 95% bis 2050 wurde von WWF, BUND, Germanwatch, NABU und dem VCD in Zusammenarbeit mit dem Öko-Institut erstellt. Es basiert auf vielen Annahmen, über die man sicherlich im Detail leidenschaftlich streiten kann, und doch ist es eine sehr aufschlussreiche Sammlung von Zahlenmaterial als auch ein schlüssiges Gesamtkonzept für die Verkehrswende, zu dessen Lektüre wir allen Interessierten raten.

Menschen

Ausgangsbasis ist die Annahme, dass die Bürger bis 2050 durch den demographischen Wandel nicht nur im Schnitt älter werden, auch die Bevölkerungszahl soll um ca. 10%, auf etwa 73 Mio. Einwohner, zurückgehen. Als Folge verringert sich „der Personenverkehr [...] bis 2050 um 15%“.

Aus diesen Veränderungen ergeben sich andere Mobilitätsmuster und folglich eröffnen sich auch andere Optionen zur Lösung der neuen Anforderungen.

Fahrräder und Pedelecs

„Der Fahrradanteil erreicht in Kernstädten 35% und im Umland 20%, so dass sich ein durchschnittlicher Fahrradanteil von 25% an den Wegen ergibt“. Dies wäre ein deutlicher Zuwachs, weil wir heute bei etwa 10% Fahrradanteil liegen.

Vor allem die (teil)elektrischen Zweiräder werden hierzu einen wichtigen Beitrag leisten, weil durch die Technologie deutlich längere oder mühsamere Wegstrecken auch ohne PKW zu bewältigen sind. Der Stromverbrauch der Pedelecs und Kraft-

räder soll insgesamt bei ca. 1 TWh liegen, was im Gesamtstromverbrauch vernachlässigbar ist.

Personenkraftwagen

In Summe soll die Zahl der PKWs von heute 42 Mio. auf etwa 17 Mio. sinken, also ganz grob eine Halbierung des Bestandes als auch der gefahrenen Kilometer. 10% der Fahrleistung sollen von Carsharing-Angeboten erbracht werden.

Gleichzeitig vollzieht sich eine rapide Umstellung auf elektrische Antriebe (siehe Bild 1) und ab 2040, so die Annahme, werden praktisch nur noch Elektro(hybrid)fahrzeuge neu zugelassen. Nur durch diese Veränderung können die Emissionen des PKW-Segments auf nahezu Null reduziert werden (siehe Bild 2).

Das Szenario nimmt an, dass die elektrische Reichweite der Fahrzeuge von 150 km durch bessere Akkutechnik auf rund 300 km ansteigen wird und dass auf Langstrecken, im Rahmen multimodaler Mobilität, andere Technologien an Bedeutung gewinnen werden: die Eisenbahn und Langstreckenbusse.

Personennahverkehr

Neben den Zweirädern sollen vor allem auch die Angebote des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) große Zuwachsraten verzeichnen. Busse und Bahnen sollen 2050 rund doppelt so viele Personen bewegen und damit ihren Anteil am gesamten Personenverkehr auf 16% steigern.

Der Strombedarf der Straßen-, S- und U-Bahnen soll konstant bei 3 TWh bleiben. Durch die Umstellung auf Elektrobusse sollten weitere 4 TWh für den ÖPNV-Sektor benötigt werden.

Langstreckenbusse müssen in Zukunft auch als Elektrohybridfahrzeuge gebaut werden, damit sie in den Ballungsräumen elektrisch fahren können. Auf der Autobahn soll dann der Strom primär mit Gasmotoren gewonnen werden.

Eisenbahn

Die Bahn wird nach dem Szenario primär in der Langstrecke (bis 200 km) Zuwächse verzeichnen können. Im Personennahverkehr seien die Potenziale zur



Die neue Studie der Umweltverbände zeigt auf, wie man im Verkehrssektor bis 2050 die geforderte Reduktion der CO₂-Emissionen erreichen könnte.

Verkehrsverlagerung auf die Schiene begrenzt. In diesem Segment soll der Stromverbrauch von 10 TWh auf rund 13 TWh ansteigen.

Eine Verdopplung der Kapazitäten bis 2050 sieht man bei der Bahn vor allem im Güterverkehr. Die Studie stellt jedoch fest, dass hierzu vor allem auch eine deutliche Reduktion der Lärmemissionen bei den Zügen erforderlich wäre, da ansonsten die Akzeptanz fehlen wird.

Im Gütertransport steigt der Strombedarf der Bahn um ca. 20% auf 6 TWh. Wie dies mit dem 100%-igen Anstieg der Transportleistung zu vereinbaren ist, zählt zu den vielen kleinen Punkten des Szenarios über die man debattieren könnte.

Lastkraftwagen

„Der Güterverkehr in Deutschland nimmt zwar bis 2030 weiter zu, stabilisiert sich aber langfristig auf heutigem Niveau“, so die Annahme. Was also auf der Schiene zusätzlich transportiert werden soll, haben die LKWs weniger zu bewegen. Dennoch verbleiben im Verbändekonzept rund 50% der Gütertransportleistung auf den Strassen.

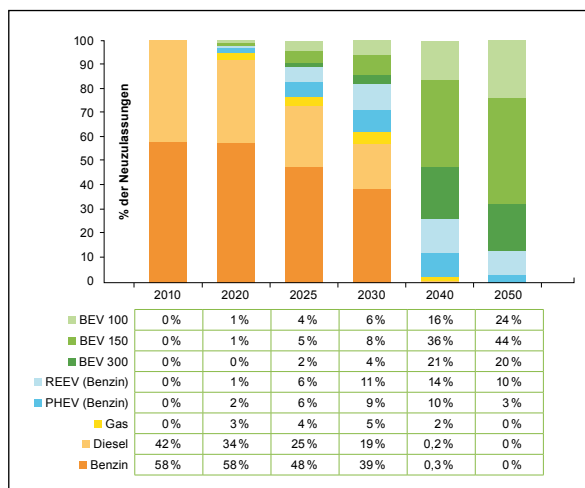


Bild 1: Für den PKW-Sektor wird im Verbändekonzept bei den Neuzulassungen eine Entwicklung angenommen, nach der ab dem Jahr 2040 fast nur noch Elektrofahrzeuge verkauft werden. Für 2020 erwartet man 5%, also 150.000 E-Neufahrzeuge pro Jahr.

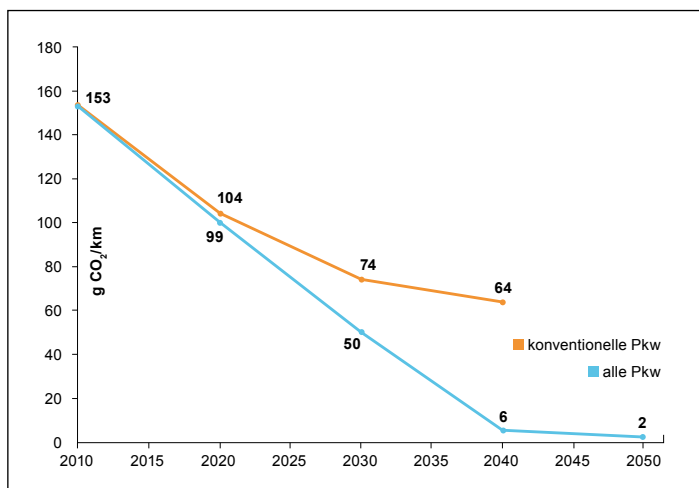


Bild 2: Reine Effizienzmaßnahmen beim Verbrennungsmotor würden die Emissionen der PKWs bei rund 60 g CO₂/km stagnieren lassen (orange). Erst mit der Umstellung auf Elektromobilität gelingt der Pfad zu faktisch Null-Emissionen (blau).

Quelle: Verbändestudie 2014

Man nimmt an, dass sich die Technologien bis 3,5 Tonnen genauso wie beim PKW, also hin zu 100% elektrisch, entwickeln werden (Bild 1).

Das uralte Konzept der elektrischen Oberleitungs-LKWs, also die Eisenbahn auf Gummirädern mit Asphaltbahnen, wird in der Studie zwar erwähnt, dennoch unterstellt man im Schwerlastverkehr die gleiche Hybridtechnik wie bei Langstreckenbussen. Die Nutzung von gasförmigen Treibstoffen, also mit „biogenem oder strombasiertem Methan“, steht damit unausweichlich im Vordergrund.

Der Strombedarf der Kurzstrecken-LKWs wird mit rund 8 TWh beziffert.

Schiffe und Flugzeuge

Die Personenschifffahrt ist energetisch betrachtet ohne Bedeutung. Beim Güterverkehr soll die Binnenschifffahrt um etwa 20% zulegen. Einzig beim Seeverkehr von Gütern erwartet man einen deutlichen Zuwachs von 250% bis 2050.

Technisch hofft man hier auf die Umstellung der Antriebe weg vom dreckigen Schweröl hin zu saubereren Gasen.

In der Luftfahrt erwartet die Studie bis 2050 einen Rückgang von 10% bei der Personenverkehrsleistung, denn „Luftverkehr wird in Zukunft teurer werden“.

Der Energiebedarf bleibt praktisch konstant und da auch 2050 noch mit klassischen Turbinen geflogen werden soll, bleiben, wie beim Seeverkehr, auch hier nur die biogenen oder strombasierten Kraftstoffe als Lösung übrig.

Enormer Strombedarf ?

„Der enorme langfristige Strombedarf des Verkehrssektors unterstreicht die dringende Notwendigkeit einer konsequenten Umsetzung der Energiewende in Deutschland“, so die Studie. Als „enorm“ erscheinen uns hierbei nicht die 67 TWh, also 10% des heutigen Stromverbrauches, die direkt in PKW und LKWs benötigt werden. „Enorm“ sind, wenn dann die 234 TWh Strom zur Herstellung der strombasierten

Gase für den Langstreckentransport. Mit Hilfe anderer Lösungen (Oberleitungs-E-LKWs, Akkuwechsel, usw.) kann der Bedarf an „Stromgasen“ bis 2050 sicherlich deutlich reduziert werden. Und sollten im Zuge der Rohstoffverknappung immer mehr „Weltraumstationstechnologien“ auf der Erde zum Einsatz kommen (regional geschlossene Kreisläufe, 3D Drucker, weniger sinnloser Wegwerfkonsum etc.), so könnte der Güterverkehr und sein Brennstoffbedarf noch massiv abnehmen.

Vor dem Zeithorizont 2050 und der Herausforderung „Peak Oil“ erscheint das Verbändekonzept fast schon konservativ. Es ist dennoch eine bahnbrechende Publikation, weil erstmalig die Umweltverbände beziffern, warum Elektromobilität und die dazu gehörenden Akkus ein gigantischer Massenmarkt werden ... muss.

ZUM AUTOR:

► Tomi Engel

DGS Fachausschuss Solare Mobilität

tomi@objectfarm.org

Der DGS Fachausschuss Solare Mobilität zieht Bilanz

Als die DGS im Jahr 2006 den Fachausschuss für Solare Mobilität erneut ins Leben gerufen hat, um die Energiewende im Mobilitätsbereich fachlich zu unterstützen, war „Elektromobilität“ ein (umwelt-)politisches Unwort. Abgesehen von den unermüdlichen E-Mobilisten des Bundesverbandes Solare Mobilität (bsm) gab es damals fast keine Fürsprecher für eine saubere Fortbewegung.

Die DGS hat 2007 eine der ersten umfassenden Studien zu den CO₂-Emissionen der PKW-Flotte publiziert und in Folge eine ganzheitliche Treibstoffstrategie (2008) erarbeitet, die technischen Herausforderungen der Ladeinfrastruktur und Netzeinbindung

aufgezeigt, die notwendigen rechtlichen Rahmenbedingungen für Elektromobilität skizziert und auf der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE) gemeinsam mit den Akteuren der Energiewende auch ein zukunftsweisendes Förderkonzept für Elektromobilität (die I.D.E.E.) entworfen und zur Diskussion gestellt.

Alle Informationen wurden über die Jahre hier in der SONNENENERGIE veröffentlicht und stehen auch heute für jeden Bürger im neuen Internet-Auftritt der DGS zum Abruf bereit: www.dgs.de/index.php?id=solarmobil-hintergrundinfos

Wir haben in unzähligen Gesprächen mit Vertretern der Politik als auch der Um-

weltverbände dazu beigetragen, dass die zentrale Rolle der Elektromobilität für die Energiewende heute zumindest auf dem Papier von allen Seiten akzeptiert wird. Die nun vorliegende Studie der Umweltverbände bestätigt dies eindrucksvoll.

Leider zeigt die aktuell in Deutschland geplante Förderung der Elektromobilität (das „Elektromobilitätsgesetz“), dass zwischen Theorie und Praxis ein großer Unterschied besteht: Der politische Wille unserer Regierung zur Förderung der Elektromobilität ist nicht zu erkennen. Doch für eine erfolgreiche Praxis reicht es zum Glück, wenn die Bürger einfach Elektroautos kaufen und „Erneuerbare tanken“. Fertig.

ERNEUERBARE ENERGIEN FÜR DEN IRAN

OPTIMALE BEDINGUNGEN UND GROSSE CHANCEN FÜR EINEN WANDEL

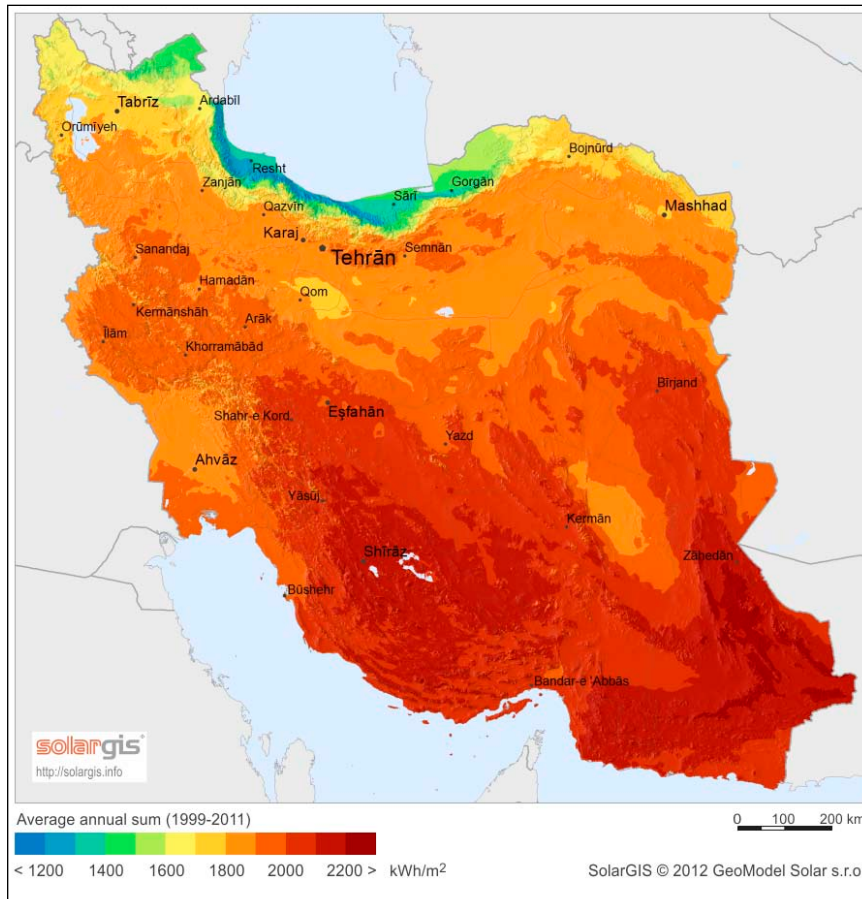


Bild 1: Im Iran bestehen beste Voraussetzungen zur Nutzung der Solarenergie

Voraussetzungen und Energieverbrauch

Der Iran zählt mit seiner sehr hohen Bevölkerungsdichte zu den 20 bevölkerungsreichsten Ländern der Erde. Das hat auch Folgen auf den Energiebedarf des Landes. So wurden innerhalb des Iran in den letzten Jahren mehr als 1,5 Millionen Barrel Erdöl täglich konsumiert, größtenteils zur Energieerzeugung. Rein rechnerisch entspricht das gemessen am aktuellen Ölpreis einem Wert von rund 150 Millionen US-Dollar täglich. Auch wenn der Iran über die zweitgrößten Erdgasreserven der Welt verfügt und sein inländisches Gaspipelinennetz erheblich ausgebaut, einen Großteil des Wärmebedarfs für Haushalte und den Handel sowie für die Industrie auf Gas umgestellt hat, verringern der hohe Verbrauch

im Land dennoch die notwendigen Deviseneinnahmen. Würde beispielsweise der Eigenverbrauch an Erdöl um die Hälfte reduziert werden, könnte man gemäß dem aktuellem Rohölkurs jährlich mehr als 25 Milliarden US-Dollar einnehmen.

Zählt man die beiden für den globalen Handel und die internationale Energiepolitik wichtigsten Energieträger Erdöl und Erdgas zusammen, so nimmt der Iran mit seinen Reserven in Höhe von 370 Milliarden Barrel Öläquivalenten (bboe) den zweiten Platz hinter Russland (383 bboe), aber noch vor Venezuela (333 bboe) und Saudi Arabien (320 bboe) ein. Der Iran ist nach Saudi Arabien der zweitgrößte Öl-exporteur der OPEC und der drittgrößte Exporteur weltweit. Längerfristig erhöhen sich die strategischen Bedeutungen von Irans Erdgasreserven. Als zweitgröß-

tes Reserveland der Welt (16% der Weltreserven) nimmt der Iran deshalb eine so wichtige Bedeutung ein, da Erdgas in den bevorstehenden Jahrzehnten eines globalen Umbaus der Energieversorgung von einer überwiegend fossilen zu einer emissionsärmeren, verstärkt erneuerbaren Energieversorgung eine Brückenfunktion zufällt.

Bevölkerung und Veränderung

Die iranische Gesellschaft ist sehr jung, über 70% der Einwohner sind unter 30. Auch das macht eine nachhaltige Energieversorgung für das Land unumgänglich. Als wachsendes und aufstrebendes Land bietet der Iran besonders gute Voraussetzungen für den Einsatz Erneuerbarer Energien in Form von Photovoltaik und Windenergie. Der spezifische Ertrag der Photovoltaik ist aufgrund der geografischen Lage und den klimatischen Bedingungen im Vergleich zu Deutschland etwa doppelt so hoch. Zudem verfügt das Land über sehr große Flächenpotenziale außerhalb der dicht besiedelten Gebiete. Dort könnten große Wind- und Solaranlagen realisiert werden. Ähnlich wie in Deutschland gibt es im Iran eine Nord-Süd-Komplementarität bezüglich hoher Windenergie-Potenziale im Norden (Kaspisches Meer) und hoher Solar-Potenziale im Süden. Zusätzlich sind am südlichen Persischen Golf große Windenergie-Potenziale vorhanden. In den östlichen Wüstenregionen (in der Region um Yazd) sind die Einstrahlungswerte besonders hoch. Im Westen, Richtung Kurdistan gilt vergleichbares.



Bild 2: Assghar Mahmoudi (2.v. links) bei einem Besuch einer Solarproduktion in Yazd (Iran)

Vorteile und Chancen durch Erneuerbare Energien

Eine Steigerung des Anteils Erneuerbarer Energien im Energieversorgungssystem des Iran ist mit enormen Vorteilen und Chancen für den Iran verbunden:

- Je größer der Anteil von regenerativen Energiequellen für die Versorgung des Irans ist, desto geringer ist der Verbrauch von devisenträchtigen Ressourcen wie Erdöl und Erdgas, welche vorzugsweise exportiert werden können.
- Mit Erneuerbaren Energien ist eine Dezentralisierung der Energieversorgung möglich, was eine bessere Energieversorgung für die viele ländliche und entlegene Regionen des Iran ermöglicht.
- Durch die höhere Verfügbarkeit von dezentraler Energie kann die Trinkwasserversorgung und deren Qualität erhöht werden. Ebenso würde die landwirtschaftliche Produktion, die Gesundheitsversorgung, u.v.m. davon profitieren.
- Klimaschutzziele können durch den Einsatz Erneuerbarer Energien verwirklicht werden.
- Der Iran kann sich international als Nutzer Erneuerbarer Energien definieren, obwohl fossile Ressourcen vorhanden sind, und somit ein gutes Vorbild abgeben.
- Die Erhöhung der lokalen Wertschöpfung durch dezentral erzeugte Energie bewirkt überaus positive Impulse für die Entwicklung des Arbeitsmarktes. So führt beispielsweise die Zertifizierung lokaler Installationsbetriebe zu einer höheren Ausbildungsqualität.

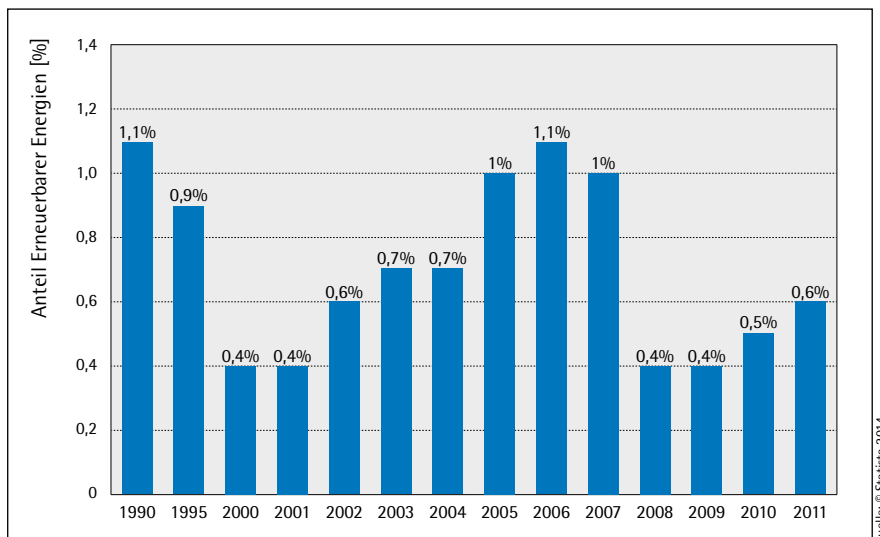


Bild 3: Anteil Erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch im Iran in den Jahren 1990 bis 2011

Im Iran gibt es sehr große Wüstenflächen. Diese können, außer zum Bergbau, kaum etwas zur wirtschaftlichen Nutzung beitragen. Aufgrund der Erderwärmung breiten sich die Wüstenflächen zunehmend aus und zerstören fortlaufend vor allem agrarische Nutzungen und damit Lebensgrundlagen. Mit Hilfe einer Verbundstrategie ist es dann auch möglich die landwirtschaftlichen Erträge der ariden Flächen zu erhöhen, die Wüstenausbreitung teilweise zu stoppen und sogar Wüstengebiete wieder der landwirtschaftlichen Nutzung zuzuführen.

Mit der Umstellung der Iranischen Stromversorgung auf die heute unschlagbar günstige Solar- und Windenergie würde auch der geplante Ausbau der Atomkraft überflüssig gemacht werden, was den Boden für die Aufhebung der Wirtschaftsboykotte liefern könnte, ohne

das Recht Irans auf Nutzung der Atomenergie zu tangieren. Eine Offensive für diese Strategie würde dem Iran nicht nur Wohlstand für die Bevölkerung geben, sondern auch eine enorme wirtschaftliche Entwicklung ermöglichen. Der Iran könnte zu einem Vorreiter einer neuen weltweiten Klimaschutzbewegung werden.

ZUM AUTOR:

► *Dipl.-Ing. Assghar Mahmoudi*
Vorsitzender der DGS Sektion Kassel
as.mahmoudi@solarsky.eu

Assghar Mahmoudi entwickelt große Solarkraftwerke im Iran. Für ein aktuelles Projekt ist er auf der Suche nach weiteren Investitionen

Mit Solaranlagen iranische Atommeiler ersetzen

Der Photovoltaikexperte Stefan Krauter hat Yousof Armoudli, dem Vorstand der iranischen Regierungsorganisation für Erneuerbare Energie (SANA), in Teheran ein neues Einspeisekonzept für Solarstrom vorgestellt. Der Professor für Nachhaltige Energiekonzepte forderte den Minister auf, die aktuelle Einspeisevergütung von 0,11 Euro pro Kilowattstunde von fünf auf 20 Jahre zu verlängern und statt der geplanten Atommeiler Photovoltaikkraftwerke zu errichten. Die Kosten könne die iranische Regierung durch wegfallende Subventionen für fossile Energiequellen decken. Krauters Vorschlag wird derzeit von der iranischen Regierung diskutiert, eine Entscheidung soll in Kürze fallen. „Eine längere Einspeisevergütung macht die Photovoltaik für Investoren interessant und bietet dem Iran die Möglichkeit, einen

gigantischen Photovoltaikmarkt aufzubauen“, erklärt Krauter. Außerdem könne das Land mit dem Ausbau Erneuerbarer Energien das umstrittene Atomprogramm einstellen und dazu beitragen, dass die lähmenden Sanktionen aufgehoben werden. Ein weiterer Pluspunkt: Weil die Stromgestehungskosten im Iran derzeit bei 0,19 Euro pro Kilowattstunde liegen, könnte die Volkswirtschaft durch eine Energieversorgung mit Photovoltaik viel Geld sparen.

Optimale Bedingungen für Erneuerbare Energien

Die Stromversorgung basiert im Iran zu 94 Prozent auf fossilen Energiequellen, die von der iranischen Regierung jedes Jahr mit rund 13 Milliarden Euro subventioniert werden. Dabei bieten die hohe Sonneneinstrahlung von jährlich bis zu 2.200

Kilowattstunden pro Quadratmeter, das konstante Windaufkommen und die gut regelbaren Gaskraftwerke nach Einschätzung von Krauter optimale Bedingungen für den Ausbau und die Integration Erneuerbarer Energien. „Fünf solare Kraftwerke mit Leistungen von jeweils 23 Gigawatt würden ausreichen, um den Energiebedarf des gesamten Landes mit Photovoltaik zu decken“, sagt Krauter. Um den bestehenden und die drei geplanten Atommeiler durch Photovoltaik zu ersetzen, ist nach Krauter Berechnungen ein Zubau von lediglich 13,4 Gigawatt erforderlich.

Prof. Dr. Stefan Krauter
Universität Paderborn | Institut für
Elektrotechnik und Informationstechnik
stefan.krauter@upb.de

ÜBERSCHÜSSIGER NETZSTROM KOSTENLOS

Mit Photovoltaik-Stromspeicher von Schwankungen im Netz profitieren

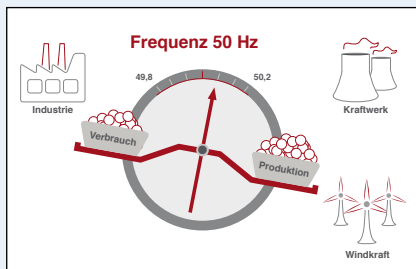


Bild 1: Die Netzfrequenz muss immer bei 50 Hz gehalten werden. Eine Überproduktion gefährdet die Netzstabilität.

Die Energiewende führt bisweilen zu einem unerwünschten Effekt: Erneuerbare Energien produzieren an sonnigen und windigen Tagen mehr Strom, als das Netz aufnehmen kann. Damit die Stromversorgung im europäischen Verbundnetz gesichert ist, müssen Stromerzeugung und -verbrauch allerdings immer im Gleichgewicht zueinander stehen. Dafür sind in Deutschland die vier Übertragungsnetzbetreiber (Tennet, Amprion, Transnet BW und 50hertz) zuständig. Um das Gleichgewicht aufrechtzuerhalten, benötigen sie Regelleistung. Sie sorgt dafür, dass kurzfristig Strom ins Netz gespeist- oder aus dem Netz entnommen wird.

Aufgrund des starken Zubaus an Erneuerbaren Energien, die wetterbedingt in ihrer Leistung schwanken, wird heute immer mehr Regelleistung benötigt. Vor allem die unbeständige Einspeiseleistung von Windkraftanlagen belastet die Netze immer stärker. So wird häufig mehr Windstrom produziert, als die Netze aufnehmen können, wodurch

ein Strom-Überangebot entsteht. Dieses Überangebot muss durch negative Regelleistung – also der Abnahme von überschüssigem Strom – ausgeglichen werden. Der überschüssige Strom kann aber nicht produktiv verwendet werden und wird in den meisten Fällen sprichwörtlich verbrannt. Wenn der Strom nicht in Deutschland verbraucht werden kann, muss er kostenlos oder sogar zu Negativpreisen ins Ausland verschenkt werden. Die wesentlich wirtschaftlichere Variante wäre, den überschüssigen Strom zur späteren Verwendung zu speichern oder Haushalte mit diesem Strom direkt zu beheizen. Genau das schafft der Energiespeicher Senec.Home des Herstellers Deutsche Energieversorgung GmbH aus Leipzig.

Stromspeicher liefert Regelleistung

Wer sich zu seiner PV-Anlage einen Speicher zulegt, möchte möglichst viel seines selbst erzeugten PV-Stroms auch selbst nutzen. Das rechnet sich, denn die so vermiedenen Strombezugskosten schlagen mit bis zu 30 Cent/kWh zu Buche – während für die eingespeiste kWh nur noch etwa 12 Cent gezahlt werden. Als erster Speicher seiner Art bietet der SENE.Home nun die Besonderheit, dass er überschüssigen Strom aus dem Netz zum Null-Tarif bekommen kann. Dazu werden alle SENE.Home zu einem virtuellen Großspeicher zusammengeschaltet. Dieser Großspeicher nimmt an den Ausschreibungen der Übertragungsnetzbetreiber für Regelleistung teil. Fällt überschüssiger Strom im Netz an, werden

die Speicher mit freien Akkukapazitäten automatisch angesteuert und über das vorhandene öffentliche Stromnetz beladen. So kann jährlich etwa 800 kWh Strom kostenlos bezogen werden. Diese vorsichtige Prognose basiert auf 80 Aufrufen im Jahr, bei denen der SENE.Home für 4 Stunden 2,5 kW Leistung aus dem Netz bezieht.

Strom und Wärme im Winter

In den Herbst- und Wintermonaten ist die Leistung von Windparks am größten. Somit belastet Windstrom die Übertragungsnetze in der dunklen Jahreszeit häufiger und es wird mehr negative Regelleistung benötigt. Besitzern einer Photovoltaikanlage mit SENE.Home-Speicher kommt dieser Umstand sehr gelegen, denn in den Wintermonaten können sie den Hausverbrauch nicht vollständig aus Solarstrom decken. Der SENE.Home hilft dann die Bezugskosten zu senken, indem er sich mit dem überschüssigen Netzstrom kostenlos auflädt und diesen Strom anschließend zur Verfügung stellt. Wenn zusätzlich ein elektrischer Heizstab verwendet wird, kann mit dem überschüssigen Strom auch parallel geheizt werden, denn überschüssiger Strom kann bis zur maximalen Leistung des Hausanschlusses bezogen werden. Auf diese Weise kann in der kalten Jahreszeit zusätzlich bis zu 2.500 kWh Wärmeenergie genutzt werden.

Technische Umsetzung

Um den kostenlosen Netzstrom nutzen zu können, erhält jeder Besitzer eines SENE.Home, der an Econamic Grid

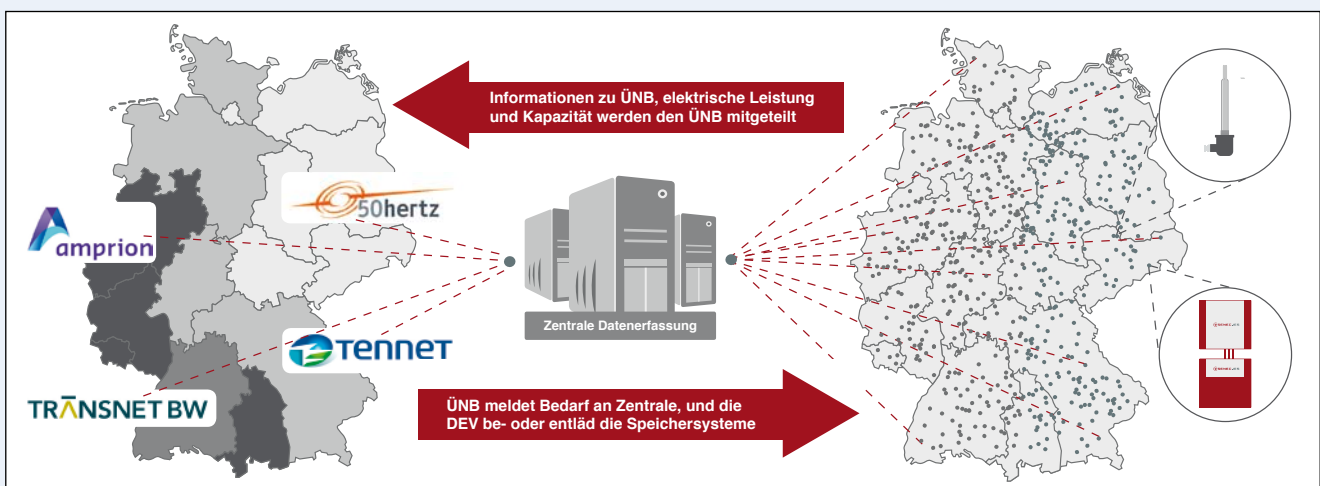


Bild 2: Datenübertragung und Weiterleitung von überschüssigem Netzstrom zwischen den Übertragungsnetzbetreibern (links) und den SENE-Speichern (rechts). Die Speicher bilden gemeinsam einen virtuellen Großspeicher.

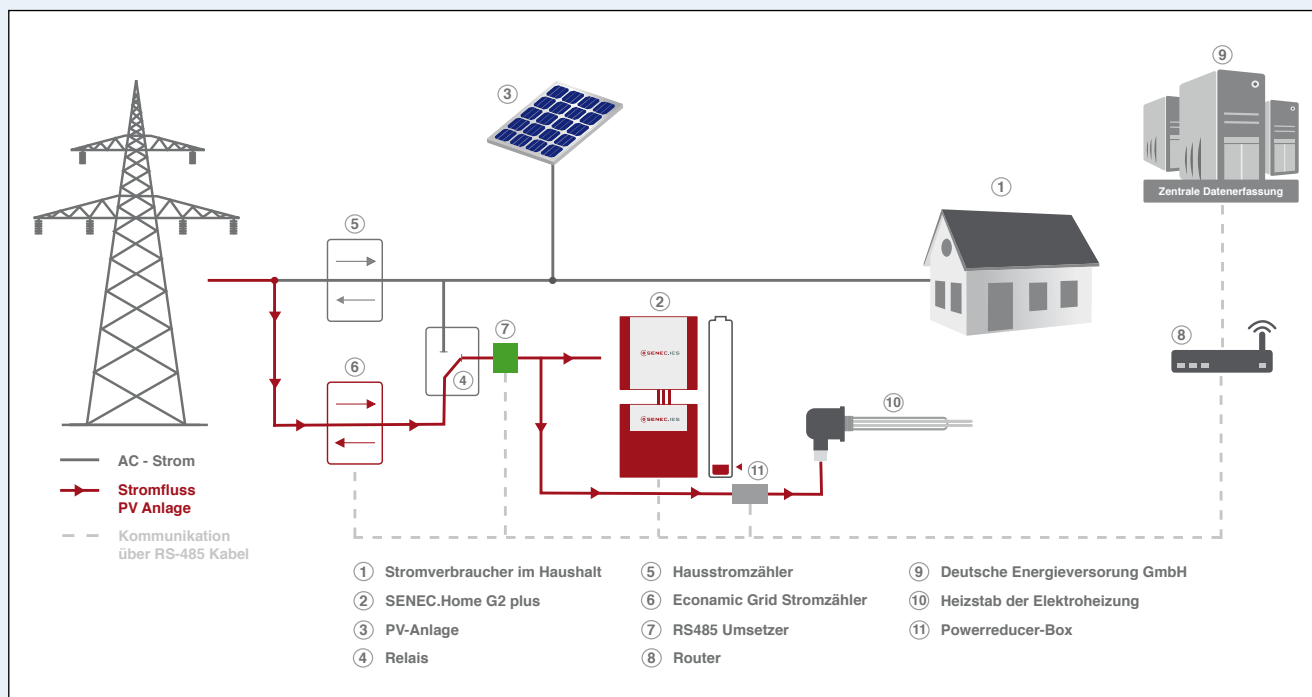


Bild 3: Über den Economic Grid-Stromzähler fließt überschüssiger Netzstrom zum SENECHOME und ggf. zum Heizstab.

teilnimmt, einen zusätzlichen Lastgangzähler (Economic Grid-Stromzähler), der parallel zum Hausstromzähler geschaltet wird. Dieser Zähler führt eine Viertelstunden-Lastgangmessung durch, die Voraussetzung für den Regelleistungsmarkt ist. Wie in Bild 3 dargestellt, wird Economic Grid mit dem Lastgangzähler parallel zum Hausanschlusszähler geschaltet. Für die Kommunikation mit dem Datenserver der Deutsche Energieversorgung GmbH wird neben dem zusätzlichen Stromzähler ein RS485-Umsetzer benötigt, der die Relais ansteuert. Durch die Relais kann der SENECHOME zwischen normalem Solarbetrieb und dem Economic Grid-Modus wechseln. Die erfassten Daten des Lastgangzählers werden durch die Software des Speichers verarbeitet und an die zentrale Datenerfassung der Deutsche Energieversorgung GmbH gesendet. Über VPN werden die Daten über einen sicheren Kanal übertragen. Wenn negative Regelleistung benötigt wird, erhält der

RS485-Umsetzer ein Signal und versetzt den Senec.Home in den Economic Grid-Modus. Der ggf. vorhandene Heizstab ist parallel zum SENECHOME geschaltet und kann gleichzeitig angesteuert werden. Eine Powerreducer-Box, die sich derzeit noch in der Entwicklung befindet, kann später die Aufnahmeleistung des Heizstabs stufenlos steuern. Die Powerreducer-Box wird Anfang 2015 verfügbar sein. Ohne sie kann der Heizstab dennoch durch Economic Grid angesteuert werden. Dies geschieht dann mit einer simplen Ein-/Aus-Schaltung.

Strom und Wärme nach Aufruf

Wird der Haushalt für den Empfang von überschüssigem Strom aufgerufen, wird über den Stromkreis von Economic Grid der Senec.Home aufgeladen und ggf. der Heizstab angesteuert. Für die Dauer des Aufrufs wird der Speicher mit seiner maximalen Leistung von 2,5 kW aufgeladen. Der Heizstab kann ebenfalls bis zu seiner maximalen Leistung überschüssigen Strom beziehen und für Wärme im ganzen Haus sorgen. Ein Aufruf kann bis zu 6 Stunden dauern. Während dieser Zeit kann der SENECHOME keinen PV-Strom aufnehmen oder abgeben, daher wird der Hausstromverbrauch in dieser Zeit durch das öffentliche Netz bereitgestellt und erzeugter PV-Strom entweder direkt verbraucht oder ins Netz gespeist. Der Eigenverbrauch des selbst erzeugten PV-Stroms wird hierdurch aber kaum eingeschränkt, denn Economic Grid wird vorwiegend in der ertragsarmen PV-Zeit (September bis März) und in den Nachtstunden aktiviert.

Teilnehmerzahl begrenzt

In der Anfangsphase des Projekts werden maximal 5.000 Teilnehmer für Economic Grid zugelassen. Seit Februar 2014 konnten sich neue Besitzer eines SENECHOME für Economic Grid anmelden. Mittlerweile sind etwa 2.700 Plätze belegt. Mathias Hammer, Geschäftsführer der Deutsche Energieversorgung GmbH, schätzt, dass bis März/April 2015 wahrscheinlich alle Plätze belegt sein werden. Auf der Hersteller-Homepage www.senec-ies.com kann sich jeder Besitzer eines SENECHOME einfach mit seiner Geräte-Seriennummer für Economic Grid registrieren.

ZUM AUTOR:

► Rico Kleindienst

Marketingmanager Deutsche Energieversorgung GmbH

r.kleindienst@deutsche-energieversorgung.de

www.senec-ies.com



Bild 4: Technische Komponenten des Economic Grid

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

PLZ 0

SachsenSolar AG

Großenhainer Straße 28, D 01097 Dresden
Tel. (0351) 79 52 74-0, Fax. (0351) 79 52 74-982
info@sachsensolar.de, www.SachsenSolar.de

SOLARWATT GmbH

Maria-Reiche-Straße 2a, D 01109 Dresden
Tel. (0351) 88 95-0, Fax. (0351) 88 95-111
info@solarwatt.de, www.solarwatt.de

Elektro + Solar GbR

Veteranenstr. 3, D 01139 Dresden

BROCKMANN SOLAR GmbH

Heidelberger Str. 4, D 01189 Dresden

Firma Garten, Wasser-Waerme-Solar

Mittelbacher Str. 1, D 01896 Lichtenberg
Tel. (035955) 4 38 48, Fax. (035955) 4 38 49
info@wasser-waerme-solar.de
www.wasser-waerme-solar.de

Umweltschutz u. Strömungstechnik GmbH

Postfach 2 40, D 02754 Zittau

Borngräber GmbH

Kiekebuscher Str. 30, D 03042 Cottbus
Tel. (0355) 72 26 75, Fax. (0355) 72 77 71
info@borngraeber.com, www.borngraeber.com

Renewable Inspiration Per Astra ad Astram GmbH

Strasse der Jugend 33 C, D 03050 Cottbus

Maslaton RA GmbH

Hinrichsenstraße 16, D 04105 Leipzig
Tel. (0341) 1 49 50-0, Fax. (0341) 1 49 50-14
martin@maslaton.de

SMP Solartechnik GmbH

Schomburgkstr. 2, D 04179 Leipzig
Tel. (0341) 9 10 21 90, Fax. (0341) 9 10 71 93
info@smp-solar.de, www.smp-leipzig.de

AQUILA Ingenieurgesellschaft mbH

Baumeisterallee 32 – 36, D 04442 Zwenkau
Tel. (034203) 44 72 30
aquila.ub@t-online.de

M.Quaas-Montage

Nöbdenitzer Str. 2, D 04626 Nöbdenitz
m.quaas@gmx.net

ESR GmbH energieschmiede – Rauch

Brückenstraße 15, D 04668 Grimma
Tel. (03437) 9 48 95 81
Fax. (0381) 2 07 40 39 99
harry.rauch@gmx.net
www.solargruppenord.com

Merseburger Innovations- und Technologiezentrum GmbH

Fritz-Haber-Str. 9, D 06217 Merseburg
Tel. (03461) 2 59 91 00, Fax. (03461) 2 59 99 09
sekretariat@mitz-merseburg.de
www.mitz-merseburg.de

Elektro Würkner GmbH

Eislebener Str. 1 A, D 06279 Farnstädt
Tel. (034776) 3 05 01
t.zanke@elektro-wuerkner.de

SRU Solar AG

Eichenweg 1, D 06536 Berga
Tel. (03464) 27 05 21-10
Fax. (03464) 27 05 21-13
t.rakow@srusolar.de, www.sru-solar.de

Ingenieurbüro Bach

Roßbacher Straße 5, D 06667 Weißenfels
Tel. (03443) 20 04 90
BACH.IBB@t-online.de

GSS Gebäude-Solarsysteme GmbH

Wiesenring 2, D 07554 Korbußen
Tel. (036602) 90 49-0, Fax. (036602) 90 49-49
accounting@zre-ot.de
www.gss-solarsysteme.de

Solar-und Energiesparsysteme Matthias Boden

Otto-Boessneck-Str. 2, D 08132 Mülsen
Tel. (037601) 28 80, Fax. (037601) 28 82
info@solar-energie-boden.de
www.solar-energie-boden.de

Bildungsinst. Pscherer GmbH

Reichenbacher Str. 39, D 08485 Lengenfeld

Envia – Mitteldt. Energie-AG

Chemnitztalstraße 13, D 09114 Chemnitz
kundenservice@toptarif.de

Universal Energy Engineering GmbH

Neefestraße 82, D 09119 Chemnitz
Tel. (0371) 90 98 59-0
Fax. (0371) 90 98 59-19
info@universal-energy.de
www.universal-energy.de

IT-Beratung

Münchner Str. 55, D 09130 Chemnitz
info@pytek.de

Heliotec Betriebs- und Verwaltungsgesellschaft mbH

Am Steinberg 7, D 09603 Großschirma
Tel. (037328) 89 80
info@heliotec.de, www.heliotec.de

PLZ 1

Syrius IngenieurInnengemeinschaft GmbH

Palisadenstraße 49, D 10243 Berlin
Tel. (030) 61 39 51-0, Fax. (030) 61 39 51-51
j.kroeger@syrius-planung.de
www.syrius-planung.de

Solandeo GmbH

Melanchthonstraße 23, D 10557 Berlin
Tel. (030) 5 77 03 57 40
Fax. (030) 5 77 06 57 49
rojahn@solandeo.com

Das ändern wir schnell!

Auch Sie möchten auf den Seiten der DGS-Firmenmitglieder einen Eintrag buchen und sind noch kein DGS-Mitglied?
Treten Sie der DGS jetzt bei und wir ziehen Ihren ersten Jahresbeitrag i. H. v. 250,- EUR von den Kosten für Ihre Anzeigenbuchung ab.



DGS e.V.

Wrangelstraße 100
D-10997 Berlin
Telefon: +49 (0)30 29 38 12 60
Telefax: +49 (0)30 29 38 12 61
sonnenenergie@dgs.de
www.dgs.de

Technische Universität Berlin

Fasanenstr. 88, D 10623 Berlin
Tel. (030) 31 47 62 19
Fax. (030) 31 47 62 18
zeitschriftenstelle@ub.tu-berlin.de

Solar Asset Management GmbH

Cicerost. 37, D 10709 Berlin
Tel. (030) 89 40 86-0, Fax. (030) 89 40 86-11
germany@sol-asset.com, www.geosol.com

Umweltfinanz AG

Berliner Str. 36, D 10715 Berlin
Tel. (030) 88 92 07-0, Fax. (030) 88 92 07-10
info@umweltfinanz.de
www.umweltfinanz.de

Innowatt24 GmbH & Co. KG

Kurfürstendamm 21, D 10719 Berlin
Tel. (030) 8 87 06 20 63, Fax. (0331) 23 54 91 94
info@innowatt24.com, www.innowatt24.com

AZIMUT-Ingenieurbüro für rationelle Energietechnik

Hohenfriedbergstr. 27, D 10829 Berlin
Tel. (030) 78 77 46-0, Fax. (030) 78 77 46-99
a.heinrichs@azimut.de, www.azimut.de

FGEU Forschungsges. für Energie u. Umwelttechn. GmbH

Yorkstr. 60, D 10965 Berlin

LIFE Bildung-Umwelt-Chancengleichheit e.V.

Rheinstraße 45/46, D 12161 Berlin
Tel. (030) 3 08 79 80
geier@life-online.de

3E – Ingenieurbüro für effiziente, erneuerbare Energien

Ahornstraße 27, D 12163 Berlin
Tel. (030) 60 93 08-71, Fax. (030) 60 93 08-79
j.jaeger@3e-berlin.de, www.3e-berlin.de

Solarwerkstatt Berlin GmbH

Rohrbachstr. 13a, D 12307 Berlin
Tel. (030) 62 40 93 94, Fax. (030) 62 40 93 95
info@richtung-sonne.de
www.richtung-sonne.de

GNEISE Planungs- und Beratungsgesellschaft mbH

Kiefholzstr. 176, D 12437 Berlin
Tel. (030) 5 36 01-0, Fax. (030) 5 36 01-333
info@gneise.de, www.gneise.de

Phönix SonnenWärme AG

Ostendstraße 1, D 12459 Berlin
Tel. (030) 53 00 07-0, Fax. (030) 53 00 07-17
info@sonnenwaermeag.de
www.sonnenwaermeag.de

skytron energy® GmbH

Ernst-Augustin-Str. 12, D 12489 Berlin
Tel. (030) 6 88 31 59-0, Fax. (030) 6 88 31 59-99
info@skytron-energy.com
www.skytron-energy.com

TECHNO SOLAR Solaranlagen GmbH

Am Studio 6, D 12489 Berlin
Tel. (030) 6 78 17 99-0
Fax. (030) 6 78 17 99-11
info@technosolar.de

dachdoc

Rue Dominique Larrey 3, D 13405 Berlin
Tel. (030) 27 57 16 61, Fax. (030) 27 57 16 63
info@dachdoc-berlin.de

Parabel GmbH

Holländerstraße 34, D 13407 Berlin
Tel. (030) 48 16 01 10, Fax. (030) 48 16 01 12
j.will@parabel-energie.de, www.parabel-solar.de

bähr ingenieure GmbH

Wallenroder Straße 1, D 13435 Berlin
Tel. (030) 43 55 71-0
Fax. (030) 43 55 71-19
mail@baehr-ingenieure.eu
www.baehr-ingenieure.eu

Sol. id. ar

Rodensteinstraße 6, D 13593 Berlin
Tel. (030) 36 28 53 60, Fax. (030) 36 28 53 65
dialog@solidar-architekten.de

Havelland-Solar Ltd. & Co KG

Ernst Thälmann Str. 13b, D 14641 Wachow
Tel. (033239) 7 09 07, Fax. (033239) 7 09 06
verkauf@havelland-solar.de
www.havelland-solar.de

Alusen Solartechnik GmbH

Löwenbrucher Ring 20, D 14974 Ludwigsfelde
Tel. (03378) 5 18 04 96
Fax. (03378) 5 18 04 97
mail@alusen.com, www.alusen.com

Berndt Solar- & Dachtechnik

GmbH & Co. KG

Rudolf-Breidscheid-Straße 6, D 15569 Woltersdorf
Tel. (03362) 5 74 70 77
Fax. (03362) 5 74 40 65
info@solarberatung-berndt.de
www.solar-dach-technik.de

MP-TEC GmbH & Co. KG

Wilhelm-C.-Röntgen-Str. 10-12, D 16225 Eberswalde
Tel. (03334) 59 44 40, Fax. (03334) 59 44 55
info@mp-tec.de, www.mp-tec.de

SBU Photovoltaik GmbH

Kaufweg 3, D 16303 Schwedt
Tel. (03332) 58 10 44, Fax. (03332) 58 10 45
info@sbu-pv.de, www.sbu-pv.de

Lauchwind GbR

Birkenallee 16, D 16359 Biesenthal
lauchwind@gmx.de

Sachverständigenbüro Stefan Nowotsch

Bornbarg 26, D 18059 Papendorf
Fax. (0381) 4 03 47 51
info@dwat-gutachter.de
www.dwat-gutachter.de

PLZ 2

IMEVA GmbH

Alstertor 9, D 20095 Hamburg
Tel. (040) 3 80 87 65-69
renewier@imeva.de, www.imeva.de

SunEnergy Europe GmbH

Fuhrentwiete 10, D 20355 Hamburg
Tel. (040) 52 01 43-0
Fax. (040) 52 01 43-200
info@sunenergy.eu, www.sunenergy.eu

Suntrace GmbH

Brandswiete 46, D 20457 Hamburg
Tel. (040) 7 67 96 38-0
Fax. (040) 7 67 96 38-20
richard.meyer@suntrace.de, www.suntrace.de

Tyforop Chemie GmbH

Anton-Rée-Weg 7, D 20537 Hamburg
Tel. (040) 20 94 97-23
Fax. (040) 20 94 97-20
meyer@tyfo.de, www.tyfo.de

Dunkel Haustechnik

Julius-Ludowieg-Straße 33, D 21073 Hamburg
Tel. (040) 77 21 57, Fax. (040) 77 34 26
jens.dunkel@dunkel-haustechnik.de

VEH Solar- u. Energiesysteme GmbH + Co. KG

Heidweg 16, D 21255 Tostedt
Tel. (04182) 29 31 69
info@veh-solar.de

Ökoplan Büro für zeitgemäße Energieanwendung

Hummelsbütteler Weg 36, D 22339 Hamburg
Tel. (040) 5 39 41 43, Fax. (040) 5 39 41 44
oekoplan@oekoenergie.de
www.solarenergie-hamburg.de

Solektro Florian Häggberg e.K.

Grubenstieg 6, D 22549 Hamburg
Tel. (040) 84 05 70 70, Fax. (040) 84 05 70 71
fh@solektro.de, www.solektro.de

addisol components GmbH
Borselstraße 22, D 22765 Hamburg
Tel. (040) 4 13 58 26-0
Fax. (040) 4 13 58 26-29
a.sprenger@addisol.eu, www.addisol.eu

Colexon Energy AG
Große Elbstr. 45, D 22767 Hamburg
Tel. (040) 28 00 31-0
Fax. (040) 28 00 31-101
info@colexon.de, www.colexon.de

Ufe GmbH
Kanalstraße 70, D 23552 Lübeck

Solar-Plan International Ltd.
Auf der Worth 15, D 23881 Alt Mölln
Tel. (04542) 84 35 86
Fax. (04542) 84 35 87
info@solar-plan.de, www.solar-plan.de

Solmotion GmbH
Schmiedekoppel 23, D 24242 Felde
Tel. (04340) 4 99 07 20
Fax. (04340) 4 99 07 22
tv@solmotion.de

Paulsen und Koslowski Bad und Wärme GmbH
Nordstraße 22, D 24395 Gelting
Tel. (04643) 18 33-0
Fax. (04643) 18 33-15
s.clausen@badundwaerme.de
www.badundwaerme.de

AhrThom
Am Sportplatz 4, D 24791 Alt Duvenstedt
Tel. (04338) 10 80
Fax. (04338) 99 98 84
reinhard.ahrendt@ahrthom.de
www.ahrthom.de

EWS GmbH & Co. KG
Am Bahnhof 20, D 24983 Handewitt
Tel. (04608) 67 81, Fax. (04608) 16 63
s.ebert@ews.sh, www.ews.sh

WISONA
Birkstraße 55, D 25917 Leck
Tel. (04662) 8 81 30-0
Fax. (04662) 8 81 30-29
Joachim.Haer@wisona.com

Oldenburger Energiekontor
Dragonerstr. 36, D 26135 Oldenburg
Tel. (0441) 9 25 00 75
Fax. (0441) 9 25 00 74
info@oldenburger-energiekontor.de
www.oldenburger-energiekontor.de

NQ Energy GmbH
Gerhard-Stalling-Str. 60 a, D 26135 Oldenburg
Tel. (0441) 20 57 67-0
Fax. (0441) 20 57 67-20
info@nq-energy.com, www.nq-energy.com

Sascha Lange
Eisenstraße 15, D 26215 Wiefelstede
Tel. (04402) 5 97 91 88, F
ax. (04402) 5 95 61 19
sascha.lange@ewe.net

WERNER ENGINEERING
Rotenbrande 3, D 27318 Hoyerhagen
Fax. (03212) 1 13 48 33
hein.z.werner@werner-engineering.de
www.werner-engineering.de

ad fontes Elbe-Weser GmbH
Drangstedter Str. 37, D 27624 Bad Bederkesa
Tel. (04745) 51 62, Fax. (0421) 51 64
elbe-weser@adfontes.de, www.adfontes.de

SOLidee GmbH & Co. KG
Klein Westerbeck 17, D 27711 Osterholz-Scharmbeck
Tel. (04791) 95 98 02,
Fax. (04791) 95 98 03
kontakt@solidee.de, www.solidee.de

Broszio Engineering
Aumunder Feldstr. 47, D 28757 Bremen
Tel. (0421) 6 90 06 22
office@broszio.eu

Reinhard Solartechnik GmbH
Brückenstr. 2, D 28857 Syke
Tel. (04242) 8 01 06, Fax. (04242) 8 00 79
www.reinhard-solartechnik.de

Solarstrom Celle, Inh. Frank Helms e.Kfm.
Witzlebenstraße 4 A, D 29223 Celle
Tel. (05141) 95 01 96, Fax. (05141) 95 01 97
info@solarstromcelle.de

sonne vier
Im Moor 19, D 29456 Hitzacker
Tel. (05862) 98 77 83
info@sonne-vier.de

PLZ 3

Kontor für Umwelttechnik GmbH
Prinzenstraße 21, D 30159 Hannover
Tel. (0511) 3 68 44-0, Fax. (0511) 3 68 44-30
michael.koedding@kfu-gmbh.de

Target GmbH
Walderseestr. 7, D 30163 Hannover
Tel. (0511) 90 96 88-30
Fax. (0511) 90 96 88-40
office@targetgmbh.de, www.targetgmbh.de

Windwärts Sonne u. Wind GmbH & Co. Betreiber KG
Hanomaghof 1, D 30449 Hannover
Tel. (0511) 12 35 73-330
Fax. (0511) 12 35 73-19
info@windwaerts.de, www.windwaerts.de

AS Solar GmbH
Nenndorfer Chaussee 9, D 30453 Hannover
Tel. (0511) 47 55 78-0
Fax. (0511) 47 55 78-81
info@as-solar.com, www.as-solar.com

Sonnentaler GmbH
Im Kampe 23, D 31008 Elze
Tel. (05068) 92 20, Fax. (05068) 92 92 50
werra@sonntaler.eu

cbe SOLAR
Bierstr. 50, D 31246 Lahstedt
Tel. (05174) 92 23 45, Fax. (05174) 92 23 47
info@cbesolar.de

EE service GmbH
Ellyeser Hauptstraße 56, D 31535 Neustadt
Tel. (05034) 87 94-0, Fax. (05034) 87 94-199
Marcus.biermann@eewatt.com
www.EEwatt.com

elektroma GmbH
Reimerdeskamp 51, D 31787 Hameln
Tel. (05151) 40 14-12
Fax. (0515) 40 14-912
b.reinink@elektroma.de, www.elektroma.de

E-tec Guido Altmann
Herforder Str. 120, D 32257 Bünde
Tel. (05223) 87 85 01, Fax. (05223) 87 85 02
info@etec-owl.de, www.etec-owl.de

Weidmüller GmbH & Co. KG
Ohmstraße 9, D 32758 Detmold
Tel. (05231) 1 42 80, Fax. (05231) 42 81 16
bernd.lange@weidmueller.de
www.weidmueller.de

Stork- Solar GmbH
Brokmeierweg 2, D 32760 Detmold

PHOENIX CONTACT Deutschland GmbH
Flachmarktstraße 8, D 32825 Blomberg
Tel. (052353) 3 07 48
joerg.hildebrand@phoenixcontact.de
www.phoenixcontact.com

oak media GmbH / energieportal24.de
Meinwerkstr.13, D 33178 Borcheln
Tel. (05251) 1 48 96 12, Fax. (05251) 1 48 54 85
kastein@oak-media.de
www.energieportal24.de

Nova Solartechnik GmbH
Am Bahnhof 20, D 33397 Rietberg
Tel. (05244) 92 86 56, Fax. (05244) 92 86 57
a.urbanski@nova-solar.de

BVA Bielefelder Verlag GmbH & Co. KG
Niederwall 53, D 33602 Bielefeld

Fraunhofer IWES
Königstr. 59, D 34119 Kassel
Tel. (0561) 7 29 43 53, Fax. (0561) 7 29 41 00
pwiebusch@iset.uni-kassel.de
www.iset.uni-kassel.de

Solar Sky GmbH
Ludwig-Erhard-Str. 8, D 34131 Kassel
Tel. (0561) 73 98-505, Fax. (0561) 73 98-506
info@solarsky-gmbh.de
www.solarsky-gmbh.de

IKS Photovoltaik GmbH
An der Kurhessenhalle 16b, D 34134 Kassel
Tel. (0561) 9 53 80 50,
Fax. (0561) 9 53 80 51
info@iks-photovoltaik.de
www.iks-photovoltaik.de

SMA Solar Technology AG
Sonnenallee 1, D 34266 Niestetal
Tel. (0561) 95 22-0, Fax. (0561) 95 22-100
info@sma.de

ÖkoTronik Solartechnik GmbH & Co. KG
Sälzerstr. 3a, D 34587 Felsberg
Tel. (05662) 61 91, Fax. (05662) 65 90
info@oekotronik.de, www.oekotronik.de

NEL New Energy Ltd.
Birkenstr. 4, D 34637 Schrecksbach
Tel. (06698) 91 91 99, Fax. (0669) 9 11 01 88
nel@teleson-mail.de, www.solar-nel.de

Wagner & Co GmbH
Zimmermannstr. 12, D 35091 Cölbe
Tel. (06421) 80 07-0, Fax. (06421) 80 07-22
andreas.wagner@wagner-solartechnik.de
www.wagner-solar.com

Sunalytics Solar Service GmbH
Lahnstr. 16, D 35091 Cölbe
Tel. (06421) 80 07-606, Fax. (06421) 80 07-506
michael.beer@sunalytics.eu
www.sunalytics-solar-service.eu

ENERGIEART
Wettenbergring 6, D 35396 Gießen
Tel. (0641) 97 05 90
info@energieart.de

Sun Teko Verwaltungs UG & Co. KG
Brodtschirm 13/3, D 35578 Wetzlar
Tel. (06441) 8 70 77 33
Fax. (06441) 8 70 77 35
oliver.koch@koch-solaranlagen.de
www.sunteko.de

DEG Energie Ost
Industriestraße 7, D 35614 Aßlar
Tel. (06441) 98 22 69 12
Fax. (0261) 8 08 08 44 91 12
uwartini@deg-dach.de

Staatliche Technikakademie Weilburg
Frankfurter Str. 40, D 35781 Weilburg
Tel. (06471) 9 26 10
herr@ta-weilburg.de, www.ta-weilburg.de

Fronius Deutschland GmbH
Am Stockgraben 3, D 36119 Neuhoß
Tel. (06655) 9 16 94-55
Fax. (06655) 9 16 94-606
kreditoren-germany-support@fronius.com
www.fronius.com

Lorenz Joekel GmbH & Co. KG
Gartenstraße 44, D 36381 Schlüchtern
Tel. (06661) 84-490, Fax. (06661) 84-459
berthold@joekel.de

Sachverständigenbüro Bürger
Biegenstr. 20, D 37235 Hessisch Lichtenau
Tel. (05602) 91 51 00, Fax. (05602) 91 51 01
info@solar-gutachten.com
www.solar-gutachten.com

MUTING GmbH
Rothenseer Str. 24, D 39124 Magdeburg
Tel. (0391) 25 61-100,
Fax. (0391) 25 61-122
goeppel@muting.de, www.muting.de

PLZ 4

SPIROTECH
Bürgerstr. 17, D 40219 Düsseldorf
Tel. (0211) 3 84 28-28
info@spirotech.de

Steimann Solar- und Heiztechnik GmbH
Auf der Krone 16, D 40489 Düsseldorf
Tel. (0203) 73 85 28-1
Fax. (0203) 73 85 28-2
info@steimann-solar.de
www.steimann-solar.de

Photon Solar Photovoltaik Handel GmbH
Klinkerweg 10, D 40699 Erkrath
Tel. (02104) 8 17 84-0
Fax. (02104) 8 17 84-29
kliesch@photon-solar.de
www.photon-solar.de

Profi Solar
Am alten Bahnhof 8a, D 41836 Hückelhoven
Tel. (02435) 17 55
info@profi-solar.de

Solarwerkstatt
Friedrich-Ebert-Str. 143 d, D 42117 Wuppertal
Tel. (0202) 8 29 64, Fax. (0202) 8 29 09
info@solarwerkstatt-wuppertal.de

Membro Energietechnik GmbH & Co. KG
Julius-Kronenberg-Str. 11, D 42799 Leichlingen
Tel. (02175) 8 95 00-0
Fax. (02175) 8 95 00-22
zk@membro.de, www.membro.de

Stephan Kremer GmbH
Intzestraße 15, D 42859 Remscheid
Tel. (02191) 38 80 33,
Fax. (02191) 5 91 11 41
info@dach-kremer.de, www.dach-kremer.de

Bek.Solar
Zaunkönigweg 7, D 44225 Dortmund
Tel. (0231) 9 76 11 50, Fax. (0231) 9 76 11 51
bek.solar@solarplus-dortmund.de
www.solarplus-dortmund.de

FOKUS Energie-Systeme GmbH
Rensingstr. 11, D 44807 Bochum
Tel. (0234) 5 40 92 10, Fax. (0234) 5 40 92 12
thiemann@fokus-energie-systeme.de
www.fokus-energie-systeme.de

Resol Elektronische Regelungen GmbH
Postfach 80 06 51, D 45506 Hattingen
Tel. (02324) 96 48-0, Fax. (02324) 96 48-55
info@resol.de, www.resol.de

SWB Sonnen- und Windenergie-Anlagenbau GmbH
Karl-Hermann-Straße 14, D 45701 Herten
Tel. (02366) 4 14 28
post@swb-herten.de

GelsenPV Projektgesellschaft mbH
An der Landwehr 2, D 45883 Gelsenkirchen
Tel. (0209) 77-99-709, Fax. (0209) 77-99-710
belocerkova@gelsenpv.de, www.gelsenpv.de

abakus solar AG
Leithestr. 39, D 45886 Gelsenkirchen
Tel. (0209) 73 08 01 99
info@abakus-solar.de, www.abakus-solar.de

Elektro Herbst Gebäudetechnik GmbH
An der Knippenburg 66, D 46238 Bottrop
Tel. (02041) 6 31 95, Fax. (02041) 69 84 92
info@elektro-herbst.de
www.elektro-herbst.de

B & W Energy GmbH & Co. KG
Leblicher Straße 25, D 46359 Heiden
Tel. (02867) 9 09 09 11, Fax. (02867) 9 09 09 19
pia.knuewer@bw-energy.de
www.bw-energy.de

ECOSOLAR e.K.
Am Handwerkhof 17, D 47269 Duisburg
Tel. (0203) 71 35 33-0
Fax. (0203) 80 7 31 86
ulrich.stukemeier@ecosolar.de
www.ecosolar.de

ZWS Zukunftsorientierte Wärme Systeme GmbH
Pascalstrasse 4, D 47506 Neukirchen-Vluyn
Tel. (02845) 80 60-0, Fax. (02845) 80 60-600
andre.amberge@zws.info, www.zws.de

Armaceil GmbH
Robert-Bosch-Str. 10, D 48153 Münster
Tel. (0251) 76 03-0, Fax. (0251) 76 03-394
info.de@armaceil.com, www.armaceil.com

SolarfuxX GmbH
Ahornweg 5c, D 48653 Coesfeld
Tel. (02541) 9 68 97 88,
Fax. (02541) 8 88 12 16
dirkferchland@gmx.de, www.solarfuxx.de

SUNOS Solarpower GmbH und Co. KG
Albert-Brickwedde-Straße 2, D 49084 Osnabrück
Tel. (0541) 50 09 68-0,
Fax. (0541) 50 09 68-11
info@sun-os.de, www.sun-os.de

Plump Ingenieurbüro GmbH
Knappenstraße 4, D 49479 Ibbenbüren
Tel. (05451) 74 54 76, Fax. (05451) 74 55 13
plump@plump-ib.de, www.plump-ib.de

Rudolf Wiegmann Industriemontagen GmbH
Werner-von-Siemens-Straße 1, D 49593 Bersenbrück
Tel. (05439) 95 03 33, Fax. (05439) 95 03 00
fw@wiegmann-gruppe.de

E.M.S. Solar GmbH
Dieselstraße 18, D 49716 Meppen
Tel. (05931) 8 85 58-0
Fax. (05931) 8 85 58-11
muehlum@ems-solar.de, www.ems-solar.de

Photovoltaik Montage W. Brehm
Hinterm Busch 7a, D 49733 Haren
Tel. (05934) 70 44 94-0
Fax. (05934) 70 44 94-9
info@Photovoltaik-montage.eu
www.photovoltaik-montage.eu

PLZ 5

Pirig Solarenergie
Otto-Hahn-Allee 13, D 50374 Erftstadt
Tel. (02235) 4 65 56-33,
Fax. (02235) 4 65 56-11
info@Pirig-solar.de, www.Pirig-Solar.de

Energiebau Solarstromsysteme GmbH
Heinrich-Rohlmann-Str. 17, D 50829 Köln
Tel. (0221) 9 89 66-0, Fax. (0221) 9 89 66-11
m.schaefer@energiebau.de

Paulus Straub GmbH & Co. KG
Deutz-Mülheimer-Straße 227, D 51063 Köln
info@straub-partner.eu

Versicherungsmakler Rosanowske GmbH & Co. KG
Annastraße 35, D 51149 Köln
Tel. (02203) 9 88 87 01
info@rosa-photovoltaik.de
www.rosa-photovoltaik.de

Regenerative Generation GmbH
Overather Str. 104, D 51766 Engelskirchen
Tel. (02263) 9 50 81-0
Fax. (02263) 9 50 81-29
markus.klein@reg-gen.de, www.reg-gen.de

RWTH Aachen ISEA / Institut für Stromrichtertechnik
Jägerstr. 17/19, D 52066 Aachen
Tel. (02401) 8 09 22 03
post@isea.rwth-aachen.de

heizen-hoch-3 Fa. Joh. Ramm
In der Held 6, D 52372 Kreuzau
Tel. (02422) 90 10 02, Fax. (02422) 15 17
info@heizen3.de, www.heizen3.de

Murphy & Spitz Green Energy AG
Riesstraße 2, D 53113 Bonn
Tel. (0228) 2 43 91 10
info@murphyandspitz.de

Europäische Energie Genossenschaft e.G.
Hausdorffstraße 63, D 53129 Bonn
Tel. (0228) 38 76 50 01
Fax. (07805) 00 37 02 37
neuschuetz@euro-energie-eg.de
www.eeg-eg.eu

SolarWorld AG
Martin-Luther-King-Straße 24, D 53175 Bonn
Tel. (0228) 5 59 20-0,
Fax. (0228) 5 59 20-99
service@solarworld.de, www.solarworld.de

Karutz Ingenieur-GmbH
Mühlengasse 2, D 53505 Altenahr
Tel. (02643) 90 29 77, Fax. (02643) 90 33 50
karutz-ingenieur-gmbh@t-online.de

Bedachungen Arnolds GmbH
Zur Hofstatt 3, D 53819 Neunkirchen-Seelscheid
Tel. (02247) 24 62
arnolds@bedachungen-arnolds.de

F & S solar concept GmbH
Otto-Lilienthal-Straße 34, D 53879 Euskirchen
Tel. (02251) 14 82-0, Fax. (02251) 14 82-111
gobbers@fs-sun.de, www.fs-sun.de

Elektrotechnik Sa & Söhne GmbH
Kommerner Straße 80, D 53879 Euskirchen
Tel. (02251) 5 75 85, Fax. (02251) 81 08 55
gil.lima@elektro-sa.de, www.elektro-sa.de

Bürgerservice GmbH
Monaiser Str. 7, D 54294 Trier
Tel. (0651) 82 50-0, Fax. (0651) 82 50-110
info@bues-trier.de, www.bues-trier.de

Schwaab
Brückenstr. 24, D 54538 Kinheim-Kindel
Tel. (06532) 9 32 46
info@schwaab-elektrik.de

GEDEA-Ingelheim GmbH
Bahnhofstr. 21, D 55218 Ingelheim
Tel. (06132) 7 10 01-20
Fax. (06132) 7 10 01-29
w.haas@gede-angelheim.de

RWS GmbH
Peter-Sander-Str.8, D 55252 Mainz-Kastel
Tel. (06134) 72 72 00, Fax. (06134) 2 19 44
borchert@rubner.info
www.rws-solartechnik.de

Ecofriends GmbH
Am Kümmerling 21 – 25, D 55294 Bodenheim
Tel. (06135) 7 02 89-0
Fax. (06135) 7 02 89-09
g.roell@ecofriends.de

EOS Neue Energien GmbH
Hauptstraße 14, D 55743 Hintertiefenbach
Tel. (06789) 8 06 59,
Fax. (06950) 95 28 11 02
markidis@eos-neue-energien.de
www.eos-neue-energien.de

VIVA Solar Energietechnik GmbH
Otto-Wolf-Str. 12, D 56626 Andernach
info@vivasolar.de

G-TEC Ingenieure GbR
Kölner Str. 7, D 57482 Wenden-Rothemühle

NORDWEST Handel AG
Berliner Str. 26-36, D 58135 Hagen
w.mueller@nordwest.com

Kleiner Aufwand, große Wirkung!

So könnte auch Ihr Firmeneintrag in der kommenden Ausgabe aussehen.

Über alle Formate und Preise informieren wir Sie gern.

Sprechen Sie uns an!

bigbenreklamebureau

An der Surheide 29
D-28870 Fischerhude
T +49 (0)4293 890 890
F +49 (0)4293 890 8929
info@bb-rb.de · www.bb-rb.de

Albedon
Gleiwitzer Straße 11, D 58454 Witten
Tel. (02302) 1 79 20 20
Fax. (02302) 1 79 20 21
m.matuszak@web.de, www.albedon.de

PV-Engineering GmbH
Hugo-Schultz-Straße 14, D 58640 Iserlohn
Tel. (02371) 4 36 64 80
Fax. (02371) 4 36 64 89
info@pv-e.de, www.pv-e.de

ADIC Group
Sümburgstr. 22, D 58730 Fröndenberg
Tel. (02373) 3 96 41-0,
Fax. (02373) 3 96 41-79
ebbing@adic.eu, www.adic.eu

Heitkamm GmbH + Co.KG
Eintrachtstr. 10, D 59227 Ahlen
Tel. (02382) 91 72-25
info@fritz-heitkamm.de

PLZ 6

addisol GmbH
Meisengasse 11, D 60313 Frankfurt
Tel. (069) 1 30 14 86-0
Fax. (069) 1 30 14 86-10
s.getachew@addisolag.com
www.addisolag.com

META Communication Int. GmbH
Solmsstraße 4, D 60486 Frankfurt
Tel. (069) 7 43 03 90
medien.frankfurt@metacommunication.com
www.metacommunication.com

Monier Braas GmbH
Frankfurter Landstr. 2-4, D 61440 Oberursel
Tel. (06171) 61 24 09, Fax. (06171) 61 23 30
alexander.flebbe@monier.com, www.braas.de

Danfoss GmbH Solar Inverters
Carl-Legien-Straße 8, D 63073 Offenbach
Tel. (069) 8 90 21 84, Fax. (069) 8 90 21 77
dirk.leinweber@danfoss.com
www.danfoss.de

Peter Solar- und Wärmetechnik GmbH
Hauptstr. 14 – 16, D 63486 Bruchköbel
Tel. (06181) 7 88 77, Fax. (06181) 90 72 25
info@peter-solar.de, www.peter-solar.de

Conecon GmbH
Industriestraße-Ost 7, D 63808 Haibach
Tel. (06021) 4 56 05-0
Fax. (06021) 4 56 05-250
a.morgan@conecon.com
www.conecon.com

HSL Laibacher GmbH
Im Gewerbegebiet 12, D 63831 Wiesen, Unterfr.
Tel. (06096) 9 70 07 00
Fax. (06096) 9 70 07 29
info@hsl-laibacher.de, www.hsl-laibacher.de

Men @ Work GmbH & Co. KG
Ostendstraße 20, D 64319 Pfungstadt
Tel. (06151) 6 69 04 00, Fax. (06151) 6 69 04 01
men@work-crew.de

Solare Energiesysteme
Büttelsgasse 5 A, D 64319 Pfungstadt
Tel. (06157) 95 54 81, Fax. (06157) 9 55 89 39
pv.energie@web.de

Energiegenossenschaft Ried eG
Rüsselsheimer Str. 10, D 64560 Riedstadt
Tel. (06158) 18 54 65, Fax. (06158) 18 54 70
D.Satzinger@t-online.de, www.eg-ried.de

Energiegenossenschaft Odenwald eG
Frankfurter Straße 1, D 64720 Michelstadt
Tel. (06061) 70 14-610
Fax. (06061) 70 14-8151
info@energiegenossenschaft-odenwald.de
www.energiegenossenschaft-odenwald.de

enotech energy GmbH
Dieselstraße 14, D 64807 Dieburg
Tel. (06071) 4 99 31-28, Fax. (06071) 4 99 31-61
karola.wachenbrunner@enotech.de
www.enotech.de

Ingo Rödner – Wärme Strom Leben
Außerhalb Beßheimer Hof 14, D 65468 Trebur
Tel. (06147) 9 31 32
ingo@roedner.de, www.roedner.de

IZES gGmbH
Altenkessler Str. 17 Geb. A1, D 66115 Saarbrücken
Tel. (0681) 5 89 18 31, Fax. (0681) 97 62-850
theis@izes.de, www.izes.de/tzsb

timo hohensee bauen & energie
Gewerbegebiet Heidekorn 9, D 66287 Quierschied
Tel. (06897) 60 04 81, Fax. (06897) 60 04 94
info@bauenundenergie.eu
www.bauenundenergie.eu

SE-System GmbH & Co. KG
Haardt Weg 1 – 3, D 66663 Merzig
Tel. (06861) 7 76 92
info@se-system.de

Elektro Klein
Georg-Fleischer-Str. 8, D 66914 Waldmohr
Tel. (06373) 50 65 11, Fax. (06373) 50 65 12
Info@meister-klein.de, www.meister-klein.de

Willer Sanitär + Heizung GmbH
Oppauer Str. 81, D 67069 Ludwigshafen
Tel. (0621) 66 88 90, Fax. (0621) 66 14 76
rw@oceo-consult.com, www.willergmbh.de

EUROSOL GmbH

Am Herrschaftsweiher 45, D 67071
Ludwigshafen
Tel. (0621) 59 57 07-0
Fax. (0621) 59 57 09-99
mail@eurosol.de, www.eurosol.eu

Trauth & Jacobs Ingenieurgesellschaft mbH

Freinsheimer Str. 69A, D 67169 Kallstadt
Tel. (06322) 65 02 76, Fax. (06322) 65 02 78
hermann-josef.jacobs@trauth-jacobs.de
www.trauth-jacobs.de

SOLTECH Solartechn. Anlagen/Rieser GmbH

Tullastr. 6, D 67346 Speyer

solarisPlus GmbH & Co. KG

August-Bebel-Straße 17, D 67454 Haßloch
Tel. (0180) 2 20 24, Fax. (06324) 9 82
98 29 00
info@solarisplus.de, www.solarisPlus.de

Mannheimer Versicherung AG

Augustaanlage 66, D 68165 Mannheim
Tel. (0180) 2 20 24, Fax. (0180) 2 99 89 92
Rainer.Kohlenberg@mannheimer.de
www.Lumit.info

Schwab GmbH

Wilhelm-Filchner-Str. 1-3, D 68219 Mannheim
Tel. (0621) 89 68 26, Fax. (0621) 89 68 21
info@schwabsolar.de

SUN PEAK Vertrieb

Auf den Besenäckern 17, D 69502 Hemsbach
Tel. (06201) 89 60 20 70, Fax. (06201) 60 20 70
info@sunpeak-vertrieb.de, www.sunpeak.eu

PLZ 7

Engcotec GmbH

Kronprinzstr. 12, D 70173 Stuttgart

Solarenergie Zentrum

Krefelder Str. 12, D 70376 Stuttgart
info@sez-stuttgart.de

Elektro Gühring GmbH

Freihofstr. 25, D 70439 Stuttgart
Tel. (0711) 80 22 18, Fax. (0711) 80 22 29
mail@elektro-guehring.de
www.elektro-guehring.de

Sika Deutschland GmbH

Kornwestheimer Straße 103 – 107, D 70439
Stuttgart
Tel. (0041) 5 84 36 54 04
Fax. (0041) 5 84 36 54 07
kappelhoff.bjoern@de.sika.com
www.sika.com

Bickele und Bühler

St. Pöltenerstr. 70, D 70469 Stuttgart

TRANSOLAR Energietechnik GmbH

Curiestr. 2, D 70563 Stuttgart
Tel. (0711) 67 97 60
buchhaltung@transolar.com

Unmüßig GbR, Markus und Peter

Katzenbachstraße 68, D 70563 Stuttgart
Tel. (0711) 7 35 57 10
Fax. (0711) 7 35 57 40
solar@unmuessig.info

Fa.Frieder Eppe Solaranlagen – Heizungsbau

Kirchstr. 47, D 70771 Leinfelden-Echterdingen
Tel. (07151) 9 81 29 81
eppe@solarespresso.de,
www.keinewebsite.de

Papendorf Software Engineering GmbH

Robert-Bosch-Str. 10, D 71116 Gärtringen
Tel. (07034) 2 79 10-0, Fax. (07034) 2 79 10-11
patricia.gries@papendorf-se.de
www.papendorf-se.de

Raible GmbH & Co. KG

Mollenbachstraße 19, D 71229 Leonberg
Tel. (07152) 3 19 99 57
Fax. (07152) 3 19 99 58
s.raible@prinzip-plus.de, www.prinzip-plus.de

Krannich Solar GmbH & Co. KG

Heimsheimer Str. 65/I, D 71263 Weil der Stadt
Tel. (07033) 30 42-0
g.eckhardt@de.krannich-solar.com
www.krannich-solar.de

Solaranlagen GmbH

Gottlieb-Daimler-Str. 15, D 71394 Kernen
Tel. (07151) 9 49 05-0, Fax. (07151) 9 49 05-40
info@dorfmueeller-solaranlagen.de
www.dorfmueeller-solaranlagen.de

Ingenieurbüro Sommerer & Sander GmbH

Wernerstraße 37, D 71636 Ludwigsburg
m.sommerer@ingenieur-buero.net
www.ingenieur-buero.net

Energie & Umwelttechnik

Birkenweg 16, D 72280 Dornstetten
Tel. (07443) 17 15 50, Fax. (07443) 17 15 51
rothmund@rochusrothmund.de
www.rochusrothmund.de

Sonnergie GmbH

Fuhrmannstraße 7, D 72351 Geislingen-Binsdorf
Tel. (07428) 9 41 84 50, Fax. (07428) 9 41 84 80
u.bartholomae@sonnergie.de
www.sonnergie.de

Thomas-Preuhs-Holding GmbH

Fuhrmannstraße 9, D 72351 Geislingen
Tel. (07428) 9 41 87 20
k.jakob@solera.de, www.preuhs-holding.de

Helmut Zink GmbH

Kelterstraße 45, D 72669 Unterensingen
Tel. (07022) 6 30 11, Fax. (07022) 6 30 14
info@zink-heizung.de, www.zink-heizung.de

Rieger GmbH + Co. KG

Friedrichstr. 16, D 72805 Lichtenstein
Tel. (07129) 92 51-0, Fax. (07129) 92 51-20
t.persch@ewr-reger.de, www.ewr-rieger.de

BASTIZI Photovoltaik und Energieeffizienz

Breitwiesenweg 14, D 73269 Hochdorf
Tel. (07153) 95 85 48
mail@bastizi.de, www.bastizi.de

Solarzentrum Ostalb GmbH

Heerstraße 15/1, D 73453 Abtsgmünd
Tel. (07366) 9 23 06 22
Fax. (07366) 9 23 06 21
tobias@so-nne.de, www.so-nne.de

Solar plus GmbH

Königsberger Str. 38, D 73460 Hüttlingen
Tel. (07361) 97 04 37
Fax. (07361) 97 04 36
info@solarplus.de, www.solarplus.de

Walter Konzept – Inhaber Mario Walter

St. Martinus-Straße 3, D 73479 Ellwangen
(Jagst)
Tel. (07965) 90 09 60
Fax. (07965) 90 09 69
f.krueger@walter-konzept.de

Mangold Photovoltaik GmbH

Marie-Curie Str. 19, D 73529 Schwäbisch
Gmünd
Tel. (07171) 18 65 66, Fax. (07171) 18 92 12
michael_storch@mangold-photovoltaik.de
www.mangold-photovoltaik.de

Wolf GmbH

Böbinger Str. 52, D 73540 Heubach
Tel. (07173) 9 10 60
claudia.saur@wolf-gmbh.de

Ines.S GmbH & Co. KG

Karlstraße 8, D 73650 Winterbach
Tel. (07181) 4 82 33 54
leibbrand@ines-s.de

Ingenieurbüro Leidig

Ginsterweg 2, D 74579 Fichtenau
Tel. (07962) 13 24, Fax. (07962) 13 36
info@ingenieurbuero-leidig.de
www.ingenieurbuero-leidig.de

Müller Solartechnik

Ludwigstr. 35, D 74906 Bad Rappenau
Tel. (07268) 91 95 57
mueller.oeko@t-online.de
www.mueller-solar-technik.de

Solar Promotion GmbH

Postfach 170, D 75101 Pforzheim

Energio GmbH

Postfach 100 550, D 75105 Pforzheim
Tel. (07231) 56 87 74, Fax. (07231) 56 87 76
sutter@energio-solar.de
www.energio-solar.de



**PV-Planung – Projektierung
Anlagenbetrieb und Beratung
Gutachten – Messungen
Repowering – Anlagenumzug**

e energio

**Energio GmbH
Kiehnlestraße 16
75172 Pforzheim
Tel. 07231 568774
info@energio-check.de
www.energio-check.de**

Innovative Solar Technologie GmbH

Kreuzwiesenstr. 1, D 75181 Pforzheim
Tel. (07234) 47 63, Fax. (07234) 98 13 18
ksbauer@aol.com, www.ist-solar.de

Wiernsheim

Postfach 40, D 75444 Wiernsheim

Solution Solarsysteme GmbH

Humboldtstr. 1, D 76131 Karlsruhe
Tel. (0721) 9 61 34-10,
Fax. (0721) 9 61 34-12
info@solution-solar.de

Ritter XL Solar GmbH

Ettlinger Straße 30, D 76307 Karlsbad
Tel. (07202) 922-254, Fax. (07202) 922-125
m.willige@ritter-xl-solar.com
www.ritter-xl-solar.com

W-Quadrat Westermann & Wörner GmbH,

Gernsbach
Baccarat-Straße 37-39, D 76593 Gernsbach
Tel. (07224) 99 19-00, Fax. (07224) 99 19-20
info@w-quadrat.de, www.w-quadrat.de

SHK Einkaufs- und Vertriebs AG

Zeiloch 13, D 76646 Bruchsal
Tel. (07251) 9 32 45-0,
Fax. (07251) 9 32 45-99
g-lauinger@shknet.de

Staudt GmbH

Unterdorfstr. 50a, D 76698 Ubstadt-Weiher
Tel. (07253) 9 41 20

Bau-Solar Süd-west GmbH

Kandeler Straße 6, D 76768 Berg
Tel. (07240) 94 47 01
Fax. (07240) 94 47 02
helmut.rieger@bau-solar.de
www.bau-solar.de

Oldorff Technologie

Am Gäxwald 8, D 76863 Herxheim
Tel. (07276) 50 23 30, Fax. (07276) 50 23 31
Olaf@Oldorff.de, www.Oldorff.de

Handwerk zum Festpreis

Metzgerstraße 13, D 77652 Offenburg
Tel. (07821) 95 45 11, Fax. (07821) 95 45 12
kopp@derdienstleister.com

Kiefermedia

In der Spöck 1, D 77656 Offenburg
Tel. (0781) 9 69 16 33
km@kiefermedia.de, www.kiefermedia.de

frammelsberger Haustechnik GmbH

Esperantostraße 15, D 77704 Oberkirch
Tel. (07802) 92 77-23,
Fax. (07802) 92 77-91 03
paul@frammelsberger.de
www.frammelsberger-solar.com

Krämer Haustechnik GmbH

Einbacher Str. 43, D 77756 Hausach
Tel. (07831) 76 76, Fax. (07831) 76 66
kraemer-hat-ih-r-bad@t-online.de

Stadtverwaltung Bad Dürkheim

Luisenstraße 4, D 78073 Bad Dürkheim
Tel. (07726) 66 62 41
klaus.koch@bad-duerrheim.de

Taconova GmbH

Rudolf-Diesel-Str. 8, D 78224 Singen
Tel. (07731) 98 28 80, Fax. (07731) 98 28 88
daniel.blasel@taconova.de
www.taconova.de

Sanitär Schwarz GmbH

Zeppelinstraße 5, D 78239 Rielasingen-
Worblingen
Tel. (07731) 9 32 80,
Fax. (07731) 2 85 24
info@sanitaer-schwarz.de
www.sanitaer-schwarz.de

SOLAResundmehr

Schmiedgasse 7, D 78628 Rottweil
info@Sonnenhaus.org

badenova AG & Co. KG

Tullastr. 61, D 79108 Freiburg
Fax. (0761) 2 79 25 57
info@badenova.de

Creotecc GmbH

Bebelstraße 6, D 79108 Freiburg
Tel. (0761) 2 16 86-42,
Fax. (0761) 2 16 86-29
pedro.miceli@creotecc.com
www.creotecc.de

Fraunhofer-Institut f. Solare Energiesysteme

Heidenhofstr. 2, D 79110 Freiburg
Tel. (0761) 45 88-0, Fax. (0761) 45 88-9000
info@ise.fraunhofer.de

Ökobuch Verlag & Versand GmbH

Postfach 11 26, D 79216 Staufen
Tel. (07633) 5 06 13, Fax. (07633) 5 08 70
oekobuch@t-online.de

Delta Energy Systems GmbH

Tscheulinstr. 21, D 79331 Teningen
Tel. (07641) 455-0, Fax. (07641) 455-318
dominique.lang@delta-es.com
www.solar-inverter.com

Graf GmbH

Furtweg 10, D 79400 Kandern
Tel. (07626) 72 27, Fax. (07626) 72 41
linda.gempp@graf-haustechnik.de
www.graf-haustechnik.de

Consolar Solare Energiesysteme GmbH
Gewerbstraße 7, 79539 Lörrach
Tel. (07621) 42 22 8511,
Fax. (07621) 42 22 831
info@consolar.de, www.consolar.com

Issler GmbH
Bäumleweg 1, D 79639 Grenzach-Wyhlen
Tel. (07624) 50 50-0, Fax. (07624) 50 50-25
info@issler.de, www.issler.de

Schäuble Regenerative Energiesysteme
Murgtalstr. 28, D 79736 Rickenbach
Tel. (07765) 91 97 02, Fax. (07765) 91 97 06
info@manfred-schaeuble.de
www.manfred-schaeuble.de

Ingenieurbüro Pritzel
Giersbach 28, D 79737 Herrischried
Tel. (07764) 67 17, Fax. (07764) 67 71
info@pritzel.de

Binkert GmbH
Am Riedbach 3, D 79774 Albbruck / Birndorf
Tel. (07753) 92 10-0
mail@binkert.de

KJV erneuerbare Energien
Pappelweg 3, D 79790 Küssaberg
Tel. (07741) 67 10 26, Fax. (07741) 67 15 41
mail@kjb-online.de, www.kjb-online.de

Solarenergiezentrum Hochrhein
Küssnacher Straße 13, D 79801 Hohenfengen
Tel. (07742) 53 24, Fax. (07742) 25 95
solarenergiezentrum-hochrhein@t-online.de
www.solarenergiezentrum-hochrhein.de

PLZ 8

Meyer & Co.
Ingolstädter Straße 12, D 80807 München
Tel. (089) 35 06 01-0, Fax. (089) 35 06 01-44
info@bad-meyer.de, www.solar-meyer.de

ZENKO Handelsvertretung Alois Zimmerer e.K.
Höhenkircherstraße 11, D 81247 München
Tel. (089) 1 58 81 45-0,
Fax. (089) 1 58 81 45-19
zenko@zenko-solar.de, www.zenko-solar.de

Sungrow Deutschland GmbH
Balanstraße 59, D 81541 München
Tel. (089) 62 83 88 64
krauth@sungrow.cn
www.sungrowpower.com/de

C2sun GmbH
Reinekestraße 56, D 81545 München
Tel. (089) 64 94 47 45
luft@c2sun.de, www.c2sun.de

Memminger
Balanstraße 378, D 81549 München

EURA.Ingenieure Schmid
Schwarzenbacher Straße 28, D 81549 München
eura@eura-ingenieure.de

Hierner GmbH
Traisnitzstraße 8, D 81671 München
Tel. (089) 40 25 74
hierner@hierner.de

Speicherkraft Energiesysteme GmbH
Stefan-George-Ring 23, D 81929 München
Tel. (089) 54 80 94 75
info@speicherkraft.de, www.speicherkraft.de

Huber + Suhner GmbH
Mehlbeerenstr. 6, D 82024 Taufkirchen
Tel. (089) 6 12 01-0, Fax. (089) 6 12 01-177
bettina.fessler@hubersuhner.com

Waldhauser GmbH & Co
Hirtenweg 2, D 82031 Grünwald
info@waldhauser.com

PTZ Ing.-Gesellschaft mbH
Breslauer Str. 40-42, D 82194 Gröbenzell
erhard.tiefenbeck@ptz-ingenieure.de

SWS-SOLAR GmbH
Carl-Benz-Str. 10, D 82205 Gilching
Tel. (08105) 77 26 80, Fax. (08105) 77 26 82
sws-solar@t-online.de

Thermo-Fresh-Heizsysteme
Hermann-Rainer-Straße 5, D 82211 Herrsching

Landkreis Starnberg
Strandbadstr. 2, D 82319 Starnberg
Tel. (08151) 148-442, Fax. (08151) 148-524
umweltberatung@lra-starnberg.de
www.landkreis-starnberg.de/energiekunde

Kupper GmbH
Nikolausstraße 14, D 82335 Berg
Tel. (08151) 18 91 61, Fax. (09151) 1 89 51 20
ulrich.kupper@kupper-gmbh.de
www.kupper-energiekonzepte.de

Ikarus Solartechnik
Zugsplatzstr. 9, D 82399 Raisting
Tel. (08807) 89 40

Dachbau Vogel
Kräuterstraße 46, D 82515 Wolfratshausen
Tel. (08171) 48 00 75, Fax. (08171) 48 00 76
info@dachbau-vogel.de
www.dachbau-vogel.de

UTEQ Ingenieurservice GmbH
Hechtsestr. 16, D 83022 Rosenheim
Tel. (08031) 2 22 77 31
info@uteo.de

Walter-Energie-Systeme
Kirnsteinstr. 1, D 83026 Rosenheim
Tel. (08031) 40 02 46, Fax. (08031) 40 02 45
linus.walter@arcor.de
www.walter-energie-systeme.de

Verband der Solar-Partner e.V.
Holzhauser Feld 9, D 83361 Kienberg
Tel. (08628) 9 87 97-0
info@zukunft-sonne.de

Schletter GmbH
Alustraße 1, D 83527 Kirchdorf
Tel. (08072) 91 91-0, Fax. (08072) 91 91-9100
hans.urban@schletter.de, www.schletter.de

EST Energie System Technik GmbH
Schlachthofstraße 1, D 83714 Miesbach
Tel. (08025) 49 94, Fax. (08025) 87 71
info@energiesystemtechnik.de
www.energiesystemtechnik.de

IFF Kollmannsberger KG
Neustadt 449, D 84028 Landshut
Tel. (0871) 9 65 70 09-0
Fax. (0871) 9 65 70 09-22
info@thermosolar.de

Wolf GmbH
Industriest. 1, D 84048 Mainburg

Solamobil
Tietstadt 11, D 84307 Eggenfelden
Tel. (08721) 50 86 27
oskar@hiendlmayer.eu

Solarklima e.K.
Leo-Fall-Straße 9, D 84478 Waldkraiburg
Tel. (08638) 9 84 72 70
info@solarklima.com, www.solarklima.com

Manghofer GmbH
Mühldorfer Str. 10, D 84539 Ampfing
Tel. (08636) 98 71-0
info@manghofer.de

S-Tech-Energie GmbH
Gewerbstraße 7, D 84543 Winhöring
Tel. (08671) 88 63 20
k.gaensrich@s-tech-energie.de,
www.s-tech-energie.de

Solarzentrum Bayern GmbH
Robert-Bosch-Straße 21, D 85235 Odelzhausen
Tel. (08134) 9 35 97 10
Fax. (08134) 9 35 97 11
franz.lichtner@solarzentrum-bayern.de
www.solarzentrum-bayern.de

B & S Wärmetechnik und Wohnen
Theresienstraße 1, D 85399 Hallbergmoos
Tel. (0811) 99 67 94 07, Fax. (0811) 9 42 06
mail@waerme-wohnen.info

SolarEdge Technologies Inc.
Bretonischer Ring 18, D 85630 Grasbrunn
Tel. (089) 4 16 17 03-20
Fax. (089) 4 16 17 03-19
boris.h@solaredge.com, www.solaredge.de

Evios Energy Systems GmbH
Ernst-Heinkel-Ring 8, D 85662 Hohenbrunn
Tel. (08102) 80 53 00
pk@evios-energy.de, www.evios-energy.de

Josef & Thomas Bauer Ingenieurbüro GmbH
Max-Planck-Str. 5, D 85716 Unterschleißheim
Tel. (089) 3 21 70-0
Fax. (089) 3 21 70-250
info@ib-bauer.de, www.ib-bauer.de

SUN GARANT Muc GmbH
Gutenbergstraße 10, D 85737 Ismaning
Tel. (089) 1 39 57 80-0
Fax. (089) 1 39 57 80-22
muc@sungarant.de, www.sungarant.de

Strobel Energiesysteme
Klinkertorplatz 1, D 86152 Augsburg
Tel. (0821) 45 23 12
michaela.russ@ib-strobel.de

Carpe Solem GmbH
Am Mittleren Maas 48, D 86167 Augsburg, Bay
Tel. (0821) 45 51 50-0
Fax. (0821) 45 51 50-99
info@carpe-solem.de

Markus Makosch
Peter-Henlein-Str. 8, D 86399 Bobingen
Tel. (08234) 14 35, Fax. (08234) 17 71
info@shk-makosch.de, www.shk-makosch.de

Pluszynski
Hohenstaufenstraße 10, D 86830 Schwabmünchen
Tel. (08232) 95 75 00
heinz.pluszynski@t-online.de

R. Häring Solar Vertriebs GmbH
Elias-Holl-Straße 22, D 86836 Obermeitingen
Tel. (08232) 7 92 41, Fax. (08232) 7 92 42
solarhaering@solarhaering.de
www.solarhaering.de

IES GmbH
Dr.-Kisselmann-Straße 2, D 86971 Peiting
Tel. (08861) 9 09 49 20, Fax. (08861) 9 09 49 11
Norbert.Schallhammer@ies-peiting.com
www.ies-peiting.com

Alpensolar Umwelttechnik GmbH
Gewerbepark 25, D 87477 Sulzberg-See
Tel. (08376) 9 28 94-0
info@alpensolar.de, www.alpensolar.de

Solarzentrum Allgäu u. Co. KG
Gewerbepark 13, D 87640 Biessenhofen
Tel. (08342) 8 96 90
Fax. (08342) 83 42 89 69 28
bihler@solarzentrum-allgaeu.de

Pro Terra
Schwabenstr. 6, D 87700 Memmingen
Tel. (08331) 49 94 33
pro_terra@t-online.de

Öko-Haus GmbH
Pfarrer-Singer-Straße 5, D 87745 Eppishausen
Tel. (08266) 86 22 00
info@oeko-haus.com

pro solar Solarstrom GmbH
Schubertstr.17, D 88214 Ravensburg
Tel. (0751) 3 61 58-0, Fax. (0751) 3 61 58-990
solarstrom@pro-solar.com
www.pro-solar.com

MAGE Solar GmbH
An der Bleicherei 15, D 88214 Ravensburg
Tel. (0751) 5 60 17-212, Fax. (0751) 5 60 17-210
n.jauch@pagesolar.de, www.pagesolar.de

Montagebau Hartmann UG
Bachstraße 8/3, D 88361 Altshausen
Tel. (07584) 92 31 13, Fax. (07584) 92 31 53
solarhartmann@t-online.de
www.HartmannMontagebau.de

Dingler
Fliederstr. 5, D 88371 Ebersbach-Musbach
Tel. (07584) 20 68

SWU Stadtwerke Ulm/Neu-Ulm GmbH
Karlstraße 1, D 89073 Ulm
Tel. (0731) 1 66 10 71
Fax. (0731) 1 66 10 79
ingrid.heinrich@swu.de, www.swu.de

Julius Gaiser GmbH & Co. KG
Blaubeurer Str. 86, D 89077 Ulm
info@gaiser-online.de

AEROLINE TUBE SYSTEMS
Im Lehrer Feld 30, D 89081 Ulm, Donau
Tel. (0731) 9 32 92-50,
Fax. (0731) 9 32 92-64
info@tubesystems.com
www.tubesystems.com

Galaxy Energy GmbH
Sonnenstraße 2, D 89180 Berghülen
Tel. (07389) 12 90, Fax. (07389) 12 93
dieter@galaxy-energy.com
www.galaxy-energy.com

S + H Solare Energiesysteme GmbH
Mühlweg 44, D 89584 Ehingen
Tel. (07391) 77 75 57,
Fax. (07391) 77 75 58
info@sh-solar.de, www.sh-solar.de

System Sonne GmbH
Grundlerstr. 14, D 89616 Rottenacker
Tel. (07393) 9 54 94-0,
Fax. (07393) 9 54 94-30
info@system-sonne.de, www.system-sonne.de

PLZ 9

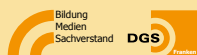
Greenovative GmbH
Bahnhofstraße 11b, D 90402 Nürnberg
Tel. (0911) 13 13 74 70
Fax. (0911) 13 13 74 71
brandstaetter@greenovative.de
www.greenovative.de

Frankensolar Handelsvertretungen
Edisonstraße 45, D 90431 Nürnberg
Tel. (0911) 2 17 07 60, Fax. (0911) 2 17 07 69
info@frankensolar-hv.de
www.frankensolar-hv.de

Solare Dienstleistungen GbR
Landgrabenstraße 94, D 90443 Nürnberg
Tel. (0911) 37 65 16 30,
Fax. (0911) 37 65 16 31
info@solar-dienstleistungen.de

inspectis GbR Harald King & Thomas König
Neuseser Straße 19, D 90455 Nürnberg
Tel. (0911) 50 71 68-101
Fax. (0911) 50 71 68-199
thomas.koenig@inspectis.de,
www.inspectis.de

Draka Service GmbH
Wohlauer Straße 15, D 90475 Nürnberg
Tel. (0911) 83 37-275, Fax. (0911) 83 37-268
i.koch@draka-service.de, www.draka.com



Sachverständigenbüro für Photovoltaikanlagen und Regenerative Energiesysteme

ö.b.v. Sachverständiger Björn Hemmann
MBT (RDF) Oskar Wolf

www.dgs-franken.de

Solare Dienstleistungen GbR – Eine Initiative des Landesverbandes
Franken der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS) e.V.
Fürther Straße 246c, 90429 Nürnberg
Tel. (09 11) 37 65 16-30, Fax. (09 11) 37 65 16-31

Elektro Schulze GmbH

Martin-Luther-Str. 5-7, D 90542 Eckental
Tel. (09126) 2 93 49-02
Fax. (09126) 2 93 49-10
info@schulze-solar.de, www.schulze-solar.de

Schuhmann

Lindenweg 10, D 90587 Obermichelbach
Tel. (0911) 7 67 02-15
hsm@schuhmann-umweltplanung.de

solid GmbH

Benno-Strauß-Straße 7, D 90763 Fürth
Tel. (0911) 8 10 27-0, Fax. (0911) 8 10 27-11
soehnl@solid.de, www.solid.de

Solarbeauftragter der St. Fürth

Schwabacher Straße 170, D 90763 Fürth
Tel. (0911) 9 74 12 50
johann.gerdenitsch@fuertth.de

Sunworx GmbH

Am Winkelsteig 1 A, D 91207 Lauf
Tel. (09123) 9 62 62-0
Fax. (09123) 9 62 62-29
w.wohlhart@sunworx-solar.de

Solaura GmbH

Felsenweg 1d, D 91244 Reichenschwand
Tel. (09151) 9 08 44 30
info@solaura.de, www.solaura.de

sol aid GmbH

Leonie 5, D 91275 Auerbach
Tel. (09643) 30 07 95
Fax. (09643) 20 56 95
s.findeiss@solaid.de, www.solaid.de

Sunset Energietechnik GmbH

Industriestraße 8-22, D 91325 Adelsdorf
Tel. (09195) 94 94-0
Fax. (09195) 94 94-290
info@sunset-solar.com
www.sunset-solar.com

PROZEDA GmbH

In der Bög 5, D 91330 Eggolsheim
Tel. (09191) 61 66-0, Fax. (09191) 61 66-22
rechnung@prozeda.de, www.prozeda.de

iKratos Solar- und Energietechnik

Bahnhofstr. 1, D 91367 Weißenhohe
Tel. (09192) 9 92 80-0
Fax. (09192) 9 92 80-28
kontakt@ikratos.de, www.ikratos.de

Stang Heizung + Bad GmbH & Co. KG

Windhofen 36, D 91589 Aurach
Tel. (09804) 9 21 21, Fax. (09804) 9 21 22
heizung@stang-heizung-bad.de
www.stang-heizungstechnik.de

GRAMMER Solar GmbH

Oskar-von-Miller-Str. 8, D 92224 Amberg
Tel. (09621) 3 08 57-0
Fax. (09621) 3 08 57-10
d.dorschner@grammer-solar.de
www.grammer-solar.de

J.v.G. Thoma GmbH

Mönningerberg 1a, D 92342 Freystadt, Oberpf
Tel. (09179) 9 46 06 80
Fax. (09179) 9 05 22
e.thoma@jvgthoma.de

GSE-GreenSunEnergy GbR

Brunnleite 4, D 92421 Schwandorf
Tel. (09431) 34 89, Fax. (09431) 2 09 70
konrad.kauzner@green-sun-energy.de

Sonnenkraft Deutschland GmbH

Clermont-Ferrand-Allee 34, D 93049 Regensburg
Tel. (0941) 4 64 63-0, Fax. (0941) 4 64 63-33
rainer.hoefer@sonnenkraft.com
www.sonnenkraft.de

RW energy GmbH

Kammerdorfer Straße 16, D 93413 Cham
Tel. (09971) 4 00 31 70, Fax. (09971) 4 00 31 71
info@rw-energy.com, www.rw-energy.com

Elektro Technik Tiedemann

Hauptstraße 1 OT Sattelpelstein
D 93455 Traitsching
Tel. (09974) 90 36 73, Fax. (09974) 90 36 76
info@elektro-technik-tiedemann.de
www.elektro-technik-tiedemann.de

PRAML Energiekonzepte GmbH

Passauer Straße 36, D 94161 Ruderting
Tel. (08509) 9 00 66 12
Fax. (08509) 9 00 66 13
sandy.schwarz@praml.de, www.praml.de

Krinner Schraubfundamente GmbH

Passauer Str. 55, D 94342 Straßkirchen
johann.dirschal@krinner.com

Energent AG

Oberkonnereuther Str. 6c, D 95448 Bayreuth
Tel. (0921) 50 70 84-50, F
ax. (0921) 50 70 84-51
michael.schmitt@energent.de
www.energent.de

Solwerk GmbH & Co. KG

Kronacher Str. 41, D 96052 Bamberg
Tel. (0951) 9 64 91 70, Fax. (0951) 9 64 91 72
info@solwerk.net, www.solwerk.net

Energiepark Hirschaid

Leimhüll 8, D 96114 Hirschaid
Tel. (09543) 4 18 33 15, Fax. (09543) 4 18 33 16
k.seuling@energiepark-hirschaid.de

IBC Solar AG

Am Hochgericht 10, D 96231 Bad Staffelstein
Tel. (09573) 92 24-0, Fax. (09573) 92 24-111
info@ibc-solar.de, www.ibc-solar.com

r.con GmbH

Am Klausberg 1, D 96450 Coburg
Tel. (09561) 6 75 16 22
mr@rcon-gmbh.com, www.rcon-gmbh.com

ZAE Bayern

Am Galgenberg 87, D 97074 Würzburg
Tel. (0931) 7 05 64-352
Fax. (0931) 7 05 64-600
anja.matern-rang@zae-bayern.de
www.zae-bayern.de

Elektro Engelhardt GmbH+Co.KG

Rothenburger Straße 35, D 97285 Röttingen
Tel. (09338) 17 28, Fax. (09338) 99 33 44
bengelhardt@engelhardttelektro.de
www.engelhardttelektro.de

NE-Solartechnik GmbH & Co. KG

Rudolf-Diesel-Straße 17, D 97440 Werneck
Tel. (09722) 94 46 10
stefan.goeb@ne-solartechnik.de

energypoint GmbH

Heckenweg 9, D 97456 Dittelbrunn
Tel. (09725) 70 91 18, Fax. (09725) 70 91 17
m.windsauer@energypoint.de
www.energypoint.de

VOLTUM GmbH

Brückenstraße 6, D 97483 Eltmann
Tel. (09522) 70 81 46, Fax. (09522) 70 81 47
info@voltum.de

BSH GmbH & Co. KG

Bamberger Straße 44,
D 97631 Bad Königshofen
Tel. (09761) 3 95 67-0,
Fax. (09761) 3 95 67-11
gruenberg@bsh-energie.de

Schneider GmbH

Pointstr. 2, D 97753 Karlstadt
Tel. (09360) 99 06 30
info@schneider-solar.de

ALTECH GmbH

Am Mutterberg 4-6, D 97833 Frammersbach
Tel. (09355) 998-34, Fax. (09355) 998-36
rudi.freitag@altech.de, www.altech.de

SolarArt GmbH & Co. KG

Würzburger Straße 99, D 97922 Lauda-Königshofen
Tel. (09343) 6 27 69-15
Fax. (09343) 6 27 69-20
Hambrecht.Armin@solarart.de
www.solarart.de

ibu GmbH

Untere Torstr. 21, D 97941 Tauberbischofsheim
Tel. (09341) 89 09 81
t.schmiedel@ibu-gmbh.com

Msig Montage

Neulehen 9, D 98673 Eisfeld
hardy@msig.biz

Kensys GmbH & Co. KG

Neulehen 8, D 98673 Eisfeld
Tel. (03686) 39 15-0
Fax. (03686) 39 15-50
r.klett@k-ensys.de, www.k-ensys.de

IngenieurBüro Dr. Bergmann

In den Folgen 23 a, D 98704 Langewiesen
Tel. (03677) 4 66 98 90
Fax. (03677) 46 34 35
scheibe-kessler@ibb-ilmenau.de

Ingenieurbüro Andreas Gerlach

Leesenstraße 12, D 99867 Gotha
Tel. (03621) 8 82 03 59
a.gerlach@tunsolar.com,
www.tunsolar.com

maxx-solar & energie GmbH & Co. KG

Eisenacher Landstraße 26, D 99880 Waltershausen
Tel. (03622) 4 01 03-0
Fax. (03622) 4 01 03-222
d.ortmann@maxx-garden.de
www.maxx-garden.de

international

Logotherm Regelsysteme GmbH

Lehmhäusl 4, A 3261 Steinakirchen
Tel. (0043) 7 48 87 20 72
Fax. (0043) 7 48 87 20 72-4
klaus.mandl@logotherm.at
www.logotherm.at

SOLARFOCUS GmbH

Werkstr. 1, A 4451 St. Ulrich bei Steyr
Tel. (0043) 7 25 25 00 02-0
Fax. (0043) 7 25 25 00 02-10
s.krumbein@solarfocus.at
www.solarfocus.at

Enelution GmbH

Gfäll 181, A 6941 Langenegg
Tel. (0043) 7 20 70 39 17
ke@enelution.com

inter solar
connecting solar business | EUROPE

Eco-Haus Beat Ackermann

EnergieXpert
Metzgergasse 8B, CH 5034 Suhr
Tel. (0041) 6 28 42 70 91
news@eco-haus.ch, www.eco-haus.ch

ABZ-SUISSE GmbH

Wiggermatte 16, CH 6260 Reiden
Tel. (0041) 6 27 58 48 00
Fax. (0041) 6 27 58 48 01
kaspar.bolzern@abz-suisse.ch
www.abz-suisse.ch

Ecosol PV Tech.CO., Ltd

15"" zijing road, Hudai Industry Park,
China 214161 Wuxi Jiangsu
Tel. (0086) 510-85 58 50 39-817
Fax. (0086) 510-85 58 50 97
ina@ecosol-solar.com, www.ecosol-solar.com

Versolsolar Hangzhou Co., Ltd.

901, Creative Community, Binjiany District,
China 310053 Hangzhou
Tel. (0086) 5 71 28 19 70 05
Fax. (0086) 5 71 28 19 71 03
wkm.versolsolar@gmail.com
www.versolsolar.com

S.A.S. Dome Solar

5,rue Albert Einstein, F 44340 Bouguenais
(Nantes)
julia.hueller@dome-solar.com

ECRE France

58, Rue des Fayssonnies, F 83136 Rocbaron
Tel. (0033) 4 94 72 44 15
leon.hamus@wanadoo.fr, www.ecreag.com

AFAK AL-IZ COMPANY

IRAQ – BQGHAD – Z 86 D8 M315, Irak D8
M315 Bagdad
Tel. (00964) 77 03 88 88 04
nafec909@yahoo.com

Jung Air Technics Co Ltd

Rm 831, Hyundai Etrebeau Bldg.,
852 Janghang-dong, Ilsandong-Ku, Goyang-City,
Korea (Nord) 410-837 Kyungki-Do
Tel. (0082) 3 19 03 30 71
Fax. (0082) 3 19 03 30 72
jat@nuri.net

Agence de l'Energie S.A.

60A, rue d'Ivoix, L 1817 Luxembourg
Tel. (0035) 2 40 65 64

Wattwerk Energiekonzepte S.A.

55, route du Vin, L 5440 Remerschen
Tel. (00352) 27 35 44
Fax. (00352) 27 35 44 44
ssommerlade@wattwerk.eu
www.wattwerk.eu

Wattwerk Energiekonzepte S.A.

7, Lauthegaass, L 5450 Stadtbredimus
Tel. (00352) 26 66 12-68
Fax. (00352) 26 66 12-50
www.wattwerk.eu

TH company

Dat El Imad P.O.Box 91575, Libyen, Tripoli
ahmed.krer@gmail.com

Eurokontakt Projekt Serwis

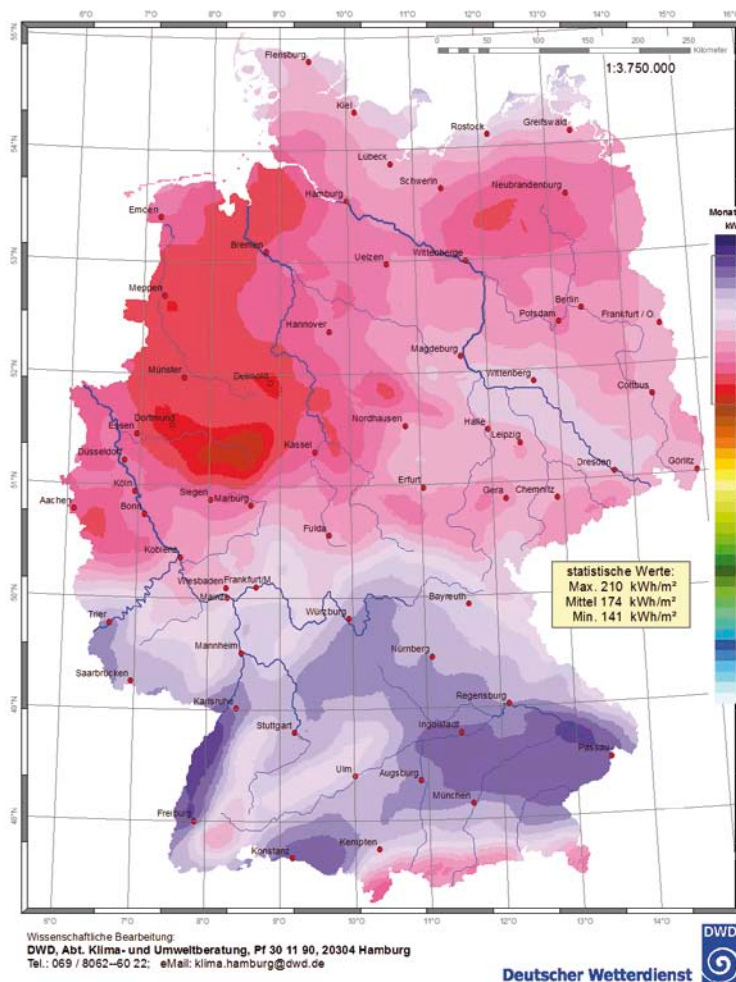
Powstancow Sl 5, PL 53332 Wroclaw
Tel. (0048) 7 84 79 27 84
info@epser.com, www.euromarketnet.com

ayata ltd st

tahir ün cad no 70, Türkei 45200 Akhisar
Tel. (0090) 23 64 12 46 19
Fax. (0090) 23 64 12 25 71
zekiatazelim@hotmail.com, ay-ata.com.tr

Solaris Mim. Dan. Ins. Enerji San. Ve Tic. A.S.

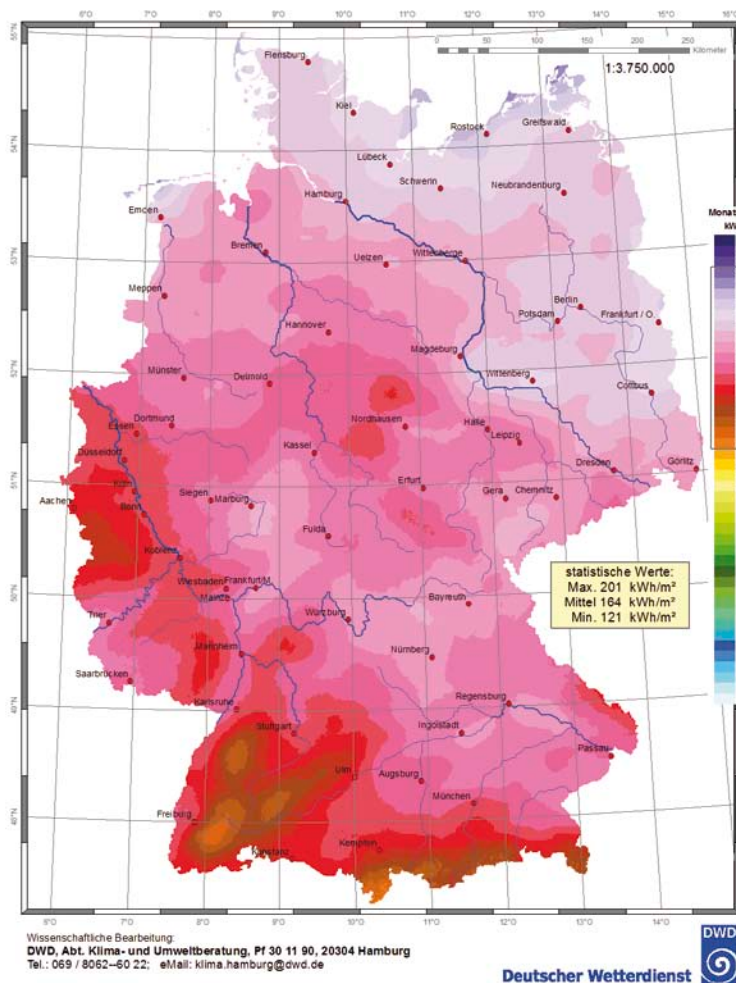
Levent Mah. Karakol Sok.
Anil Apt. No 8/4, Besiktas Istanbul
Tel. (0090) 2123250980
hbalci@solarisenerji.com,
www.solarisenerji.com



Globalstrahlung – Juni 2014

Monatssummen in kWh/m²

Ort	kWh/m²	Ort	kWh/m²
Aachen	160	Lübeck	174
Augsburg	198	Magdeburg	174
Berlin	168	Mainz	179
Bonn	163	Mannheim	190
Braunschweig	167	München	194
Bremen	158	Münster	152
Chemnitz	170	Nürnberg	195
Cottbus	172	Oldenburg	153
Dortmund	149	Osnabrück	152
Dresden	177	Regensburg	195
Düsseldorf	160	Rostock	183
Eisenach	168	Saarbrücken	193
Erfurt	170	Siegen	161
Essen	156	Stralsund	179
Flensburg	174	Stuttgart	195
Frankfurt a.M.	181	Trier	198
Freiburg	206	Ulm	189
Giessen	176	Wilhelmshaven	155
Göttingen	159	Würzburg	197
Hamburg	167	Lüdenscheid	150
Hannover	162	Bocholt	160
Heidelberg	189	List auf Sylt	182
Hof	176	Schleswig	172
Kaiserslautern	187	Lippspringe, Bad	151
Karlsruhe	200	Braunlage	158
Kassel	159	Coburg	185
Kiel	175	Weissenburg	200
Koblenz	171	Weihenstephan	204
Köln	161	Harzgerode	165
Konstanz	205	Weimar	170
Leipzig	170	Bochum	151



Globalstrahlung – Juli 2014

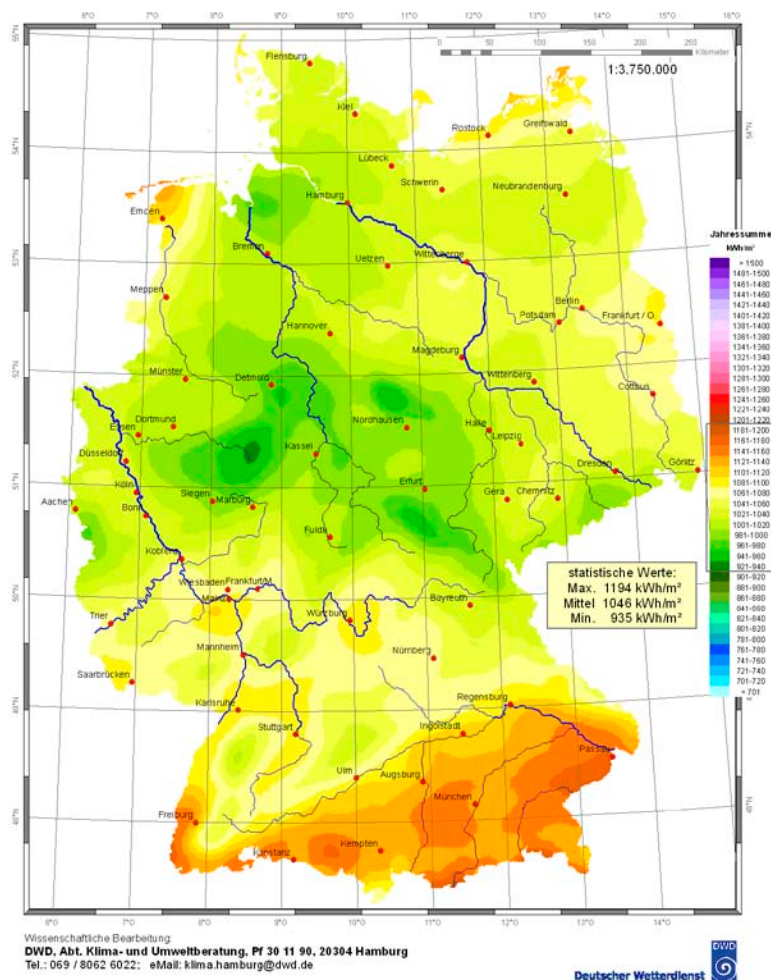
Monatssummen in kWh/m²

Ort	kWh/m²	Ort	kWh/m²
Aachen	148	Lübeck	184
Augsburg	157	Magdeburg	173
Berlin	177	Mainz	160
Bonn	152	Mannheim	156
Braunschweig	163	München	153
Bremen	170	Münster	164
Chemnitz	168	Nürnberg	169
Cottbus	182	Oldenburg	167
Dortmund	160	Osnabrück	164
Dresden	169	Regensburg	165
Düsseldorf	154	Rostock	190
Eisenach	161	Saarbrücken	161
Erfurt	161	Siegen	163
Essen	154	Stralsund	187
Flensburg	179	Stuttgart	155
Frankfurt a.M.	166	Trier	163
Freiburg	154	Ulm	149
Giessen	171	Wilhelmshaven	168
Göttingen	156	Würzburg	167
Hamburg	178	Lüdenscheid	157
Hannover	162	Bocholt	157
Heidelberg	154	List auf Sylt	189
Hof	167	Schleswig	178
Kaiserslautern	152	Lippspringe, Bad	160
Karlsruhe	156	Braunlage	153
Kassel	162	Coburg	163
Kiel	181	Weissenburg	166
Koblenz	156	Weihenstephan	164
Köln	151	Harzgerode	160
Konstanz	148	Weimar	165
Leipzig	160	Bochum	157

Globalstrahlung – 2013

Jahressummen in kWh/m²

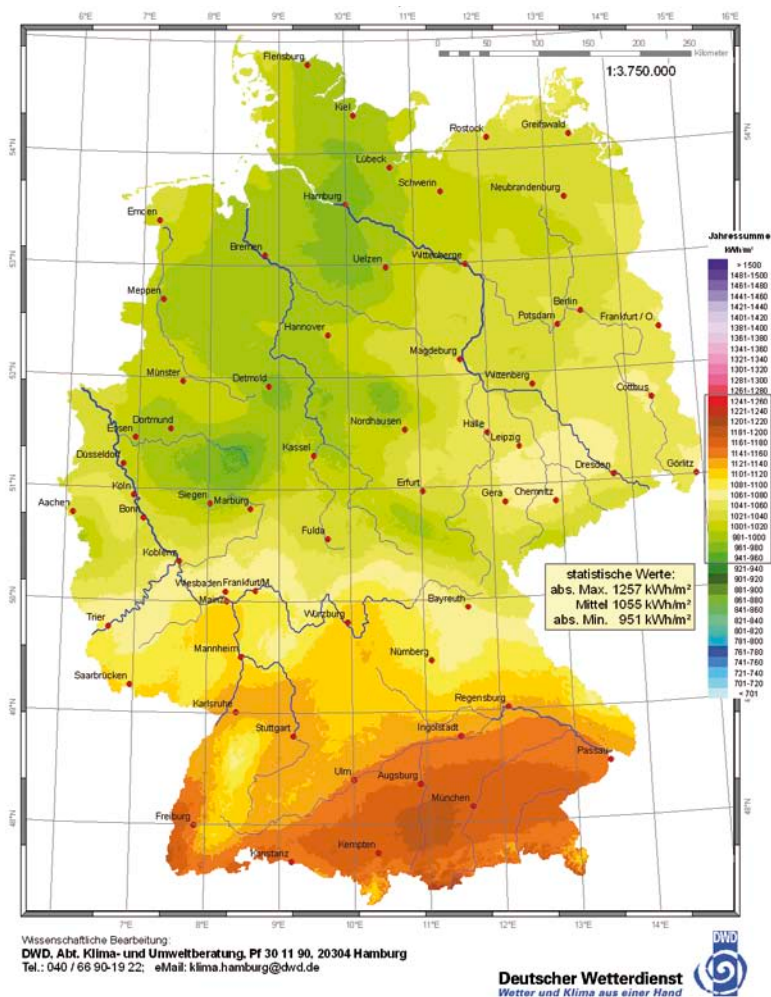
Ort	kWh/m ²	Ort	kWh/m ²
Aachen	1012	Lübeck	1032
Augsburg	1120	Magdeburg	1031
Berlin	1062	Mainz	1088
Bonn	1034	Mannheim	1053
Braunschweig	1042	München	1136
Bremen	1009	Münster	1015
Chemnitz	1032	Nürnberg	1074
Cottbus	1074	Oldenburg	1017
Dortmund	1011	Osnabrück	993
Dresden	1036	Regensburg	1095
Düsseldorf	1027	Rostock	1095
Eisenach	997	Saarbrücken	1074
Erfurt	987	Siegen	992
Essen	1006	Stralsund	1080
Flensburg	1034	Stuttgart	1088
Frankfurt a.M.	1072	Trier	1066
Freiburg	1139	Ulm	1082
Giessen	1035	Wilhelmshaven	1025
Göttingen	991	Würzburg	1092
Hamburg	1016	Lüdenscheid	977
Hannover	1021	Bocholt	1027
Heidelberg	1053	List auf Sylt	1090
Hof	994	Schleswig	1031
Kaiserslautern	1055	Lippspringe, Bad	971
Karlsruhe	1086	Braunlage	952
Kassel	991	Coburg	1025
Kiel	1036	Weissenburg	1072
Koblenz	1054	Weihenstephan	1138
Köln	1034	Harzgerode	976
Konstanz	1137	Weimar	987
Leipzig	1034	Bochum	1006



Globalstrahlung – 1981–2010

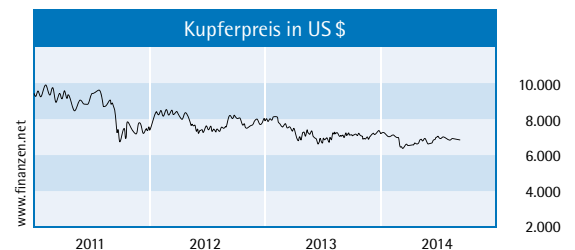
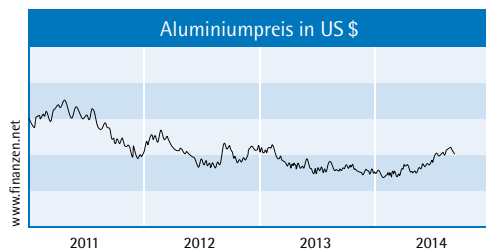
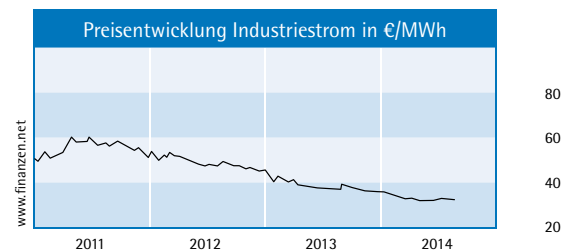
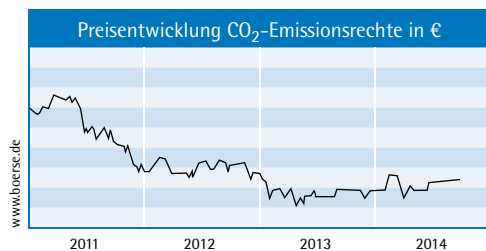
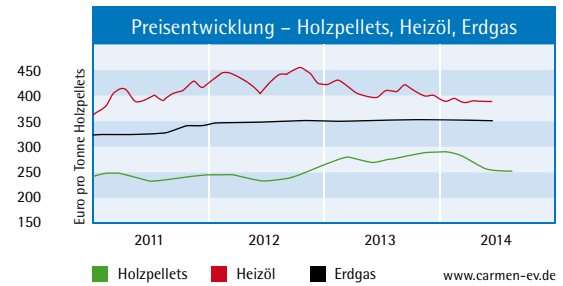
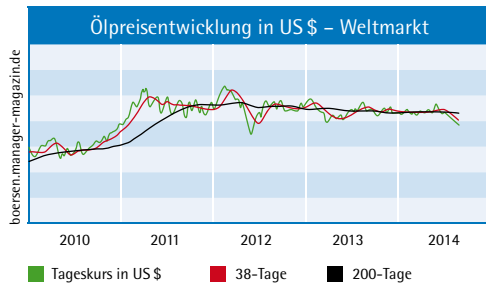
Mittlere Jahressummen in kWh/m²

Ort	kWh/m ²	Ort	kWh/m ²
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



Preisentwicklung

Stand: 19.09.2014



Energiekosten der privaten Haushalte Energiedaten des Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Energiekosten aller privaten Haushalte in Mio. Euro														
– Raumwärme und Warmwasser	22.870	26.089	32.327	28.970	30.713	31.235	34.340	39.200	31.558	42.825	37.487	41.500	38.656	43.494
– Prozesswärme (Kochen)	3.882	3.679	3.956	4.205	4.625	4.797	5.158	5.544	5.896	8.240	8.585	8.794	9.724	10.168
– Licht/Sonstige	10.014	9.599	9.804	10.602	11.392	11.689	12.614	13.241	14.601	14.447	14.992	15.368	17.470	18.040
Energiekosten ohne Kraftstoffe	36.765	39.366	46.087	43.778	46.729	47.721	52.112	57.985	52.055	65.512	61.064	65.662	65.851	71.702
– Kraftstoffe	33.000	37.610	36.750	36.610	36.480	38.142	39.753	40.746	42.418	44.679	39.444	43.644	49.030	49.752
Gesamte Energiekosten	69.765	76.976	82.837	80.388	83.209	85.863	91.865	98.731	94.473	110.191	100.508	110.726	114.881	121.454
Jährliche Ausgaben für Energie pro Haushalt in Euro														
– Raumwärme und Warmwasser	605	684	840	748	788	798	876	985	794	1.068	931	1.030	956	1.070
– Prozesswärme (Kochen)	103	96	103	109	119	123	132	139	148	206	216	218	240	250
– Licht/Sonstige	262	242	248	257	268	299	322	333	368	360	371	381	432	444
Ausgaben für Energie ohne Kraftstoffe	969	1.023	1.191	1.113	1.175	1.219	1.330	1.458	1.310	1.634	1.518	1.629	1.628	1.764
– Kraftstoffe	873	987	956	946	937	975	1.015	1.042	1.068	1.115	981	1.083	1.212	1.224
Ausgaben für Energie insgesamt	1.842	2.009	2.147	2.059	2.112	2.194	2.344	2.500	2.378	2.749	2.500	2.712	2.841	2.987
jährliche Ausgaben für Wärme pro m ² Wohnfläche in Euro	7,14	8,03	9,85	8,75	9,19	9,26	10,11	11,45	9,16	12,36	10,76	11,87	10,99	12,30
Ausgaben für Kraftstoffe je 100 km Fahrleistung in Euro	5,83	6,72	6,39	6,27	6,31	6,46	6,88	7,10	7,22	7,64	6,76	7,43	8,23	8,22
Monatliche Ausgaben für Energie pro Haushalt in Euro														
– Raumwärme und Warmwasser	50	57	70	62	66	66	73	82	66	89	78	86	80	89
– Prozesswärme (Kochen)	9	8	9	9	10	10	11	12	12	17	18	18	20	21
– Licht/Sonstige	22	20	21	21	22	25	27	28	31	30	31	32	36	37
Ausgaben für Energie ohne Kraftstoffe	81	85	99	93	98	102	111	121	109	136	127	136	136	147
– Kraftstoffe	73	82	80	79	78	81	85	87	89	93	82	90	101	102
Ausgaben für Energie insgesamt	154	167	179	172	176	183	195	208	198	229	208	226	237	249
Private Konsumausgaben aller Haushalte in Mrd. Euro	1.162	1.195	1.233	1.241	1.265	1.284	1.307	1.340	1.357	1.390	1.392	1.433	1.488	1.524
Anteil aller Ausgaben privater Haushalte für Energie an gesamten privaten Konsumausgaben in %	6,0	6,4	6,7	6,4	6,5	6,7	7,0	7,4	7,0	7,9	7,2	7,6	7,7	8,0

Quellen: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Statistisches Bundesamt, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft – Projektgruppe „Nutzenergiebilanzen“ (letzte Änderung: 26.02.2014)

Förderprogramme

Programm	Inhalt	Information
PHOTOVOLTAIK		
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
Marktanreizprogramm für Batteriespeicher	Gefördert werden Speicher von Solarstrom-Anlagen, die ab dem 1. Januar 2013 installiert wurden. Der Zuschuss beträgt pro kW _p Solaranlagen-Leistung bis zu 660 Euro	Förderprogramm (Programm Nr. 275) und geltende Zinssätze: www.kfw.de/kfw.de.html
WINDKRAFT		
Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)	bis zu 10%	www.energiefoerderung.info
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
BIOENERGIE		
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
GEOTHERMIE		
Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)	Einspeisevergütung für Strom aus Geothermie, je nach Anlagengröße, über einen Zeitraum von 20 Jahren	www.energiefoerderung.info
ENERGIESPAREN UND ENERGIEEFFIZIENZ		
KfW Energieeffizienzprogramm (242,243,244)		
Investitionskredite für Energieeffizienzmaßnahmen in Unternehmen		
- energieeffizienten Sanierungsmaßnahmen (wie z. B. Dämmung, Heizungserneuerung, Fensteraustausch, Lüftungseinbau, Anlagentechnik, Beleuchtung, Motoren, Klimatisierung) - TOP-Konditionen: Zinssatz ab 1,21% effektiv pro Jahr - bis zu 25 Mio. Euro Kreditbetrag - besonders günstiger Zinssatz für kleine Unternehmen (KU) 3 Jahre tilgungsfreie Anlaufzeit		
KfW Effizienz Sanieren – Effizienzhaus / Einzelmaßnahmen (151,152)		
für alle energetischen Sanierungsmaßnahmen (wie z.B. Dämmung, Heizungserneuerung, Fensteraustausch, Lüftungseinbau)		
Effizienzhaus:		
- TOP-Konditionen: Zinssatz ab 1,00% effektiv pro Jahr (zu 75.000 Euro pro Wohneinheit) - zusätzlich bis zu 12,5% Zuschuss möglich je nach erreichtem KfW-Effizienzhausstandard - bis zu 30 Jahren Kreditlaufzeit - endfälliges Darlehen mit bis zu 8 Jahren Laufzeit - kostenfreie, außerplanmäßige Tilgung möglich - Tilgungszuschuss: bis zu 25% als Direktzuschussvariante, je nach erreichtem KfW-Effizienzhaus-Standard		
Einzelmaßnahmen: wie Effizienzhaus		
Unterschied: Kredit- (ab 1% eff. 50.000 Euro pro WE) oder Zuschussvariante (5% Zuschuss)		
KfW Energieeffizient Sanieren – Ergänzungskredit (167)		
- thermische Solarkollektoranlagen bis 40 m² Bruttokollektorfläche - Biomasseanlagen mit einer Nennwärmeleistung von 5 kW bis 100 kW - Wärmepumpen mit einer Nennwärmeleistung bis 100 kW		
KfW Effizient Bauen (153)		
- TOP-Konditionen: Zinssatz ab 1,41% effektiv pro Jahr (50.000 Euro pro Wohneinheit) - Tilgungszuschuss: bis zu 10% der Darlehenssumme, je nach erreichtem KfW-Effizienzhaus-Standard - mehr Spielraum in tilgungsfreien Anlaufjahren: Zinsen werden nur auf den abgerufenen Kreditbetrag berechnet, Doppelbelastung aus Mietzahlung und Kredittilgung entfällt 10 Jahre Zinsbindung - kostenfreie, außerplanmäßige Tilgung möglich		

Haben Sie Fragen zu aktuellen Förderprogrammen?

Die Experten der DGS helfen Ihnen gerne weiter
Kontakt: Dipl. Ing. Gunnar Böttger MSc, boettger@dgs.de

Marktanreizprogramm (Stand 02.10.2014)

SOLARWÄRME								
MASSNAHME		FÖRDERUNG						
		Bonusförderung nur zusammen mit der Basisförderung möglich						
Errichtung einer Solaranlage zur ...	... Warmwasserbereitung 20 bis 100 m² Kollektorfläche	BASISFÖRDERUNG im Gebäudebestand	Kesselauschbonus	Kombinationsbonus	Effizienzbonus	Solarpumpenbonus	Wärmernetzbonus	Innovationsförderung im Gebäudebestand und Neubau
	... kombinierten Warmwasserberei- tung und Heizungsunterstützung bis 16 m² Kollektorfläche	1.500 €	500 €	500 €	0,5 x Basis- förde- rung	50 €	500 €	-
	16,1 m² bis 40 m² Kollektorfläche	90 €/m² Kollektorfläche						
	über 40 m² Kollektorfläche	90 €/m² Kollektorfläche bis 40 m² + 45 €/m² Kollektorfläche über 40 m²						
	... kombinierten Warmwasserberei- tung und Heizungsunterstützung 20 bis 100 m² Kollektorfläche	-	-	-	-	-	-	180 €/m² Kollektorfläche
	... solaren Kälteerzeugung bis 16 m² Kollektorfläche	1.500 €	500 €	500 €	0,5 x Basis- förde- rung	50 €	500 €	-
	16,1 m² bis 40 m² Kollektorfläche	90 €/m² Kollektorfläche						
	20 bis 100 m² Kollektorfläche	-	-	-	-	-	-	180 €/m² Kollektorfläche
	Erweiterung einer bestehenden Solaranlage		45 €/m² zusätzlicher Kollektorfläche	-	-	-	-	-
	BIOMASSE							
MASSNAHME		FÖRDERUNG						
		BASISFÖRDERUNG im Gebäudebestand	Kombinationsbonus - förderfähige Solaranlage - solare Warmwas- serbereit	Effizienzbonus	Innovations- förderung im Gebäudebestand	Innovations- förderung im Neubau		
Pelletofen mit Wassertasche 5 kW bis 38,8 kW 38,9 kW bis max. 100 kW		1.400 € 36 €/kW	500 €	0,5 x Basisförderung	750 € je Maßnahme	850 € je Maßnahme		
Pelletkessel 5 kW bis 66,6 kW 66,7 kW bis max. 100 kW		2.400 € 36 €/kW						
Pelletkessel mit neu errichtetem Puf- ferspeicher von mind. 30 l/kW 5 kW bis 80,5 kW 80,6 kW bis max. 100 kW		2.900 € 36 €/kW						
Holzhackschnitzelanlage mit einem Pufferspeicher von mind. 30 l/kW 5 kW bis max. 100 kW		pauschal 1.400 € je Anlage						
Scheitholzvergaserkessel mit einem Pufferspeicher von mind. 55 l/kW 5 kW bis max. 100 kW		pauschal 1.400 € je Anlage			-	-		
WÄRMEPUMPE								
MASSNAHME		FÖRDERUNG						
		BASISFÖRDERUNG im Gebäudebestand	Kombinationsbonus - förderfähige Solaranlage - solare Warmwasserbereit	Effizienzbonus				
Elektrisch betriebene Luft/Wasser-Wärmepumpe JAZ ≥ 3,5		bis 20 kW 20 kW bis 100 kW	pauschal 1.300 € pauschal 1.600 €	zusätzlich 500 €	500 €	0,5 x Basisförde- rung		
Wasser/Wasser- oder Sole/Wasser-Wärmepumpe gasbetrieben: JAZ ≥ 1,3 elektrisch betrieben: JAZ ≥ 3,8, in Nichtwohngebäuden: JAZ ≥ 4,0 oder		bis 10 kW 10 kW bis 20 kW 20 kW bis 22 kW	pauschal 2.800 € 2.800 € + 120 € je kW (ab 10 kW) pauschal 4.000 €				für Wärmepumpen mit neu errich- tetem Pufferspeicher mit mind. 30 l/kW	
Gasbetriebene Luft/Wasser-Wärmepumpe JAZ ≥ 1,3		22 kW bis 100 kW	2.800 € + 100 € je kW (ab 10 kW)					

Aktuelle Informationen: www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien

	Straße / PLZ Ort	Tel.-Nr. / Fax.-Nr.	e-mail / Internet
DGS-Geschäftsstelle Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. Präsidium (Bundesvorstand)	Wrangelstraße 100 10997 Berlin Bernhard Weyres-Borchert, Jörg Sutter, Matthias Hüttmann, Antje Klauß-Vorreiter, Bernd-Rainer Kasper	030/29381260 030/29381261	info@dgs.de www.dgs.de
Landesverbände			
LV Berlin-Brandenburg e.V. Geschäftsstelle und SolarSchule Berlin® Dr. Uwe Hartmann	Wrangelstraße 100 10997 Berlin	030/29381260 030/29381261	dgs@dgs-berlin.de www.dgs-berlin.de
LV Franken e.V. Michael Vogtmann	Fürther Straße 246c 90429 Nürnberg	0911/37651630	vogtmann@dgs-franken.de www.dgs-franken.de
LV Hamburg/Schleswig-Holstein e.V. Geschäftsstelle Hamburg im Solarzentrum Hamburg	Zum Handwerkszentrum 1 21079 Hamburg	040/35905820 040/35905825	weyres-borchert@dgs.de www.solarzentrum-hamburg.de
LV Mitteldeutschland e.V. Steffen Eigenwillig c/o Büro für regenerative Energien	Breiter Weg 2 06231 Bad Dürrenberg	03462/80009 03462/80009	dipl.-ing.steffen.eigenwillig@t-online.de
LV Mitteldeutschland e.V. Geschäftsstelle im mitz	Fritz-Haber-Straße 9 06217 Merseburg	03461/2599326 03461/2599361	sachsen-anhalt@dgs.de
Landesverband NRW e.V. Dr. Peter Deininger	48149 Münster Nordplatz 2	0251/136027	nrv@dgs.de
LV Oberbayern Cigdem Sanalmis	Hildachstr. 7B 81245 München	0162/4735898	sansolar@mnet-online.de
LV Rheinlandpfalz e.V. Prof. Dr. Hermann Heinrich	Im Braumenstück 31 67659 Kaiserslautern	0631/2053993 0631/2054131	hheinric@rhrk.uni-kl.de
LV Thüringen e.V. Antje Klauß-Vorreiter	Rießnerstraße 12b 99427 Weimar	03643/211026 03643/519170	thueringen@dgs.de www.dgs-thueringen.de
Sektionen			
Arnsberg Joachim Westerhoff	Auf der Haar 38 59821 Arnsberg	02935/966348 02935/966349	westerhoff@dgs.de Mobil: 0163/9036681
Augsburg/Schwaben Heinz Pluszynski	Triebweg 8b 86830 Schwabmünchen	08232/957500 08232/957700	heinz.pluszynski@t-online.de
Berlin-Brandenburg Rainer Wüst	Wrangelstraße 100 10997 Berlin	030/29381260	rew@dgs-berlin.de www.dgs-berlin.de
Braunschweig Matthias Schenke	Lohenstr. 7, 38173 Sickinge	05333/947644	matthias-schenke@t-online.de Mobil: 0170/34 44 070
Bremen Torsten Sigmund	Unnerweg 46 66459 Kinkel/Saar	0172/4011442 0421/371877	tsigmund@gmx.net
Cottbus Dr. Christian Fünfgeld	Saspower Waldrand 8 03044 Cottbus	0355/30849	energie@5gold.de Mobil: 0175/4043453
Frankfurt/Südhesen Prof. Dr. habil. Joachim Lämmel	Kurze Steig 6 61440 Oberursel	06171/3912	laemmel@fhe.fh-frankfurt.de
Freiburg/Südbaden Dr. Peter Nitz	Schauinslandstraße 2d 79194 Gundelfingen	0761/45885410 0761/45889000	nitz@ise.fhg.de
Göttingen Jürgen Deppe c/o PRAGER-SCHULE gGmbH	Weender Landstraße 3-5 37073 Göttingen	0551/4965211 0551/4965291	jdeppe@prager-schule.de Mobil: 0151/14001430
Hamburg Prof. Dr. Wolfgang Moré c/o Solargalerie Wohltorf	Börnsener Weg 96 21521 Wohltorf	04104/3230 04104/3250	w.more@alice.de www.etechn.haw-hamburg.de/~more
Hanau/Osthessen Norbert Iffland	Theodor-Heuss-Straße 8 63579 Freigericht	06055/2671	norbert.iffland@t-online.de
Karlsruhe/Nordbaden Gunnar Böttger	Gustav-Hofmann-Straße 23 76229 Karlsruhe	0721/465407 0721/3841882	boettger@sesolutions.de
Kassel/AG Solartechnik Assghar Mahmoudi c/o Umwelthaus Kassel	Wilhelmsstraße 2 34109 Kassel	0561/4503577 0561/8046602	as.mahmoudi@solarsky.eu
Mittelfranken Matthias Hüttmann c/o DGS, Landesverband Franken e.V.	Fürther Straße 246c 90429 Nürnberg	0911/37651630	huettmann@dgs-franken.de
München Hartmut Will c/o DGS	Emmy-Noether-Str. 2 80992 München	089/524071 089/521668	will@dgs.de
Münster Dr. Peter Deininger c/o Nütec e.V.	Nordplatz 2 48149 Münster	0251/136027	deininger@nuetec.de
Niederbayern Walter Danner	Haberskirchner Straße 16 94436 Simbach/Ruhstorf	09954/90240 09954/90241	w.danner@t-online.de
Nord-Württemberg Eberhard Ederer	Rübengasse 9/2 71546 Asbach	07191/23683	eberhard.ederer@t-online.de
Rheinhausen/Pfalz Rudolf Franzmann	Im Küchengarten 11 67722 Winnweiler	06302/983281 06302/983282	r.franzmann@don-net.de www.dgs.don-net.de
Rheinland Andrea Witzki	Am Ecker 81 42929 Wermelskirchen	02196/1553 02196/1398	witzki@dgs.de Mobil: 0177/6680507
Saarland Dr. Alexander Dörr c/o ARGE SOLAR	Alten-Kesseler Str. 17/B5 66115 Saarbrücken		
Sachsen-Anhalt Jürgen Umlauf	Poststraße 4 06217 Merseburg	03461/213466 03461/352765	isumer@web.de
Süd-Württemberg Alexander F.W. Speiser	Innere Wiesen 5 88422 Moosburg	07582/9347440	A.F.W.Speiser@t-online.de Mobil: 01522/4971754
Thüringen Antje Klauß-Vorreiter	Rießnerstraße 12b 99427 Weimar	03643 /211026 03643 /519170	thueringen@dgs.de www.dgs-thueringen.de
Fachaussschüsse			
Aus- und Weiterbildung Frank Späte			f.spae@t-online.de
Biomasse Dr. Jan Kai Dobelmann	Marie-Curie-Straße 6 76139 Karlsruhe	0178/7740000 0721/3841882	dobelmann@dgs.de
Energieberatung Heinz Pluszynski	Triebweg 8b 86830 Schwabmünchen	08232/957500 08232/957700	heinz.pluszynski@t-online.de
Hochschule Prof. Dr. Klaus Vajen c/o Uni GH Kassel – FB Maschinenbau	34109 Kassel	0561/8043891 0561/8043893	vajen@uni-kassel.de
Photovoltaik Ralf Haselshuhn	Wrangelstraße 100 10997 Berlin	030/29381260 030/29381261	rh@dgs-berlin.de
Simulation Dr. Jürgen Schumacher c/o Hochschule für Technik Stuttgart	Schellingstraße 24 70174 Stuttgart	0711/89262840 0711/89262698	juergen.schumacher@hft-stuttgart.de
Solare Mobilität Tomi Engel c/o ObjectFarm Solarkonzepte	Gut Dutzenthal Haus 5 91438 Bad Windsheim	09165/995257	tomi@objectfarm.org
Solares Bauen Hinrich Reyelts	Sträherweg 117 76227 Karlsruhe	0721/9415868 0721/9415869	buero@reyelts.de
Solarthermie Bernd-Rainer Kasper, Bernhard Weyres-Borchert c/o SolarZentrum Hamburg	Zum Handwerkszentrum 1 21079 Hamburg	040/35905820 040/35905825	weyres-borchert@dgs.de, brk@dgs-berlin.de www.solarzentrum-hamburg.de
Wärmepumpe Dr. Falk Auer Projektkoordinator „Feldtest Elektro-Wärmepumpen“	Friedhofstraße 32/3 77933 Lahr	07821/991601	nes-auer@t-online.de
Pressearbeit Matthias Hüttmann c/o DGS, Landesverband Franken e.V.	Fürther Straße 246c 90429 Nürnberg	0911/37651630	presse@dgs.de

Kurse und Seminare an DGS-SolarSchulen

06. bis 10.10.2014	SolarSchule Berlin-Brandenburg	► DGS Fachkraft Photovoltaik ***	1.165 € + Leitfaden PV *
13.10.2014	SolarSchule Nürnberg/Franken	► Photovoltaik und Recht: Neue Konzepte – Neue Verträge	310 €
13.10.2014	SolarSchule Berlin-Brandenburg	► PV mit Eigenverbrauch – Energiemanagement	295 €
14.10.2014	SolarSchule Berlin-Brandenburg	► Speichertechnologien – Solarstromspeicher	295 €
14. bis 17.10.2014	SolarSchule Hamburg	► DGS-Eigenstrommanager ***	800 €
17.10.2014	SolarSchule Nürnberg/Franken	► Ertragsprognosen für Photovoltaikanlagen	250 €
27. bis 30.10.2014	SolarSchule Nürnberg/Franken	► DGS Solar(fach)berater Solarthermie ***	640 € + Leitfaden ST **
04. bis 07.11.2014	SolarSchule Thüringen	► DGS-Eigenstrommanager ***	800 €
11. bis 14.11.2014	SolarSchule Nürnberg/Franken	► DGS-Eigenstrommanager ***	800 €
17.11.2014	SolarSchule Nürnberg/Franken	► PV-Guerilla-Anlagen – fachgerecht installieren	190 €
20.11.2014	SolarSchule Nürnberg/Franken	► Systematische Fehlersuche an Photovoltaikanlagen: Rückstromthermographie und Outdoor Elektrolumineszenz	250 €
24.11.2014	SolarSchule Nürnberg/Franken	► Photovoltaik – Eigenstromnutzung im Einfamilienhaus	190 €
24. bis 27.11.2014	SolarSchule Berlin-Brandenburg	► DGS Solar(fach)berater Photovoltaik ***	640 € + Leitfaden PV *
24. bis 27.11.2014	SolarSchule Freiburg/Breisgau	► DGS Solar(fach)berater Photovoltaik ***	640 € + Leitfaden PV *
27.11.2014	SolarSchule Nürnberg/Franken	► Solares Heizen – Planerseminar für große Solarthermieanlagen	280 €
02. bis 05.12.2014	SolarSchule Glücksburg	► DGS-Eigenstrommanager ***	800 €
06.12.2014 (Sa)	*** für diese Kurse und in diesen DGS-SolarSchulen	► Prüfungen: Solar(fach)berater PV + ST, DGS Fachkraft PV + ST, DGS Eigenstrommanager	Prüfungsgebühr: 59 €

* Leitfaden Photovoltaik 5. Auflage 98 €

** Leitfaden Solarthermie 9. Auflage 89 €

*** Prüfungstermin entsprechend letzter Zeile

Bundesland	DGS-SolarSchule	Ansprechpartner	Kontakt
Berlin	DGS SolarSchule Berlin, DGS LV Berlin Brandenburg e.V. Wrangelstr.100, 10997 Berlin	Eva Schubert und Markus Metz	Tel: 030/293812-60, Fax: 030/293812-61 E-Mail: solarschule@dgs-berlin.de Internet: www.dgs-berlin.de
Niedersachsen	DGS-SolarSchule Springe Energie- und Umweltzentrum am Deister 31832 Springe-Eldagsen	Sabine Schneider	Tel: 05044/975-20, Fax: 05044/975-66 E-Mail: bildung@e-u-z.de Internet: www.e-u-z.de
Schleswig Holstein	DGS-Solarschule Glücksburg artefact, Zentrum für nachhaltige Entwicklung	Werner Kiwitt	Tel: 04631/61160, Fax: 04631/611628 E-Mail: info@artefact.de Internet: www.artefact.de
Nordrhein-Westfalen	DGS-SolarSchule Unna/Werne Freiherr von Stein Berufskolleg Becklohhof 18, 59368 Werne	Dieter Fröndt	Tel: 02389/9896-20, Fax: 02389/9896-229 E-Mail: froendt@bk-werne.de Internet: www.bk-werne.de
Hessen	DGS-Solarschule Kassel Oskar von Miller Schule Weserstr. 7, 34125 Kassel	Horst Hoppe	Tel: 0561/97896-30, Fax: 0561/97896-31 E-Mail: hoppe_mail@t-online.de Internet: www.region.bildung.hessen.de
Baden-Württemberg	DGS-SolarSchule Karlsruhe Verein der Förderer der Heinrich-Herz-Schule e.V. Berufsfachschule für die Elektroberufe Südenstr. 51, 76135 Karlsruhe	Reimar Toepell	Tel.: 0721/133-4848 (Sek), Fax: 0721/133-4829 E-Mail: karlsruhe@dgs-solarschule.de Internet: www.hhs.ka.bw.schule.de
Baden-Württemberg	DGS-SolarSchule Freiburg/Breisgau Richard-Fehrenbach-Gewerbeschule Friedrichstr. 51, 79098 Freiburg	Detlef Sonnabend	Tel.: 0761/201-7964 E-Mail: detlef.sonnabend@rfgs.de Internet: www.rfgs.de
Bayern	DGS-SolarSchule Nürnberg / Franken Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie, Landesverband Franken e.V. Fürther Straße 246c, 90429 Nürnberg	Stefan Seufert	Tel. 0911/376516-30, Fax. 0911/376516-31 E-Mail: info@dgs-franken.de Internet: www.dgs-franken.de
Hamburg	SolarSchule Hamburg SolarZentrum Hamburg Zum Handwerkszentrum 1 21079 Hamburg	Bernhard Weyres-Borchert	Tel.: 040/35905820, Fax: 040/3590544821 E-Mail: bw@b@solazentrum-hamburg.de Internet: www.solazentrum-hamburg.de
Thüringen	DGS-SolarSchule Thüringen RieBnerstraße 12b, D-99427 Weimar	Antje Klauß-Vorreiter	Tel.: 03643/211026, Fax: 03643/519170 E-Mail: thuringen@dgs.de Internet: www.dgs-thuringen.de

Weitere Informationen finden Sie auf der Homepage der jeweiligen Bildungseinrichtung

ENERGIEEFFIZIENZMASSNAHMEN BEIM ABWASSERBETRIEB WARENDORF

Maßnahmen zur Erhöhung der Eigenstromerzeugung und Reduzierung des Stromverbrauchs auf der Kläranlage Warendorf und Planung einer Wasserkraftanlage an der Ems



Bild 1: Wasserrad am Auslauf der Kläranlage Warendorf

Energie ist ein wichtiges Thema beim Abwasserbetrieb Warendorf. Dabei stehen sowohl die Nutzung regenerativer Energiequellen als auch das Einsparpotenzial im betrieblichen Ablauf im Fokus. Auf der Warendorfer Kläranlage hat in den letzten Jahren in diesen Bereichen eine rasante Entwicklung stattgefunden. Dazu ist es wichtig zu wissen, dass die meisten Kläranlagen zu einer Zeit gebaut, bzw. erweitert wurden, als hohe Energiekosten noch kein Thema waren. Demnach war auch die Energieerzeugung kein wichtiger Punkt im Betrieb einer Kläranlage. So wurde beispielsweise das anfallende Klärgas, das beim Ausfäulen des Klärschlammes in den Faultürmen entsteht über lange Zeit einfach abgefackelt. Der Klimawandel und steigende Strompreise, die sich negativ auf Betriebskosten und somit auch die Gebühren auswirkten, haben hier zu einem Umdenken geführt.

Mehr als 50% Eigenerzeugung

Mittlerweile wird auf der Kläranlage Warendorf mehr als die Hälfte des benötigten Stromes selbst erzeugt. Den größ-

ten Anteil daran haben zwei Mikrogasturbinen, in denen das Klärgas, verbrannt und CO₂-neutral zu Strom umgewandelt wird. Die beiden Mikrogasturbinen wurden Ende 2007 eingebaut. Sie gehörten zu den ersten Anlagen dieser Art in Deutschland. Seit ihrer Inbetriebnahme haben sie in ca. 50.000 Betriebsstunden mehr als 5.500.000 kWh Strom erzeugt. Der erzeugte Strom deckt mehr als 50 % des Energiebedarfs der Kläranlage ab. Des Weiteren wird die Wärme des Verbrennungsprozesses genutzt um den gesamten Heizenergiebedarf der Kläranlage zu decken. Das hört sich zunächst nicht nach viel an. Allerdings muss dabei betrachtet werden, dass in den Faulbehälter kontinuierlich eine Temperatur von 37°C vorhanden sein muss und das bei einem Gesamtvolumen von 2.800 m³.

Solarenergie und Wasserkraft

Neben den Mikrogasturbinen wird ein kleinerer Teil der erzeugten Energie durch das Wasserrad und die Photovoltaikanlage erzeugt. Der Anteil am Strombedarf der Kläranlage Warendorf wird durch die Photovoltaikanlage zu 0,2% gedeckt,

was aber auch noch ca. 3.000 kWh im Jahr entspricht.

Eine Besonderheit ist sicher das Wasserrad am Auslauf der Kläranlage. Nur eine Hand voll vergleichbarer Anlagen gibt es in Deutschland. Energierückgewinnung steht bei dieser Anlage im Vordergrund. Ein großer Teil der Energie auf der Kläranlage Warendorf wird durch das Heben des tief unter dem Gelände ankommenden Abwassers verbraucht. Zwischen dem Auslauf der Kläranlage und dem Vorfluter liegt ebenfalls ein großer Höhenunterschied, so dass an dieser Stelle ein Teil der aufgebrachten Energie durch das Wasserrad zurückgewonnen werden kann. Das Wasserrad wurde 1996 in Betrieb genommen und hat seitdem mehr als 550.000 kWh elektrische Energie erzeugt. Der Anteil am Gesamtbedarf der Kläranlage liegt bei ca. 2 Prozent.

Energieeffizienz

In Summe deckt die Eigenstromerzeugung der Kläranlage Warendorf etwa 58 % des Bedarfs ab. Dieser Anteil wurde in den letzten Jahren durch geziel-



Bild 2: Mikrogasturbinen

Energiewende vor Ort



Bild 3: Geöffnete Mikrogasturbine

te Einsparmaßnahmen deutlich erhöht. Eine Energieanalyse, die 2009/2010 durchgeführt wurde zeigte dabei den Weg und die größten Potenziale auf. Die Erweiterung des Zulaufpumpwerkes um eine effizientere Pumpe, die Erneuerung der Schlamm entwässerung und der Überschussschlamm eindickung, der Austausch der Heizschlamm pumpen waren hier die ersten kurzfristig umgesetzten Maßnahmen. Die Umsetzung weiterer

Maßnahmen ist bereits in Arbeit bzw. in Planung, so dass hier weitere Potenziale „erschlossen“ werden. Aber nicht nur die Maßnahmen der Energieanalyse, sondern auch die vielen guten kleinen Ideen der Mitarbeiter tragen dazu bei, dass an verschiedenen Stellen Energie gespart wird und die Vision einer energieautarken Kläranlage Stück für Stück näher rückt. Lag der Gesamtstromverbrauch der Kläranlage Warendorf im Jahr 2010 noch bei

mehr als 1.8 Mio. kWh, wurde dieser sukzessive gesenkt und erreichte 2013 nur noch einen Wert von etwas mehr als 1.3 Mio. kWh. Durch die geplanten Maßnahmen wird der Gesamtbedarf noch weiter sinken. Auch die Eigenstromproduktion wird sich zukünftig noch steigern lassen, so dass die Bilanz sich verbessert und der Klimaschutz weiter vorangetrieben wird.

Perspektiven

Zurzeit plant der Abwasserbetrieb Warendorf eine Wasserkraftanlage an der Ems im Ortskern von Warendorf. Nach den entsprechenden politischen Beschlüssen wird hier voraussichtlich eine Wasserkraftanlage mit zwei Schnecken von je 3,6 m Durchmesser und ca. 12 m Länge entstehen. Die Fertigstellung dieser Anlage mit einem Investitionsvolumen von ca. 3.6 Mio. € ist für 2017 geplant. Hier sollen nach den Berechnungen der beteiligten Ingenieurbüros pro Jahr im Mittel ca. 1.2 Mio. kWh erzeugt werden.

Momentan bezieht der Abwasserbetrieb für alle abwassertechnischen Anlagen noch ca. 1.0 Mio. kWh aus dem öffentlichen Netz. Mit Hilfe der Wasserkraftanlage und den erzeugten 1.2 Mio. kWh könnte der Abwasserbetrieb zu einem lokalen Stromerzeuger werden.



Bild 4: Derzeitiger Planungsstand Wasserkraftanlage

ZU DEN AUTOREN:

► **Dipl. Ing. Tim Jungmann**
Teamleiter Kläranlage

TimJungmann@aw-waf.de

► **Ralf Buecker**
Betriebsleiter Abwasserbetrieb

RalfBuecker@aw-waf.de

Am 4. Juni 2014 führte die DGS-Sektion Münster eine Exkursion zur Kläranlage in Warendorf durch. Hieraus entstand die Anregung für diesen eigenen Beitrag.

NEUES VOM DGS-KOOPERATIONSPARTNER TOP50-SOLAR

Diskutieren Sie mit uns und anderen Top50-Solar Experts

Top50-Solar Experts ist eine Wissensplattform, auf der alle Nutzer Fragen stellen können, welche von anderen beantwortet werden. Sie zeichnet sich durch ihre Seriosität aus. Ein hohes Niveau an zur Verfügung gestellten Informationen wird durch die redaktionelle Überprüfung aller Beiträge erreicht. Nutzer können alle Beiträge mit Punkten bewerten.

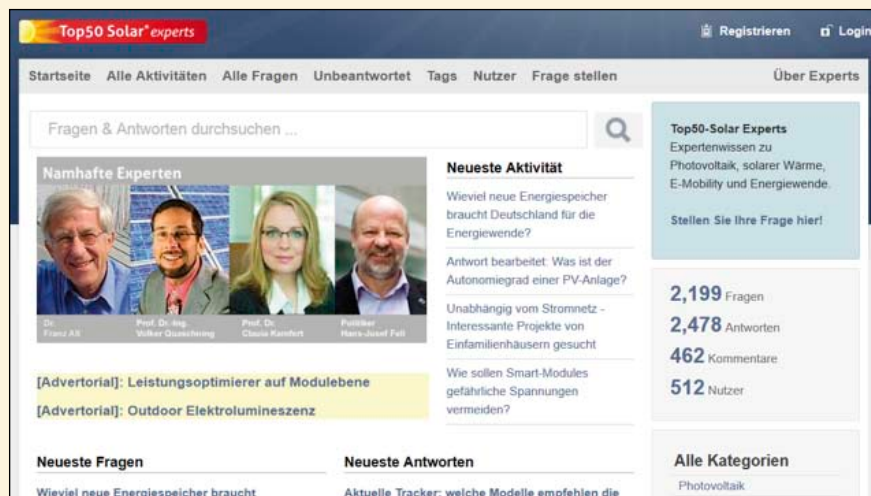
Kein anonymes Forum

Der Redaktion von Top50-Solar Experts ist es sehr wichtig, dass sich die Nutzer mit ihrem echten Namen und einem Profilbild registrieren, damit der Fragende weiß, wer ihm die Antwort liefert. So kann sich jeder Nutzer eine Möglichkeit schaffen, die zur Verfügung gestellten, hochwertigen Informationen unter seinem Klarnamen zu veröffentlichen. Bei jedem Beitrag erscheint der Verfasser mit seinem Namen, welcher immer mit einem Link zum eigenen Profil verbunden ist, in dem gerne auf die eigene Webseite bzw. Firma verwiesen werden kann.

Alle Fragen und Antworten können durch ein intelligentes System bewertet werden. Somit werden sehr gute Beiträge noch besser sichtbar. Alle Nutzer des Systems entscheiden gemeinsam, welche Fragen und Antworten schnell gefunden werden. Hoch bewertete Fragen werden von den Experten des Systems bevorzugt beantwortet. Punkte werden für das Erhalten von positiven Bewertungen wie auch für das Bewerten selbst gesammelt. Durch das Bewertungssystem werden Experten, die hochwertige Beiträge liefern, prominent präsentiert und profitieren von der zusätzlichen Aufmerksamkeit für ihr Profil und ihre Beiträge.

Viele Features

Das Voting ist zentraler Bestandteil von Top50-Solar Experts und für die Bereitstellung von qualitativ hochwertigen



Fragen und Antworten von zentraler Bedeutung. Es ist ausschlaggebend, ob gute Inhalte nach oben steigen, falsche oder minderwertige Inhalte nach unten fallen, Autoren eines guten Artikels für ihre Zeit und Mühe belohnt werden und Nutzer, welche regelmäßig gute Beiträge veröffentlichen, einen guten Ruf erhalten.

Neben interessanten Fragen und deren Antworten werden auf Top50-Solar Experts auch Hinweise auf interessante Veranstaltungen zur Energiewende veröffentlicht. Ein eigener Tag ermöglicht es, Vorträge der jeweiligen Veranstaltung einfach aufzufinden.

Bekannte Experten

Auf Top50-Solar Experts sind bereits viele renommierte Experten, wie z.B. Volker Quaschnig, Hans-Josef Fell, Franz Alt, Herr von Fabek und Eicke Weber registriert und tragen rege dazu bei, dass die Wissensplattform zur Energiewende ständig wächst und mit hochwertigen Informationen bereichert wird. Fragen können zu allen Themen rund um die Energiewende, den Klimawandel, die Erneuerbaren Energien und die Elektromobilität gestellt werden. Auch ist es möglich, zu konkreten einzelnen Produkten hilfreiche Informationen zu erhalten und eine Recherche durchzuführen.

Tags (Stichwörter) erleichtern die Suche und die Recherche, da sie helfen, einfach und schnell die richtigen Fragen und Antworten zu finden. Stellt ein Nutzer eine Frage, müssen mindestens zwei und dürfen maximal fünf Tags zugeordnet werden, die vorzugsweise aus den vorgeschlagenen Tags ausgewählt werden. Außerdem kann jeder Nutzer unter dem

Menüpunkt „Tags“ für jeden Stichpunkt alle Beiträge finden und Stichwörter abonnieren, um immer auf dem neuesten Stand zu bleiben bzgl. eines Themas, das ihn interessiert.

Top50-Solar Experts richtet sich sowohl an Nutzer, die einen Einstieg in das Thema „Energiewende“ suchen, wie auch an Personen aus der Branche. Fachleute, die sich gegenseitig helfen, indem sie qualifizierte Antworten auf höchstem Niveau bzw. auf Spezialfragen suchen bzw. geben können. Kurz gesagt ist Top50-Solar Experts ein intelligentes System, um auf interessante Fragen zur Energiewende sehr schnell die besten Antworten von Experten zu finden. Experten ermöglicht es, dass ihre hochwertigen Inhalte nicht im Rauschen des Internets untergehen, sondern prominent hervorgehoben werden.

Anmerkung

Die DGS hat eine eigene TOP50-Solar-Expertenliste auf der Sie 9 DGS-Experten finden können, Sie finden sie hier: <http://experts.top50-solar.de/2020/dgs-deutsche-gesellschaft-f%C3%BCr-sonnenenergie-e-v-liste-der-experten>

Kontakt

<http://experts.top50-solar.de>
Nicole Münzinger (Redaktionsleitung):
Tel.: 07331 / 977 000 2

Liste der Experten der DGS auf Top50-Solar Experts

- Ralf Haselhuhn
- Bernhard Weyres-Borchert
- Jörg Sutter
- Matthias Hüttmann
- Cindy Völler
- Udo Siegfriedt
- Gunnar Böttger
- Markus Metz
- Dirk Ferchland

NEUES AUS SÜDAFRIKA

Projekt der DGS Thüringen bekommt studentische Unterstützung

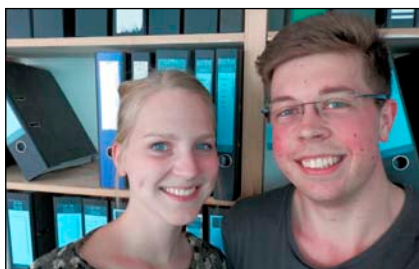


Foto: DGS

Bald in Kapstadt: Stefan Ortmann und Vivian Blümel

Von Oktober bis Dezember werden die zwei Dual-Studenten der IUBH Duales Studium Erfurt in Kapstadt sein, um das DeveloPPP-Projekt der DGS Thüringen in Zusammenarbeit mit maxx-solar & energie GmbH & Co. KG aus Waltershausen vor Ort zu unterstützen. Die vom LV Thüringen der DGS gegründete maxx-solar academy und die zugehörige Firma maxx-energy, um das sich das Waltershäuser Unternehmen kümmert, sind in den letzten Monaten stark gewachsen. Der Einsatz der Studenten kommt also zur rechten Zeit, denn die Aufgabenliste ist lang: Zunächst soll die Akkreditierung der Kurse der maxx-solar academy abgeschlossen werden, um die südafrikanische Version der DGS-SolarSchule weiter im Land zu etablieren. Gleichzeitig steht die Überarbeitung der Internetseite an, damit die Informationen noch übersichtlicher als bisher für Jeden zugänglich sind. Bei der Partnerfirma Treetops werden die Studenten dann praktische Erfahrungen sammeln und einige Anlageninstallationen aktiv begleiten.

Be more independent

Außerdem wurde kürzlich das „BMI-System“ auf dem südafrikanischen Markt eingeführt. „BMI“ steht für „Be more independent! – Sei unabhängiger!“. Es handelt sich dabei um ein kompaktes PV-Backup-System, das, ähnlich wie ein Diesel-Generator, Stromausfälle überbrücken soll, wie sie in Südafrika in regelmäßigen Abständen vorkommen. Der Unterschied zum konventionellen Generator ist allerdings, dass der Inselwechselrichter,

welcher Bestandteil des Systems ist, in Kombination mit einem netzgekoppelten Wechselrichter eine permanente Nutzung der in den Modulen erzeugten Energie ermöglicht. Mit dem Solarstrom werden dann zum einen die Batterien geladen, zum anderen können mit den Überschüssen die Verbraucher im Haushalt betrieben werden, um die Kosten für den aus dem öffentlichen Netz entnommenen Strom insgesamt zu senken. Im Falle eines Netzversagens schaltet der Inselwechselrichter automatisch auf den Inselbetrieb um und die Module und die Batterien liefern Energie für die Grundversorgung des Haushalts, z.B. für die Beleuchtung. Das erste BMI-System ist bereits in Johannesburg installiert, nun müssen in der nächsten Zeit Feinheiten korrigiert und der Betrieb beobachtet und ausgewertet werden.

Schon länger am Netz sind zwei Photovoltaik-Anlagen in Kapstadt, sie sind mit Datenüberwachungssystemen ausgestattet, die den Ertrag der Anlage genauestens dokumentieren. Die Besonderheit ist, dass in diesen Anlagen Komponenten verbaut sind, inklusive sogenannter Optimizer, die dafür sorgen, dass das MPPT-Tracking direkt am Modul stattfindet und nicht, wie bei herkömmlichen Systemen, für den gesamten String. Dadurch sollen die Effizienz der Module gesteigert und höhere Gesamterträge erzielt werden. Einer der Studenten, Stefan Ortmann, seit September diesen Jahres bei der DGS, wird sich den im Monitoring gesammelten Daten widmen und im Rahmen seiner Bachelorarbeit eine Studie zu der Frage erstellen, wie sich die Verwendung der eingesetzten Technologie auf die Erträge im Vergleich mit konventionellen PV-Anlagen auswirkt und ob sich die Mehrinvestition lohnt.

Save the Karoo

Satzungsgemäß ist die DGS Thüringen auch immer wieder im Bereich der Entwicklungszusammenarbeit tätig, daher wurde auch ein Hilfsprojekt, das sich im Laufe der Arbeit in Südafrika ergeben hat, in die Agenda mit aufgenommen. In der

Karoo-Ebene nordöstlich von Kapstadt kämpft der neu gegründete Verein „Save the Karoo“ („Rettet die Karoo“) bereits seit letztem Jahr gegen Fracking in der Region. Um die errungenen Erfolge zu sichern, möchte der Verein nun die Strukturen vor Ort stärken und als Kontrastprogramm zu den Fracking-Plänen die Entwicklung auf der Basis von Erneuerbaren Energien vorantreiben. „Save the Karoo“ ist dafür an das maxx-solar academy Team in Südafrika herangetreten, und hat um Unterstützung gebeten. Der Plan ist nun, Workshops mit den Einheimischen abzuhalten, um Bedürfnisse zu ermitteln und anschließend zusammen mit ihnen ein Konzept zunächst zur Versorgung der Region mit Elektrizität zu entwickeln. Die Organisation der Workshops werden in Kooperation mit „Save the Karoo“ einer der Partner der maxx-solar academy in Johannesburg, Kinesh Chetty und die DGS Studentin Vivian Blümel übernehmen, die schon seit drei Jahren für die DGS Thüringen tätig ist. Die Zusammenfassung der Ergebnisse und Auswertung hin zu einem Energiekonzept für die Gemeinde wird Vivian Blümel dann als Thema ihrer eigenen Bachelorarbeit ausarbeiten.

Die Ergebnisse beider Studien werden nach Fertigstellung über den LV Thüringen der DGS veröffentlicht. Alle weiteren Entwicklungen und Fortschritte des Projekts sind die nächsten Monate auch auf Facebook nachzulesen. Unter dem Link www.facebook.com/DGSThuringen können die Beiträge und Fotos auch von Nutzern eingesehen werden, die nicht auf Facebook angemeldet sind. Für konkrete Fragen zum Projekt steht das Team auch gern persönlich unter thueringen@dgs.de zur Verfügung.

ZUR AUTORIN:

► Vivian Blümel

Landesverband Thüringen der DGS e.V.

blumel@dgs.de

VERBESSERUNG DER WASSERVERSORGUNG IN BOLIVIEN



Bild 1: Eine Wassergruppe in San Martin bei der Arbeit (abgeschlossenes Projekt)

Den meisten von uns steht heute Wasser überreichlich zur Verfügung, nur in den Ausnahmefällen von Wassersperren bemerken wir einen Mangel. Viele Menschen auf dem Planeten haben jedoch keinen oder nur eingeschränkten Zugang zu ausreichendem sauberen Trinkwasser. Was oftmals zu Erkrankungen, auch mit Todesfolgen, oder Mangelernährung führt, da nicht genug Nahrungsmittel angebaut werden können. Am 01.09.2014 begann der gemeinnützige Verein KarEn ein weiteres Projekt zur Verbesserung der Wasserversorgung im Hochland von Bolivien, genauer in der Provinz Oruro und Umgebung.

Vom BMZ unterstützt

Im Verlauf des letzten Projektes gleichen Inhalts, welches wir in der Zeit von 2011 bis 2013 realisierten, wurde deutlich, dass noch viele ländliche Gemeinden der Region eine bessere Wasserversorgung für die Tiere (vorwiegend Lamas und Schafe) und zur Feldbewässerung benötigen. Daher entschied sich der Verein, ein weiteres Projekt beim Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit (BMZ) zu beantragen, das inzwischen positiv entschieden wurde. Dies ermöglicht weitere 112 solar betriebenen Wasserpumpen zu installieren. Die Begünstigten sind arme, indigene Subsistenzbauern und -bäuerinnen, die gemeinschaftlich in Wassergruppen organisiert sind. Das zusätzlich zur Verfügung stehende Wasser ermöglicht ihnen einerseits mehr Tiere zu halten und andererseits kleine Gemüsegärten anzulegen, womit sie ihre oft einseitige Ernährung diversifizieren kön-

nen. Zum Gelingen und der Nachhaltigkeit des Projektes tragen sie mit ihrer Arbeitsleistung bei. Sie schachten Brunnen geringer Tiefe aus, dichten sie ab, bauen ein Podest auf dem der Tank zur Wasserspeicherung Platz findet und bauen Tränken für die Tiere. Damit verbessern sie die Gesundheit der Tiere, denn sie können nicht mehr in das Wasser hineinlaufen und es verschmutzen. Dadurch wird der Parasitenbefall stark gemindert.

Schulung vor Ort

Unser langjähriger, zuverlässiger bolivianischer Projektpartner „Energética“ übernimmt die Installation der Pumpen, kleiner Solarpanels sowie die Einweisung und Schulung. Während der ersten zwei Jahre wird eine regelmäßige Wartung und Kontrolle der Systeme von ihnen durchgeführt. Bei diesen Besuchen werden die wichtigen Punkte der Wartung immer wieder durchgesprochen, um das Wissen zu vertiefen. Die Bauern und Bäuerinnen erhalten eine leicht verständliche Bedienungsanleitung, die viele erklärende Bilder enthält. Dies trägt gemeinsam mit dem großen Interesse der Beteiligten dazu bei, die Funktionsfähigkeit der Systeme langfristig zu sichern.

Der Umfang des Projektes beträgt 440.000 € und wird am 30.11.2016 abgeschlossen sein. Bei Projekten, die das BMZ finanziert, muss KarEn einen Eigenanteil in Höhe von 25% erbringen. Diesen Betrag in Höhe von über 100.000 € werben wir als Spenden ein. Dieser Anteil wird im Rahmen dieses Zwei-Länder-Projektes in Kuba zur Verbesserung der Wasserversorgung eingesetzt. Das ist eine wesentliche Voraussetzung dafür, alle notwendigen Mittel für Bolivien zu erhalten.

Sollten sie Lust bekommen haben Projekte von KarEn zu unterstützen, um das Menschenrecht auf Strom und sauberes Wasser zu unterstützen? Dann melden Sie sich am einfachsten direkt an KarEn unter www.karen-berlin.de.

ZUR AUTORIN:

► **Eva Schubert**

Mitglied des Vorstands von KarEn und DGS-Mitglied

karen@karen-berlin.de

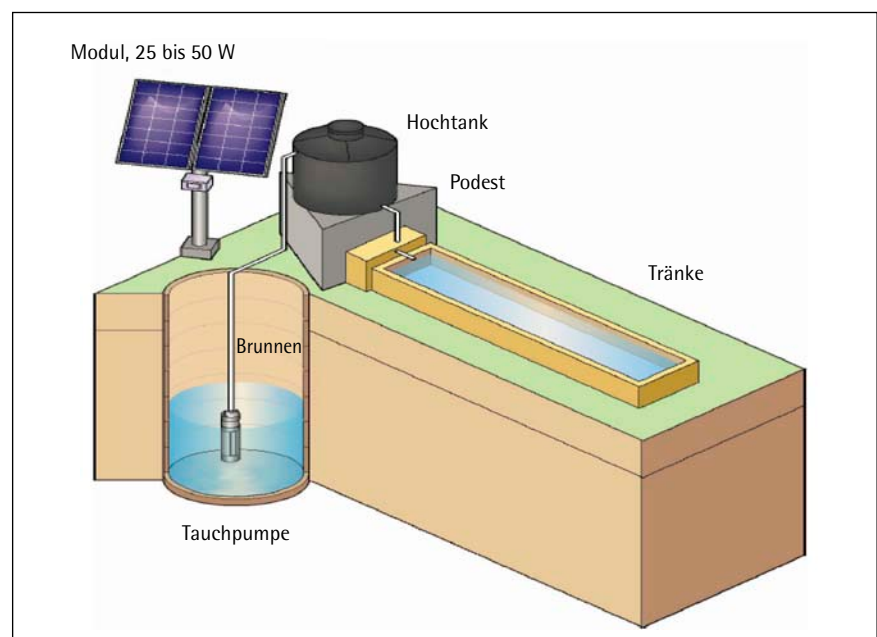


Bild 2: Schema einer solarbetriebenen Wasserpumpe mit Tränke und Tank

GUERRILLA PV

DGS-Workshop in Berlin



Bild 1: Workshopteilnehmer beider Teile des Workshops in den Räumlichkeiten des DGS LV Berlin Brandenburg e.V.

Bürger! Baut Guerilla-PV-Anlagen auf jeden Balkon, auf jedes Dach! Blockiert die Energiekonzerne durch direkte Solarstromnutzung“. Das ist die Motivation einer Bürgerin, bei der seit einigen Tagen auf dem Südbalkon in Berlin Prenzlauer Berg eine „Guerilla-PV-Anlage“ umweltfreundlichen Strom erzeugt. Die Balkonanlage ist als Eigenverbrauchsanlage konzipiert und gemäß den elektrischen Vorschriften (u.a. DIN VDE 0100 – Errichten von Niederspannungsanlagen) installiert und beim Stromlieferanten angemeldet. Drei Module mit je 195 Watt liefern Solarstrom zum direkten Verbrauch und schmälern die jährliche Energierechnung um ca. 400 kWh pro Jahr merklich. Um diese Idee der bürgernahen Solarstromerzeugung mit Kleinanlagen

voranzutreiben, fand am Samstag, den 13. September in den Räumen des DGS LV Berlin Brandenburg ein Workshop in zwei Teilen „PV-Guerilla für jedermann“ und „PV-Guerilla-Anlagen fachgerecht installieren“ statt. Das Thema stieß auf ein sehr großes Interesse und lockte mehr als 25 Teilnehmer in die Räumlichkeiten der Berliner.

Sicherheitsaspekte bedenken

Die Guerilla-PV-Bewegung ist in aller Munde. Die Energiewende für jeden – so einfach Plug and Play? Solarmodule speisen mittels Modulwechselrichter über einen Stecker einfach in die Steckdose ein. Diese so simple Lösung birgt viele Gefahren. Im ersten Teil „PV-Guerilla für jedermann“ wurden solche Systeme

genauer vorgestellt und Aspekte wie Wirtschaftlichkeit und rechtliche Rahmenbedingungen erläutert. In einigen rechtlichen Belangen gibt es noch Grauzonen, die aufgezeigt wurden. Bei den auf dem Markt befindlichen Systemen gibt es noch sicherheitstechnische Mängel, die die Hersteller schließen sollten. So empfiehlt es sich auf jeden Fall eine Elektrofachkraft hinzuziehen um diese Lücken installationsseitig zu schließen. Was dabei zu berücksichtigen ist wurde in dem praxisnahen Workshop vermittelt. Dabei müssen Berührungsschutz, Kurzschluss- und Fehlerstromschutz, die fachgerechte bauliche Befestigung, die netztechnischen Anforderungen und einiges mehr beachtet und umgesetzt werden. Im zweiten Teil „PV-Guerilla-Anlagen fachgerecht installieren“ wurde dieses Wissen vertieft, Hinweise gegeben und Lösungen erarbeitet um diese System fachgerecht und sicher einzusetzen.

Weitere Termine

Workshop „PV-Guerilla-Anlagen – fachgerecht installieren“

17.11.2014: Solarakademie Franken, Nürnberg,

www.solarakademie-franken.de/termine/SP23-2014-11-17

20.02.2015: SolarSchule Berlin,

www.dgs-berlin.de/de/termineaktuell.html

ZUM AUTOR:

► Markus Metz

mm@dgs-berlin.de



Bild 2-4: Auszug aus den Vortragsfolien

DER GARTEN DES SONNENKÖNIGS UND DER SOLARDECATHLON



Quelle: Paulus

Der Entwurf des Teams Rooftop auf dem Solardecathlon 2014 in Versailles

Versailles war immer schon eine Reise wert. Oft kopiert und nie erreicht, das Schloss mit seinem Garten. Am Dienstag, dem 8. Juli 2014, stehe ich vor dem prächtig vergoldeten Haupttor. Eintrittspreis 25 Euro. Geschätzte 3.000 Menschen stehen vor der Kasse und warten. Aber mein eigentliches Ziel ist der „Solardecathlon Europa 2014“ in der Nähe des Schlossgartens. Mein Entschluss durch den Schlossgarten zur Ausstellung zu gehen scheitert. Mein papierener Stadtführer (von 2007) behauptet, dass der Besuch des Gartens „kostenlos“ sei, heute kostet der Besuch 8 Euro. So gehe ich am Rande des Schlossgartens entlang und erreiche nach ca. 20 Minuten das Ausstellungsgelände. Diese Ausstellung über die Zukunft der Solar-Architektur ist tatsächlich kostenlos zu betrachten.

Die Geschichte des Solardecathlon

Der erste Solardecathlon fand 2002 in den USA statt. Zur Vorgeschichte: Richard King, ein Mitarbeiter des Department of Energy (DOE), hatte die Solarmobilwettbewerbe (u.a. WorldSolarChallenge in Australien) in aller Welt seit 1985 besucht. Er sammelte seine Fotografien und veröffentlichte diese in einem Fotoband. Die effizientesten Solar-Mobile der Welt (0,17 l Benzinäquivalent /100 km) wurden konsequent leichter und mit den modernsten Materialien von Studenten gebaut. Diese Art des Wettbewerbs übertrug Richard King schließlich auf die Solar-Architektur (www.solardecathlon.gov). Inzwischen wurden binationale Abkommen auf höchster Ebene, zwischen

dem US-Präsidenten Obama und dem chinesischen Ministerpräsidenten Hu (2011), unterzeichnet, die diese Eventform in das Reich der Mitte exportierten. 2015 findet ein Solardecathlon in Kalifornien und erstmals in Südamerika, in Kolumbien, statt.

Mit dabei: Darmstadt und Berlin

Am Wettbewerb in Versailles 2014 nahmen 20 studentische Teams aus 17 Nationen teil. Weitere vier Teams stellten ihre gebauten Prototypen vor, darunter ein Team aus Darmstadt mit Cubicity = Haus-im-Haus-Prinzip (www.solardecathlon.tu-darmstadt.de), welches nicht nur für Studenten, sondern auch für andere Menschen geeignet scheint, kollektive Wohnformen auszuprobieren. Die Baukosten für diesen Prototyp belaufen sich auf ca. 800.000 Euro, für 12 Wohneinheiten mit Plusenergiestandard. Der Kostenfaktor Wärme und Strom – die zweite Miete – ist nahezu eliminiert. Eine weitere Kostensenkung bei Serienfertigung ist möglich.

Ein Graffiti an der Stirnwand eines Gebäudes lockt mich an.

Dahinter verbirgt sich eine komfortable Dachwohnung des Team's Rooftop aus Berlin (www.teamrooftop.de). Studenten der TU und der Universität der Künste Berlin haben sich an den Bau eines Dachsystems gemacht, welches man auf die vielen leeren Dächer der Stadt bauen könnte. In einem Nebensatz erfahre ich, dass die beiden Berliner Universitäten sich nicht offiziell an diesem Projekt beteiligt haben, das ist sehr schade. Studentische Eigeninitiative ist offenbar nicht besonders unterstützenswert aus der Sicht der Universitätsleitungen. Ich bin jedenfalls beeindruckt von diesem Projekt. Hier steht die interdisziplinäre Teamarbeit im Vordergrund. Die Studenten sind hoch motiviert und mit Begeisterung dabei.

Der Eindruck, dass solche Veranstaltungen in Deutschland bei den Verantwortlichen für Forschung und Wissenschaft kaum wahrgenommen werden, verstärkt sich, wenn man bemerkt, dass auch auf anderen Top-Wettbewerben we-

nig studentische Gruppen aus Deutschland zu finden sind. So bei der World Solarchallenge in Australien im Oktober 2013 und der Dongenergysolarchallenge in Leeuwarden (NL) im Juni/Juli 2014. Stattdessen lässt man weiterhin zu, dass die hiesigen Auto-, Bau- und Energieindustrien die universitäre Forschung und Entwicklung nach alten überkommenen Mustern beeinflussen.

An diesem Tag belegt das Team aus Berlin den 5., bis zum Ende der Veranstaltung gar noch auf den 4. Platz.

Dabei zu sein ist schon ein Gewinn. Es gibt 100.000 Euro als Startgeld für jedes Team. Angesichts der baulichen und logistischen Herausforderung ein bescheidener Beitrag. Das Team aus Berlin benötigte insgesamt ca. 350.000 Euro für den Prototyp. Nun soll ein typisches Berliner Hausdach gesucht werden, auf dem dann ein Praxistest geplant ist. An meinem Besuchstag war die Raumtemperatur von 25,2 Grad in allen Häusern vom Veranstalter – offenbar nach älterer Euronorm – vorgeschrieben. Für die Besucher zweifellos etwas zu warm. Die Haustechnik im Rooftop Haus ist im „Cube“ auf 4 m³ konzentriert. Der Andrang auf dem Ausstellungsgelände ist leider deutlich geringer als nebenan im Schloss des Sonnenkönigs. Absolutistische Vergangenheit versus Architektur von Morgen. Immerhin besuchten an den Wochenenden bis zu 10.000 Menschen die Ausstellung. Die Sensibilisierung der Öffentlichkeit für die zukünftige Solar-Architektur ist eines der Hauptziele der Veranstaltung.

Die Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie war als Unterstützer des Teams Rooftop dabei.

ZUM AUTOR:

► Arno Paulus

ap@dgs-berlin.de

ERSTER ENERGIESTAMMTISCH IN MÜNSTER

Sektion Münster und Landesverband NRW



Foto: R. Brechler

Interessierte Zuhörer beim 1. Energiestammtisch im Stadtweinhaus Münster

Nach der Auftaktveranstaltung im Mai 2014 haben sich am 11. September im Stadtweinhaus 25 Interessierte Planer, Handwerksbetriebe, kommunale Klimaschutzbeauftragte und Bürger zum ersten Energiestammtisch zusammengefunden. Veranstalter waren neben dem Landesverband NRW der DGS die Energieagentur NRW, die Verbraucherzentrale und die Stadt Münster. Thema war, ob sich die Anschaffung einer Photovoltaikanlage im Einfamilienhaus (unter 10 kW) heute noch lohnt. Das Thema ist insofern von aktueller Bedeutung als bei den meisten Bürgern der Eindruck vorherrscht, die Anschaffung einer PV-Anlage mache keinen Sinn mehr.

Beispielanlage nach „altem“ EEG

Als Grundlage wurde die vor einem Jahr installierte 9,1 kWp Anlage mit Ost-Westausrichtung eines Einfamilienhausbesitzers in Münster genommen. Der Besitzer stellte vor, welche Leistungsprognosen vor Installation erstellt wurden

und wie sich diese nach einem Jahr Betrieb bewährt haben. Auch habe sich die Renditeerwartungen auf das eingesetzte Kapital deutlich positiver entwickelt, als zu erwarten war, da die Stromproduktion seiner PV-Anlage um gut 11% über der Prognose lag.

Einfluss der EEG-Novelle

Im Anschluss errechnete Franz Hantmann vom DGS Landesverband wie sich die wirtschaftlichen Ergebnisse/Amor-

tisationszeiten nach dem neuen EEG darstellen würden, wenn die Anlage ein Jahr später, also nach der Novellierung des EEG zum 01.08.2014 gebaut worden wäre. Wesentliche Ergebnisse waren: Wenn wie im konkreten Beispiel der Strombezug vom Stromlieferanten unverändert 0,25 €/kWh kostet, ist die Eigenkapitalverzinsung gegenüber dem letzten Jahr um 0,7% niedriger und liegt mit 4,1% aber immer noch weit über den aktuellen Sparbuchzinsen. Da zwischenzeitlich viele Kunden aber höher Strombezugspreise bezahlen, zeigt sich eindeutig, dass eigenverbrauchsoptimierte PV-Anlagen nach wie vor sehr interessante Ergebnisse liefern (siehe Tabelle).

Nach den Vorträgen entwickelten sich lebhaft Gespräche. Die Teilnehmer regten bei den Veranstaltern an, die Öffentlichkeit zu informieren, dass sich die Anschaffung einer PV-Anlage immer noch lohnt. Alle waren überzeugt, dass sich die Rahmenbedingungen für Erneuerbare Energien in den nächsten Jahren durch steigende Energiepreise noch weiter verbessern werden.

ZUM AUTOR:

► Franz Hantmann
Landesverband NRW der DGS
hantmann@lv-nrw-dgs.de

	2013	2014	2014	2014
Strombezugspreis [€/kWh]	0,25	0,25	0,27	0,29
EEG-Vergütung [€/kWh]	0,148	0,1276	0,1276	0,1276
Rendite (Jahresertrag/Invest)	8,0%	7,5%	7,8%	8,1%
Rendite lt. Verbraucherzentrale	4,8%	4,1%	4,6%	5,0%
Gewinn nach 25 Jahren [€]	16.800	16.000	18.000	20.000
Amortisationszeit [Jahre]	11,7	11,9	11,3	10,7

EINE SOLARTHERMIEANLAGE ANSCHAFFEN?

Wenn Sie ein neues Wohnhaus planen oder die alte Heizung im Keller ersetzen müssen, sollten Sie prüfen, ob Sie eine Solarthermieanlage wirtschaftlich betreiben können



Foto: Bosch Solarthermie

Bild 1: Produktionsgebäude Bosch Solarthermie in Wettringen

Viele Hausbesitzer in Deutschland haben zum Teil erhebliche Summen in Solarstrom-Anlagen investiert. Der erzeugte Strom wird in der Regel zu garantierten Preisen ins öffentliche Netz eingespeist. Das ist ein lohnendes Geschäft. Kaum Schlagzeilen geliefert haben zuletzt dagegen Solarthermieanlagen. Zwei Systeme bieten die Hersteller an: Anlagen, die nur warmes Wasser erzeugen. Sowie Anlagen, die ihre Wärme zusätzlich an die Heizung abgeben, die sogenannten „heizungsunterstützende Solaranlagen“.

Möglichst billig heizen

Auf einem Workshop des Landesverbands NRW der DGS beschäftigten sich Experten mit der Frage, warum Haus-

besitzer derzeit kaum für die Solarthermie zu begeistern sind. Über 90% aller Bürger, die ein neues Einfamilienhaus planen oder die ihre alte Heizung sanieren müssen, interessieren sich kaum für die Umwelt, „sie wollen billig und sicher heizen“, so die Erfahrung von Erich Terbrack. Der Dipl.-Ing. betreibt in Steinfurt-Borghorst seit 1998 eine Solarsiedlung mit 50 Sozialwohnungen. Zudem plant er Heizungsanlagen für Gewerbebetriebe und den privaten Wohnungsbau. Die Gesamtkosten einer Heizung setzen sich aus den festen Kosten (Abschreibung, Kapital- und Wartungskosten) sowie den laufenden Kosten für den Brennstoff (Öl, Gas, Pellets) zusammen. Bei jeder Wirtschaftlichkeitsberechnung sollte man in die Zukunft blicken. Beispiel: Was kosten Heizöl und Erdgas 2030, 2035 oder 2040? Eine neue Heizung fürs Wohnhaus hält üblicherweise 20, 25 manchmal sogar 30 Jahre.

Eine Vergleichsrechnung

Dipl.-Ing. Franz Hantmann hat die Kosten für eine neue Ölheizung den Kosten einer Heizung mit Solaranlage entgegengestellt. Bei einer 20-jährigen Nutzungsdauer der Heizung, 4% kalkulatorischen Zinsen, Anschaffungskosten von 10.000 € für die Solarthermieanlage und einer durchschnittlichen Preissteige-

rung von 8% pro Jahr fürs Heizöl sieht es so aus: Über den gesamten Zeitraum spart der Hausbesitzer mit der Solaranlage rund 10.000 €. Nur wenn das Heizöl in Zukunft billiger werden würde, hätte die Solaranlage rein ökonomisch betrachtet keinen Gewinn gebracht. Ökologisch gesehen spart die Solaranlage aber jede Menge CO₂ ein. Bei seinem Vergleich hat Hantmann mit der Barwertmethode gerechnet. Dabei hat er unterstellt, dass der Energieverbrauch im Wohnhaus im gesamten Zeitraum gleich bleibt.

Hinweise und Tipps

Auf dem Treffen in Wettringen warnen die Solarexperten (Planer, Architekten, Heizungsbauer) gleichwohl vor pauschalen Betrachtungen. Sie gaben Hausbesitzern folgende Ratschläge:

Jede Solarthermieanlage muss sorgfältig geplant werden. Ein Hausbesitzer benötigt eine nach Süden oder Süd-Westen ausgerichtete Dachfläche ab etwa 8 bis 16 m². Generell gilt: Eine Anlage nur zur Erwärmung von warmem Wasser ist weniger rentabel als eine Anlage, die auch Wärme an die Heizung abgibt.

Wie viel Öl oder Gas kann der Hausbesitzer durch eine Solarthermieanlage einsparen? Es kommt auf das jeweilige Haus und die Heizgewohnheiten an. Wer ein optimal wärmegeprägtes Haus (etwa Passivhaus) besitzt, bei dem sind die Einspareffekte eher niedrig. Anders sieht die Rechnung bei Häusern aus, die bis März/April oder ab September wieder



Foto: A. Asbrand

Bild 2: Solarsiedlung Borghorst, große solarthermische Anlage



Foto: A. Asbrand

Bild 3: Erich Terbrack mit Teilnehmern in der „Heiz“Zentrale

geheizt werden müssen, weil die Gebäudehülle schlecht gedämmt ist oder weil es die Altenteiler im Wohnzimmer schnuckelig warm haben wollen. Hier können die Spareffekte durch eine Solarthermieanlage erheblich sein.

Terbrack machte folgende Rechnung auf: Wer einen alten Gasbrenner im Keller durch einen modernen Brennwertkessel ersetzt, muss dafür etwa 6.000 € aufwenden. Wird die Heizung mit einer Solarthermieanlage (nur Warmwasser) kombiniert, kostet das 3.000 € extra, eine heizungsunterstützte Anlage kostet 6.000 € mehr (die Förderung durch BAFA und Progress NRW eingerechnet). Wie viel Brennstoff spare ich ein, bis ich die Mehrkosten von 3.000 € oder 6.000 €

wieder herein habe? Im Regelfall hat sich die Solarthermieanlage nach acht bis zwölf Jahren amortisiert, sagt Terbrack. Wer sich eine Solarthermieanlage anschafft, sollte das warme Wasser vom Dach auch für die Spülmaschine und die Waschmaschine nutzen. Mitunter muss man ein Vorschaltgerät installieren (Kosten 40–200 €).

Fazit der Solarexperten

Es gibt keine Lösung von der Stange. Ein seriöser Planer rechnet dem Hausbesitzer vor, was eine Solaranlage bringt und nach wie vielen Jahren sie sich amortisiert hat. Hantmann sinngemäß: Für eine Familie mit drei oder mehr Kindern oder einen landwirtschaftlichen Be-

trieb, die viel warmes Wasser im Sommer benötigen, rechnet sich eine Solarthermieanlage immer. Die Anlage lohnt sich erst recht, wenn die Preise für Heizöl und Gas wieder steigen. Das wird spätestens in wenigen Jahren der Fall sein, glaubt Hantmann. „Dann wird in den USA das billige Frackinggas nicht mehr zur Verfügung stehen.“

ZUM AUTOR:

► Armin Asbrand
armin.asbrand@wochenblatt.com

FAHREN MIT SELBSTPRODUZIERTEM ÖKOSTROM IM ALLTAG

Sektion Münster und Landesverband NRW



EFH in Dülmen als „Kraftwerk“

Am 10. September kamen in den Stadtwerken Münster 25 eMobil-Interessierte zusammen, um zu erfahren, was heute bereits technisch machbar ist und wie sich Betriebs- und Anschaffungskosten vergleichen lassen. Franz Hantmann vom DGS Landesverband NRW zeigte in seinem Einführungsreferat die wichtigsten Vergleichsdaten von fossil- und strombetriebenen Fahrzeugen auf. Er stellte heraus, dass der Wirkungsgrad der eFahrzeuge um den Faktor 4 bis 5 höher ist, als bei Benzin- oder Dieselpersonen Fahrzeugen. Das zeigt sich auch in den niedrigeren CO₂-Emissionen der Elektroautos und dies gilt sogar bei der „Betankung“ aus der Steckdose. Bei

selbst erzeugtem Ökostrom sinkt der CO₂-Ausstoß sogar auf null.

Hier knüpfte der anschließende Praxisbericht von Dr. Carsten Fischer aus Dülmen an, der aufzeigte, wie er in seinem Haus seinen Strom erzeugt und seine beiden eFahrzeuge (Ampera und Tesla) mit „Treibstoff“ versorgt. Das Herzstück hierfür bildet ein 16 kWh Li-Ionen Speicher, der von der PV-Anlage (8,1 kWp) und einem Mini BHKW (5,5kWth, 1 kWel) gespeist wird. Entscheidend ist dabei die optimierte Steuerung der Verbräuche und der Erzeugung, die von der Firma E3 DC Osnabrück entwickelt wurde und die sich bisher gut bewährt hat. Das Haus ist zu 90% mit erneuerbaren Energiequellen versorgt. Wie ist das möglich? – Ein spannendes Thema für eine weitere Veranstaltung.

Was die Fahrpraxis mit den eFahrzeugen betrifft vergibt Dr. Fischer die Note „voll alltagstauglich“. Die Batterieleistung des Opel Ampera reicht für kleinere Strecken aus und der Range Extender muss kaum in Betrieb genommen werden. (Leider wird das Fahrzeug in Europa aus dem Markt genommen.) Der Tesla S hat eine „elektrische“ Reichweite von 350 bis 400 km und ist somit absolut langstrecken-

tauglich. Tesla hat zwischenzeitlich ein dichtes Tankstellennetz entlang der Autobahnen auf den Autohöfen aufgebaut. Dort kann der Tesla S mittels Schnellladung in ca. 30 Min (Zeit für eine Tasse Kaffee) so geladen werden, dass mit nur einem Zwischenstopp (Reichweite 600 bis 700 km) die meisten Fahrziele in Deutschland zu erreichen sind. Nach der lebhaften Diskussion im Saal wurde der Erfahrungsaustausch anschließend mit der Besichtigung von verschiedenen eMobilen auf dem Hafenplatz vor den Stadtwerken fortgesetzt.

Wegen des großen Interesses wird der Landesverband NRW der DGS ein eMobil-Forum oder Stammtisch einrichten. Dort können sowohl Erfahrungen ausgetauscht als auch Ideen zur Verbesserung der Infrastruktur für eMobile öffentlich gemacht werden. Hier sind die bereits über 100 eMobilfahrer in Münster und die an der eMobilität Interessierten angesprochen, denn: Die eMobilität nimmt Fahrt auf!

ZUM AUTOR:

► Peter Deininger
muenster@dgs.de

Timo Leukefeld / Oliver Baer / Matthias Hüttmann

Modern heizen mit Solarthermie

ISBN 978-3-933634-34-4,
Verlag Solare Zukunft (Erlangen),
1. Auflage 2014,
Format ca. 21 cm x 15 cm,
ca. 180 Seiten

21,85 €



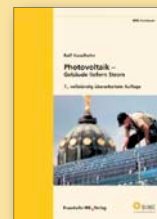
NEU

Ralf Haselhuhn

Photovoltaik: Gebäude liefern Strom

ISBN 978-3-8167-8737-2,
Fraunhofer IRB Verlag (Stuttgart),
7., vollständig überarbeitete
Auflage 2013,
Format ca. 24 cm x 17 cm,
ca. 170 Seiten

29,80 €



Andreas Stöcklhuber / Roland Lüders

Jahrbuch Photovoltaik 2014: Normen und Vorschriften, Testberichte, Beratung und Verkauf

ISBN 978-3-8101-0353-6,
Hüthig & Pflaum Verlag (München),
3. Auflage 2013,
Format ca. 18 cm x 12 cm,
ca. 380 Seiten

23,80 €



Thomas Seltmann

Photovoltaik – Solarstrom vom Dach

ISBN 978-3-86851-082-9,
Stiftung Warentest (Berlin),
4. aktualisierte Auflage 2013,
Format ca. 23 cm x 17 cm,
ca. 224 Seiten

24,90 €



Christian Dürschner

Photovoltaik für Profis – Verkauf, Planung und Montage

ISBN 978-3-933634-26-9,
Verlag Solare Zukunft (Erlangen),
3., vollständig überarbeitete und
erweiterte Auflage 2014,
Format ca. 24 cm x 16 cm,
ca. 400 Seiten,
Vorbestellungen möglich

44,00 €

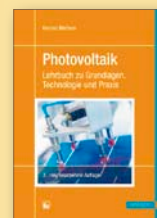


Konrad Mertens

Photovoltaik: Lehrbuch zu Grundlagen, Technologie und Praxis

ISBN 978-3-446-43410-3,
Carl Hanser Verlag (München),
2., neu bearbeitete
Auflage 2013,
Format ca. 24 cm x 16 cm,
ca. 300 Seiten

29,99 €



Thomas Sandner

Netzgekoppelte Photovoltaikanlagen – Planung, Errichtung und Verkauf

ISBN 978-3-8101-0277-5,
Hüthig & Pflaum Verlag (München),
3., völlig neu bearbeitete
Auflage 2013,
Format ca. 21 cm x 15 cm,
ca. 298 Seiten

34,80 €



Volker Quaschnig

Regenerative Energiesysteme: Technologie – Berechnung – Simulation

ISBN 978-3-446-43526-1,
Carl Hanser Verlag (München),
8., aktualisierte und erweiterte Auflage 2013,
Format ca. 24 cm x 16,5 cm,
ca. 424 Seiten,
mit DVD-ROM

39,99 €



DGS e.V., Landesverband Berlin-Brandenburg

Photovoltaische Anlagen: Leitfaden für Elektriker, Dachdecker, Fach- planer, Architekten und Bauherren

ISBN 978-3-9805738-6-3,
DGS e.V., LV Berlin-Brandenburg,
5. kompl. überarb. Auflage 2012,
Ringbuch im A4-Format,
ca. 700 Seiten, mit DVD-ROM,
Direktbestellungen unter
www.dgs-berlin.de

98,00 €



10% Rabatt für
DGS-Mitglieder

DGS e.V., LV Berlin-Brandenburg und Hamburg / Schleswig-Holstein

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

ISBN 978-3-9805738-0-1,
DGS e.V., LV Berlin-Brandenburg,
9. kompl. überarb. Auflage 2012,
Ringbuch im A4-Format,
ca. 550 Seiten, mit DVD-ROM,
Direktbestellungen unter
www.dgs-berlin.de

89,00 €



10% Rabatt für
DGS-Mitglieder

Klaus Oberzig

Solarwärme – Heizen mit der Sonne

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

24,90 €



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 €

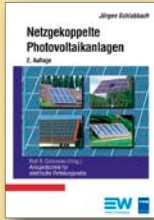


Jürgen Schlabbach / Rolf Rüdiger Cichowski

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

19,90 €



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 €

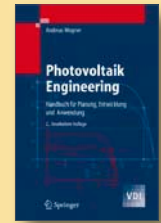


Andreas Wagner

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

107,99 €



Bo Hanus

Planungs- und Installationsanleitungen für Photovoltaikanlagen

ISBN 978-3-7723-4218-9,
Franz 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,
Franz Verlag (München),
1. Auflage 2009,
Format ca. 24 cm x 16,5 cm,
ca. 224 Seiten

29,95 €



Kontaktdaten

Titel: Geb.-Datum:
Name: Vorname:
Firma:
Straße: Nr.:
Land: PLZ: Ort:
Tel.: Fax:
e-mail: Web:
Einzugsermächtigung ☐ Ja ☐ Nein
IBAN: BIC:

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.

per Fax an: 0911-37651631 oder
per Mail an: buchshop@dgs.de

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
- Ermäßigungen bei PV-Log für Mitglieder und DGS-Mitgliedsfirmen
- Rabatt bei den Stellenanzeigen von eejobs.de
- Reduzierter Abopreis der Energiedepesche (Bund der Energieverbraucher)
- **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

Gutschein bis zu € 60,-
www.solarcosa.de

oder



Einkaufsgutschein bei SolarCosa

Kontaktdaten für DGS-Mitgliedschaft

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

Einzugsermächtigung ☐ Ja ☐ Nein

IBAN: BIC:

Datum, Unterschrift

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

- | | |
|--|------------|
| ☐ ordentliche Mitgliedschaft (Personen) | 62 €/Jahr |
| ☐ ermäßigte Mitgliedschaft (Schüler, Studenten, Azubis) | 31 €/Jahr |
| ☐ außerordentliche Mitgliedschaft (Firmen) inklusive Eintrag im Firmenverzeichnis auf www.dgs.de 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

IMPRESSUM

Zeitschrift für Erneuerbare Energien und Energieeffizienz

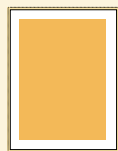
Die SONNENENERGIE ist seit 1976 das offizielle Fachorgan der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. (DGS) • www.sonnenenergie.de

Herausgeber	Adresse • Tel. • Fax	e-mail • Internet
Präsidium der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS)	Wrangelstraße 100, 10997 Berlin Tel. 030/29381260, 030/29381261	info@dgs.de www.dgs.de
Chefredaktion		
Matthias Hüttmann (V. i. S. d. P.)	DGS, LV Franken e.V., Fürther Straße 246c, 90429 Nürnberg Tel. 0911/37651630, Fax 0911/37651631	huettmann@sonnenenergie.de
Autorenteam		
Tatiana Abarzúa, Dr. Falk Auer, Eva Augsten, Gunnar Böttger, Walter Danner, Christian Dany, Dr. Peter Deininger, Dr. Jan Kai Dobelmann, Tomi Engel, Martin Frey, Thomas Gaul, Dr. Uwe Hartmann, Ralf Haselshuhn, Björn Hemmann, Dierk Jensen, Heino Kirchhof, Antje Klauß-Vorreiter, Dr. Richard Mährlein, Markus Metz, Peter Nümann, Klaus Oberzig, Thomas Selmann, Stefan Seufert, Jörg Sutter, Michael Vogtmann, Cindy Völler, Harald Wersich, Bernhard Weyres-Borchert, Heinz Wraneschitz		
Erscheinungsweise		
Ausgabe 5 2014 sechsmal jährlich	Orange gekennzeichnete Beiträge geben die Meinung der DGS wieder. Blau gekennzeichnete Beiträge geben die Meinung des Verfassers wieder.	ISSN-Nummer 0172-3278
Bezug		
Die SONNENENERGIE ist in der Vereinsmitgliedschaft der DGS enthalten. Vereinsmitglieder erhalten die SONNENENERGIE zum Vorzugspreis von 5,00 EUR. Die SONNENENERGIE ist im Bahnhofs- und Flughafenbuchhandel zum Preis von 6,50 EUR erhältlich. Die digitale WebApp-Version gibt es im Jahresabo für 39,00 EUR.		
Rechtlicher Hinweis		
Die Artikel enthalten gegebenenfalls Links zu anderen Websites. Wir haben keinen Einfluss auf den redaktionellen Inhalt fremder Webseiten und darauf, dass deren Betreiber die Datenschutzbestimmungen einhalten.		
Druck		
Ritter Marketing	Postfach 2001, 63136 Heusenstamm Tel. 06106/9212, Fax 06106/63759	ritter-marketing@t-online.de
Layout und Satz		
Satzservice S. Matthies	Hinter dem Gröbel 15, 99441 Umpferstedt	info@doctype-satz.de www.doctype-satz.de
Bildnachweis • Cover		
Prof. Dipl.-Ing. Timo Leukefeld	Franz-Mehring-Platz 12 D, 09599 Freiberg Tel. 03731/419386-0, Fax 03731/419386-1	kontakt@timo-leukefeld.de www.timo-leukefeld.de

MEDIADATEN

Anzeigenformate

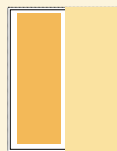
* Anzeigen im Anschnitt: Anzeigengröße +3 mm Anschnitt



1/1* 210 x 297
1/1 174 x 264



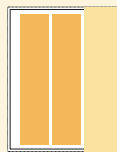
1/2 quer* 210 x 140
1/2 quer 174 x 120



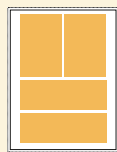
1/2 hoch* 103 x 297
1/2 hoch 84 x 264



1/3 quer* 210 x 104
1/3 quer 174 x 84



1/3 hoch* 73 x 297
1/3 hoch 55 x 264



1/4 hoch 84 x 120
1/4 quer 174 x 62

Seitenformat	Breite x Höhe	4-farbig	DGS-Mitglieder
1/1 Anschnitt*	210 mm x 297 mm	2.400,-	2.160,-
1/1	174 mm x 264 mm	2.400,-	2.160,-
1/2 Anschnitt quer*	210 mm x 140 mm	1.200,-	1.080,-
1/2 quer	174 mm x 120 mm	1.200,-	1.080,-
1/2 Anschnitt hoch*	103 mm x 297 mm	1.200,-	1.080,-
1/2 hoch	84 mm x 264 mm	1.200,-	1.080,-
1/3 Anschnitt quer*	210 mm x 104 mm	800,-	720,-
1/3 quer	174 mm x 84 mm	800,-	720,-
1/3 Anschnitt hoch*	73 mm x 297 mm	800,-	720,-
1/3 hoch	55 mm x 264 mm	800,-	720,-
1/4 quer	174 mm x 62 mm	600,-	540,-
1/4 hoch	84 mm x 120 mm	600,-	540,-
Umschlagseiten	U4 3.360,- U2 3.000,- U3 2.760,-		

Platzierungswünsche Wir berücksichtigen Ihre Platzierungswünsche im Rahmen der technischen Möglichkeiten.

Besondere Seiten Preise für 2. Umschlagseite: € 3.000, für 3. Umschlagseite: € 2.760, für 4. Umschlagseite: € 3.360.

Farbzuschläge keine Mehrkosten für Vierfarb-Anzeigen

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

Rabatte 5% Rabatt für 2 Ausgaben; 10% Rabatt für 4 Ausgaben oder 2 ganze Seiten; 20% Rabatt für 6 Ausgaben oder 4 ganze Seiten; DGS-Mitglieder erhalten weitere 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% Ausfallgebühren. 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	Anzeigenschluss	Druckunterlagenschluss	Erscheinungstermin
1 2014	01. Januar 2014	10. Januar 2014	03. Februar 2014
2 2014	03. März 2014	10. März 2014	01. April 2014
3 2014	02. Mai 2014	09. Mai 2014	02. Juni 2014
4 2014	01. Juli 2014	09. Juli 2014	01. August 2014
5 2014	01. September 2014	09. September 2014	02. Oktober 2014
6 2014	03. November 2014	10. November 2014	01. Dezember 2014

Ansprechpartner für Werbeanzeigen (Print/Online)

bigbenreklamebureau gmbh

An der Surheide 29 Tel. +49 (0) 4293 - 890 89-0 info@bb-rb.de • www.bigben-reklamebureau.de
D-28870 Fischerhude Fax +49 (0) 4293 - 890 89-29 UST-IdNr. DE 165029347

inter solar

connecting solar business

| EUROPE



10–12
JUNI
2015

www.intersolar.de

Die weltweit führende Fachmesse
für die Solarwirtschaft und ihre Partner
Messe München

- Der Treffpunkt für 1.000 internationale Aussteller und 40.000 Besucher aus 150 Ländern
- Die internationalste Fachmesse der Solarwirtschaft
- Nutzen Sie die Gelegenheit zum Networking mit den führenden Akteuren des Solarmarkts
- Bringen Sie sich thematisch auf den neuesten Stand für Ihren nachhaltigen Unternehmenserfolg
- Knüpfen Sie neue Geschäftskontakte



Jetzt Aussteller werden!