

# SONNEN ENERGIE

Offizielles Fachorgan der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.

## PVT und Wärmepumpe

Doppelt Sonne für mehr Ertrag

## Wärmespeicherung

Carnot-Batterie und Aquifere

## Solares Bauen

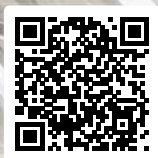
Micro-Living und Solar Decathlon

## Wasserstoff

Ernüchternde CO<sub>2</sub>-Bilanz

## Neue Mobilität

Mercedes EQV und Biomethan-Traktor T6.180



digital

Bildquelle: Siemens Schweiz AG, [www.siemens.ch](http://www.siemens.ch)

Titelthema  
**ENERGIESPEICHER**



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

D: €9,75 • A: €10,20 • CH: CHF 10,50

ISSN-Nr.: 0172-3278



# Die papierlose SONNENENERGIE



## Für alle die Papier einsparen wollen

Aus ökologischer Sicht ist es durchaus sinnvoll, die Inhalte in der SONNENENERGIE mit möglichst wenig Material an Papier und Druckfarben sowie möglichst wenig Transportenergie zu Ihnen zu bringen. Das sieht mittlerweile auch schon eine stattliche Anzahl unserer Leser so. So beziehen viele DGS-Mitglieder und Abonnenten die SONNENENERGIE in einer digitalen Form. Um das zu unterstützen gibt es die fundierten Inhalte der SONNENENERGIE jetzt elektronisch auch als pdf und nicht nur in der schönen digitalen Ausgabe.

## Was ist die Alternative zur gedruckten SONNENENERGIE?

Zusätzlich zum gedruckten Heft gibt es unsere Fachzeitschrift auch in digitaler Form

- Als pdf-Version per eMail
- Als pdf-Version in Form eines Dropbox-Zugangs
- In der Smartphone- und Browser-Version (SONNENENERGIE Digital, siehe unten)

Bei allen diesen Varianten besteht die Möglichkeit zusätzlich das gedruckte Heft zu erhalten! Sie können jederzeit zwischen den möglichen **7 Bezugsvarianten** wechseln. Hier können Sie uns mitteilen, wie Sie künftig die SONNENENERGIE lesen wollen.

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

## Das Archiv

Sie möchten einen Artikel in einer älteren Ausgabe der SONNENENERGIE nachschlagen? Kein Problem: Auf unserer Internetseite finden Sie in dem Archiv alle Ausgaben seit 2007. Wenn Sie dort auf eine Ausgabe klicken, müssen Sie nur nach unten scrollen, dort sind alle Artikel als einzelne Datei und das Heft als Ganzes abrufbar.

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

## Die digitale SONNENENERGIE

Unser Prunkstück bleibt natürlich die digitale SONNENENERGIE. Die Online-Ausgabe ist mit allen gängigen Systemen kompatibel und plattformübergreifend nutzbar. Mit ihr können Sie die SONNENENERGIE überall komfortabel lesen: Ob mit dem Browser am PC und Mac, auf dem Laptop, auf Ihrem Smartphone, dem Tablet-PC oder auch mit dem iPad. Sie haben die SONNENENERGIE immer bei sich, ob zu hause oder unterwegs. Auch wenn die digitale SONNENENERGIE selbsterklärend ist, haben wir zu Ihrer Erleichterung trotzdem ein kleines Benutzerhandbuch erstellt, das Ihnen das Lesen leichter machen wird.

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







Matthias Hüttmann

## SYSTEM CHANGE SOFORT?!

Es hat sich Großes getan in der deutschen Bundespolitik. Es gibt ein Ministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. Das ist wahrhaftig eine kleine Revolution. War es doch ein ungeschriebenes Gesetz, dass die sich im internationalen Wettbewerb befindende deutsche Wirtschaft vor allzu großen Klimaschutzvorgaben geschützt werden musste.

Für Klimaschutz gab es ein Umweltministerium, das sich auf Klimakonferenzen mit dem Thema beschäftigen durfte. Jenes Ministerium war etwa für das Verfassen von Klimaschutzberichten zuständig. Diese dokumentieren unter anderem den Stand der Umsetzung von Klimaschutzprogrammen. So konnten darin auch Maßnahmen aufgeführt werden, die es ermöglichen sollten, die völkerrechtlichen Verpflichtungen, zu denen sich Deutschland aufgrund der Klimarahmenkonvention von Paris verpflichtet hatte, zu erfüllen. So weit so gut. Nach dem Verfassen der Klimaschutzberichte wurden diese vom Wirtschaftsministerium nochmals überarbeitet, sprich abgeschwächt, relativiert und verwässert. Das Umweltministerium war zu der Zeit eine Art Vorzeigehörde, die letztendlich vom Wirtschafts- und auch Finanzministerium schullehrerhaft korrigiert werden musste.

Das könnte jetzt anders werden. Die Unvereinbarkeit von Wirtschaftswachstum und Klimaschutz wurde jetzt per Akklamation zur Notwendigkeit deklariert. Ob das funktionieren kann, wird sich zeigen. Dass es funktionieren muss ist unstrittig. Schließlich gibt es auf einem unbewohnbaren Planeten keine Wirtschaft mehr, da es keine Kunden mehr gibt, die Konsumprodukte kaufen können oder auch wollen. Denn die Klimakatastrophe ist keineswegs vergleichbar mit einem Wiederaufbau nach einem Krieg oder einer Naturkatastrophe. Die Klimakatastrophe ist ein Dauerzustand<sup>1)</sup>.

### Schnell aber nicht überhastet

Das Problem ist hausgemacht. Nach Jahrzehnten der Unbeweglichkeit im politischen Handeln sind die dringend umzusetzenden Maßnahmen groß und unangenehm. Dazu lässt sich eingefahrenes Denken innerhalb der politischen Klasse nicht so schnell umkehren, Änderungen umzusetzen und das Hinterfragen von Prozessen fällt schwer. Unterhalb der regierenden Politik sitzen die ausführenden Mitarbeiter:innen, die alle schon lange dabei sind. Überzeugungsarbeit ist auch hier notwendig und zeitintensiv. Es kann also schon aus rein praktischer Sicht nicht alles sofort geändert werden.

Daher ist es durchaus angebracht, nicht allzu sehr auf jede unterlassene Gesetzesänderung zu schauen. Das schließt eine kritische Begleitung der politischen Prozesse aber keineswegs aus. Aber die Handelnden voreilig als Wendehälse zu titulieren

ist voreilig und nicht ganz fair, immerhin müssen viele Widerstände überwunden und auch eigene neue Abläufe eingeübt werden. Und es gibt durchaus Hoffnung für eine neue Politik. Schließlich muss die SPD beweisen, dass sie sich mit ihren Ideen alle die Jahre nur nicht gegen die CDSU durchsetzen konnte. Die Grünen möchten nicht nur als diejenigen dastehen, die im Bundestag gute Oppositionsarbeit machen konnten und gute Ideen hatten, aber nie gehört wurden. Und schließlich die FDP. Sie steht ja wortwörtlich für den Willen, gut zu regieren, da sie für sich ausschließt, schlecht regieren zu können. Gerade die teils widersprüchliche Konstellation dieser drei Parteien ermöglicht die Chance, Hürden zu überwinden, da diese ja schon innerhalb der Koalition bestehen. Es gilt für alle drei Parteien, einen gemeinsamen Weg zu finden.

### Nicht päpstlicher als der Papst

Besonders die ökologische Bewegung besitzt in ihrer DNA eine sehr kritische Haltung zu Regierenden. Das nutzen Spalter gerne aus, indem sie die gewählten Protagonisten schnell als Heuchler diffamieren. Dieser Keil dient dazu, die Aufmerksamkeit von der Notwendigkeit systemischer Veränderungen und politischer Maßnahmen abzulenken. Da werden Wirtschaftsliberale schnell zu Ökofundamentalisten, jahrelange eigene Verfehlungen werden dabei gerne ausgeblendet. Um von den eigenen Unzulänglichkeiten abzulenken, wird dabei gerne die Strategie „irgendwas bleibt immer hängen“ gefahren. Dabei ist jedes Mittel recht. So wurde Greta Thunberg vorgeworfen, dass ihr Boot, mit dem sie den Atlantik überquerte, um am UN-Klimagipfel teilzunehmen, zum Teil aus nicht recycelbarem Plastik bestand. Mag dieses Beispiel noch so dumm wirken, die Strategie wird sicherlich noch so manche Blüten treiben. Deshalb: Lasst sie erst mal regieren, der Gegenwind, den sie erfahren werden wird, je ambitionierter ihre Politik sein wird, ohnehin zunehmen.

### ► Matthias Hüttmann

Chefredakteur SONNENENERGIE,

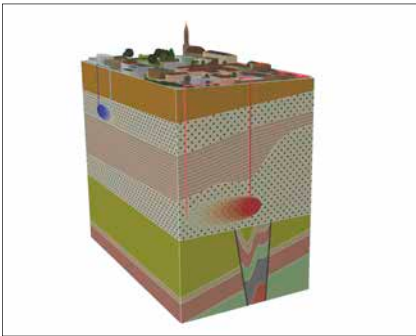
[huettmann@sonnenenergie.de](mailto:huettmann@sonnenenergie.de)

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

<sup>1)</sup> Siehe Kommentar Seite 10



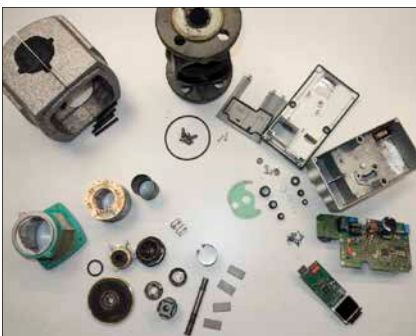
- 14 DGS-PROJEKT PVLOTSE ERFOLGREICH BEENDET  
Viele alte PV-Anlagen werden ohne Förderung weiterbetrieben
- 16 STILLE ENERGIEQUELLE FÜR DIE WÄRMEPUMPE  
PVT-Wärmepumpensysteme für emissionsfreie Quartierslösungen
- 20 HEIM-BATTERIESPEICHER MIT ZUSATZNUTZEN  
Stromspeicher sinnvoll nutzen
- 22 CARNOT-BATTERIE MIT KWK  
multiTESS - Der multifunktionale thermische Stromspeicher



- 24 AQUIFERE ALS THERMISCHE LANGZEITSPEICHER  
Bohrergebnisse und weitere Erkenntnisse aus der Forschung
- 26 DIE ERNÜCHTERNDE CO<sub>2</sub>-BILANZ VON WASSERSTOFF  
Faszinierende Technik verhindert Energie- und Klimawende
- 29 GREAT TINY HOUSE  
Plädoyer für Micro-Living Konzepte
- 32 SOLAR DECATHLON EUROPE  
Teil 5: Team roofKIT (Karlsruhe)



- 34 MIT DEM E-BUS DURCH DEN WINTER  
Testbericht Mercedes EQV
- 36 BIOMETHAN-TRAKTOR  
K(l)eine Unterschiede, keine (technischen) Nachteile
- 38 LADEBEDARF EINES WOHNGBÄUDE-WAGENPARKS  
E-Mobilität ohne Netzverstärkung
- 42 DEUTSCHLAND SOLAREUROPA MEISTER  
Viel Erneuerbare Energien im Netz, beim Verbrauch noch zu wenig



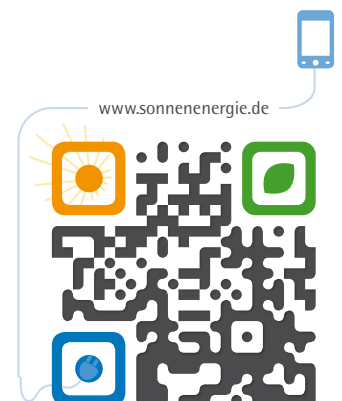
- 44 IN KREISLÄUFEN DENKEN UND GEWINNEN  
Wertstoff-Recycling bei PV-Modulen und Heizungspumpen
- 46 SOLARFORSCHUNG TIEF UND BREIT  
Aktivitäten des Instituts für Solarenergieforschung in Hameln
- 48 SOLARSTROM RETTET LEBEN IN HAITI  
Stiftung initiiert Vorbild für nationale Energiepolitik
- 54 PHOTOVOLTAIK IST ÄSTHETISCH GEWORDEN  
Schweizer Unternehmen entwickelt den ersten Glas-Solarziegel

**Hinweis:**

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

**Titelbild:**

Die Abwasserreinigungsanlage Eich in Bassersdorf nutzt ihre Fläche doppelt – mit einem weltweit einzigartigen Solarfaltdach. Steuerung und Leitsystem von Siemens helfen mit, die Sonnenenergie optimal zu nutzen und rund 21% des Stromverbrauchs der Kläranlage zu decken.





EDITORIAL	3
BUCHVORSTELLUNG	6
VERANSTALTUNGEN	8
KOMMENTAR	10
SOLARE OBSKURITÄTEN	11
DGS-SERVICE	12
DGS-RECHTSTIPP	50
ENERGIEWENDE VOR ORT	52
NEUES VOM FNBB E.V.	56
ISES AKTUELL	72
<hr/>	
DGS-Mitgliedschaft	70
DGS-Steckbrief	73
„let the sun shine in“ – Stecker-Solargeräte für das Hansaviertel	76
Zertifikat „Solarschule NRW“	77
Einführung der Photovoltaik in Kita und Grundschule	78
Junge Seite	82
<hr/>	
DGS MITGLIEDSUNTERNEHMEN	58
STRAHLUNGSDATEN	64
ÜBERSICHT FÖRDERPROGRAMME	66
ENERGIE- & KLIMADATEN	68
ROHSTOFFPREISENTWICKLUNG	69
DGS ANSPRECHPARTNER	74
DGS SOLARSCHULKURSE	75
BUCHSHOP	80
IMPRESSUM	83
<hr/>	

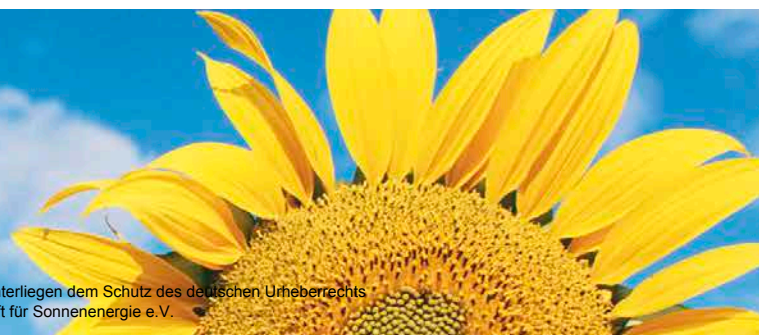
**DGS AKTIV**

**SERVICE**

Die SONNENERGIE im Internet ...

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

Hier finden Sie alle Artikel der vergangenen Jahre.



# BUCHVORSTELLUNG

von Jörg Sutter

## Energierévolution jetzt!

Jedes Kapitel ist mit einer Frage überschrieben: „Wieviel PV und Windkraft brauchen wir?“, „Ist das Elektroauto ein Klimasünder?“ oder „Wie geht Fliegen in der Klimakrise?“. Dazu gibt es jeweils klare und verständliche Antworten auf Grundlage der wissenschaftlichen Fakten. Und das letzte Kapitel erklärt schließlich, warum – trotz des Bewusstseins bei vielen – das Handeln fürs Klima so schwierig ist. Und auch weshalb es sich trotzdem lohnt, immer wieder davon zu erzählen, wie toll die Welt sein wird, wenn die Klimakrise gestoppt ist. Es ist zu spüren: Die Autoren leben den Klimaschutz und überzeugen aus Überzeugung. Das Autorenpaar hat drei Kinder, denen sie eine lebenswerte Zukunft bieten möchten: „Es lohnt sich, aufzubrechen und den Weg in die neue bessere Zukunft zu gehen“. Eine Pflichtlektüre und Motivationsquelle zugleich.



Cornelia und Volker Quaschnig  
Carl Hanser Verlag  
288 Seiten, 2022  
ISBN  
978-3-446-27301-6  
20,00 Euro

von Götz Warnke

## Erneuerbare Energien zum Verstehen und Mitreden

Ein Buch mit nur 176 Seiten über Erneuerbare Energien „zum Verstehen und Mitreden“? Wirklich? Tatsächlich beginnt es mit „Energie ist Leben“ z.T. sogar falsch: auch tote Körper tauschen Energie mit ihrer Umgebung aus, und nicht die Landwirtschaft der ersten Hochkulturen hat die Windkraft gezähmt. Doch dann zeigt das Buch seine Qualität, seine Anschaulichkeit: alle Energiemengen werden in die Leistung eines Radfahrers umgerechnet, der an einem 10-Stunden-Tag eine kWh erstrampelt – 365 Tage im Jahr. Die bunt gezeichneten Radler zeigen, dass jeder Bundesbürger die Energie von 120 Radfahrern benötigt. Die einzelnen Energien werden beschrieben und nach Kategorien wie aktueller Einsatz oder Effizienz/Flächenbedarf eingeordnet – alles grafisch gut veranschaulicht. Schließlich: wie viele Radfahrer kann die entsprechende Energie für die Versorgung eines Bürgers liefern? Bisweilen, wie beim Wellenenergie-Potenzial an Hand eines 4.500 km langen Halbbogens, wirkt es etwas schlicht. Bei „Weitere Energieformen“ fehlen die Emissive Energy Harvester (EEH). Fazit: kein Buch für EE-Insider, aber ein gutes Einsteigerbuch.



Holler, Gaukel, Lesch  
C. Bertelsmann  
176 Seiten, 2021  
ISBN:  
978-3-570-10458-3  
18,00 Euro

von Götz Warnke

## Klima und Gesellschaft in Europa

Die beiden Autoren sind keine Unbekannten: Pfister (Jg. 1944) und ehemals Professor für u.a. Umweltgeschichte an der Uni Bern, forscht seit über 30 Jahren zu Wetter Klima und Gesellschaft. Wanner (Jg. 1945) war Professor für Klimatologie und Geographie ebenfalls in Bern. Beide haben mehrfach zusammen publiziert. Insofern sind die Leserexpectationen für das Buch hoch – und sie werden übertroffen. Nach einer Einführung in die Grundlagen des Klimasystems sowie zwei thematischen Exkursionen folgt ein historischer Abriss der Klimawissenschaft sowie ein Überblick der Rekonstruktionsmethoden historischer Klimata. Anschließend werden das Klima der einzelnen Jahrhunderte je nach Jahreszeiten aufgeschlüsselt, sowie besondere Phänomene durch Einschübe und Grafiken erläutert. Die überragende Qualität der hier dargebotenen Forschung zeigt sich nicht nur in der schieren Faktenfülle, sondern auch durch die kluge Beschränkung auf einen Kontinent und einen langen, aber nicht zu langen Zeitraum.



Pfister, Wanner  
Haupt Verlag, Bern  
424 Seiten, 2021  
ISBN:  
978-3-258-08182-3  
40,00 EUR

von Heinz Wraneschitz

## Nachhaltige Mobilität für alle

Kann ein Buch, das (als Download unter [www.oekom.de](http://www.oekom.de)) nichts kostet, etwas wert sein? Bei diesem ausführlichen „Plädoyer für mehr Verkehrsgerechtigkeit“ sage ich ganz klar: ja! Und das beileibe nicht nur, weil die Beiträge darin von einer exquisiten Reihe von Fachleuten aus dem Wuppertal-Institut und dessen Umfeld geschrieben worden sind. Im Kapitel „Ein »Weiter so« ist unmöglich: Die Verkehrs- und Emissions-trends“ beispielweise wird akribisch aufgezeigt, wo genau der Verkehr zunimmt und welche fatalen Auswirkungen das hat. Das sei „mit weltweitem Klimaschutz und einem Leitbild »Nachhaltige Mobilität für alle« vollkommen unvereinbar“. Doch auch wenn „die weltweiten Beharrungskräfte“ durch eine „Zementierung der Autopfadabhängigkeit“ dagegen arbeiten: Die Autor:innen jammern nicht, sie zeigen konkret auf, wie wir es schaffen können: „Jeder energische Schritt in Richtung nachhaltigere Mobilität kann eine Beschleunigungsdynamik von heute noch nicht vorstellbarer Intensität und Geschwindigkeit in Gang setzen.“ So wie die Coronapandemie beim Online-Wesen.



Henricke, Koska, Rasch,  
Reutter, Seifried u.a.  
Oekom-Verlag  
432 Seiten, 2021  
ISBN:  
978-3-96238-279-7  
28,00 Euro

Die hier vorgestellten Bücher sind direkt bei den Verlagen wie auch im gut sortierten Fachbuchhandel ([www.solar-buch.de](http://www.solar-buch.de)) oder über den DGS-Buchshop (S. 80/81) erhältlich.

Auf der DGS-Homepage finden Sie weitere Buchvorstellungen, die bereits in der SONNENENERGIE veröffentlicht wurden: [www.dgs.de/presse/buchvorstellungen](http://www.dgs.de/presse/buchvorstellungen)

von Tatiana Abarzúa

**Deutschland in der Klimakrise**

Kenntnisreich blickt Reinhardt Kleinöder vor allem auf die Zeit 2010 bis 2020. Der Politikwissenschaftler benennt Versäumnisse, wie die fehlende Verbindlichkeit des - 2016 beschlossenen -, „Klimaschutzplans 2050“. Diese hat die Bundesregierung erst drei Jahre später geschaffen, mit den konkreten Sektorzielen im Klimaschutzgesetz. Zudem fehle, trotz des Atom- und Kohleausstiegs, eine konsistente Strategie für den Ausbau der Erneuerbaren Energien, etwa eine Synchronisierung mit den Klimaschutzzielen. Kleinöder schrieb das Sachbuch vor der Bundestagswahl und nahm einen Aspekt aus dem Koalitionsvertrag vorweg: die Erhöhung des Bruttostrombedarfs auf 680 bis 750 TWh bis 2030. Aufgrund der Faktenfülle bietet das Buch vor allem Erkenntnisgewinn für die Leser:innen, die komprimiertes Wissen suchen zu Aspekten wie: Keeling-Kurve, Baustandards oder der Klimabilanz von Lebensmitteln. Konkrete DIY-Klimaschutz-Tipps, ein umfangreiches Quellenverzeichnis und eine Literaturliste runden es ab.

★★★★☆



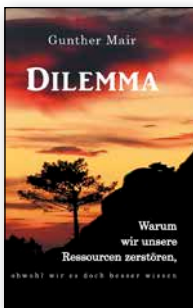
Reinhardt Kleinöder  
Oekom Verlag  
276 Seiten, 2021  
ISBN:  
978-3-96238-353-4  
28,00 Euro

von Matthias Hüttmann

**Dilemma**

Eine kleine Geschichte der Menschheit. Nicht gerade optimistisch, allenfalls realistisch, erzählt Mair vom Dilemma von Anfang an. Er macht das sachlich und analytisch. So beschreibt er genau genommen im Detail die kognitive Dissonanz, unsere Selbsttäuschung, durch die wir immer wieder wegsehen, wider besseren Wissens. Denn die Fakten, sind bekannt, die Wissenschaften aller Couleur haben es lange schon belegt. Unser eingeschlagener Weg kennt letztlich nur eine Richtung und ein Ergebnis. Wie es nun gelingen kann den Schalter umzulegen, von der Erkenntnis zum Handeln zu kommen, darauf gibt das Buch letztendlich keine einfache Antwort. Das muss es auch nicht. Eine passende Metapher ist der am Ende angeführte Autopilot, den es auszuschalten gilt. Denn wenn wir auf die Vergangenheit zurückblicken und daraufhin die Zukunft projizieren, dann merken wir, dass wir unsere Entscheidungsfreiheit zurückgewinnen müssen. Wie hier schon einmal geschrieben: „So lange wir leben, tun wir etwas und es ist immer möglich etwas anders zu tun.“

★★★★☆



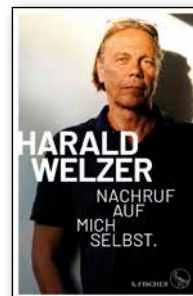
Gunther Mair  
Tredition Verlag  
248 Seiten, 2021  
ISBN:  
978-3-34730-522-9  
23,00 Euro

von Matthias Hüttmann

**Nachruf auf mich selbst**

Ein äußerst lesenswertes Buch. Auch wenn es auf den ersten Blick nicht zu den Kernthemen der SONNENENERGIE gehört, erzählt es dennoch die Geschichte über den Ursprung all dessen, was uns letztendlich in die unaufhaltsame Klimakatastrophe treibt. Der Text ist wohl aus seiner persönlichen Lebenssituation entsprungen, in der Welzer dem Tod nur knapp entkommen war. Nach Rückblicken und Exkursen über die Abwesenheit des Todes in unserem Alltag formuliert er eine Kultur des Aufhörens. Denn wenn wir selbst immer nur weiter machen wollen um Anerkennung zu erhalten und Sinn zu erlangen, werden wir den allgemein vorherrschenden Wachstumskapitalismus nicht ernsthaft hinterfragen können. Ganz im Sinne der FuturZwei-Stiftung, die fragt „wie wollen wir gelebt haben“, zielt das Buch darauf ab, dass jeder noch zu seinen Lebzeiten einen Nachruf über sich selbst verfassen sollte, um sich genau das zu beantworten. Beispiel: „Ich möchte, dass in meinem Nachruf steht: Er hatte gelernt, das Optimieren zu lassen.“

★★★★☆



Harald Welzer  
S. Fischer Verlag  
288 Seiten, 2021  
ISBN:  
978-3-10-397103-3  
22,00 Euro

von Matthias Hüttmann

**Das ökohumanistische Manifest**

Der Mensch ist Teil des Ganzen. Zudem strebt er die Kontrolle über alles an. Das ist jedoch nicht möglich, ganz im Gegenteil. Er muss sich vielmehr der „Natur“ unterordnen, auch weil er sie nicht wird beherrschen können. Dennoch steht er im Mittelpunkt, aber nicht im Sinne einer Hierarchie. Während es im klassischen Humanismus um das Bestreben der Persönlichkeitsentfaltung ging, stellen die Autoren hier die Notwendigkeit der Selbsterkenntnis in den Vordergrund. Denn, auch wenn wir nicht mal „die Mikroben in unserem Körper, mit denen wir in Symbiose existieren“ regieren, sind es nur wir, die eine humane Zukunft ermöglichen können. Letztendlich stellt sich die Frage, was die Natur des Menschen ist. Die Humanität im eigentlichen Sinn trifft den Kern nur zum Teil, da sie zu sehr nach innen gerichtet ist. Denn auch wenn wir im Zentrum des Geschehens stehen, bedarf es einer anderen Art des Reflektierens um die Katastrophe zu verhindern. Die Erkenntnis, dass wir nicht erfassen können, wie sehr wir die Ökosysteme verändern, entbindet uns noch lange nicht von der Verantwortung.

★★★★☆



Ibisch, Sommer  
Hirzel Verlag  
176 Seiten, 2021  
ISBN:  
978-3-7776-2865-3  
15,00 Euro

**Fünf Sterne zu vergeben ★★★★★**

Die hier besprochenen Bücher werden mit Sternen bewertet. Wir wollen Ihnen dadurch helfen, die Qualität der vorgestellten Literatur besser einschätzen zu können.

Nach folgenden Kriterien bewerten wir:  
Thema / Idee ■ Aktualität ■ Relevanz ■ Sprachqualität  
■ Glaubwürdigkeit ■ Tiefgründigkeit ■ Aufmachung / Layout  
■ Verständlichkeit (Inhalt) ■ Preisgestaltung ■ Subjektives Urteil



# FLEXIBLES BIOGAS GEWINNT

## 31. Biogas Convention & Trade Fair 2021, Nürnberg



Foto: Wraneschitz

Gute Stimmung auf der Messe

Sie war eine der wenigen Live-Energie-Messen dieses Winters: Die Biogas-Convention am Nürnberger Messegelände. Unter den „2G+“-Zugangsbeschränkungen litt aber der Besuch, der lange nicht so stark war wie in den vergangenen Jahren.

Auch die Technikschaue in der Halle 9 war überschaubar. Trotzdem schienen Aussteller wie Besucher nicht unzufrieden. An den Ständen und in den Gängen wurde kurz nach der Regierungsbildung viel diskutiert über den Weg, den die „Ampel“ bei den Themen Biogas und nachwachsende Rohstoffe einschlagen würde. Klar war damals nur das grundsätzliche Ziel der Ampel: Raus aus Kohle- und Atomstrom, möglichst schnell rein in die Vollversorgung mit Erneuerbaren Energien. Viele Fragen sind bis heute nicht wirklich zu beantworten: Wird es eher in Richtung Biomethan gehen als Ersatz für Erdgas? Wird Biogas als nachhaltiger Kraftstoff gebraucht? Hierfür stand als Blickfang ein Bio-LNG-tauglicher Sattelschlepper direkt hinterm Halleneingang<sup>1)</sup>. Oder aber wird das forciert, was auf dem „Biogas-Fachforum Live“ im Foyer vor der Halle besprochen wurde: Die Flexibilisierung der Stromerzeugung aus Biogas? Zumindest eine auf der Messe noch offene Frage wurde inzwischen beantwortet: Die EU-Kommission hat das noch unter der GroKo-Regierung verabschiedete EEG 2021 genehmigt. Dadurch ist auch die gerade für bestehende, renovierungsbedürftige Biogasanlagen so wichtige Förderung der Flexibilisierung möglich. Was im fast tagesaktuellen Flex-Forum zu hören war, ist deshalb für viele Biogas-Anlagenbetreiber relevant und weiterhin gültig.

Warum Biogas-Flexibilität künftig noch mehr gefordert und gebraucht wird, steht für Christian Dorfner, Vorstand der SK Verbundenergie AG mit Sitz in Regensburg fest: Bei geplant dreimal so viel Wind- und Solarstrom wird zur Füllung der Stromlücken Spitzenlast benötigt. Für Dorfner die große Chance der flexibilisierten Biogasanlagen, immer dann zu liefern, wenn sich Lücken auftun: Genau dann seien die an den Strombörsen zu erzielenden Preise am höchsten.

### Viertelstunden-Preise?

Im Durchschnitt etwa drei Stunden jedes Tages müsse laut Dorfner Strom produziert werden, damit sie genug Flexibilität für den Börsenhandel mitbringen. Selbst „70 bis 80 ct/kWh sind nicht selten“, beschreibt der SK-Mann den Viertelstundenmarkt, „das interessanteste Marktsegment“. Doch dafür muss die Technik entsprechend angepasst werden: Wärmepufferspeicherwerte, jeder Gasbehälterstand, alles müsse digitalisiert sein.

„Umso höher überbaut, desto besser sind Spitzenpreise auszunutzen.“ Das heißt Investition. Er denkt dabei an Wärmespeicher, die 40 Stunden die Versorgung der Wärmekunden übernehmen können. „Und wenn ich ein neues BHKW brauche, dann so groß wie es irgend geht.“

### Möglichst stark überbauen

Uwe Welteke-Fabricius von den Flexpertern geht noch einen Schritt weiter: Er sieht bereits die Biogasanlage als „intelligentes Speicherkraftwerk, das flexibel Energie in den Markt bringt“. Im Ampel-Koalitionsvertrag stehe zwar: „Bis die Erneuerbaren den Bedarf decken, braucht es Gaskraftwerke.“ Doch so weit werde es nie kommen, unkt er.

„Ran an den Speck – wir müssen den Gasturbinen beweisen, dass wir schneller sind“, fordert er von den Biogasanlagenbetreibern Engagement – und Investition in neue, große BHKW sowie Gasspeicher. Eine Musteranlage dafür zeigt er auch: Das Speicherkraftwerk Rixdorf. Dessen Gasspeicher könne 30 MWh Energie bereitstellen – eine Batterie mit dieser Kapazität würde etwa 10 Mio. Euro kosten, so Welteke. Und wenn Anlagen bei den Ausschreibungen der Bundesnetzagentur zum Zuge kämen, für die biete „der neue Flexzuschlag eine neue Logik“, nämlich bessere Förderung.

Doch Welteke-Fabricius fordert auch: Um die Maisdiskussion zu beenden, müssten die vielen Reststoffe aus Landwirtschaft

und Verbrauchssektoren dafür besser erschlossen werden, „dann wird unser Vorteil noch besser sichtbar.“

### Kurzfristig Gasproduktion steigern

Hilfreich für die Flexibilisierung sind auch Mikroorganismen (MO), durch deren Zugabe in bestimmter Menge die Gasproduktion schnell gesteigert werden kann. Ein bekannter Entwickler solcher MO ist die Schmack Biogas Service GmbH, früher einfach „Schmack“, dann von Viessmann übernommen und nun Teil der HTI Hitachi Zosen Inova-Gruppe. Selbst ein – seit dem EEG 2017 erlaubter – Sommer-Winter-Betrieb sei so möglich, so Wolfgang Haberstroh: Die MO können die Gaserzeugung einer Standard-Anlage bei Bedarf von 800 auf 2360 kW steigern und so im Winter mehr Wärme und Strom herausholen, ohne die Technik der Anlage zu verändern; das funktioniere, versprach er.

### Oder negative Regelernergie?

Hans-Joachim Röhl von der Next Kraftwerke GmbH dagegen setzt weiterhin eher auf die „Bereitstellung negativer Regelernergie“, also das Angebot an die Stromnetzbetreiber, dass ein Biogas-BHKW kurzfristig seine Stromeinspeisung reduziert. „2012 konnte man aus einer 500 kW-Anlage so 10.000 Euro pro Jahr generieren. Jetzt gibt es pro Monat bis zu 30.000 Euro für die Bereitstellung negativer Regelernergie.“

### Biogas ist Teil der Lösung

Dass flexible Biogasanlagen eine Zukunft haben, steht für den Fachverband Biogas ohnehin fest. FVB-Geschäftsführer Stefan Rauh ist sicher: „Die Politik schaut auf uns. Sie sieht Biogas als Baustein der Energiezukunft.“ Würden Anlagen „zukunftsorientiert betrieben“, dann hätten Betreiber „deutlich höhere Erlösmöglichkeiten auf den Strommärkten“; das sei aktuell deutlich sichtbar. „Biogas ist Teil der Lösung – und vielen Betreibern bieten sich neue Optionen für die Zukunft“, lautet Stefan Rauhs Resümee.

### Fußnote

<sup>1)</sup> Siehe auch Artikel „Biomethan-Traktor“ auf Seite 36

### ZUM AUTOR:

► Heinz Wraneschitz

Energieingenieur und Fachjournalist für Energie- und Umweltthemen

heinz@bildtext.de

# AKTUELLE VERANSTALTUNGEN

Titel	Kurzbeschreibung	Veranstalter	Wann / Wo	Kosten / ggf. Ermäßigung
<p>► <i>Seminar</i>  <b>Fachkraft für Energiespeicher</b></p>	<p>Rentabler und sicherer Umgang mit Energiespeichern: Befähigung zur fach- und qualitätsgerechten Planung und Installation von elektrischen Energiespeichern auf dem neuesten Stand der Technik sowie zur Durchführung praxisnaher Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen. Die Teilnehmer können die anwendbaren Regeln der Technik sowie geltende Richtlinien und Normen in der Praxis fachgerecht umsetzen.</p>	<p>DGS / VDE                       VDE Verlag GmbH                      Kaiserleistraße 8A                      63067 Offenbach am Main</p>	<p><b>02. - 04.03.2022</b>                      Erich-Steinfurth-Str. 8                      10243 Berlin</p>	<p>1.560 €                      (VDE-Mitglieder:                      1.500 €)</p>
<p>► <i>Webinar</i>  <b>Netzgekoppelte PV-Batteriespeicher-Anlagen</b></p>	<p>Es wird die Dimensionierung und Installation von netzgekoppelten PV-Anlagen mit Batteriespeicher insbesondere unter dem Gesichtspunkt des Eigenverbrauchs im häuslichen und gewerblichen Bereich behandelt. Grundlagen und Zusammenhänge im Kontext Lastmanagement und Energiespeicherung (thermisch, elektrisch) werden ausführlich erläutert. Sie bekommen einen Überblick über die Möglichkeiten Solarstrom zu speichern oder die Lastkurve mit Hilfe von Energiemanagementsystemen an die Erzeugungskurve anzupassen.</p>	<p>DGS / Conexio                       Conexio-PSE GmbH                      Kiehnlestraße 16                      75172 Pforzheim</p>	<p><b>29. und 30.03.2022</b>                      online</p>	<p>1.050 € + MWSt                      (DGS-Mitglieder:                      950 € + MWSt)</p>
<p>► <i>Seminar</i>  <b>Systematische Fehlersuche an Photovoltaikanlagen</b></p>	<p>Der erste Seminartag beinhaltet in erster Linie die Grundlagen für den richtigen Einstieg, der zweite stellt die gängigen Methoden zur Untersuchung von Photovoltaikanlagen vor. Der Schwerpunkt liegt auf den Bereichen Rückstromthermographie und Outdoor Elektrolumineszenz, die auch in einem Praxisteil erprobt werden.</p>	<p>DGS Akademie Franken                      Tel: 0911 / 376 516 30                      seufert@dgs-franken.de</p>	<p><b>13. und 14.04.2022</b>                      10:00 - 16:30 Uhr</p>	<p>490 Euro + MWSt.                      (10% Ermäßigung für                      DGS-Mitglieder)</p>
<p>► <i>Webinar</i>  <b>Solare Kühlung in Zeiten der Photovoltaik</b></p>	<p>Das Webinar bietet einen Überblick über Funktionsweise, Einsatzmöglichkeiten und Kosten der Solaren Kühlung. Die Kombination von Kompressionskälte mit Photovoltaik wird ebenfalls vorgestellt. Nach der Veranstaltung können die Teilnehmenden Systeme der Solaren Kühlung unterscheiden und sowohl Kühllasten als auch Größen von solaren Kühlungssystemen abschätzen.</p>	<p>DGS Akademie Franken                      Tel: 0911 / 376 516 30                      seufert@dgs-franken.de</p>	<p><b>09.05.2022</b>                      09:30 - 12:00 Uhr</p>	<p>74 Euro + MWSt.                      (10% Ermäßigung für                      DGS-Mitglieder)</p>

weitere Termine: [www.solarakademie-franken.de](http://www.solarakademie-franken.de), [www.dgs-berlin.de/solarakademie/kurse-solarakademie](http://www.dgs-berlin.de/solarakademie/kurse-solarakademie)



HIER TRIFFT SICH  
DIE NEUE ENERGIEWELT

Markt- und Technikwissen + Netzwerk  
Jetzt Tickets sichern!



**Silicon PV Conference**  
 28. März – 1. April 2022 | Konstanz & online  
[www.siliconpv.com](http://www.siliconpv.com)



**32. SYMPOSIUM SOLARTHERMIE  
 und Innovative Wärmesysteme**  
 3.– 5. Mai 2022 | Kloster Banz & online  
[www.solarthermie-symposium.de](http://www.solarthermie-symposium.de)



**37. PV-SYMPOSIUM**  
 21.– 23. Juni 2022 | Messe Freiburg & online  
[www.pv-symposium.de](http://www.pv-symposium.de)



**Forum Bauwerkintegrierte Photovoltaik**  
 22. Juni 2022 | Messe Freiburg  
[www.bipv-forum.de](http://www.bipv-forum.de)

# KLIMAKRISE – GIBT ES NICHT

Kommentar von Matthias Hüttmann



Karikatur: Richard Mährlein

Wenn problematische Entwicklungen einen Höhepunkt erreicht haben, wird meist von einer Krise gesprochen. Solche Krisen können kurz sein oder auch länger anhalten, sind aber kein stetiger Zustand, dauern nur einen gewissen Zeitraum an. Je nach Hintergrund, politisch, sozial oder auch natürlich, kommen Krisenmanager zum Einsatz, die meist auf pragmatisch-hemdsärmelige Weise an einer Lösung arbeiten. So werden Krisen gemeistert. Ob es zu einem Wendepunkt kommt, kann jedoch erst mit Sicherheit diagnostiziert werden, nachdem die Krise abgewendet wurde.

## Es muss gehandelt werden

Um Krisen zu überwinden muss schnell reagiert werden, da diese sich sonst hochschaukeln. Folglich kommt es oft zu Aktionismus und voreiligen Maßnahmen, aber selten zu einem sorgsamem Systemumbau. Dafür ist in einer Krise auch keine Zeit. Um ein Feuer zu löschen, nutzt es auch wenig, Brandschutzmaßnahmen einzuführen und Aufklärung zu betreiben. Das sind Dinge, die anschließend umgesetzt werden müssen, wenn nach systematischer Analyse, die Ursachen erkannt wurden. Oft verzettelt sich diese Reflexion jedoch in einer Schulddebatte, grundlegende Systemdiagnosen werden meist nicht vorgenommen. Ist die Krise erst mal vorbei, gilt es möglichst schnell wieder zum Normalzustand zurückzukehren.

Nimmt die Entwicklung einen dauerhaft negativen Verlauf, ist von einer Katas-

trophe oder auch vom Niedergang die Rede. Das Wort Katastrophe bedeutet in seinem Ursprung zwar eigentlich Wendung, einem Punkt, an dem sich etwas zum Glück oder Unglück entscheidet. In unserem Sprachgebrauch ist es aber vielmehr eine Umschreibung größeren Gefährdungs- und Gefahrenlagen oder eines Schadensereignisses. In der Katastrophe ist also bereits etwas passiert, die Krise ist zementiert. Auslöser von Katastrophen können Menschen aber auch Naturgewalten sein. Im Zusammenhang mit dem menschengemachten beschleunigten Klimawandel ist es der Mensch, der die Naturgewalten verstärkt.

## Klimakrise verharmlost

Wie hier schon mehrfach geschrieben, hat Sprache einen verblüffenden Einfluss auf unser Denken. Wörter können subtil manipulieren und beeinflussen, wie wir die Welt sehen. Sprechen wir über die Klimakrise suggeriert das auch, dass es sich um eine Art temporären Phase handelt, in der wir uns befinden. Diese wird auch wieder vorüber gehen und der Normalzustand, was auch immer das sein mag, könnte danach wieder zurückkehren. Dass das teilweise immer noch gedacht wird, macht ein Beispiel deutlich. So sprach sich ZDF-Intendant Thomas Bellut gegen eine tägliche Klimasedung aus. Seine Begründung: »Ich würde es nicht machen. Klima ist wichtig, aber danach kommt das nächste Thema. Themen ändern sich ständig.« Das erschreckende daran ist die Vorstellung, dass es sich beim Klima um ein „Thema“ handelt, welches bald wieder verschwindet. Wie bei Krisen, eben. Da gibt es Sonder-sendungen bis der Spuk vorbei ist. Wenn Axel Bojanowski in der „Welt“ dann auch noch fabuliert, dass gerade Jugendliche psychologische Probleme wegen Klimawandelängsten haben und Nachrichten dies auch noch befeuern, dann wird es vollends absurd. Denn unterlassene Klimaschutzpolitik ist genau das Gegenteil von einer Sorge um die Zukunft der Jugend. Das gleiche gilt für das gerne vorgeschobene Argument, dass Klimaschutz zwingend sozial unausgewogen sein wird. Interessanterweise kommt diese scheinheilige These oft von diejenigen, die am meisten von einer sozialen Schieflage profitiert haben.

## Point of no return

Die Klimakrise wäre so lange eine Krise, so lange sie überwindbar ist. Das ist

aber nicht mehr möglich, auch da durch ständiges Hinauszögern von Maßnahmen, diese immer einschneidender werden müssen. Das ist frei nach Gerhard Polt „fast wie im richtigen Leben“. Wird beispielsweise in einer Beziehung versäumt Dinge auszusprechen, die unangenehm sind, wird die Problemlösung immer schwieriger, da die Hemmschwelle als auch ursächliche Krise anwächst. Das kann dann zu einer Situation führen, aus der es kein Zurück mehr gibt. In der Entwicklung des Klimas ist das bekanntlich auch so. Fakt ist, dass sich das Klima bereits im Katastrophenzustand befindet, das ist nur schwer zu übersehen. Was noch möglich ist: Eine vergleichsweise milde Steigerung des aktuellen Katastrophenzustand zu erreichen. Dazu müssen aber die immer wackliger stehenden Dominosteine der Klimakippunkte vermieden werden. Denn sind sie erst einmal ins Wanken geraten, können sie nicht mehr aufgestellt werden. Es kommt zu einem neuen klimatischen Zustand, der nicht mehr rückgängig gemacht werden kann. Die große Katastrophe, oder vielleicht auch anschaulicher die Apokalypse, ist erreicht. Ob der Mensch in einer solchen „Heißzeit“ überleben kann, ist fraglich. Dort ist wohl mit dem Verlust seiner Lebensgrundlage zu rechnen. Denn nicht nur, dass die Temperaturen übermäßig gestiegen sein werden, auch unsere Nahrungsquellen sind womöglich versiegt. Und haben sich Boden oder Meer erst einmal von der Kohlenstoffsänke zur Quelle gewandelt, schwingt sich ein anderer stabiler Zustand, jenseits unseres Holozäns ein. Es nutzt dann nichts mehr, Dinge bleiben zu lassen, die dazu geführt haben, dass dieser Zustand erreicht wurde. Heute gilt noch das Prinzip, dass ein „Actio“ von Klimaschutzmaßnahmen in einem gewissen direkten Zusammenhang (Reactio) stehen. Wurde aber erste einmal dieser andere Ebene erreicht, kann diese nicht mal so eben verlassen werden. Erst die Erkenntnis, dass es sich um keine Krise, sprich um eine Art Peak handelt, sondern um eine Folge vieler Fehlentwicklungen über einen langen Zeitraum, können Lösungen erarbeitet werden. Diese liegen jedoch nicht darin, zu versuchen mit Technologie Entwicklungen zu korrigieren, die mit Technologien verursacht wurden. Wer die Klimakatastrophe nicht als solche benennt, kann ihr nicht begegnen. Und Klimaschutz mit Augenmaß – das ist eher Klimaschutz mit Augenklappe.





Bildarchiv: Hüttmann

Der solar-alpine Gugelroboter – praktisch!

„La la la ... da draußen brauchen sie mich jetzt, die Situation wird unterschätzt und vielleicht hängt unser Leben davon ab ... muss nur noch kurz die Welt retten, danach flieg ich zu dir. Noch 148 Mails checken, wer weiß was mir dann noch passiert ... La la la la“ Genau, so ist es,

auch im Rifugio Pordenone auf 1.249 Metern, nahe der Einmündung des Val Montanaia in das Val Meluzzo in den Friauler Dolomiten. Bevor es auf den Cima Meluzzo auf 2.188 Meter geht, sollte noch ein letztes Instagrambild für Facebook getiktet werden, denn frisch

getwittert ist bekanntlich halb gegoogelt. Das Einzige ist die Geschichte mit dem Empfang, der ist in den Felsspalten nicht so toll und auch die Wetter-App ist nicht schnell genug für die Wetteränderungen. Und in der Steilwand – immer eine Hand am Handy haben!

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

[Quelle: Wikipedia]

# AGENDA SOLARTHERMIE 2022



Foto: Axel Horn

Links Solarthermie, rechts Photovoltaik: Diese beiden Technologien sind für die beschleunigte Energiewende unverzichtbar

Als Akteurinnen und Akteure der Solarthermiebranche begrüßen wir die vom Bundeswirtschaftsminister in seiner Eröffnungsbilanz Klimaschutz grundlegend veränderte Herangehensweise für eine beschleunigte Energiewende und die Zielsetzung, die Wärmeversorgung bis zum Jahr 2030 zu 50 Prozent klimaneutral machen zu wollen. Die skizzierte Verbesserung um den Faktor 3 beim Ausbau der Erneuerbaren Energien deckt sich in ihrer Größenordnung mit unseren Empfehlungen der letzten Jahre.

Der Roll-out der Wärmepumpe soll laut Bundesregierung die Hauptlast der Wärmewende tragen, jedoch stößt dieser in der Sektorkopplung durch die begrenzte Verfügbarkeit von Strom aus Erneuerbaren Energien an Grenzen der Umsetzbarkeit. Es ist daher geboten, die ungenutzten Potenziale anderer etablierter EE-Technologien wie der Solarthermie hinreichend zu entfalten. Vor diesem Hintergrund ist es gut, dass die Bundesregierung laut Koalitionsvertrag künftig „alle geeigneten Dachflächen für die Solarenergie nutzen“ will. Die Wärmebereitstellung durch Solarthermie kann unter minimalem Einsatz elektrischer Hilfsenergie wesentlich zur Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Wärmesektor beitragen. Mit der Solarthermie auf der Agenda gelingt die Wärmewende.

Die Solarthermie ist eine erfolgreich eingeführte, in der Bevölkerung beliebte und sofort verfügbare Hoch-Effizienz-Technologie. Im Zusammenspiel von modernen Kollektorkonstruktionen, regelbaren Pumpen, Wärmespeichern und innovativer Digitalisierung bietet

die Solarthermie in den Anwendungsfeldern Warmwasserbereitung, Raum-, Fern- und Prozesswärme ein vergleichsweise einfach erschließbares Potenzial von über 100 TWh jährlicher Nutzwärme für Deutschland.

Vor allem aber entlastet die Solarthermie als Effizienzbooster die CO<sub>2</sub>-Bilanz derjenigen Heizungsanlagen im Gebäudebestand, die nach den Plänen der Bundesregierung auch zum Ende des Jahrzehnts noch keine Wärmepumpe erhalten werden, weil hier die baulichen Voraussetzungen nicht gegeben sind und schon die Installation von sechs Millionen Wärmepumpen die Branche und das Stromnetz an seine Kapazitätsgrenzen bringen dürfte. Das gilt insbesondere für die kritischen Lastspitzen im Stromnetz an Wintertagen mit unterdurchschnittlicher Verfügbarkeit von Windenergie.

Die Solarthermie stellt mit dem Verhältnis von 100 Einheiten erzeugter Nutzwärme bei Einsatz von nur einer Einheit Strom die effizienteste Technologie der Wärmewende dar. Dabei nutzt die Solarthermie vor allem die Erzeugungsspitzen der photovoltaischen Anlagen der Region, die zur gleichen Zeit viel Solarstrom erzeugen.

Die Installation einer Solarthermieanlage verringert sofort den Brennstoffverbrauch eines fossil oder mit Biomasse befeuerten Heizkessels. In der Zukunftsperspektive erleichtern die Wärmespeicher und die niedertemperaturoptimierte Wärmenutzung solarthermischer Anlagen den Übergang auf CO<sub>2</sub>-freie Wärmeerzeuger. Dieses Nachrüstungs- und damit Optimierungspotenzial gilt es auszuschöpfen und gezielt anzureizen, um

## Solarthermie

- umgeht das Risiko einer Ökostrom-Lücke;
- hält Heizkosten stabil und sozialverträglich;
- verringert Importabhängigkeiten bei Erdgas, Wasserstoff und Strom;
- ist als Schlüsseltechnologie und Grundlast der Wärmewende unverzichtbar.

die Wärmewende schnell und nachhaltig voranzubringen.

Solarwärmanlagen sind nachhaltig, weil sie einen geringen Einsatz von Ressourcen erfordern und sich nach weniger als einem Jahr energetisch amortisiert haben. Am Ende einer langen Lebensdauer von mehr als 25 Jahren kehren die eingesetzten Materialien dank einer sehr hohen Recyclingquote in den Kreislauf zurück. Investitionen in Solarthermie erfolgen dabei mit einem hohen Anteil heimischer Wertschöpfung.

Solarwärme kann in effizienten Gebäuden als Hauptwärmeerzeuger den Großteil des Heiz- und Warmwasserbedarfs decken. In der begrüßenswerten Kombination mit Wärmepumpen senkt sie den Heizstromverbrauch und damit die Betriebskosten um 30–50 Prozent.

Die Einsatzgebiete der Solarthermie sind vielfältig und ohne zusätzlichen Infrastrukturaufbau (Stromnetze, Reservekraftwerke) sofort umsetzbar, für die Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung in Wohngebäuden, für industrielle Prozesswärme und in der Fernwärme.

Die praktisch CO<sub>2</sub>-frei erzeugte Solarwärme bietet wegen ihrer dezentralen Erzeugung und Wärmespeichermöglichkeiten in fast allen Wochen des Jahres eine sichere Wärme-Grundversorgung und ist damit ein Resilienz-Anker in energiepolitischen Krisensituationen.

**Industrieunternehmen, Fachverbände sowie Energieexpertinnen und -experten empfehlen der Regierungskoalition aus SPD, BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN und FDP mit dieser Agenda Solarthermie 2022:**

- einen beschleunigten Ausbau der Solarthermie ganz oben auf die politische Agenda zu setzen, als technisch ausgereifte, hoch wirksame, flächeneffiziente und in der Bevölkerung breit akzeptierte Klimaschutztechnologie

- die Solarthermie mit ihrem über 100 TWh Potenzial auch beim Thema Solarpflicht und der anstehenden Reform des Gebäudeenergiegesetzes als gleichberechtigte Schlüsseltechnologie der Photovoltaik zu berücksichtigen,
- die im Anhang genannten und bereits seit längerem geforderten Maßnahmen im Zuge eines Solar-Sofortprogramms wirksam werden zu lassen,
- die Solarthermie ihren Beitrag zur Abwendung von Versorgungslücken, Energiepreissteigerungen und geopolitischen Abhängigkeiten leisten zu lassen.

Liste der unterzeichnenden Institutionen

- Bundesverband Solarwirtschaft e.V.
- Bund der Energieverbraucher e.V.
- DGS e.V.
- IGTE Uni Stuttgart
- Initiative Sonnenheizung
- Sonnenhaus-Institut e.V.

### MASSNAHMEN

Die Agenda Solarthermie 2022 benennt konkrete Maßnahmen (\* ausführlich im Positionspapier nachzulesen) zu den folgenden Bereichen:

- Große Solarthermie für Industrie und Kommunen
- Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)
- Gebäudeenergiegesetz (GEG)
- Solarpflicht

Für einen schnellen Ausbau der großen Solarthermie bezieht sich die Agenda Solarthermie 2022 auf das Push-Programm „Mobilisierung von 20 TWh Solarwärme

durch große Solarthermie“, und schlägt auf der Basis Ausschreibungen noch vor der Sommerpause 2022. Zur Sicherung entsprechender Flächen soll die Solarthermie wie Bauvorhaben für die allgemeine Elektrizitätsversorgung nach Baugesetzbuch § 35 privilegiert und realisiert werden können.

Zur Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) stellt das Positionspapier fest, dass die Solarthermie in Kombination mit einer Wärmepumpe oder einem Biomassekessel die Energieeffizienz des Gesamtsystems verbessert, was die Erhöhung des Fördersatzes für das Gesamtsystem um weitere 5 Prozentpunkte rechtfertigt.

Die geplante Novellierung des GEG betreffend wird die Stellungnahme des Bundesverbandes Solarwirtschaft e. V. zum Referentenentwurf des Gesetzes zur Einsparung von Energie und zur Nutzung Erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (GEG) vom 29.05.2019 in Erinnerung gebracht. Darin wurde bereits vorgeschlagen, die Mindestanforderung an die Nutzung solarthermischer Anlagen (§ 35 GEG) mit einem leistungsbezogenen Kriterium zu verbinden. Dazu liefert die Agenda Solarthermie 2022 einen konkreten Formulierungsvorschlag:

*Die Anforderung bezüglich des Mindestanteils gilt als erfüllt, wenn die installierte Kollektorfläche einen Referenz-Jahreswärmeertrag von mindestens 50 kWh multipliziert mit der mit 0,8 potenzierten Nutzfläche des Gebäudes erreicht. Basis für den Nachweis ist der im Solar Keymark (Datenblatt Seite 2) für den Standort Würzburg bei einer Kollektortemperatur von 50 °C ausgewiesene jährliche Kollektorertrag.*

Auch bei der Solarpflicht soll die hohe Flächeneffizienz der Solarthermie be-

rücksichtigt werden. Nach dem Solargesetz Berlin gilt die Pflicht auch dann als erfüllt, wenn am Gebäude Solarthermieanlagen im Sinne des GEG errichtet und betrieben werden. Eine solche Regelung sollte auch für das Bundesgesetz übernommen werden. Wenn im GEG und darauf basierend auch bei der Solarpflicht die Mindestanforderung konsequent und schlüssig von einem Flächenbezug auf den jährlichen Kollektorertrag umgestellt wird, fördert das die Effizienz der jetzigen Systeme und lässt Spielraum für die spätere Nachverdichtung der Solarnutzung auf den Dachflächen.

Abschließend verweist das Positionspapier darauf dass die genannten Maßnahmen nur einen Auszug aus den erforderlichen politischen Aktivitäten zur stärkeren Solarisierung des Wärmesektors darstellen. In diesem Sinne wird auf eine Reihe verschiedener Publikationen zur Rolle der Solarthermie in der Energiewende verwiesen.

Die genannten Maßnahmen stellen nur einen Auszug aus den erforderlichen politischen Aktivitäten zur stärkeren Solarisierung des Wärmesektors dar. Weitere Empfehlungen befinden sich gegenwärtig in der Erarbeitung.

### Veröffentlichungen zur Bedeutung der Solarthermie für die Wärmewende (Auszug)

Vorschlag für ein Push-Programm Solare Fernwärme; Bundesverband Solarwirtschaft 2021

Die neue Wärmewelt: Szenario für eine 100 Prozent erneuerbare Wärmeversorgung in Deutschland; Agentur für Erneuerbare Energien e. V.; 2016  
 Aufruf der Solarthermie-Industrie / Den grünen Aufschwung liefern; Solar Heat Europe; 2020

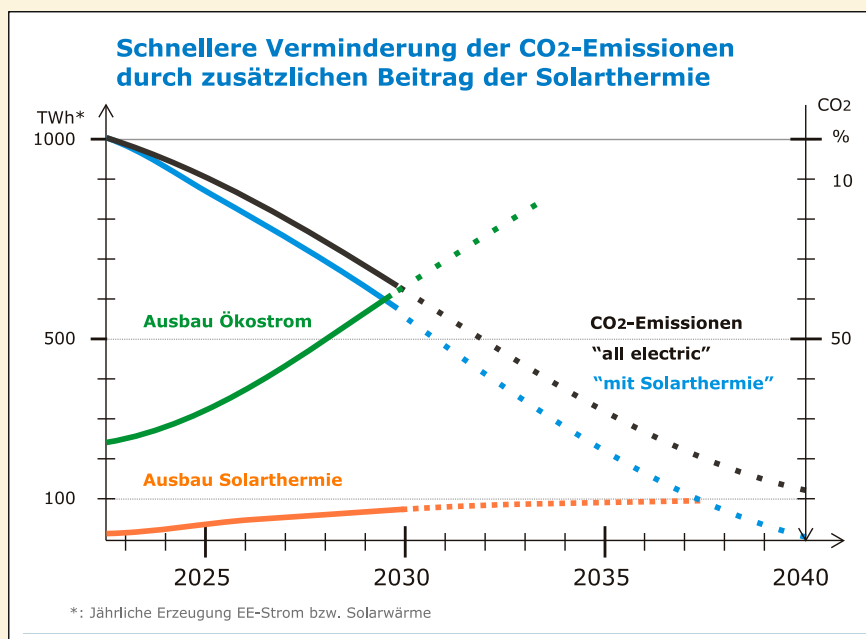
Solaroffensive für Deutschland / Wie wir mit Sonnenenergie einen Wirtschaftsboom entfesseln und das Klima schützen; Greenpeace e.V.; 2021  
 Solarthermie als Basistechnologie für die zukunftsfähige Energieversorgung Deutschlands / Positionspapier; DSTTP; 2021

Solarpflicht – Solarthermiepflicht – PV-Pflicht / Positionspapier; DSTTP; 2021

Handlungsleitfaden Freiflächensolaranlagen; Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg; 2019

### Das komplette Positionspapier zum Download\*

[www.solarwirtschaft.de/wp-content/uploads/2022/02/agenda\\_solarthermie\\_2022.pdf](http://www.solarwirtschaft.de/wp-content/uploads/2022/02/agenda_solarthermie_2022.pdf)



\*: Jährliche Erzeugung EE-Strom bzw. Solarwärme



# DGS-PROJEKT PVLOTSE ERFOLGREICH BEENDET

## VIELE ALTE PV-ANLAGEN WERDEN OHNE FÖRDERUNG WEITERBETRIEBEN



Bild 1: Ausgeförderte Ü20-PV-Anlage in Pforzheim

Über zwei Jahre lang hat die DGS den Betreibern von ausgeförderten Anlagen geholfen, um die beste Entscheidung für den Weiterbetrieb ihrer Module zu treffen. In letzter Minute wurden Ende 2020 gesetzlich die Weichen gestellt und viele der alten Anlagen arbeiten heute zuverlässig ohne EEG-Vergütung weiter.

### Gute Zusammenarbeit

Zu Beginn sei betont, dass das Projekt PVLOTSE schon recht einzigartig in Hinblick auf die Zusammenarbeit war: Offizieller Projektkopf war die Bundes-DGS mit einem dreiköpfigen Projektleiterteam, der größte Teil der konkreten Arbeit wurde dann von vier DGS-Landesverbänden erledigt: Die Landesverbände aus Franken, Hamburg, Berlin-Brandenburg und NRW teilten sich die Beratungszeiten auf, die Berater waren dort immer zuverlässig für Anfragen erreichbar, gaben Antworten und nahmen sich der Sorgen und Fragen der Betreiber an.

Doch die Zusammenarbeit zu diesem Thema bezog sich nicht nur DGS-intern auf die Bundes-DGS und die Landesverbände, sondern wir sind mit dem Thema auch in einen engen Austausch mit anderen Vereinen und Verbänden ge-

gangen. Namentlich der Solarförderverein Deutschland (SFV) soll hier erwähnt werden. Mit der engagierten Susanne Jung und weiterer Unterstützung im SFV konnte schon im Vorfeld des Projektes eine wichtige Grundlage geschaffen werden: In einer gemeinsamen Studie für den KTBL (die Studienergebnisse wurden im Mai 2020 in den DGS-News vorgestellt) wurden vor allem die rechtlichen Grundlagen beleuchtet sowie Musterrechnungen erstellt, die zeigten, dass zu den damaligen Randbedingungen der Weiterbetrieb wirtschaftlich nicht lukrativ war.

### Frustrierend zu Beginn

Zu Beginn von PVLOTSE war damit auch die konkrete Beratung von Betreibern einigermaßen frustrierend, denn die Rechtslage war unklar und gab (noch) keine positiven Aussichten her. Doch im Oktober 2020 konnte Hoffnung geschöpft werden, denn der Referentenentwurf zum EEG 2021 wurde veröffentlicht. Leider viel zu spät, was auch von vielen Betreibern kritisiert wurde. Die Politik hat sich dann auch mit der Verabschiedung noch viel zu viel Zeit gelassen: Erst kurz vor Weihnachten 2020 wurde das neue

EEG in Kraft gesetzt, erst jetzt war die weitere Volleinspeisung legitim geworden und die Diskussion um mögliche Smart-Meter-Verpflichtungen für kleine Anlagen vom Tisch. Während also im Herbst 2020 die Betreiber durch PVLOTSE nur mit Grundinformationen versorgt werden konnten, war es ab Jahreswechsel 2020/21 möglich, konkrete Empfehlungen zum Weiterbetrieb zu geben.

### Was erreicht wurde

Das Projekt wurde hinsichtlich der Beratung im April 2021 beendet. Im Nachgang wurde ein ausführlicher Abschlussbericht erstellt und an den Fördergeber, das Umweltbundesamt (UBA) übergeben. Darin wird deutlich, in welchem Umfang durch das Projekt den Betreibern geholfen werden konnte: So verzeichnete unsere Internet-Projektseite allein zwischen Januar 2020 und Juni 2020 über 10.000 Zugriffe. Im Projekt war auch eine breite Information der Öffentlichkeit vorgesehen, was durch Berichte in der SONNENENERGIE, den DGS-News, aber auch in zahlreichen Fremdveröffentlichungen erfolgte. So konnte das Thema vom PVLOTSE-Team unter anderem im Wochenblatt für Landwirtschaft (11/2020) oder auch in der BSZ (Bayerische Staatszeitung) (12/2020) platziert werden.

Ein weiterer Erfolgsfaktor war die direkte Information zu diesem Thema über Vorträge und Webinare, hier wurden in der Projektzeit über 1.000 Zuhörer von uns mit allgemeinen und detaillierten Informationen zu Ü20-Anlagen versorgt. Neben Veranstaltungen und Vorträgen, die sich speziell um den Weiterbetrieb von Ü20-Anlagen drehten, wurde das Thema auch in zahlreichen allgemeinen PV-Vorträgen und Webinaren aufgegriffen und damit die Sensibilität geweckt. Vermutlich wurden auch etliche Betreiber erst dadurch darauf aufmerksam, dass sie vom Förderende zum Jahresende 2020 oder 2021 betroffen waren.

Ein weiterer wichtiger Gradmesser war die Anzahl der Anfragen und konkreten Hilfestellungen und Beratungen, die telefonisch und per Email erfolgten. Über 250 Mal wurde unsere Beratung

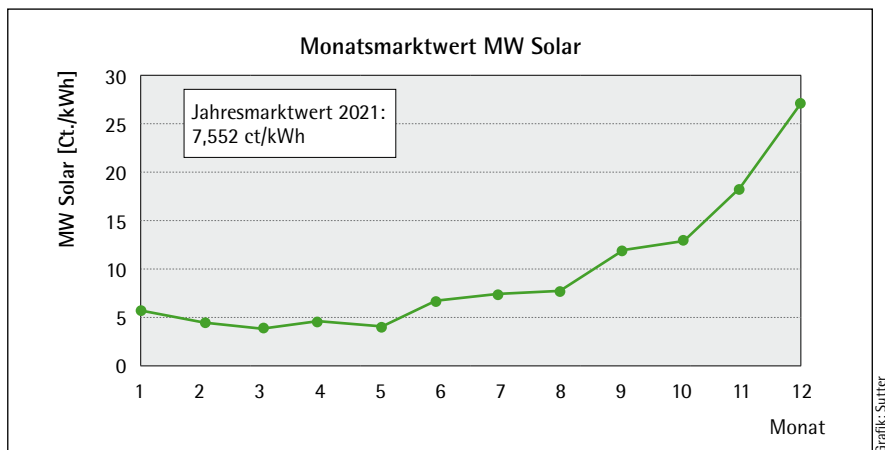


Bild 2: Entwicklung des Jahresmarktwertes Solar in den vergangenen Monaten

von Betreibern über die Projektlaufzeit in Anspruch genommen, was erst einmal nicht nach so viel klingt, aber hinsichtlich der manchmal recht komplexen Anfragen und technischen Gegebenheiten der Anlagen doch oft einer tiefgehenden und ausführlichen Antwort bedurfte.

### Ü20-Anlagen heute

Die Website [www.pvlotse.de](http://www.pvlotse.de) wird von uns auch nach Projektende weiter gepflegt, hier finden Betreiber weiterhin Informationen rund um den Weiterbetrieb nach Ablauf der 20 Jahre EEG-Förderung. Und trotz der aktuell hohen Marktwerte bestehen auch weiterhin Angebote von einigen Stadtwerken, die – wie wir – die alten PV-Anlagen gerne weiter am Stromnetz sehen wollen (Details dazu auf der Website).

Bei den Infoveranstaltungen war interessant, dass dort oftmals Betreiber zu finden waren, die 2020 oder 2021 noch gar nicht betroffen waren, sondern deren Anlagen erst in den kommenden Jahren aus der EEG-Vergütung herausfallen werden. Dabei haben wir immer betont, das bis 2024 oder 2025 sich verschiedene Randbedingungen sicherlich nochmals ändern werden. Trotzdem: Viele Betreiber haben durch ihr frühzeitiges Interesse bereits jetzt einen Eindruck bekommen, welche Möglichkeiten es geben könnte.

Heute ist möglich, den Ü20-Strom in bestimmten Versorgungsgebieten über eine vereinfachte Direktvermarktung an das zuständige Stadtwerk zu verkaufen oder natürlich die Anlage auf Eigenversorgung umzustellen und den erzeugten Strom vom Dach weitmöglichst selbst zu verbrauchen. Die einfachste Weiterbetriebsoption ist überraschenderweise heute die einfache Weitereinspeisung nach EEG 2011, die als Übergangslösung bis ins Jahr 2027 möglich ist: Dabei wird die PV-Anlage, bei der zum Jahresende die EEG-Vergütung endet, einfach ohne technische Änderungen weiterbetrieben.

Sie erhält dann einen durchschnittlichen Jahresmarktwert Solar als Vergütung. Aufgrund der insgesamt hohen Strompreise in den vergangenen Monaten ist auch der Jahresmarktwert Solar geklettert, so dass damit heute ein wirtschaftlich sinnvoller Weiterbetrieb möglich ist. Die Entwicklung des Monatsmarktwertes Solar (aus diesen Werten berechnet sich der Jahresmarktwert) ist in Bild 2 dargestellt. Zum Jahresende 2020 haben wir erwartet, dass der Jahresmarktwert bei rund 2,4 Cent pro kWh liegt, real wurde er für das Jahr 2021 nun auf 7,55 ct/kWh berechnet. Abzüglich einer gesetzlichen Vermarktungsprämie von 0,4 Cent verbleiben beim Betreiber also über 7 ct/kWh, was zur Deckung der laufenden Kosten des Weiterbetriebs (Versicherung, Wartung, Kleinreparaturen, Zählerkosten) genügen dürfte. Die Monats- und Jahresmarktwerte Solar können übrigens ganz einfach im Internet beobachtet werden<sup>1)</sup>.

### Was bringt die Zukunft?

Die Preise am Strommarkt sind derzeit von ihren Spitzenwerten wieder leicht im Sinkflug und es ist zu erwarten, dass die Preise im nächsten und übernächsten Jahr sich eher wieder „normalisieren“ werden. Wobei „normal“ wohl weniger der frühere Strompreis aus 2018/2019



Bild 3: Immer wieder Kern von Diskussionen mit dem Netzbetreiber bei der Ü20-Umrüstung: Die vorhandene, teils veraltete Zähleranlage

bedeutet, sondern ein neues „normal“ mit höheren Werten als bisher, schon allein durch den gestiegenen CO<sub>2</sub>-Preis, der mit weiter steigendem Satz in den Stromerzeugungskosten der kommenden Jahre versteckt ist. Damit wird wohl auch der Jahresmarktwert Solar sinken und nicht bei den 7 Cent verharren. Ein Ü20-Betreiber, der sich mit seiner PV-Anlage in der Weitereinspeisung befindet, sollte sich also auch in Zukunft weiter regelmäßig informieren, um keine böse Überraschung zu erleben. Sinkt der Marktpreis wieder ab, kann ein Umbau der Anlage auf Eigenversorgung sinnvoll sein. Aufgrund der hohen Auslastung von Handwerkern und des Chipmangels, der sich nun bis zu Wechselrichtern und Stromspeichern auswirkt, ist ein schneller Umstieg derzeit allerdings nur schwer umzusetzen.

Aus dem Projekt PVLOTSE und den vorangegangenen Untersuchungen wissen wir, dass in den kommenden Jahren weitere Anlagen aus der EEG-Vergütung fallen werden und es auch immer größere Anlagen sind, die betroffen sind. Die Betreiber dieser Anlagen stehen strukturell vor den gleichen Problemen, haben aber (z.B. bei größeren gewerblichen PV-Anlagen) deutlich komplexere Randbedingungen für die Weiterbetriebsentscheidung. Auch diesen Betreibern möchten wir als DGS weiterhelfen und haben daher im vergangenen Jahr einen erneuten Förderantrag ans UBA mit einer neuen Fragestellung und Ausrichtung gestellt, der erfreulicherweise bewilligt wurde. Nicht zuletzt aufgrund des erfolgreichen Projektabschlusses von PVLOTSE können und werden wir an diesem Thema deshalb engagiert dranbleiben und Sie bald in den DGS-News und der SONNENENERGIE über das neue Folgeprojekt informieren können.

Ein Dank an dieser Stelle sei nochmals an alle Beteiligten von PVLOTSE gerichtet, die diesem Projekt engagiert zum Erfolg verholfen haben, ebenso an das Umweltbundesamt, ohne deren Förderunterstützung das Projekt nicht hätte realisiert werden können.

### Fußnote:

<sup>1)</sup> [www.netztransparenz.de/EEG/Marktpraemie/Marktwerte](http://www.netztransparenz.de/EEG/Marktpraemie/Marktwerte)

### ZUM AUTOR:

► Jörg Sutter  
Vizepräsident DGS

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



# STILLE ENERGIEQUELLE FÜR DIE WÄRMEPUMPE

## PVT-WÄRMEPUMPENSYSTEME FÜR EMISSIONSFREIE QUARTIERSLÖSUNGEN



Bild: Nassauische Heimstätte

**Bild 1:** Die Nassauische Heimstätte besitzt rund 59.000 Mietwohnungen an 128 Standorten in Hessen und Thüringen. Am Standort Bürgeler Straße 9 – 33 in Frankfurt Fechenheim, der vier Gebäude mit rund 100 Wohnungen umfasst, sollen nun erstmals vier PVT-WP-Systeme den Betrieb aufnehmen.

Um Deutschland bis 2045 treibhausgasneutral zu machen, muss in den nächsten Jahren der Wärmebedarf von Millionen Immobilien so weit wie möglich reduziert werden. Vor allem für den Bestand sind Sanierungskonzepte gefordert, die auf der einen Seite die Energieeffizienz der Gebäude deutlich verbessern, auf der anderen aber auch praktikabel und bezahlbar sind. Die vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie BMWi (jetzt Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz), geförderte Projektinitiative IntegraTE sondiert die Möglichkeiten und Grenzen sogenannter PVT-Wärmepumpensysteme. PVT-Kollektoren gewinnen sowohl Strom als auch Wärme aus Sonnenenergie.

Mit dem deutschen Klimaschutzgesetz wurden die Klimaschutzvorgaben verschärft und die Zeitspanne bis zur angestrebten Nettotreibhausgasneutralität um fünf Jahre auf das Jahr 2045 verkürzt. Bereits bis 2030 sollen die Emissionen um 65 % gegenüber 1990 sinken – entsprechend sind die Energiewirtschaft, die Industrie, der Bereich

Verkehr, die Landwirtschaft und auch der Gebäudesektor in punkto Energieeffizienz und Klimaschutz gefordert. Um die angestrebten CO<sub>2</sub>-Reduzierungen zu realisieren, muss der Primärenergiebedarf für Millionen Immobilien in Deutschland Jahr für Jahr deutlich reduziert werden. Das ist mit hohen Kosten verbunden und erfordert darüber hinaus sinnvolle Energieversorgungskonzepte für den Neubau und vor allem für die Bestandsmodernisierung.

„Bezüglich Energieeffizienz und Emissionsreduktion im Wohnungsbaubestand werden sich die Unternehmen im Rahmen der Erneuerung beziehungsweise Modernisierung auch weiterhin auf neue effiziente Techniken einlassen müssen“, erklärt Uwe Ricke-Adler, Vorstand der Gemeinnützigen Bau- und Siedlungsgenossenschaft Wiesbaden (Geno50). Ein Schwerpunkt der Geschäftstätigkeit liegt heute auf der Aktualisierung und Modernisierung des Wohnungsbestandes.

„Im Vorfeld einer Sanierung müssen wir genau prüfen, welche technischen Einrichtungen im jeweiligen Projekt als

sinnvolle Lösung möglich sind“, fasst Ricke-Adler seine Erfahrungen zusammen. „Das werden in Zukunft eher individuelle Einzellösungen sein, die den jeweiligen Anforderungen an Energieeffizienz und Emissionsreduktion im Wohnungsbaubestand gerecht werden.“ Die Geno50 hat inzwischen bereits Erfahrungen mit Biomassenahwärmenetzen in Verbindung mit Pelletheizkesseln, Solarthermie verbunden mit Gasbrennwerttechnik sowie der Kombination von Photovoltaik und Wärmepumpen gesammelt. In letzterer Lösung sieht Ricke-Adler großes Potential.

### Grenzen der Wärmepumpe bei der Bestandssanierung

Doch gerade im Bestand sind der Wärmepumpe Grenzen gesetzt. Denn die vorhandene Grundstücksfläche ist in vielen Fällen nicht ausreichend, um das Erdreich als Wärmequelle zu nutzen. Und wird auf eine Luft/Wasser-Wärmepumpe gesetzt, ist häufig der Geräuschpegel, der beim Ansaugen der Luft in die Außeneinheit entsteht, ein Hindernis – wenn nicht sogar ein Ausschlusskriterium. „Um die Anlagen wirtschaftlich zu betreiben, sind Arbeitszahlen der Wärmepumpe deutlich über 3 notwendig“, so die Erfahrung von Tobias Reichert, zuständig unter anderem für Energiekonzepte im Unternehmensbereich Modernisierung und Großinstandhaltung der Nassauischen Heimstätte Wohnungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH, unter Leitung von Karin Hendriks, in Frankfurt am Main. „Dies ist bei unsanierten Häusern mit hohem Temperaturniveau kaum möglich.“

Um diese Schwierigkeiten zu kompensieren, haben Reichert und sein Kollege Mathias Lupp, aus dem Fachbereich Zentrale Technische Aufgaben (ZTA), nun erstmals PVT-Wärmepumpensysteme im Rahmen der Bestandssanierung eingesetzt. Diese Technologie gewinnt über PVT-Kollektoren sowohl Strom als auch Wärme aus Sonnenenergie und beliefert damit eine Wärmepumpe. Neben der Wärmeversorgung ist auch die Kühlung bei entsprechender Funktionalität des Systems in den Sommermonaten möglich.





Bild: Tina Merkau

### PVT-Wärmepumpen für Quartier in Frankfurt

In Frankfurt Fechenheim werden von der Nassauischen Heimstätte im Rahmen eines Sanierungsprojekts bei vier Gebäuden mit rund 100 Wohnungen erstmals PVT-WP-Systeme den Betrieb aufnehmen (Bild 1). Jeder der vier Gebäuderiegel wurde mit einer autarken PVT-Wärmepumpen-Anlage ausgerüstet. Diese umfasst jeweils 72 PVT-Module mit einer Gesamtfläche von 119 m<sup>2</sup> und zwei Wärmepumpen, die modulierend bis 20 kW Nennleistung bringen. Außerdem wurden pro Gebäude zwei Gasbrennwertgeräte mit insgesamt 76 kW als Zusatzheizung installiert. Laut Simulation liefert das PVT-WP-System mehr als 50 % des jährlichen Gesamtwärmebedarfs eines Gebäuderiegels, der restliche Wärmebedarf wird über die Brennwertkessel gedeckt. Die Jahresarbeitszahl (JAZ) der Wärmepumpen liegt bei 3,8. Das heißt, die Wärmepumpe benötigt nur eine Einheit Strom, um fast vier Einheiten Wärme zur Verfügung zu stellen.

„Bevor wir die neuen Systeme installiert haben, wurden die Wohnungen vollmodernisiert, so dass der jährliche spezifische Heizwärmebedarf heute 38,4 kWh/m<sup>2</sup> beträgt“, beschreibt Mathias Lupp den

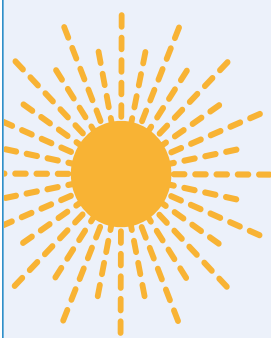
Ablauf der Sanierungsarbeiten. „Es wurden neue dreifachverglaste Fenster eingebaut, ein Wärmedämmverbundsystem (WDVS) mit 16 cm Dämmung angebracht, sowie die Kellerdecke und die oberste Geschossdecke gedämmt. Neben der neuen Zentralheizung inklusive zentraler Warmwasserbereitung ist auch eine kontrollierte Wohnungsabluft installiert worden. Die Vorlauftemperatur liegt nun unter Volllast bei 55 °C.“ Normalerweise modernisiert die Nassauische Heimstätte im bewohnten Zustand, coronabedingt hat die Modernisierung jedoch zum Leerzug in den Wohnungen geführt.

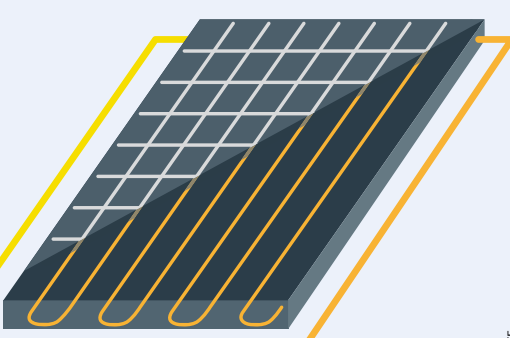
Finanzielle Unterstützung für das Projekt erhielt die Nassauische Heimstätte aus dem Fördermitteltopf des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), wobei sich die Fördersituation kontinuierlich verbessert. „Seit 2021 können wir über die KfW die kompletten Anlagen und die energetische Ertüchtigung der gesamten Hüllfläche zur Verbesserung der Energieeffizienz fördern lassen,“ erläutert Lupp.

Grenzen für den Einsatz von PVT-WP-Systemen sieht Lupp in den derzeit trotz Förderung hohen Investitionskosten. Trotzdem sei die Technologie vor allem dann prädestiniert, wenn eine Vollmodernisierung anstehe. „Geht es um einen reinen Technikaustausch bei einer Heizungsanlage mit 70 °C Vorlauf, kann ich mit diesen Systemen keine lohnende Jahresarbeitszahl erzielen“, lautet seine Bilanz. Auch sollten Bauherren beachten, dass es diese Technologie noch nicht von der Stange gibt. „Die Systeme laufen immer nur so gut, wie die Fachleute sie jeweils konzipiert haben beziehungsweise so gut, wie die Steuerung programmiert wurde“, gibt Lupp zu bedenken „Aber mit zunehmender Marktdurchdringung wird sich das schnell verbessern.“

Bild 2: Ein weiterer Pionier beim Einsatz von PVT-WP-Systemen ist die Berliner Degewo. Die Anlage ist Teil des Sanierungskonzeptes für ein Mehrfamilienhaus in Berlin-Lankwitz von 1954 mit 64 Wohneinheiten, komplett saniert über acht Stockwerke mit einer Gesamtwohnfläche von 3.733 m<sup>2</sup>.

PVT-Kollektor – ideale Ergänzung zur Wärmepumpenheizung





**Solarstrom**

**Solarwärme**

Ein PVT-Kollektor erzeugt aus Solarstrahlung sowohl Strom als auch Wärme. Dazu wird hinter das Photovoltaik-Modul ein Rohrregister montiert, das von einem Wärmeträger durchflossen wird. Dieser thermische Absorber nimmt die Abwärme der Photovoltaik-Module und die Umgebungswärme auf und stellt sie der Wärmepumpe als Wärmequelle zur Verfügung. Der Solarstrom kann außerdem zum Betrieb der Wärmepumpe oder im Haushalt verwendet werden.

Das Rohrregister besteht aus Aluminium, Kupfer oder Kunststoff und ist mit dem PV-Modul entweder fest verklebt, laminiert, in den Rahmen eingeklemmt oder kann bei bestehenden PV-Anlagen nachgerüstet werden. Übers Jahr hinweg können PVT-Kollektoren bis zu viermal mehr Gesamtenergie, also Wärme und Strom, liefern als eine Photovoltaikanlage mit der gleichen Fläche und sind damit eine ideale Ergänzung zu einer Wärmepumpenheizung.

Grafik: Integrate

### Sanierungskonzept in Berlin-Lankwitz

Ein weiterer Pionier beim Einsatz von PVT-WP-Systemen ist die Berliner Degewo. Die PVT-Wärmepumpenanlage ist Teil des Sanierungskonzeptes für ein Mehrfamilienhaus in Berlin-Lankwitz (Bild 2). 1954 erbaut, umfasst das Gebäude insgesamt 64 Wohneinheiten über acht Stockwerke mit einer Gesamtwohnfläche von 3.733 m<sup>2</sup>. Die komplexe Sanierung wurde von Januar 2016 bis Juni 2017 durchgeführt und von der HTW Berlin wissenschaftlich begleitet. Projektziele waren unter anderem die Transformation des Gebäudebestandes im Einklang mit den energiepolitischen Vorgaben wie der Treibhausgasneutralität 2045 sowie die weitgehende Eigenversorgung mit Wärme und Hausstrom. Dabei sollten

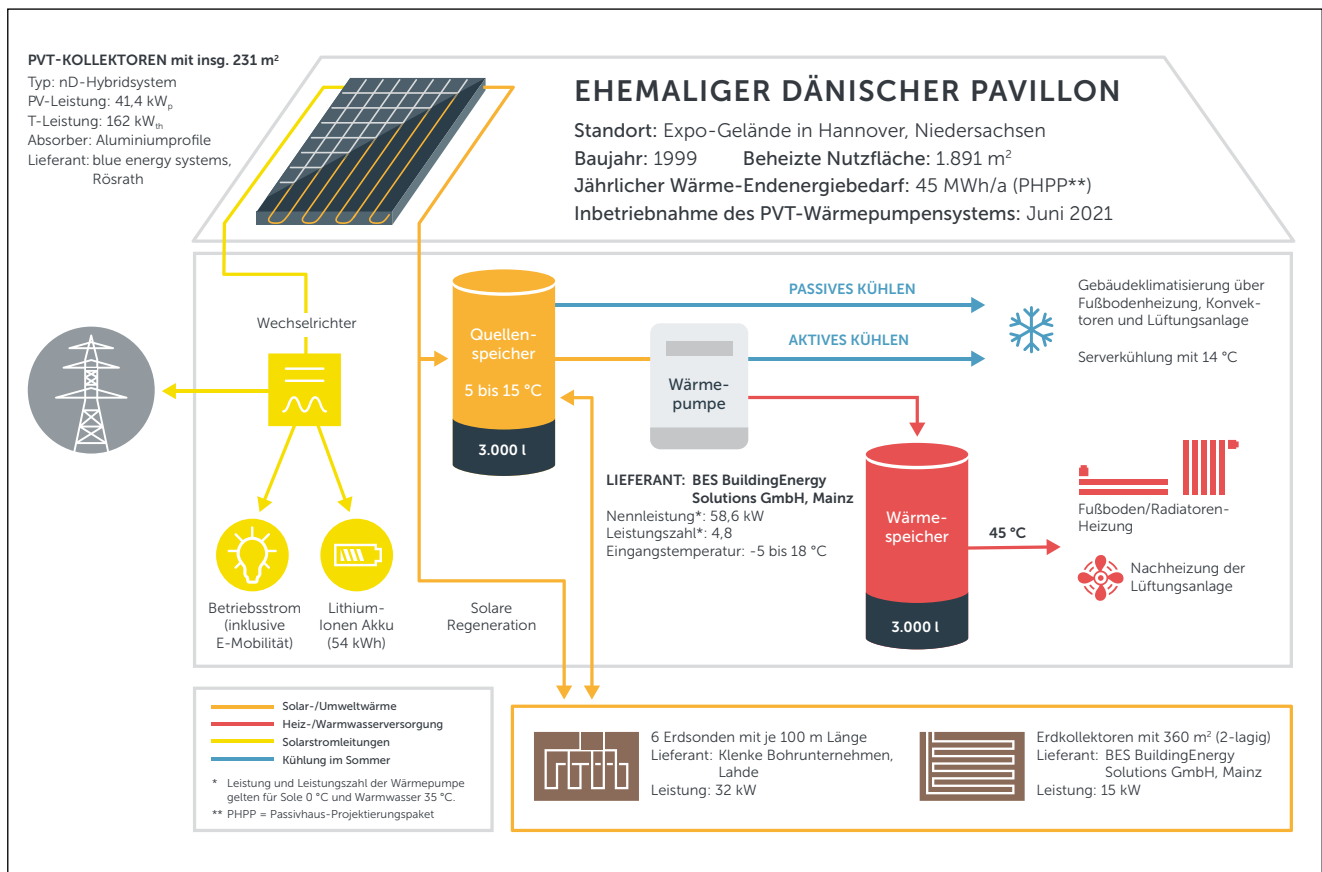


Bild 3: Herzstück des Gebäudeenergiesystems im ehemaligen Dänischen Pavillon ist eine Wärmepumpenanlage mit PVT-Kollektoren und dualen geothermischen Wärmequellen, die den Gebäudekomplex vollständig mit Wärme und Kälte versorgt.

unterschiedlichste innovative Technologien in einem Reallabor kombiniert werden, mit dem Ziel eines maximalen Erfahrung- und Erkenntnisgewinns, niedriger Energiekosten bei hohem Raumkomfort sowie einer zukunftsfähigen und langfristig nachhaltigen Bestandssanierung.

Im Rahmen der Sanierung wurde zunächst der Niedrigenergiehausstandard umgesetzt. Dies erforderte einen temporären Auszug der Mieter und umfasste eine Verdoppelung der Fassaden- und Dachdämmung, den Austausch der Fenster, den Einbau einer kontrollierten mechanischen Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung sowie eine Minimierung von Wärmebrücken. Außerdem wurden die Wohnungen mit einer Deckenheizung in Form von Kapillarrohrmatten ausgestattet, um das Heizen der Räume auf einem niedrigen Temperaturniveau zu ermöglichen. „Wir mussten das Gebäude für den Einbau der Deckenheizungen komplett entmieten“, erklärt Volker Ries, Energiemanager bei der Degewo Netzwerk in Berlin. „Das machen wir normalerweise bei einer Bestandssanierung nicht, weil das viel zu teuer ist.“

Angestrebt wurde eine maximal mögliche Energiegewinnung über die Gebäudehülle durch den Einsatz von PV-Modulen und PVT-Kollektoren auf dem Dach und an der Fassade. Die Wärme aus

der 188 m<sup>2</sup> großen PVT-Anlage dient als Energiequelle für die beiden Sole-Wärmepumpen sowie für die Regeneration eines teilweise wärmedämmten Niedertemperatur-Erdreichspeichers. Insgesamt können 121 Module zum Einsatz. Über die Wärmepumpen werden die Wohnungen mit Heizwärme und Warmwasser versorgt. Im Winter wird die Wärmeversorgung durch den bestehenden Anschluss ans örtliche Nahwärmenetz ergänzt. Die Steuerung sieht vor, dass vorrangig das Warmwassersystem als Hauptverbraucher mit Nahwärme versorgt wird. Auf diese Weise kann die Heizungs-wärmepumpe über die Wintermonate durchgängig bei niedrigeren Temperaturen betrieben werden, was die Jahresarbeitszahl verbessert. Dieses Konzept zahlt sich aus: Die JAZ der Wärmepumpe für das Heizen liegt bei 3,8, während Brauchwasser über das Jahr mit einer JAZ von nur 2,9 bereitgestellt wird.

Nicht alle Ziele für das Zukunftshaus-Konzept der Degewo wurden erfüllt. Dennoch, nach der Sanierung benötigt der Betrieb des Gebäudes 70 % weniger Energie und verursacht 80 % weniger an CO<sub>2</sub>-Äquivalenten Emissionen. Mit dem zunehmenden Anteil an erneuerbaren Energien am deutschen Strommix, wird sich der CO<sub>2</sub>-Ausstoß des Gebäudes in Zukunft noch weiter reduzieren.

## Gebäudeenergiestandard der Zukunft

20 Jahre nach der Expo 2000 in Hannover strahlt der ehemalige Dänische Pavillon wieder Innovationskraft aus. Der neue Besitzer, Carsten Grobe, sanierte mit seinem Architektur- und TGA-Planungsbüro den fast 2.000 m<sup>2</sup> großen Gebäudekomplex, bestehend aus Büro-, Schulungs- und Veranstaltungsflächen, zu einem hocheffizienten, ökologischen Vorzeigeprojekt. Durch die energetische Ertüchtigung der Gebäudehülle und den Einbau einer Lüftungsanlage mit effizienter Wärmerückgewinnung konnte für das Bürogebäude der spezifische Heizwärmebedarf pro Jahr auf 25 kWh/m<sup>2</sup> reduziert und die gesetzlichen Neubausstandards deutlich unterboten werden. Der verbleibende, geringe Restenergiebedarf kann nahezu vollständig über Erneuerbare Energien gedeckt werden.

Das Herzstück der Gebäudetechnik für Heizen und Kühlen und zur Stromerzeugung ist die gebäudeintegrierte, regendichte PVT-Anlage auf dem Dach des Hauptgebäudes in Verbindung mit einer Sole/Wasser-Wärmepumpe (Bild 3). Von der insgesamt 325 m<sup>2</sup> großen PV-Anlage mit einer Nennleistung von 61 kW<sub>p</sub> sind 230 m<sup>2</sup> mit thermischen Absorberfeldern hinterlegt. Durch einen modularen Aufbau war es möglich, individuelle rahmen-

lose Photovoltaikmodule zu wählen. Durch diese Gebäudeintegration ist ein ästhetisches, einheitliches Erscheinungsbild gewahrt.

Die 60-kW-Wärmepumpe fungiert als monovalenter Wärme- und Kälteerzeuger und erreicht nach dynamischen Simulationsberechnungen eine Jahresarbeitszahl von 4,9. Ein 3.000 Liter großer Quellspeicher, der sowohl vom Dach als auch aus dem Erdreich Wärme aufnimmt und die Wärmepumpe ganzjährig mit Energie versorgt, dient gleichzeitig als Kältespeicher für die Gebäude- und Serverkühlung. Im Heizbetrieb kann die Anlage wahlweise Wärme aus den PVT-Kollektoren oder aus dem Erdreich über Erdwärmesonden (6 Stück à 100 m) und Erdwärmekollektoren (360 m<sup>2</sup> doppellagig) beziehen. Auch eine passive Kühlung erfolgt über die PVT-Kollektoren und das Erdreich. Die Anlagenregelung wählt dabei die Energiequelle, bzw. Energiesenke aus, die das beste Temperaturniveau bietet. Die solare Regeneration durch die PVT-Kollektoren verhindert ein Absinken der Erdreichtemperaturen und stellt dadurch einen energieeffizienten Wärmepumpenbetrieb über die gesamte Lebensdauer sicher. Ein eigenes Betriebsmonitoring soll die Effizienz stetig überwachen und das System weiter optimieren. Eine der Zielsetzungen ist, im Betrieb eine Jahresarbeitszahl von über 5 zu erreichen.

Heute dient das Hauptgebäude des zum Plusenergiegebäude sanierten Pavillons dem Architektur- und TGA-Planungsbüro von Carsten Grobe als Firmensitz. Die Nebengebäude wurden für externe Veranstaltungen oder private Feiern der Öffentlichkeit wieder zugänglich gemacht. „Unser Firmensitz erfüllt schon heute die Klimaschutzziele 2030 bis 2045. Durch die Sanierung der Gebäudehülle auf Passivhausstandard können wir den sehr geringen Heiz- und Kühlbedarf nahezu vollständig über die PVT-Anlage mit Sole/Wasser-Wärmepumpe decken“, sagt Geschäftsinhaber Carsten Grobe.

### Viermal mehr Gesamtenergie als eine PV-Anlage

Die effiziente Flächennutzung, das einheitliche Erscheinungsbild, die geräuschlose Arbeitsweise und die Verbesserung der Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe durch die Sonnenenergienutzung vom Dach sind die wesentlichen Vorteile von PVT-Kollektoren (siehe Check-Box). Übers Jahr hinweg produzieren diese etwa viermal mehr Gesamtenergie, also Wärme und Strom, als eine Photovoltaikanlage mit der gleichen Fläche.

Der Nutzer profitiert nicht nur von dauerhaft niedrigen Betriebskosten, sondern auch von einer lokal emissionsfreien Heizung ohne Feinstaub, die im Vergleich zu einem Gas-Brennwertgerät nur etwa halb so hohe CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht und anders als eine Luft-Wärmepumpe geräuschlos arbeitet.

Im Gebäudesektor ist zur Einhaltung der Klimaziele eine drastische Verbesserung der Energieeffizienz gefordert. Die Kombination von PVT-Kollektoren mit der Wärmepumpe kann überall dort eine interessante Lösung bieten, wo eine energetische Nutzung des Erdreichs nicht möglich ist oder die klassische Luft-Wasser-Wärmepumpe als zu laut empfunden wird. Im Bestand lohnt es sich dabei, den Energiebedarf der Gebäude vorab deutlich zu reduzieren und das Temperaturniveau des Heizungssystems signifikant abzusenken. Dadurch lassen sich mit den Hybridsystemen aus PVT-Kollektoren und Wärmepumpe Jahresarbeitszahlen von 4 und höher erreichen.

#### ZUR AUTORIN:

► *Stephanie Banse*  
Hamburg

banse@solrico.com

### Check-Box: Welche Vorteile bieten PVT-WP-Systeme im Wohnungsbau und was ist bei ihrem Einsatz zu beachten?

- Vor allem dort, wo das Erdreich nicht als Wärmequelle genutzt werden kann und eine Luft/Wasser-Wärmepumpe nicht gewünscht ist, können PVT-Kollektoren eine nachhaltige regenerative Energiequelle für die Wärmepumpe sein.
- Der Einsatz von PVT-Kollektoren ist überall dort interessant, wo über die Dachfläche nicht nur PV-Strom sondern auch Solarwärme gewonnen werden soll und dabei ein einheitliches Erscheinungsbild gewünscht ist.
- Für die PVT-Kollektoren sollte eine ausreichende unverschattete Dachfläche zur Verfügung stehen. Diese wird durch den Einsatz der Hybrid-Kollektoren optimal genutzt.
- Im Zusammenspiel mit PVT-Kollektoren lässt sich die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe deutlich verbessern.
- Für einen effizienten und wirtschaftlichen Einsatz mit hohen Jahresarbeitszahlen im Bestand ist oftmals eine Sanierung der Gebäude erforderlich.

### Weitere Informationen zum IntegraTE-Projekt:

Dr. Harald Drück, IGTE Universität Stuttgart,  
harald.drueck@igte.uni-stuttgart.de  
Dr. Korbinian Kramer, Fraunhofer ISE Freiburg,  
korbinian.kramer@ise.fraunhofer.de  
Peter Pärish, Institut für Solarenergieforschung in Hameln,  
paerisch@isfh.de  
<https://wp-monitoring.ise.fraunhofer.de/integrate/german/index/index.html>



**Kostenlos 30 Tage testen!**  
[www.valentin-software.com](http://www.valentin-software.com)

## Ihre Software für professionelle PV-Planung

**PV\*SOL premium 2022**

PV-Systeme smarter planen:

- Verbesserte Performance
- Import von PAN-Files
- Neue Klimadaten-Quellen

**vaLENTIN**  
software



# HEIM-BATTERIESPEICHER MIT ZUSATZNUTZEN

NEBEN DER ERHÖHUNG DER EIGENVERBRAUCHSQUOTE KANN EIN STROMSPEICHER AUCH NOCH ANDERWEITIG SINNVOLL GENUTZT WERDEN

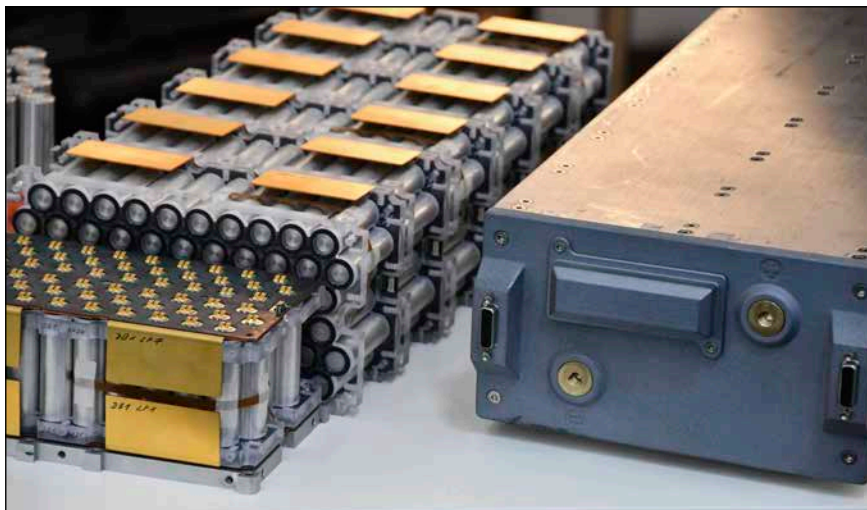


Bild 1: Solche Batteriezellen im Heimspeicher können nicht nur Eigenverbrauch erhöhen

**A**ktuell berichten Installateure, dass nicht nur 50, sondern 60 bis 70 Prozent der neuen PV-Anlagen, die bei ihnen angefragt und beauftragt werden, gleich zusammen mit einem Batteriespeicher ausgestattet werden. Die Kunden investieren hier lieber ein wenig mehr Geld, um ihre Solaranlage besser nutzen zu können. Neben der reinen Erhöhung des Eigenverbrauches können weitere Aspekte dafür eine Rolle spielen, die wir an dieser Stelle beleuchten wollen.

## Batteriespeicher bei Eigenversorgung

Der Hauptgrund für die Anschaffung eines Batteriespeichers ist und bleibt die Erhöhung der Eigenversorgung. Strom, der an einem sonnigen Tag vom Dach gemernt wird, kann dann später am Abend oder in der Nacht verbraucht werden. Genutzt wird dieser Strom für den Stand-By-Verbrauch der elektrischen Geräte von Internetrouter über Telefonanlage bis zum Grundverbrauch von Video-rekorder oder der TV-Empfangsbox. Auch der abendliche Betrieb von Elektrogeräten von Kaffeemaschine bis zum Fernseher und der Beleuchtung im Haus kann aus dem Speicher erfolgen.

## Variable Speichergröße

Doch wie groß soll denn ein Stromspeicher sein? Ohne zusätzliche Aufgaben, siehe weiter, wird oft eine Daumenregel angewendet: Pro 1.000 Kilowattstunden Hausstromverbrauch sollte der Stromspeicher eine kWh groß sein. Für einen Haushalt mit 5.500 kWh Jahresstromverbrauch also rund 5,5 oder aufgerundet 6 kWh. Die Speicherhersteller bieten inzwischen alle unterschiedlichen Abstufungen von Speichergrößen an: Entweder, indem in ein großzügig gestaltetes Speichergehäuse mal mehr oder weniger Batteriemodule eingesetzt werden (z.B. bei Varta oder E3/DC) oder indem die Speichersysteme selbst modular beim PV-Betreiber aufgebaut werden können. Dann werden wie im Bild 2 direkt im Keller einzelne Batteriemodule in Boxengehäusen übereinander aufgetürmt und mit einer gemeinsamen Regelungsbox abgeschlossen (z.B. Heckert Solar, BYD, Growatt). Doch Achtung auch für die Interessenten mit dickem Geldbeutel: Viel mehr Speichervolumen heißt nicht automatisch eine signifikant höhere Eigenstromnutzung; hier spielt vor allem das Verbrauchsprofil eine Rolle.

Hintergrund: Im Winter kann auch ein großer Speicher bei schlechtem Wetter

nicht vollgeladen werden, im Sommer wird ein zu großer Speicher in einer Woche mit täglichem Sonnenschein nicht leer. Eine gute Auslegung ist daher wichtig, um eine technisch und wirtschaftlich sinnvolle Speichergröße vorab zu ermitteln.

Doch jetzt zu den möglichen Zusatznutzen, um die es sich in diesem Beitrag ja drehen soll.

## Zusatznutzen Notstrom

Werden Interessent:innen gefragt, wird oftmals als erstes der Notstrom als wünschenswerter Zusatznutzen genannt. Notstromversorgung bedeutet, dass die Stromversorgung im Haus auch bei einem Ausfall des öffentlichen Netzes vollständig erhalten bleibt und der Nutzer im Haus gar nicht merkt, wenn von außen die Stromversorgung zusammenbricht. Das ist prinzipiell mit am Markt verfügbaren Batteriespeichern möglich, aber nur mit wenigen. Diese enthalten dann eine Art unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV), die bei Stromausfall einfach weiterläuft, in einem zweiten Schritt wird dann unsichtbar für den Betreiber das äußere Stromnetz getrennt und auf die Versorgung aus den Batterien des Stromspeichers umgeschaltet.

Doch ist das in einem typischen deutschen Haushalt sinnvoll? Ein großes Gegenargument sind die Kosten, denn die Stromspeicher mit dieser Funktionalität sind deutlich teurer als Standard-Stromspeicher. Ein weiteres Gegenargument: Wir haben in Deutschland eines der si-



Bild 2: Modulare Heimspeicher in verschiedenen Größen

chersten Stromnetze mit durchschnittlichen Ausfallzeiten von unter 11 Minuten pro Jahr (Wert von 2020). In anderen Ländern wären Stromkunden glücklich, wenn die Ausfallzeit unter 11 Minuten pro Tag liegen würde. Und ein letztes Argument dagegen: Für den normalen Hausgebrauch ist üblicherweise eine kurze Stromunterbrechung unschädlich, so dass auch eine Ersatzstromversorgung (siehe nächster Absatz) ausreicht. Laptops und viele andere Haushaltsgeräte, die ja teils kleine Pufferbatterien enthalten, bleiben von kurzen Stromausfällen völlig unbeeindruckt.

### Ersatzstrom als Zusatznutzen

Eine Ersatzstromfunktion kann bei uns deutlich mehr Sinn in einem typischen Haushalt machen als der Notstrom. Einzig bei speziellen Geräten, die auch einen kurzfristigen Ausfall nicht vertragen, wäre dem Ersatzstrom eher der Notstrom (voriger Absatz) vorzuziehen. Bei der Ersatzstromversorgung wird im Falle eines äußeren Stromausfalls das Haus kurz komplett dunkel, bevor die Regelung die Leitungen des Hausnetzes vom öffentlichen Netz trennt und dann beginnt, ein eigenes Stromnetz wieder aufzubauen.

Vorsicht an dieser Stelle: es gibt hier verschiedene Möglichkeiten, die die Speicherhersteller anbieten: Im besten (und teuersten) Fall wird das Hausstromnetz ohne Einschränkungen komplett dreiphasig aufgebaut. Einige Anbieter bieten den Ersatzstrom nur einphasig an, dann muss im Haushalt sichergestellt sein, dass die wichtigen Verbraucher auch wirklich an jener Phase angeschlossen sind, denn nur dann erhalten sie Ersatzstrom. An welcher Phase eine Steckdose hängt, kann leider nicht an der Dose abgelesen werden, das muss in den Stromplänen abgelesen oder per Ausschalten von Sicherungen im Sicherungskasten ausprobiert werden. Unter Umständen stehen dann Umverkabelungen an, wenn bestimmte Geräte an ihren Stellen im Haus verbleiben sollen, dort aber aktuell die falsche Phase angeschlossen ist.

Auch am Markt erhältlich sind Speicher, die nur an einer einzigen Steckdose am Speicher selbst im Falle des Falles einen Ersatzstrom mit geringer Leistung bereitstellen. Das mag sinnvoll sein, wenn damit die Heizungspumpe weiter betrieben werden kann. Doch der Rest des Hauses bleibt vollständig dunkel, das muss einem als Käufer eines solchen Systems bewusst sein.

Allen Arten des Ersatzstroms ist gemein, dass der Ersatzstrom erst nach einer vollständigen Unterbrechung bereitsteht, es bleibt bei einem Stromausfall also erst einmal z.B. 30 Sekunden finster, bevor

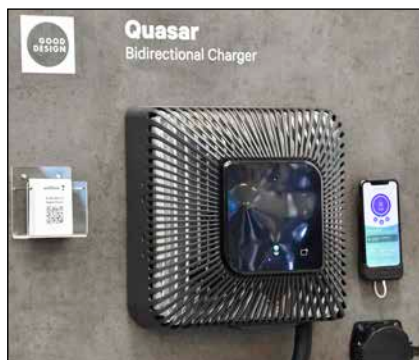


Bild 3: Wallbox zum bidirektionalen Laden

der Ersatzstrom anspringt. Und die gleiche Pause tritt nochmals auf, wenn von Ersatzstrom wieder auf Stromversorgung des öffentlichen Netzes zurückgeschaltet wird.

Und noch ein Hinweis: Beim Nachdenken über Ersatzstrom bitte berücksichtigen, dass es Geräte gibt, die zwingend auf dreiphasige Versorgung angewiesen sind: Das kann die Herd/Backofen-Kombination, aber auch eine Haussauna, ein Aufzug oder (am wichtigsten) eine Wärmepumpe, sein. Mit einem einphasigen Ersatzstrom kann bei einer Gasheizung zwar die Heizungssteuerung betrieben werden, damit es warm bleibt, für das Einschalten mancher Wärmepumpe kann das zu wenig sein, manche Geräte brauchen auf allen drei Phasen Strom, um arbeiten zu können.

### Elektroauto kann profitieren

Noch eine Möglichkeit für eine erweiterte Speichernutzung ist die Aufladung des eigenen Elektrofahrzeugs. Das kann für speziellere Kombinationen praktisch sein, im Allgemeinen eher nicht. Warum? Zum einen wegen der unterschiedlichen Speichergrößen: Während ein Heimspeicher eher 10 bis 15 kWh Kapazität hat, sind es bei Elektrofahrzeugen eher 50 bis zum Teil 100 kWh. Nur wenn das Elektroauto sehr wenig genutzt wird und damit auch wenig nachgetankt werden muss, kann das aus dem Solarspeicher vollständig erfolgen. Eine Chance ist das für Pendler, deren Fahrzeuge tags nicht zuhause stehen, aber nur kurze Strecken zurücklegen. Zum anderen sind etliche Elektroautos heute Zweitwagen, die tagsüber meist zuhause stehen und dann direkt (ohne Umweg über einen Stromspeicher) aus der eigenen Solaranlage geladen werden können.

### Und bidirektional?

Den Stromspeicher mit Strom aus dem E-Fahrzeug aufzuladen oder Strom in den Haushalt zurück zu speisen ist derzeit meist noch Zukunftsmusik. Ja, in Asien ist das eingeführt und in einigen Demo-Pro-

jekten bei uns wird es erprobt und es ist technisch nicht besonders problematisch. Aber schon allein die entsprechenden Normen, die den Standard der Kommunikation zwischen Fahrzeug und Wallbox für den bei uns verwendeten Ladestecker definieren, sind noch nicht fertig. Und auch aus zwei anderen Gründen wird sich die Rückspeisung vermutlich noch länger nur in der Theorie abspielen: Es sind nun auch Wallboxen angekündigt, die bidirektionales Laden können, diese sollen im Sommer verfügbar sein, aber rund 8.000 Euro, also ein Vielfaches einer einfachen Wallbox, kosten werden. Da stellt sich die Frage: Wie kann oder soll sich das rechnen? Über ein wenig Stromrückspeisung in den Haushalt sicherlich nicht.

### Zweifelhaft: Cloudlösungen

Einige Speicheranbieter machen damit Werbung, dass überschüssiger Solarstrom in einer Cloud, also einem virtuellen Speicher zwischengespeichert und dann zum Beispiel im Winter wieder aus der Cloud zurückgeholt werden kann. Solche Angebote sind meist etwas komplexer und – wie eine Zusammenfassung der Verbraucherzentrale NRW<sup>1)</sup> zeigt – meist teurer als die einfache Speicherlösungen. Nachdem erfolgreichen Abmahnungen wurden auch einige Angebote am Markt wieder eingestellt. Hintergrund: Die Suggestion, dass Strom vom Sommer in den Winter gespeichert wird, ist Unsinn. Hintergrund ist – trotz dieser plakativen Werbeaussage – immer der Verkauf eines Batteriespeichers und der Verkauf eines damit verbundenen Stromlieferungsvertrages. Auch ein großer Anbieter – Eon – hat den erst 2018 eingeführten „Solar-Cloud“-Tarif letzten September wieder vom Markt genommen.

Der Vollständigkeit halber sei hier noch erwähnt, dass es bei Stromspeichern im gewerblichen Bereich noch zahlreiche weitere Funktionen gibt, die neben den oben genannten Punkten auch die Wirtschaftlichkeit eines Speichersystems teils recht rasch erreichbar machen. Dazu zählt die Kappung von Lastspitzen, die Glättung von Netzstrom im Firmenareal und die Bereitstellung von Blindleistung. Doch diese Punkte seinen hier nur kurz erwähnt, bei den Stromspeichern im Haushalt spielen diese Aspekte keine Rolle.

### Fußnote:

<sup>1)</sup> [www.verbraucherzentrale.de](http://www.verbraucherzentrale.de), dann im Suchfenster „Stromclouds“ eingeben

### ZUM AUTOR:

► Jörg Sutter  
Vizepräsident DGS

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



# CARNOT-BATTERIE MIT KWK

## multiTESS - DER MULTIFUNKTIONALE THERMISCHE STROMSPEICHER



Bild 1: Wärmespeichersystem (große Tanks am rechten Bildrand) im Parabolrinnenkraftwerk Shagaya (Kuwait)

Zum Ausgleich der Volatilität der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien unter Wahrung der Versorgungssicherheit bedarf es eines Ausbaus der Speicherkapazitäten im deutschen Stromnetz. Aktuell dominieren Pumpspeicherkraftwerke und Batteriespeicher den Markt. Trotz der bewährten Technologie ist das Potenzial für den Zubau von weiteren Pumpspeicherkraftwerken in Deutschland eingeschränkt. Andererseits ist es fraglich, ob der wachsende Speicherbedarf überwiegend durch Batteriespeicher zu vertretbaren Kosten gedeckt werden kann, da damit ein hoher Verbrauch an begrenzten Ressourcen einhergeht sowie ein hoher Bedarf in anderen Sektoren, wie z.B. der E-Mobilität, besteht. Infolgedessen wird von zahlreichen Institutionen an alternativen Speichertechnologien geforscht. Hierzu zählen neben Druckluftspeichern auch thermische Stromspeicher, für die sich der Begriff der Carnot-Batterie zu etablieren beginnt.

Benannt ist dieser Batterietyp nach dem Urvater der Thermodynamik, dem französischen Physiker Sadi Carnot (1776 bis 1832), der erstmalig den Zusammenhang zwischen Wärme und mechanischer Arbeit theoretisch beschrieb und damit einen entscheidenden Beitrag zum Siegeszug der Wärmekraftmaschinen leis-

tete. Wärmekraftmaschinen bildeten die Grundlage der industriellen Revolution. Die dort ablaufenden Kreisprozesse werden auch als Carnot-Prozesse bezeichnet. In einem solchen Prozess wird Wärme, aktuell überwiegend erzeugt durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe, entweder direkt in mechanische Arbeit oder weiter in elektrischen Strom umgewandelt.

Das Thema Speicherung spielt bei fossil angetriebenen Maschinen eine untergeordnete Rolle, da der Brennstoff quasi selbst als Speicher fungiert. Anders bei solarthermischen Kraftwerken, die mit Hilfe konzentrierter Solarstrahlung klassische Kraftwerksprozesse antreiben. Solche Kraftwerke stehen in größerer Zahl im Sonnengürtel der Erde (ca. 119 Anlagen mit einer Gesamtkapazität von 6.2 GW<sup>1)</sup>). Mit speziellen thermischen Hochtemperaturspeichern kann die eingesammelte Sonnenwärme bei hohen Temperaturen zwischengespeichert werden, anstatt sie direkt zur Stromproduktion zu verwenden (Bild 1). Dadurch gelingt eine Entkopplung von Strahlungsangebot und Stromproduktion. Die erste Anlage nach diesem Konzept wurde bereits im Jahr 2008 in Spanien in Betrieb genommen<sup>1)</sup> und arbeitet mit Flüssigsalz als Speichermedium. Das kalte und das heiße Salz werden dabei in zwei unterschiedlichen

Tanks gespeichert und zum Be- und Entladen zwischen den Tanks hin- und hergepumpt. Inzwischen wird kaum ein neues solarthermisches Kraftwerk ohne einen solchen Speicher gebaut.

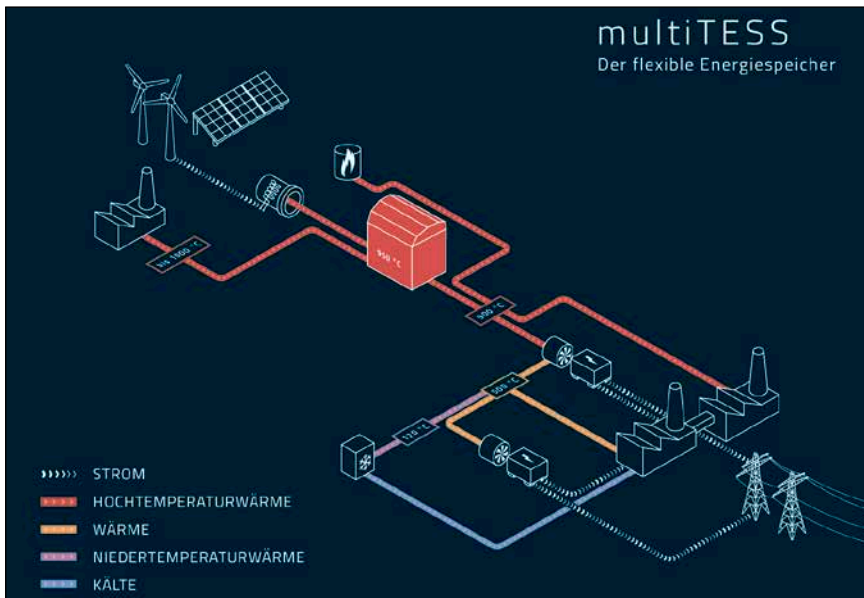
### Vom Kraftwerk zur Batterie

Nun ist ein Kraftwerk mit Speicher noch keine Batterie. Doch der Schritt dahin ist nicht gewaltig. Dazu muss lediglich das Solarfeld durch eine Hochtemperatur-Power-to-Heat-Anlage ersetzt werden. So kann in einem solchen System nicht nur direkte Solarwärme, sondern auch sogenannter Überschussstrom aus Wind- und PV-Anlagen eingespeichert und später wieder rückverstromt werden. Für diese Art der thermischen Stromspeicherung wurde der Begriff „Carnot-Batterie“ eingeführt.

Mehrere Forschungseinrichtungen und Unternehmen arbeiten seit einigen Jahren an solchen Konzepten. Deutschlands größte und bis dahin einzige Carnot-Batterie, die den Prozess vollständig umsetzt, wurde 2019 in der Versuchsanlage ETES realisiert<sup>2)</sup>. Als Speichermedium wird dabei Vulkangestein eingesetzt. Dieses Material verspricht besonders kostengünstig zu sein, muss sich aber noch im Langzeitbetrieb bewähren. Die Power-to-Heat-Einheit besteht aus einem elektrischen Widerstandsheizgerät durch den der Speicher auf bis zu 750 °C erwärmt wird. Mit der Wärme aus dem Speicher wird dann eine Dampfturbine mit einer Leistung von 1.4 MW betrieben.

Ein Nachteil des Prozesses liegt darin, dass nicht die gesamte Wärme in Arbeit oder Strom umgewandelt werden kann. Dieses wird sehr eindrücklich durch die Kühltürme von Kraftwerken symbolisiert, wo mehr als 50% der eingesetzten Wärme wieder in die Umgebung abgegeben wird, so auch beim ETES-Demonstrator. Allerdings versprechen diese Anlagen trotz geringer elektrischer Wirkungsgrade deutlich kostengünstiger als Batteriespeicher<sup>3)</sup> zu sein. Darüber hinaus gibt es mehrere Ansätze, den Nutzungsgrad der Anlagen zu erhöhen. So könnte bspw. die Widerstandsheizung durch einen effizienteren Wärmepumpenprozess nach dem Joule-Prinzip ersetzt werden. Das verspricht Strom-Wirkungsgrade von bis zu 65 %<sup>4)</sup>. Bislang ist noch kein Prototyp dieses Konzepts bekannt.





Quelle: Solar-Institut Jülich, FH Aachen

Bild 2: Speicherkonzept multiTESS mit flexiblen Wärmequellen und -senken

### Kraft-Wärme-Kopplung

Einen anderen Weg beschreitet das Forschungskonsortium bestehend aus dem Solar-Institut Jülich der FH Aachen und den Firmen Dürr Systems, Kraftanlagen Energies & Services und Otto Junker, die gemeinsam den multiTESS, ein multifunktionales Power-to-Heat-to-Power&Heat-Konzept, entwickeln<sup>5)</sup>. Im Zentrum steht ein thermischer Speicher bestehend aus keramischen Wabensteinen (Bild 3), welcher mit Luft als Wärmeträgermedium auf 1.000 °C aufgeladen wird. Dieses Speichermaterial wird bereits seit vielen Jahrzehnten erfolgreich in der Prozessindustrie als Speicher eingesetzt.

Die Multifunktionalität des Speicherkonzepts begründet sich in der flexiblen Wahl der Wärmequelle und -senke (Bild 2). Als Wärmequelle dient eine elektrische Widerstandsheizung, die mit Überschussstrom aus Erneuerbaren Energien betrieben werden kann. Alternativ kann auch Abwärme aus Industrieprozessen

verwendet werden. Die Wärmesenke kann je nach Bedarf ebenfalls flexibel gestaltet werden. Die Hochtemperaturwärme kann zur Stromerzeugung genutzt werden und mit einer Kaskadierung der Prozessführung ist es möglich, zudem Prozesswärme auf verschiedenen Temperaturniveaus auszukoppeln. Durch diese Art der Kraft-Wärme-Kopplung können Energienutzungsgrade von mehr als 80 Prozent erreicht werden.

Im vom BMWi geförderten Projekt TESS 2.0 wird erstmals die vollständige Nutzungskette Power-to-Heat-to-Power&Heat in Form einer Pilotanlage abgebildet (Bild 3). Für die Erzeugung der Hochtemperaturwärme bei 1.000 °C hat der Projektpartner Otto Junker ein Heizungskonzept entwickelt, das deutlich über den Stand der Technik von 750 °C hinausgeht. Die Konzeptionierung sowie der Bau des Keramikspeichers wurde durch Dürr Systems durchgeführt. Die Nutzung der gespeicherten Wärme wird in einem

dreistufigen Prozess realisiert. Die Rückverstromung ist als zweistufiger Prozess aus den Wärmekraftmaschinen Stirlingmotor und Organic-Rankine-Cycle (ORC) ausgeführt. Ferner wird Wärme bei 80 °C ausgekoppelt. Die elektrische Heizung hat eine Leistung von ca. 360 kW<sub>el</sub>, der Speicher eine Kapazität von rund 1400 kWh<sub>th</sub>. Beim Entladen werden ca. 60 kW elektrische und ca. 240 kW thermische Leistung ausgekoppelt. Bei größeren Anlagen kann sich die Aufteilung von Strom zu Wärme unter Verwendung anderer Wärmekraftmaschinen hin zu einer höheren Stromauskopplung verschieben.

Die Detailplanung des Anlagenkonzeptes wurde maßgeblich von der Kraftanlagen Energies & Services realisiert. Das Solar-Institut Jülich ist Initiator des Projektes, fungiert als Projektkoordinator, ist verantwortlich für das Gesamtkonzept und führt den Betrieb der Anlage sowie die wissenschaftlichen Untersuchungen durch. Die Anlage wurde im Herbst 2021 in Betrieb genommen, erste aussagekräftige Ergebnisse werden für 2022 erwartet.

### Fazit

Durch ihre flexible Integration können thermische Speicher als sog. Carnot-Batterien zum Gelingen der Energiewende beitragen. Neben der reinen Stromspeicherung können sie ebenfalls für die Kraft-Wärme-Kopplung oder Prozesswärmebereitstellung eingesetzt werden. Außerdem besteht die Möglichkeit, sie in bestehende Kohlekraftwerke zu integrieren und diese so nach ihrer Abschaltung in CO<sub>2</sub>-freie Speicherkraftwerke umzurüsten<sup>3)</sup>.

### Fußnoten

- 1) <https://solarpaces.nrel.gov/>
- 2) Özdem, Lange, Hohnholz: Vom konventionellen Kohlekraftwerk zum CO<sub>2</sub>-freien Energiespeicher (Energie-wirtschaftliche Tagesfragen, 2021)
- 3) Herrmann, Schwarzenbart, Dittmann-Gabriel: Speicher statt Kohle (BWK, 2019).
- 4) Bollinger: Malta Pumped Heat Energy Storage (Long Duration Energy Storage Workshop, 2021)
- 5) Meyer, Hänel, Beeh, Dittmann-Gabriel, Dluhosch, May, Herrmann, Dorerbeck, Högemann, Müller, Schrüfer, Schmitz: Multifunktionaler thermischer Stromspeicher für die Strom- und Wärmeversorgung der Industrie von morgen (ETG Journal, 2020).



© MWIDE NRW/M. Kusch

Bild 3: Innenansicht der multiTESS Versuchsanlage an der FH Aachen

### ZUM AUTOR:

► Prof. Dr.-Ing. Ulf Herrmann  
Solar-Institut Jülich der FH Aachen, University of Applied Sciences  
herrmann@sj.fh-aachen.de

# AQUIFERE ALS THERMISCHE LANGZEITSPEICHER

## BOHRERGERBNISSSE UND WEITERE ERKENNTNISSE AUS DER FORSCHUNG

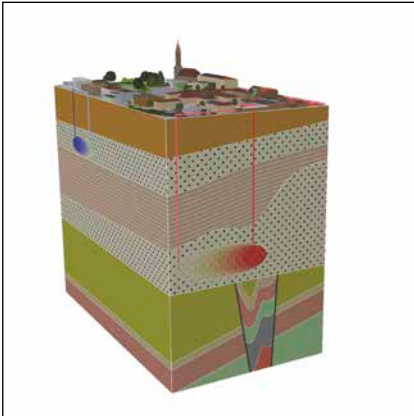


Bild 1: 3D-Modell von Brunnendoubletten

Jena-GEOS Ingenieurbüro GmbH

Im Rahmen des Projektes wurden große Datenmengen digitalisiert, wie Karten, Berichte, Bohrergerbenisse. Aus der Verarbeitung dieser Informationen in einem geographischen Informationssystem entstand der Aquifer-Atlas, der als wichtigstes Projektergebnis gilt. Fünf verschiedene, teilweise übereinanderliegende Grundwasserstockwerke werden für die Metropolregion in diesem Kartenwerk dargestellt. Nach Ansicht der Fachleute haben die durchgeführten mikrobiologischen, chemischen, physikalischen und wirtschaftlichen Untersuchungen die Erwartungen im Wesentlichen erfüllt.

### Geeignete Standorte für Aquiferspeicherung

Das Expertenteam analysierte an 16 akquirierten Standortbeispielen die Potenzial- und Bedarfssituationen, und wertete diese als geeignet für eine Aquiferspeicherung. Zu diesen Objekten gehören: der Leipziger Zoo, die Abwärmennutzung der zukünftigen Wasserstoffproduktion um den Chemiapark Leuna, die Wärmeversorgung eines Quartiers mit Abwärme aus einem Kühlhauskomplex oder die Wärme- und Kälteversorgung Leipziger Kliniken.

Eine der herausforderndsten Aufgaben der Ablösung von Atom, Kohle und Erdöl durch Sonne und Wind ist die Entkopplung von Angebot und Bedarf. Aquifere, die zum großen Teil seit vielen tausend Jahren unter unseren Füßen in weiten Teilen des Landes zur Verfügung stehen, können diese Aufgabe mit niedertemperaturiger Wärme erfüllen. Ein großer Teil von Norddeutschland, ganz Brandenburg, die nordöstliche Hälfte von Sachsen-Anhalt, die nördliche Hälfte von Sachsen und viele weitere Flächen verfügen neben der Leipziger Tieflandsbucht über Aquifere im Untergrund.

Der technische Aufwand ist überschaubar. Informationen zu den geologischen Verhältnissen sind vielerorts verfügbar,

weil in unserer Region seit über 800 Jahren der Bergbau schon sehr viel erkundet hat. Zur Nutzung eines Aquifers als Wärme- und /oder Kältespeicher werden mindestens zwei Brunnen errichtet (Brunnendoubletten, siehe Bild 1). Über den zweiten Brunnen wird das dann wärmere Wasser in den Aquifer zurückgeführt. Der Umkehrbetrieb fördert dann bei Bedarf in entgegengesetzter Richtung die Wärme zur Nutzung wieder zutage und regeneriert damit den Aquifer wieder zur Ausgangssituation.

Die Brunnendoubletten erschließen ein natürliches Speicherreservoir, welches die Langzeitspeicherung von im Sommer nicht nutzbarer Wärme ermöglicht. Das Potenzial in der untersuchten Region gilt als immens hoch. Die zur Verfügung stehenden Aquifere sind oft 1.000 Mal größer als die größten künstlich hergestellten Pufferspeicher in Deutschland.

### Ein Blick auf die Jahresarbeitszahl

Ein weiterer positiver Effekt: Aufgrund der höheren Temperaturen der Wärmequelle erhöht sich das Verhältnis von erzeugter Wärmeenergie zu zugeführter elektrischer Energie – die System-Jahresarbeitszahl erhöht sich. Folglich reduzieren sich die Wärmekosten – eine interessante Entwicklung angesichts des direkten Wettbewerbs von Wärmepumpen gegenüber abgeschriebenen Gaskesseln.

Neben dem Einlagern von Sonnenwärme können mit Aquiferen auch wesentlich besser Kühlprozesse betrieben werden. Ein Beispiel: Ein Kältekompressor mit Luftkühler benötigt bei 30 °C Außentemperatur ca. 1 kWh elektrischen Aufwand, um ca. 3,5 kWh Raumkühlung zu bewirken. Mit dem gleichen elektrischen Aufwand kann mit 10-grädigem (Aquifer-)Wasser 50 kWh Raumkühlung erreicht werden. In diesem Extrembeispiel zeigt sich der Faktor 14. Für Systemrelevanz zur Nutzung von Aquiferen zur Kühlung von Servern und wichtigen

**A**quifere sind wasserführende Lockergesteinsschichten, die auch Grundwasserleiter genannt werden. Sie sind in Deutschland weit verbreitet und können hervorragend zur saisonalen Wärme- und Kältespeicherung genutzt werden. In den Niederlanden und Skandinavien wird die thermische Nutzung von Aquiferen als Komponente zur Transformation der Wärme- und Kälteversorgung vielfach angewendet. So wird Kopenhagen unter anderem damit schon 2025 seine CO<sub>2</sub>-Neutralität erreichen. In Deutschland gehört die Aquiferspeicherung zu den größten noch ungenutzten Potenzialen.

### Bislang wenig Erfahrung mit der Genehmigung

Die Umwelt- und Wasserbehörden in Deutschland haben kaum Erfahrung mit der Genehmigung von Aquiferen als thermische Speicher. Deshalb ist es wichtig, im Planungsprozess neben der ökologischen und ökonomischen Sinnhaftigkeit auch die Genehmigungsfähigkeit prägnant darzustellen.

Welche sind die wesentlichen Punkte der Nutzbarmachung von Aquiferen? Eine Antwort auf diese Frage liefert das Projekt aquistore, ein Forschungsauftrag, der Ende 2021 fertiggestellt wurde. Die Untersuchung betraf mehrere Landkreise und Städte in Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen – die Europäische Metropolregion Mitteldeutschland.





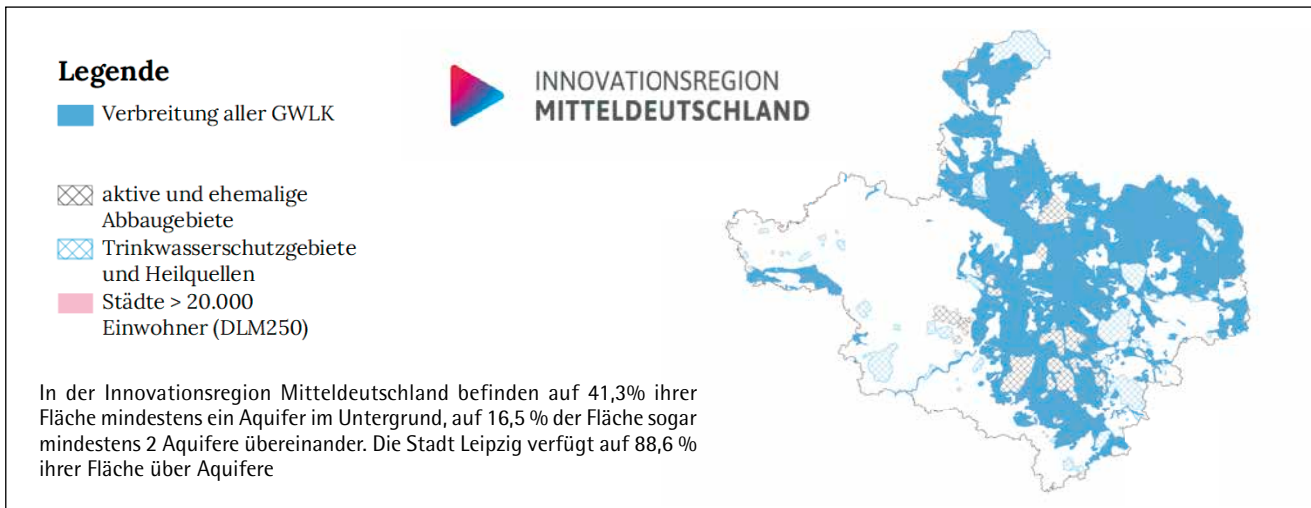


Bild 2: Veranschaulichung der Verbreitung des Grundwasserleiterkomplexes (GWLK) in Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen

Kühlensystemen sorgt zudem der Fakt, dass die meisten Luftkühler bei über 40 °C Außentemperatur aussteigen. Ein Punkt, der bei klimawandelbedingten Extremwintern nicht mehr ausgeschlossen ist.

Der u. a. mit der Wirtschaftlichkeit in der Studie betraute Daniel Landgraf beschreibt die Ergebnisse aus seiner Sicht: „Wir konnten zeigen, dass wir in Mitteldeutschland viel Potenzial zur saisonalen geologischen thermischen Speicherung haben. Diese Speicher lassen sich meist günstiger als Sondenfelder erschließen und brauchen nur wenig Erschließungsraum. Damit wir Aquiferspeicher sinnvoll nutzen können, müssen wir die Vorlauftemperaturen von Heizanlagen deutlich senken. Es müssen signifikant mehr Flächenentemperierungen zur Gebäudeheizung eingebaut werden! Auch hier gilt der Ansatz: Lasten reduzieren und dann die Erzeugung erneuerbar gestalten.“

Eines der weltweit bedeutendsten bisher ungenutzten Potenziale ist nieder-temperaturige Industrieabwärme, die heute als Anergie (im weitesten Sinne als Abfall) bezeichnet wird. Durch die zeitliche und räumliche Entkopplung von

Aquiferen in Verbindung mit kalten, intelligenten Wärmenetzen bekommt die sogenannte Anergie große Bedeutung zur Versorgung von Wohnquartieren und der Transformation unseres Wärmeversorgungssystems „nördlich der Alpen“.

Als Ergebnis der Studie beschreibt Projektleiter Dr. Kersten Roselt (JENA-GEOS): „Die Studie zeigt, dass die lokaltypischen Potenziale der Grundwasserleiterkomplexe in diesem Teil Mitteldeutschlands bei der energetischen Transition eine gewichtige Rolle spielen, wenn es gelingt, die Ergebnisse in einen Roll-out zu überführen und dafür alle relevanten Stakeholder zu aktivieren. Dabei sind insbesondere die bereits interessierten Investoren zu unterstützen.“

Für diese riesige Chance der Aquifere in unserer Region werden jetzt konkrete Anwendungen gesucht, zu deren Umsetzung alle Interessierten als Kooperationspartner eingeladen sind. Die beschriebenen, bisher nicht oder zu wenig genutzten Potenziale sollten Anlass zum Umdenken geben. Vor allem in Anwendungen, die im Sommer kühlen und im Winter heizen müssen, stellt die Kombi-

nation mit Aquiferspeichern eine beeindruckende Problemlösung dar. Darüber hinaus werden so Konstrukte errichtet, die unsere zukünftige Energieversorgung als gemeinschaftliche Aufgabe (Industrie, Wohnungswirtschaft und Kommune) wortwörtlich begreifbar machen.

Bitte fordern Sie für sich die aus Strukturwandelmitteln zu 100 % geförderte Studie und den dazugehörigen Aquifer-Atlas der Innovationsregion an.

Zum Umgang mit dem Auftraggeber und dem Ablauf der Studie sagt Dr. Roselt: „Wir sind sehr dankbar, dass die Innovationsregion Mitteldeutschland die Möglichkeit bietet, mit Auftragsstudien der praktischen Umsetzung von Innovationen sehr nahe zu kommen. Ein Bearbeitungszeitraum von 9 Monaten wie bei aquistore würde erfahrungsgemäß bei Forschungsprojekten kaum für ein Antragsverfahren reichen, ehe dann die (deutlich längere) Forschungsarbeit erst beginnt. Es bleibt zu konstatieren, dass wir uns bei der Umsetzung der Energiewende schon allein aus Zeitgründen nicht auf die Ergebnisse herkömmlich durchgeführter Forschungsprojekte verlassen dürfen.“

In diesem Sinne steht das Autorenteam gern zur Zusammenarbeit bei der Entwicklung konkreter Projekte zur Verfügung.

ZUM AUTOR:

► Bernd Felgentreff  
Technische Beratung für Systemtechnik  
tbs@bernd-felgentreff.de



Bild 3: Probenahme durch Mitarbeiter der JENA-GEOS®-Ingenieurbüro GmbH im Tagebau Profen





# DIE ERNÜCHTERNDE CO<sub>2</sub>-BILANZ VON WASSERSTOFF

## FASZINIERENDE TECHNIK VERHINDERT ENERGIE- UND KLIMAWENDE

In vielen Hauptstädten, so auch in Berlin und Brüssel, werden Programme zur Realisierung einer Wasserstoffwirtschaft ohne ausreichende Berücksichtigung von physikalischen Zusammenhängen und technischen Grenzen formuliert. Offensichtlich hat der von Wasserstoffbefürwortern verbreitete Hype auch die politischen Kreise erreicht.

### Eine Technik, die Faszination weckt

Der Autor kennt die Faszination der Idee, Wasserstoff zum universellen Energieträger zu machen, der alles antreibt, was sich bewegen soll, Gebäude heizt und überall vor Ort bedarfsgerecht Strom erzeugt. Ihn konnte der Braunschweiger Professor Eduard Justi 1976 für eine Wasserstoffwirtschaft begeistern. Eine eigene kritische Analyse der Energiebilanz einer Wasserstoffwirtschaft brachte jedoch ernüchternde Ergebnisse. Eine der Erkenntnisse aus dieser Zeit um die Jahrtausendwende war: Mit dem Strom, der für die gesamte Wasserstoffkette insgesamt benötigt oder dabei verschwendet wird, lässt sich bei einer direkten Verteilung wesentlich mehr machen (Bild 1).

Der Autor analysierte 2002 die Energiebilanz der Wasserstoffkette im Detail und publizierte seine Ergebnisse 2002 in englischer Sprache („The Future of the Hydrogen Economy: Bright or Bleak?“). Die Leibniz Gesellschaft hat 2010 eine gekürzte Fassung dieser Arbeit unter dem Titel „Wasserstoff löst keine Energieprobleme“ im Internet zur Verfügung gestellt<sup>1)</sup>.

- Welche Antriebssysteme braucht die Energie- und Klimawende? Beispielsweise können vier Elektromobile mit dem Strom betrieben werden, der für die Wasserstoffversorgung eines baugleichen Brennstoffzellenautos benötigt wird. Mit Strom kann viermal weiter als mit Wasserstoff, gefahren werden oder benötigt für 100 km lediglich 18 statt 72 kWh (Bild 2). Die Verhältnisse verschlechtern sich weiter, wenn der Wasserstoff importiert wird.

Mit Strom, der in Deutschland erzeugt wurde, könnten mit 18 kWh 100 km zurückgelegt werden. Mit Wasserstoff, der aus Australien importiert wird, würden für die gleiche Strecke insgesamt 120 kWh benötigt werden. Inzwischen ist auch die Klimaerwärmung durch Kohlenstoffdioxid dazugekommen. Die Ergebnisse einer Erweiterung der damaligen Modellrechnungen sind in Bild 3 veranschaulicht. Das CO<sub>2</sub> wird zum überwiegenden Teil von den Tankschiffen emittiert, die nicht mit sauberem Wasserstoff angetrieben werden können, weil die transportierte H<sub>2</sub>-Liefermenge gerade für Hin- und Rückfahrt reichen würde. Die Verwirklichung der Energie- und Klimawende ist mit einer Wasserstoffwirtschaft nicht möglich.

### Wasserstoff: Ein Energieträger

Wasserstoff ist bekanntlich keine Energiequelle, sondern ein künstlich mit Hilfe von Strom aus Wasser hergestellter Energieträger. Der vorwiegend von Sonne, Wind & Co. geerntete grüne Strom soll in Form von Wasserstoff verteilt und im Endbereich der Energienutzung wieder

in Strom zurück verwandelt, beziehungsweise thermisch und chemisch genutzt werden. Er kann auch als Medium zur Energiespeicherung dienen. Die technischen Möglichkeiten sind vielfältig und faszinierend. Im Vergleich zu Erdgas bietet er klimafreundlichere Optionen für fast alle Sektoren der Energienutzung. Das motiviert nicht nur heranwachsende Ingenieure immer von neuem. Nach einigen Jahren der Begeisterung folgt jedoch die Ernüchterung. Bei der Beschäftigung mit den energetischen Aspekten einer Wasserstoffwirtschaft, wird schnell klar, dass sich die Energiezukunft nicht mit Wasserstoff gestalten lässt, denn Wasserstoff ist keine „unendliche“ Energiequelle, sondern lediglich ein Energieträger. Etwas überspitzt formuliert, kann gesagt werden, dass die Umwandlung von grünem Strom in das Transportmittel Wasserstoff genauso wenig zur Energieversorgung beiträgt, wie eine Verteilung von Eimern für die Wasserversorgung in der Sahelzone.

### Es ist nicht die erste Euphoriewelle

Die technische Basis für eine Wasserstoffwirtschaft ist seit Jahrzehnten be-

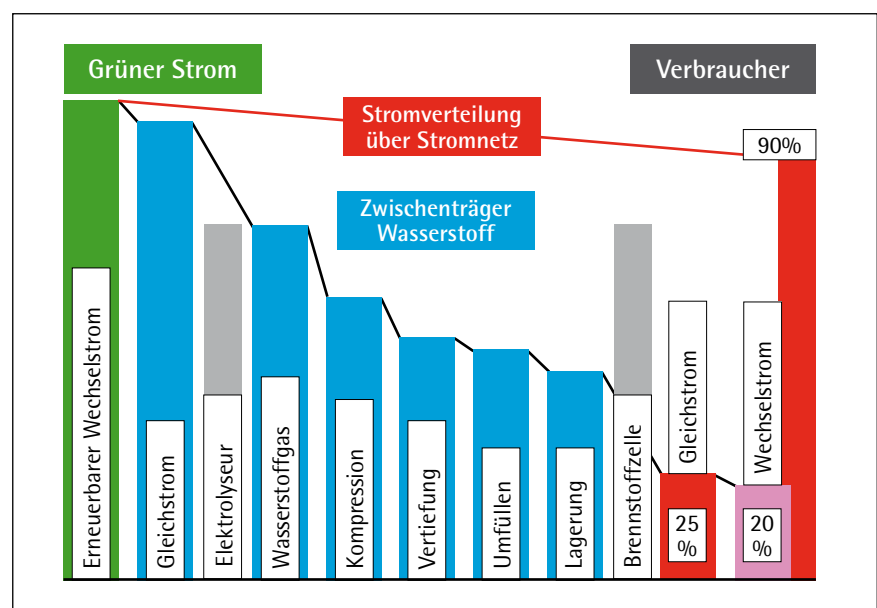


Bild 1: Energiekaskade für Wasserstoff im Vergleich zur direkten Stromlieferung

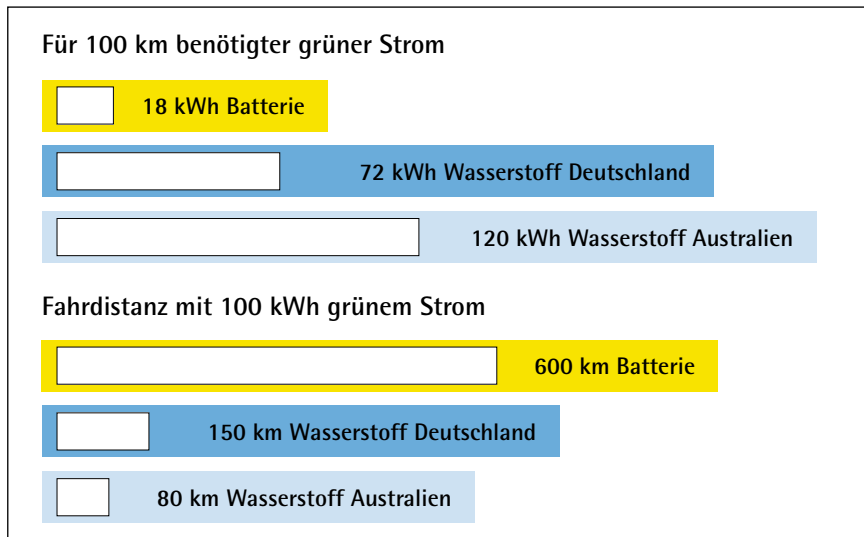


Bild 2: Für 100 km Fahrtstrecke benötigter grüner Strom. Ein Batterieauto benötigt wesentlich weniger Energie oder fährt viel weiter als ein vergleichbares Fahrzeug mit Wasserstoff und Brennstoffzelle.

kannt. Dabei scheint die Begeisterung für Wasserstoff einem Zyklus von etwa 20 Jahren zu folgen, mit vier solcher Wellen zwischen 1960 und 2020. Vermutlich in Verbindung mit dem Lernprozess nachwachsender Generationen: Nach etwa zehn Jahren erkennt der anfangs faszinierte Einsteiger, dass sich die Energieversorgung nicht mit Wasserstoff sichern lässt; darauf folgen weitere zehn Jahre, bis diese Erkenntnisse wieder vergessen sind.

Anders lassen sich die Euphoriewellen nicht erklären, denn der fundamentale Energieerhaltungssatz behält auch für den künstlich hergestellten Energieträger ewige Gültigkeit. Für die Herstellung von Wasserstoff wird viel mehr Energie benötigt als jemals wieder zurückgewonnen werden kann, gleich wie es gemacht wird. Erdgas, das mit vertretbarem Energieaufwand gefördert, gereinigt und verteilt werden kann, ist eine natürliche Energiequelle, also ein positiver Posten in der Energiebilanz. Der künstlich hergestellte Wasserstoff steht aber immer in der negativen Spalte. Mit Wasserstoff

lässt sich das Energieproblem nicht lösen, auch wenn die Farbe Grün eine gute Klimabilanz verspricht.

Vermutlich fehlt diese Erkenntnis oft und vor allem bei der politischen Diskussion, die mit der Verknüpfung von technischen Lösungen begeistert, aber energetische Zusammenhänge nicht umfassend würdigt. Wasserstoff wird vereinfacht als Gas betrachtet, das wie Erdgas komprimiert oder verflüssigt, in Pipelines, Tanklastwagen oder Tankschiffen transportiert, in Tanks oder Kavernen gelagert und problemlos verteilt und genutzt werden kann. Die physikalisch bedingten Unterschiede werden nicht wahrgenommen. Wasserstoffmoleküle mit einem Molekulargewicht von zwei verhalten sich ganz anders als die achtmal schwereren Erdgasmoleküle. Deshalb unterscheiden sich Energiebilanzen „von der Wiege bis zur Bahre“ von Wasserstoff und Erdgas erheblich. In der allgemeinen Diskussion werden in der Regel nur technische Details der Wasserstoffwirtschaft dargestellt. Unbewusst, oft aber auch bewusst unbewusst, wird auf Präsen-

tion einer Energiebilanz und auf eine Diskussion der energetischen Fakten und die sich daraus ergebenden Konsequenzen verzichtet.

Es folgen Beispiele, die großenteils aus der Analyse „Wasserstoff löst keine Energieprobleme“ stammen. Ein Liter verflüssigtes Erdgas hat einen Energieinhalt von 13,7 kWh. Im gleichen Volumen haben aber nur 2,36 kWh Flüssigwasserstoff Platz. Für die Verflüssigung von 1 kg Erdgas bei minus 104°C werden 10 bis 20%, für die Verflüssigung von 1 kg Wasserstoff bei minus 253°C jedoch 30 bis 40% des jeweiligen Brennwertes benötigt. Es wird die hohe gewichtsbezogene Energiedichte von Wasserstoff angepriesen und vergessen, dass ein Kilogramm Wasserstoff unter Normalbedingungen 11 m<sup>3</sup> Raum benötigt. Bei Erdgas sind es lediglich 2,5 m<sup>3</sup>. Bei gleichem Druck lässt sich in einem Tank 4,3-mal mehr Energie mit Erdgas als mit Wasserstoff speichern. Der Energietransport in Pipelines erfordert für Wasserstoff 1,4-mal mehr Energie als für Erdgas. Der Energiebedarf für die Kompression von Wasserstoff ist achtmal größer als für Erdgas. Ein mit Benzin gefüllter Tanklastwagen liefert gleichviel Energie wie 20 Wasserstofflaster, von denen jeder bei 40 Tonnen Gesamtgewicht gerade einmal 250 kg Wasserstoff bei 250 bar transportieren kann. Inzwischen wird Wasserstoff mit 900 bar transportiert. Die ersparte Transportenergie entspricht etwa dem Mehraufwand für die Kompression. Für eine Verteilung von Ökostrom aus Deutschland mit Wasserstoff müssen viermal mehr Windkraft- oder Solaranlagen gebaut werden als bei einer direkten Nutzung der geernteten Elektrizität. Bei Wasserstoff aus Australien liegt der Faktor bei fast sieben. (Bild 2). Diese Beispiele verdeutlichen, dass Wasserstoff kein guter Energieträger ist.

In der auf technische und wirtschaftliche Machbarkeit gerichteten Diskussion wird Wasserstoff in fahrlässiger Vereinfachung als Gas betrachtet, das Erdgas ersetzt. Es wird von einer Nutzung des bestehenden Gasnetzes gesprochen und vergessen, dass hierfür nicht nur Elektrolysestationen, sondern auch Kompressoren, Verflüssigungsanlagen, Pipelines, Speicherbehälter, Ventile, Mess- und Regeltechnik, sowie andere Gasbrenner benötigt werden. Die bestehenden Erdgasnetze und die installierte Technik müssen grundlegend überarbeitet werden. Das kostet nicht nur viel Geld und vor allem viel Zeit, die wir angesichts der drohenden Klimakatastrophe nicht mehr haben. Ein riesiger und völlig unnötiger Aufwand mit Verpflichtungen für kommende Generationen. Für die Lieferung des in Deutschland geernteten grünen

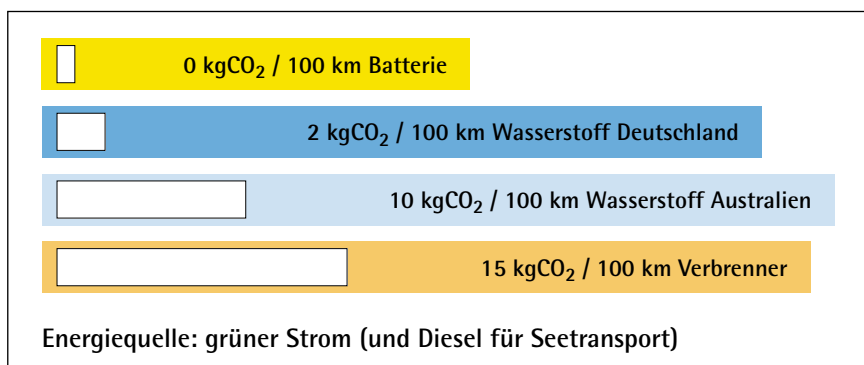


Bild 3: CO<sub>2</sub>-Emissionen für unterschiedliche Antriebssysteme. Auch in einer Wasserstoffwirtschaft muss der Transportbedarf weitgehend mit fossilen Kraftstoffen erfolgen

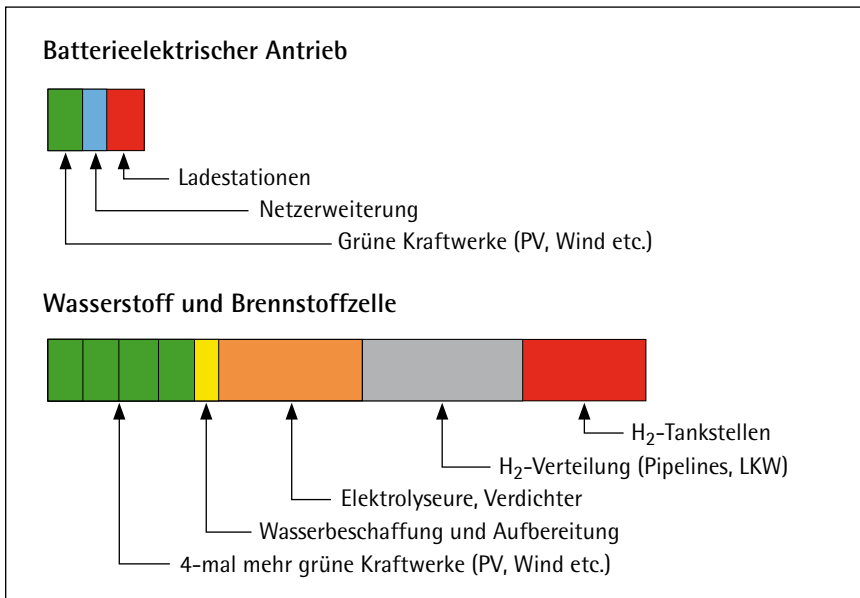


Bild 4: Spezifische Investitionen für in Deutschland hergestellten grünen Strom. Vergleich von direkter Stromlieferung mit indirekter Lieferung als Wasserstoff für vergleichbare Straßenfahrzeuge

Stroms besteht ein ausgebautes Netz. Mit geringen organisatorischen Veränderungen und einigen technischen Anpassungen kann der Verkehr kostengünstig mit Strom versorgt werden. Eine für alle Zeiten optimierte „Elektronenwirtschaft“ ist wesentlich schneller zu schaffen als der Umstieg auf einen neuen Energieträger (Bild 4). Die Darstellung lässt erahnen, weshalb der Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft so große Zustimmung findet. Es gibt viel zu tun für Forschung, Entwicklung und Industrie - und der Staat bezahlt. Während die Umstellung auf Wasserstoff ein Generationenprojekt ist, kann der elektrische Weg in wenigen Jahren abgeschlossen werden, also noch rechtzeitig zur Verhinderung einer Klimakatastrophe.

### Ein Blick auf den geplanten Import von Wasserstoff

Offenbar haben Berlin und Brüssel erkannt, dass eine Wasserstoffwirtschaft mehr Energie verschlingt als hierzulande geerntet werden kann. Deshalb wird jetzt die Gewinnung von Wasserstoff in sonnenreichen Gegenden ins Spiel gebracht. Die mit Australien unterzeichnete Absichtserklärung lässt vermuten, dass weder die Energiebilanz noch die Klimabilanz des Vorhabens geprüft wurden. Die Fakten sind, höflich gesagt, ernüchternd. Der größte Flüssiggastanker der Welt „Mozah“ kann 266.000 m<sup>3</sup> oder etwa 120.000 Tonnen Flüssiggas laden. Mit flüssigem Wasserstoff gefüllt beträgt die Nutzlast lediglich 18.600 Tonnen. Für die Rundreise von Hamburg nach Brisbane und zurück (28.000 km) werden etwa 35.000 Tonnen Dieselkraftstoff (tatsäch-

lich dreckiges Bunkeröl) benötigt. Die in Hamburg mit dem flüssigen Wasserstoff angelandete Energiemenge ist nur etwa doppelt so groß wie die benötigte Transportenergie. Ein Betrieb solcher Tanker mit Wasserstoff wäre kaum möglich, weil die zweite Hälfte der Ladung für die Rückfahrt des Tankers nach Brisbane benötigt würde. Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß des Tankers ist immens. Durch Umstellung auf Wasserstoffautos könnten die globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen nur unwesentlich verringert werden. Mit Wasserstoff im Straßenverkehr wird die Luft auch nur etwas sauberer. Die Gesamtenergiebilanz verschlechtert sich weiter. Um eine Energieeinheit auf deutsche Straßen zu bringen, werden für australischen Wasserstoff etwa sieben Energieeinheiten benötigt: Wasser-Beschaffung (problematisch in sonnenreichen Gegenden) und Aufbereitung (9 kg Wasser je kg Wasserstoff), Elektrolyse, Betrieb der Solaranlage, Kompression und Beförderung bis zur Verflüssigungsanlage, Verflüssigung, Landtransport des Flüssigwasserstoffs bei minus 253°C zum Tankschiff, Umfüllung, Seetransport nach Hamburg mit kontinuierlicher Nachkühlung, Abladen in Hamburg, Verteilung über Straße, Bahn oder Pipeline, Umfüllen in die 30-bar Tanks der Wasserstofftankstellen, Kompression auf 900 bar für Befüllung von Fahrzeugen, sowie dem notwendigen Strombedarf für den Betrieb der gesamten Lieferkette. Mit der H<sub>2</sub>-Ladung eines einzigen Supertankers können etwa 87.000 mit Brennstoffzellen ausgestattete Fahrzeuge 20.000 km pro Jahr zurücklegen. Für den Betrieb aller deutschen Personenwagen mit austra-

lischem Wasserstoff müssten etwa 450 Tankschiffe ständig zwischen Hamburg und Australien unterwegs sein.

### Lokale Energiewende als Lösung anstelle einer teuren Sackgasse

Die Energiewende könnte so einfach und klimaschonend mit lokal geerntetem Strom, hoher Effizienz und kleinen Veränderungen der bestehenden Stromverteilung gestaltet werden. Mit einer Wasserstoffwirtschaft wird die dringend notwendige Energie- und Klimawende nicht zu verwirklichen sein. Wir haben Energie- und Umweltprobleme, die sofort gelöst werden müssen. Deshalb braucht es keine wissenschaftliche Auffrischung von Altbekanntem, und vor allem gilt es, Fehlinvestitionen in eine Technologie zu vermeiden, die schon bald als Sackgasse erkennbar sein wird. Alle wesentlichen Kenntnisse und Verfahren für die Schaffung einer „Elektronenwirtschaft“ sind vorhanden. Nur fehlt der politische Wille zum pragmatischen Einstieg in die Zukunft. Weshalb so kompliziert, wenn es auch einfach geht?

#### Fußnote

1) [www.leibniz-institut.de/archiv/bos-sel\\_16\\_12\\_10.pdf](http://www.leibniz-institut.de/archiv/bos-sel_16_12_10.pdf)

#### ZUM AUTOR:

► Ulf Bossel

PhD. (UC Berkeley), Dipl. Masch. Ing. (ETH Zürich) Oberrohrdorf / Schweiz

[ubossel@bluewin.ch](mailto:ubossel@bluewin.ch)

Ulf Bossel war 1975 Mitbegründer der DGS und deren 1. Vorsitzender bzw. Präsident von 1976 bis 1978.

Eine kurze Biographie, die seinen Einsatz für die DGS und seine wissenschaftliche Lebensleistung würdigt ist hier bei Wikipedia zu finden<sup>1)</sup>:

*Ulf Bossel gilt als ausgewiesener Brennstoffzellenexperte und Kritiker der Wasserstoffwirtschaft. Die mehrfache Transformation der Energie (Elektrolyse und Brennstoffzelle), sowie Speicherung und Transport, Umwandlungsverluste sprechen nach Meinung von Bossel gegen Wasserstoff als Energieträger. Der aus Strom gewonnene Wasserstoff werde „deshalb immer teurer sein als die regenerativ erzeugte Elektrizität“.*

Siehe auch: G. Stadermann, Das Notwendige möglich machen, Die solare Forschungswende in Deutschland, Springer Fachmedien 2021, S. 469 f.

1) [https://de.wikipedia.org/wiki/Ulf\\_Bossel](https://de.wikipedia.org/wiki/Ulf_Bossel)



# GREAT TINY HOUSE

## PLÄDOYER FÜR MICRO-LIVING KONZEPTE ODER: WIE VIEL WOHNFLÄCHE BRAUCHT ES ZUM LEBEN?

Das Ziel vieler Menschen ist das eigene zuhause. Auch wenn wir in Deutschland im Vergleich zu anderen europäischen Nationen noch überwiegend in Mietverhältnissen wohnen<sup>1)</sup> ist es durchaus verständlich möglichst selbstbestimmt leben zu wollen und nicht auf die Gnade eines Vermieters angewiesen zu sein. Ob dazu jedoch unbedingt ein eigenes Haus errichten werden muss, oder ob es nicht sinnvoller ist, ein bestehendes Gebäude zu modernisieren, darüber war in der letzten Ausgabe zu lesen<sup>2)</sup>. Aber es gibt auch andere klimafreundliche Wege. Ein wesentliches Merkmal dieser Konzepte ist die Reduktion. Dieser Grundsatz senkt zum einen die Investitionskosten und damit nicht zuletzt auch die Instandhaltungskosten. Allem voran werden jedoch vor allem Ressourcen eingespart. Denn vieles was für den Bau eines Hauses aufgewendet wird, ist schlichtweg unnötig. Das betrifft natürlich auch jede im Gebäude verbaute technische Anlage, denn je weniger komplex, desto langlebiger ist sie meist. Auch kommt es später im Betrieb seltener zu ungewollten Interaktionen und komplizierten Fehlersuchen. Auch die Instandsetzung nach Defekten ist geringer. Alles das geht mit einem geringeren energetischen Aufwand einher, schließlich müssen alle Produkte hergestellt werden.

### Ein Kern des Problems: Zu viel Wohnfläche

Die beheizte Fläche des Hauses ist vor allem von der geplanten Nutzung abhängig. Bei der Wohnfläche gilt es daher zwischen heutiger und künftiger Nutzung zu unterscheiden, sprich die mittel- und langfristig zu erwartender Anzahl von Bewohnern sowie den möglichen Arten der Nutzung zu berücksichtigen.

Eine nachhaltige und bezahlbare Lösung besteht darin, weniger Wohnfläche für den Einzelnen zu beanspruchen, das heißt aber noch lange nicht, dass auf einem kleinen Raum Abstriche gemacht werden müssen, es bedarf lediglich einer guten Planung verbunden mit einem reduzierten eigenen Anspruch.

So wird gerade ein Haus geplant, das lediglich über eine Grundfläche von 50 m<sup>2</sup> verfügen wird. Das war auch für

erfahrene Planer ein ungewöhnlicher Ansatz. Meist passiert in der Planungsphase genau das Gegenteil. Nach den ersten Entwürfen wollen Bauherr:innen meist noch weitere Flächen hinzubekommen, zu einer Reduzierung der Wohnfläche kommt es eigentlich so gut wie nie. Im Planungsprozess musste folglich „rückwärts“ gearbeitet werden. Die Motivation, das Gebäude nicht unnötig groß zu machen fußt im Übrigen auf mehreren Ebenen. Zunächst sollte der Ressourcenverbrauch möglichst geringgehalten werden, Graue Energie so weit wie möglich vermieden werden. Da ein Baugrundstück bereits vorhanden war, wurde die erste Idee, in ein Tiny House einzuziehen verworfen. Gegen dieses durchaus sympathische Wohnkonzept sprach vor allem, die begrenzte Breite. Da ein solches Kleingebäude dafür konzipiert wurde, dass es an keinem festen Ort steht und mittels Räder und Straßenverkehrszulassung mobil umgestellt werden kann, ist seine Geometrie eher schmal. Die auf dem Markt erhältlichen Produkte sind zwar oftmals grandiose Raumwunder, aber das Wohngefühl ist dennoch näher an einem Wohnwagen als an einem Wohnhaus. Interessant ist in dem Zusammenhang jedoch, dass ein solches Mikrohaus trotz seiner Räder auf einem Baugrundstück behördlich als Wohnhaus anerkannt werden kann, wodurch auch ein längerfristiges Wohnen möglich. Es gibt zwar auch rein stationäre Tiny Houses ohne Räder,

aber der eigentliche Vorteil der Mobilität ist dann nicht mehr gegeben.

Das Ganze hat einen gewissen Charme, denn so wird das auch mit dem Begriff „Empty Nest“ bezeichnete Problem vermieden, dass Häuser Jahrzehnte lang halb leer stehen, nachdem die Kinder „flügge“ geworden sind und den elterlichen Haushalt verlassen haben.

### Konsumraum

Zurück zur Wohnfläche: Hier kommt noch ein ganz anderer Aspekt hinzu. Bei eingerichtete Wohnungen, gleichgültig wie groß deren Wohnfläche ist und wie viel Personen darin leben, kann festgestellt werden, dass es keine Zimmer, ob nun bewohnt oder nicht, leer stehen. Der Grund ist schlichtweg: Raum schafft Platz für Konsum, er muss irgendwie gefüllt werden, da er sonst womöglich leer und unnützlich erscheinen würde. Die Versuchung ist bei großen Räumen einfach zu groß, Dinge zu erwerben, die letztendlich gar nicht benötigt werden. Es gibt diesbezüglich beeindruckende Statistiken. Zum Beispiel die über die Besitztümer eines Durchschnittsmenschen, der angeblich 10.000 Dinge sein eigen nennt und bei sich aufbewahrt. Es kann aber auch sein, dass es sich bei der immensen Zahl um Dinge handelt, die während eines Lebens angesammelt werden, also auch immer wieder abgegeben oder weggeworfen werden. Letztendlich ist aber der einer Person zur Verfügung stehende

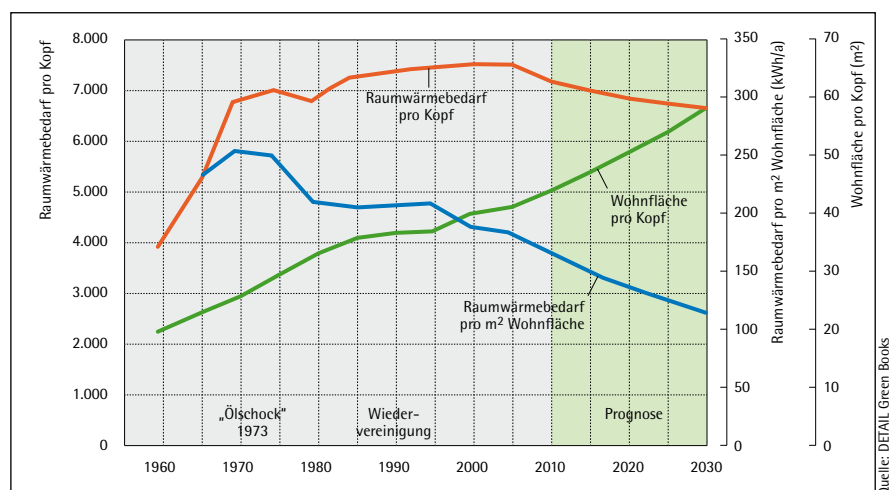


Bild 1: Wohnfläche und Wärmebedarf in Deutschland

Quelle: DETAIL Green Books

Kategorie  
Erderwärmungspotenzial (GWP)

Einheit  
m<sup>3</sup>

Materialgruppe  
alle

filtern und sortieren nach  
„funktionale Einheit“  
nach der angegebenen Einheit

## DIE BAUMATERIALPYRAMIDE



Bild 2: Basierend auf der grafischen Sprache der Lebensmittelpyramide hat das Zentrum für industrialisierte Architektur (CINARK) an der königlichen dänischen Akademie eine interaktive digitale Version der Baumaterialpyramide entwickelt [Quelle: <https://materialepyramiden.dk>]

Raum ein ganz entscheidender Faktor für den Konsum.

### Effizienz oder Effektivität?

Noch ein anderer Effekt kann durch eine geringere Wohnfläche im Übrigen zum Tragen kommen: Die Effizienz. Darunter wird allgemein das Verhältnis Input zu Output oder auch den eingebrachten Aufwand um ein bestimmtes Ziel zu erreichen, verstanden. Aber effizient kann auch wenig effektiv sein. So ist es durchaus möglich, die falschen Dinge effizient zu erledigen, was letztendlich eine Art Verschwendung darstellt. Folglich hat die Effektivität einen höheren Stellenwert, da ihr Nutzen ein größerer ist. Denn Effizienz macht in Bezug auf Ressourcenwirtschaftlichkeit erst mal keine Aussage. Auch nützen die besten spezifischen Energiekennwerte wenig, wenn der Verbrauch absolut nicht abnimmt.

Hintergrund: Obwohl im Wohngebäudebereich die kontinuierliche Verschärfung der Energiestandards von Neubauten und die Förderung der energetischen Gebäudesanierung zu signifikanten Verbesserungen der Energieeffizienz geführt hat und die Energieeffizienz von Neubauten um den Faktor 2 in den letzten 20 Jahren gestiegen ist hat das bisher kaum zur absoluten Reduktion des Energieverbrauchs für Raumwärme beigetragen. Denn leider wurde die Effizienzsteigerung durch die Zunahme der Wohnfläche

im gleichen Zeitraum überkompensiert, d.h. der Raumwärmebedarf pro Kopf ist von 1985 bis 2005 kontinuierlich leicht angestiegen, erst seit 2005 ist eine leicht sinkende Tendenz erkennbar, so dass er 2010 etwa das Niveau von 1985 erreichte (Bild 1). Der effektive Rückgang des Wärmebedarfs pro Person sollte folglich mehr in den Fokus gesetzt werden.

### Notwendiges (Bedarf oder Bedürfnis)

Ein Bedarf beschreibt etwas Notwendiges, das grundsätzlich vorhanden sein muss, um einen gewissen Zustand oder eine bestimmte Situation zu gewährleisten oder zu erhalten. Im Bezug auf die Existenzsicherung wird häufig auch von einem „Grundbedarf“ gesprochen.

Das Bedürfnis ist eine eher subjektive Forderung, die meist über die Maßstäbe des Bedarfs hinausgeht. Deckungsleich sind die beiden Begriffe nur in den seltensten Fällen. Auf das Wohngebäude bezogen ist der Bedarf deutlich geringer als das Bedürfnis. Jeder hätte womöglich lieber einen größeren Wohnraum zur Verfügung, auch wenn zunächst gar nicht klar ist, was damit genau angefangen werden soll Oftmals entstehen dadurch fast schon skurrile Nutzungsarten für Räume wie „Hobbyraum“, „Spielzimmer“, „Rückzugsraum“, „Lesezimmer“ oder dergleichen. Alle diese Räume werden dann entsprechend möbliert und beheizt, genutzt jedoch selten.

### Rohstoffbedarf reduzieren

Der Baukulturbericht der Bundesstiftung Baukultur stellte kürzlich fest, dass das Bauen in Städten und Ballungsräumen zu den größten Ressourcenverbrauchern gehört. Allein 60% des weltweiten Materialverbrauchs, 50% des Abfallaufkommens sowie jeweils 35% des Energieverbrauchs und der Emissionen wird von Bauaktivitäten verursacht. Anhaltende Urbanisierungsprozesse und wirtschaftliches Wachstum führt zu weiter steigenden Bedarfen an Rohstoffen. In Deutschland werden jährlich 517 Millionen Tonnen an mineralischen Rohstoffen – Metallen, Industriemineralien, Steinen und Erden – verbaut. 90% der entnommenen mineralischen Rohstoffe werden allein im Baubereich eingesetzt. Die gegenwärtig steigenden Bauaktivitäten zieht insbesondere in Großstädten einen erhöhten Rohstoffbedarf nach sich. Weiter heißt es dort, würde der weltweiten Verknappung der Rohstoffe wie etwa Kupfer und Sand in diesem Zusammenhang kaum Beachtung geschenkt. Wer schon einmal den Abriss eines Gebäudes beobachtet hat, speziell einem aus armiertem Stahl, kann gut abschätzen welcher immense Aufwand für die Errichtung notwendig war und welche Massen an Abfall durch den Rückbau entstehen. In früheren Perioden waren es meist behauene Steine, die zur Errichtung von Gebäuden verwendet wurden. Diese wurden dann mehrmals abgetragen und für neue Bauten ver-

wendet. Mit ihnen wurde auch wenig zümpelich umgegangen. Selbst behauene Quader aus Pyramiden oder römischen Kultstätten wurden umfunktioniert.

Bezogen auf deutsche Haushalte sieht es im Übrigen so aus: Pro Jahr fallen 39,6 Millionen Tonnen Müll an, das sind 476 Kilogramm pro Person. Zusammengerechnet sind das für Deutschland 416 Millionen Tonnen Müll (Stand 2019) – mehr als die Hälfte entsteht in der „Bau- und Abbruchwirtschaft“. Bei klimafreundlicheren Wohngebäuden kann mit einer Einsparung von Baumassen, vor allem bei Geschossdecken, viel davon eingespart werden. Unter Verwendung von Baustoffen aus nachhaltig erzeugbaren und nachwachsenden Rohstoffen wie Holz, ist es sogar möglich ein rechnerisch CO<sub>2</sub>-negatives Gebäude zu errichten. Aber das ist jetzt eine mehr theoretische Betrachtungsweise.

Das macht deutlich, dass es bei Gebäuden immer auch um die Bilanz des gesamten Lebenszyklus geht, nämlich von der Errichtung über den Betrieb und die Nutzung bis zum Rückbau. Ein durchaus charmanter Aspekt bei der Verwendung von Bauholz ist, dass das CO<sub>2</sub>, welches die Pflanze während ihres Wachstums gebunden hat, damit dem Kreislauf entzogen wurde.

### Graue Energie

Ein wichtiger Aspekt ist nicht nur beim Baumaterial selbst die Graue Energie die in den verwendeten Materialien eines Gebäudes steckt – von der Rohstoffgewinnung über Produktion und Transport bis zur Konstruktion. Eine Bewertung der ökologischen Gesamtbilanz von Gebäuden ist daher zwingend notwendig. Eine solche Bilanz ist umso besser, je einfacher die Architektur und mit ihr die Technik ist. Hier gibt es zwei unterschiedliche Wege: Entweder sollte auf eine möglichst lange Nutzung des Gebäudes hingewirkt werden. Das hat zur Folge, dass auch auf die Langlebigkeit der verbauten Materialien und die Anpassungsfähigkeit der Gebäudestruktur an sich ändernde Bedarfe geachtet werden muss. Der andere Weg, ist eine konsequente Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Ein solches Gebäude zielt nicht auf eine lange Nutzungsdauer ab. Das hat zur Folge, dass auf manche energetisch aufwendigen Bauteile und Konstruktionen verzichtet werden kann. Ein solches Gebäude hat beispielsweise weder Keller noch ein ausgebautes Dachgeschoss, ebenso kann die beheizte Wohnfläche und das A/V-Verhältnis, sprich eine möglichst geringe Hüllfläche realisiert werden. Hierbei wird vor allem darauf abgezielt, einen möglichst geringen ökologischen Fußabdruck zu hinterlassen. Ganz

praktisch bedeutet das, dass es nur zu geringen Bodenarbeiten und Eingriffen des bebauten Grundstücks kommt. Sollte das Haus einmal das zeitliche gesegnet haben, müsste es idealerweise komplett rückgebaut werden können und dabei möglichst wenig zu entsorgende Materialien verursachen. Für die Fundamentierung eines solchen Hauses ist es denkbar lediglich Beton-Punktfundamente zu verwenden und darüber eine Holzbodenplatte als Brettstapelboden zu errichten, bei stark geneigtem Baugrund kann auch ein sogenannter Holzkastenverbau zum Einsatz kommen, wie er in den Alpen zur Hangsicherung Verwendung findet.

Bau- und Dämmstoffe, welche in zahlreichen energieintensiven Umwandlungsschritten hergestellt wurden, wie z.B. Dämmstoffe auf Kunststoffbasis oder gebrannte Ziegel sind nach Möglichkeit zu vermeiden. Eine Bewertung der Herstellungenergie und des durch die Wärmedämmung vorliegenden Einsparpotenzials sollte deshalb bei der Planung Berücksichtigung finden. Denn die Graue Energie für die Gebäudeerrichtung kann im ungünstigen Fall mehr als das vielfache des jährlichen Heizenergiebedarfs betragen. Hier kommt dann die zu erwartete Lebensdauer eines Gebäudes ins Spiel. Wird auf diesen Zusammenhang geachtet, dann kann die Graue Energie mehr Einfluss auf den Gesamtenergiebedarf als die Heizenergie selbst haben. Grundsätzlich gilt: Je weniger ein Baustoff bei seiner Herstellung bearbeitet, einer Wärmebehandlung unterzogen beziehungsweise chemisch verändert wird, umso niedriger sind die umweltrelevanten Belastungen (siehe auch Bild 2).

### Beheizung

Bei einfachen geometrischen Wohnflächen ist es auch vergleichsweise einfach schnell und effektiv Wärme einzutragen. Eingeschossige Bauten sind hierbei von Vorteil, da eine Produktion und Wärmeverteilung in derselben Ebene erfolgen kann. Aufwändige Wärmeübertragungen und Verteilung ist nicht notwendig.

### Fußnoten

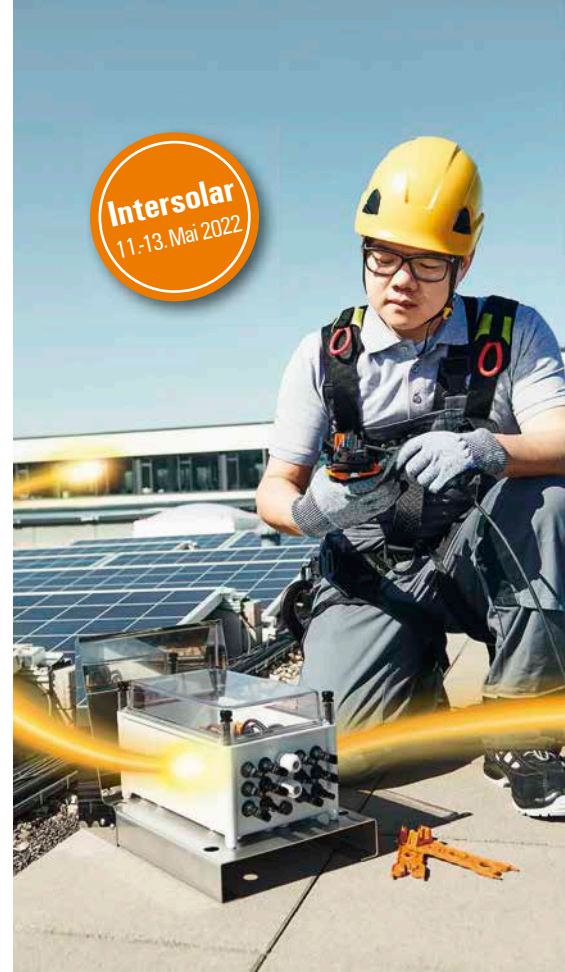
- 1) Das Verhältnis von Wohnungseigentum zu Miete liegt in Deutschland bei etwa 44 %. Der Durchschnitt in der EU beträgt fast 70%. Spitzenreiter ist dabei Rumänien mit etwa 96,1%.
- 2) SONNENERGIE 4|21: Besser Umbauen als schlecht Bauen (Matthias Hüttmann)

### ZUM AUTOR:

► Matthias Hüttmann

Chefredakteur SONNENERGIE

huettmann@sonnenenergie.de



# Weidmüller

## Lösungen für Photovoltaikanlagen Photovoltaikanlagen einfach, schnell und sicher installieren

- Schutz Ihrer Investition
- Zeitersparnis bei der Installation
- Intuitives Design
- Variantenvielfalt für gängige Systeme



Mehr Informationen unter:

[www.weidmueller.de/pv-aufdach](http://www.weidmueller.de/pv-aufdach)



# SOLAR DECATHLON EUROPE

## TEIL 5: TEAM ROOFKIT (KARLSRUHE)

In dieser Ausgabe stellen wir Ihnen das letzte Team mit seinem Projekt vor: Das Team RoofKIT aus Karlsruhe.

### Ressourcen- und Energieeffizienz bis ins letzte Detail

Die Weiter- und Umnutzung des Gebäudebestands, das kreislaufgerechte Entwerfen und Konstruieren mit natürlichen und gesunden Materialien unter Nutzung der urbanen Mine sowie das Erschließen regenerativer Energiequellen bilden den Rahmen für das Projekt RoofKIT des Studierendenteams des Karlsruher Instituts für Technologie. Als Beitrag zur Verdichtung der existierenden europäischen Stadt hat das Team als Wettbewerbsaufgabe die Aufstockung des Cafés ADA in Wuppertal gewählt. RoofKIT schafft mit der Aufstockung nicht nur neuen Wohnraum. Das historische Gebäude wird dabei auch zum Ausgangspunkt und integralen Bestandteil des Gestaltungskonzepts, in welches sich die oben beschriebenen Anforderungen einfügen.

### Gebäudeentwurf

Das Bestandsgebäude bleibt äußerlich als Identifikationspunkt im Quartier weitgehend unverändert. Im Zuge einer energetischen Aufwertung der Gebäudehülle werden die Bestandsfenster durch eine zweite Fensterebene ergänzt. Der nicht mehr adäquate Ballsaal wird um ein Geschoss nach oben versetzt und neu geplant. Er bildet durch Form und Materialität räumlich einen klaren Übergang zwischen Bestand und neuem Aufbau. Der dadurch gewonnene Raum des ehemaligen Tanzsaals wird zu Unterkünften für internationale Künstler, aber auch Besucher und temporäre Bewohner des Viertels umgestaltet.

Die Aufstockung weiterer Wohneinheiten auf den neuen Tanzsaal wird in vorgefertigten Holzmodulen ausgeführt. Dies ermöglicht eine schnelle und vereinfachte Montage auf der Baustelle. Die Aufstockung setzt dabei auf ein Konzept der „shared spaces“, um den zur Verfügung stehenden individuellen wie auch gemeinschaftlichen Raum neu zu verhandeln. Dadurch geht RoofKIT auf die Bedürfnisse der Bewohner in verschiedenen Lebenssituationen ein – darunter Studierende, Familien und Senioren, die in ihrer Gemeinschaft ein soziales Mitei-

ner schaffen und verantwortungsvoll zusammenleben.

### Energiekonzept

Das Energiekonzept ist eine Synthese aus architektonischen Maßnahmen für eine hohe Aufenthaltsqualität und innovativen Lösungen für die Energieversorgung, die über das Jahr hinweg zu einer CO<sub>2</sub>-Neutralität führen. Eine hochwertige Wärmedämmung sowie eine zentrale Lüftungswärmerückgewinnung minimieren den Heizwärmebedarf. Die Nutzung von Solarenergie und Tageslicht trägt ebenfalls zum niedrigen Energieverbrauch des Gebäudes bei. Im Sommer hält eine passive Kühlungsstrategie die Innentemperaturen in einem akzeptablen Komfortbereich. In die Leichtbaukonstruktion der Aufstockung werden dazu Lehmbauplatten integriert, um mit thermischer Masse die Dynamik der Innentemperatur zu dämpfen. Eine auftriebsgestützte Nachtlüftung sorgt für die Wärmeabfuhr aus der Gebäudemasse.

Die Energieversorgung des Gebäudes basiert auf dachintegrierten PVT-Kollektoren, die gleichzeitig Solarstrom und Wärme für eine Wärmepumpe liefern. Ein Energiemanagementsystem maximiert die Netzdienlichkeit des Gebäudes durch Optimierung von Solarertrag, Strombedarf sowie Be- und Entladung von Batterien und Pufferspeicher. Die Wärmerückgewinnung aus einem zentralen Abwasserwärmetauscher trägt weiterhin zur hohen Energieeffizienz des Gebäudes bei.

### Die realisierte Gebäudeeinheit

Für den Wettbewerb in Wuppertal wird eine Wohneinheit aus der Aufstockung vereinfacht und als Demonstrator „herausgeschnitten“. Sie besteht konstruktiv aus vier vorgefertigten Modulen mit einem zentralen Kern, der alle technischen Installationen sowie die Küche und das Bad bündelt. Zur Demonstration der Aufstockung wird die Gebäudeeinheit auf ein Gerüst gestellt; die Fläche unter dem Gebäude wird in Anspielung an den Tanzsaal zusätzlich für den Besucheraufenthalt aber auch für technische Geräte während des Wettbewerbs genutzt. Das Energiekonzept wird ebenfalls – auf den Bedarf herunterskaliert – übernommen, wobei ein Drittel der Dachelemente nur



3-D-Visualisierung des Gesamtprojekts RoofKIT

als reine PV-Module ausgeführt werden. Für die Lüftung im Winter werden in Abweichung zum Gesamtentwurf oszillierende dezentrale Lüftungssysteme mit Wärmerückgewinnung in die Fassade integriert.

### Zum Team:

Sie wollen noch mehr über RoofKIT erfahren:



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

# SOLAR DECATHLON EUROPE: DAS FINALE

## Live vom 10. bis 26. Juni in Wuppertal dabei sein

Vom 10. bis 26. Juni können alle Projekte des SDE 21/22 und die jungen Köpfe dahinter real in Wuppertal kennengelernt werden. Für das Finale bauen die 18 internationalen Teams auf dem ca. 44.000 m<sup>2</sup> großen Veranstaltungsgelände, dem Solar Campus, ihre Hausprototypen auf. Damit präsentieren rund 1.500 Studierende aus aller Welt an einem Ort gebündelt das neuste Know-how zum solaren und energieeffizienten Bauen im urbanen Umfeld. Die voll funktionierenden ein- bis zweigeschossigen Gebäude stehen für mehr Klimaschutz durch weniger Ressourcenverbrauch und mehr Nutzung erneuerbarer Energie.

Bei individuellen Führungen über den Solar Campus und durch die Demonstrationsgebäude erleben Besucher:innen anspruchsvolle Architektur, Bau- und Gebäudetechnik zum Anfassen. Neben dem fachlichen Erlebnis bietet die Veranstaltung bei Fachsymposien, Tagungen, Kultur- und Abendveranstaltungen ideale Möglichkeiten zum Austausch mit Expert:innen aus Forschung und Praxis.

## So läuft der Wettbewerb ab

Im Rahmen des Wettbewerbs messen sich die Teams mit ihren Projekten in zehn Disziplinen. In drei Disziplinen erfolgt die Qualitätsbewertung durch Messungen – z.B. bei der Solartechnik, beim Energieverbrauch und dem Raumklima. In sieben Disziplinen bewertet eine Fachjury die Projekte der Teams. Am Ende gewinnt das Team mit den meisten Punkten. Daneben gibt es elf thematische Sonderpreise von Fachverbänden.

## Öffnungszeiten & Solar-Award

An zwölf Tagen ist der Solar Campus für Besucher:innen geöffnet: Vom 10. bis 12. Juni, 16. bis 19. Juni und vom 22. bis 26. Juni 2022. Jeder Veranstaltungstag



© Solar Decathlon Europe

Impressionen vom Solar Decathlon Europe 2012 in Madrid

hat einen anderen fachlichen Themenschwerpunkt, der von den Teams sowie den zahlreich beteiligten Verbänden, Institutionen und Vereinen gestaltet wird.

Am Freitag, dem 17. Juni, liegt der Fokus auf erneuerbaren Energien. Als eines der Tages-Highlights findet am Abend die Verleihung des Solar Awards statt. Der Sonderpreis wird von der International Solar Energy Society (ISES) und dem Solar Heating & Cooling Programme der Internationalen Energieagentur (IEA SHC) durch eine eigene Fachjury vergeben.

## Ausblick

Wettbewerbe wie der Solar Decathlon Europe tragen dazu bei, dass sich die nachfolgende Generation von Architekt:innen, Ingenieur:innen und anderen am Bau beteiligten Berufsgruppen früh mit Themen wie erneuerbare Energien und Energieeffizienz auseinandersetzt. Beim Solar Decathlon arbeiten Studierende eigenverantwortlich und praxisorientiert zusammen – vom ersten Gedanken bis zur letzten Schraube am fertigen Gebäude. Durch dieses einzigartige edukative Setting werden fachübergreifende Kompetenzen vermittelt, die wir für ein Voranbringen des Weiterbaus im Bestand und den Schutz unseres Klimas dringend benötigen. Gleichzeitig machen öffentlichkeitswirksame Veranstaltungen die Energie- und Ressourcenwende auch für ein breites Publikum erfahrbar.

Nach dem SDE 21/22 führt das Nachfolgeprojekt Living Lab NRW das Erfolgskonzept weiter. Acht Gebäude bleiben dafür für mindestens drei weitere Jahre auf dem Solar Campus stehen. Als Teil des Living Lab NRW fördern sie die Forschung, Ausbildung und Bildung im Bereich des klimaneutralen Bauens. Mit dabei sind die Projekte der deutschen Teams LOCAL+ von der Fachhochschule Aachen und MIMO von der Hochschule Düsseldorf, die in den Ausgaben 03/2021 und 04/2021 vorgestellt wurden.

## Website

[sde21.eu/de](https://sde21.eu/de)

## Veranstaltungsprogramm

[sde21.eu/programm](https://sde21.eu/programm)

1 • architektur	2 • gebäudetechnik & bauphysik	3 • energieperformance	4 • realisierbarkeit & sozial-ökonomischer kontext	5 • kommunikation & bildung
6 • nachhaltigkeit	7 • komfort	8 • funktion	9 • urbane mobilität	10 • innovation

© SDE 21/22

Die 10 Wettbewerbs-Disziplinen des SDE 21/22



# MIT DEM E-BUS DURCH DEN WINTER

## TESTBERICHT MERCEDES EQV



Bild 1: Solarstrom sollte schon sein.

Der Mercedes EQV ist „die erste elektrische Premium-Großraumlimousine mit Stern, ein idealer Alltagsbegleiter mit maximaler Variabilität und er stärkt das Vertrauen in die Elektromobilität“. So sieht der Stuttgarter Autokonzern sein Prunkstück, das wir für zwei Wochen testen durften. Und eines wurde bei den Testfahrten schnell sehr klar: Mit diesem etwas anderen E-Mobil ist es schwer, unerkannt zu bleiben.

„Unser EQV erfüllt eindrucksvoll höchste Ansprüche an Funktionalität und Variabilität und ist dabei 100 Prozent lokal emissionsfrei“, hatte Marcus Breitschwerdt per Presseinfo versprochen. Und weil der Leiter Mercedes-Benz Vans auch „souveräne Fahrleistungen, intuitive Bedienung und ein großzügiges

Raumangebot“ angekündigt hatte, waren wir mehr als gespannt, was da im Dezember 2021 per geschlossenem Fünftachs-Autotransporter angeliefert wurde. Denn wir wollten das Bussi mit maximal 3,5 Tonnen Fahrgewicht tatsächlich auf die Einsatzfähigkeit als „idealer Begleiter für Familien und Freizeitsportler“ überprüfen – ein weiteres Breitschwerdt-Verprechen.

Und um es vorweg zu nehmen: Ja, der Mercedes EQV hat das Zeug, eine Familie mit Kindern, Opa und Oma im Shuttle-Betrieb oder auf der Reise in den Urlaub zu begleiten. Die 150-kW-Elektromaschine summt in jedem Betriebszustand leise vor sich hin – Kleinkinder werden ja ansonsten oft durch Dieselgeknatter oder Ottogeheul aufgeschreckt.

Der EQV 300, den wir testen konnten, hatte die standardmäßige Ausstattung mit sechs Einzelsitzen. Bis zu acht dieser Stühle passen hinein; dann wird aber der Platz für Gepäck etwas knapper. Der Sechssitzer jedoch lässt auch Kinderwagen und sonst allerlei Material gut transportieren.

Doch auch das ist möglich: Durch das Zusammenschieben der in Schienen laufenden Sitze wird aus der „Premium-Limousine“ (Mercedes-Werbung) ratzfatz ein echter Transporter – egal ob für den Möbelkauf, oder für den Handwerksbetrieb, der auch mal Werkstücke durch die Gegend kutschieren muss. Und wenn es wirklich sein muss, können sogar längere Stücke durch das Panorama-Schiebedach ragen. Nur im kalten Winter oder bei strömendem Regen ist das keine gute Idee...

Es fährt sich souverän im EQV: Die hohe Sitzposition bietet einen guten Überblick über das, was vor einem liegt. Und trotz 5,14 Meter Länge und 2,25 Meter Breite lässt er sich sowohl auf Autobahnen, auf Landstraßen und in der Stadt sehr gut bewegen. Nur die kommunalen Parkplätze sind nicht wirklich für den EQV gedacht. Doch dank der Höhe – selbst mit Dachreling unter 2 Meter – „passt er in nahezu jede Tiefgarage“, meint Mercedes. Naja, von der Höhe schon. Aber ob auch die Parknischen wissen, dass auch noch ausgestiegen werden muss? Gottseidank hat der EQV hinten Schiebetüren, der Testwagen sogar zwei elektrische.

Apropos elektrisch: 90 Kilowattstunden (kWh) nutzbare Batteriekapazität hat der 3,5-Tonner. Die Batterie ist im Boden eingebaut – der Schwerpunkt liegt deshalb sehr tief, das ist gut für



Bild 2: Lenkradheizung gibt es nicht.



# Der Mercedes-Benz EQV

Schnellladen in 45 Minuten

Mercedes-Benz EQV: Stromverbrauch kombiniert: 26,4-26,3 kWh/100 km; CO<sub>2</sub>-Emissionen kombiniert: 0 g/km

Foto: Daimler-Benz

Bild 3: Was alles während des Schnellladens getan werden kann...

die Straßenlage. Aber 90 kWh bedeutet bei dem „kombinierten Stromverbrauch“ von 26,4 kWh/100 km auch: Mehr als 350 km Reichweite sind beim besten Willen nicht drin im Stromtank. Im kalten Wintertest war der Verbrauch weit jenseits der 30 kWh/100 km: Mehr als 250 km Fahrt am Stück sollten tunlichst nicht eingeplant werden. Positiv aber, dass das E-Bussi schnellladen mag. Und mit der Mercedes-Tankkarte kamen alle Ladesäulen in Nordbayern zurecht, an denen ich mein Ladeglück versucht habe.

Bei der Gelegenheit sei angemerkt: Ohnehin ist zu empfehlen, auf längeren Fahrten nach zwei Stunden eine Pause einzulegen. Das gilt für Touren mit Verbrennern wie für E-Driver. So haben wir an der (kostenlosen) Schnellladestation am Casino Bad Steben eine Tankpause für einen Spaziergang durch den verschneiten Kurpark genutzt. Und danach stand der EQV wieder voller Frei-Strom bereit für die Weiterreise. Von kostenfreien Benzintankstellen können Verbrennerfans dagegen nur träumen.

## Fazit

Nach zwei Wochen EQV-Test: Tolles Auto für Familien, aber auch für Handwerker oder Kleinunternehmer (m/w/d) geeignet, die ein „Sowohl-als-auch-Fahrzeug“ wollen. Einen Kritikpunkt müssen wir trotzdem loslassen: Ein Fahrzeug der (Zitat) „Premiumklasse“ sollte eine Lenkradheizung, zumindest als Zubehör haben. Oder einen mitgelieferten Fellbezug für das lederbezogene Steuerrad – sonst gibt es klamme Finger.

Für viele ist das EQV-Bussi aber nichts. Außer das von Janis Joplin entliehene Gebet „Oh Lord, won't you buy me a Mercedes Benz“ würde erhört: Der Brutto-Wert des Testwagens lag nach Firmenangaben bei 102.787,44 Euro. Und auch der Netto-Listenpreis der Grundausstattung von 59.990 Euro liegt jenseits meiner Möglichkeiten.

## ZUM AUTOR:

► *Heinz Wraneschitz*  
Energieingenieur und Fachjournalist für Energie- und Umweltthemen  
heinz@bildtext.de



Genossenschaftliche FinanzGruppe  
Volksbanken Raiffeisenbanken



## Agrar KompetenzCenter



### R+V-ENERGIEPOLICE

## Gemeinsam und nachhaltig. Ist für jeden das Beste.

Die R+V-EnergiePolice bietet eine umfassende Risikoabsicherung für Ihre Photovoltaikanlage.

### Sprechen Sie mit uns!

R+V Allgemeine Versicherung AG  
AgrarKompetenzCenter  
Raiffeisenplatz 1, 65189 Wiesbaden  
E-Mail: AgrarKompetenzCenter@ruv.de  
Tel.: 0611 533-98751

[energiepolice.ruv.de](http://energiepolice.ruv.de)

**Du bist nicht allein.**

# BIOMETHAN-TRAKTOR

## K(L)EINE UNTERSCHIEDE, KEINE (TECHNISCHEN) NACHTEILE



Foto: Jörg Böthling

Bild 1: Frisch vom Band – voll getankt: Horst Seide setzt den Traktor auf seinem Betrieb bereits ein.

Ernte auf dem Hof von Horst Seide. Es herrscht ideales Frühherbstwetter, es ist trocken, ja, es ist noch spätsommerlich warm. Mais soll gehäckselt werden. Das Ernteteam steht bereit, aber ein technisches Problem macht einen Strich durch die Rechnung; irgendetwas mit der Antriebscheibe beim Claas-Häcksler ist defekt, lässt Ernte und alle Maschinen ruhen.

### Ein Traktor unter vielen

Apropos Maschinen: Durch den ungewollten Zwischenstopp auf dem Hof direkt hinter dem Deich der Elbe, vor Biogasanlage und Fahrсило, präsentiert sich wahrlich ein stattlicher Fuhrpark: Das ist Landmaschinenteknik, geballte PS-Power. Viel Prominenz des „Who's Who“ der Landmaschinenwelt findet sich an: Der John Deere 7730, der Claas-Häcksler, ein Vario Favorit Fendt 924 und auch ein Fendt 720 ist dabei, ebenso wie der New Holland T6.180 Methane Power mit einem 6-Zylinder-Motor, der über 180 PS Leistung verfügt. Der Zusatz Methane ist erst in kurzer Distanz zu lesen, ist doch das Wort nur in kleiner Schrift an der Motorhaube platziert. So unterscheidet sich der mit Methan betriebene Traktor von seinem Diesel-Bruder mit identischer PS-Zahl, der ebenso auf dem Hof von Seide seinen Job macht, auf den ersten Blick fast gar nicht: Dabei wird der eine klassisch fossil betankt, während der andere mit dem klimafreundlichen Kraftstoff

Biomethan angetrieben wird. Und wie sich die beiden Modelle so im illustren Ensemble der übrigen Landmaschinen einfügen, so ist eines zu konstatieren: Der Gasmotor ist auf der Höhe der Zeit. Dieser Antriebsart mutet nichts Exzeptionelles, Futuristisches oder gar offenbar Unterscheidbares an, nein der Methan-Traktor ist mittendrin, gehört dazu: Vielleicht wird er schon bald Standard – zu hoffen wäre es.

### CNG Gas immer dabei

Wer sich jedoch mit der Technik des T6.180 Methane näher beschäftigt und in die Details eintaucht, der stellt kleine, feine Unterschiede fest. Dies ist noch nicht einmal der Fall, wenn man sich ins Cockpit des Methan-Traktors hineinsetzt. Das zeichnet sich nicht durch besondere Features aus, es ist in der Leistungsklasse mittelgroßer Schlepper von 120 bis 200 PS, die im Übrigen in Deutschland rund ein Viertel aller Traktoren ausmacht, eher gewöhnlich; kurz um: es fühlt sich auf dem Sitz an wie bei einem normalbetankten Traktor auch. Lediglich der kleine schwarze Container, der vorne montiert ist und in der Fachsprache als „Range-Extender-Tank“ bezeichnet wird, macht einen sichtbaren Unterschied: Darin sind drei 90 Liter CNG fassende Gasflaschen liegend angeordnet. Wieso eigentlich 90-Liter-Flaschen? Klaus Senghaas, seit vielen Jahren Kommunikations-Chef von New Holland in Deutschland und eng

eingebunden in die Entwicklungsarbeit des Methan-Traktors, beantwortet dies kurz und knapp: „Die sind standardisiert, sind für den Straßenverkehr zugelassen und setzen wir im Mutterunternehmen auch im LKW-Bereich seit vielen Jahren ein.“

Neben den drei Gasflaschen vorne, die der Kunde je nach Bedarf optional mitbestellen kann, sind standardmäßig weitere sieben Flaschen im Frontbereich vollkommen unauffällig im Traktor integriert. So sind maximal 455 Liter bzw. 79 Kilogramm CNG an Bord. „Die darin getankte Menge reicht für den Einsatz auf der Straße von bis zu acht Stunden, auf dem Acker, bei hoher Beanspruchung, rund fünf bis sechs Stunden“, erläutert Senghaas zur Reichweite.

### Weniger um die Ohren

Wer nun den Motor des T6.180 startet und genauer die Ohren spitzt, der bemerkt, dass der Sound zum Diesel-Bruder etwas anders überkommt. Er ist tatsächlich leiser, messtechnisch ermittelt liegt der Wert exakt fünf Dezibel niedriger, was auf ein niedriges Verdichtungsverhältnis beim Gasmotor zurückzuführen ist. Aufgrund dessen hört man als Fahrer plötzlich auch die höheren Töne des Getriebes mehr als auf einem Dieseltraktor sitzend, wo der lautere Motor diese überlagern würde. Allerdings muss der Fahrer seine Ohren schon genau spitzen, um das wirklich wahrzunehmen.

Ansonsten ist die Kraft des Methantraktors sofort da. Das merkt man besonders auf dem Acker, im vollen Einsatz. So auch beim Grubbern auf dem Acker von Horst Seide, für das ein Grubber mit der Arbeitsbreite von 4,60 Metern gezogen wird. Nach dem Manövrieren auf dem Vorgewende drücke ich mit dem Fuß bis zum Anschlag aufs Gaspedal und setze zugleich den Grubber, der sich mit seinen Zinken rund zwölf Zentimeter in den schon vorbereiteten, aber trotzdem relativ schweren, tonhaltigen Marschboden (60 Bodenpunkte), wo im Sommer Klee- und Welsches Weidelgras stand, ein. Die Zugkraft kommt sofort an, der Traktor zieht stabil durch. „Das liegt am guten Ansprechverhalten des Gasmotors, was wir durch eine Mehrfacheinspritzung erreichen“, unterstreicht Klaus Senghaas. Bei einer Motordrehzahl von



900 in der Minute sei nach seinen Worten das Ansprechverhalten „doppelt so gut“ wie bei einem vergleichbaren Diesel.

Dieses bemerkenswerte Attribut ist letztlich aber zusätzlicher Entwicklungsarbeit am Gasmotor geschuldet, so Senghaas weiter. Dafür habe man aus den Erfahrungen des Vorgängermodells heraus auf den raschen Markteintritt verzichtet und stattdessen vor vier Jahren schweren Herzens entschieden, noch mal am CNG-Motor nachzujustieren, mit der Konsequenz, dass auch die Peripherie, ob nun Getriebe, Kühlung, Lichtmaschine und andere Komponenten noch mal neu konfiguriert wurden. Zudem ist ein 3-Wege-Kat, angeblich wartungsfrei, eingebaut.

„Wenn ein CNG-Traktor, dann richtig“, hebt Senghaas hervor. Die behutsame und vorsichtige Strategie scheint sich aber nun auszuzahlen. Denn das Feedback, das New Holland, eine Tochter von Fiat, auf ihre Extrarunde-Entwicklungsarbeit vor allem in Turin, aber auch in Großbritannien und der Schweiz geleistet hat, von den Fahrern der 50 Traktoren, die man weltweit vor dem Start der Serienproduktion am 1. November 2021 für Testzwecke in und an die Landwirtschaft zur Verfügung stellte, sei großartig. „Wir sind jetzt zum richtigen Zeitpunkt da“, versichert Senghaas, „es geht jetzt spürbar in Richtung CNG-Gas, weil wir dadurch im Traktorenbereich mit dem Einsatz von Biogas einfach am besten CO<sub>2</sub> einsparen können“. Bei einer jährlichen

Auslastung von 1.000 Stunden pro Jahr und einer Laufzeit von sieben Jahren ergibt sich nach Berechnungen von Senghaas eine CO<sub>2</sub>-Ersparnis von 535 Tonnen. Daher sieht Senghaas überhaupt nicht ein jähes Aus des Verbrennungsmotors kommen, „denn es geht absehbar gar nicht ohne ihn.“

### Mehr Methanfahrzeuge sind nur eine Frage der Zeit

Tatsächlich freut sich auch Horst Seide – auf dem Beifahrersitz Platz nehmend – über die gute Performance des Methantraktors. Hat doch der Präsident des Fachverbandes Biogas schon so lange auf ihn gewartet. Denn schon im Herbst 2017 hatte er das Vorgängermodell von New Holland auf seinem Betrieb für einige Wochen im Einsatz. Dann war erstmal wieder Sendepause. Nun ist nach langem Warten das serienreife Modell auf dem Hof. Als geleastes Modell soll er dort auch in Zukunft bleiben. Eingesetzt werden soll er für Feldarbeiten wie Pflügen und Grubbern, aber eben auch für Gülletransporte und Zubringerarbeiten. Wenn gleich der Traktor rund ein Drittel teurer ist als sein Diesel-Bruder, liege man bei den laufenden Kraftstoffkosten mit CNG schon um ein Drittel unter dem Niveau von Diesel. „Die Preisschere wird sich in Zukunft noch weiter öffnen“, verweist Seide auf die Befreiung von Methan vom Bundesemissionshandelsgesetz, welches fossile Kraftstoffe seit Beginn des Jahres

bekanntlich mit CO<sub>2</sub>-Steuern bepreist.

Von daher verwundert es nicht sehr, „dass einige Berufskollegen aus der Umgebung neugierig anfragen, wie es denn mit dem New Holland so läuft“. Das Interesse ist da. Auch die Tankstelle ist im Wendland schon da, nämlich seine eigene in Dannenberg. Dort tanken die Mitarbeiter von Seide den geleasten Traktor für aktuell 1,12 Euro pro Kilogramm. Und zwar am Ende des Arbeitstages, auf der Fahrt nach Hause, so geht keine unnötige Zeit verloren. Dabei dauert das Tanken max. 4 Minuten, dann geht es weiter. Zur Orientierung: Ein Kilogramm Gas ersetzt vom Energiegehalt rund 1,4 Liter Diesel, dabei lag der Dieselpreis Ende September bei rund 1,50 Euro pro Liter. Dass jemand wie Horst Seide, der Biogas seit langem an prominenter Stelle gegenüber Politik und Öffentlichkeit verteidigen muss und unermüdlich für Biomethan wirbt, dabei fast diebisch-freudig erwähnt, dass der methanbetriebene T6.180 Methane auf der Straße zwei Stundenkilometer sogar schneller ist als sein Diesel-Bruder, ist ihm anzumerken. Methan auf der Überholspur, wer hätte das noch vor einigen Jahren gedacht? Doch scheint die Zeit jetzt dafür endlich reif zu sein.

### ZUM AUTOR:

► Dierk Jensen  
freier Journalist

dierk.jensen@gmx.de  
www.dierkjensen.de

## Huhn und Ei – Traktor und Tankstelle

Momentan mangelt es in vielen Regionen Deutschlands noch an geeigneten Gastankstellen. Die Tendenz war in den vergangenen Jahren sogar negativ. Viele Biogasanlagenbetreiber überlegen sich deshalb, ob sie statt wie bisher Strom und Wärme zu erzeugen, in die Erzeugung von Biomethan-Erzeugung (Bio-CNG oder Bio-LNG) einsteigen sollen. Dass dies wirklich ein Trend ist, davon zeugen zumindest die Statistiken: Die Zahl der Biomethan-Produzenten steigt, wenngleich noch langsam, stetig. Aktuell gibt es etwa 240 Biomethan-Einspeiser in Deutschland.

Diese könnten potenziell auch Tankstellen bauen und betreiben – oder zumindest beliefern. Nach Aussage von Branchenexperten sind aktuell rund 40 Biogaserzeuger im Kraftstoffbereich aktiv. Tendenz steigend. Der Bau einer Methan-Tankstelle inklusive einer Methanaufbereitungsanlage kostet rund 200.000 bis 250.000 Euro. Aktuell gibt es erst wenige Hersteller, die solche Anlagen überhaupt errichten: Prodeval, Envitec, OrangeGas Germany GmbH und einige andere. Für einen landwirtschaftlichen Entrepreneur reicht natürlich ein einziger Nicht-Diesel-Traktor in der Um-

gebung kaum aus, um eine Methan-Tankstelle wirtschaftlich zu betreiben; wären es dagegen 20 Schlepper, dann vielleicht schon. Zumal zu den Anschaffungskosten auch die fortlaufenden Instandhaltungen zu berücksichtigen sind und außerdem regelmäßige TÜV-Kontrollen – dreijährige wie auch fünf- bis zehnjährige – durchgeführt werden müssen, um die technische Sicherheit der unter Druck stehenden Anlagen zu gewährleisten.

Wenn noch keine stationäre Tankstelle in der Nähe existieren sollte, wäre unter Umständen eine Satellitenstation, eine Art mobile Tankstelle, der Firma SaSu Energiesysteme GmbH eine Alternative. „Wir bringen das Biomethan zu unseren Kunden“, erklärt Inhaber Peter Suchy. „Wir füllen das Biomethan mit einem Druck von 300 bar in acht Bündel à zwölf Flaschen, die in einem Container untergebracht sind und dann per LKW zum jeweiligen Verbrauchsort transportiert werden.“ Der für die Befüllung unverzichtbare Kompressor ist in einem zweiten Container untergebracht, der zwar kleiner als auf Tankstellen üblich ist, dafür aber im Dauerbetrieb effizient arbeitet. Die SaSu Energiesysteme GmbH

bietet ihre mobilen Tankstellen in der Regel als Dienstleistung an, es besteht aber auch die Möglichkeit, diese zu mieten. Wie auch immer, je mehr Schlepper und andere Nutzfahrzeuge auf Biomethan-Antrieb umstellen, desto schneller entwickelt sich auch eine Infrastruktur, die das Biomethan auf optimierte Weise in den Tank bringt.



Bild 2: Gasflaschen auf einer Tankstelle im Großraum von Hamburg

Foto: Dierk Jensen



# LADEBEDARF EINES WOHN- GEBÄUDE-WAGENPARKS

## E-MOBILITÄT OHNE NETZVERSTÄRKUNG



Bild 1: Baugemeinschaft 49°Nord – rundum bunt, Mainz

Simulationsstudien zeigen, dass sich der Ladestrom eines komplett elektrifizierten Wohngebäudewagenparks durch den nur für den Haushaltsstrom dimensionierten Netzanschluss bewerkstelligen lässt. Eine Verstärkung des Netzanschlusses des Wohngebäudes ist nicht erforderlich. Die Analyse des Lastgangs des Haushaltsstroms und des Ladestrombedarfs eines konkreten Bauprojekts liefert Erkenntnisse, die auch auf andere Wohngebäude angewendet werden können.

### Mehrgenerationen-Wohnprojekt

Das Bau- und Wohnprojekt 49°Nord – rundum bunt<sup>1)</sup> startete im März 2018. Nun, fast vier Jahre später, bauen sie mit zwei weiteren Baugruppen einen Gebäudekomplex mit 70 Wohneinheiten. Zum Bauprojekt gehört auch eine gemeinsame, für Elektroladestationen vorgerüstete Tiefgarage mit 53 PKW-Stellplätzen<sup>2)</sup>. Drei Stellplätze davon sind für Carsharing-Fahrzeuge reserviert.

Das Ausmaß des ursprünglich für das Bauvorhaben berechneten Gesamtstromanschlusses war so groß, dass ein 20.000-Volt-Mittelspannungstrafo mitten im Gebäude notwendig erschien.

### Netzanschluss für Elektromobilität

Basierend etwa auf Angaben der Verbraucherzentrale<sup>3)</sup> oder der KfW, erschien den Projektierern als allgemein bekannt, dass eine hohe Ladeleistung die Voraussetzung für den Umstieg zur Elektromobilität sei. Die geplanten 53 Stellplätze des Wohnprojekts sollten mit Ladesäulen mit einer Ladeleistung von 11 kW bis 22 kW ausgestattet werden, und die Carsharing-Plätze eine Schnellladekapazität von möglichst 70 kW erreichen. Der berechnete Anteil der Kfz-Elektromobilität am Netzanschluss unter Berücksichtigung von Gleichzeitigkeitsfaktoren umfasste insgesamt ca. 150 kW.

Um einen Trafo im Wohngebäude zu vermeiden, war es erforderlich mit der vom Netzbetreiber angebotenen Gesamtanschlussleistung von 250 kW zurechtzukommen. Davon waren die Baugemeinschaften sehr weit entfernt.

### Ladeinfrastruktur ohne zusätzlichen Stromanschluss?

Aufgrund dieser Ausgangssituation stellte sich die Frage, ob mit dem Netzanschluss für den Haushaltsstrom von 70 Wohneinheiten – davon 16 mit elektri-

scher Warmwasserbereitung – gleichzeitig auch 53 Stellplätze – davon drei für Carsharing – betrieben werden?

Mit der erwähnten Gesamtanschlussleistung von 250 kW müssen ebenso sowohl die Haustechnik als auch eine geplante große Photovoltaik-Anlage – mit elektrischem Speicher – betrieben werden.

Anzahl Wohneinheiten	Hausanschluss ohne elektrische Warmwasserbereitung [kW]	Hausanschluss mit elektrischer Warmwasserbereitung [kW]
5	41	81
10	55	107
16	67	125
20	72	134
30	82	153
40	89	165
70	102	189
80	104	195
100	108	205

Tabelle 1: Hausanschlusswerte laut DIN 18015

	Simulation synPRO		Simulation Wörner	
	Lastgang mit maximaler Tagesleistung	Lastgang mit maximalem Tagesverbrauch	Lastgang mit maximaler Tagesleistung	Lastgang mit maximalem Tagesverbrauch
Tages-Lastgang-Bezeichnung	1_maxP_05	1_maxW_05	2_maxP_05	2_maxW_05
Tagesmittelwert	33 kW	35 kW	28 kW	30 kW
Tagesmaximum	119 kW	85 kW	126 kW	105 kW
Tagesminimum	12 kW	12 kW	7 kW	7 kW
Jahresverbrauch	269.000 kWh		194.000 kWh	
Jahresverbrauch pro WE*	3.400 kWh		2.500 kWh	

**Tabelle 2: Tageslastgänge für 70 WE, davon 16 WW, mit jeweils höchstem Tagesverbrauch und höchster Spitzenlast**

(\* Bei der Normierung pro Wohneinheit wurde berücksichtigt, dass ein Haushalt einen etwa 40% höheren Verbrauch zeigt, wenn Warmwasser mit Strom erhitzt wird. Wir wählten  $54 + 16 \times 140\% = 76$  Wohneinheiten ohne elektrische WW-Bereitung)

Ein Energiemanagement könnte das Dilemma lösen, wobei der Haushaltsstrom dabei Priorität haben muss. Nur der für den Haushaltsstrom nicht benötigte Anteil des Netzanschlusses darf als Ladestrom zur Verfügung gestellt werden. Bisher wird Energiemanagement typischerweise für die bevorzugte Nutzung von Photovoltaik-Strom eingesetzt. Der Schwerpunkt der Fragestellung der Gruppe war: Lassen sich die Lastgangkurven von Haushaltsstrom und die Lastgangkurven von E-Autos so aufeinander abstimmen, dass der gewünschte Komfort ohne Stromnetzverstärkung erreicht werden kann? Der erste Schritt zur Beantwortung der Frage war, den Haushaltsstrom eines 70-Parteien-Wohngebäudes zu ermitteln.

### Stromanschluss eines Wohngebäudes

Der Netzanschluss eines Mehrfamilienhauses muss den maximalen aktuellen Strombedarf der Haushalte abdecken können. Da dieser selten zur selben Zeit besteht – es liegt somit eine geringe Gleichzeitigkeit vor – ist er keinesfalls

proportional zur Anzahl der Wohneinheiten. Außerdem benötigen Wohngebäude mit elektrischer Warmwasserbereitung in etwa einen doppelten Hausanschlusswert als diejenigen ohne elektrische Warmwasserbereitung. Einige normative Anschlusswerte der DIN 18015 („Elektrische Anlagen in Wohngebäuden“) sind in Tabelle 1 angegeben:

Von den insgesamt 70 Wohneinheiten des Wohnprojekts, nutzen 16 Wohnungen elektronische Komfort-Durchlauferhitzer für die Warmwasserbereitung. Für die Studie wurden insgesamt 140 kW als Stromanschluss für den Haushaltsstrom angenommen.

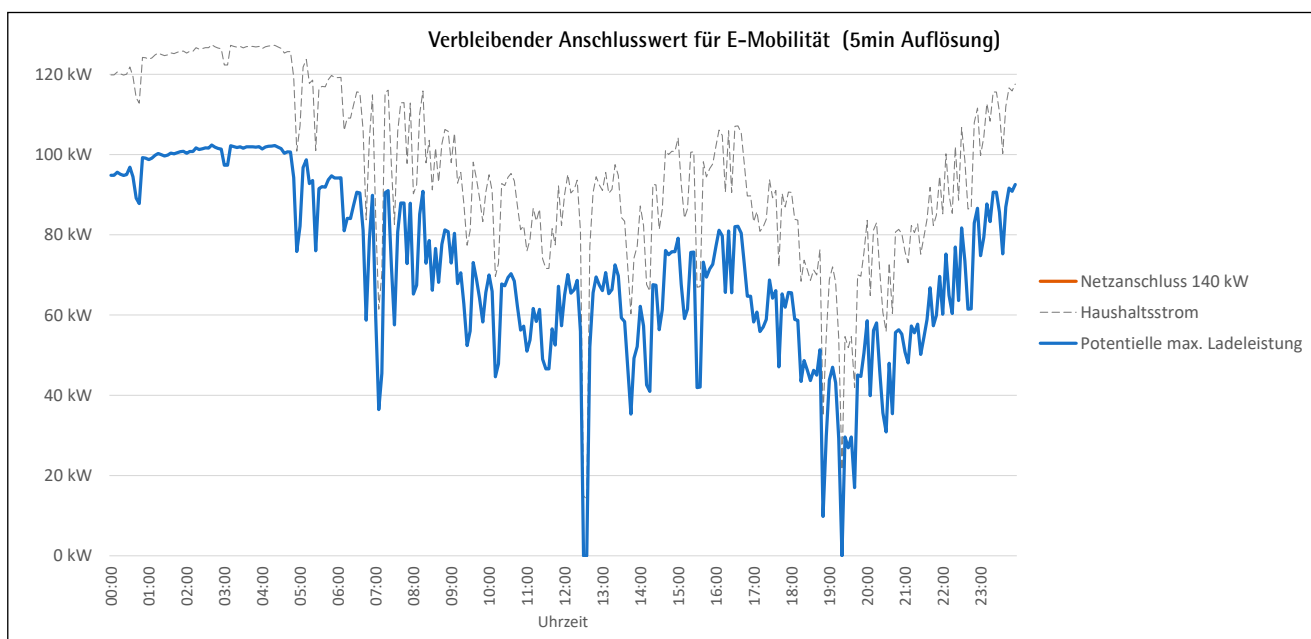
### Simulation des Haushaltsstrom-Lastgangs

Für die Konstellation als Mehrfamilienhaus erhielt die Baugruppe Simulationsdaten von verschiedenen Quellen: »synPRO« des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE<sup>4)</sup>, sowie Dr. Patrick Wörner vom Institut für Massivbau/ TU Darmstadt<sup>5)</sup>. Jede Wohneinheit soll im Mittel von drei Bewohnern genutzt werden. Die Daten zeigen Haushaltsstrom-

Lastgänge für jeweils ein ganzes Jahr, also 365 Tage à 24 Stunden. Zur weiteren Betrachtung wurden anstelle von kompletten Jahresverläufen nur die „Worst Case“-Tage herausgefiltert – mit dem jeweils höchsten Gesamtstromverbrauch und höchsten Spitzenstromverbrauch aus den Jahresdaten. Dabei zeigten diese Lastgänge die in Tabelle 2 aufgeführten Kennwerte.

Die Simulationsdaten passen gut zu den Verbrauchsstatistiken des „Stromspiegel“<sup>6)</sup> für einen 3-Personen-Haushalt, der zwischen 1.800 kWh/Jahr und 3.300 kWh/Jahr bei einem Mittelwert von 3.000 kWh/Jahr angibt. Beide zeigen Spitzenlasten von ca. 120 kW bei einer 5-Minuten-Auflösung. Diese Werte passen sehr gut zu dem oben berechneten Netzanschluss von 140 kW.

Im Sinne eines konservativen Ansatzes haben wir für die weiteren Betrachtungen die Überlagerung der vier „Worst-Case“-Tageslastgänge aus Tabelle 2 ermittelt. Für jede Uhrzeit wurde das Maximum der vier Kurven gewählt. Das Ergebnis kombiniert also höchste Lastspitzen mit höchstem Tagesgesamtverbrauch in



**Bild 2: Maximal verfügbare Ladeleistung mit 25 kW Puffer bis zum Netzanschluss 140 kW**

einem neuen Tages-Lastgang, der in keinem Simulationsmodell so erscheint.

Bild 2 zeigt die verbleibende verfügbare Ladeleistung für jede Uhrzeit an einem „Worst-Case“-Lastgang. Ein Puffer von 25 kW, zusätzlich zum Haushaltsstrom, soll eine „versehentliche“ kurzfristige Überlastung verhindern.

### Ladebedarf eines Wohngebäude-Wagenparks

Julia Maulhardt<sup>7)</sup>, eine von der Bau- gruppe beauftragte Beraterin für Elektromobilität prüfte, ob sich der Wagenpark komfortabel mit diesem Strom elektrisch betreiben ließe. Sie wählte den konservativen Ansatz, dass alle Fahrzeuge den Strom zu 100 % über den Anschluss der Tiefgarage beziehen. In so einem Fall hätten die Fahrzeugnutzenden keine Möglichkeit, Fahrzeuge öffentlich oder etwa bei den Arbeitgebern zu laden. So eine Situation bildet nicht die heutige Realität ab. Denn die öffentliche Ladeinfrastruktur ist bereits sehr gut ausgebaut, wie ein Projekt der Netze BW zur Netzintegration von Elektromobilität in Mehrfamilienhäusern im Bestand gezeigt hat<sup>8)</sup>.

Zur Modellierung der täglichen Fahrstrecken unterscheidet Frau Maulhardt zwischen den Fahrprofilen von 50 Pendlerfahrzeugen und denen von drei Carsharing-Fahrzeugen. Für die Pendlerfahrzeuge nutzt sie die Erfassungen des Statistischen Bundesamts<sup>9)</sup>. Wir nehmen an, dass die Ladevorgänge erst um 17:00 Uhr beginnen und die ersten Autos bereits um 7:00 Uhr das Gebäude verlassen.

Für die Carsharing-PKW erwartet sie eine mittlere Fahrleistung von 200 km für jedes der drei Fahrzeuge. Deren Ladevorgänge sollten zwischen 20 Uhr und spätestens 7 Uhr erfolgen. Zu dem durchschnittlichen Verbrauchswert eines Elektroautos von 20 Kilowattstunden auf 100 Kilometer<sup>10)</sup> kommt noch ein durchschnittlicher Wirkungsverlust beim Ladevorgang von 20 %. Die zu berücksichtigende tägliche Gesamtenergie, die vom Anschluss in Summe zur Verfügung gestellt werden muss, beträgt somit 758 kWh, wie Tabelle 3 zeigt.

### Ladekonzepte für den Wagenpark

Generell ist es für die Lebensdauer eines Fahrzeugakkus sehr vorteilhaft, wenn dieser möglichst langsam geladen werden kann. Allerdings müssen die technischen Gegebenheiten für das Laden der Fahrzeuge unter einer Dauerlast von 2,3 kW oder 3,6 kW mit gewöhnlicher Hauselektrik einige Sicherheitskriterien einhalten. Bei einem Neubau ist die Umsetzung des Langsamladens<sup>11)</sup> sehr viel besser und kostengünstiger einzuplanen als im Bestand.

Tagesfahrleistung	Anteil	Ladebedarf pro PKW	Anzahl PKW	Gesamtladebedarf
bis 20 km	43 %	4 kWh	23	92 kWh
bis 50 km	23 %	10 kWh	12	120 kWh
bis 100 km	11 %	20 kWh	6	120 kWh
ohne Angabe	17 %	20 kWh	9	180 kWh
ca. 200 km	6 %	40 kWh	3	120 kWh
Wagenpark	100 %		53	632 kWh
Ladeverlust	20 %			126 kWh
benötigte Gesamt-Ladeenergie			53	758 kWh

Tabelle 3: Täglicher Ladeenergiebedarf

Die Baugemeinschaft hat den Wagenpark in Abhängigkeit vom Ladebedarf in vier Gruppen eingeteilt und die Ladezeiten in Abhängigkeit der verwendeten Ladeleistung in Tabelle 4 dargestellt.

### Zwischenfazit: niedrige Ladeleistung reicht

Die überraschende Erkenntnis aus diesem einfachen Modell ist, dass bei einer Ladeleistung von akkuschonenden 3,6 kW über 40 % aller Fahrzeuge nach 1,5 Stunden und ein weiteres Viertel aller Fahrzeuge schon nach 3,5 Stunden für den nächsten Tagesverbrauch vollständig geladen sind. Für diese zwei Drittel aller Fahrzeuge ist die Forderung einer Schnellladung mit 11 kW oder sogar 22 kW Anschlussleistung offensichtlich unnötig.

### Ladeszenario mit Lastenmanagement

Für die Simulation wurde ein Lastmanagement-Algorithmus verwendet, der Autos mit hohem Ladebedarf stark bevorzugt. Die den Gruppen zugewiesenen Prioritätsfaktoren sind:

- Gruppe A: Prio 100
- Gruppe B: Prio 15
- Gruppe C: Prio 5
- Gruppe D: Prio 2

Die Fahrzeuge der Gruppen B bis D werden mit ihrer definierten Leistung geladen (B oder C: 3,6kW; D: 2,3 kW). Nur die Gruppe-A-Fahrzeuge werden immer alle gleichzeitig mit der zur Verfügung stehenden variablen Leistung bis 22 kW geladen.

Die jeweils zur Verfügung stehende Ladeleistung wird auf die vier Gruppen aufgeteilt. Der Algorithmus bestimmt für jede Gruppe den momentanen Gesamtbedarf der Ladeenergie und setzt ihn in das Verhältnis des mit dem Prioritätsfaktor gewichteten momentanen Ladebedarfs des gesamten Wagenparks. Im Laufe der Ladezeit reduziert sich der Ladebedarf. Durch die Priorisierung ändern sich entsprechend die Lastverhältnisse zwischen den Gruppen.

Bild 3 veranschaulicht die Zuteilung des Ladestroms auf die vier Fahrzeuggruppen, beginnend um 17 Uhr.

Die Gruppe B hat um 17 Uhr etwa zwei Drittel des gesamten Ladebedarfs und bekommt über die zusätzliche Priorisierung fast die gesamte verfügbare Leistung zugeteilt. Die Gruppe D wird noch nicht geladen, weil die Zuteilung nicht für mindestens ein Fahrzeug (2,3 kW) ausreicht. Ein von 12 Autos der Gruppe C erhält eine Ladezuteilung von 3,6 kW.

Um 20 Uhr kommt die Gruppe A dazu und übernimmt den Großteil der Ladeleistung. Gegen 22 Uhr ist die Gruppe A mit ihren wenigen Fahrzeugen schon weitgehend geladen. Jetzt erhält auch die Gruppe C einen ersten nennenswerten Anteil der Last. Erst gegen 23 Uhr beginnt auch die Ladung der Gruppe D.

Gegen 24 Uhr sind die drei Carsharing-Fahrzeuge nahezu vollgeladen. Gegen 2 Uhr sind trotz der geringen Ladeleistung von 3,6 kW alle 15 Fahrzeuge der Gruppe B (20 kWh) nahezu voll geladen. Gegen 3:30 Uhr ist die Gruppe B und schließlich um 4:30 Uhr sind alle 53 Fahrzeuge vollständig geladen.

Gruppe	Ladebedarf inkl. 20% Verlust	Anzahl PKW	Anteil	Ladezeit bei 2,3 kW	Ladezeit bei 3,6 kW	Ladezeit bei 11 kW	Ladezeit bei 22 kW
A	48,0 kWh	3	6 %		13,3 h	4,4 h	2,2 h
B	24,0 kWh	15	28 %		6,7 h	2,2 h	
C	12,0 kWh	12	23 %	5,2 h	3,3 h		
D	4,8 kWh	23	43 %	2,1 h	1,3 h		

Tabelle 4: Ladezeiten pro Fahrzeuggruppe



### Fazit

Das Ladeergebnis, das hier simuliert wurde, sollte für alle Nutzer komfortabel sein. Denn Fahrzeuge mit großer Kilometerleistung sind zuerst wieder voll verfügbar, und lange vor Ablauf der typischen Nachtruhe wird der Ladevorgang für alle Fahrzeuge beendet.

Der potentielle Wagenpark von 53 Fahrzeugen kann folglich sehr komfortabel mit Strom des Gebäudes mit 70-Wohneinheiten versorgt werden, der gerade nicht gebraucht wird. Eine Netzanschluss-Verstärkung mit einem 20.000 Volt-Mittelspannungstrafo konnte somit für das Projekt verworfen werden.

Das heutige Angebot von Lademanagementsystemen in Deutschland<sup>12), 13)</sup> ist noch überschaubar und entsprechend des Bedarf noch am Entwicklungsbeginn. Die genannten notwendigen technischen Anforderungen für die erste Ausbaustufe der Elektrifizierung können jedoch bereits erfüllt werden. Deshalb ist das Wohnprojekt für die Baugruppe in Bezug auf Elektromobilität zukunftsfähig!

### E-Mobilität in Mehrfamilienhäusern

Die gezeigten Daten wurden für das Wohnprojekt zusammengestellt. Sind die Schlussfolgerungen aber auch auf andere Wohngebäude anwendbar?

### Anzahl der Wohneinheiten

Die Anschlussleistung steigt deutlich unterproportional zur Anzahl der Wohneinheiten (siehe Tabelle 1). Die Energie-

menge des Haushaltsstroms ist jedoch proportional zur Anzahl der Wohneinheiten (siehe <sup>6)</sup> Stromspiegel). Der Netzanschluss von kleineren Wohngebäuden bietet daher eine deutlich größere Energiereserve für das Laden von Fahrzeugen.

Das hier gezeigte Konzept ist auch auf kleine Gebäude anwendbar. Schon bei fünf Wohneinheiten ist der Netzanschluss mit ca. 40 kW hoch genug für komfortablen Ladestrom.

### Typ der Wohngebäude

Die Norm sieht etwa eine doppelte Anschlussleistung für Gebäude mit elektrischer Warmwasserbereitung vor. Dagegen haben solche Haushalte nur etwa einen 40 Prozent höheren Energiebedarf. Der Netzanschluss von Wohngebäuden mit elektrischer Warmwasserbereitung bietet also eine deutlich größere Energiereserve für das Laden von Fahrzeugen.

### Reserven und Puffer

Für alle Parameter wurden äußerst konservative Annahmen getroffen, die in diesem Ausmaß meistens kaum eintreffen werden. Daher ist die Baugruppe zuversichtlich, dass für die Wagenparks von Wohngebäuden immer eine komfortable Ladelösung ohne Netzverstärkung gefunden wird.

### Fußnoten

- 1) <https://49grad-mainz.de/>
- 2) [www.heiligkreuz-viertel.de/wohnen/baugruppen/](http://www.heiligkreuz-viertel.de/wohnen/baugruppen/)
- 3) [www.verbraucherzentrale.de/wissen/energie/](http://www.verbraucherzentrale.de/wissen/energie/), Stand: 04/2020

- 4) Dr. Benedikt Köpfer, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Lastprofilgenerator »synPRO«
- 5) Dissertation von Dr. Patrick Wörner (2020): Einfluss des Nutzerverhaltens auf den Stromverbrauch in Wohngebäuden
- 6) [www.stromspiegel.de](http://www.stromspiegel.de), Stand: 03/2021
- 7) Julia Maulhardt, Beraterin für Elektromobilität (HWK) [www.beratung-fuer-elektromobilitaet.de](http://www.beratung-fuer-elektromobilitaet.de)
- 8) [www.netze-bw.de/unsernetz/netzinnovationen/netzintegration-elektromobilitaet/e-mobility-carre](http://www.netze-bw.de/unsernetz/netzinnovationen/netzintegration-elektromobilitaet/e-mobility-carre) Stand: 09/2021
- 9) Statistisches Bundesamt: Pendler Berufliche Wege
- 10) Hier gibt es aktuell viele unterschiedliche Angaben, die zw. 12 und 25 kWh schwanken. Bei Testfahrten von unterschiedlichen Elektroautos mit konstant 130 km/h lagen die meisten unter 20 kWh/100 km im Frühjahr, also ohne Heizung und ohne Klima. (Horst Lüning)
- 11) [www.stromtankstellen.eu/](http://www.stromtankstellen.eu/)
- 12) [www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/tests/elektromobilitaet/wallbox-lastmanagement/](http://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/tests/elektromobilitaet/wallbox-lastmanagement/) Stand: 10/2020
- 13) Power2Drive: Ladesysteme Marktübersicht 2021 12/2021

### ZUM AUTOR:

► *Diplom-Physiker Dr. Michael Grünert*  
[energie@gruenert-mz.de](mailto:energie@gruenert-mz.de)

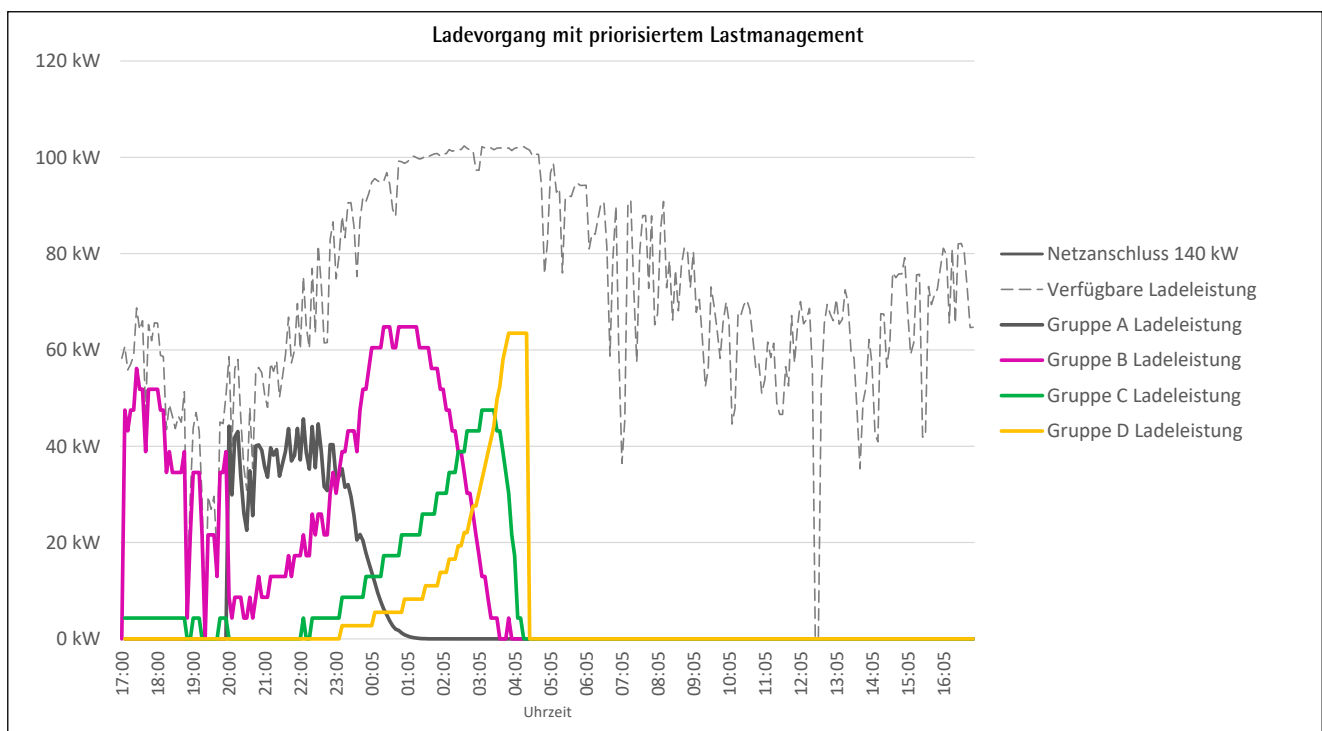


Bild 3: Ladevorgang für die Fahrzeuggruppen A bis D

# DEUTSCHLAND SOLAREUROPA MEISTER

## VIEL ERNEUERBARE ENERGIEN IM NETZ, BEIM VERBRAUCH NOCH ZU WENIG

Photovoltaikanlagen in Deutschland speisen so viel Energie ins Stromnetz ein wie in keinem anderen Land, doch genutzt wird das Potential Erneuerbarer Energien noch zu selten, wie der Green Living Index zeigt.

Der Green Living Index ist eine vergleichende Datenanalyse basierend auf offiziellen EU-Daten. Ziel des Index ist es zu bewerten, in welchen Ländern Europas das Thema nachhaltiges Wohnen bereits einen hohen Stellenwert einnimmt und welche Bereiche den größten Aufholbedarf haben. Die Datenanalyse<sup>1)</sup> hat 28 europäische Länder unter die Lupe genommen. Sie zeigt einerseits auf, wie nachhaltig Europa im Jahr 2022 wohnt, andererseits in welchen Bereichen die einzelnen Länder noch dringend aufholen müssen bis zum großen EU-Ziel Klimaneutralität bis 2050.

Mit der traditionellen Art zu bauen, zu wohnen und Energie zu nutzen, werden Umwelt, Klima und natürliche Ressourcen weit über ihre Kapazitäten hinaus beansprucht. Eine klare Übernutzung, die dazu beiträgt, den Klimawandel zu beschleunigen. Eine zukunftsorientierte Bauart und Wohnform kombiniert Klimaneutralität, Umweltschutz und einen wertvollen Nutzen für die Bewohnerinnen und Bewohner. Idealerweise beginnt der Nachhaltigkeitsgedanke bereits bei der Bauplanung und spiegelt sich anschließend in allen Aspekten des Gebäudes wieder: Beim klimaneutralen Bau, der Versorgung mit Erneuerbaren Energien bei Strom und Heizung, beim intelligenten Abfall- und Abwassermanagement, aber auch bei der Einrichtung aus wiederverwendeten Materialien und Second-Hand-Möbeln.

### Energie aus Sonnenkraft in Deutschland

Ein entscheidender Punkt bei der Bewertung der Länder in Bezug auf nachhaltiges Wohnen war auch ihr Umgang mit Solarenergie und insbesondere die installierte Leistung pro Kopf. Deutschland führt in diesem Kriterium mit großem Abstand. Etwa 590 Watt beträgt die installierte Leistung aus privaten und kom-

merziellen Solaranlagen auf deutschem Boden, umgerechnet pro Bundesbürger. Der Untersuchung zufolge hat Deutschland damit viermal so viel Leistung wie die europäischen Länder im Durchschnitt installiert. Im europaweiten Solar-Ranking folgen die Niederlande (401 Watt pro Kopf), Belgien (396 Watt), Italien (346 Watt), Malta (305 Watt), Griechenland (261 Watt), Luxemburg (229 Watt), das Vereinigte Königreich (204 Watt), Tschechien (197 Watt) und Spanien (197 Watt).

Doch jede große Errungenschaft hat ihre Kehrseite. Bei der Nutzung Erneuerbarer Energien hält sich Deutschland noch stark zurück, wie insbesondere der Vergleich mit anderen europäischen Ländern zeigt. Nur 17 Prozent des Gesamtenergieverbrauchs in Deutschland stammt aus nachhaltigen Quellen. In Schweden liegt dieser Wert bereits bei 56 Prozent, womit das skandinavische Land

die Spitzenposition in Europa einnimmt. Nachbarland Österreich nutzt Energien aus nachhaltigen Quellen bereits mit einem Anteil von 34 Prozent und selbst Rumänien steht bereits bei 24 Prozent. Einen ähnlich niedrigen Anteil bei den Erneuerbaren Energien wie Deutschland zeigen unter anderem Frankreich (17 Prozent), Polen (12 Prozent) und das Vereinigte Königreich (12 Prozent).

Der Anteil wird noch kleiner, wird der Anteil am Energieverbrauch betrachtet, welcher für das Heizen verwendet wird. Hier stammen in Deutschland nur 15 Prozent, der dafür aufgewendeten Energie, aus nachhaltigen Quellen wie Solarenergie. Deutlich näher an der Energiewende in diesem Bereich ist erneut Schweden mit 66 Prozent, gefolgt von Finnland (43 Prozent) und Lettland (41 Prozent). "Unsere Ergebnisse zeigen, dass selbst die grünsten Länder im Bereich Wohnen noch Aufholbedarf haben, um das große

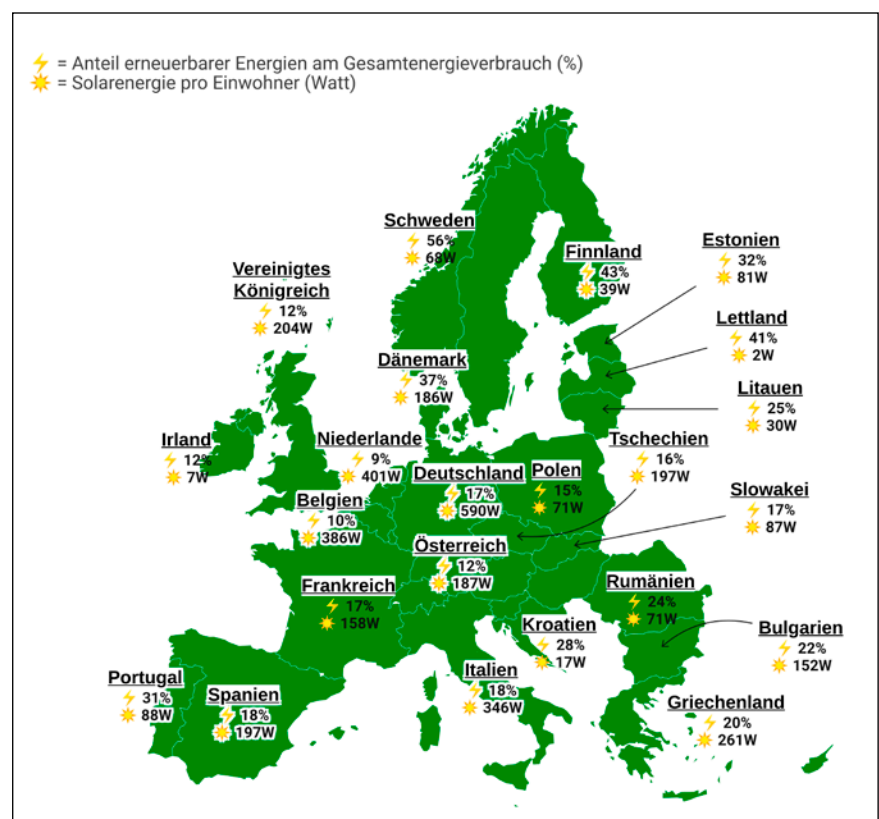


Bild 1: Anteil der erzeugten Solarenergie pro Einwohner und ihr Anteil am Gesamtverbrauch

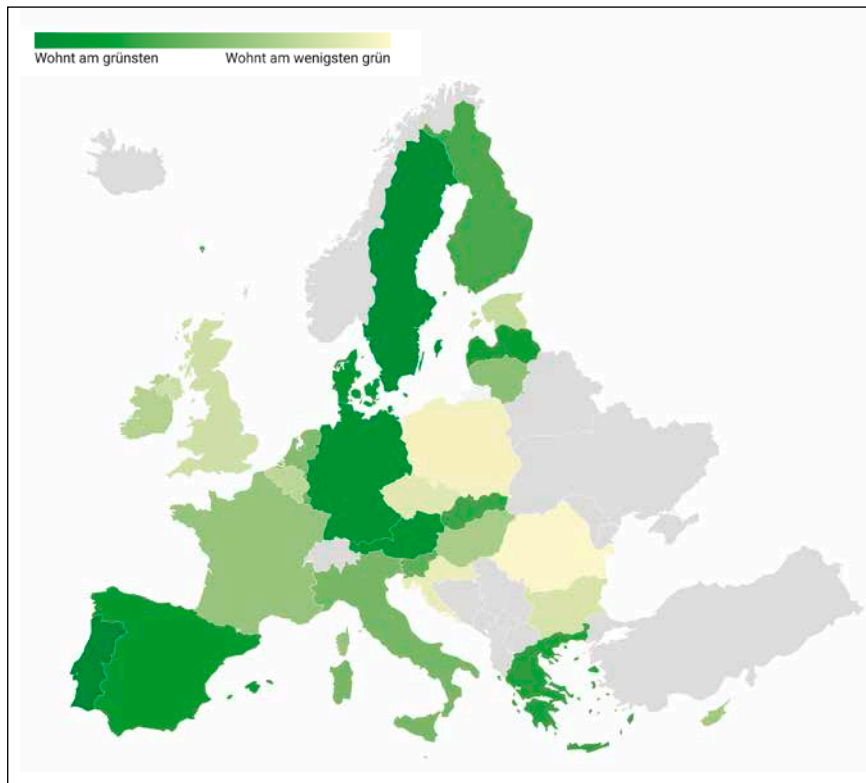
EU-Ziel zu erreichen: Klimaneutralität bis 2050,” kommentiert Jan Hase, Geschäftsführer von Wunderflats die Ergebnisse des Green Living Index.

### Welches Land in Europa wohnt am grünsten?

Im Gesamtbild gehört Deutschland aber trotzdem noch zu Top-Ländern in Sachen nachhaltiges Wohnen, zeigt der Green Living Index. Nur in Portugal und Schweden wird noch grüner gewohnt. Neben der großen Leistung im Bereich Solarenergie zeigen sich die Deutschen außerdem überdurchschnittlich engagiert beim Klimaschutz. In einer Umfrage im Auftrag der EU gaben 79 Prozent der Befragten aus Deutschland an, sich aktiv gegen den Klimawandel zu engagieren. Etwa gebrauchte Möbel zu kaufen, gehört jedoch nicht dazu. Das Interesse daran ist auch gering, wie Daten zeigen. Verbesserungsbedarf gibt es wie schon erwähnt bei der Nutzung Erneuerbarer Energien: Nur 17 Prozent des gesamten Energieverbrauchs von 200 kWh/m<sup>2</sup> bei Wohngebäuden stammt aus nachhaltigen Quellen. Beim Heizen entspringt etwa ein Fünftel aus Erneuerbaren Energien.

### Österreich ist Vorreiter bei Passivhäusern, Portugal beim Energieverbrauch

Mehr als ein Drittel der Energie, die in Österreich für das Heizen verbraucht wird, wird nachhaltig produziert. Mit 0,5 Prozent aller Wohngebäude hat Österreich anteilig so viele Passivhäuser gebaut wie kein anderes Land, das die Studie untersucht hat. Seit 2021 müssen laut EU-Verordnung alle neuen Gebäude als Niedrigstenergiegebäude gebaut werden. In Deutschland liegt dieser Anteil bis dato bei etwa 0,3 Prozent. Der EU-Schnitt beträgt 0,2 Prozent. Portugal zeichnet sich durch seinen allgemein niedrigen Ener-



Quelle: Green Living Index, Wunderflats

Bild 2: Rangliste des nachhaltigen Wohnens in Europa

gieverbrauch von nur 70 kWh/m<sup>2</sup> bei Wohngebäuden aus. Europäische Haushalte verbrauchen im Schnitt 188 kWh/m<sup>2</sup> und damit weit mehr als das Doppelte des Verbrauchs von Portugal. Mit 308 kWh/m<sup>2</sup> zeigt das letztplatzierte Land im Green Living Index, Rumänien, den höchsten Energieverbrauch. Die ausgewerteten Daten bescheinigen Schweden, ein Vorbild bei der Nutzung Erneuerbarer Energiequellen zu sein. 66 Prozent des Energieverbrauchs beim Heizen und 56 Prozent des Gesamtenergieverbrauchs stammt aus nachhaltigen Quellen.

“Die Klimaneutralität bis 2050 ist ein ambitioniertes Ziel, welches sich nur durch Zusammenarbeit erreichen lassen wird”, führt Geschäftsführer Jan Hase

aus. „Mit dem Green Living Index konnten wir die unterschiedlichen Entwicklungsstufen auf dem Weg zur Klimaneutralität im Bereich Wohnen identifizieren. Länder, die Nachholbedarf im Bereich Nachhaltigkeit haben, sollten dringend von anderen Ländern lernen, die der ein oder anderen Herausforderung bereits erfolgreicher begegnet sind“

### Fußnoten

1) [www.wunderflats.com/page/reports/de-greenlivingindex2022](http://www.wunderflats.com/page/reports/de-greenlivingindex2022)

### ZUM AUTOR:

► Christian Merz  
Freier Journalist, Berlin

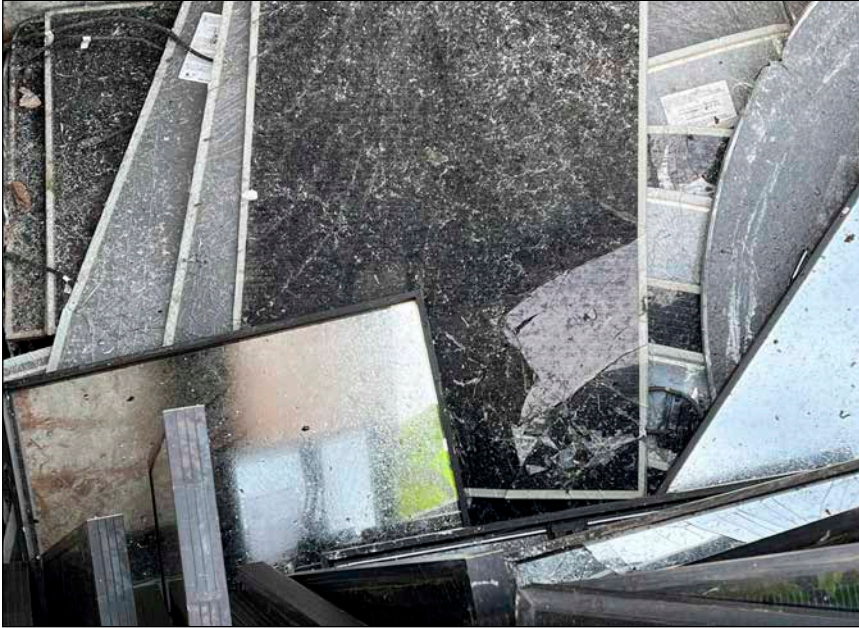
Rang	Land	Gesamtergebnis		Energie & Recycling											
		Index	Nearly Zero-Energy Buildings		Energieverbrauch		Erneuerbare Energien		Solarenergie		Nachhaltig heizen/ kühlen		Recycling		Auswertung Energie & Recycling
			Bewertung 0-100	Anteil	Bewertung 0-100	in kWh/m <sup>2</sup>	Bewertung 0-100	Anteil	Bewertung 0-100	Leistung	Bewertung 0-100	Anteil	Bewertung 0-100	Anteil	
1	Portugal	100	0,2 %	40	70 kWh/m <sup>2</sup>	91	31 %	48	88 W	15	42	59	29	35	70
2	Schweden	93	0,0 %	0	215 kWh/m <sup>2</sup>	36	56 %	100	68 W	11	66	100	47	65	81
3	Deutschland	93	0,3 %	60	200 kWh/m <sup>2</sup>	42	17 %	21	590 W	100	15	14	67	100	91
4	Österreich	83	0,5 %	100	202 kWh/m <sup>2</sup>	41	34 %	54	188 W	32	34	46	58	85	100
5	Dänemark	82	0,2 %	40	169 kWh/m <sup>2</sup>	53	37 %	61	186 W	31	48	70	52	74	88
6	Spanien	78	0,1 %	20	103 kWh/m <sup>2</sup>	78	18 %	23	197 W	33	19	21	35	45	42
7	Lettland	75	0,1 %	20	292 kWh/m <sup>2</sup>	6	41 %	69	2 W	0	58	86	41	56	49
8	Griechenland	69	0,2 %	40	121 kWh/m <sup>2</sup>	72	20 %	26	261 W	44	30	40	21	21	51
9	Slowakei	64	0,2 %	40	173 kWh/m <sup>2</sup>	52	17 %	20	87 W	14	20	22	39	51	33

Bild 3: Ausschnitt aus dem Ranking der Energie- und Recyclingmaßnahmen in Europa des Green Living Index 2022



# IN KREISLÄUFEN DENKEN UND GEWINNEN

## WERTSTOFF-RECYCLING BEI PV-MODULEN UND HEIZUNGSPUMPEN



Quelle: Enviroprotect Kühl- und Elektrogerätereycling GmbH; Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Bild 1: Blick in einen Container: entsorgte Photovoltaikmodule als Wertstoff

Der globale Rohstoffkonsum übertrifft die natürliche Regenerationsfähigkeit der Erde und wächst weiter an. Auf Dauer wird dies zu weitreichenden ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Problemen führen. Bereits jetzt sind die Auswirkungen enorm: die Abbaugelände hinterlassen zerstörte Ökosysteme, die Arbeitsbedingungen vor Ort sind häufig problematisch und die nachfragegetriebene Rohstoffknappheit treibt die Handelspreise in neue Höhen. Daher sollten heutige und künftige Generationen bewusst Ressourcen schonen und nachhaltig nutzen – nur so erhalten wir unsere Lebensgrundlagen.

Ein Ansatz besteht darin, die bereits vorhandenen und verarbeiteten Wertstoffe lange zu nutzen und in Kreisläufen zu führen, sodass sie wiederverwendet werden können. Die Transformation von einer linearen – „take, make, waste“ – zu einer zirkulären Wirtschaft ist eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe und bietet große Chancen. Ökologische Ziele für den Klima- und Naturschutz können ebenso verfolgt werden wie ökonomische Ziele, beispielsweise eine Verringerung der

Rohstoffabhängigkeiten. Es entstehen neue Geschäftsmodelle, welche Unternehmen nutzen können, um die Wettbewerbsfähigkeit zu stärken.

In einer umfassenden Kreislaufwirtschaft – auch „Circular Economy“ genannt – hat die Digitalisierung eine besondere Bedeutung, weil für die (Rück-) Verfolgbarkeit eines Produktes über dessen gesamten Lebenszyklus oftmals vernetzbare Tools benötigt werden. Wahrheitgemäße Angaben und Transparenz an dieser Stelle sind nicht nur von technischer Relevanz für Herstellungs- und Recyclingprozesse, sondern können auch zu einem Imagegewinn für Unternehmen führen – sowohl extern aus Sicht der Kund:innen als auch intern aus Sicht der Mitarbeitenden, die sich stärker mit dem Unternehmen identifizieren können.

Produkte und Wertstoffe können nur in dem Maße in Kreisläufen geführt werden, wie es das Produktdesign erlaubt. Ein modularer Aufbau und die Nutzung von recyclebaren Materialien erleichtern den Wiederaufbereitungsprozess. Zur Kreislaufschließung ist das Produktrückführungssystem – die Rückwärtslogistik

– essentiell. Hier können Verbraucher:innen unterstützen, indem sie das Produkt an dessen Lebensende entsprechend entsorgen oder es dort wieder abgeben können, wo sie es gekauft haben. Zuvor kann die Produktnutzungsdauer beispielsweise durch Reparatur, Verleih und Weiterverkauf verlängert werden.

Neben technischen Lösungen gibt es bei Kreislaufsystemen die sozioökonomische Herausforderung, dass für alle beteiligten Personen und Unternehmen Win-win-Situationen entstehen sollten. Diesbezüglich sind innovative Konzepte zu entwerfen und umzusetzen. Positive Erfolgsaussichten und niedrige Hemmschwellen erleichtern die Umstellung von bisherigen Systemen und Gewohnheiten.

Im Folgenden zeigen zwei Beispiele, wie Kreislaufwirtschaft in der Praxis gelingen kann. Die Projekte wurden von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) gefördert.

### Erfolgversprechendes Recyclingkonzept für Photovoltaik-Module

Der Anteil der Erneuerbaren Energien im Energiemix hat sich in den letzten Jahren insbesondere durch die Photovoltaik (PV) erhöht – PV-Anlagen gehören inzwischen zum Landschafts- und Stadtbild. Dadurch ist die Anzahl der PV-Module stark angestiegen. Allein in Europa beträgt die Masse der installierten PV-Module derzeit etwa 8,1 Millionen Tonnen. Was passiert mit den zahlreichen PV-Modulen, wenn diese aufgrund von Alterung oder Defekten ausgedient haben? Wie kann dieses zukünftige Abfallaufkommen bewältigt werden? Genau: durch ein geeignetes, wirtschaftliches Recyclingverfahren.

Eine rein wirtschaftliche Lösung zum Recycling von PV-Modulen existiert in Deutschland und Europa zurzeit nicht. Standardrecyclingprozesse beschränken sich auf die gut erreichbaren Komponenten, also den Rahmen aus Aluminium, das Deckglas und Teile der Anschlussdose mitsamt Verkabelung. Es gibt bislang kein kommerzielles Aufbereitungsverfahren, mit welchem kristalline Siliziummodule



Quelle: Westfälische Hochschule Gelsenkirchen; Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Bild 2: Erprobung der zirkulären Wertschöpfungskette von Heizungspumpen

und Dünnschichtmodule gleichzeitig in einer Prozesslinie verwertet werden können. Dabei würde die Rückgewinnung von beispielsweise Silber und Kupfer die Umwelt beträchtlich entlasten, denn die energieintensive Gewinnung dieser Rohstoffe aus Erzen würde damit größtenteils vermieden.

Ziel des Projektes der Firma Enviproduct Kühl- und Elektrogeräterecycling und dem Institut für Energie- und Umwelttechnik war daher die Entwicklung eines industrietauglichen Verfahrens für die gemeinsame Aufarbeitung von gemischt anfallenden PV-Modulen. Dazu gehörte neben der sortenreinen stofflichen Aufteilung in die Bestandteile Aluminium, Glas, Kunststoff, Nichteisenmetalle und Silizium insbesondere die Erarbeitung eines chemischen Recyclingkonzepts, um auch Metalle wie Silber und Kupfer und Halbleiter wie Gallium und Indium als Konzentrate wieder in den Wirtschaftskreislauf zurückzubringen. Schadstoffe wie Cadmium und Tellur waren dabei abzutrennen.

Innerhalb von knapp zwei Jahren wurde ein auf mechanischen Verfahren basierendes Konzept erstellt. Dieses hat sich als technisch machbar erwiesen und kann



Quelle: WILO SE; Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Bild 3: Nach der Demontage einer alten Heizungspumpe

sehr profitabel sein – die Marktpreise für Aluminium und Silber sind bereits jetzt sehr hoch. Aktuell wird ein Vertragsabschluss mit einem Recyclinganlagenhersteller angestrebt.

### Erfolgreiches Pilotprojekt zum Recycling von Heizungspumpen

Heizungspumpen sind fast in jedem Haushalt zu finden. Rund eine Million werden jährlich in Deutschland installiert. Doch was geschieht mit den ausrangierten Pumpen?

Momentan werden sie nach dem Ausbau dem Stahl- bzw. Elektrorecycling zugeführt. Dadurch sind die Seltene-Erden-Magnete, welche zur Steigerung der Energieeffizienz in den Rotoren moderner Heizungspumpen enthalten sind, für immer verloren. Dabei könnten diese weiterverwendet werden, denn sie verlieren ihre magnetische Kraft nicht. Seltene Erden zählen momentan zu den begehrtesten Rohstoffen der Welt und werden mit hohen Belastungen für die Umwelt abgebaut.

Das über zwei Jahre geförderte Projekt „HeizKreis“ verfolgte das Ziel, Heizungspumpen einem geschlossenen Kreislaufwirtschaftssystem zuzuführen. Hierbei sollte der Kreislauf durch Rückholen und Wiederverwerten der Magnete und anderer Pumpenbauteile geschlossen werden. Koordiniert und wissenschaftlich begleitet wurde das Projekt vom Zentrum für Recyclingtechnik der Westfälischen Hochschule Gelsenkirchen. Projektpartner waren ein Pumpenhersteller, ein Großhändler und zwei Firmen aus der Branche der Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik (SHK) sowie eine Agentur für Unternehmenskommunikation. Eine wesentliche Herausforderung bestand darin, ein attraktives Businessmodell und

eine Kommunikationsstrategie zu entwickeln und zu erproben – eine erfolgreiche Umsetzung der Rückwärtslogistik hängt letztendlich von einem starken Eigeninteresse aller Beteiligten ab.

Die Rückführung von Pumpen wurde in einer sechsmonatigen Pilotphase mit 185 Betrieben getestet. Diese wurden von den Vertriebsteams der Projektpartner über das Vorhaben aufgeklärt. Es nahmen sowohl Betriebe aus der SHK-Branche als auch Industrieunternehmen und Metallgroßhändler teil. Insgesamt wurden 3.264 Pumpen mit einem Gesamtgewicht von knapp 16 Tonnen gesammelt. Rückwärtslogistik kann also sehr gut funktionieren, wenn das Geschäftsmodell für alle Beteiligten stimmig ist und das Engagement dafür vorhanden ist. Sehr wichtig ist hierbei die Aufklärungsarbeit bezüglich der richtigen Entsorgung von Altpumpen.

Von den Altpumpen waren 5 Prozent mit recyclefähigen Seltene-Erden-Magneten bestückt. Von diesen wiederum waren nach Qualitätskontrolle 41 Prozent für eine direkte Wiederverwendung geeignet – das würde für mehr als 50 Neupumpen ausreichen. Eine Kreislaufschließung an dieser Stelle ist also möglich. Das Projekt soll nun deutschlandweit etabliert werden.

#### ZUM AUTOR:

► Dr. Manuel Dalsass  
Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU),  
Zentrum für Umweltkommunikation  
m.dalsass@dbu.de  
www.dbu.de



#### Mögliche Förderung für Ihr Projekt

An dieser Stelle berichten wir in loser Reihenfolge über von der DBU geförderte Projekte. Von ihr werden innovative, modellhafte Verfahren zum Schutz der Umwelt unter besonderer Berücksichtigung der mittelständischen Wirtschaft gefördert. Eine Antragstellung ist jederzeit hier möglich:

► [www.dbu.de/foerderung](http://www.dbu.de/foerderung)

Wir freuen uns über Ihre Projektskizze!



# SOLARFORSCHUNG TIEF UND BREIT

## AKTIVITÄTEN DES INSTITUTS FÜR SOLARENERGIEFORSCHUNG IN HAMELN



Bild 1: Hochdurchsatz-Plasmabeschichtungsanlage im ISFH SolarTec-Technikum im Bereich der Optimierung für Solarzellenfertigung.

### Erfolgreiche Aktivitäten

Die etwa 156 Mitarbeiter des Instituts liefern kontinuierlich Ergebnisse auf weltweitem Spitzenniveau unter der Leitung von Prof. Dr. Ralf Brendel. Dazu gehören beständige Weltrekorde bei der Effizienz der Energieumwandlung von Solarzellen. Weitere Aspekte sind die Optimierung der Fertigungen für Solarzellen sowie die Entwicklung von solaren Systemen. Bei diesen Anwendungen werden die Energiewandler in verschiedene Produkte implementiert. Daraus wiederum entstehen komplexere Systeme. Für den großen Bedarf an Erneuerbaren Energien können so weitere Flächen zum Beispiel an Autos oder an Fassaden für die Photovoltaik erschlossen werden. Im Zentrum steht das physikalische Verständnis der einzelnen Komponenten sowie ihres Zusammenwirkens. Hinzu kommen Entwicklungen bei Wärmepumpen. Gerade bei der Wärmewende gibt es noch viel zu tun.

In der jüngeren Vergangenheit gab es eine Reihe von Weltrekorden bei der Effizienz von PV-Modulen. Einen Weltrekord für eine Laborzelle wurde 2018 mit der POLO-Technologie aufgestellt. POLO steht für poly-silicon on oxide, einem Kontakt, mit dem die aus dem Sonnenlicht umgewandelte Energie besonders verlustfrei aus den Zellen entnommen und so für externe Verbraucher nutzbar gemacht werden kann. Der Wirkungsgradrekord bei dieser Umwandlung von Lichtstrahlen in elektrische Energie liegt bei 26,1 Prozent. Aktuell soll die Forschung für die PV-Produktion in Deutschland genutzt werden. Durch Innovation könnten weitere PV-Fertigungen mit geringem Risiko entstehen.

Durch die Forschung an Materialien mit einem höheren Wirkungsgrad wird der Platzbedarf für die Halbleiterelemente bei gleicher Leistung kleiner. Hier sieht Institutsleiter Brendel noch ein großes Innovationspotential. Diese Forschung fällt auf fruchtbaren Boden. In Niedersachsen soll im Jahr 2050, wenn die Dekarbonisierung schon weit fortgeschritten ist, der Anteil der Photovoltaik neben anderen erneuerbaren Quellen 21 Prozent erreichen.

**H**amelns Ruf ist weltweit bekannt und sagenhaft. Er geht auf das Jahr 1284 zurück. Eine Sage mit traurigem Beigeschmack, denn neben Ratten verschwanden auch Kinder aus Hameln. Heute verleiht das Institut für Solarforschung (ISFH) der Stadt neuen Ruhm mit Realitäten bei der Solarenergieforschung in der Welt. Diesmal sollen Treibhausgasemissionen durch ein Forschungsinstitut in der Stadt vertrieben werden.

Das ISFH ist eine Einrichtung des Landes Niedersachsen. Das Bundesland ist auch der einzige Gesellschafter, der mit begrenzter Haftung überhaupt eine Forschungsgesellschaft leitet. Sie wurde bereits 1987 aus dem Umfeld der internationalen Atomenergiebehörde gegründet. Es kam zu der Einsicht, dass die Einrichtung eines solchen Institutes

eine sinnvolle Investition in die Zukunft ist, kurz nach der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl. Seitdem wird die Nutzung der Solarenergie durch eine breite Forschung und Entwicklung, Ausbildung und Industriekooperationen gefördert. So werden Produkte verbessert und neue Eigenschaften kreiert, sowie verbesserte Prozesse zur Solarzellenfertigung geschaffen. Seit 2018 ist das ISFH Mitglied der Zuse-Gemeinschaft. Diese vertritt die Interessen gemeinnütziger, privatwirtschaftlicher Forschungseinrichtungen. Diesem Technologie- und Branchenoffenen Verband gehören bundesweit über 70 Institute an. Als praxisnahe und kreative Ideengeber des deutschen Mittelstandes übersetzen sie die Erkenntnisse der Wissenschaft in anwendbare Technologien und bereiten so den Boden für Innovationen für den Mittelstand.





Bildquelle: ISFH

**Bild 2:** Lieferfahrzeug mit integrierter Solarmodulen. Die Module erweitern die Reichweite des Fahrzeuges.

## Entwicklungen für mittelständische Unternehmen

Ein wichtiger Aspekt ist der Transfer aus der wissenschaftlichen Ebene konkret in den Markt. Dazu ist die Forschungseinrichtung eng mit der Leibniz-Universität in Hannover verbunden. Hierzu ist das Team interdisziplinär aufgestellt. Viele Physiker aber auch Chemiker und Techniker arbeiten in unterschiedlichen Entwicklungsschwerpunkten mit Industriepartnern zusammen. Studierende fertigen ihre Studien-, Bachelor- oder Masterarbeit an. Die Arbeit teilt sich in die Abteilungen „Photovoltaik“ und „Solare Systemtechnik“ sowie den Bereich „Kalibrier- und Prüfzentrum“. Zur erstgenannten Abteilung gehört auch der große Bereich für Solarfertigungstechniken. Dort wird die Verfahrenstechnik so optimiert, dass die Module kostengünstiger, schneller und effizienter produziert werden. Es gilt, die Prozessschritte und auch die Prozessmedien zu verbessern und an neue Entwicklungen bei den Solarzellen anzupassen.

## PV-Wirkungsgrade

Ein Experte für die Verbesserung von Solarzellen ist am ISFH Professor Robby Peibst. Dieser meint: „Das Element Silizium ist das Rückgrat der kommerziellen Solarzellenfertigung. Das theoretische Wirkungsgradpotenzial liegt bei 29,5 Prozent, praktisch wird man ein wenig über 27 Prozent herausholen können“. Bislang realisieren die besten Hersteller in ihren Fertigungen Wirkungsgrade um die 24 Prozent. Der Massenmarkt wird sich auch in den nächsten drei bis fünf Jahren auf Wirkungsgrade um die 25 Prozent hocharbeiten, prognostiziert Peibst. Da ist also Luft nach oben und Entwicklungsbedarf - es sei aber eine Frage des Aufwands, so der Solarexperte. Ein Konzept, höhere Wirkungsgrade

zu erzielen, sind Tandemsolarzellen. Sie bestehen meist aus Silizium und einem anderen Material, welches auf die effiziente Umwandlung von Sonnenstrahlung mit kürzerer Wellenlänge abgestimmt sind. Bei ihnen kann perspektivisch bis zu 35 Prozent der Strahlungsenergie der Sonne in elektrische Energie umgewandelt werden. Hierzu testen sie aus einer Silizium POLO-Si-POLO Unter-Zelle und einer Perowskit-Topzelle, ein heißes Forschungsthema in einem frühen Stadium. Der Umstieg auf Tandem-Solarzellen könnte in einigen Jahren erfolgen.

Immer wieder diskutiert werden weitere Solarzellenfertigungen in Deutschland. Dafür gibt es gute Gründe, wie zum Beispiel aktuell unterbrochene Lieferketten. Solarzellenfertigungen im eigenen Land auf dem höchsten Niveau tragen indirekt zur Versorgungssicherheit bei. Es gibt aber auch gute Umweltargumente, denn die Produktion Silizium mit einer Reinheit von mehr als 99,9 Prozent ist sehr energieintensiv. In China wird der elektrische Strom hierfür noch primär aus Kohlestrom gewonnen. Diese Situation ist in Deutschland deutlich anders, der Footprint reduziert. Hinzu kommen noch die Kosten für die Verschiffung, alles das sind Argumente in Deutschland oder Europa. Die Frage hierzu ist laut Peibst: Wie ist es möglich, sich gegenüber dem asiatischen Markt zu differenzieren?

Die deutsche Forschungslandschaft ist Weltspitze. Die Institute entwickeln Tandem- und rein Silizium-basierte Solarzellen weiter. Ein Grund mehr, mit dem in Deutschland die Spitzentechnologie weiter etabliert werden kann. Jedoch ist es schwer gegenüber dem asiatischen Wettbewerb, einen großen und dauerhaften Vorteil zu erreichen. Die technologische Differenzierung wird schwieriger. Hierzu Peibst: „China ist ein Hochtechnologie-land und es ist vermessen zu sagen, wir sind aus irgendeinem Grund besser. Die haben auch schlaue Leute und die lesen die gleichen Veröffentlichungen wie wir.“ Interessant ist in Deutschland das Gesamtkonzept aus Spitzenforschung, Umweltstandards und Recyclingkonzepten.

## Vehicle-Integrated Photovoltaics

Ein Forschungsaspekt des ISFH in die praktische Anwendung ist die integrierte Photovoltaik. Ein Eyecatcher sind elektrische angetriebene Lieferwagen mit einer zusätzlichen solaren Stromversorgung. Ein Projekt, dass ein wenig an die Tour de Sol erinnert. Fahrzeugintegrierte Photovoltaik (VIPV) wurde bereits in den sechziger Jahren konzipiert. Die Hauptanwendung lag allerdings über viele Jahre in der Nische von Wettbewerben spezieller stromlinienförmiger Leicht-

bausolarfahrzeuge. Seit einigen Jahren gibt es von verschiedenen Herstellern auch PKW-Modelle mit Solardächern oder auf LKW-Kühlkoffern integrierte PV-Module. Dabei wird die PV-konvertierte Energie für „Zusatzfunktionen“ wie Klimaanlage oder Kühlung verwendet. Diese Anwendungen laufen auf Niederspannungsniveau von typischerweise 12 V, für ein Aufladen der Hochvolt-Traktionsbatterie eines Elektrofahrzeugs sind die am Markt verfügbaren Systeme nicht geeignet.

Bei diesen Prototypen kann die aus dem Sonnenlicht umgewandelte Energie in das Hochvolt-Bordnetz eingespeist werden, sodass sich die limitierte Reichweite des Fahrzeugs direkt erhöht und die große Kapazität der Traktionsbatterie genutzt werden kann. Der Blick auf die Projektbeteiligten macht die Vernetzung des Forschungsinstituts deutlich. Beteiligt sind neben dem ISFH, die Firmen Vitesco Technologies, a2-solar und Meyer Burger sowie das Forschungszentrum Jülich, das Helmholtz-Zentrum Berlin und das MBE-Institut der Leibniz Universität Hannover. Ihnen ist es gelungen ein teilweise solarbetriebenes Lieferfahrzeug auf die Straße zu bringen.

„Wir haben bereits mehr als 8.000 km Testfahrten innerhalb Niedersachsens absolviert. Erste Auswertungen und Prognosen ergeben eine jährliche Reichweitenverlängerung von ca. 3.300 km, die sich durch weitere Optimierung des elektronischen Systems auf über 5.300 km, und mit einer vollständigeren Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Fahrzeug-Fläche für PV-Module noch deutlich darüber hinaus steigern ließe. Damit würde mehr als jeder vierte netzbasierte Ladestopp eingespart. In südlicheren Regionen mit höherer Sonneneinstrahlung könnte integrierte PV sogar noch einen höheren Beitrag zur Mobilität leisten.“, sagt Peibst.

## Fazit

Das ISFH ist, bezogen auf die Forschungsgegenstände, breit aufgestellt. Sein Spektrum reicht von Aspekten der Grundlagenforschung bis hin zu konkreten Anwendungen. Damit realisiert es in der Breite und Tiefe eine hohe Kompetenz, die es ermöglichen kann, den Solarstandort Deutschland für Produktion und auch Anwendungen weiter zu stärken.

## ZUM AUTOR:

► Dr. Thomas Isenburg

Wissenschaftsjournalist, Herne

[www.thomas-isenburg.de](http://www.thomas-isenburg.de)

# SOLARSTROM RETTET LEBEN IN HAITI

## STIFTUNG INITIIERT VORBILD FÜR NATIONALE ENERGIEPOLITIK



Quelle: Biohaus-Stiftung

Bild 1: Schüler der Berufsschule bei der Modulmontage auf dem Kinderkrankenhaus

Eine große Ehre für eine kleine Stiftung und die Würdigung einer erfolgreichen Nord-Süd-Zusammenarbeit: Im November 2021 verlieh die in Österreich beheimatete „Energy Globe Foundation“ der Paderborner „Biohaus-Stiftung für Umwelt und Gerechtigkeit“ und der haitianischen Partnerorganisation Fondation St. Luc den nationalen „Energy Globe Award Haiti“ für ihr innovatives Partnerprojekt „SolarSmartGridTabarre“. Dieser „Weltpreis für Nachhaltigkeit“ wird in den Kategorien Erde, Feuer, Wasser, Luft und Jugend vergeben. Feuer steht dabei für Erneuerbare Energien und den nachhaltigen Einsatz von Energie. Und genau dies ist Inhalt und Ziel des schon seit 10 Jahren laufenden Projekts in der Nähe der haitianischen Hauptstadt Port-au-Prince.

### Zugang zu Energie für den Sonnenscheingürtel

Nicht zum ersten Mal bekam dieses Projekt der Biohaus-Stiftung eine Ehrung: 2016 würdigte die Europäische Vereinigung Eurosolar das Projekt mit dem europäischen Solarpreis. Denn dieses Projekt zeige beispielhaft, wie in einem Großteil der Länder dieser Welt, der armen Länder, der Länder im sogenannten Sonnenscheingürtel, wo Millionen

Menschen ohne Zugang zu Elektrizität leben, dieser Mangel mit fortschrittlicher, umweltfreundlicher und nachhaltiger Technologie überwunden werden kann. Denn 1,1 Milliarden Menschen auf der Erde haben keinen Zugang zu Elektrizität – 87% davon leben auf dem Land. Strom könnte auch hier die Lebensbedingungen enorm verbessern und Entwicklung fördern, aber er ist knapp und teuer und wird – wenn überhaupt – schmutzig und aufwendig erzeugt.

Doch die weltweite Entwicklung der Technik wie der Komponentenpreise der photovoltaischen Stromerzeugung ist längst an einem Punkt, wo dieses Bild sich drehen kann – und es dreht sich. In vielen Industriestandorten, Europa einbegriffen, macht sich diese Erkenntnis breit, Förderprogramme für Erneuerbare Energien sollen helfen, die weltweiten Klimaziele zu erreichen. Gerade Solarenergie ist da eine der effektivsten und wirtschaftlichen Lösungen, insbesondere in Ländern des Sonnenscheingürtels.

### Projekt SolarSmartGridTabarre (SSGT)

Das größte Projekt der Paderborner Biohaus-Stiftung für Umwelt und Gerechtigkeit ist dafür ein eindrucksvolles Beispiel, ein Projekt mit einer langen

Geschichte: Kurz nach dem verheerenden Erdbeben in Haiti im Januar 2010, das aufgrund jeglicher fehlenden Infrastruktur letztendlich 300.000 Menschen das Leben kostete und ungleich mehr heimatlos zu Krüppeln machte, beschloss die gerade frisch gegründete Biohaus-Stiftung, beim Wiederaufbau Haitis aktiv zu werden. Aufgrund entsprechender Vorerfahrungen in anderen Ländern, u.a. Nicaragua nach der Revolution, wussten Stiftungsgründer Willi Ernst und seine Mitstreiter, dass das bestgemeinte Hilfsprojekt leicht zur Projektleiche werden kann, wenn es denn keine nachhaltigen Kontakte, Kommunikation und Nachverfolgung gibt. So bot sich die Stiftung verschiedenen in Haiti nach dem Erdbeben tätigen Hilfsorganisationen an, zum Beispiel Medico International aus Frankfurt. Bei der ersten Projektreise nahm die internationale Kinderhilfsorganisation NPH (nuestros pequeños hermanos) Kontakt mit ihm auf: „Wir haben gehört, dass sich hier ein Solarfreak rumtreibt, der uns bei der Energieversorgung für unser Kinderkrankenhaus vielleicht helfen kann.“ Dieses Kinderkrankenhaus in Tabarre in der Nähe der Hauptstadt Port-au-Prince, das einzige gut organisierte im Land, bezog seinen gesamten benötigten Strom aus Dieselgeneratoren, denn das Stromnetz war (und ist) in Haiti völlig rudimentär und unzuverlässig. Das Potential solarer Stromerzeugung wurde schnell definiert, und die Stiftung begann in der europäischen Solarindustrie für das Projekt zu werben, insbesondere auf der Suche nach namhaften Modulmengen. „B-Module, solche mit optischen Mängeln, aus Transportschäden, wir nehmen – fast- alles!“ Die Solarindustrie, zu der Ernst aufgrund der Geschichte seiner namensgebenden Solarfirma Biohaus gute Kontakte hatte, sprang auf die Idee an. Zugleich entwickelte sich die Technologie der „Fuel Save Controller“, die den Parallelbetrieb von PV-Wechselrichtern mit stromerzeugenden Generatoren ermöglichte.

Und so wurde im Frühsommer 2013 auf dem Flachdach des Kinderkrankenhauses die erste Anlagenstufe mit 85 kWp realisiert, mit Modulen aus einem Trans-



portschaden und gespendeten Wechselrichtern von SMA. Haltesystem-Spenden von RenuSol und Kabelspenden von Lapp vervollständigten die benötigte Hardware, und die Schüler der Elektrikerklasse der nph-Berufsschule montierten zusammen mit 2 deutschen Anleitern die Anlage.

Kaum war die Anlage am Netz, stieg der Stromverbrauch im Krankenhaus an: „Wenn wir jetzt schon sauberen und kostenlosen Solarstrom haben, können wir auch endlich die Tilapia-Fischzucht zur besseren Lebensmittelversorgung der Patienten realisieren“, erklärten die haitianischen Freunde.

### Stück für Stück wurde es mehr

Also blieb es nicht bei 85 kWp. In den Folgejahren kamen etliche hundert kW PV-Leistung dazu, und die Einzelversorgung des Krankenhauses wurde durch den Aufbau eines eigenen Stromnetzes der nph-Einrichtungen abgelöst. Denn 15 verschiedene „Programme“ auf einem Campus, von Krankenhäusern über Waisenhäuser und Schulen bis zu Werkstätten, wurden zu einem Stromnetz zusammengeschlossen. Solcherart optimiert in der Effizienz der Stromerzeugung und -verteilung und reduziert im Verbrauch durch Symbiosen und Verhaltensschulungen kam dann 2015 ein Batteriecontainer in der Zentrale dazu. Das Konzept bekam einen Namen: SolarSmartGridTabarre. Heute ist das SSGT immer noch die größte PV-Anlage des Landes mit über 800 kWp, das modernste mit dem Lithium-Ionenspeicher von 458 kWh und bietet den Praxisteil der Ausbildung zu Solartechnikern an der erwähnten Berufsschule.

### Ausbildung als wesentlicher Projektbestandteil

Das Projekt ist also nicht nur das fortschrittlichste und größte Solarsystem des Landes, sondern auch eng gekoppelt mit Knowhowtransfer und Ausbildung. Dazu organisierte die Stiftung eine Entwicklungshelferstelle als Solarlehrer an der Berufsschule, die auch von Mitte 2014 bis 2016 von einem erfahrenen deutschen Solar-Ingenieur besetzt werden konnte. Dieser legte nicht nur die Basis für eine umfassende Ausbildung erster Schulabgänger als zukünftige Solartechniker, sondern initiierte auch die Etablierung einer eigenen Solarfirma „Start“ beim Projektpartner Fondation St. Luc. Start betreut seitdem technisch das SSGT, führt Wartungen, Reparaturen und Erweiterungen durch und baut kleine und mittlere PV-Anlagen haitiweit. Der Unterricht an der Berufsschule wurde durch Kurzzeiteinsätze europäischer Solartechniker fortgesetzt, großes Augenmerk lag



Quelle: Biohaus-Stiftung

Bild 2: Mittlerweile professionelle Modul-Montage durch START Ende 2021

neben dem Unterricht vor der Klasse auf der Qualifizierung der Elektrolehrer für zusätzlichen Solarunterricht. Da auch diese Kurzzeiteinsätze aufgrund der innenpolitischen Lage (Bandenkriminalität, Entführungen, Ermordungen...) und mit der einsetzenden Corona-Pandemie Anfang 2020 nicht mehr möglich waren, hat die Biohaus-Stiftung die Fortführung der Betreuung bei Ausbildung und Praxis als Online-Projekt organisiert. Gefördert vom BMZ läuft dies jetzt seit Ende 2020 sehr zufriedenstellend. Deutsche Experten coachen haitianische Kollegen bei der Vorbereitung der Unterrichtsstunden, schulen sie in Organisationsfragen und stärken den Kollegen in allem den Rücken. Dieses „Aufbau und Einführung webbasierter Wissensvermittlung und Ausbildung von Solartechnikern in einer Berufsschule in Tabarre, Haiti“ genannte Projekt läuft gerade aus, der enge Online-Kontakt bleibt erhalten und ein Folgeprojekt wird noch für dieses Jahr vorbereitet.

### Partnerschaftliche Politik

Auch die von Anfang an von der Stiftung angestrebte Beeinflussung der haitianischen Energiepolitik in Richtung Erneuerbare Energien zeigt Ergebnisse. Der haitianische Energieminister René Jean-Jumeau informierte sich immer wieder über die Fortschritte des Projekts und die dabei eingesetzten Technologieentwicklungen (u.a. bei der ersten „illegalen“ Netzkopplung einer PV-Anlage in Haiti), Techniker und Botschafter lernten das SSGT bei einer von der Stiftung und NPH organisierten Konferenz anlässlich der offiziellen Einweihung des Systems kennen und im Frühjahr 2018 besuchte der im letzten Jahr ermordete Präsident Jovenel Moises die Anlage und erklärte sie zu einer „Blaupause“ für eine wesentliche Energiestrategie Haitis.

Dies meint außer Solar-Home-Systemen und batteriegestützten „Sunny

Islands“ zur ländlichen Elektrifizierung seinen Charakter als hybrides MiniGrid, das kleinere Regionen bzw. Klein- und Mittelstädte im Land zuverlässig und billiger mit Strom versorgen kann, als es heutige zentrale Dieselgeneratoren können. Auch die Li-Ion-Batterie-Technologie, im SSGT mit 458 kWh Kapazität eingesetzt, hat mittlerweile in verschiedenen Größenordnungen Anwendung in Haiti gefunden.

Dass solche Technologie aber eine langfristige Partnerschaft der „ersten“ mit der „dritten“ Welt sein kann und für alle eine einträgliche Win-Win-Situation, zeigen heutige Strukturen wie transnationale PPA-Solar- und andere EE-Projekte, Solar- und Windparks, Gemeinschaftswasserkraftwerke und andere Formen erneuerbarer Energienutzung. Wie das gehen kann, zeigen kleine wie große, nationale wie internationale gemeinnützige NGOs, Organisationen, die schon seit Jahren ohne wirtschaftliche Interessen dieser Entwicklung das Feld bereiten und mit erfolgreichen Partnerprojekten zeigen, wie und wo es „lang gehen kann“. Selbst in den ärmsten Ländern der Welt ist Solartechnik bekannt, wird von der Bevölkerung sehnlichst gewünscht, von der Weltbank u.a. finanziert und von „schlau“ Regierungen auch promotet. Diese haben in den letzten Jahren erkannt, dass mit teurer Stromerzeugung aus importiertem Erdöl die Spirale der Abhängigkeit ewig weiter geht, Erneuerbare Energien, vorrangig Solartechnik aber Energieversorgung, Unabhängigkeit und Nachhaltigkeit sicherstellen können. Politische Erkenntnis und Wille sind also da, was fehlt, ist Know-how und Strukturen zur flächendeckenden Einführung von Solartechnik.

### ZUM AUTOR:

► Willi Ernst

Biohaus-Stiftung, Paderborn

willi.ernst@biohaus-stiftung.org



# VIEL LÄRM UM NICHTS? STROMSTEUER FÜR SOLARSTROM

**S**trom unterliegt der Stromsteuer. Wer seinen Strom aus dem Netz bezieht, zahlt für jede Kilowattstunde 2,05 Cent Stromsteuer. Für selbsterzeugten Solarstrom fällt die Stromsteuer dagegen in den meisten Fällen nicht an. Dennoch will die Finanzverwaltung es ganz genau wissen: Woher stammt der Strom? Wer nutzt ihn? Liegt tatsächlich ein stromsteuerrechtlicher Ausnahmefall vor? Auch wenn im Ergebnis keine Stromsteuer zu zahlen ist, haben Anlagenbetreiber daher unter Umständen umfangreiche Angaben zu ihrer Solaranlage und jährliche Steueranmeldungen zu machen.

## Sinn und Zweck der Stromsteuer

Die Stromsteuer wurde 1999 mit dem Stromsteuergesetz (StromStG) als Einstieg in die „ökologische Steuerreform“ eingeführt. Sinn und Zweck der Stromsteuer war ursprünglich, den Strom künstlich teurer zu machen, um so einen Anreiz zum Stromsparen zu schaffen.

Von der Notwendigkeit einer künstlichen Verteuerung des Stroms spricht heute niemand mehr. Aber gestrichen wird die Stromsteuer dennoch nicht. Das wäre auch nicht ohne Weiteres möglich. Denn sie ist nicht nur im deutschen, sondern seit 2004 auch im europäischen Recht verankert: Die europäische Energiesteuerrichtlinie<sup>1)</sup> schreibt vor, dass alle Mitgliedstaaten Stromsteuer in einer bestimmten Höhe erheben müssen.

Die Stromsteuer ist eine sogenannte Verbrauchssteuer. Wie viel Stromsteuer der oder die Einzelne zu zahlen hat, hängt im Wesentlichen von der Höhe des individuellen Verbrauchs ab. Zuständig für die Erhebung der Verbrauchssteuern sind die 41 Hauptzollämter des Bundes.

## Wann entsteht die Stromsteuer?

Die Stromsteuer beträgt regulär 20,5 €/MWh bzw. 2,05 ct/kWh. Zwar kennt das Stromsteuerrecht eine Reihe von Steuerbefreiungen. Im Grundsatz aber gilt, dass die Stromsteuer gemäß § 5 Abs. 1 StromStG immer dann entsteht,

- wenn ein „Letztverbraucher“ in Deutschland Strom aus dem „Versorgungsnetz“ entnimmt, der von einem „Versorger“ mit Sitz in Deutschland geliefert wurde, und
- wenn „Eigenerzeuger“ Strom zum Selbstverbrauch „entnehmen“.

Dabei gilt als „Versorger“ jeder, der Strom „leistet“; „Eigenerzeuger“ ist, wer Strom zum Selbstverbrauch erzeugt. Im

ersten Fall hat der „Versorger“ die Stromsteuer an das Hauptzollamt abzuführen, im zweiten Fall der „Eigenerzeuger“.

Bei der Stromsteuer wird also zwischen dem „Versorger“, dem „Eigenerzeuger“ und dem „Letztverbraucher“ unterschieden. Die Grenzen zwischen diesen drei Kategorien verschwimmen jedoch. Denn so gilt beispielsweise derjenige, der Strom aus dem Netz entnimmt und sogleich innerhalb seiner Kundenanlage weiterverteilt, regelmäßig nicht als „Versorger“, sondern als „Letztverbraucher“. Dies hat insbesondere zur Folge, dass die Stromsteuer für diesen Strom vom eigentlichen Stromlieferanten und nicht von demjenigen angemeldet und abgeführt werden muss, der den Strom lediglich weiterleitet. Zudem wird für diese Weiterleitungen auch keine „Versorgererlaubnis“ benötigt.

Ähnliches gilt für die typische Mieterstromkonstellation. Ein Anlagenbetreiber, der Mieterstrom anbietet, gilt für den Zusatzstrom, den er aus dem Netz bezieht und an die Mieter:innen weiterleitet, als Letztverbraucher. „Versorger“ ist der Anlagenbetreiber nur in Bezug auf den selbsterzeugten Solarstrom, der von den Mieter:innen direkt verbraucht wird. Diese Gruppe wird daher auch als „kleine Versorger“ bezeichnet.

Die bloße Einspeisung von Solarstrom in das öffentliche Netz begründet für sich genommen weder eine Stromsteuerpflicht, noch wird der Anlagenbetreiber hierdurch zum „Versorger“. Das gilt unabhängig davon, ob für den eingespeisten Strom die EEG-Vergütung oder die Marktprämie in Anspruch genommen wird. Nur wenn der ins Netz eingespeiste Strom im Wege der Direktlieferung („sonstige Direktvermarktung“ im Sinne des EEG) an einen „Letztverbraucher“ geliefert wird, hat der Anlagenbetreiber als „Versorger“ Stromsteuer anzumelden und abzuführen.

## Welche Solaranlagen sind befreit?

Doch selbst wenn die Stromsteuer nach § 5 StromStG eigentlich entstanden ist, sind die meisten Solaranlagen im Ergebnis von der Stromsteuer befreit. Entscheidend sind insoweit Art und Nennleistung der jeweiligen Anlage und wie der Strom verwendet wird.

Die Stromsteuerbefreiungen sind in § 9 StromStG geregelt. Von vornherein von der Stromsteuer befreit sind alle echten Inselanlagen, also Solaranlagen, die weder unmittelbar, noch mittelbar mit dem Stromnetz verbunden sind. Die Inselanlagen dürfen für die Stromsteuerbefreiung

jedoch maximal 2 MW Nennleistung haben. Auch mobile Solaranlagen auf Fahrzeugen dürften hiervon weitgehend erfasst sein.

Bei den netzgekoppelten Anlagen ist zu unterscheiden:

- Bei weniger als 2 MW Leistung ist der gesamte Strom von der Stromsteuer befreit, der „im räumlichen Zusammenhang zu der Anlage“ verbraucht wird. Hier kommt es nicht darauf an, ob der Strom vom Anlagenbetreiber selbst oder von einem Dritten, der den Strom vom Anlagenbetreiber bezieht, verbraucht wird. Auch Contractingmodelle stehen der Stromsteuerbefreiung nicht entgegen. Erfasst werden also auch Stromdirektlieferungen innerhalb einer Kundenanlage, wie dies beim Mieterstrom im Sinne des EEG regelmäßig der Fall ist.
- Bei Anlagen mit mehr als 2 MW installierter Leistung gibt es die Stromsteuerbefreiung nur für die echte Eigenstromversorgung „am Ort der Erzeugung“. Stromdirektlieferungen an Dritte werden von dieser Befreiungsregelung also nicht erfasst.

Was noch als „räumlicher Zusammenhang“ im Sinne des § 9 Abs. 1 Nr. 3 StromStG angesehen werden kann, sagt § 12b Abs. 5 StromStV. Demnach umfasst der „räumliche Zusammenhang“ grundsätzlich alle Entnahmestellen im Radius von bis zu 4,5 Kilometern um die Erzeugungsanlage. Jedoch regelt § 9 Abs. 1a StromStG, dass Strom dann nicht von der Stromsteuer befreit ist, wenn er durch ein öffentliches Stromnetz geleitet oder auch bloß kaufmännisch-bilanziell weitergegeben wird. Die Netznutzung steht der Stromsteuerbefreiung also immer entgegen.

Darüber hinaus kann für Betriebsstrom („Strom zur Stromerzeugung“) grundsätzlich eine Stromsteuerbefreiung geltend gemacht werden. Diese Stromsteuerbefreiung kann bei größeren Solarparks interessant werden. Für kleinere Anlagen dürfte der Aufwand, der hiermit verbunden wäre, dagegen kaum lohnen.

## Bestimmung der Anlagengröße

Ob Stromsteuer für Solarstrom zu zahlen ist, hängt also unter anderem von der installierten Leistung ab. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass das Stromsteuerrecht eigene Regelungen zur Bestimmung der Anlagengröße kennt.

Die Regelungen des EEG zur Anlagenzusammenfassung finden im Stromsteuerrecht daher keine Anwendung.

Für die Stromsteuer kommt es vielmehr auf § 12b Abs. 1 StromStV an. Demnach gelten mehrere „unmittelbar miteinander verbundene Stromerzeugungsanlagen an einem Standort“ als eine Anlage. Entscheidend sind die tatsächlichen und technischen Gegebenheiten, die im Einzelfall anhand verschiedener Kriterien geprüft werden müssen<sup>2)</sup>. Anders als im EEG spielt es hierfür insbesondere keine Rolle, mit welchem zeitlichen Abstand verschiedene Anlagen oder Anlagenteile in Betrieb genommen wurden. Deshalb können beispielsweise zwei Solaranlagen auf einem Betriebsgelände mit jeweils 750 kWp Leistung im EEG als zwei Anlagen zu behandeln sein, während sie für die Stromsteuer als eine Anlage gelten.

### Wann müssen Anlagenbetreiber aktiv werden?

Auch wenn Solarstrom von der Stromsteuer weitgehend befreit ist, bedeutet dies nicht, dass sich Solaranlagenbetreiber um nichts sorgen müssten. Denn unter Umständen bedarf es für die Stromsteuerbefreiung der Mitwirkung der Anlagenbetreiber.

Seit einer Gesetzesänderung in 2019 ist Solarstrom aus kleineren Anlagen nämlich nicht mehr generell von der Stromsteuer befreit. Hintergrund sind Vorgaben des europäischen Beihilferechts. Um in den Genuss der Stromsteuerbefreiung zu kommen, benötigen nun grundsätzlich alle Anlagenbetreiber eine entsprechende stromsteuerrechtliche „Erlaubnis“.

Auch die sogenannte „steuerfreie Entnahme“ nach § 9 Abs. 1 Nr. 3 StromStG (Anlagen unter 2 MW Nennleistung) muss grundsätzlich förmlich beantragt werden („förmliche Einzelerlaubnis“). Hat die Solaranlage jedoch weniger als 1 MW Nennleistung, gilt der Verbrauch „im räumlichen Zusammenhang“ mit der Solaranlage gemäß § 10 Abs. 2 StromStV als „allgemein erlaubt“. Die Steuerbefreiung greift in diesem Fall also ausnahmsweise auch ohne einen förmlichen Antrag.

Dies ändert allerdings nichts daran, dass der Anlagenbetreiber, der den Solarstrom innerhalb einer Kundenanlage an eine andere Person liefert, in Bezug auf diese Strommengen als „Versorger“ gilt (der „kleine Versorger“). Der „Versorger“ benötigt grundsätzlich eine Erlaubnis, die förmlich beantragt werden muss. Beim „kleinen Versorger“ genügt eine förmliche Anzeige. Die Versorgereigenschaft zieht zudem nach sich, dass jährliche Steueranmeldungen zu machen sind. Das gilt auch für die „kleinen Versorger“, also beispielsweise die Anbieter von Mieterstrom.

Für Solaranlagen mit mehr als 1 MW Nennleistung muss für die Inanspruchnahme der Stromsteuerbefreiung nach § 9 Abs. 1 Nr. 3 StromStG stets eine „Erlaubnis zur steuerfreien Entnahme“ beantragt werden. Wird Solarstrom aus diesen Anlagen ohne Erlaubnis genutzt, hat der Anlagenbetreiber unverzüglich eine Steueranmeldung abzugeben und die Stromsteuer sofort zu entrichten.

Anlagenbetreiber müssen zudem immer dann aktiv werden, wenn sie von ihrem Hauptzollamt zu entsprechenden Meldungen aufgefordert werden. Die Mitwirkungspflicht der Anlagenbetreiber folgt in diesen Fällen aus allgemeinen Regelungen des Steuerrechts. Anlagenbetreiber, die geforderten Angaben nicht machen, riskieren zum einen straf- und ordnungswidrigkeitsrechtliche Konsequenzen. Zum anderen können die Hauptzollämter die Stromsteuer auch auf Basis eigener Schätzungen festsetzen.

### Stromsteuer in der Praxis

Für Anträge, Anzeigen und regelmäßigen Mitteilungen an die Hauptzollämter sind zwingend die einschlägigen amtlichen Formulare zu verwenden. Die Formulare finden sich auf der Internetseite des Hauptzollamtes und können dort online ausgefüllt werden<sup>3)</sup>. Zu jedem Formular gibt es „Ausfüllhinweise“ mit umfangreichen Informationen. Eine digitale Übermittlung der Formulare ist allerdings noch nicht möglich. Die Formulare müssen also ausgedruckt, unterschrieben und per Post an das zuständige Hauptzollamt geschickt werden.

Für Betreiber einer Solaranlage mit weniger als 2 MW Leistung sind folgende Formulare zu verwenden:

- Wird der gesamte Strom eingespeist (**Volleinspeisung**) und nicht an einen Letztverbraucher geliefert, sind in der Regel keine Formulare auszufüllen. Dies ist ausnahmsweise nur dann erforderlich, wenn das Hauptzollamt ausdrücklich hierzu auffordert.
- Gleiches gilt für Betreiber von Anlagen mit **weniger als 1 MW Nennleistung**, die ihren Solarstrom ausschließlich vor Ort **selbst verbrauchen** oder zwecks EEG-Förderung ins Netz einspeisen (**Überschusseinspeisung**).
- Hat die Anlage **mehr als 1 MW Nennleistung** und wird ausschließlich zur **Selbstversorgung** und **Überschusseinspeisung** genutzt, sind das Formular 1422 (Antrag auf Erteilung einer Erlaubnis für die steuerbefreite Entnahme), das Formular 1422a (Betriebsklärung)

und das Formular 1422az (Zusatzblatt) zu verwenden.

- **„Kleine Versorger“** (Mieterstrom und ähnliche Stromlieferungen innerhalb der Kundenanlage) haben unabhängig von der Nennleistung der Anlage das Formular 1412 zu verwenden (Anzeige für eine Erlaubnis als Versorger). Hat die Anlage eine Nennleistung von weniger als 1 MW, sind zusätzlich das Formular 1410a (Betriebsklärung) und das Formular 1410az (Zusatzblatt) auszufüllen. Hat die Anlage eine Nennleistung zwischen 1 und 2 MW, sind das Formular 1422 (Antrag auf Erteilung einer Erlaubnis für die steuerbefreite Entnahme), das Formular 1422a (Betriebsklärung) und das Formular 1422az (Zusatzblatt) zu verwenden.
- Wird der Strom **außerhalb der Kundenanlage** selbst verbraucht oder an eine andere Person geliefert, ist statt des Formulars 1412 das Formular 1410 (Antrag auf Erteilung einer Erlaubnis) zu verwenden. Zudem sind auch hier das Formular 1410a (Betriebsklärung) und das Formular 1410az (Zusatzblatt) auszufüllen.
- Für die Steueranmeldungen – gleich durch wen oder für welche Strommengen – ist stets das Formular 1400 zu verwenden.

Die erforderlichen Anzeigen und Anträge müssen stets vor Beginn der jeweiligen Tätigkeit – also regelmäßig vor der netztechnischen Inbetriebsetzung der Solaranlage – erfolgen. Für die jährlichen Steueranmeldungen ist die Abgabefrist der 31. Mai des Folgejahres.

### Fußnoten

- 1) Richtlinie 2003/96/EG.
- 2) Einzelheiten zu dieser Prüfung finden sich in den „Informationen zum Anlagenbegriff im Stromsteuerrecht“ der Generalzolldirektion, abrufbar auf der Internet-Seite des Zolls ([www.zoll.de](http://www.zoll.de)).
- 3) Unter: [www.zoll.de/DE/Fachthemen/Steuern/Verbrauchssteuern/Strom/strom\\_node.html](http://www.zoll.de/DE/Fachthemen/Steuern/Verbrauchssteuern/Strom/strom_node.html).

### ZUM AUTOR:

#### ► Sebastian Lange

Rechtsanwalt Sebastian Lange berät bundesweit Solaranlagenbetreiber bei der Realisierung von PV-Projekten und bei Streitigkeiten mit Netzbetreibern. Mit seiner Internet-Seite [www.mein-pv-anwalt.de](http://www.mein-pv-anwalt.de) informiert er fortlaufend über Rechte und Pflichten der Anlagenbetreiber.



## EINE ÖKOLOGISCHE NABELSCHAU

Von den Anfängen und den Zukünften im Haus Sonne



Bild 1: Sonnenenergienutzung im Haus Sonne

**H**aus Sonne“ ist ein Biohotel und Seminarhaus im Südschwarzwald. 1983 eröffnet, ist das vierzigste Jahr seines Bestehens ein guter Anlass, eine ökologische Bilanz zu ziehen. Was konnte umgesetzt werden, um den ökologischen Fußabdruck klein zu halten, was wurde nicht erreicht, was steht noch auf der ökologischen Agenda. Ein Rückblick ist auch eine Reise zu den Anfängen der Sonnenenergienutzung, die erst zu Beginn der achtziger Jahre als eine ernstzunehmende Versorgungstechnologie ins öffentliche Bewusstsein rückte.

### Blick zurück

Mit „Haus Sonne - Informations- und Lernzentrum Belchen“ fing es 1983 an. Die großen ökologischen Themen zu Beginn der achtziger Jahre: Waldsterben, Klimawandel, Atomkraft, biologischer Landbau, vollwertige Ernährung und, noch sehr zögerlich, Sonnenenergienutzung. Die Mission: Aufklärung mit Theorie und Praxis. Neben Vorträgen, Seminaren und Selbstbaukursen zu diesen Themen war es ein Anliegen, verfügbare Ökotechnik in der Alltagspraxis anzuwenden, zu testen, zu kommunizieren – zugänglich zu machen. Das Haus bot

hierzu ideale, wenn auch kostspielige Bedingungen: Ölheizung, keine Dämmung, alte Fenster, hoher Stromverbrauch durch Uralttechnik (Kühltruhen, Kaffeemaschinen, Pumpen etc.), Vinyltapeten, mit Teppichböden verklebte Holzdielenböden, Styropordecken, Asbestdach, mit Verbundsteinen versiegelte Flächen, Golfstrasen, Goldfischteich usw. Aufgrund der knappen Finanzdecke war der Handlungsspielraum jedoch bescheiden, oft bestimmte ein technischer Totalausfall, welche Investition als nächste fällig war. Höchste Priorität hatte die Verbesserung der energetischen Situation des Hauses aber auch die baubiologische Sanierung war dringend, denn es war der Hotelbetrieb, der den Lebensunterhalt sicherte.

### Bananen-Hardware: Technik reift beim Kunden

Schon beim Einzug war klar: die alte Ölheizung musste raus – sie war zu störanfällig und kein Vorzeigeobjekt in einem Öko-Hotel. Für eine Holzheizung hatten wir weder Platz noch Geld. So kam es zum Einsatz der damals noch ganz jungen Gas-Brennwerttechnik. Die Heizungsbauer vor Ort waren damit überfordert, ein Freiburger Unterneh-

men, das immerhin schon zwei oder drei Brennwertkessel installiert hatte, übernahm den Auftrag. Die Anlage wurde so zu einer Versuchsanlage, die lokalen Heizungsbauer waren für unsere Erfahrungen und Besichtigungsmöglichkeiten dankbar. Auch die Warmwasserkollektoren, die mit der Heizung installiert wurden, waren ein Novum, denn selbst die große Freiburger Firma hatte noch nie zuvor Kollektoren installiert.

1984 dann die ersten PV-Module: zweimal 35 Watt, Laderegler, Solarbatterie. Heute nicht mehr vorstellbar: mit der kleinen Inselanlage wurde das Haus zu einer Pilgerstätte für Photovoltaik. PV zum Anfassen. Das Interesse war groß, aber auch die Skepsis. Kann das funktionieren? Im Weltraum ja, aber hier im Schwarzwald? Über die Mitgliedschaft in der ambitionierten Arbeitsgemeinschaft Solartechnik in Kassel (ASK, heute Bestandteil der DGS) konnten schon bald darauf kostengünstig AEG-Module erstanden, und eine, nach heutigen Maßstäben bescheidene 2-kW-Anlage installiert werden. Mit der Inselanlage wurde ein Anschauungsobjekt errichtet, das zumindest die Praxistauglichkeit unter Beweis stellte. Die ersten SMA-Wechselrichter kamen zum Einsatz und wie schon bei den Solarkollektoren galt auch hier: Technik reift beim Kunden.

Die Gasheizung war das Sorgenkind. Die Flüssiggasversorgung war kompliziert, der Tank konnte im Winter nicht angefahren werden (Haus Sonne liegt etwas über 1.000 m über NN) und die Brennwertkessel reichten in strengen Wintern nicht aus. Es musste eine bessere Lösung gefunden werden. Durch aufwändige Baumaßnahmen wurden die Voraussetzungen für eine Stückholzheizung (Heizraum, Holzlager) geschaffen. Die Entscheidung war kosten-, arbeits- und kalorienintensiv, denn 80 Ster (Festmeter) Brennholz mussten gemacht werden. Am Anfang noch mit eigenen Fällarbeiten im Wald, später dann nur noch mit Spalten, Sägen, Lagern, Umlagern und natürlich: im Heizkessel verbrennen und Asche entsorgen. Im Schnitt war eine Person mit der Wärme- und Warmwasserversorgung



# Energiewende vor Ort



Quelle: Haus Sonne

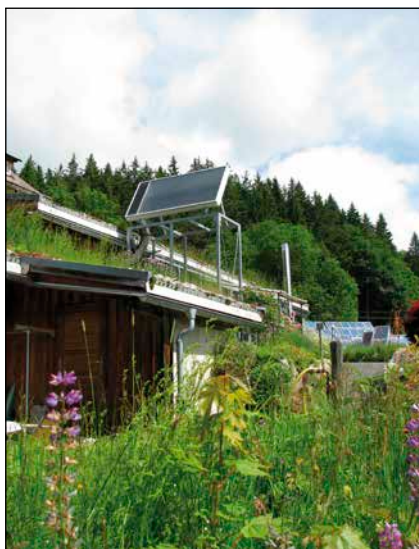
Bild 2: Von den Anfängen. So funktioniert Photovoltaik

und der Gäste drei Monate im Jahr beschäftigt.

Einer am 01.01.1993 begonnenen Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz fiel noch im gleichen Jahr das Auto zum Opfer. Es war beim Kauf eines der ersten Autos mit Katalysator gewesen, aber eindeutig der Gruselfaktor Nummer 1 in der ökologischen Nabelschau. 1997 kam ein Neubau für private Wohnzwecke und für eine Naturheilpraxis hinzu. Gründach, Schafwollisolierung, Stückholzheizung – baubiologische Baumaterialien innen und außen. Dazu wurden noch ein großer Kräuter-, Beeren- und Gemüsegarten angelegt. Selbstbaukurse für Sonnen-

öfen und Solartrockner standen auf dem Programm, wie auch Permakultur und nichttechnische Vorratshaltung. Nach der Jahrtausendwende waren wiederum ökologische Sanierungsmaßnahmen im Haus Sonne angesagt. Weitere Dämmung (Weichfaserplatten und Schafwolle), neue Fenster, „Renaturierung“ von mit Zementspachtel und Teppichplatten verunstalteten Holzfußböden; dazu neue Kollektoren und Kauf eines großen Holzkochherds für die Hotelküche. 2015 besiegelte der Schornsteinfeger das Ende unserer Stückholzheizung. Die Schadstoffgrenzwerte wurden deutlich überschritten. Da weder eine Anpassung noch eine Umrüstung möglich war, blieb nur die Option „neu“. Die Lösung: Eine Pelletheizung und ein Lager für eine ganzjährige Versorgung.

Eine der vielleicht interessantesten Energieentdeckungen wurde vor etwa fünf Jahren gemacht: Warmluftkollektoren. Die Low-Tech-Lösung erwärmt statt Wasser Luft, ein im Kollektor integriertes PV-Modul betreibt den Ventilator, der die Luft ins Haus bläst. Kein Wärmetauscher, kein Frostschutzmittel, keine Pumpen etc. Damit konnte vor allem im Winter und in den Übergangsjahreszeiten der Holz- und Pelletbedarf signifikant gesenkt werden. Temperaturerhöhungen von über 30 Grad sind auch bei eisigem Frost möglich. Mit fünf dieser Kollektoren wurde eine Zusatzheizung für Büro, Lager und Werkstatt geschaffen.



Quelle: Haus Sonne

Bild 3: Installation des Solarluftkollektors

## Fazit

Heute, in der Gegenwart angekommen, stellt sich die Frage, ob das jetzt alles war. Mit neuer Technik am alten Standort könnte die Solarproduktion erhöht werden, aber die alten Module tun noch gut ihren Dienst und es wäre ein Jammer, sie auf dem Recyclinghof enden zu lassen. Stromspeicher, ein Windrad, weitere Warmluftkollektoren, weniger oder noch effizientere Energieverbraucher sind Optionen, Experimente zur Warmwasserbereitung mit altgedienten PV-Modulen und 12 V Heizstäben dagegen laufen bereits erfolgreich und die mit dem Neubau installierte 12 V-PV-Anlage wird gerade für weitere Alltagstests aufgerüstet.

Wie der Rückblick zeigt, fehlen in der Bilanz die spektakulären Maßnahmen. Schon das kleinste Einfamilienhaus kann heute mit 5 und mehr kW Photovoltaik auf dem Dach punkten. Unser Fokus lag jedoch von Anfang an auf einem breiteren, nicht nur auf die Energieversorgung fixierten ökologischen Ansatz. Zuerst müssen wir die richtigen Fragen stellen. Die Fragen nach dem Brauchen und Wollen, die Fragen nach der Verantwortbarkeit und nach den Zusammenhängen. Das heißt also: bei jeder geplanten Anschaffung, bei jeder Geldausgabe für Materielles wie für Immaterielles muss vor der Frage nach dem ökologischsten, nachhaltigsten Weg die Schlüsselfrage stehen: Brauche ich das wirklich oder präziser: Will ich das wirklich? Diese Frage hat höchste Priorität. Ich muss diese Frage mir selbst beantworten, muss sie vor mir und zumindest in Gedanken vor der ganzen Welt beantworten. Und auf dieser Basis müssen wir uns auf den Weg machen, um unseren Beitrag für einen behutsamen, ökologischen Umgang mit unserem Planeten zu leisten. Technische Lösungen sind ein Aspekt, Verhaltensänderungen und psychologische Lösungsstrategien weitere. Im Haus Sonne greifen wir diese Themen auf. Wir versuchen sie in Vorträgen, Seminaren und Praxisdemonstrationen begreifbar zu machen und zu zeigen, dass all dies auch mit bescheidenen finanziellen Mitteln möglich ist. Es sind diese Themen, die auch für die nächsten vierzig Jahre auf unserer Agenda stehen.

## ZUM AUTOR:

► Christian Leppert  
Aitern (Schwarzwald)

www.haussonne.com

# PHOTOVOLTAIK IST ÄSTHETISCH GEWORDEN

Schweizer Unternehmen entwickelt den ersten Glas-Solarziegel



Bild 1: «Match» lässt sich so einfach wie herkömmliche Ziegel installieren.

**S**olaranlagen stehen noch immer im Ruf, traditionelle Dachlandschaften zu verändern und schöne Architektur zu unterwandern. Doch es geht auch anders, wie die Schweizer Firma Megasol zeigt. Seit mehr als zehn Jahren stellt der größte Schweizer Photovoltaik Hersteller Solardachziegel her, die wie Dachziegel aussehen und sich auch so installieren lassen. Der robuste Solarziegel des Schweizer Unternehmens ist ab sofort erhältlich.

## Der Solarziegel, der immer passt

Einer der großen Vorteile dieses Photovoltaik Indachsystems „Match“ besteht darin, dass es immer passt. Dazu werden die gängigsten Ziegel in Ziegeltypen eingeteilt und pro Ziegeltyp ein bis drei Standardformate angeboten, die sich be-

liebig untereinander kombinieren lassen. Damit wird eine sehr breite Palette erreicht an Dachziegeln, die kompatibel ist. Kompatibel bedeutet dabei, dass ein solches Solarpanel ohne weitere Anpassungen einen oder mehrere Ziegel in einem bestehenden Ziegeldach ersetzen kann.

„Match“ wurde 2020 anlässlich der SwissBau in Basel lanciert. Seitdem sind bereits viele Photovoltaikprojekte mit dem Solarziegel umgesetzt worden. Als die beliebtesten Optiken der Indachsolarpans haben sich die Varianten „Full Black“ und „Terra Cotta“ herausgestellt. Doch es geht viel weiter: „Der Solardachziegel von Megasol lässt sich auch bei anspruchsvoller Architektur komplett frei gestalten. Dazu gibt es eine umfangreiche Farbpalette und sogar die Möglichkeit, individuelle Farben zu kreieren“,

sagt Michael Reist, Leiter Kommunikation und Marketing von Megasol.

Spannend und bisher ungesehen auf dem Markt sind die Designmöglichkeiten mit Glasoberflächen. So ist es möglich, den Solarpanels mittels Glasstrukturen einen individuellen Look und gar eine eigene Haptik zu verleihen. Dabei können klassische Solargläser oder die interessanten Glasoberflächen (es gibt noch viel mehr Gläser) zum Einsatz kommen. Diese Neuerung wurde mit dem internationalen Design Preis „Red Dot Award“ prämiert.

Der Solarziegel beschränkt sich nicht nur auf Ziegeldächer. In der Variante „Match Slate“ lässt er sich auch mit schindelartigen Eindeckungen wie zum Beispiel Faserzementschindeln kombinieren. Damit ist er das erste Photovol-

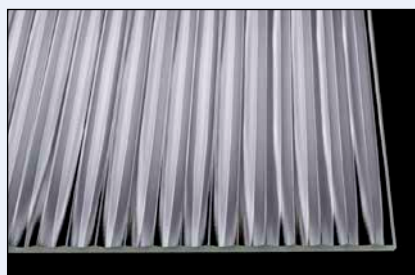
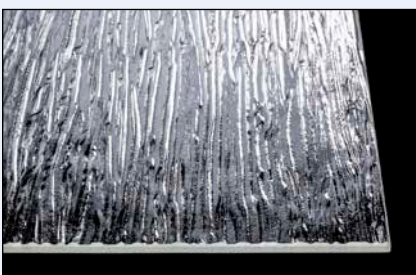


Bild 2: Beispiele von Oberflächen, mit denen «Match» gestaltet werden kann.





Bild 3: Der «Match» Glas-Glas Solarziegel hat eine Lebensdauer von bis zu 50 Jahren.

taiksystem, das dem Anspruch „eines für alle“ gerecht wird und dabei die immer mehr gewünschte Individualität bedient.

### Hohe Lebensdauer

Im Gegensatz zu anderen Solarziegeln auf dem Markt bestehen die Ziegel ausschließlich aus Glas-Glas Solarmodulen. Anders gesagt: Diese Solarpanels sind der Solarziegel. So kann ganz ohne Aluminiumrahmen und ohne Plastikgehäuse ausgekommen werden. Die Panels bestehen mit höchster Belastbarkeit und sind deswegen auch gegen starken Hagel Schlag gefeit (Hagelschutzklasse 4). Hinzu kommt eine sehr hohe Lebensdauer von bis zu 50 Jahren.

### Spielend leichte Installation

Die Solarziegel sind denkbar einfach aufgebaut, sie bestehen aus nur zwei Komponenten: Dem Glas-Glas-Solarpanel und den dezenten Montagehaken. Der Solardachziegel ist deswegen geradezu prädestiniert für die Integration in bestehende Ziegeldächer. Damit kann eine vorhandene Dachlattung für den Aufbau der PV-Anlage genutzt werden. Es braucht zur bestehenden Ziegellattung bloß eine weitere Hakenlattung (pro Zeile) auf welcher die Haken fixiert werden. Diese halten die Solarziegel in Position.

Zur Verkabelung: Um die volle Flexibilität zu gewährleisten, verfügt jedes einzelne Solarpanel über einen Plus- und Minus Stecker und dank genügend langer Kabel lässt es sich sowohl horizontal

(zeilenweise) wie auch vertikal (spaltenweise) verkabeln.

Das Zusammenstecken der Steckverbindungen erfolgt bequem vor dem Einhängen der Solarpanels in die Haken. Mühsames zusammenklauben der Stecker unter bereits installierten Elementen entfällt.

Zum Thema Defekte: Die Photovoltaikmodule bestehen aus Glas-Glas-Laminaten, die in der Schweiz gefertigt werden. Auch starke äußere Einwirkungen haben keinen Effekt auf die Solarmodule (z.B. Hagel). Denkbar wäre nur z.B. ein Akt von konzentriertem Vandalismus. Michael Reist erklärt: „In diesem Fall lassen sich die Solarziegel genauso einfach auswechseln, wie ein Ziegel: Defekter Solarziegel raus, neuer Solarziegel rein“

### Volle Power für den Solarziegel

Die Solarziegel weisen eine hohe Leistung auf. Da es für jeden Ziegeltyp mehrere Standardformate gibt, variiert entsprechend die Leistung pro Element.

Beispiel: Die beiden Standardgrößen vom Ziegeltyp A verfügen über 22 und 55 Wp. Die beiden Standardgrößen vom Ziegeltyp B über 44 und 99 Wp.

Auch die farbigen Varianten weisen gute Leistungswerte auf. Megasol begründet dies mit seiner langjährigen Erfahrung im Bereich der «Designed Photovoltaics».

### Hohe Kosteneffizienz

Interessant ist, dass der Solardachziegel preislich in einem ähnlichen Bereich liegt, wie eine herkömmliche PV-Aufdachanlage. Spannend sind zwei Aspekte, die bei einer klassischen Renditerechnung manchmal vergessen gehen: Der Solarziegel nimmt – anders als eine Aufdach-Solaranlage – eine Dachfunktion wahr. So wird nicht nur eine PV-Anlage, sondern auch ein neues Dach installiert. Wenn die „Ohnehin-Kosten“ für eine neue Dachendeckung bei einem solchen Dach abgezogen werden, ergeben sich mehr oder weniger die Kosten einer Aufdachanlage.

Wird zusätzlich die deutlich höhere Lebensdauer der Glas-Glas Solardachziegel (bis zu 50 Jahre) gegenüber Glas-Folien-

Solarpanels (ca. 30 Jahre) der Aufdachanlage berücksichtigt, können die Kosten pro «Lebensdauer-Jahr» für das «Match»-Photovoltaik System tiefer sein.

### Ist Blendung ein Thema? Nicht mehr.

Blendwirkungen von Glasoberflächen sind immer wieder ein Diskussionspunkt in der Bevölkerung – auch oder vor allem im Bereich der Photovoltaik. Objektiv gesehen ist die tatsächliche Blendwirkung von Solarpanels auf Grund der verwendeten Solargläser deutlich tiefer als z.B. von großen Fensterfronten oder Dachfenstern. Die subjektive Wahrnehmung von Blendungseffekten, die von Solarpanels ausgehen, ist aber manchmal eine andere.

Megasol hat deshalb eine Oberfläche für Solarmodule entwickelt, von der „Zero-Blendung“ ausgeht. Entstanden ist die Oberfläche „ZeroReflect“. Alle Solarpanels können mit der Oberfläche gefertigt werden. Tatsächlich ist diese Entwicklung unabhängig von den eigenen Produkten, sie eignet sich jedoch optisch hervorragend für diese. Ganz besonders schön ist auch das Zusammenspiel von bei architektonisch interessanten Gläsern wie das „Megasol Creek“

Auch bestehende Solaranlagen können mit „ZeroReflect“ ausgestattet werden. Die dabei anfallenden Kosten können dabei um ein Vielfaches tiefer sein als potentiell anfallende Aufwände für Blendgutachten, Gerichtsverhandlungen oder schon nur für langwierige Diskussionen in einem allfälligen Nachbarschaftszwist. Michael Reist schließt: „Gerade auch in der Nähe von Verkehrsknotenpunkten (vor allem bei Fassadenanlagen) kann es Sinn machen, bereits von Anfang an „ZeroReflect-Solarmodule“ zu installieren – das ist selbstverständlich günstiger, als eine allfällige Nachrüstung“

#### ZUM AUTOR:

▶ Michael Reist

Head of Communications & Marketing  
Megasol Energie AG

michael.reist@megasol.ch

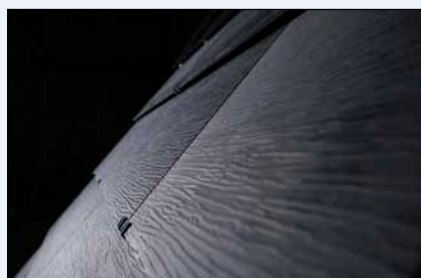


Bild 4: «Match» Slate mit der Oberfläche «ZeroReflect» gewann den Red Dot Design Award

#### 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



## MIT ULTRASCHALL DIE ZUKUNFT ÖKONOMISCH UND ÖKOLOGISCH GESTALTEN

**S**ubstrat für landwirtschaftliche Biogasanlagen muss nicht zwangsweise ackerbaulich hergestellt werden. Festmist oder überschüssiges Grüngut, das nicht als Grundfutter in der Rinderfütterung benötigt wird, stellt eine gute Alternative zur sogenannten Anbaubiomasse dar. Es ist davon auszugehen, dass der Einsatz von alternativer Biomasse in Zukunft immer mehr zur Pflicht wird. Da aber mit zunehmendem Zeitraum zwischen den Mahden des Grünlands bei den Gräsern der Anteil nicht abbaubarer Zellwandbestandteile, vor allem das Lignin, zunimmt, ist Grünschnitt für die Vergärung kein einfaches Substrat. Ein viel größeres Problem ist aber, dass durch diese Einsatzstoffe die Fließeigenschaften in den Fermentern so sehr verschlechtert werden, dass der Einsatz von Gras für die Vergärung nur in begrenzten Mengen möglich ist.

Die Behandlung mit Ultraschall bietet hier Optionen und viel Gestaltungsspielraum. Dabei werden Kavitationsimplosionen erzeugt, die das Medium auf Zellebene zerkleinern. Diese mechanische Aufschlusstechnik bewirkt eine deutliche Beschleunigung der Biologie und reduziert die Viskosität in den Faulbehältern. Die logische Folge ist eine optimierte Substratausnutzung, welche zu Substrateinsparungen bei gleicher Biogasausbeute führt. Im Folgenden berichten zwei Betreiber von ihren Praxiserfahrungen.

### Weniger Mais und mehr Gras führt zu verringerten Fütterungskosten

Felix Müller betreibt seit 2011 im Ammerland eine Biogasanlage mit einer installierten elektrischen Leistung von 250 kW. Der im Nordwesten von Niedersachsen gelegene Landkreis ist eine typische Grünlandregion, in der jede Menge hochwertiges und günstiges Gras vorhanden ist. Als Futter für die Biogasanlage von Herrn Müller diente in all den Jahren Energiemais und Gülle. Mit steigenden Maispreisen wurde die Fütterung mit Maissilage zunehmend unattraktiv und der Betreiber suchte nach Möglichkeiten, um den im Umfeld der Gaserzeugungsanlage reichlich vorhandenen

Grünschnitt (Grasflächen werden hier bis zu fünfmal im Jahr gemäht) energetisch zu nutzen. Dabei hatte er zu berücksichtigen, dass Grassilage mit einem Gasertrag von 170 m<sup>3</sup>/t Frischmasse nur etwa 80 % des Energieertrags von Maissilage bringt. „Aber trotzdem ist der Kubikmeter Biogas aus Gras für uns günstiger als der aus Mais“ ist sich Felix Müller sicher. Allerdings verursacht der Einsatz von Gras – frischer Grünschnitt bzw. durch Silierung konserviertes Material – einige Probleme. Da das eingebrachte Substrat sehr viel Wasser binden kann, verändern sich die Fließeigenschaften in den Fermentern mit jeder Tonne Gras, die eine Tonne Maissilage ersetzt. Das Rühren und Pumpen wird zunehmend schwieriger.

Das Ziel von Felix Müller war und ist es, in seiner Biogasanlage, die er täglich mit ungefähr 13 Tonnen Feststoffen füttert, möglichst viel Gras zu vergären. Mehr als 5 t Gras am Tag waren damals aber nicht möglich, ohne Stillstandzeiten der Biogasanlage zu riskieren. Auch durfte der Anteil der Trockensubstanz (TS-Gehalt) im Fermenter 9 % nicht übersteigen, weil das Gärgemisch sonst eine hohe Zähflüssigkeit aufweist und gar nicht mehr zu rühren gewesen wäre.

### Installation der Ultraschalltechnik

Um die Viskosität dauerhaft zu senken, entschied sich der Betreiber daher am gefütterten Hauptfermenter für die Installation einer DesiUS (Desintegration mit Ultraschall) der Firma Weber Entec. Die Behandlung mit Ultraschall bietet hier Optionen und viel Gestaltungsspielraum. Dabei werden Kavitationsimplosionen erzeugt, die das Medium auf Zellebene zerkleinern. Nach der Aufbereitung durch die Ultraschalltechnik ist die Substratoberfläche erhöht und diese Biomasse für den biologischen Abbau besser verfügbar. Da die Faserstruktur nun aufgebrochen ist, bindet sie weniger Wasser und das Substrat ist nach der Behandlung sichtbar fließfähiger. Genau das ist der entscheidende Punkt, um mehr Gras füttern zu können.

### Fazit des Betreibers

Der Aufschluss mit Ultraschall verbessert die Fließeigenschaften deutlich.



Quelle: Ulli Lindenblatt

Ulli Lindenblatt, Mitgesellschafter der Biogasanlage Großenwiehe, neben seiner im Technikraum installierten Ultraschallanlage

„Selbst bei einem TS-Gehalt von 15 % ist die Viskosität jetzt niedriger als früher bei 8 bis 9 %“, berichtet Müller. Die Biogasanlage lässt sich dadurch flexibel und prozesssicher mit Gras betreiben. Heute setzt Felix Müller täglich 10 t Gras, 77 % der zugeführten Feststoffe, ein – in der Spitze sogar 85 %. Der Maisanteil hat sich auf 10 % reduziert, der Rest (ebenfalls etwa 10 %) entfällt auf Festmist. Dadurch muss der Anlagenbetreiber keine Maissilage mehr für die Biogasanlage zukaufen. Er nutzt hauptsächlich die Reste, die bei der Fütterung seiner Rinder übrigbleiben. An der Biogasanlage haben sich auch Verschleiß und Wartungsaufwand reduziert. Beispielsweise hat der Betreiber seit zwei Jahren bei der Pumpentechnik keine Drehkolben mehr wechseln müssen, was früher alle vier Monate der Fall war. Felix Müller konnte nach Installation der Ultraschalltechnik die Fütterung erfolgreich auf Gras umstellen. Neben dem ökonomischen Vorteil von 25 % Einsparung der Fütterungskosten, sticht bei der Umstellung auch der ökologische Nutzen hervor. Durch den energieeffizienteren Betrieb und das Zuführen ungenutzter Grünlandflächen zum nachhaltigen Kreislauf, werden erhebliche Mengen an CO<sub>2</sub> eingespart. Die Erfahrungen und Erfolge von Felix Müller sind auf nahezu alle Biogasanlagen übertragbar, deren Betreiber in Zukunft gerne mehr Gras oder Festmist füttern möchten oder auch im Rahmen der RED II nachhaltiges Biogas produzieren wollen.

## Praxisbericht 2: Optimierung der Biogasanlage Großenwiehe

Besonderes Merkmal der Gemeinschaftsanlage Großenwiehe ist die Verwertung der überschüssigen Wärme: Die Anlage im nördlichen Schleswig-Holstein, an der zwölf Landwirte beteiligt sind, versorgt über 350 Haushalte, eine Lkw-Waschanlage sowie eine Schule. Die wärmegeführte Biogasanlage, deren Erzeugung saisonal verschoben ist und deshalb im Winterhalbjahr mit der doppelten Menge gefüttert wird, hat eine vergütungsrelevante Höchstleistung von 1,25 MW, besitzt eine installierte elektrische Leistung von 2,57 MW (sog. doppelte Überbauung) und wird hauptsächlich mit Maissilage, Getreide-Ganzpflanzensilage (GPS) sowie Gras gefüttert. Aufgrund der dann höheren TS-Gehalte in den Fermentern kam es im Winterhalbjahr immer wieder zu Problemen beim Anlagenbetrieb, so dass im Mai 2019 bei dieser Biogasanlage ebenfalls eine Ultraschallanlage installiert wurde. Ziel von Betriebsleiter und Mitgesellschafter Ulli Lindenblatt war es, vor allem die Viskosität des Gärgemisches in den Fermentern zu reduzieren und Substrate einzusparen. Eine intelligente Ventilsteuerung behandelt nun abwechselnd das Gärsubstrat aus den beiden Fermentern.

## Betriebserfahrungen nach der Anlagenoptimierung

Herr Lindenblatt hat die Fütterungsdaten und Gaserträge vom Dezember 2018 (ohne DesiUS) mit denen vom De-

zember 2019 (mit DesiUS) verglichen und kommt bei der gefütterten Silage (Mais und Getreide-GPS) zu Einsparungen von 10 %. Darüber hinaus müssen keine Enzyme mehr zugegeben werden, was jährlich 15.000 Euro einspart. Auch bei den Pumpen und Rührwerken konnte der Betreiber positive Effekte feststellen: Bei den Rührwerken verringerten sich sowohl der Strombedarf als auch der Materialverschleiß deutlich – da die Viskosität im Fermenter abgenommen hatte. Zusätzlich konnte die aufwändige Rezirkulation von fast 200 m<sup>3</sup> pro Tag von den Nachgärern in die Hauptfermenter vollständig eingestellt werden. Die Laufzeiten der Pumpen während der Fütterungsintervalle konnten um etwa 30 % gekürzt werden, da durch die geringere Viskosität im Fermenter die Schnecke das Futter schneller in den Fermenter einbringen kann. Die gesamte Prozessstabilität der Gärbiologie hat zugenommen. Herr Lindenblatt verzeichnet seit der Installation der Ultraschalltechnik wesentlich weniger Störfälle, weil die Anlage „geschmeidiger“ läuft. Auch beim aus der Anlage kommenden Gärprodukt gab es Verbesserungen. So konnten die Landwirte, welche das ausgefaulte Substrat auf ihren Flächen ausbringen, die Er-fahrung machen, dass der TS-Gehalt des Gärprodukts nun geringer ist und die Fließfähigkeit sich deutlich verbessert hat. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Biogasanlage Großenwiehe nach Installation der Ultraschallanlage an den verschiedensten Stellen die Betriebskosten senken, die Prozessstabilität der

BGA nachhaltig verbessern und die jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen um etwa 700 t reduzieren konnte.

## Ökologischer Nutzen und Klimaschutzaspekte

Um den ökologischen Nutzen zu ermitteln, wurden von Weber Entec die Anlagedaten von 20 Biogasanlagen ausgewertet. Durchschnittlich spart eine Biogasanlage, welche eine vergütungsrelevante elektrische Leistung von 750 kW besitzt, durch die Installation einer Anlage zur Desintegration mit Ultraschall 1.439 t Mais pro Jahr ein und verbraucht 227 MWh Strom weniger an Pump- und Rührwerksenergie. Wird das beim aktuellen Strommix gültige CO<sub>2</sub>-Äquivalent von 366 g/kWh angesetzt, entspricht dies einer jährlichen Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes in die Atmosphäre von 306 t. Noch besser greifbar wird diese Zahl, wenn sie in PkW-Fahrleistung umrechnet wird: 306 t CO<sub>2</sub> entspricht der jährlichen Emission von 165 Mittelklassewagen mit einer Fahrleistung von jeweils 15.060 km/a – in Summe erstaunliche 2.485.000 km.

## IHRE PRESSEKONTAKTE:

### ▶ Anting Grams

Weber Entec GmbH & Co. KG  
Leiter Technik, Forschung & Entwicklung  
www.gerbio.eu/members  
mail@weber-entec.com

### ▶ Achim Kaiser

Geschäftsführer der FnBB e.V.  
www.fnbb.de  
kaiser@fnbb.de



Das in der Nähe von Karlsruhe ansässige Unternehmen Weber Entec, das sich vor genau einem Jahrzehnt für die Firmenmitgliedschaft in der FnBB e.V. entschieden hat, ist bereits seit über 12 Jahren führend in der Herstellung von Ultraschalldesintegrationsanlagen. Diese Technik dient der Prozessoptimierung an Biogas- und Kläranlagen und bietet durch das Kavitationsprinzip ein energieeffizientes, mechanisches Zellaufschlussverfahren. Die dadurch erzeugte Vergrößerung der Substratoberflächen bewirkt eine deutliche Beschleunigung der Biologie, was zu erhöhter Gasausbeute und reduzierter Viskosität führt.

## Die Wirkeffekte der Technik sind im Besonderen

- Steigerung der Gasausbeute / Substrateinsparungen
- Deutlich erhöhter Abbaugrad
- Stabilisierung der Biologie
- Verbesserte Fließeigenschaften
- Vermeidung von Schwimmschichten
- Reduzierter Rührwerkverschleiß
- Reduzierter Pump- und Rührerenergiebedarf
- Menge schwer umsetzbarer, aber oft günstigerer Substrate kann erhöht und dadurch der Maiseinsatz zusätzlich reduziert werden
- Betriebssicherheit der Biogasanlage wird erhöht

## Die DGS-Firmenmitglieder-Datenbank gibt es auch online!

Interessenten können Ihr Unternehmen Dank der Such- und Sortierfunktionen deutlich schneller finden. Der Grundeintrag ist für alle DGS-Mitglieder kostenfrei. [www.dgs.de/mitglieder/mitgliedsfirmen](http://www.dgs.de/mitglieder/mitgliedsfirmen)

Sie möchten Ihren Firmeneintrag besonders hervorheben? – Folgende Zusatzoptionen können Sie für einen jährlichen Pauschalpreis buchen:

- Veröffentlichung Ihres Firmenlogos im jpg-Format
- Nennung von 3 Produktbegriffen/ Keywords und Kurzbeschreibung Ihrer Geschäftstätigkeit

Gerne senden wir Ihnen auf Anfrage ein entsprechendes Angebot. Wir freuen uns auf Ihre Nachricht!

bigbenreklamebureau gmbh  
An der Surheide 29  
28870 Fischerhude  
+49 (0)4293-890 89-0  
info@bb-rb.de, www.bb-rb.de

## PLZ 0

**TnT Neue Energien GmbH**  
Dammweg 6, D 01097 Dresden  
Tel. (0351) 2 06 76 60 Ingenieurbüro Bach  
info@tnt-neue-energien.de  
www.tnt-neue-energien.de

**Nikki GmbH**  
Alaunstraße 82, D 01099 Dresden  
Tel. (0351) 5 01 11 22, www.nikkifaktur.de

**Elektro + Solar Matthias Fischer**  
Veteranenstr. 3, D 01139 Dresden  
Tel. (0351) 8 48 87 59  
fischer@elektro-solar.de, www.elektro-solar.de

**Helbig Energieberatung**  
Poststraße 6, D 01909 Großharthau-Seeligstadt  
Tel. (035954) 5 25 14  
info@helbig-energie.de, www.helbig-energie.de

**Umweltschutz u. Strömungstechnik GmbH**  
Postfach 2 40, D 02754 Zittau

**Borngräber GmbH**  
Kiekebuscher Str. 30, D 03042 Cottbus  
Tel. (0355) 72 26 75  
info@borngraerber.com, www.borngraerber.com

**Priwatt GmbH**  
Pfaffendorfer Straße 26, D 04105, Leipzig  
hoffmeier@priwatt.de

**WAVELABS Solar Metrology Systems GmbH**  
Markranstädter Str. 1, D 04229 Leipzig  
Tel. (0341) 49 24 48 31  
t.brammer@wavelabs.de, www.wavelabs.de

**AQUILA Ingenieurgesellschaft mbH**  
Baumeisterallee 32 – 36, D 04442 Zwenkau  
Tel. (034203) 44 72 30  
aquila.gmbh@t-online.de, www.aquila-leipzig.de

**ESR GmbH energieschmiede – Rauch**  
Weinbergstraße 21, D 04668 Grimma  
Tel. (03437) 9 48 95 81  
harry.rauch@gmx.net  
www.solarargruppenord.com

**Merseburger Innovations- und Technologiezentrum GmbH**  
Fritz-Haber-Str. 9, D 06217 Merseburg  
Tel. (03461) 2 59 91 00  
sekretariat@mitz-merseburg.de  
www.mitz-merseburg.de

**Elektro Würkner GmbH**  
Eislebener Str. 1 A, D 06279 Farnstädt  
Tel. (034776) 91 91 20  
info@elektro-wuerkner.de  
www.elektro-wuerkner.de

**Solar Energy Mitte GmbH**  
Auf den Steinen 26, D 06485 Gernrode  
info@sem-thale.de, www.sem-thale.de

**Energiekonzepte-AL**  
Kuhntor 101, D 06493 Harzgerode  
Tel. (039484) 79 98 11  
ludwig@energiekonzepte-al.de  
www.energiekonzepte-al.de

**Heide Solar GmbH & Co. KG**  
Bogenstraße 134, D 06528 Wallhausen  
Tel. (034651) 44 48 70  
info@heidesolar.de, www.heidesolar.de

**TESVOLT GmbH**  
Am Heideberg 31, D 06886 Lutherstadt Wittenberg  
Tel. (03491) 8797281, www.tesvolt.com

**EW EnergieWelt GmbH**  
Straße der Jugend 3, D 6917 Jessen  
Tel. (03537) 2 05 67 97  
info@ew-energiwelt.de

**Energieagentur-4N**  
Hospitalweg 20, D 08118 Hartenstein  
Tel. (037605) 4149

**Kummer GmbH & Co.KG**  
Friedensstraße 40, D 08468 Reichenbach  
chris.kummer@elektro-kummer.de  
www.elektro-kummer.de

**Universal Energy Engineering GmbH**  
Neefestraße 82, D 09119 Chemnitz  
Tel. (0371) 90 98 59-0  
info@universal-energy.de, www.universal-energy.de

**Naturconcept**  
Chemnitzalstr. 229, D 9114 Chemnitz  
Tel. (0371) 4 58 68 91

**Heliotec Betriebs- und Verwaltungsgesellschaft mbH**  
Am Steinberg 7, D 09603 Großschirma  
Tel. (037328) 89 80  
info@heliotec.de, www.heliotec.de

**Timmel – Bad, Heizung, Klima**  
Erlenweg 7, D 09627 Bobritzsch  
Tel. (037325) 63 96, info@timmel.de

## PLZ 1

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

**Solandeo GmbH**  
Michaelkirchstr. 17-18, D 10179 Berlin  
Tel. (030) 5 77 03 57 40  
info@solandeo.com, www.solandeo.com

**Valentin Software GmbH**  
Stralauer Platz 34, D 10243 Berlin  
Tel. (030) 5 88 43 90

**Montage Team Bln GmbH**  
Otto-Weidt-Platz 9, D 10557 Berlin  
Tel. (030) 52 13 61 20  
www.montageteam.de

**Technische Universität Berlin**  
Fasanenstr. 88, D 10623 Berlin  
Tel. (030) 31 47 62 19  
zeitschriftenstelle@ub.tu-berlin.de  
www.tu-berlin.de

**Lunaco GmbH**  
Halberstädter Straße 2, D 10711 Berlin  
mandy.rohloff@lunaco.de, www.lunaco.de

**AZIMUT-Ingenieurbüro für rationelle Energietechnik**  
Hohenfriedbergstr. 27, D 10829 Berlin  
Tel. (030) 78 77 46-0  
buero@azimut.de, www.azimut.de

**FGEU Forschungsges. für Energie u. Umwelttechn. GmbH**  
Yorckstr. 60, D 10965 Berlin  
hostmasters@fgeu.com, www.fgeu.de

**ZOLAR GmbH**  
Oranienstraße 185, D 10999 Berlin  
Tel. (030) 398 218 435  
info@zolar.de, www.zolar.de

**WiederHolding GmbH & Co. KG**  
Großbeerenstraße 13A, D 10963 Berlin  
Tel. (030) 6 92 07 06 90  
info@wiederholding.de, www.wiederholding.de

**Hanwha Q CELLS GmbH**  
Lorenzweg 5, D 12099 Berlin  
m.tremel@q-cells.com

**Umweltfinanz AG**  
Markelstraße 9, D 12163 Berlin  
Tel. (030) 88 92 07-0  
info@umweltfinanz.de, www.umweltfinanz.de

**3E – Ingenieurbüro für effiziente, erneuerbare Energien**  
Ahornstraße 27, D 12163 Berlin  
Tel. (030) 60 93 08-71  
jjaeger@3e-berlin.de, www.3e-berlin.de

**Solarwerkstatt Berlin GmbH**  
Prinzessinnenstr. 4, D 12307 Berlin  
Tel. (030) 62 40 93 94  
info@richtung-sonne.de, www.richtung-sonne.de

**Dachdeckerei Garschke e. K.**  
Hilbertstraße 30, D 12307 Berlin  
Tel. (030) 76 76 64 30  
info@dachdeckerei-garschke.de  
www.dachdeckerei-garschke.de

**Phönix SonnenWärme AG**  
Ostendstraße 1, D 12459 Berlin  
Tel. (030) 53 00 07-0  
info@sonnenwaermeag.de  
www.sonnenwaermeag.de

**WISTA-MANAGEMENT GMBH**  
Rudower Chaussee 17, D 12489 Berlin  
Tel. (030) 63 92 21 96  
pettan@wista.de, www.adlershof.de

**skytron® energy GmbH**  
Franz-Ehrlich-Straße 9, D 12489 Berlin  
Tel. (030) 6 88 31 59-0  
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, info@technosolar.de

**GEOSOL Holding GmbH**  
Ollenhauerstraße 98, D 13403 Berlin  
Tel. (030) 89 40 86-0  
germany@geosol.com, www.geosol.com

**bähr ingenieure GmbH**  
Wallenroder Straße 1, D 13435 Berlin  
Tel. (030) 43 55 71-0  
mail@baehr-ingenieure-berlin.de  
www.baehr-ingenieure.eu

**Sol.id.ar Architekten und Ingenieure**  
Rodensteinstraße 6, D 13593 Berlin  
Tel. (030) 36 28 53 60  
dialog@solidar-architekten.de  
www.solidar-architekten.de

**Retesol GmbH**  
Am Fuchsbau 2 a, D 14532 Kleinmachnow  
Tel. (033701) 37 86 11  
h.tost@retesol.com, www.retesol.com

**DISUN Deutschland Solarservice GmbH**  
Mielestraße 2, D 14542 Werder  
Tel. (03327) 6 68 05 70  
a.dietrich@disun.de, www.disun.de

**AGRYENA . Ingenieurbüro Bertz GbR**  
Ritterstraße 102, D 14770 Brandenburg  
Tel. (03381) 3 51 03 30  
www.agryena.com

**Solaritec GmbH**  
Ladestraße 6, D 15834 Rangsdorf  
Tel. (033609) 72 80 44  
info@solaritec.de, www.solaritec.de

**Energiequelle GmbH**  
Hauptstraße 44, D 15806 Kallinchen  
Tel. (033769) 87 13 56  
www.energiequelle.de

**AkoTec Produktionsgesellschaft mbH**  
Grundmühlenweg 3, D 16278 Angermünde  
Tel. (03331) 29 66 88  
info@akotec.eu, www.akotec.eu

**SBU Photovoltaik GmbH**  
Kaufweg 3, D 16303 Schwedt  
Tel. (03332) 58 10 44  
sbu-pv@t-online.de, www.sbu-pv.de

**Lauchawind GbR**  
Birkenallee 16, D 16359 Biesenthal  
kk@umweltplan.com

**Energie- und Baukonzepte Valentin GmbH**  
Gildenhaller Allee 93, D 16816 Neuruppin  
**aleo solar GmbH**  
Marius-Eriksen-Straße 1, D 17291 Prenzlau  
Tel. (03984) 83 28 13 01  
sabine.grote@aleo-solar.de, www.aleo-solar.de

**AES-Alternative Energiesysteme GmbH**  
Neukamp 22 a, D 18581 Putbus  
Tel. (038301) 88 86 12  
b.fuchs@aes-mv.com

## PLZ 2

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

**Dunkel Haustechnik GmbH**  
Julius-Ludowig-Straße 33, D 21073 Hamburg  
Tel. (040) 77 40 60  
info@dunkel-haustechnik.de  
www.dunkel-haustechnik.de

**VEH Solar- u. Energiesysteme GmbH + Co. KG**  
Heidweg 16, D 21255 Tostedt  
Tel. (04182) 29 31 69, info@veh-solar.de

**Junker Elektrotechnik**  
Eulenbusch 14, D 21391 Reppenstedt  
Tel. (04131) 68 41 96,  
info@juncker-elektrotechnik.de  
www.juncker-elektrotechnik.de

**Schilloks Solartechnik GmbH & Co. KG**  
Büchener Weg 94, D 21481 Lauenburg  
info@schilloks.de

**addisol components GmbH**  
Im Kessel 3, D 21629 Neu Wulmstorf  
Tel. (040) 4 13 58 26 0  
info@addisol.eu, www.addisol.eu

**Michael Bischoff GmbH**  
Am Zuschlag 6, D 21769 Armstorf  
Tel. (04773) 89 40 57  
holz@zimmerei-bischoff.de,  
www.zimmerei-bischoff.de

**Sandmeyer GmbH**  
Schmiedestraße 6, D 21781 Cadenberge  
Tel. (04777) 800120  
m.sandmeyer@elektro-sandmeyer.de  
www.cux-solar.de

**Johnson Energy GmbH**  
Hindenburgstr. 109, D 22297 Hamburg  
info@johnson.energy, https://johnson.energy

**Ökoplan Büro für zeitgemäße Energieanwendung**  
Hummelsbütteler Weg 36, D 22339 Hamburg  
Tel. (040) 5 39 41 43  
oekoplan@oekoenergie.de, www.oekoenergie.de

**Weyers + Gelsen GmbH & Co. KG**  
Spreenende 22 a, D 22453 Hamburg  
Tel. (040) 63 90 48 13  
info@weyersgelsen.de, www.weyersgelsen.de

**Nordic Solar GmbH**  
Rehmstraße 3 a, D 22299 Hamburg  
Tel. (040) 30 09 43 60

**Savosolar GmbH**  
Kühnhöfe 3, D 22761 Hamburg  
Tel. (040) 50034970,  
info@savosolar.com, www.savosolar.com

**Averdung Ingenieure & Berater GmbH**  
Planckstraße 13, D 22765 Hamburg  
Tel. (040) 77 18 50 10  
info@averdung.de, www.averdung.de

**e-nel**  
Fuchsberg 10, D 23683 Scharbeutz  
Tel. (0451) 69 39 16 25  
info@e-nel.de, www.e-nel.de

**RegEnergy GmbH**  
Neustädter Straße 26 – 28, D 23758 Oldenburg in Holstein  
Tel. (04361) 6 26 72 80  
info@reg-energy.net, www.reg-energy.net

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

**MBT Solar GmbH & Co. KG**  
Ringstraße 8, D 24806 Hohn b Rendsburg  
Tel. (04335) 9 22 50-0  
info@mbt-solar.de, www.mbt-solar.de

**Consultherma**  
Schmiedestraße 14a, D 24813 Schülup  
Tel. (04331) 8 07 73,  
joachim.kremp@consultherma.de,  
www.consultherma.de

**EWS GmbH & Co. KG**  
Am Bahnhof 20, D 24983 Handewitt  
Tel. (04608) 67 81  
info@pv.de, www.pv.de



## Solarreinigung + Service Nord

Gut Trenthorst 3, D 24211 Lehmkuhlen  
duehrsen@srsnord.de, www.srsnord.de

## Köster Professionelle Gebäudetechnik GmbH & Co. KG

Robert-Koch-Str. 46, D 25813 Husum  
Tel. (04841) 77 53 30  
d.koester@koester-husum.de  
www.koester-husum.de

## Solar-Energie Andresen GmbH

Hauptstraße 32, D 25917 Sprakebüll  
Tel. (04662) 88 26 60  
info@solar-andresen.de, www.solar-andresen.de

## EWE VERTRIEB GmbH

Cloppenburger Straße 310, D 26133 Oldenburg  
info@ewe.de, www.ewe.de

## SRP Elektrotechnik GmbH & Co KG

Zeppelinring 12, D 26197 Großenkneten  
Tel. (04435) 93 36 77  
info@srp-elektrotechnik.de  
www.srp-elektrotechnik.de

## WERNER ENGINEERING

Rotenbrande 3, D 27318 Hoyerhagen  
info@werner-engineering.de  
www.werner-ing.com

## Büro für Elektrotechnik

Mühlenweg 34, D 27383 Scheeßel  
Tel. (04263) 93 97 10  
info@bfe-fh.de, www.bfe-fh.de

## ad fontes Elbe-Weser GmbH

Drangstedter Str. 37, D 27624 Bad Bereders  
Tel. (04745) 51 62  
elbe-weser@adfontes.de, www.adfontes.de

## ADLER Solar Services GmbH

Ingolstädter Straße 1 - 3, D 28219 Bremen  
Tel. (0421) 83 57 01 00  
berding@adlersolar.de, www.adlersolar.de

## Energiekontor Bückeburg

Lilienthaler Heerstraße 259, D 28357 Bremen  
Tel. (0421) 70 10 32, mail@terranova.gmbh

## Broszio Engineering

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

## Reinhard Solartechnik GmbH

Brückenstr. 2, D 28857 Syke  
Tel. (04242) 8 01 06  
solar@reinhard-solartechnik.de  
www.reinhard-solartechnik.de

## Solarstrom Celle, Inh. Frank Helms e.Kfm.

Witzlebenstraße 4 A, D 29223 Celle  
Tel. (05141) 95 01 96  
info@solarstromcelle.de, www.solarstromcelle.de

## scm energy GmbH

Groß Chüdener Chaussee 3, D 29410, Salzwedel  
Tel. (039037) 95 60 00  
mail@scm-energy.de, www.scm-energy.de

## PLZ 3

## Windwärts Sonne u. Wind GmbH & Co. Betreiber KG

Hanomaghof 1, D 30449 Hannover  
Tel. (0511) 12 35 73-330  
info@windwaerts.de, www.windwaerts.de

## Dipl. Ing. agr. Gerhard Schäfer Steuerberater, vereidigter Buchprüfer

Limmerstraße 51, D 30451 Hannover  
Tel. (0511) 27 90 05-0  
buero@GS-Steuerberater.de,  
www.gs-steuerberater.de

## Bauplan Massivhaus GmbH & Co. KG

Rotenburger Straße 30, D 30659 Hannover  
Tel. (0511) 95 89 90  
khjanosch@bauplanmassivhaus.de

## Energie Brokering GmbH & Co. KG

Rosengarten 1, D 30926 Seelze  
Tel. (05031) 9 39 47 70  
LB@energie-brokering.de,  
www.energie-brokering.de

## Hartmann GmbH

Niedernhagen 28, D 31702 Lüdersfeld  
Tel. (05725) 70 91 81  
hartmann\_gmbh@t-online.de

## Sonnentaler GmbH

Im Kamppe 23, D 31008 Elze  
Tel. (05068) 92 92 0  
info@sonntaler.eu, www.sonntaler.eu

## cbe SOLAR

Bierstr. 50, D 31246 Ilsede / Groß Lafferde  
Tel. (05174) 92 23 45  
info@cbesolar.de, www.cbeSOLAR.de

## TDZ Technische Dienstleistungen Zimmermann

Friedhofsstraße 10, D 31249 Hohenhameln  
Tel. (05128) 40 04 92  
info@tdz-online.de, www.tdz-online.de

## EE service GmbH

Eilveser Hauptstraße 56, D 31535 Neustadt  
Tel. (05034) 87 94-0  
info@eeservice.de, www.eeservice.de

## Energycon GmbH

Maienhofstr. 9, D 31587 Nienburg  
Tel. (0172) 1 55 25 52  
stoll@energy-con.de, www.energy-con.de

## B. E. St. Bauträger GmbH

Pillenbrucher Straße 21 c, D 32108 Bad Salzuflen  
info@bestbau-pv.de, www.bestbau-pv.de

## Block & Kirchoff Elektrotechnik GmbH

Dunlopweg 2, D 32130 Enger  
Tel. (05224) 9 37 45 53  
info@bkelektrotechnik.de, www.bkelektrotechnik.de

## Hilker Solar GmbH

Carl-Zeiss-Straße 26, D 32369 Rahden  
Tel. (05771) 9 14 99-0  
info@hilker-solar.de  
www.elektrotechnik-hilker.de

## BGK Haustechnik GmbH

Grüner Weg 13, D 32547 Bad Oeynhausen  
Tel. (0573) 117730  
tkirst@bgk-haustechnik.de, www.bgk-haustechnik.de

## Weidmueller Interface GmbH & Co KG

Klingenbergstraße 26, D 32756 Detmold  
Tel. (05231) 14 29 30 90  
Pascal.Niggemann@weidmueller.com  
www.weidmueller.de

## PHOENIX CONTACT Deutschland GmbH

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

## EnergieKonzepte Schiffer GmbH & Co. KG

Vattmannstr. 15, D 33100 Paderborn  
info@sebastianschiffer.de,  
www.energiekonzepte-gmbh.de

## Sachverständigenbüro

An der Kirche 13, D 33181 Bad Wünnenberg  
Tel. (02953) 89 19, info@scholand-online.com

## Epping Green Energy GmbH

Matthäusweg 12a, D 33332 Gütersloh  
Tel. (05257) 5 01 77 88  
info@epping-green-energy.de  
www.epping-green-energy.de

## SOLADÜ energy GmbH & Co. KG

Bokemühlenfeld 30, D 33334 Gütersloh  
Tel. (05241) 2 10 83 60  
info@soladue-gmbhcokg.de  
www.soladue-gmbhcokg.de

## Nova Solartechnik GmbH

Am Bahnhof 20, D 33397 Rietberg  
Tel. (05244) 92 86 56  
info@nova-solar.de, www.nova-solar.de

## k-werk-service GmbH & Co. KG

Brummelweg 24, D 33415 Verl  
Tel. (05246) 9 67 40 52  
j.schaefer@kwerkservice.de, www.kwerkservice.de

## Geoplex-PV GmbH

Osnabrücker Straße 77a, D 33790 Halle  
Tel. (05201) 84 94 32  
fischer@geoplex.de, www.geoplex-pv.de

## ewenso Betriebs GmbH

Grüner Weg 7, D 33449 Langenberg  
Tel. (05248) 82 45 20  
info@ewenso.de, www.ewenso.de

## Windpark Söhrewald / Nietstal GmbH & Co. KG

Königstor 3-13, D 34117 Kassel  
Tel. (0561) 7822926  
markus.jungermann@sw-kassel.de  
www.wp-sn.de

## Bürger Energie Kassel & Söhre eG

Wilhelmsstraße 2, D 34117 Kassel  
Tel. (0561) 4 50 35 76  
info@be-kassel.de, www.be-kassel.de

## Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik IEE

Königstor 59, D 34119 Kassel  
Tel. (0561) 7 29 43 45  
pwiebusch@iset.uni-kassel.de  
www.iee.fraunhofer.de

## prosumergy GmbH

Universitätsplatz 12, D 34127 Kassel  
Tel. (0561) 8 04 18 92  
info@prosumergy.de, www.prosumergy.de

## IKS Photovoltaik GmbH

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

## Hüwel Consulting GmbH & Co. KG

Eggeweg 7, D 34431, Marsberg  
Tel. 2992908600  
albert.huewel@sv-huewel.de  
www.huewel-consulting.de

## ÖkoTronik Solar GmbH

Sälzerstr. 3a, D 34587 Felsberg  
Tel. (05662) 61 91  
info@oekotronik.de, www.oekotronik.de

## Sames Solar GmbH

Grüner Weg 11, D 35041, Marburg  
sames@sames-solar.de, www.sames-solar.de

## Solaricus

Zur alten Seite 1 a, D 35274 Kirchhain  
email@solaricus.de, www.Solaricus.de

## ENERGIEART

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

## Staatliche Technikakademie Weilburg

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

## RITTER-eMISSION

An der Betz 5, D 36041, Fulda  
www.ritter-emission.de

## Fronius Deutschland GmbH

Fronius Straße 1, D 36119 Neuhoof-Dorfborn  
Tel. (06655) 9 16 94-647  
winter.ulrich@fronius.com, www.fronius.com

## Solar Sky GmbH

Max-Planck-Str. 4, D 36179 Bebra  
Tel. (06622) 507 600  
info@solarsky-gmbh.de, www.solarsky-gmbh.de

## Sachverständigenbüro Bürger

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

## Gast & Partner GmbH

Pillmannstraße 21, D 38112 Braunschweig  
Tel. (0531)-29 06 15 10  
info@gast-partner.de, www.gast-partner.de

## SOLVIS GmbH

Grotrian-Steinweg-Straße 12, D 38112 Braunschweig  
Tel. (0531) 2 89 04 0  
info@solvis.de, www.solvis.de

## Gast Solarservice Inh. Janosch Gast

Hachumer Straße 5 a, D 38173 Evessen  
Tel. (05306) 80 40 51  
info@gast-solarservice.de,  
www.gast-solarservice.de

## New Energy & Solar UG

Blumenstraße 22, D 39218 Schönebeck  
c.bartaune@new-energy-solar.de  
new-ergy-solar.de

## Stadtwerke Burg GmbH

Niegripper Chaussee 38 a, D 39288 Burg  
Tel. (03921) 91 83  
www.stadtwerke-burg.de

## SEC SolarEnergyConsult Energiesysteme GmbH

Berliner Chaussee 11, D 39307 Genthin  
Tel. (030) 39 33 82 21 60  
info@solar-energy-consult.de  
www.solar-energy-consult.de

## PLZ 4

## Spirotech bv Niederlassung Deutschland

In der Steele 2, D 40599 Düsseldorf  
Tel. (0211) 3 84 28-0  
info@spirotech.de, www.spirotech.de

## Voltego GmbH

Pfarrer-Wohl-Str. 2, D 40670 Meerbusch  
Tel. (02151) 4 47 46 10  
info@voltego.de, www.voltego.de

## H. Schütz - Energiekonzepte GmbH

Westerburgstraße 14, D 41541 Dormagen  
Tel. (02133) 2 87 75 12  
www.hschuetz-energie.de

## YUMA GmbH

Gillbachstraße 17, D 41569 Rommerskirchen  
www.hello-yuma.de

## econ SolarWind Betrieb und Service GmbH & Co. KG

Gewerbestraße Süd 63, D 41812 Erkelenz  
Tel. (02431) 97 23 91 31  
info@econsolarwind.de, www.econsolarwind.de

## Groob-Elektro GmbH & Co. KG

Weserstraße 8, D 41836 Hückelhoven  
Tel. (02433) 52 47 0  
info@groob-dohmen.de, www.groob-dohmen.de

## Solarwerkstatt

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

## AEOS Services GmbH

Pestalozzistraße 9, D 40764 Langenfeld  
Tel. (0212) 64 59 70 0  
solar@aeos-energy.de, www.aeos-services.de

## MAXX Solartechnik GmbH

Stennert 12, D 45549 Sprockhövel  
Tel. (02305) 4 38 94 49

## FOKUS Energie-Systeme GmbH

Rensingstr. 11, D 44807 Bochum  
Tel. (0234) 5 40 92 10  
thiemann@fokus-energie-systeme.de  
www.fokus-energie-systeme.de

## Diamantis-Solarstrom GmbH

Am Ruhrstein 2, D 45133 Essen  
Tel. (0201) 45139588  
diamantis@diamantis-sostrom.de  
www.diamantis-solarstrom.de

## Resol Elektronische Regelungen GmbH

Postfach 80 06 51, D 45506 Hattingen  
Tel. (02324) 96 48-0  
info@resol.de, www.resol.de

## B & W Energy GmbH & Co. KG

Leblicher Straße 27, D 46359 Heiden  
Tel. (02867) 9 09 09 0  
info@bw-energy.de, www.bw-energy.de

## Xenia Energy GmbH

Hitzestraße 48, D 46399 Bocholt  
as@xenia-energy.com, www.xenia-energy.com

## ECOSOLAR e.K.

Am Handwerkhof 17, D 47269 Duisburg  
Tel. (0203) 71 35 33 0  
info@ecosolar.de, www.ecosolar.de

## Grotepaß GmbH

Im Mühlenwinkel 5, D 47506 Neukirchen-Vluyn  
Tel. (02845) 2 88 45  
e.stoecker@grotepaß.de

## GruenesLicht GmbH

Richters Mühle 20, D 48161 Münster  
brinkmann@grueneslicht.net  
www.grueneslicht.net

## SolarfuxX GmbH

Ahornweg 5c, D 48653 Coesfeld  
Tel. (02541) 9 68 97 88  
Info@solarfuxx.de, www.solarfuxx.de

## ENLES GmbH & Co. KG

Thyssenstraße 15, D 48703 Stadtlohn  
www.enles.de

## DoKaMo GmbH & Co. KG

Hadenbrok 10, D 48734 Reken  
karlheinz.moschner@t-online.de

## Knappmeier Elektrotechnik GmbH

Am Freibad 13, D 49324 Melle  
Tel. (05422) 82 35  
info@knappmeier-elektrotechnik.de,  
www.knappmeier-elektrotechnik.de

## Elektrotechnik Grüter GmbH & Co. KG

Uhlenbrock 15, D 49586 Neuenkirchen b  
Bramsche, Hase  
Tel. (05465) 31 22-50  
info@elektrotechnikgrueter.de  
www.ElektrotechnikGrueter.de

## Rudolf Wiegmann Industriemontagen GmbH

Werner-von-Siemens-Straße 1,  
D 49593 Bersenbrück  
Tel. (05439) 95 03 33  
info@wiegmann-gruppe.de  
www.wiegmann-gruppe.de

## NW Technology GmbH Redpoint new energy

Auf dem Sattel 6, D 49757 Werlte, Emsl  
Tel. (05951) 8 94 90 00  
info@nordwestgruppe.de, www.nordwestgruppe.de

**EcotecWorld Environmental Products GmbH**  
Kappenberghof 8, D 49843 Uelsen  
Tel. (05942) 9 89 31 10  
www.ecotecworld.de

## PLZ 5

**Projektgewinner GmbH**  
Lichtstraße 43 b, D 50825 Köln

**Paulus Straub GmbH & Co. KG**  
Deutz-Mülheimer-Straße 227, D 51063 Köln  
Tel. (0221) 1 68 91 05  
info@straub-partner.eu, www.straub-partner.eu

**Renusol Europe GmbH**  
Piccoloministr. 2, D 51063 Köln  
Tel. (0221) 788 707 65  
www.renusol.com

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

**Energiebüro Schaumburg**  
Bunsenstr. 5, D 51647 Gummersbach  
Tel. (02264) - 200 182 183  
detmarschaumburg@energiebuero-schaumburg.de,  
www.energiebuero-schaumburg.de

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

**Neuland GmbH & Co. KG**  
Kleinheidstraße 16, D 52080 Aachen  
Tel. (02415) 3 10 84 32

**EWV Energie- und Wasser-Versorgung GmbH**  
Willy-Brandt-Platz 2, D 52222 Stolberg  
Tel. (02402) 1 01 15 36  
samy.gasmi@ewv.de, www.ewv.de

**BMR energy solutions GmbH**  
Berliner Ring 11, D 52511 Geilenkirchen  
Tel. (02451) 914410  
d.wolff@bmr-energy.com, www.bmr-energy.com

**Murphy & Spitz Green Energy**  
Weberstraße 75, D 53113 Bonn  
Tel. (0228) 2 43 91 10  
info@ms-green-energy.de

**Elektro Witsch GmbH & Co. KG**  
Carl-Bosch-Straße 10,  
D 53501 Grafschaft-Ringen  
Tel. (02641) 2 67 33  
wg@elektro-witsch.de, www.elektro-witsch.de

**BürgerEnergie Rhein-Sieg eG**  
Mühlengrabenstraße 30, D 53721 Siegburg  
Tel. (0172) 8 32 32 64  
vorstand@be-rhein-sieg.de, www.be-rhein-sieg.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  
gobbers@fs-sun.de, www.fs-sun.de

**CE Solar Rheinland GmbH**  
Ziegelfeld 4, D 53894 Mechernich  
Tel. (02256) 9 56 57 04  
info@ce-solar.de, www.ce-solar.de

**Volker Pick GmbH**  
Grüner Weg 35, D 53902 Bad Münstereifel  
Tel. (02253) 932063  
info@volker-pick.de, www.volker-pick.de

**WES Green GmbH**  
Europa-Allee 6, D 54343 Föhren  
Tel. (0651) 46 28 26 00  
www.wesgreen.de

**Schoenergie GmbH**  
Europa-Allee 16, D 54343 Föhren  
Tel. (06502) 9 39 09 40  
info@schoenergie.de, www.schoenergie.de

**KLE Energie GmbH**  
Züscher Straße 22 a, D 54411 Hermeskeil  
Tel. (06503) 41 44 20  
www.kle-energie.de

**Energiewende Hunsrück-Mosel eG**  
Birkenweg 2, D 54472 Monzelfeld  
Tel. (06531) 9 49 98  
info@ewhm.de, www.ewhm.de

**Schwaab-Elektrik Solar Power Service Fachbetrieb für Gebäude-Systemtechnik**  
Am Ehrenmal 10, D 54492 Erden  
Tel. (06532) 9 32 46  
info@schwaab-elektrik.de,  
www.schwaab-elektrik.de

**Öko-Tec GmbH**  
Nusbaumer Straße 6, D 54668 Schankweiler  
Tel. (06051) 88 44 50  
info@oeko-tec-schankweiler.de

**UrStrom BürgerEnergieGenossenschaft Mainz eG**  
An der Plantage 16, D 55120 Mainz  
christoph.wuerzburger@urstrom.de

**GEDEA-Ingelheim GmbH**  
Bahnhofstr. 21, D 55218 Ingelheim  
Tel. (06132) 7 10 01-20  
w.haas@gedeia-ingelheim.de

**Albrecht Diehl GmbH**  
Breitler Straße 78, D 55566 Bad Sobernheim  
Tel. (06751) 8 55 29-0  
energy for people GmbH  
Robert-Bosch-Straße 10, D 56410 Montabaur  
Tel. (02602) 91 95 50  
m.schmidt@e4p.de, www.e4p.de

**VIVA Solar Energietechnik GmbH**  
Otto-Wolf-Str. 12, D 56626 Andernach  
Tel. (02632) 96 63 0  
info@vivasolar.de, www.vivasolar.de

**Rehl Energy GmbH**  
Am Weißen Haus 9, D 56626 Andernach  
Tel. (02632) 495122  
info@rehl-energy.de, www.rehl-energy.de

**Sybac on power GmbH**  
Robert-Koch-Str. 1 - 9, D 56751 Polch  
Tel. (02654) 881 92 24 0  
Andreas.schwertner@sybac-solar.de,  
www.sybac-solar.de

**Regetec Haus- und Energietechnik GmbH**  
Wilhelm-Conrad-Röntgen-Straße 20,  
D 56759 Kaisersesch  
Tel. (02653) 91 03 77  
kj@regetec.de, www.regetec.de

**Architekturbüro**  
Obergraben 20, D 57072 Siegen  
Tel. (0271) 2 36 69 11  
info@hoffmann-stein.de, www.hoffmann-stein.de

**G-TEC Ingenieure GbR**  
Friedrichstraße 60, D 57072 Siegen  
Tel. (0271) 3 38 83 152  
info@gtec.de, www.gtec.de

**Lange Elektrotechnik**  
In der Rose 4a, D 57339 Erndtebrück  
Tel. (02753) 59880, www.langeelektro.de

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

**Bronk Handelsgesellschaft mbH**  
Auf dem Knuf 14a, D 59073 Hamm  
Tel. (02381) 9 87 69 50  
info@bronk-handel.de, www.bronk-handel.de

**Energiedienstleistungen Bals GmbH**  
Schimmelstraße 122, D 59174 Kamen  
Tel. (02307) 2 87 24 28  
www.energie-bals.de

**Stadtwerke Ahlen GmbH**  
Industriestraße 40, D 59229 Ahlen  
Tel. (02382) 78 82 12  
www.stadtwerke-ahlen.de

## PLZ 6

**CONSOLAR Solare Energiesysteme GmbH**  
Kasseler Straße 1 a, D 60486 Frankfurt a. M.  
Tel. (069) 61 99 11 28  
anfragen@consolar.de, www.consolar.com

**advise-2-energy GmbH**  
Carl-van-Noorden-Platz 5, D 60596 Frankfurt am Main

**sol.st - Projekt- u. Verwaltungsgesellschaft UG**  
Brunnhildestraße 46 a, D 61389 Schmittlen  
Tel. (0173) 9 74 04 42, ml@solst.de

**BMI Deutschland GmbH**  
Frankfurter Landstr. 2-4, D 61440 Oberursel  
Tel. (06171) 61 24 09  
www.bmigroup.com

**Auth Energiesysteme**  
Elterweg 5, D 64823 Groß-Umstadt  
Tel. (06103) 9 07 74 14  
strom@auth-energie.de, www.enos.de

**Esatek GmbH**  
Ferdinand-Porsche-Straße 3,  
D 63500 Seligenstadt  
Tel. (06182) 82 90 47  
info@esatek.de, www.esatek.de

**Lorenz Energie.de**  
Robert-Bosch-Straße 20, D 63584 Gründau  
Tel. (06051) 88 44 50  
info@lorenzenergie.de, www.lorenzenergie.de

**Densys PV5 GmbH**  
Saaläckerstraße 2, D 63801 Kleinostheim  
Tel. (06027) 4 09 71 51  
s.binzel@densyspv5.de, www.densyspv5.de

**naturwaerme.org Inh. T. Seifert**  
Am Glockenturm 3, D 63814 Mainaschaff  
www.naturwaerme.org

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

## 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

**Solare Energiesysteme**  
Büttelsgasse 5 A, D 64319 Pfungstadt  
Tel. (06157) 95 54 81  
pv.energie@web.de

**Servicebüro STRECKER, solare Energiesysteme**  
Steinbühl 19, D 64668 Rimbach  
Tel. (06253) 63 03  
info@energie-tipp.eu  
www.energieservice-strecker.de

**Ingo Rödner Wärme Strom Leben GmbH**  
Außerhalb Bßeheimer Hof 14, D 65468 Trebur  
Tel. (06147) 9 31 32  
energie@roedner.de, www.roedner.de

**ENATEK GmbH & Co. KG**  
Bornstraße 10, D 65589 Hadamar  
Tel. (06433) 94 56 24,  
info@enatek.de, www.enatek.de

**swiptec ENGINEERING GmbH**  
Springstraße 24, D 65604 Elz  
Tel. (06431) 2 17 27 03,  
svn.nink@swiptec-engineering.de  
www.swiptec-engineering.de

**VOLTPOOL**  
Gartenstraße 10, D 65817 Eppstein, Taunus  
Tel. (06198) 59 41 688  
jean.tiewa@voltpool.de, www.voltpool.de

**IZES gGmbH**  
Altenkessler Str. 17 Geb. A1,  
D 66115 Saarbrücken  
Tel. (0681) 844 972 0  
izes@izes.de, www.izes.de/tzsb

**Solar Biokraftwerke SBK GmbH & Co. KG**  
Kirchweg 4, D 66119 Saarbrücken  
Tel. (0681) 93 31 31 24

**KEW Kommunale Energie- und Wasserversorgung AG**  
Händelstraße 5, D 66538 Neunkirchen  
Tel. (06821) 20 01 10  
info@kew.de, www.kew.de

**enen endless energy GmbH**  
Bruder-Kremer-Straße 6, D 66549 Limburg an der Lahn  
www.enen.energy

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

**Trauth & Jacobs Ingenieurgesellschaft mbH**  
Freinsheimer Str. 69A, D 67169 Kallstadt  
Tel. (06322) 65 02 76  
hermann-josef.jacobs@trauth-jacobs.de  
www.trauth-jacobs.de

**Solar Kasper GmbH**  
Boschstraße 5, D 67304 Eisenberg (Pfalz)  
Tel. (06351) 1 46 20 74  
info@solar-kasper.de, www.solar-kasper.de

**SOLTECH Solartechn. Anlagen/Rieser GmbH**  
Tullastr. 6, D 67346 Speyer  
reisinger@soltech.de

**IGATEC GmbH**  
Siemensstraße 18, D 67346 Speyer  
Tel. (06232) 91 90 40  
h.keller@igatec.de, www.igatec.de

**DAMM SOLAR GmbH**  
Clara-Immerwahr-Straße 3,  
D 67661 Kaiserslautern  
mueller@damm-solar.de, www.damm-solar.de

**BEEGY GmbH**  
L 13, 3 - 4, D 68161 Mannheim  
Tel. (030) 2 55 97 44  
marc.berton@beegy.com, www.beegy.com

**Mannheimer Versicherung AG**  
Koch-Anlage 66, D 68165 Mannheim  
Tel. (0621) 4 57 48 17  
service@mannheimer.de, www.lumit.info

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

**Neohel GmbH**  
St.-Josef-Str. 4, D 68642 Bürstadt  
Tel. (06245) 99 77 22  
info@neohel.de, www.neohel.de

**Schlappner-Elektro GmbH**  
Am Wertror 46-48, D 68647 Biblis  
Tel. (06245) 9 01 30  
info@schlappner-elektro.de  
www.schlappner-elektro.de

**Hohenacker IT Consulting GmbH**  
Blünderweg 19, D 68789 St. Leon-Rot  
bernd.frey@hohenacker.de  
www.hohenacker.de

**What Peak international GmbH**  
Tullastraße 4, D 69126 Heidelberg  
www.whatpeak.com

**clear sky energietechnik GmbH**  
Paul-Ehrlich-Straße 1, D 69181 Leimen  
Tel. (06221) 9 98 69 90, empfang@klar-solar.de

**GM-Photovoltaik GmbH**  
Bergstraße 157, D 69469 Weinheim  
Tel. (06201) 8 44 22 05  
info@gm-photovoltaik.de, www.gm-photovoltaik.de

## PLZ 7

**metergrid GmbH**  
Lautenschlagerstraße 16, D 70173 Stuttgart  
julian.schulz@metergrid.de, www.metergrid.de

**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  
thomas@elektro-guehring.de  
www.elektro-guehring.de

**Bickele und Bühler**  
St. Pöltenerstr. 70, D 70469 Stuttgart  
Tel. (0711) 89 66 89 66  
contact@ibb-stuttgart.de

**Weidle Erneuerbare Energien**  
Ernst-Bloch-Weg 19, D 70469 Stuttgart  
Tel. (0152) 338 733 93  
www.photovoltaik-weidle.de

**TRANSOLAR Energietechnik GmbH**  
Curierstr. 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  
solar@unmuessig.info

**Solar Cluster Baden Württemberg**  
Meitnerstraße 1, D 70563 Stuttgart  
Tel. (0711) 7 87 03 09, www.solarcluster-bw.de

**Ingenieurbüro Sommerer & Sander GmbH**  
Hanfländerstraße 40, D 70569 Stuttgart  
info@ingenieur-buero.net  
www.ingenieur-buero.net

**Fa. Frieder Epple Solaranlagen – Heizungsbau**  
Kirchstr. 47, D 70771 Leinfelden-Echterdingen  
Tel. (07151) 9 81 29 81, info@info.de

**Ingenieurbüro G. Volz GmbH & Co. KG**  
Im Letten 26, D 71139 Ehningen  
Tel. (07034) 9 34 70  
m.volz@volz-planung.de, www.Volz-Planung.de

**Papendorf Software Engineering GmbH**  
Im Letten 24, D 71139 Ehningen  
Tel. (07034) 2 79 10-0  
patricia.gries@papendorf-se.de  
www.papendorf-se.de

**Raible Solar GmbH**  
Dieselstraße 6, D 71277 Rutesheim  
Tel. (07152) 3 19 99 57  
info@raible.solar, www.raible.solar

**Sovisa Solartechnik GmbH**  
Gottlieb-Daimler-Straße 19,  
71394 Kernen im Remstal  
Tel. (07151) 2700498  
info@sovisa.de, www.sovisa.de

**SolarInvert GmbH**  
Monreposstraße 49, D 71634 Ludwigsburg  
t.schwartz@solarinvert.de, www.solarinvert.de

**Galicium Solar GmbH**  
Belthlestraße 11, D 72070 Tübingen  
Tel. (07071) 77 24 84  
de@galicium.de, www.galicium.de

**Ritter Energie- und Umwelttechnik GmbH & Co. KG**  
Kuchenäcker 2, D 72135 Dettenhausen  
Tel. (07157) 53 59 11 30, www.ritter-gruppe.com

**BayWa r.e. Solar Energy Systems GmbH**  
Eisenbahnstraße 150, D 72072 Tübingen  
Tel. (07071) 98 98 70  
solarenergysystems@baywa-re.com,  
www.baywa-re.com/de/

**Ritter XL Solar GmbH**  
Kuchenäcker 2, D 72135 Dettenhausen  
Tel. (07157) 5359-254  
m.willige@ritter-xl-solar.com  
www.ritter-xl-solar.com

**Energieagentur Zollernalb gGmbH**  
Hirschbergstraße 29, D 72336 Balingen  
Tel. (07433) 92 13 85  
matthias.schlagenhauf@zollernalbkreis.de  
www.energieagentur-zollernalb.de

**Bürgerenergie Zollernalb e.G.**  
Heuberghof 1, D 72351 Geislingen  
info@be-zak.de, www.be-zak.de

**Thomas-Preuhs-Holding GmbH**  
Fuhrmannstraße 9, D 72351 Geislingen  
Tel. (07428) 9 41 87 20, www.preuhs-holding.de

**SOLTALUX GmbH**  
Schönbuchweg 51, D 72667 Schlaitdorf  
Tel. (07127) 1 48 79 63  
r.haug@solotalux.de, www.solotalux.de

**Helmut Zink GmbH**  
Kelterstraße 45, D 72669 Unterensingen  
Tel. (07022) 6 30 11  
info@zink-heizung.de, www.zink-heizung.de

**BS Tankanlagen GmbH**  
Max-Planck-Straße 25, D 72800 Eningen unter  
Achalm  
Tel. (07121) 8 87 33

**Elser Elektro + Haustechnik GmbH & Co. KG**  
Haupstraße 105, D 73104 Börtlingen  
Tel. (07161) 504680  
g.scharpf@elektro-elser.de, www.elektro-elser.de

**SST Solar Service Team**  
Im Märzengarten 11, D 73114 Schlat  
e.s@sst-hohenstaufen.de, www.sst-hohenstaufen.de

**W-I-N-D Energien GmbH**  
Jesinger Straße 52,  
D 73230 Kirchheim unter Teck  
Tel. (07021) 8 04 59 62  
a.wiethuechter@w-i-n-d-energien.de  
www.w-i-n-d-neue-energien.de

**Daniela Bodnar Solar Rendite Europa**  
Alleenstraße 18 - 20,  
D 73230 Kirchheim unter Teck  
Tel. (07021) 9 98 70 40  
www.sr-projektentwicklung.de

**Oelkrug Energietechnik GmbH**  
Haldenstraße 2, D 73266 Bissingen an der Teck  
Tel. (07023) 74 30 00  
oelkrug@oelkrug-energietechnik.de  
www.oelkrug-energietechnik.de

**BASTIZI Photovoltaik und Energieeffizienz**  
Breitwiesenweg 14, D 73269 Hochdorf  
Tel. (07153) 95 85 48  
mail@bastizi.de, www.bastizi.de

**Alb-Elektrizitätswerk Geislingen-Steige eG**  
Eybstraße 98-102, D 73312 Geislingen an der  
Steige  
Tel. (07331) 20 91 21  
Stefanie.Eckle@albwerk.de, www.albwerk.de

**3X Bankprojekt GmbH**  
St.-Martinus-Straße 3, D 73479 Ellwangen (Jagst)  
Tel. (07965) 90 09 10, info@3x-bankprojekt.de

**Mangold Photovoltaik GmbH**  
Am Deutenbach 6, D 73525 Schwäbisch Gmünd  
Tel. (07171) 18 65 66  
michael.storch@mangold-photovoltaik.de  
www.mangold-photovoltaik.de

**Wolf GmbH**  
Böbinger Str. 52, D 73540 Heubach  
Tel. (07173) 91 06-0  
info@wolf-gmbh.de, www.wolf-gmbh.de

**EnerGeno Heilbronn Franken Service GmbH**  
Bildungscampus 3, D 74076 Heilbronn  
Tel. (07131) 2 64 16 11  
georg.dukiewicz@eghf.de, www.eghf.de

**EVDH GmbH**  
Konradweg 5, D 74080 Heilbronn  
stefan.seitz@evdh.energy

**BürgerEnergiegenossenschaft Raum  
Neuenstadt eG**  
Hauptstraße 50, D 74196 Neuenstadt am Kocher  
info@bern-eg.de  
www.buergerenergie-raum-neuenstadt.de

**Chalupa Solartechnik GmbH & Co. KG**  
Poststraße 11, D 74214 Schöntal, Jagst  
Tel. (07943) 9 44 98 0  
info@chalupa-solartechnik.de  
www.chalupa-solartechnik.de

**Regenerative Energien Munz GmbH**  
Kastenhof 2, D 74538 Rosengarten  
Tel. (0791) 95 67 72 11, info@pv-munz.de

**KlarModul GmbH**  
Wohlmuthäuser Straße 24,  
D 74670 Forchtenberg  
Tel. (07947) 9 43 93 30  
beck@klarmodul.de, www.klarmodul.com

**Steiger Solar GmbH**  
Heinsheimer Str. 51, D 74906 Bad Rappenau  
Tel. (07264) 9 60 52 10, www.steiger-solar.de

**Solar Promotion GmbH**  
Postfach 170, D 75101 Pforzheim  
info@solarpromotion.com  
www.solarpromotion.com

**Umwelt- und Energieagentur Kreis Karlsruhe  
GmbH**  
Hermann-Beuttenmüller-Straße 6  
D 75015 Bretten  
Tel. (0721) 93 69 96 00  
info@uea-kreis.de, www.zeozweifrei.de

**Elektro Mürle GmbH**  
Oberer Hardweg 8, D 75181 Pforzheim  
Tel. (07231) 97 98 81  
udo@elektro-muerle.de, www.elektro-muerle.de

**schwarzwaldpower GmbH**  
Robert-Bosch-Straße 20, D 75365 Calw  
Tel. (07051) 1 30 05 46  
j.janssens@schwarzwaldpower.de

**Pfommer Gebäudetechnik**  
Wilfingstr. 29, D 75394 Würzbach  
Tel. (07053) 9 20 50 50

**Martin Walz Elektro + Solartechnik GmbH &  
Co. KG**  
Im Mönchgraben 37, D 75397 Simmozheim  
Tel. (07033) 4 06 78 30  
martin.walz@elektrowalz.de

**KEK Karlsruher Energie- und  
Klimaschutzagentur gGmbH**  
Hebelstraße 15, D 76133 Karlsruhe  
Tel. (0721) 48 08 80  
info@kek-karlsruhe.de, www.kek-karlsruhe.de

**Verein der Freunde der Heinrich-Hertz-Schule**  
Südenstr. 51, D 76135 Karlsruhe  
Tel. (0721) 1 33 48 55, www.hhs.karlsruhe.de

**Solar & Smart GmbH & Co. KG – enerix  
Karlsruhe**  
Zeppelinstraße 2, D 76185 Karlsruhe  
frank.hoschar@enerix.de

**Monsatec GmbH**  
Römerstraße 9 a, D 76275 Ettlingen  
mueller@monsatec.com

**BürgerEnergie Genossenschaft Durmersheim e.G.**  
Vivaldistraße 16, D 76448 Durmersheim  
h.oesten@buergenergie-durmshheim.de  
www.buergerenergie-durmshheim.de

**Solaris Energiesysteme GmbH**  
Aschmattstr. 8, D 76532 Baden-Baden  
Tel. (07221) 3 94 46 30, www.solaris-energie.net

**W-Quadrat Westermann & Wörner GmbH,  
Gernsbach**  
Baccarat-Straße 37-39, D 76593 Gernsbach  
Tel. (07224) 99 19-00  
info@w-quadrat.de, www.w-quadrat.de

**Naturwatt Technologie GmbH**  
Bahnhofstraße 8c, D 76698 Ubstadt-Weiher  
Tel. (07251) 4 40 34 00  
info@naturwatt-tec.de, www.naturwatt-tec.de

**Staudt Heizung-Sanitär GmbH**  
Großer Sand 25, D 76698 Ubstadt-Weiher  
Tel. (07253) 9 41 20  
email@staudt-hs.de, www.staudt-hs.de

**Bau-Solar Süd-west GmbH**  
Mühlacker 9, D 76768 Berg  
Tel. (07240) 94 47 01  
helmut.rieger@bau-solar.de  
www.bau-solar.de

**Sonnenfänger GmbH**  
Hauptstraße 52, D 76831 Heuchelheim-Klingen  
Tel. (06349) 9 95 95 78

**e.optimum**  
Beim Alten Ausbesserungswerk 2 a,  
D 77654 Offenburg  
Tel. (07240) 2 89 40 05 96  
a.schaetzle@eoptimum.de

**e.perfect GmbH**  
Beim Alten Ausbesserungswerk 4,  
D 77654 Offenburg  
Tel. (0781) 2 89 40 05 96  
a.schaetzle@funkholding.de

**Kiefermedia GmbH**  
In der Spöck 1, D 77656 Offenburg  
Tel. (0781) 9 69 16 31  
km@kiefermedia.de, www.kiefermedia.de

**Elektro Birk**  
Hammermatt 3, D 77704 Oberkirch  
Tel. (07802) 9 35 70  
herbert.birk@elektro-birk.de  
www.elektro-birk.de

**Krämer Haustechnik GmbH**  
Einbacher Str. 43, D 77756 Hausach  
Tel. (07831) 76 76  
info@kraemer-haustechnik-gmbh.de  
www.kraemer-haustechnik-gmbh.de

**Holzbau und Solar GmbH**  
Eschbachstraße 7a, D 77799 Ortenberg  
Tel. (0781) 9 49 53 64  
info@natural-energie.de, www.natural-energie.de

**SunAirgy Ingenieurgesellschaft mbH**  
Weinbergstraße 19, D 77971 Kippenheim  
d.lorich@sunairgy.de, www.sunairgy.de

**360° Solar GmbH**  
Steinkirchring 12, D 78056 Villingen-  
Schwenningen  
Tel. (07720) 6 09 98 90  
e.troester@360-solar.de, www.360-solar.de

**Sol aktiv**  
Spitzacker 7, D 78078 Niedereschach  
Tel. (07728) 6 46 97 31  
info@solaktiv.de, www.solaktiv.de

**EGT Energy Solutions GmbH**  
Schonacher Straße 2, D 78098  
Triberg im Schwarzwald  
Tel. (0722) 918546, www.egt-energysolutions.de

**DANUBIUS Energy GmbH**  
Hauptstraße 101, D 78176 Blumberg, Baden  
Tel. (07702) 47 96 80  
info@danubius-energy.com  
www.danubius-energy.com

**misolenergy GmbH**  
Albert-Fehrenbach-Weg 46,  
D 78120 Furtwangen im Schwarzwald  
michael.schaetzle@misolenergy.de

**Taconova GmbH**  
Rudolf-Diesel-Str. 8, D 78224 Singen  
Tel. (07731) 98 28 80  
Alexander.Braun@taconova.com  
www.taconova.com

**Schmid & Tritschler GmbH  
Wirtschaftsprüfungsgesellschaft**  
August-Ruf-Str. 26,  
D 78224 Singen (Hohentwiel)  
Tel. (07731) 79 91 20  
michael.schmid@stp-wpg.de, www.stp-wpg.de

**Sanitär Schwarz GmbH**  
Zeppelinstraße 5, D 78239 Rielasingen-Worblingen  
Tel. (07731) 9 32 80  
info@sanitaer-schwarz.de  
www.sanitaer-schwarz.de

**Kleiner SOLAR**  
Grünenbergstraße 32, D 78532 Tuttlingen  
Tel. (07461) 1 31 13, info@kleiner-solar.de

**Ritter Elektrotechnik GmbH**  
Lise-Meitner-Straße 12, D 79100 Freiburg im Br.  
Tel. (0761) 21 41 77 54  
info@ritter-elektrotechnik.com,  
www.ritter-elektrotechnik.com

**Solarbau Freiburg eG**  
Glottentalstraße 6, D 79108 Freiburg im Breisgau  
account@solarbaufreiburg.de  
www.solarbaufreiburg.de

**ageff GmbH**  
Christaweg 6, D 79114 Freiburg  
www.ageff.com

**badenovaWÄRMEPLUS GmbH und Co. KG**  
Tullastraße 61, D 79108 Freiburg im Breisgau  
Tel. (0761) 2 79 21 09  
waerme@badenova.de  
www.badenovawarmerplus.de

**StromSpeicherMarkt GmbH**  
Mooswaldstraße 5 a, D 79108 Freiburg im Breisgau  
Tel. (07665) 9478471  
mail@emobit.de, www.stromspeichermarkt.de

**ETECH GmbH**  
Glottentalstraße 6, D 79108 Freiburg im Breisgau  
j.pfrommer@etech.gmbh, www.etech.gmbh

**Fraunhofer-Institut f. Solare Energiesysteme**  
Heidenhofstr. 2, D 79110 Freiburg  
Tel. (0761) 45 88-0  
info@ise.fraunhofer.de, www.ise.fraunhofer.de

**BürgerEnergie hoch 3 GmbH**  
Schlosshofweg 2, D 79215 Elzach  
torsten.schwarz@beh3.de, www.beh3.de

**Sun Energy BR GmbH**  
Obere-Kirch-Straße 16, D 79395 Neuenburg a. R.  
Tel. (07532) 8 08 90 60  
info@sun-energy-br.de, www.sun-energy-br.de

**Graf GmbH**  
Furtweg 10, D 79400 Kandern  
Tel. (07626) 72 27  
info@graf-bad-heizung.de  
www.graf-bad-heizung.de

**Bürgerenergie Dreiländereck eG**  
Am Rathausplatz 6, D 79589 Binzen  
Tel. (07621) 5 78 68 29  
info@be3land.de, www.be3land.de

**Issler GmbH Bad Et Heizung**  
Waldemar-Hellmich-Straße 2,  
D 79639 Grenzach-Wyhlen  
Tel. (07624) 50 50 039  
info@issler.de, www.issler.de

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

**Ingenieurbüro Pritzel**  
Giersbach 28, D 79737 Herrisried  
Tel. (07764) 67 17, info@pritzel.de

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

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



**Stefan Drayer Bereich Solarenergie und Speichertechnik**  
Küssnacher Straße 13, D 79801 Hohentengen-Lienheim  
Tel. (07742) 53 24  
info@solarenergiezentrum-hochrhein.de  
www.solarenergiezentrum-hochrhein.de

PLZ 8

**Vodasun Construction GmbH**  
Hochbrückenstraße 10, D 80331 München  
info@vodasun.de, www.vodasun.de

**Polarstern GmbH**  
Lindwurmstraße 88, D 80337 München  
Tel. (089) 3 09 04 29 03,  
info@polarstern-energie.de  
www.polarstern-energie.de

**CCE Deutschland GmbH**  
Zenettstraße 34, D 80337 München  
m.peinen@cc-energy.com, www.cce-solar

**Golfstrom Energy GmbH**  
Maistraße 35 RG, D 80337 München  
Tel. (089) 69 31 13 80  
cbayer@golfstrom.org, www.golfstrom.org

**Isarwatt eG**  
Arnulfstraße 114, D 80636 München  
Tel. (089) 2 08 04 74 94  
info@isarwatt.de

**SHS Solar GmbH**  
Ramungstraße 13, D 80686 München  
Tel. (089) 57 07 07 70  
christian.epp@clenergy.de

**Pionierkraft GmbH**  
Agnes-Pockels-Bogen 1, D 80992 München  
Tel. (0171) 5 45 65 00  
n.schwaab@pionierkraft.de, www.pionierkraft.de

**EURA.Ingenieur Schmid**  
Schwarzenbacher Straße 28, D 81549 München  
Tel. (089) 6 89 41 56  
eura@eura-ingenieure.de

**KW Projekt und Handel GmbH**  
Effennerstraße 119, D 81925 München  
alexander.kern@kw-ph.de, www.kw-ph.de

**Carbon Integrity GmbH**  
Lohengrinstraße 41, D 82110 Germering  
sven.kolmetz@carbonintegrity.de  
www.carbonintegrity.de

**Enbekon GmbH**  
Lilienthalstraße 3, D 82178 Puchheim  
Tel. (089) 21 54 71 80  
a.martinez@vr-enbekon.de  
www.vrenbekon.de

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

**Alelion Energy Systems GmbH**  
Kirchplatz 9, D 82049 Pullach i. Isartal  
Tel. (089) 79 89 34 60  
info@caterva.de, www.caterva.de

**HaWe Engineering GmbH**  
Mühlthaler Weg 1, D 82131 Gauting  
Tel. (089) 74 04 33 13  
info@hawe-eng.com, www.hawe-eng.com

**LK Energie GmbH**  
Zankenhauser Str. 44, D 82279 Eching  
Tel. (08143) 99 88 61, pv@lk-energie.de

**O&E Nexentury GmbH**  
Maximilianstraße 2 a, D 82319 Starnberg  
Tel. (07634) 3 50 00 61, www.olnexusentury.com

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

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

**Desonna UG**  
Am Schlags 9, D 82418 Murnau a. Staffelsee  
Tel. (08841) 99 99 90  
info@desonna.de, www.desonna.de

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

**Walter-Energie-Systeme**  
Kirstensteinstr. 1, D 83026 Rosenheim  
Tel. (08031) 40 02 46  
lwalter1@aol.com  
www.walter-energie-systeme.de

**Solarreinigung Höhentinger GbR**  
Grünthalstraße 21, D 83064 Raubling  
Tel. (08035) 9 68 42 90  
solar.reinigung@icloud.com  
www.solar-reinigung.info

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

**Perfect Network GmbH Bereich Sky Solaranlagen**  
Zainach 21, D 83543 Rott  
Tel. (08039) 901240  
kh@sky-solaranlagen.de

**ETM**  
Gewerbegebiet 5 a, D 83569 Vogtareuth  
Tel. (08038) 69 95 36  
etm@etm-online.de, www.etm-online.de

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

**Elektro Ecker GmbH & Co. KG**  
Salzdorf 5, D 84036 Landshut  
Tel. (0871) 96 57 00 90  
service@elektroecker.de  
www.elektroecker.de

**iKaVau GmbH Erneuerbare Energien**  
Isarstraße 42, D 84100 Niederreithbach  
Tel. (08702) 9 47 43 24  
info@ikavau.de, www.ikavau.de

**Solarfeld Oberndorf GmbH**  
Sportplatzstraße 21, D 84155 Bodenkirchen  
solarfeld.oberndorf@eeb-eg.de  
www.eeb-eg.de/solarfeld-oberndorf.html

**OneSolar Int. GmbH**  
Am Moos 9, D 84174 Eching  
Tel. (08709) 92 88 80  
d.haupt@onesolar.de, www.onesolar.de

**TST Solarstrom OHG**  
Baron-Riederer-Str. 48, D 84337 Schönau  
Tel. (08726) 91 00 37  
solarladen@t-online.de, www.photovoltaik-shop.com

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

**Manghofer GmbH**  
Mühlendorfer Str. 10, D 84539 Ampfing  
Tel. (08636) 98 71-0  
info@manghofer.de, www.manghofer.de

**Zeo Solar GmbH & Co. KG**  
Robert-Bosch-Straße 3, D 84539 Ampfing

**S-Tech-Energie GmbH**  
Gewerbestraße 7, D 84543 Winhöring  
Tel. (08671) 88 63 20  
info@s-tech-energie.de, www.s-tech-energie.de

**Alpha Solar- und Heizungstechnik GmbH**  
Lilienthalstraße 29, D 85399 Hallbergmoos  
Tel. (0811) 99 67 95 60  
mail@alpha-solar.info  
www.waerme-wohnen.info



**Alpha SOLAR**

**Ihr Fachhandel für Solar- und Heiztechnik**

Lilienthalstraße 29  
85399 Hallbergmoos  
Tel.: 0811 29 99 32 80  
verkauf@alpha-solar.info

[www.alpha-solar.info](http://www.alpha-solar.info)

**SolarEdge Technologies Inc.**  
Bretonischer Ring 18, D 85630 Grasbrunn  
Tel. (089) 4 16 17 03-20  
boris.h@solaredge.com, www.solaredge.de

**Knoll Dienstleistungen**  
Manhartsdorf 22c, D 85456 Wartenberg  
knoll.josef@gmx.de  
www.knoll-dienstleistungen.de

**Josef & Thomas Bauer Ingenieurbüro GmbH**  
Max-Planck-Str. 5, D 85716 Unterschleißheim  
Tel. (089) 3 21 70-0  
info@ib-bauer.de, www.ib-bauer.de

**Solar Bayern DEK GmbH**  
Max-Planck-Straße 17, D 85716 Unterschleißheim  
Tel. (089) 37 50 74 89 50

**Solarland Bayern SLB GmbH**  
Zeppelinstraße 11, D 85748 Garching  
martin.riehl@solarland-bayern.de

**Strobel Energiesysteme**  
Klinkertorplatz 1, D 86152 Augsburg  
Tel. (0821) 45 23 12  
info@ib-strobel.de, www.ib-strobel.de

**GSE Neusäß GmbH**  
Siemensstraße 4, D 86356 Neusäß  
Tel. (0821) 4 50 51 60, info@gse-immobilien

**Markus Makosch**  
Peter-Henlein-Str. 8, D 86399 Bobingen  
Tel. (08234) 14 35  
info@shk-makosch.de, www.shk-makosch.de

**Reinhard Stuhler GmbH**  
Sebastian-Kneipp-Str. 29, D 86485 Biberbach  
Tel. (08271) 42 66 20  
info@reinhard-stuhler.de,  
www.reinhard-stuhler.de

**Rudolf Hörmann GmbH & Co. KG**  
Rudolf-Hörmann-Straße 1, D 86807, Buchloe  
Tel. (08241) 96 82 0  
info@hoermann-info.com  
www.hoermann-info.com

**Heinz D. Pluszynski (Ingenieur-Büro)**  
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  
solarhaering@solarhaering.de  
www.solarhaering.de

**W & L Energie GmbH**  
Kreuzstraße 4 b, D 86899 Landsberg am Lech  
Tel. (08191) 9 73 41 54  
lampart@weisensee-solar.de

**Solar Heisse GmbH & Co. KG**  
Kelvinstraße 3, D 86899 Landsberg am Lech  
Tel. (08191) 94 43 01  
wilhelm.heisse@solar-heisse.de  
www.solar-heisse.de

**Elektrotechnik Linke GmbH**  
Burgwaldstraße 2, D 86911 Dießen  
konrad-linke@web.de

**Sonnen GmbH**  
Am Riedbach 1, D 87499 Wildpoldsried  
Tel. (08304) 92 93 34 00  
c.mayr@sonnenbatterie.de  
www.sonnenbatterie.de

**Solarzentrum Allgäu GmbH u. Co. KG**  
Gewerbepark 13, D 87640 Biessenhofen  
Tel. (08342) 8 96 90  
bihler@solarzentrum-allgaeu.de

**Phaesun GmbH**  
Brühlweg 9, D 87700 Memmingen  
Tel. (08331) 99 04 20  
info@phaesun.com, www.phaesun.com

**Öko-Haus GmbH**  
Pfarrer-Singer-Straße 5, D 87745 Eppishausen  
Tel. (08266) 86 22 00  
info@oeko-haus.com, www.oeko-haus.com

**Michael Saur Elektrotechnik**  
Blumenstraße 19, D 87785 Winterrieden  
michael.saur@elektrotechnik-saur.de

**Enerquinn GmbH**  
Birkenweg 12/1, D 88250 Weingarten  
Tel. (0751) 1 89 70 57 15  
stefan.oexle@enerquinn.de, www.enerquinn.de

**Solmotion GmbH**  
Karlstraße 8, D 88212 Ravensburg  
Tel. (04340) 4 99 07 20  
info@solmotion.de

**McCormick Solar GmbH**  
Siebener Fußweg 5, D 88348 Bad Saulgau  
Tel. (07581) 4 87 37 80  
info@mccormick-solar.de  
www.mccormick-solar.de

**Armbrust Elektro GmbH**  
Emmelhofen 20, D 88353 Kiblegg  
Tel. (07563) 9 15 43 60  
mail@armbrust-eklektro.de

**Siegfried Dingler Solartechnik**  
Fliederstr. 5, D 88371 Ebersbach-Musbach  
Tel. (07584) 20 68  
dingler.solartechnik@t-online.de

**AxSun Solar GmbH & Co. KG**  
Ritter-Heinrich-Str. 1, D 88471 Laupheim  
Tel. (07392) 9 69 68 50  
info@axsun.de, www.axsun.de

**KODU Sachwerte GmbH**  
Zwerchhacker 49, D 88471 Laupheim  
a.dietrich@kodu-sachwerte.de  
www.kodu-sachwerte.de

**VP Energietechnik**  
Wörthstraße 40, D 89129 Langenau  
info@vp-energie.de, www.vp-energie.de

**Smart-Red GmbH**  
Dieselstraße 17, D 89160 Dornstadt  
Tel. (07348) 9 87 05 10  
info@smartred.de, www.smartred.de

**Galaxy Energy GmbH**  
Sonnenstraße 2, D 89180 Berghülen  
Tel. (07389) 12 90  
info@galaxy-energy.com, www.galaxy-energy.com

**Fa. maiteck**  
Starenweg 1, D 89257 Illertissen  
Tel. (07303) 1 59 85 71  
info@maiteck.de, www.maiteck.de

**ESS Kempfle GmbH**  
Max-Eyth-Straße 6, D 89340 Leipheim  
Tel. (08221) 200320, www.ess-kempfle.de

**System Sonne GmbH**  
Grundlerstr. 14, D 89616 Rottenacker  
Tel. (07393) 9 54 94-0  
info@system-sonne.de, www.system-sonne.de

PLZ 9

**Greenovative GmbH**  
Fürther Straße 252, D 90429 Nürnberg  
Tel. (0911) 13 13 74 70  
info@greenovative.de, www.greenovative.de

**Solare Dienstleistungen GbR**  
Fürther Straße 246c, D 90429 Nürnberg  
Tel. (0911) 37 65 16 30  
info@ee-gutachter.de, www.ee-gutachter.de

**brillenstudio sc house-of-visions**  
Von-Der-Tann-Straße 139, D 90439 Nürnberg  
artulijen@ulijendesign.de

**inspectis GmbH & Co. KG**  
Neuseser Straße 19, D 90455 Nürnberg  
Tel. (0911) 50 71 68-101  
info@inspectis.de, www.inspectis.de

**ImmoBa GmbH & Co.KG**  
Steuerwald-Landmann-Straße 1,  
D 90491Nürnberg  
cb@werk-eins.com, https://werk-eins.com/

**Elektro Schulze GmbH**  
Martin-Luther-Str. 5-7, D 90542 Eckental  
Tel. (09126) 2 93 49-02  
info@schulze-solar.de, www.schulze-solar.de

**SOLUWA GmbH**  
Haimendorfer Str. 54 a, D 90571 Schwaig  
Tel. (0911) 3 78 40 90  
info@soluwa.de, www.soluwa.de

**Umweltbüro Schuhmann**  
Lindenweg 10, D 90587 Obermichelbach  
Tel. (0911) 7 67 02-15  
schuhmann@umweltbuero.com  
www.schuhmann-umweltplanung.de

**solid GmbH**  
Benno-Strauß-Str. 7, D 90763 Fürth  
Tel. (0911) 8 10 27-0  
soehne@solid.de, www.solid.de

**Meining Energie Lösungen GmbH - enerix Franchisepartner**  
Ullsteinstraße 6, D 90763 Fürth  
www.enerix.de/photovoltaik/mittelfranken/

**ENERGIEUMDENKER.DE**  
Bubenruthiastraße 15 a, D 91088 Bubenreuth  
Tel. (09131) 20 91 95  
info@energiuemdenker.de  
www.energiuemdenker.de

**Sonnen PV GmbH**  
Hannberger Weg 13, D 91091 Großenesebach  
info@sonnen-pv.de, www.sonnen-pv.de

**sol aid GmbH**  
ALPO-Straße 4, D 91275 Auerbach  
Tel. (09643) 30 07 95  
info@solaid.de, www.solaid.de

## Sunset Energietechnik GmbH

Industriestraße 8-22, D 91325 Adelsdorf  
Tel. (09195) 94 94-0  
info@sunset-solar.com, www.sunset-solar.com

## PROZEDA GmbH

In der Büg 5, D 91330 Eggolsheim  
Tel. (0191) 61 66-0  
info@prozeda.de, www.prozeda.de

## iKratos Solar- und Energietechnik

Bahnhofstr. 1, D 91367 Weißenhof  
Tel. (09192) 9 92 80-0  
kontakt@ikratos.de, www.ikratos.de

## CET Technology GmbH

Höchstädter Straße 5, D 91475 Lonnerstadt  
Tel. (09139) 6 28 12 04  
einkauf@cet-technology.de  
www.CET-Technology.de

## SonnenFischer GmbH

Zandtmühle 1, D 91586 Lichtenau  
Tel. (09827) 64 19  
info@bio-fischer.de

## Soley Solar GmbH

Hirschlach 30b, D 91732 Merkendorf  
Tel. (09826) 6593220  
heiko.marek@soley-solar.de  
www.soley-solar.de

## Mory GmbH Etamp Co. KG

Nordring 8, D 91785 Pleinfeld  
Tel. (09144) 9 29 40  
bmory@mory-haustechnik.de,  
www.mory-haustechnik.de

## GRAMMER Solar GmbH

Oskar-von-Miller-Str. 8, D 92224 Amberg  
Tel. (09621) 3 08 57-0  
info@grammer-solar.de, www.grammer-solar.de

## Jurenergie eG

Nürnberg Straße 35, D 92318 Neumarkt  
Tel. (09181) 2 70 49 45  
michael.vogel@jurenergie.de  
www.jurenergie.de

## Rödl GmbH

Nürnberg Straße 41, D 92318 Neumarkt  
Tel. (09181) 48 48 17  
elektro@roedl-energie.de, www.roedl-energie.de

## Ing. L. Freitag Elektro GmbH & Co KG

Industriestraße 3, D 92331 Parsberg  
Tel. (09492) 60 43 02  
hans.meier@elektro-freitag.de

## ZENO GmbH

Rathausplatz 3, D 92685 Floß  
Tel. (09603) 92 11 12  
info@zeno-energie.de, www.zeno-energie.de

## Windpower GmbH

Prüfeninger Straße 20, D 93049 Regensburg  
Tel. (0941) 3 81 77 50  
kontakt@windpower-gmbh.de  
www.windpower-gmbh.de

## Primus Solar GmbH

Ziegelsdorfer Straße 109, D 93051 Regensburg  
Tel. (0941) 6987 855 0  
kontakt@primus-energie.de

## Sonnenstrom Bauer GmbH & Co. KG

Am Kastlacker 11, D 93309 Kelheim  
Tel. (09441) 1 74 97 70  
info@sonnenstrom-bauer.de  
www.sonnenstrom-bauer.de

## Praml Energiekonzepte GmbH

Passauer Straße 36, D 94161 Ruderting  
Tel. (08509) 9 00 66 12  
muc@praml.de, www.praml-led.de

## solar-pur AG

Am Schlagerfeld 2, D 94163 Saldenburg  
Tel. (08504) 95 79 97 0  
simmet@solar-pur.de, www.solar-pur.de

## soleg GmbH

Technologiecampus 6, D 94244 Teisnach  
Tel. (09923) 80 10 60,  
info@soleg.de, www.soleg.de

## Michael Häusler PV-Service

Birkenweg 4, D 94262 Kollnburg  
Tel. (09942) 80 11 25  
info@m-hauesler.com, www.m-hauesler.com

## Sonnergy Bavaria GmbH

Kiefernstraße 5, D 94336 Hunderdorf  
Tel. (09422) 4 01 29 65  
info@sonnergy-bavaria.de, www.sonnergy-bavaria.de

## GSW Gold Solar Wind Service GmbH

Otto-Hiendl-Straße 15, D 94356 Kirchroth  
Tel. (09428) 94 79 00  
info@gold-solarwind.de, www.gold-solarwind.de

## Rädlinger energy GmbH

Kammerdorfer Straße 16, D 93413 Cham  
www.rw-energy.com

## WWK Generalagentur

Ahorning 19, D 94363 Oberschneiding  
michael.bachmaier@wwk.de

## Snow Leopard Projects

Marktplatz 23, D 94419 Reisbach  
Tel. (08734) 93 97 70  
info@snow-leopard-projects.com,  
www.snow-leopard-projects.com

## FENECON GmbH

Brunnwiesenstr. 4, D 94469 Deggendorf  
info@fenecon.de, www.fenecon.de

## Dr. Heinrich GmbH

Ruckasing 19, D 94486 Osterhofen  
Tel. (0991) 37 99 75 0  
office@dr-heinrich-gmbh.com

## Feneco GmbH

Hochfeldstraße 12, D 94538 Fürstenstein  
Tel. (08504) 91 84 24  
info@feneco.de, www.feneco.de

## Energy-rockstars GmbH & Co. KG

Arnrdorf 25, D 94563 Otzing  
Tel. (08544) 9 72 21 67  
r.giessmann@energy-rockstars.de

## M. Münch Elektrotechnik GmbH & Co. KG

Energiepark 1, D 95365 Rügendorf  
Tel. 92231201  
info@muench-energie.de, www.muench-energie.de

## eco.Tech neue Energien & Technik GmbH

Berneckerstraße 15, D 95448 Bayreuth  
Tel. (0921) 1512540  
info@ecotech-energie.de, www.ecotech-energie.de

## Energent AG

Oberkonnereuther Str. 6c, D 95448 Bayreuth  
Tel. (0921) 50 70 84-50  
michael.schmitt@energent.de  
www.energent.de

## EBITSchEnergietechnik GmbH

Bamberger Straße 50, D 96199 Zapfendorf  
Tel. (09547) 87 05-0  
info@ebitsch-energie.de  
www.ebitsch-energie.de

## IBC Solar AG

Am Hochgericht 10, D 96231 Bad Staffelstein  
Tel. (09573) 92 24-0  
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 e.V.

Magdalene-Schoch-Straße 3, D 97074 Würzburg  
Tel. (0931) 7 05 64-352  
info@zae-bayern.de, www.zae-bayern.de

## Beck Elektrotechnik GmbH

Nürnberg Straße 109, D 97076 Würzburg  
Tel. (0931) 2 00 51 59  
info@beck-elektrotechnik.de

## SUNTEC Energiesysteme GmbH

Am Tiergarten 2, D 97253 Gaukönigshofen  
Tel. (09337) 98 07 75  
info@suntec-energiesysteme.de  
www.suntec-energiesysteme.de

## Elektro Engelhardt GmbH+Co.KG

Rothenburger Straße 35, D 97285 Röttingen  
Tel. (09338) 17 28  
bengelhardt@engelhardttelektro.de  
www.engelhardttelektro.de

## Dettelbacher Energiesysteme GmbH

Am Dreistock 17, D 97318 Kitzingen  
Tel. (09321) 3 87 03 00,  
g.dettelbacher@dettelbacher-energiesysteme.de

## Stadtwerk Haßfurt GmbH

Augsfelder Straße 6, D 97437 Haßfurt  
Tel. (09521) 9 49 40  
info@stwhas.de, www.stwhas.de

## NE-Solartechnik GmbH & Co. KG

Rudolf-Diesel-Straße 17, D 97440 Werneck  
Tel. (09722) 9 44 61 0  
info@ne-solartechnik.de, www.ne-solartechnik.de

## energypoint GmbH

Heckenweg 9, D 97456 Dittelbrunn  
Tel. (09725) 70 91 18  
m.windsauer@energypoint.de  
www.energypoint.de

## Innotech Solar GmbH

Oberwerrner Weg 34, D 97502 Euerbach  
Tel. (09726) 9 05 50 0  
info@innotech-solar.de, www.innotech-solar.de

## Agrokraft GmbH

Berliner Straße 19 a, D 97616 Bad Neustadt  
Tel. (09771) 62 10 46  
info@agrokraft.de, www.agrokraft.de

## Adites GmbH

Paul-Forbach-Straße 2, D 97616 Bad Neustadt  
Tel. (09771) 6 37 26 33  
de@adites.de

## BSH GmbH & Co. KG

Bamberger Straße 44, D 97631 Bad Königshofen  
Tel. (09761) 3 95 67-0  
info@bsh-energie.de, www.bsh-energie.de

## Überlandwerk Rhön GmbH

Sondheimer Straße 5, D 97638 Mellrichstadt  
Tel. (09776) 61203

## TRANSPAREK Realwert KG

Ludwigstraße 25, D 97653 Bischofsheim  
info@transparek.de, www.realwert24.org

## Schneider GmbH

Pointstr. 2, D 97753 Karlstadt  
Tel. (09360) 9 93 95 90  
info@schneider-solar.de, www.schneider-solar.de

## ALTECH GmbH

Am Mutterberg 4-6, D 97833 Frammersbach  
Tel. (09355) 998-34  
rudi.freitag@altech.de, www.altech.de

## Solar- und Energietechnik Dr. Bergmann GmbH

OT Langewiesen In den Folgen 23 a,  
D 98693 Ilmenau  
Tel. (03677) 4 66 98 90  
info@ibb-ilmenau.de, www.ibb-ilmenau.de

## Ingenieurbüro Andreas Gerlach

Kunstmühlweg 4, D 99867 Gotha  
Tel. (03621) 8 82 03 59  
info@tunsolar.com, www.tunsolar.com

## Stadwerke Gotha GmbH

Pfundersdorfer Straße 83, D 99867 Gotha  
Tel. (03621) 4 3 32 19  
matthias.neuber@stadwerke-gotha.de  
www.stadwerke-gotha.de

## maxx-solar & energie GmbH & Co. KG

Eisenacher Landstraße 26,  
D 99880 Waltershausen  
Tel. (03622) 4 01 03-210  
info@maxx-solar.de, www.maxx-solar.de

## International

### Logotherm Regelsysteme GmbH

Lehmhäusl 4, A 3261 Steinakirchen  
Tel. (0043) 7 48 87 20 72  
Office@logotherm.at, www.logotherm.at

### TB Energietechnik GmbH

Herzogweg 22, A 4175 Herzogsdorf  
Tel. (0664) 250 55 05  
franz.mitmasser@liwest.at

### my-PV GmbH

Teichstraße 43, A 4523 Neuzeug  
Tel. (0043) 699 11308283  
markus.guendendorfer@my-pv.com  
www.my-pv.com

### BlueSky Energy

Fornacher Straße 12, A 4870 Vöcklamarkt  
Tel. (0043) 7 20 01 01 88  
office@bluesky-energy.eu  
www.bluesky-energy.eu

### Euro Photovoltaik AG

Platz 3, CH 6039 Root  
Tel. (0041) 0 87 35 314  
info@euro-photovoltaik.ch  
www.euro-photovoltaik.ch

### ABZ-SUISSE GmbH

Wiggermatte 16, CH 6260 Reiden  
Tel. (0041) 6 27 58 48 00  
info@abz-suisse.ch, www.abz-suisse.ch

### Philosolaire – Solutions Thermique Solaire et CO2-neutre

3 rue de l'Hirondelle, F 34090 Montpellier  
Tel. (0033) 6 79 75 20 47  
spitzmuller@philosolaire.fr  
www.philosolaire.fr



## Unsere Neumitglieder Dezember 2021 – Februar 2022

### Die DGS begrüßt folgende Neumitglieder in Ihren Reihen:

Als Unternehmen sind neu eingetreten:

Freitag Elektro, 92331 Parsberg, www.elektro-freitag.de  
Solarland Bayern, 85748 Garching, www.solarland-bayern.de  
Soltalix, 72667 Schlaitdorf, www.soltalix.de  
GM-Photovoltaik, 69469 Weinheim, www.gm-photovoltaik.de  
Kodu Sachwerte GmbH, 88471 Laupheim, www.kodu-sachwerte.de  
Isarwatt, 80636 München, www.isarwatt.de  
E.Perfect, 77654 Offenburg, a.schaetzle@funkholding.de  
Sonnenfänger, 76831 Heuchelheim-Klingen, www.energie-experten.org/firma/  
sonnenfaenger-gmbh  
Alb-Elektrizitätswerk Geislingen-Steige, 73312 Geislingen an der Steige, www.albwerk.de  
Dachdeckerei Garschke, 12307 Berlin, www.dachdeckerei-garschke.de  
AES-Alternative Energiesysteme, 18581 Putbus, www.aes-mv.com  
Metergrid, 70173 Stuttgart, www.metergrid.de  
GruenesLicht, 48161 Münster, www.grueneslicht.net  
Ewe Vertrieb, 26133 Oldenburg, www.ewe.de  
Büro für Elektrotechnik, 27383 Scheeßel, www.bfe-fh.de  
Solarbau Freiburg, 79108 Freiburg im Breisgau, www.solarbaufreiburg.de  
Enerquinn, 88250 Weingarten, www.enerquinn.de

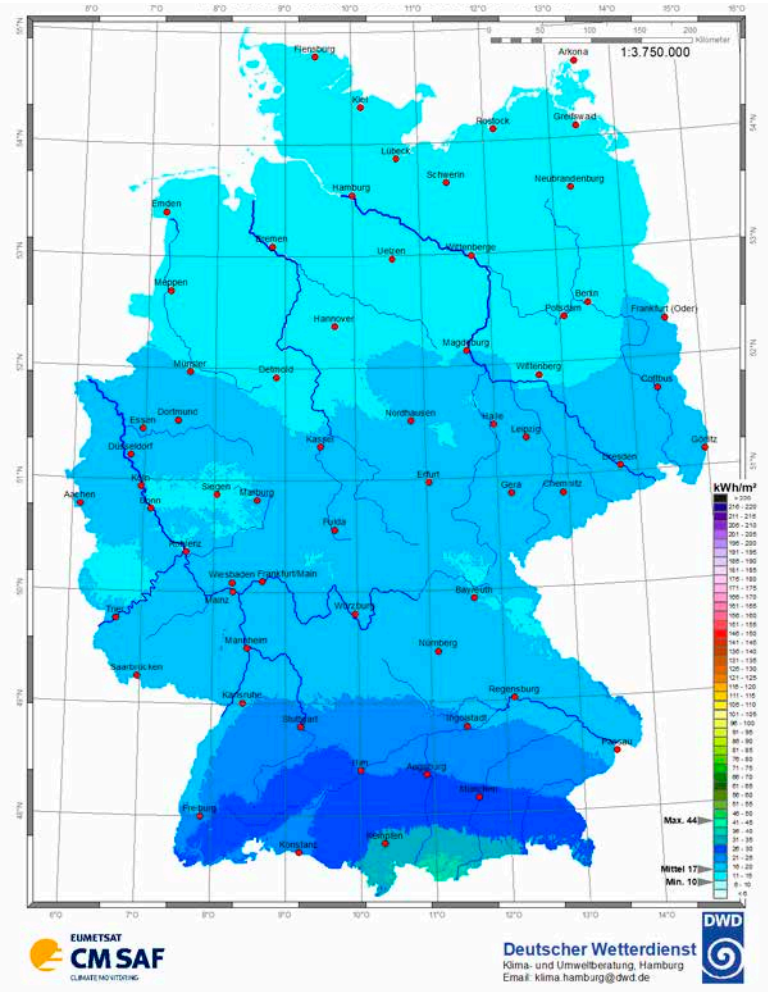
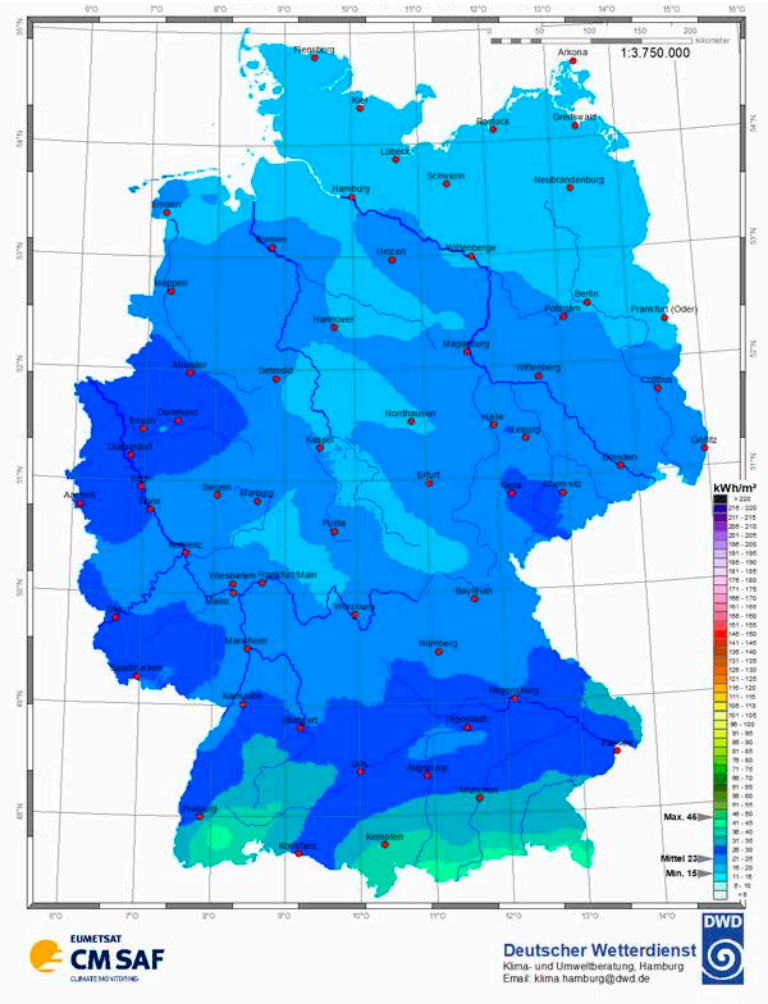
Zudem begrüßt die DGS 17 Personenmitglieder neu in ihren Reihen.

## Globalstrahlung – November 2021 Monatssummen in kWh/m<sup>2</sup>

Ort	kWh/m <sup>2</sup>	Ort	kWh/m <sup>2</sup>
Aachen	28	Lübeck	19
Augsburg	26	Magdeburg	22
Berlin	20	Mainz	22
Bonn	25	Mannheim	23
Braunschweig	20	München	31
Bremen	22	Münster	26
Chemnitz	25	Nürnberg	24
Cottbus	22	Oldenburg	21
Dortmund	29	Osnabrück	24
Dresden	23	Regensburg	25
Düsseldorf	28	Rostock	18
Eisenach	19	Saarbrücken	25
Erfurt	22	Siegen	23
Essen	29	Stralsund	17
Flensburg	17	Stuttgart	25
Frankfurt a.M.	20	Trier	26
Freiburg	26	Ulm	28
Giessen	19	Wilhelmshaven	20
Göttingen	20	Würzburg	22
Hamburg	19	Lüdenscheid	27
Hannover	20	Bocholt	27
Heidelberg	23	List auf Sylt	17
Hof	22	Schleswig	18
Kaiserslautern	26	Lipp Springs, Bad	21
Karlsruhe	25	Braunlage	18
Kassel	20	Coburg	18
Kiel	18	Weissenburg	26
Koblenz	20	Weihenstephan	27
Köln	25	Harzgerode	22
Konstanz	30	Weimar	22
Leipzig	25	Bochum	30

## Globalstrahlung – Dezember 2021 Monatssummen in kWh/m<sup>2</sup>

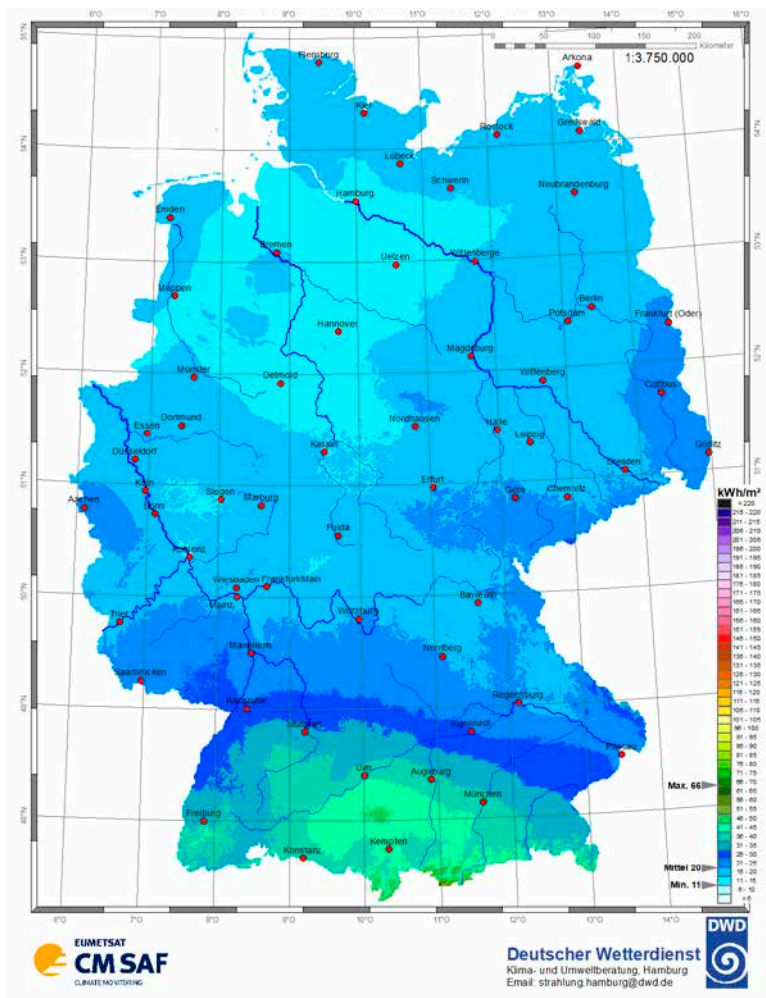
Ort	kWh/m <sup>2</sup>	Ort	kWh/m <sup>2</sup>
Aachen	15	Lübeck	12
Augsburg	25	Magdeburg	15
Berlin	14	Mainz	17
Bonn	15	Mannheim	19
Braunschweig	14	München	28
Bremen	12	Münster	15
Chemnitz	17	Nürnberg	18
Cottbus	17	Oldenburg	13
Dortmund	18	Osnabrück	14
Dresden	18	Regensburg	18
Düsseldorf	16	Rostock	11
Eisenach	17	Saarbrücken	17
Erfurt	17	Siegen	14
Essen	17	Stralsund	11
Flensburg	11	Stuttgart	22
Frankfurt a.M.	17	Trier	16
Freiburg	20	Ulm	25
Giessen	15	Wilhelmshaven	12
Göttingen	16	Würzburg	17
Hamburg	12	Lüdenscheid	17
Hannover	13	Bocholt	16
Heidelberg	18	List auf Sylt	12
Hof	15	Schleswig	11
Kaiserslautern	17	Lipp Springs, Bad	14
Karlsruhe	19	Braunlage	16
Kassel	16	Coburg	16
Kiel	11	Weissenburg	20
Koblenz	15	Weihenstephan	23
Köln	15	Harzgerode	16
Konstanz	23	Weimar	17
Leipzig	17	Bochum	18





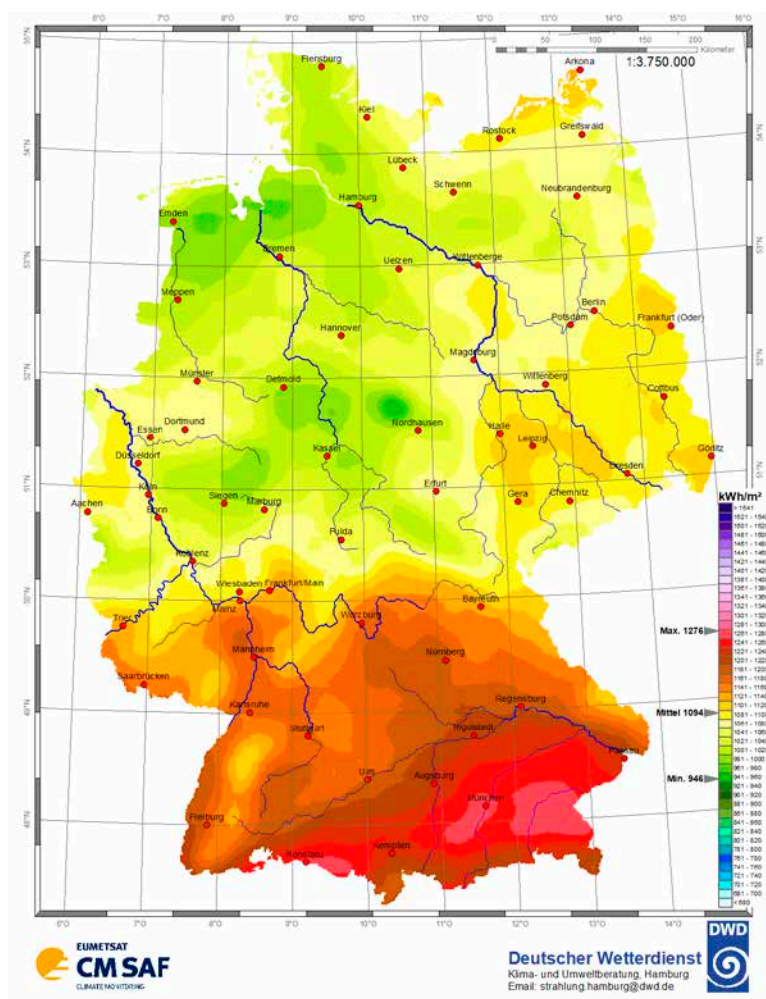
## Globalstrahlung – Januar 2022 Monatssummen in kWh/m<sup>2</sup>

Ort	kWh/m <sup>2</sup>	Ort	kWh/m <sup>2</sup>
Aachen	21	Lübeck	16
Augsburg	35	Magdeburg	17
Berlin	17	Mainz	18
Bonn	16	Mannheim	21
Braunschweig	15	München	38
Bremen	16	Münster	16
Chemnitz	20	Nürnberg	20
Cottbus	21	Oldenburg	14
Dortmund	17	Osnabrück	15
Dresden	19	Regensburg	21
Düsseldorf	17	Rostock	17
Eisenach	16	Saarbrücken	23
Erfurt	20	Siegen	14
Essen	17	Stralsund	17
Flensburg	17	Stuttgart	30
Frankfurt a.M.	17	Trier	18
Freiburg	33	Ulm	39
Giessen	17	Wilhelmshaven	15
Göttingen	14	Würzburg	20
Hamburg	14	Lüdenscheid	17
Hannover	14	Bocholt	16
Heidelberg	22	List auf Sylt	17
Hof	20	Schleswig	17
Kaiserslautern	23	Lipp Springs, Bad	12
Karlsruhe	25	Braunlage	18
Kassel	15	Coburg	17
Kiel	17	Weissenburg	23
Koblenz	14	Weihenstephan	32
Köln	17	Harzgerode	20
Konstanz	37	Weimar	19
Leipzig	17	Bochum	17



## Globalstrahlung – 2021 Jahressummen in kWh/m<sup>2</sup>

Ort	kWh/m <sup>2</sup>	Ort	kWh/m <sup>2</sup>
Aachen	1081	Lübeck	1049
Augsburg	1222	Magdeburg	1076
Berlin	1077	Mainz	1117
Bonn	1051	Mannheim	1167
Braunschweig	1047	München	1265
Bremen	1036	Münster	1060
Chemnitz	1083	Nürnberg	1195
Cottbus	1096	Oldenburg	998
Dortmund	1066	Osnabrück	1041
Dresden	1080	Regensburg	1194
Düsseldorf	1067	Rostock	1092
Eisenach	1031	Saarbrücken	1154
Erfurt	1065	Siegen	1011
Essen	1057	Stralsund	1092
Flensburg	1004	Stuttgart	1164
Frankfurt a.M.	1124	Trier	1129
Freiburg	1174	Ulm	1181
Giessen	1063	Wilhelmshaven	981
Göttingen	1014	Würzburg	1162
Hamburg	1006	Lüdenscheid	1023
Hannover	1034	Bocholt	1063
Heidelberg	1150	List auf Sylt	1069
Hof	1079	Schleswig	1019
Kaiserslautern	1131	Lipp Springs, Bad	990
Karlsruhe	1163	Braunlage	959
Kassel	1012	Coburg	1081
Kiel	1048	Weissenburg	1194
Koblenz	1055	Weihenstephan	1251
Köln	1056	Harzgerode	1033
Konstanz	1260	Weimar	1063
Leipzig	1111	Bochum	1063



# Förderprogramme

Bei Fragen helfen Ihnen die Experten vom DGS-Fachausschuss Energieberater gerne weiter: faeb@dgs.de

Stand: 17.02.2022

## Einzelmaßnahmen zur Sanierung von Wohnwohngebäude und Nichtwohngebäude - Heizungsanlagen -

	Fördersatz	Fördersatz Austausch Ölheizung
Gas-Brennwertheizungen „Renewable Ready“	20 %	20 %
Gas-Hybridanlagen	30 %	40 %
Solarthermieanlagen	30 %	30 %
Wärmepumpen Biomasseanlagen Innovative Heizungsanlagen auf EE-Basis EE-Hybridanlagen	35 %	45 %
Anschluss an Gebäude-/Wärmenetze		
- mind. 25 % Erneuerbare Wärme	30 %	40 %
- mind. 55 % Erneuerbare Wärme	35 %	45 %
Brennstoffzelle	40 %	40 %

Es gelten die Bestimmungen der Richtlinien des BEG vom 1.1.2021.

Anträge können ausschließlich über das elektronische Antragsformular gestellt werden. Die Antragstellung muss vor Beginn der Maßnahme erfolgen.

<sup>1</sup> Die Fördersätze verstehen sich als Förderhöchstgrenze und beziehen sich auf die förderfähigen Kosten für die beantragte Maßnahme.

<sup>2</sup> Da die Solarthermie-Anlage nie allein die gesamte Heizlast eines Gebäudes tragen kann, wird hier keine Austauschprämie gewährt.

<sup>3</sup> Kombination einer Solarthermie-Anlage, Biomasse- und/oder Wärmepumpenanlage.

<sup>4</sup> Im Neubau als Errichtung einer Biomasseanlage inkl. Sekundärbauteil.

<sup>5</sup> Renewable Ready: Installiert wird eine Gasbrennwertheizung mit Speicher und Steuerungs- und Regelungstechnik für die spätere Einbindung eines erneuerbaren Wärmeerzeugers.

<sup>6</sup> Gilt für die gesamte förderfähige Anlage, inkl. erneuerbarer Wärmeerzeuger.

<sup>7</sup> Gilt für die gesamte förderfähige Anlage, ohne den später zu errichtenden erneuerbaren Wärmeerzeuger.

## Förderfähige Investitionskosten

Gemäß des BEG können ab dem 1.1.2021 Einzelmaßnahmen für die nachfolgend genannten Wärmeerzeuger gefördert werden:

- Gas-Brennwertheizungen („Renewable Ready“)
- Gas-Hybridheizungen
- Solarthermie-Anlagen
- Biomasseanlagen
- Wärmepumpenanlagen

Als förderfähige Investitionskosten gelten die Anschaffungskosten des geförderten Wärmeerzeugers, die Kosten für Installation und Inbetriebnahme sowie die Kosten der erforderlichen Umfeldmaßnahmen.

Unter „Kosten erforderlicher Umfeldmaßnahmen“ sind Nebenkosten für Arbeiten bzw. Investitionen zu verstehen, die unmittelbar zur Vorbereitung und Umsetzung einer zuvor genannten förderfähigen Maßnahme notwendig sind und/oder deren Energieeffizienz erhöhen bzw. absichern.

Des Weiteren können auch Kosten für Beratungs-, Planungs- und Baubegleitungsleistungen berücksichtigt werden, die in direktem Zusammenhang mit der förderfähigen Anlage stehen.

Die anrechenbaren förderfähigen Investitionskosten sind bei Wohngebäuden auf 50.000 Euro (brutto) pro Wohneinheit und bei Nichtwohngebäuden auf 3,5 Mio. Euro (brutto) begrenzt.

## Energieeffizienz und Wärme aus Erneuerbaren Energien Maßnahmen in der Wirtschaft, Förderung durch BAFA und KfW

Die unterschiedlichen Finanzierungsbedürfnisse von Unternehmen werden durch die Möglichkeit berücksichtigt, Förderung wahlweise als direkten Zuschuss beim BAFA oder als Teilschulderlass (zinsgünstiger Kredit mit Tilgungszuschuss) bei der KfW zu beantragen. Eine Antragstellung ist bei der KfW (über die Hausbanken) und dem BAFA (über das Online-Portal) möglich.

### Modul 1

Querschnittstechnologien (Pumpen, Motoren, Ventilatoren, usw.) für schnelle Effizienzgewinne mit einer Förderquote von bis zu **40 %** der förderfähigen Investitionskosten

### Modul 2

Erneuerbare Energien zur Prozesswärmebereitstellung mit einer Förderquote von bis zu **55 %** der förderfähigen Investitionskosten

### Modul 3

Mess-, Steuer- und Regelungstechnik sowie Energiemanagementsoftware zur Unterstützung der Digitalisierung mit einer Förderquote von bis zu **40 %** der förderfähigen Investitionskosten

### Modul 4

Technologieoffene Förderung von Investitionen, die Strom- oder Wärmeeffizienz steigern mit einer Förderquote von bis zu **40 %** der förderfähigen Investitionskosten

Die maximale Förderung beträgt 10 Mio. Euro pro Antragsteller oder Projekt.

Weitere Informationen zum Investitionsprogramm „Energieeffizienz und Prozesswärme aus Erneuerbaren Energien in der Wirtschaft – Zuschuss und Kredit“: [www.bafa.de/eev](http://www.bafa.de/eev) oder [www.kfw.de/295](http://www.kfw.de/295)

# Förderprogramme

Bei Fragen helfen Ihnen die Experten vom DGS-Fachausschuss Energieberater gerne weiter: faeb@dgs.de

Stand: 17.02.2022

Programm	Inhalt	Information
<b>PHOTOVOLTAIK</b>		
Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)	Je nach Anlagenart (Freifläche, Aufdach, Gebäudeintegration oder Lärmschutzwand): Einspeisevergütung in unterschiedlicher Höhe, Vergütung über 20 Jahre	www.erneuerbare-energien.de
Solarstrom erzeugen – Investitionskredite für Photovoltaik-Anlagen (KfW Nr. 270)	Errichtung, Erweiterung und Erwerb einer PV-Anlage und Erwerb eines Anteils an einer PV-Anlage im Rahmen einer GbR, Laufzeit bis zu 20 Jahre	www.kfw.de
Solarstrom mit Batteriespeicher	Förderung der Installation einer PV-Anlage mit Batteriespeicher wird von verschiedenen Bundesländern unterschiedlich angeboten	Websites der Bundesländer
<b>WINDKRAFT</b>		
Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)	Einspeisevergütung nach Anlagentyp. Kann aufgrund eines im Voraus zu erstellenden Gutachtens an dem geplanten Standort nicht mind. 60 % des Referenzertrages erzielt werden besteht kein Vergütungsanspruch.	www.foederdatenbank.de
<b>BIOENERGIE</b>		
Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)	Einspeisevergütung je nach Größe, Typ der Anlage und Art der Biomasse, Vergütungszeitraum 20 Jahre. Welche Stoffe als Biomasse anerkannt werden, regelt die Biomasseverordnung.	www.foederdatenbank.de
<b>GEOthermie</b>		
Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)	Einspeisevergütung für Strom aus Geothermie, je nach Anlagengröße, über einen Zeitraum von 20 Jahren	www.foederdatenbank.de

## Steuerliche Förderung

Bei der Steuerförderung ermäßigt sich auf Antrag die Einkommensteuer im Kalenderjahr des Abschlusses der energetischen Maßnahme und im nächsten Kalenderjahr um je 7 % der Aufwendungen des Steuerpflichtigen, höchstens jedoch um je 14.000 Euro und im übernächsten Kalenderjahr um 6 Prozent der Aufwendungen des Steuerpflichtigen, höchstens jedoch um 12.000 Euro für das begünstigte Objekt. Somit ist ein Zuschuss in Höhe von 20 % möglich. Diesen gibt es für selbst genutzte Einfamilienhäuser oder Eigentumswohnungen. Es gelten die gleichen technischen Vorgaben wie bei der BAFA-Förderung bezüglich Heizung bzw. der KfW-Förderung für das Dämmen.

Förderfähig ist:

1. Wärmedämmung von Wänden,
2. Wärmedämmung von Dachflächen,
3. Wärmedämmung von Geschosdecken,
4. Erneuerung der Fenster oder Außentüren,
5. Erneuerung oder Einbau einer Lüftungsanlage,
6. Erneuerung der Heizungsanlage,
7. Einbau von digitalen Systemen zur energetischen Betriebs- und Verbrauchsoptimierung
8. Optimierung bestehender Heizungsanlagen, sofern diese älter als zwei Jahre sind.

## Einzelmaßnahmen zur Sanierung von Wohnwohngebäude und Nichtwohngebäude – Gebäudehülle und Anlagentechnik –

		Fördersatz
Gebäudehülle	Dämmung von Außenwänden, Dach, Geschosdecken und Bodenflächen, Austausch von Fenstern und Außentüren; sommerlicher Wärmeschutz	20 %
Anlagentechnik (außer Heizung)	Einbau, Austausch oder Optimierung von Lüftungsanlagen; WG: Einbau „Efficiency Smart Home“; NWG: Einbau Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Raumkühlung und Beleuchtungssysteme	20 %
Heizungsoptimierung	Hydraulischer Abgleich; Dämmung von Rohrleitungen; Pumpentausch	20 %

## Zuschuss / Tilgungszuschuss für ... \*

	Effizienzhaus / Effizienzgebäude						
	Denkmal	100	85	70	55	40	40+
Neubau Wohngebäude	-	-	-	-	15 %	20 %	25 %
Neubau Nichtwohngebäude	-	-	-	-	15 %	20 %	-
Sanierung Wohngebäude	25 %	27,5 %	30 %	35 %	40 %	45 %	-
Sanierung Nichtwohngebäude	25 %	27,5 %	-	35 %	40 %	45 %	-

\* Diese Förderung wird aktuell vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) angepasst

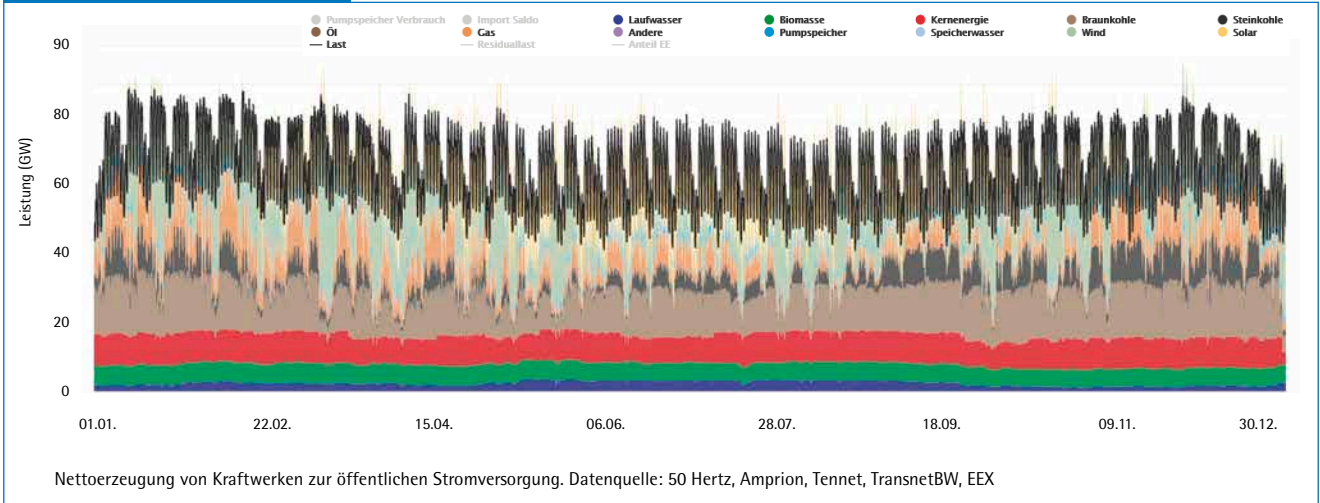


# Energie- & Klimadaten

Stand: 14.02.2022

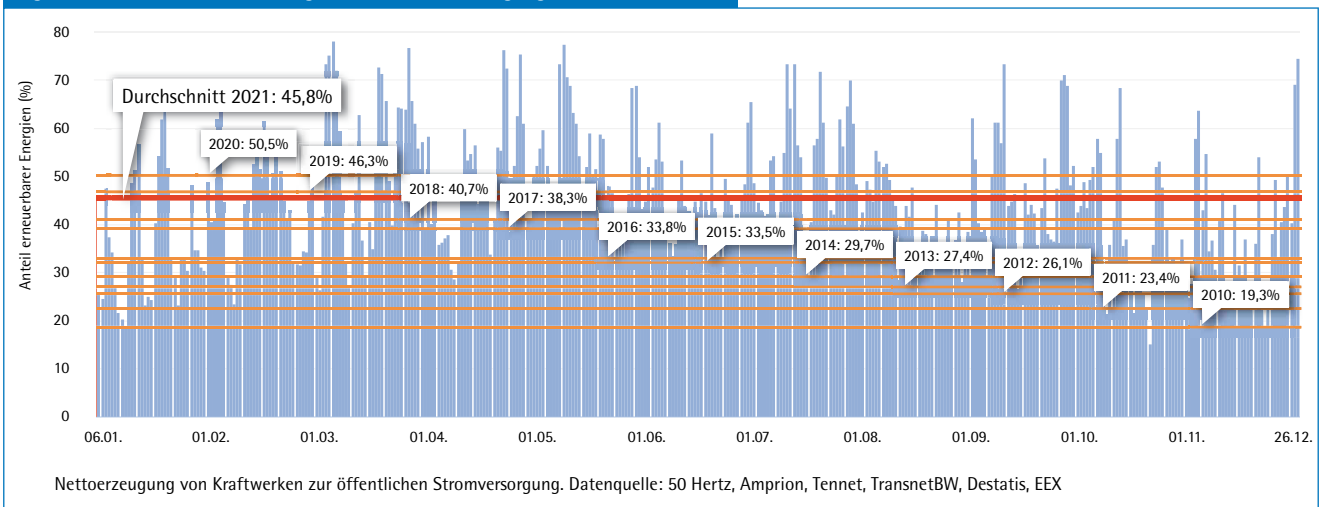
Sie finden auf dieser Seite ausgewählte Grafiken der Energy Charts ([www.energy-charts.de](http://www.energy-charts.de)) zur Stromproduktion in Deutschland. Die interaktiven Grafiken können Sie dort selbst konfigurieren, die Bandbreite ist groß. Es gibt Daten zu Energie, Leistung, Preisen, Im- und Export, Emissionen, Klima und vieles mehr. Die Daten werden von Wissenschaftlern des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE in Freiburg aus verschiedenen neutralen Quellen zusammengestellt.

## Stromproduktion in Deutschland 2021



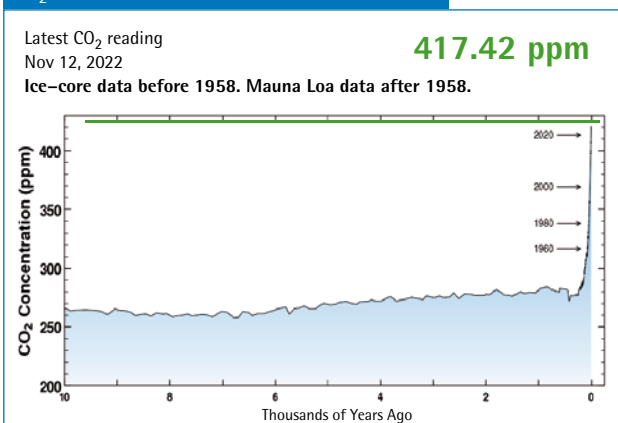
Quelle: [www.energy-charts.de](http://www.energy-charts.de), Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

## Täglicher Anteil Erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung in Deutschland 2021

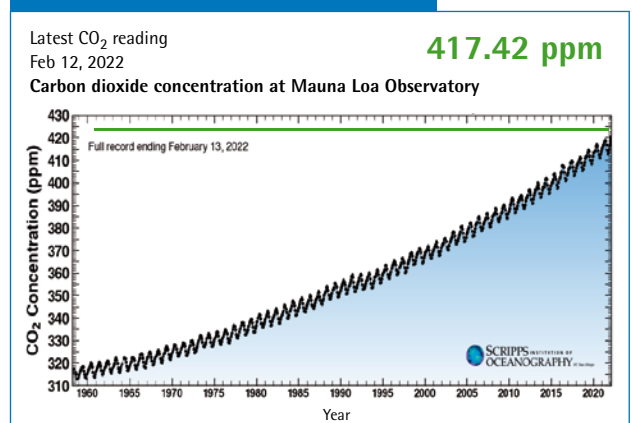


Quelle: [www.energy-charts.de](http://www.energy-charts.de), Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

## CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft über die letzten 10.000 Jahre

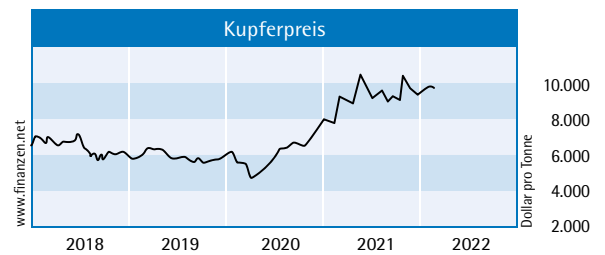
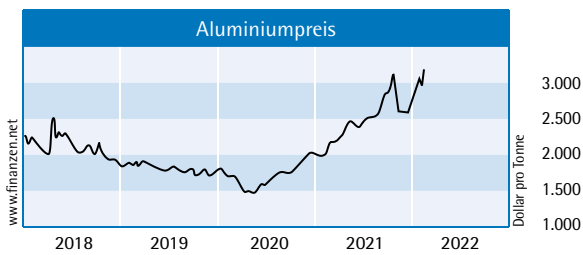
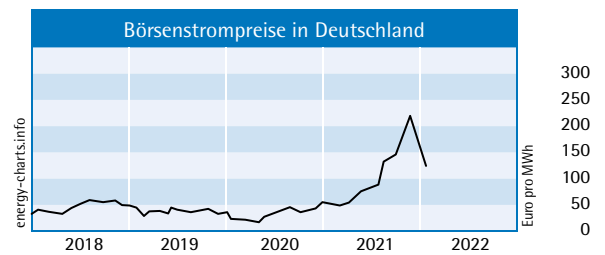
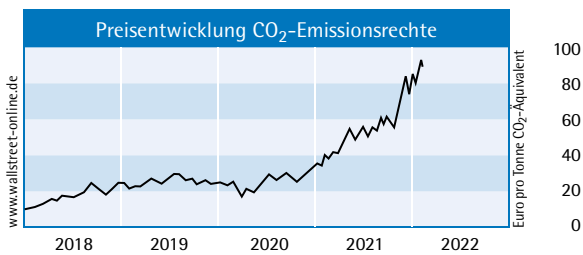
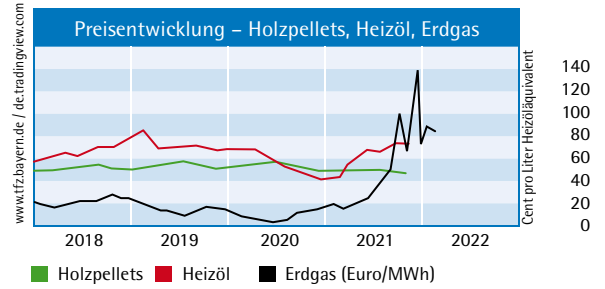
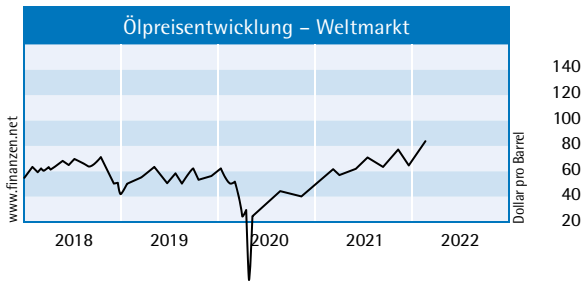


## CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft seit Beginn der Messungen am Mauna Loa Observatorium 1958



# Preisentwicklung

Stand: 14.02.2022



## Energiekosten der privaten Haushalte

Energiedaten des Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Energiekosten aller privaten Haushalte in Mio. Euro</b>														
- Raumwärme und Warmwasser	31.536	41.030	35.493	39.234	37.138	41.685	44.813	36.605	36.262	35.802	36.042	36.970	39.591	36.731
- Prozesswärme (Kochen)	5.896	8.199	8.689	9.187	9.744	10.122	11.161	11.063	10.907	11.336	11.543	11.605	12.075	12.435
- Licht/Sonstige	14.601	14.508	15.179	16.798	17.431	18.074	19.776	19.620	19.322	18.962	19.288	19.452	20.089	20.685
<b>Energiekosten ohne Kraftstoffe</b>	<b>52.033</b>	<b>63.738</b>	<b>59.361</b>	<b>65.220</b>	<b>64.313</b>	<b>69.881</b>	<b>75.750</b>	<b>67.288</b>	<b>66.492</b>	<b>66.100</b>	<b>66.874</b>	<b>68.028</b>	<b>71.755</b>	<b>69.852</b>
- Kraftstoffe	42.418	44.679	39.444	43.644	49.030	50.613	48.953	47.604	42.839	40.298	43.469	47.054	46.658	36.013
<b>Gesamte Energiekosten</b>	<b>94.451</b>	<b>108.416</b>	<b>98.805</b>	<b>108.864</b>	<b>113.343</b>	<b>120.494</b>	<b>124.703</b>	<b>114.892</b>	<b>109.331</b>	<b>106.397</b>	<b>110.343</b>	<b>115.082</b>	<b>118.413</b>	<b>105.865</b>
<b>Jährliche Ausgaben für Energie pro Haushalt in Euro</b>														
- Raumwärme und Warmwasser	794	1.024	883	974	918	1.050	1.129	910	889	874	873	893	954	882
- Prozesswärme (Kochen)	148	205	216	228	241	255	281	275	268	277	279	280	291	299
- Licht/Sonstige	368	362	378	417	431	455	498	488	474	463	467	470	484	497
<b>Ausgaben für Energie ohne Kraftstoffe</b>	<b>1.310</b>	<b>1.590</b>	<b>1.477</b>	<b>1.618</b>	<b>1.590</b>	<b>1.760</b>	<b>1.908</b>	<b>1.673</b>	<b>1.631</b>	<b>1.614</b>	<b>1.619</b>	<b>1.644</b>	<b>1.729</b>	<b>1.678</b>
- Kraftstoffe	1.068	1.115	981	1.083	1.212	1.275	1.233	1.183	1.051	984	1.052	1.137	1.124	865
<b>Ausgaben für Energie insgesamt</b>	<b>2.378</b>	<b>2.705</b>	<b>2.459</b>	<b>2.701</b>	<b>2.803</b>	<b>3.035</b>	<b>3.141</b>	<b>2.856</b>	<b>2.681</b>	<b>2.598</b>	<b>2.671</b>	<b>2.781</b>	<b>2.853</b>	<b>2.543</b>
jährliche Ausgaben für Wärme pro m <sup>2</sup> Wohnfläche in Euro	9,08	11,74	10,10	11,11	10,46	11,67	12,48	10,10	9,94	9,75	9,74	9,92	10,55	
Ausgaben für Kraftstoffe je 100 km Fahrleistung in Euro	7,22	7,64	6,76	7,43	8,23	8,49	8,14	7,76	6,88	6,33	6,87	7,44	7,35	
<b>Monatliche Ausgaben für Energie pro Haushalt in Euro</b>														
- Raumwärme und Warmwasser	66	85	74	81	77	87	94	76	74	73	73	74	79	74
- Prozesswärme (Kochen)	12	17	18	19	20	21	23	23	22	23	23	23	24	25
- Licht/Sonstige	31	30	31	35	36	38	42	41	39	39	39	39	40	41
<b>Ausgaben für Energie ohne Kraftstoffe</b>	<b>109</b>	<b>133</b>	<b>123</b>	<b>135</b>	<b>133</b>	<b>147</b>	<b>159</b>	<b>139</b>	<b>136</b>	<b>134</b>	<b>135</b>	<b>137</b>	<b>144</b>	<b>140</b>
- Kraftstoffe	89	93	82	90	101	106	103	99	88	82	88	95	94	72
<b>Ausgaben für Energie insgesamt</b>	<b>198</b>	<b>225</b>	<b>205</b>	<b>225</b>	<b>234</b>	<b>253</b>	<b>262</b>	<b>238</b>	<b>223</b>	<b>216</b>	<b>223</b>	<b>232</b>	<b>238</b>	<b>212</b>
Private Konsumausgaben aller Haushalte in Mrd. Euro	1.350	1.381	1.380	1.413	1.465	1.507	1.534	1.564	1.603	1.654	1.702	1.752	1.803	1.708
<b>Anteil aller Ausgaben privater Haushalte für Energie an gesamten privaten Konsumausgaben in %</b>	<b>7,0</b>	<b>7,9</b>	<b>7,2</b>	<b>7,7</b>	<b>7,7</b>	<b>8,0</b>	<b>8,1</b>	<b>7,3</b>	<b>6,8</b>	<b>6,4</b>	<b>6,5</b>	<b>6,6</b>	<b>6,6</b>	<b>6,2</b>

Quellen: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Statistisches Bundesamt, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft – Projektgruppe „Nutzenergiebilanzen“ (letzte Änderung: 16.09.2021)

## Die DGS

Als Mitglied der DGS sind Sie Teil eines starken Netzwerkes mit knapp 3.000 Fachleuten, Wissenschaftlern, Firmen und engagierten Personen. Der grundlegende Vorteil einer DGS-Mitgliedschaft ist u.a.:

- Mitgliedschaft in einem renommierten Solarverband
- Zugang zu bundesweiten Netzwerken und Experten der Solarbranche und somit auch Mitsprache bei der Energiewende

Wir setzen uns als Solarverband sowohl für die kleineren, bürgernahen Lösungen als auch für einen Mix aus dezentralen und zentralen Lösungen ein, in denen die KWK wie auch die Wärmepumpe neben der Solartechnik ihren Platz finden werden. Um noch stärker für die Erneuerbaren Energien kämpfen zu können und gemeinsame Ziele zu erreichen, kooperieren wir auch mit Interessenvertretern und Industrie- und Branchenverbänden. Schnittmengen sind vorhanden. Hermann Scheer sprach von der Sonnenenergie als „der Energie des Volkes“. Sonnenenergienutzung ist pure Demokratie. Als DGS-Mitglied sind Sie Teil der Mission „100% Erneuerbare Energien bis 2030“!

## Service für DGS-Mitglieder

Das Serviceangebot der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie wächst stetig, hier ein kleiner Einblick in unser Angebot an Sie:

### Information und Publikation

- Bezug der **SONNENENERGIE**, Deutschlands älteste Fachzeitschrift für Erneuerbarer Energien, Energieeffizienz und Energiewende
- Sie erhalten vergünstigte Konditionen bei vielen DGS-Tagungen, Kongressen und Seminaren sowie bei zahlreichen Veranstaltungen mit DGS-Medienpartnerschaften.
- An Schulungen der bundesweiten SolarSchulen der DGS gelten ermäßigte Teilnahmegebühren.
- Unsere bekannten Publikationen wie den Leitfäden Solarthermische Anlagen, Photovoltaische Anlagen oder auch das Fachbuch „Modern heizen mit Solarthermie“ gibt es günstiger.

**Anmerkung: DGS-Mitglieder können diese Rabatte persönlich nutzen, Firmenmitglieder erhalten alle Vergünstigungen für die Weiterbildung auch für ihre Mitarbeiter.**

### DGS SolarRebell, Software, Verträge

#### ► DGS SolarRebell

Mit Hilfe dieser kostengünstigen Kleinst-PV-Anlage kann jeder seine kleine Energiewende selbst starten. Mit einem großzügigen Rabatt für ihre Mitglieder wird eine 250 Watt-Anlage angeboten, die gute 200 kWh Solarstrom im Jahr erzeugt und diesen direkt in das Hausnetz einspeist. Vor allem DGS-Mitglieder – und solche, die es werden wollen – können davon profitieren. Die Kleinst-PV-Anlage zur direkten Einspeisung in das Hausnetz gibt es für DGS-Mitglieder zu einem Sonderpreis.

Immer wenn die Sonne auf das Modul scheint und Solarstrom produziert wird, kann dieser direkt von den eingeschalteten Elektrogeräten im Haushalt genutzt werden: Egal ob Wasserkocher, Kühlschrank oder Laptop, der Solarstrom führt dann zu vermindertem Netzbezug. Optimal ausgerichtet kann sich die eigene Stromrechnung damit jährlich reduzieren, bei steigenden Stromkosten erhöht sich die Einsparung. Auf diese Art und Weise kann man sich zumindest zu einem Teil von zukünftigen Strompreisentwicklungen unabhängig machen.

#### So einfach geht's

Starten Sie jetzt Ihre persönliche Energiewende und nehmen Kontakt mit der DGS auf: sekretariat@dgs.de. Es gibt keinen Grund mehr, damit zu warten!

Broschüre, Datenblatt und Infos  
www.dgs.de/service/solarrebell

### Dienstleistungen

#### ► Angebotscheck (Solarwärme und Solarstrom)

Sie erhalten Unterstützung bei der Bewertung folgender Aspekte:

- Passt das Angebot zu Ihrem Wunsch?
- Ist das Angebot vollständig?
- Liegt der Angebotspreis im marktüblichen Rahmen?
- Wie ist das Angebot insgesamt zu bewerten?

Die Kosten liegen für DGS-Mitglieder bei 50 Euro, Nichtmitglieder erhalten ihn für 75 Euro. Für Mitglieder von verbündeten Verbänden gilt eine Ermäßigung von 20%.

www.dgs.de/service/angebotscheck

#### ► DGS-Gutachter

Wir untersuchen Ihre Solaranlage, finden Fehler und Baumängel sowie bieten Unterstützung bei der Problemlösung. Auch im Vorfeld eines Rechtsstreits oder im Zuge einer Investitionsentscheidung helfen wir bei der Bewertung und bieten auch Unterstützung bei Anlagenabnahmen, einer Fehlersuche wie auch Stellungnahmen zu einem unklaren Sachverhalt.

Ordentliche Mitglieder erhalten Ermäßigungen, vor allem einen um 20% reduzierten Stundensatz.

www.dgs.de/service/dgs-gutachter

#### ► Rechtsberatung

Zu Sonderkonditionen erhalten Sie bei spezialisierten Rechtsanwälten Rechtsberatung für zum günstigen Stundensatz und kalkulierbare Beratungs-Pakete zum Festpreis. Die Kanzlei bietet für DGS-Mitglieder folgende Leistungen zu Sonderkonditionen an:

- Anfrage und allgemeine Rechtsinformationen
- Rechtsberatung
- Vertragscheck
- Versicherte Treuhand-Abwicklung Solarkauf
- Gewährleistungsscheck
- EEG-Umlage-Check

www.dgs.de/service/rechtsberatung

#### ► Kennlinienmessgeräte

Für DGS-Mitglieder gibt es einen Rabatt von 15%

www.dgs.de/service/kennlinienmessung

#### ► Thermografie

Für DGS-Mitglieder gibt es eine Sondervergünstigung von 10% auf die erste Thermografie der eigenen PV-Anlage

www.dgs.de/service/thermografie

#### ► pv@now

Die umfassende internetbasierte Anwendung zur Berechnung und Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Photovoltaik-Anlagen in allen denkbaren Betreiberkonzepten, erhalten DGS-Mitglieder zu ermäßigten Konditionen.

pv@now liefert Entscheidungshilfen für die Auswahl des passenden Betreiberkonzepts. Die Wirtschaftlichkeit wird aus Sicht aller beteiligten Akteure separat bewertet. Also z.B. Investor, Dach-eigentümer, PV-Anlagen-Mieter, ...

www.dgs-franken.de/service/pv-now/

#### ► PV Mieten

Sie erhalten die DGS-Vertragsmuster „PV-Strom“, „PV-Strom-Mix“, „PV-Strom im Haus“, „PV-Strom und Wärme“, „PV-Mieterstrom“, PV-Miete“, „PV-Teilmiete“, „PV-Wohnraummiete“ und „PV-Selbstversorgung (WEG)“ günstiger. Alle wesentlichen Regelungen und Bezüge zum aktuellen EEG sind in den Mustern enthalten.

Die Kanzlei NÜMANN+SIEBERT hat jeden Vertrag ausführlich kommentiert und mit einer Erörterung wichtiger Details versehen. Mit den DGS-Betreiberkonzepten ergeben sich oft Kosteneinsparungen für Stromverbraucher, wirtschaftliche Eigenkapitalrendite für Anlageneigentümer und weitere Aufträge für PV-Installateure.

www.dgs-franken.de/service/pv-mieten-plus



### ► Bund der Energieverbraucher

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 zu vereinbaren. Für beide Verbände ergeben sich nun durchaus interessante Synergienmöglichkeiten. Unter anderem erhalten DGS-Mitglieder die Energiedepesche zu einem reduzierten Aboppreis.

### ► Sonnenhaus-Institut

Das Sonnenhaus-Institut e.V. und die DGS verstärken durch ihre Kooperation die Information und das Wissen über weitgehend solar beheizte Effizienzgebäude. Die Kooperationspartner setzen sich für den Ausbau der Erneuerbaren Energien, insbesondere der Solarenergie, und die Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudebereich ein.

### ► Online-Stellenbörse eejobs

Seit August 2013 kooperieren wir mit der Online-Stellenbörse eejobs.de. In diesem Zusammenhang erhalten alle Mitglieder der DGS einen Rabatt in Höhe von 10% auf alle Leistungen von eejobs.de. Die Stellenanzeigen erscheinen im Rahmen der Kooperation parallel zum Onlineangebot von eejobs.de auch auf unserer Website.

[www.dgs.de/service/eejobs](http://www.dgs.de/service/eejobs)

### ► PV-Log

Sie erhalten Ermäßigungen bei dem solaren Netzwerk PV-Log. Für DGS-Firmen gibt es im ersten Jahr 50% Rabatt, die Ersparnis für Installateure liegt somit bei knapp 120 Euro. Beim Perioden- und Anlagenvergleich von PV-Log erhalten DGS Mitglieder den begehrten Gold-Status ein Jahr gratis (Wert: knapp 60 Euro).

[www.dgs.de/service/kooperationen/pvlog](http://www.dgs.de/service/kooperationen/pvlog)

### ► PV Rechner

Die Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. (DGS) bietet Ihnen seit dem Jahr 2012 in Kooperation mit der DAA (Deutsche Auftragsagentur) eine zusätzliche Vertriebsunterstützung an. Die DAA betreibt Internet-Fachportale, über die Endverbraucher nach Fachbetrieben für ihr PV-Projekt suchen. Die Größe der über diese Portale gestellten Anfragen variiert dabei vom Einfamilienhaus bis hin zu Großanlagen. Innerhalb der Kooperation erhalten alle DGS-Mitgliedsfirmen Rabatte für die Vermittlung von Kundenanfragen zu PV Projekten.

[www.dgs.de/service/kooperationen/pvrechner](http://www.dgs.de/service/kooperationen/pvrechner)

**Haben wir Sie überzeugt?** Auf dem schnellsten Weg Mitglied werden können Sie, indem Sie das online-Formular ausfüllen. Ebenso ist es möglich das Formular am Ende dieser Seite auszufüllen und per Fax oder auf dem Postweg an uns zu senden.

Besucher unserer Website wissen, dass Firmenmitglieder der DGS sich durch eine hohe fachliche Qualifikation und ein überdurchschnittliches gesellschaftliches Engagement für die Solartechnik und alle Erneuerbaren Energien ausweisen.

Die Vorteile für Firmenmitglieder:

- Sie erhalten Rabatt bei der Schaltung von Anzeigen in der SONNENENERGIE
- Sie können im Mitgliederverzeichnis eine kleine Anzeige schalten
- Sie erhalten die gedruckte SONNENENERGIE zu deutlich vergünstigtem Bezug, auch in einer höheren Auflage
- Sie erhalten Ermäßigungen beim Werben mittels Banner auf unseren Internetseiten
- Sie können Ihre Werbung in unseren Newsletter einbinden
- Alle Mitarbeiter eines Unternehmens können einen Zugang zu digitalen SONNENENERGIE nutzen

Die DGS ist gemeinnützig. Deshalb sind alle Mitgliedsbeiträge und Spenden steuerlich absetzbar. Dies gilt natürlich auch für den Firmenmitgliedsbeitrag.

ISES ist der internationale Dachverband der DGS. Für DGS-Mitglieder besteht die Möglichkeit einer günstigeren Mitgliedschaft. Sie erhalten als ISES-Mitglied zusätzlich u.a. die englischsprachige „Renewable Energy Focus“.

ISES-Mitglied werden: [www.ises.org/how-to-join/join-ises-here](http://www.ises.org/how-to-join/join-ises-here)

Als Neumitglied oder Werber der DGS belohnen wir Sie 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,- €

Die Mitgliedschaft in der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie kostet nicht viel. BdE-Mitglieder, Rentner, Studierende, Schüler, Behinderte, Arbeitslose zahlen für eine ermäßigte Mitgliedschaft 35 €. Online: [www.dgs.de/beitritt.html](http://www.dgs.de/beitritt.html)

## Kontaktdaten für DGS-Mitgliedschaft

Titel: ..... Geb.-Datum: .....  
 Name: ..... Vorname: .....  
 Firma: .....  
 Straße: ..... Nr.: .....  
 Land: ..... PLZ: ..... Ort: .....  
 Tel.: ..... Fax: .....  
 eMail: ..... 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 (Mehrfachnennung möglich), und zwar:

- als Printausgabe per Post  als PDF-Datei per eMail  
 in der Digitalausgabe ([www.sonnenenergie.de/digital](http://www.sonnenenergie.de/digital))  als PDF-Datei in der Dropbox

### Art der Mitgliedschaft:

- ordentliche Mitgliedschaft (*Personen*) 75 €/Jahr  
 ermäßigte Mitgliedschaft (*Personen*) 35 €/Jahr\*  
 außerordentliche Mitgliedschaft (*Firmen*) 265 €/Jahr

Zusätzlich zu meinem Mitgliedsbeitrag möchte ich der DGS einen energiepolitischen Beitrag spenden, und zwar  einmalig ..... €  bis auf Weiteres regelmäßig ..... €/Jahr.

\* Eine ermäßigte Mitgliedschaft ist möglich, Nachweis bitte beifügen.

### Mitglieder werben Mitglieder:

Sie wurden von einem DGS-Mitglied geworben. Bitte geben Sie den Namen des Werbers an:

Name des Werbers: .....

Ich wähle als Prämie\*:

- Buchprämie Titel ..... ISBN .....  
 Gutschrift Solarcosa

\* Sie treten in die DGS ein und wurden nicht von einem DGS-Mitglied geworben. Weder Sie noch eine weitere Person aus Ihrem Haushalt waren in den letzten 12 Monaten bereits Mitglied in der DGS.

Senden an:

DGS e.V.

Erich-Steinforth-Str. 8, 10243 Berlin

oder per Fax an 030-29 38 12 61

oder per eMail an [sekretariat@dgs.de](mailto:sekretariat@dgs.de)

Persönliches Exemplar: Weitergabe nicht gestattet, Inhalte unterliegen dem Schutz des deutschen Urheberrechts

© Copyright Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.

1|2022 MÄRZ-MAI SONNENENERGIE

## EUROSUN 2022 VOM 25. – 29. SEPTEMBER IN KASSEL CALL FOR PAPERS ERÖFFNET

Die International Solar Energy Society (ISES) lädt gemeinsam mit dem Solar Heating und Cooling Programm der Internationalen Energieagentur IEA SHC zur EuroSun Konferenz vom 25. bis 29. September 2022 in Kassel ein. Nach einem erfolgreichen ISES Solar World Congress in Kassel im Jahr 2011, freut sich ISES dieses Jahr ganz besonders darauf, nun die EuroSun 2022 in Kassel zu veranstalten. Lokaler Veranstalter der diesjährigen Konferenz wird die Universität Kassel gemeinsam mit dem Lehrstuhl für Solar- und Anlagentechnik unter Leitung von ISES Präsident Prof. Dr. Klaus Vajen sein.

2022 wird zudem das erste Jahr sein, in dem die EuroSun – von ISES seit 1996 in zweijährigem Turnus veranstaltet – zum ersten Mal als eine gemeinsame Konferenz von ISES und IEA SHC abgehalten wird. Ein weiterer wichtiger Schritt in der Zusammenarbeit dieser beiden Organisationen.

Kassel als Veranstaltungsort der EuroSun 2022 besticht dabei nicht nur durch vielfältige kulturelle Highlights wie etwa die documenta 2022 sowie das UNESCO Weltkulturerbe Bergpark Wilhelmshöhe, sondern gerade auch als wichtiger Wissenschafts- und Industriestandort der Solarbranche in Deutschland.

Die Teilnehmer:innen der EuroSun 2022 erwartet ein mehrtägiges wissenschaftliches Programm auf höchstem Niveau inklusive Expertenvorträgen leitender Wissenschaftler:innen, Präsentationen

neuester Forschungsergebnisse und Projekte von mehreren hundert Autor:innen, Workshops sowie zahlreichen Exkursionen zu relevanten Forschungs- und Industriestandorten. Ein besonderer Schwerpunkt der diesjährigen EuroSun wird dabei die Förderung junger Nachwuchswissenschaftler:innen sein: unter Anderem wird ein eigener Masters Course in Solar Energy für Studierende stattfinden. Die Organisator:innen werden einer großen Anzahl junger Studierender die kostenlose Teilnahme an der Konferenz ermöglichen und 15 Stipendien werden speziell an junge Wissenschaftler:innen des globalen Südens vergeben.

Der Call for Paper der EuroSun 2022 ist ab sofort eröffnet: Wissenschaftler:innen sind eingeladen, ihre neuesten Arbeiten zur Präsentation im Rahmen der Konferenz einzureichen – eine vollständige Liste der 20 abgedeckten Themenbereiche kann hier eingesehen werden: [www.eurosun2022.org/about-eurosun-2022/congress-themes](http://www.eurosun2022.org/about-eurosun-2022/congress-themes)

Deadline des Call for Paper ist der 1. April 2022 – wir freuen uns auf Ihre Abstracts!

Mehr Informationen erhalten Sie auf [www.eurosun2022.org](http://www.eurosun2022.org) oder per Email an [eurosun@ises.org](mailto:eurosun@ises.org).



# EuroSun2022

Die International Solar Energy Society (ISES) arbeitet an der Vision 100% Erneuerbare Energien. Wir bieten unseren Mitgliedern eine gemeinsame starke Stimme, basierend auf einem umfassenden Wissen im Bereich von Forschung und Entwicklung in der Solarenergie.

Werden Sie ISES Mitglied – wir freuen uns auf Sie: weitere Information über ISES und eine Mitgliedschaft finden Sie auf unserer Homepage:

<http://join.ises.org>

ISES Mitglieder profitieren von:

- Aktuelle Informationen aus aller Welt über die Fortschritte in der Solarbranche und der Erneuerbaren Energien
- Vernetzungsmöglichkeiten mit Unternehmen, Fachleuten und Entscheidungsträgern weltweit.
- Der Anerkennung, ein wichtiger Teil der Weltbewegung Erneuerbaren Energien zu sein.
- Teilnahme und Vergünstigungen bei ISES Webinaren, Veranstaltungen, Publikationen ... und vielem mehr.

ISES ist der internationale Dachverband der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie. Für DGS-Mitglieder besteht die Möglichkeit einer günstigeren Mitgliedschaft.

## Wie kamen Sie zur DGS?

Als Rechtsanwalt befasste ich mich seit rund zehn Jahren mit Solaranlagen. Dabei bin ich immer wieder auf das Informationsangebot der DGS gestoßen, das mir sehr geholfen hat, einen Zugang zum Thema zu finden.

## Warum sind Sie bei der DGS aktiv?

Die DGS ist für mich der ideale Ort, um sich mit Gleichgesinnten fachlich zu Solaranlagen auszutauschen. Die Kompetenz, die hier im Kreise der Mitglieder zu finden ist, ist schon bemerkenswert. Dieser Austausch macht einfach Spaß.

## Was machen Sie beruflich?

Ich berate bundesweit zu allen Rechtsfragen rund um die Solarenergie. Mittlerweile nehme ich gar keine anderen Mandate mehr an, bei mir dreht sich alles um Solaranlagen. Ich verrete dabei meist die Interessen der Anlagenbetreiber in Rechtsstreitigkeiten mit den Netzbetreibern. Aber auch Projektierer, Anlagenerrichter und Hersteller von Anlagenkomponenten, zählen zu meinen Mandanten. Dabei geht es dann oft um die vertragliche Ausgestaltung der Projekte.

## In meiner Freizeit...

... schätze ich es sehr, Zeit in der Natur und mit guten Freuden zu verbringen. Wir gehen gerne in den Potsdamer Parks laufen oder sind mit Kajaks und SUPs auf dem Wasser. Gutes Essen darf in der Freizeit aber auch nicht fehlen. Wenn wir nicht gerade ein neues Restaurant ausprobieren, koche ich auch gerne selbst.

## Wann haben Sie zuletzt die Energie gewendet?

Täglich. Bei allen Sachen, die ich annehmen und mit denen ich mich befasse, geht es darum, die Energiewende einen kleinen Schritt nach vorne zu bringen.

## Wenn ich etwas ändern könnte, würde ich...

... die Bürokratie für Solaranlagen sofort deutlich reduzieren. Wer den Solarstrom in erster Linie selbst verbraucht oder den Menschen im selben Haus anbieten will, sollte das einfach machen können. Ich finde es auch erschreckend, auf welche Hürden Pioniergeist und neue Ideen in



## Sebastian Lange

Anwalt für PV-Anlagen,  
 Vorsitzender der Allianz BIPV e.V. und  
 DGS-Mitglied und Delegierter  
 Kontakt: [post@mein-pv-anwalt.de](mailto:post@mein-pv-anwalt.de)

der Praxis stoßen. Das gilt insbesondere für die gebäudeintegrierte Photovoltaik.

## Die SONNENENERGIE ist ...

... ein wunderbares Angebot, sich über die Arbeit der DGS und ihrer Mitglieder zu informieren. Zudem finden sich hier viele interessante Beiträge zu aktuellen Entwicklungen.

## Die DGS ist wichtig, weil ...

... das Know-how, die Erfahrungen und die Ideen zur Nutzung der Sonnenenergie ja irgendwo zusammenkommen müssen. Mit ihren Solarschulungen und mit ihren Informationsangeboten ist die DGS von unschätzbarem Wert. Deutschland war und ist eines der führenden Länder bei der Entwicklung der Solarenergie. Die DGS trägt wie kaum eine andere Organisation dazu bei, dass dieses Wissen geteilt und allen Interessierten zugänglich gemacht wird. Herausragend ist dabei auch, wie dieses Wissen in Teile der Welt getragen wird, für die die Solarenergie enorme Möglichkeiten bietet – Afrika zum Beispiel.

## Auch andere sollten bei der DGS aktiv werden, weil ...

... die DGS einer der wichtigsten Vereine in Deutschland ist, wenn es um die Interessen der Betreiberinnen und Betreiber von Solaranlagen geht. Auch Solaranlagenbetreiber brauchen in der Politik und in der Gesellschaft eine starke Stimme und Fürsprecher. Das leistet die DGS.

## Mit wem sprechen Sie regelmässig über die direkte Nutzung von Sonnenenergie?

Mit meinen Mandanten, Kollegen und

Geschäftspartnern tausche ich mich regelmäßig über aktuelle Entwicklungen aus. Ein sehr wichtiger Austausch findet zudem innerhalb der Allianz BIPV statt. Dort setzen wir uns intensiv mit der Frage auseinander, wie wir die gebäudeintegrierte Photovoltaik voranbringen können.

## Persönliche Anmerkung:

Die Photovoltaik hat in den letzten Jahren eine bemerkenswerte Entwicklung gezeigt. Dass sie einer der wichtigsten Bausteine der Energiewende sein wird, ist kaum noch in Frage zu stellen. Wir müssen aber aufpassen, dass wir die breite Akzeptanz, die die Solarenergie noch genießt, nicht auf Spiel setzen. In Zukunft muss es daher vermehrt darum gehen, Solarenergie und Baukultur miteinander zu verbinden. Technisch und baulich ist heute schon fast alles machbar. Nur mangelt es bislang noch an Wissen und Bereitschaft, wie sich Solaranlagen harmonisch in die Gebäudehülle integrieren lassen. Ich wünsche mir, dass auch die DGS vermehrt in diese Richtung denkt.

## Steckbrief

Die DGS ist regional aktiv, viel passiert auch auf lokaler Ebene. Unsere Mitglieder sind Aktivisten und Experten, Interessierte und Engagierte. Die Bandbreite ist groß. In dieser Rubrik möchten wir uns vorstellen. Die Motivation, Mitglied bei der DGS zu sein, ist sehr unterschiedlich, aber lesen Sie selbst ...





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

# DGS Ansprechpartner

	Straße / PLZ Ort	Tel / Fax / Mobil	eMail / Internet
<b>DGS-Geschäftsstelle</b> Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. Präsidium (Bundesvorstand)	Erich-Steinfurth-Str. 8 10243 Berlin	030/29381260 030/29381261	info@dgs.de www.dgs.de
Bernhard Weyres-Borchert, Jörg Sutter, Vivian Blümel, Dr. Götz Warnke, Bernd-Rainer Kasper			
<b>Landesverbände</b>			
LV Berlin-Brandenburg e.V. Geschäftsstelle und SolarSchule Berlin® Berit Müller	Erich-Steinfurth-Str. 8 10243 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.dgs-hh-sh.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 Asmuth	48147 Münster Auf der Horst 12	0251/136027	nrw@dgs.de www.dgs-nrw.de
LV Oberbayern e.V. Herrmann Ramsauer jun. (Elektronikentwicklung Ramsauer GmbH)	Kienbergerstraße 17 83119 Obing	08624/8790608	www.elektronikentwicklung-ramsauer.de
LV Rheinland-Pfalz 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	Döbereinerstr. 30 99427 Weimar	03643/7750744	thueringen@dgs.de www.dgs-thueringen.de
<b>Sektionen</b>			
Arnsberg Joachim Westerhoff	Brunnenstr. 30 59846 Sundern/Sorpesee	01575/0751355	westerhoff@dgs.de
Augsburg/Schwaben Heinz Pluszynski	Hohenstaufenstraße 10 86830 Schwabmünchen	08232/957500 08232/957700	heinz.pluszynski@t-online.de
Berlin-Brandenburg Rainer Wüst	Erich-Steinfurth-Str. 8 10243 Berlin	030/29381260	rew@dgs-berlin.de www.dgs-berlin.de
Braunschweig Matthias Schenke	Lohenstr. 7 38173 Sickinge	05333/947644 0170/34 44 070	matthias-schenke@t-online.de
Bremen-Weser/Ems Klaus Prietzel	Leerer Str. 13 28215 Bremen	0172/920 94 74 0421/371877	kprietzel@web.de
Cottbus Dr. Christian Fünfgeld	Saspower Waldrand 8 03044 Cottbus	0355/30849 0175/4043453	cottbus@dgs.de
Freiburg/Südbaden Alexander Schmidt	Berlinger Straße 9 78333 Stockach	0163/8882255	alex7468@gmx.de
Hamburg/Schleswig-Holstein Dr. Götz Warnke	Achtern Sand 17 b 22559 Hamburg	040/813698	kontakt@warnke-verlag.de
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	0173/9991494 0721/4009001	boettger@sesolutions.de
Kassel/AG Solartechnik Peter Ritter, c/o Umwelthaus Kassel	Wilhelmsstraße 2 34117 Kassel	0561/4503577	hessen@dgs.de
Mittelfranken Matthias Hüttmann c/o DGS, Landesverband Franken e.V.	Fürther Straße 246c 90429 Nürnberg	0911/37651630	huettmann@dgs-franken.de
München/Oberbayern Dipl.-Phys (Univ.) Thomas Horn	Guido-Schneble-Str. 3 80689 München	089/3114312 0151/22697632	horn@dgs.de
Münster Dr. Peter Deininger c/o Nütec e.V.	c/o Nütec e.V., Zumsandstr. 15 48145 Münster	0251/136027	deininger@nuetec.de
Niederbayern Walter Danner	Haberskirchner Straße 16 94436 Simbach/Ruhstorf	09954/90240 09954/90241	w.danner@t-online.de
Stuttgart/Nord-Württemberg Fritz Müller	Ludwigstr. 35 74906 Bad Rappenau	07268/919557	mueller.oeko@t-online.de
Rheinhausen/Pfalz Rudolf Franzmann	Im Küchengarten 11 67722 Winnweiler	06302/983281 0175/2212612	info@rudolf-franzmann.de
Rheinland Andrea Witzki	Am Ecker 81 42929 Wermelskirchen	02196/1553 0177/6680507	witzki@dgs.de
Saarland Dr. Alexander Dörr	St. Johanner Straße 82 66115 Saarbrücken	0681/5869135 0171/1054222	saarland@dgs.de
Sachsen-Anhalt Jürgen Umlauf	Poststraße 4 06217 Merseburg	03461/213466 03461/352765	isumer@web.de
Tübingen/Süd-Württemberg Dr. Friedrich Vollmer c/o SONNE HEIZT GMBH	Pfarrgasse 4 88348 Bad Saulgau	07581/2007746	dr.vollmer@sonne-heizt.de
Thüringen Antje Klauß-Vorreiter	Döbereinerstr. 30 99427 Weimar	03643/7750744	thueringen@dgs.de www.dgs-thueringen.de
<b>Fachausschüsse</b>			
Aus- und Weiterbildung Prof. Frank Späte c/o OTH Amberg-Weiden – FB Maschinenbau / Umwelttechnik	Kaiser-Wilhelm-Ring 23 92224 Amberg	09621/4823340	f.spaete@oth-aw.de
Energieberatung Heinz Pluszynski	Hohenstaufenstraße 10 86830 Schwabmünchen	08232/957500 08232/957700	heinz.pluszynski@t-online.de
Ressourceneffizienz Gunnar Böttger (kommissarisch)	Gustav-Hofmann-Str. e 23 76229 Karlsruhe	0173/9991494 0721/4009001	energieeffizienz@dgs.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 Haselhuhn	Erich-Steinfurth-Str. 8 10243 Berlin	030/29381260 030/29381261	rh@dgs-berlin.de
Nachhaltige Mobilität Dr. Götz Warnke	Achtern Sand 17b 22559 Hamburg	040/813698	kontakt@warnke-verlag.de
Nachhaltiges Bauen Hinrich Reyelts	Strählerweg 117 76227 Karlsruhe	0721/9415868 0721/9415869	buero@reyelts.de
Energiemeteorologie und Simulation Prof. Mike Zehner c/o TH Rosenheim (kommissarisch)	Hochschulstr. 1 83024 Rosenheim	08031/8052357 08031/8052402	michael.zehner@th-rosenheim.de www.th-rosenheim.de/egt.html
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

## Kurse und Seminare an DGS SolarSchulen

Die DGS SolarSchulen bieten seit 1996 in Deutschland Solar(fach)berater-Kurse an, aktuell an 10 Standorten. Seit 2006 hat die DGS Berlin-Brandenburg die Koordination aller SolarSchulen übernommen. Die DGS bietet neben den Solar(fach)berater-Kursen auch weiterbildende Kurse zum Thema Erneuerbare Energien und Energieeffizienz an. Unsere Referenten verfügen über langjährige praktische Erfahrung in Deutschland sowie in Entwicklungsländern. Jede/r Teilnehmer/in erhält zum Abschluss eine Teilnahmebestätigung. Zudem kann eine Prüfung abgelegt werden, um bei erfolgreicher Teilnahme ein allgemein anerkanntes DGS Zertifikat zu erhalten.

Aktuelle Kurse und Seminare			
22. bis 25.03.2022	DGS SolarSchule Nürnberg/Franken	► DGS Berater für E-Mobilität	760 €
11.03. bis 02.04.2022	DGS SolarSchule Karlsruhe	► DGS Solar(fach)berater Photovoltaik	760 €
05. bis 08.04.2022	DGS SolarSchule Nürnberg/Franken	► DGS Solar(fach)berater Photovoltaik	760 €
21. bis 24.06.2022	DGS SolarSchule Nürnberg/Franken	► DGS Solar(fach)berater Photovoltaik	760 €
28.06. bis 01.07.2022	DGS SolarSchule Nürnberg/Franken	► DGS Photovoltaik Eigenstrommanager	800 €
20. bis 23.09.2022	DGS SolarSchule Nürnberg/Franken	► DGS Solar(fach)berater Photovoltaik	760 €
11. bis 14.10.2022	DGS SolarSchule Nürnberg/Franken	► DGS Berater für E-Mobilität	760 €
15. bis 18.11.2022	DGS SolarSchule Nürnberg/Franken	► DGS Photovoltaik Eigenstrommanager	800 €
29.11. bis 02.12.2022	DGS SolarSchule Nürnberg/Franken	► DGS Solar(fach)berater Photovoltaik	760 €
06. bis 09.12.2022	DGS SolarSchule Nürnberg/Franken	► DGS Berater für E-Mobilität	760 €

Die Prüfungsgebühr beträgt 59 €.

Bundesland	DGS SolarSchule	Ansprechpartner	Kontakt
Berlin	DGS SolarSchule Berlin, DGS LV Berlin Brandenburg e.V. Erich-Steinfurth-Str. 8, 10243 Berlin	Quynh Dinh	Tel: 030/293812-60, Fax: 030/293812-61 eMail: solarschule@dgs-berlin.de Internet: www.dgs-berlin.de
Schleswig Holstein	DGS SolarSchule Glücksburg artefact, Zentrum für nachhaltige Entwicklung	Werner Kiwitt	Tel: 04631/61160, Fax: 04631/611628 eMail: 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 eMail: Dieter.Froendt@bk-werne.de Internet: https://berufskolleg-werne.de
Baden-Württemberg	DGS SolarSchule Karlsruhe Verein der Förderer der Heinrich-Herz-Schule e.V. Berufsfachschule für die Elektroberufe Südenstr. 51, 76135 Karlsruhe	Alexander Kraus	Tel.: 0721 /133-4855 , Fax: 0721/133-4829 eMail: 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 eMail: 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 eMail: info@dgs-franken.de Internet: www.dgs-franken.de
Hamburg	DGS SolarSchule Hamburg SolarZentrum Hamburg Zum Handwerkszentrum 1 21079 Hamburg	Bernhard Weyres-Borchert	Tel.: 040/35905820, Fax: 040/3590544821 eMail: bw@solarzentrum-hamburg.de Internet: www.solarzentrum-hamburg.de
Thüringen	DGS SolarSchule Thüringen Döbereinerstr. 30, 99427 Weimar	Antje Klauß-Vorreiter	Tel.: 03643/77 50 744 eMail: thueringen@dgs.de Internet: www.dgs-thueringen.de
Hessen	DGS SolarSchule Weilburg Staatliche Technikakademie Weilburg Frankfurter Straße 40, 35781 Weilburg	Werner Herr	Tel.: 06471/9261-0, Fax: 06471/9261-055 eMail: herr@ta-weilburg.de Internet: www.ta-weilburg.com

Weitere Informationen finden Sie auf der Homepage der jeweiligen Bildungseinrichtung

# „LET THE SUN SHINE IN“ – STECKER-SOLARGERÄTE FÜR DAS HANSAVIERTEL

DGS-Sektion Münster



Bildquelle: V. Meyer

Bild 1: Befestigung eines Solarmoduls im Rahmen des HANSAFORUM-Projektes Münster

Bereits in der Ausgabe 4/2020 der SONNENENERGIE berichteten wir über den Start des HANSAFORUM-Projektes „Let the sun shine in! – Mini-PV-Anlagen für das Hansaviertel“ in Münster.

Im Rahmen des Projektes war die DGS-Sektion Münster durch die Gremien des HANSAFORUMS mit einem Projektbudget in Höhe von 2.500 Euro für die Bewerbung, Information und finanzielle Unterstützung von Haushalten ausgestattet worden, die sich für eine Anschaffung eines Stecker-Solargerätes auf ihrer Terrasse, ihrem Vordach oder an ihrem Balkon interessierten.

Im November 2021 endete nun der Umsetzungszeitraum für dieses und etwa 80 weitere bürgerschaftliche Projekte des HANSAFORUMS Münster.

## Erkenntnisse aus dem Stadtteilprojekt

Zunächst einmal ein Blick auf Zahlen und Fakten:

Peter Deininger und Rüdiger Brechler von der DGS-Sektion Münster hatten am

19. August 2020 auf einer Veranstaltung über das Thema informiert. Von der Corona-bedingt auf 28 Personen begrenzten Teilnehmerzahl interessierten sich im Anschluss 12 Personen für ein Stecker-Solargerät. Sechs Personen davon wohnten im Projektgebiet und hatten so die Möglichkeit, sich um einen Zuschuss für ein Stecker-Solargerät aus dem Budget des HANSAFORUM-Projektes zu bewerben.

Letztendlich wurden bis zum Ende des Projektzeitraums im November 2021 Stecker-Solargeräte in drei Haushalten im Hansaviertel umgesetzt. Bei den Haushalten handelt es sich in zwei Fällen um Eigentumswohnungen in einer Wohnungs-Eigentümergeinschaft, in einem Fall um eine Mietwohnung. Alle drei Stecker-Solargeräte wurden als Balkon-Anlagen ausgeführt. Auch aus Sicherheitsgründen wurden in allen Fällen extra leichte und glasfreie Kunststoffmodule verwendet. Jeder der Haushalte erhielt einen Zuschuss von 500 Euro.

Mit fachlicher Unterstützung der DGS-Sektion gingen seit August 2020 auch

an fünf anderen Orten außerhalb des Projektgebietes in und um Münster weitere Stecker-Solargeräte in Betrieb oder werden noch Anfang 2022 in Betrieb genommen.

Photovoltaik genießt hohe Akzeptanz. Als besonders positive Erkenntnisse aus dem HANSAFORUM-Projekt können festgehalten werden:

- Photovoltaik wird gerade auch von Bewohnern in urbanen Quartieren als klimafreundliche und wirtschaftlich interessante Energiequelle wahrgenommen.
- Die grundsätzlich einfache Installation und Anschlussmöglichkeit von Stecker-Solargeräten über die im Regelfall vorhandenen Haushaltssteckdosen löste bei nicht wenigen Interessenten Erstaunen, bei einigen eine regelrechte Faszination aus.
- Das Engagement der DGS (u. a. durch das Informationsangebot PVPlug) für diese kleinen PV-Anwendungen wird bei Interessenten als sehr positiv wahrgenommen.

## Normen und Anmeldung stellen teilweise Hürden dar

Es existieren aber auch noch einige, insbesondere formelle Aspekte, die potenzielle Anwender irritieren und zum Teil dazu führen, dass ursprünglich angedachte Vorhaben nicht umgesetzt werden:

- Die in Deutschland als einzig normgerecht definierten Anschlussarten über eine feste nicht lösbare Verbindung oder eine spezielle Einspeisesteckdose führen zu vergleichsweise hohen Anschlusskosten. Insbesondere dann, wenn ein Elektrofachbetrieb mit der Durchführung des Anschlusses beauftragt werden soll.
- Die Formulare für die vereinfachte Anmeldung steckerfertiger Erzeugungsanlagen bis max. 600 VA entsprechen auch heute noch nicht bei



jedem Stromnetzbetreiber den Vereinfachungsregeln, wie sie die seit April 2019 geltende Anwenderregel VDE-AR-N 4105 vorschlägt.

- Trotz des erfreulichen Urteils des Amtsgerichts Stuttgart aus dem Jahr 2021, das einem Mieter den Betrieb eines Stecker-Solargerätes mit 600 Watt als Folge einer Klage seiner Vermieterin ausdrücklich erlaubte, lehnen noch zu viele Vermieter den Einsatz von Stecker-Solargeräten in ihren Mietwohnungen ab. Dies musste in einigen Fällen auch in Münster festgestellt werden. Mietparteien haben gerade auch in Ballungsräumen mit begrenztem Wohnungsangebot wenig Interesse, sich ggf. sogar auf dem Klageweg gegen die tendenziell ablehnende Haltung von Vermietern zu Stecker-Solargeräten durchzusetzen.

### Reflexion: Was kann das Projekt bewirken?

Das abgeschlossene Projekt wird hoffentlich in mindestens zwei Richtungen wirken:

Die Pilot Haushalte werden merken, in welchem Umfang sich der Stromverbrauch auf ihren Stromrechnungen reduzieren wird. Und sie erfahren ganz praxisnah, wie einfach es ist, den eigenen Solarstrom über ein Stecker-Solargerät zu erzeugen.

Alle Pilotanwender werden aber auch ihren Freunden und Freundinnen, Bekannten und Familienangehörigen davon erzählen, spätestens dann, wenn diese auf einen Besuch vorbeikommen. Und auch aufmerksame Nachbarn wird diese klimafreundliche Art der Balkongestaltung vielleicht positiv auffallen und sie neugierig machen.

Der wachsenden Verbreitung von Stecker-Solargeräten im Hansaviertel und auch in ganz Münster dürfte damit eigentlich nichts mehr im Wege stehen

### Weitere Infos:

<https://hansaforum-muenster.de>

### ZUM AUTOR:

► Rüdiger Brechler

[brechler@dgs-nrw.de](mailto:brechler@dgs-nrw.de)



Bildquelle: R. Brechler

Bild 2: Ein glücklicher Betreiber eines Stecker-Solargerätes in Münster

## ZERTIFIKAT „SOLARSCHULE NRW“

### DGS-Sektion Münster

In der Jahrgangsstufenversammlung des 6. Jahrgangs wurde der Mathilde Anneke Gesamtschule (MAG) am Freitag (17.12.2021) der Titel „Solarschule NRW“ verliehen.

Dr. Peter Deininger und Günter Seidel übergaben das Zertifikat im Namen der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie e. V. (DGS) im Rahmen der Jahrgangsstufenversammlung. Die Mathilde Anneke Gesamtschule ist nun Standort für die Solarkoffer in Münster. Die Solarkoffer sind modular aufgebaute Unterrichtsmaterialien, mit denen das Thema „Solarenergie“ an Schülerinnen und Schüler vermittelt werden kann. Es ist mit zahlreichen praktischen Übungen, aber auch mit theoretischen Grundlagen versehen. Diese Koffer können an der MAG für Unterrichtsvorhaben, Projekte oder AGs von anderen Schulen ausgeliehen werden.

An der MAG wird dieses Projekt in den Jahrgängen 5 und 6 halbjährig in der Garten AG durchgeführt. Zusätzlich wird eine Kooperation mit benachbarten Grundschulen angestrebt, in der die Garten AG die Solarkoffer mit Grundschülerinnen und Grundschülern einsetzen.



Bildquelle: Anneke Gesamtschule

v.li. P. Deininger, G. Seidel (DGS) mit dem Fachlehrer S. Feldkötter (Anneke Gesamtschule)

## EINFÜHRUNG DER PHOTOVOLTAIK IN KITA UND GRUNDSCHULE

DGS-Sektion Kassel

**V**orbemerkungen: Die klimaverträgliche Energieversorgung der Zukunft ist elektrisch. Das Ziel, bis 2030 80 % der Energie „klimaneutral“ bereit zu stellen, ist durch den „Rückgang der Erneuerbaren Energien im Strommix und den deutlichen Anstieg der Emissionen“ lt. Agora-Analyse für 2021 nur schwer zu erreichen.. Unsere Energiewende ist ins Stocken geraten, die

Zubauziele an Erneuerbaren Energien (EE) wurden bisher nicht eingehalten und damit die verbindlichen Klimaziele von Paris von 2015 verfehlt. Wie soll für die Zukunft 100 % EE in den Bereichen Strom, Wärme und Mobilität bereit gestellt werden ? Welche Anforderungen an die Menschen und deren Wissen und Motivation werden gestellt? Die Energiewende findet von unten statt, im PV

Bereich ist die Mehrzahl der Anlagen auf private Initiativen zurückzuführen und durch Bürgerenergiegenossenschaften entstanden. Die heutigen Grundschüler stehen 2045 im Erwerbsleben und haben in der davor liegenden Schulzeit, Ausbildung und evtl. Studium mehrfach Entscheidungen zu treffen, wo neben Faktenwissen auch Einstellungen und Werte gefragt sind.

### Ideen zur pädagogischen Gestaltung

Kind- und altersgerechte Spiele und Experimente sollen Interesse wecken, neugierig machen, Spaß am Lernen erzeugen und orientieren sich an:

- Vorwissen mit all den Unterschieden
- Zugänglichkeit
- gefahrloses Bedienen
- Transparenz
- Einbeziehung der ErzieherInnen und der Eltern
- Reproduzierbarkeit

#### Sonnen-Koffer

Um alle Sinne anzusprechen, insbesondere jedoch auch Bewegungsvorgänge, erfolgte eine Auswahl. Über kleine Bausätze (Made in Germany) können solar betriebene Kleinventilatoren aufgebaut und erprobt werden. Im inneren Kofferdeckel befinden sich sechs große,

einlaminierte Solarzellen. Dabei ist von Vorteil, dass auch ohne direktes Sonnenlicht ein Betrieb möglich ist. Der Inhalt besteht aus:

- Koffer mit Multimetern, Energiemessgeräten und Werkzeug,
- Ein 50 Watt „LED Fluter“ für sehr trübe Lichtverhältnisse,
- Spieluhr auf Resonanzkörper durch kleinen Getriebemotor angetrieben,
- 20 x LED Lämpchen,
- Solarboot (Bausatz) auf Korkschwimmer mit Luftschraube,
- Solarauto (Bausatz) in lasergeschnittenem Holz,
- „Fischdosenauto“ mit einstellbarem Getriebe, noch ohne Modul,
- Bausatz und fertiger solar betriebener Kleinventilator – kann in der Kita verbleiben,

- Kleinen Getriebemotor mit Lämpchen als Generator zur Darstellung der Windkraftnutzung.

#### Einsatz und Anwendung

Dank der cdw Stiftung in Kassel wurden/werden in 2021/2022 mehrere Kitas und Grundschulen mit PV Kleinstanlagen (Balkonkraftwerke) ausgestattet. Dazu übernimmt die DGS/ASK e.V. Sektion Kassel die pädagogische Einführung, idealerweise mit den Eltern. Darüber hinaus ist ein Workshop mit Eltern/Großeltern im Umwelthaus geplant. Bei Interesse finden weitere Veranstaltungen in Lohfelden statt.

#### ZUM AUTOR:

► Heino Kirchof

heino.kirchof@web.de

### Ausgewählte Beispiele und Experimente

1. An einer Solarzelle wird mittels Multimeter bei Lichteinfall der Strom (Meßbereich 200 mA) gemessen: Bei schwacher/ starker Einstrahlung; ganzer/teilweiser Abdeckung der Zelle. Ergebnis/Anwendung: Unterschiede sind klar zu erkennen und können benannt werden. Sonnen-Koffer, PV-Anlagen auf den Dächern. Welche PV-Anlage gibt es bei euch/in der Nachbarschaft?



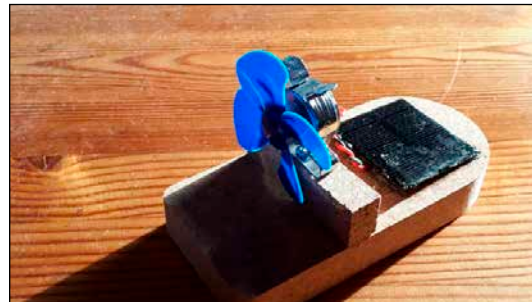
2. Ein Kleinmotor mit Getriebe ist mit einem kleinen Glühlämpchen verbunden und wird von Hand erst langsam, dann schneller gedreht, er wird zum Generator. Was ist zu spüren, wenn das Lämpchen gelockert wird? Lösung/Hinweis/Anwendung: >Energieerhaltungssatz, Umwandlung von mechanischer Energie in elektrische Energie (im Kabel – evtl. messen) und dann in Licht und Wärme. Fahrraddynamo, Windkraftanlage. Welche Anlagen sind von der Kita/GS zu sehen?



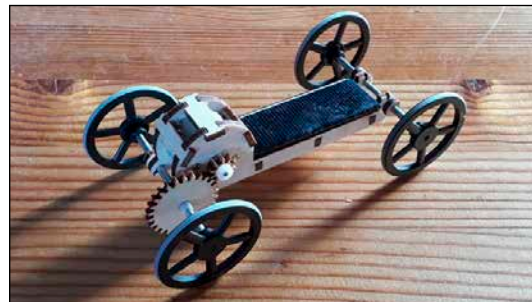
3. Der Bausatz „Solarventilator“ wird nach Anleitung aufgebaut und dem Sonnenlicht ausgesetzt. (Anwendung aus 1.) Was ist zu beobachten bei verschiedenen Einstrahlwinkeln zur Sonne/bei Teilabdeckung der Solarzelle? Hinweis/Anwendung: Der kleine Propeller kann mit dem Finger gestoppt werden – Warum darf das nicht bei großen Ventilatoren gemacht werden?



4. Ein Solarboot wird mit dem gleichen Motor und Propeller betrieben. Was ist zu beobachten, wenn die erwärmte Solarzelle mit Wasser benetzt wird? Lösung/Anwendung: Werden Solarzellen/Solarmodule gekühlt, steigt deren Leistung – siehe Dachanlagen, die mit Abstand zum Dach montiert sind.



5. Das Solarauto wird auf möglichst glattem Untergrund dem hellen Sonnenlicht ausgesetzt. Was ist zu beobachten, wenn es Schattenbereiche durchfährt? Wie kann bei 4. und 5. mit Hilfe eines Handspiegels die Geschwindigkeit erhöht werden? Lösung Durch den zusätzlichen Lichteinfall verdoppelt sich nahezu die Einstrahlung.



6. Zum Schluss etwas für die Ohren:  
Die kleine Spieluhr wird über einen Kleinmotor mit Getriebe (2.) durch die Solarzellen (1.) im Deckel des Sonnen Koffers angetrieben. Was ist zu beobachten – wie verändert sich das Tempo bei Veränderung des Abstandes Sonnen-Koffer - Lichtquelle? Welche Energieformen werden genutzt? Lösung: Die Solarzellen wandeln Strahlungsenergie in elektr. Energie – der Motor diese in mech. Energie (Drehbewegung – Umkehrung von 2.) und daraus über die Spieluhr die akust. Energie.





Heiko Schwarzburger, Sven Ullrich

## Sonnenstrom aus der Gebäudehülle – Bauwerkintegrierte Photovoltaik (BIPV)

ISBN 978-3-8007-5309-3,  
VDE-Verlag (Berlin),  
1. Auflage 2021,  
Format ca. 27 cm x 23 cm,  
ca. 190 Seiten

56,00 €



NEU

Matthias Hüttmann, Tatiana Abarzua, Herbert Eppel

## Propagandaschlacht ums Klima Deutsche Ausgabe von The New Climate War Michael E. Mann

ISBN 978-3-933634-48-1,  
Verlag Solare Zukunft (Erlangen),  
2. Auflage 2021,  
Format ca. 21 cm x 15 cm,  
ca. 448 Seiten

29,00 €

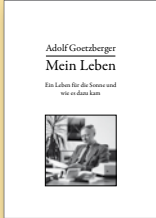


Adolf Goetzberger

## Mein Leben – ein Leben für die Sonne und wie es dazu kam

ISBN 978-3-933634-47-4,  
Verlag Solare Zukunft (Erlangen),  
1. Auflage 2021,  
Format ca. 21 cm x 15 cm,  
ca. 138 Seiten

20,00 €



Marc Fengel

## Die zukunftssichere Elektroinstallation: Photovoltaik, Speicher, Ladeinfrastruktur

ISBN 978-3-8007-4800-6,  
VDE-Verlag (Berlin),  
1. Auflage 2020,  
Format ca. 21 cm x 15 cm,  
ca. 340 Seiten

36,00 €

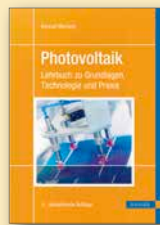


Konrad Mertens

## Photovoltaik – Lehrbuch zu Grundlagen, Technologie und Praxis

ISBN 978-3-446-46404-9,  
Carl Hanser Verlag (München),  
5., aktualisierte Auflage 2020,  
Format ca. 24 cm x 17 cm,  
ca. 384 Seiten

34,99 €

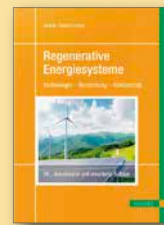


Volker Quaschnig

## Regenerative Energiesysteme – Technologie, Berechnung, Klimaschutz

ISBN 978-3-446-46113-0,  
Carl Hanser Verlag (München),  
10., aktualisierte und er-  
weiterte Auflage 2019,  
Format ca. 24 cm x 17 cm,  
ca. 468 Seiten

39,90 €



Heinz-Dieter Fröse

## Regelkonforme Installation von PV-Anlagen

ISBN 978-3-8101-0489-2,  
Hüthig & Pflaum Verlag (München),  
2., neu bearbeitete und  
erweiterte Auflage 2019,  
Format ca. 21 cm x 15 cm,  
ca. 232 Seiten

36,80 €



Andreas Wagner

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

ISBN 978-3-662-58454-5,  
Springer Verlag (Berlin),  
5., erweiterte Auflage 2019,  
Format ca. 24 cm x 17 cm,  
ca. 480 Seiten

89,99 €



Richard Mährlein, Matthias Hüttmann

## Cartoon – aus dem Kopf gepurzelte Ideen: Karikaturen zu Energie & Umwelt

ISBN 978-3-933634-45-0,  
Verlag Solare Zukunft (Erlangen),  
1. Auflage 2018,  
Format ca. 15 cm x 21 cm,  
ca. 128 Seiten

12,00 €



Wolfgang Schröder

## Gewerblicher Betrieb von Photovoltaikanlagen – Betreiber- verantwortung, Betriebssicher- heit, Direktvermarktung

ISBN 978-3-8167-9921-4,  
Fraunhofer IRB Verlag (Stuttgart),  
1. Auflage 2018,  
Format ca. 24 cm x 17 cm,  
ca. 240 Seiten

55,00 €



Iris Behr, Marc Großklos (Hrsg.)

## Praxishandbuch Mieterstrom – Fakten, Argumente und Strategien

ISBN 978-3-658-17539-9,  
Springer Verlag (Berlin),  
1. Auflage 2017,  
Format ca. 24 cm x 17 cm,  
ca. 200 Seiten

64,99 €



Wolfgang Schröder

## Privater Betrieb von Photovoltaik- anlagen – Anlagentechnik, Risiko- minimierung, Wirtschaftlichkeit

ISBN 978-3-8167-9855-2,  
Fraunhofer IRB Verlag (Stuttgart),  
1. Auflage 2017,  
Format ca. 24 cm x 17 cm,  
ca. 220 Seiten

49,00 €



Roland Krippner (Hrsg.)

## Gebäudeintegrierte Solartechnik – Energieversorgung als Gestaltungsaufgabe

ISBN 978-3-9555-3325-0,  
Detail Verlag (München),  
1. Auflage 2016,  
Format ca. 30 cm x 21 cm,  
ca. 144 Seiten

49,90 €



Timo Leukefeld, Oliver Baer,  
Matthias Hüttmann

## Modern heizen mit Solarthermie – Sicherheit im Wandel der Energiewende

ISBN 978-3-933634-44-3,  
Verlag Solare Zukunft (Erlangen),  
2., durchges. Auflage 2015,  
Format ca. 21 cm x 15 cm,  
ca. 176 Seiten

24,85 €



Bernhard Weyres-Borchert,  
Bernd-Rainer Kasper

## Solare Wärme: Technik, Planung, Hausanlage

ISBN 978-3-8167-9149-2,  
Fraunhofer IRB Verlag (Stuttgart),  
1. Auflage 2015,  
Format ca. 24 cm x 17 cm,  
ca. 168 Seiten

29,80 €

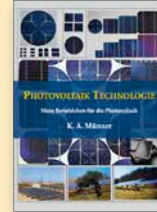


Adolf Münzer

## Photovoltaik-Technologie – Mein Berufsleben für die Photovoltaik

ISBN 978-3-347-32674-3,  
Tredition Verlag (Hamburg),  
1. Auflage 2015,  
Format ca. 27 cm x 19 cm,  
ca. 821 Seiten

89,00 €



Wolfgang Schröder

## Inspektion, Prüfung und Instandhaltung von Photovoltaik-Anlagen

ISBN 978-3-8167-9264-2,  
Fraunhofer IRB Verlag (Stuttgart),  
1. Auflage 2015,  
Format ca. 24 cm x 17 cm,  
ca. 256 Seiten

49,00 €

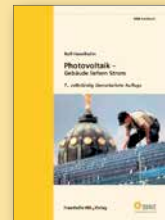


Ralf Haselhuhn

## 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. 172 Seiten

29,80 €



DGS e.V., LV Berlin-Brandenburg und  
Hamburg / Schleswig-Holstein

10% Rabatt für  
DGS-Mitglieder

## 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. 660 Seiten, mit DVD-ROM,  
Direktbestellungen unter  
[www.dgs-berlin.de](http://www.dgs-berlin.de)

53,40 €



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 €



### Kontaktdaten

Titel: ..... Geb.-Datum: .....  
Name: ..... Vorname: .....  
Firma: .....  
Straße: ..... Nr.: .....  
Land: ..... PLZ: ..... Ort: .....  
Tel.: ..... Fax: .....  
eMail: .....  
Einzugsermächtigung  Ja  Nein  
IBAN: .....  
BIC: .....  
DGS-Mitgliedsnummer\*: .....  
\* für rabattfähige Publikationen  
.....  
Datum, Unterschrift

### Bestellung Buchshop

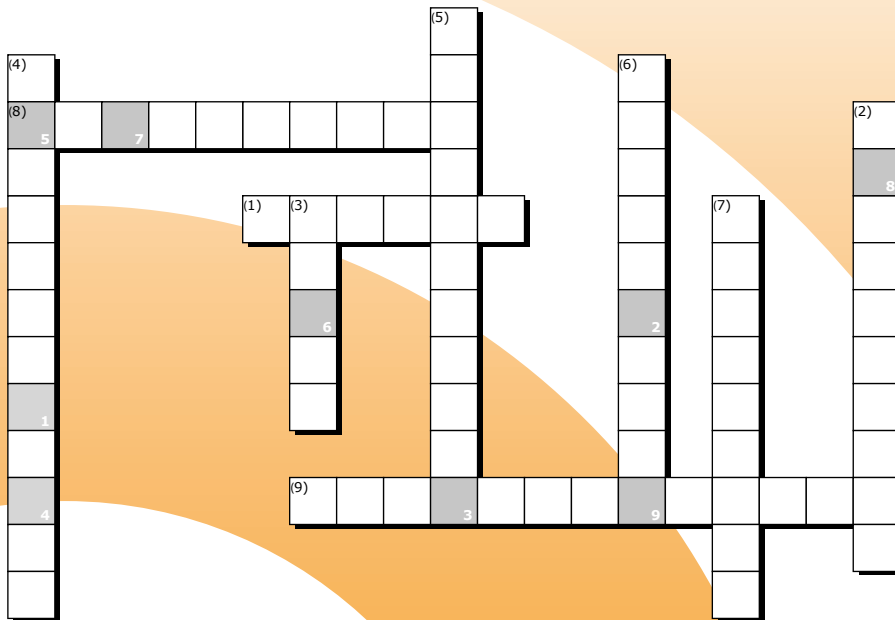
Autor	Buchtitel	Menge	Preis
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....

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](http://www.solar-buch.de).

per Fax an: 0911-37651631 oder  
per eMail an: [buchshop@dgs.de](mailto:buchshop@dgs.de)

## Gewinnspiel

### Das DGS-Klimakreuzworträtsel



- (1) Die Erde nennt man auch den ... Planeten, weil sie so vom Weltall aus aussieht.
- (2) Ein bestimmter Lebensraum und die darin lebenden Tiere und Pflanzen bilden ein: (z.B. der Wald oder die Wiese)
- (3) Ein mit den Katzen verwandtes Wildtier mit schwarzen Pinselhaaren auf seinen Ohren:
- (4) Viele sehr alte Bäume; man nennt sie auch die grünen Lungen der Erde
- (5) Erneuerbare Energie, die mit Hilfe von Turbinen aus Strömungs- oder Höhenenergie gewonnen wird
- (6) Bei uns heimische Pflanze mit gelben Blüten und gezahnten Blättern
- (7) Eine große Masse von Eis, die über lange Zeiträume aus Schnee entstanden ist
- (8) Schnell wachsende, hohe, immergrüne Bäume; Nahrung des Koalabärs
- (9) Pflanzen nutzen Licht, Wasser und Kohlenstoffdioxid, um daraus Glucose und Sauerstoff zu machen. Diesen Prozess nennt man



Die grau markierten Felder ergeben ein Lösungswort.

Zu gewinnen gibt es 5 Ausgaben des Buches „Propagandaschlacht ums Klima“, für Nichtmitglieder gibt es obendrauf noch eine einjährige Schnuppermitgliedschaft in der DGS.

Einsendeschluss ist der 31.03.2022.

**Zur Teilnahme:** [www.dgs.de/aktuell/gewinnspiel](http://www.dgs.de/aktuell/gewinnspiel)

## WITZIGES

Ein arbeitsloser Naturforscher bekommt nach monatelangem Suchen eine Stelle im lokalen Zoo. Dort ist gerade der letzte Gorilla gestorben. Der Forscher erhält ein Gorillakostüm und soll im Gorillagehege als Gorilla die Besucher täuschen. Zunächst ist der Naturforscher sehr schüchtern und sitzt nur am Boden. Mit der Zeit wird er mutiger und bald schwingt er sich von Ast zu Ast.

Bei einem wagemutigen Sprung verliert er allerdings sein Gleichgewicht, greift daneben und landet im benachbarten Eisbärengehege. Dort wacht fauchend ein Eisbär auf. Vor Schreck bewegungsunfähig auf dem Boden liegend beginnt er in Todesangst laut um Hilfe zu rufen. „Hilfe, helf mir hier heraus!“ Da kommt auch schon der Eisbär drohend auf ihn zugesprungen, beugt sich über ihn und flüstert. „Hi, ich bin's, ihr Student aus dem Polarfauna-Kurs, aber jetzt halten sie die Klappe sonst fliegen wir beide.“

Woran erkennt man ein ökologisches Auto?

Es hat nur zwei Räder und man muss sich bei der Benutzung anstrengen.

In Fachkreisen wird es auch Fahrrad genannt.

„Wir werden Seen.“

Gletscher nehmen die Klimakrise gelassen.

Wie viele Klimakrisenleugner braucht man, um eine Glühbirne zu wechseln?

Keinen. Es ist noch zu früh zu sagen, ob die Birne wirklich gewechselt werden muss.

Ein Mann an der Kasse: „25 Cent für eine Plastiktüte? So viel? Wenn das so weitergeht, bringe ich mir bald meine eigene mit!“  
Die Kassiererin: „Sie sind ganz nah dran, es zu verstehen.“



# 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

Präsidium der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS)

### Adresse • Tel. • Fax

Erich-Steinfurth-Str. 8, 10243 Berlin  
Tel. 030 / 29 38 12 60, Fax 030 / 29 38 12 61

### eMail • Internet

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 / 37 65 16 30, Fax 0911 / 37 65 16 31

huettmann@sonnenenergie.de

### Autorenteam

Tatiana Abarzúa, Dr. Falk Auer, Gunnar Böttger, Walter Danner, Christian Dany, Dr. Peter Deininger, Tomi Engel, Ralf Haselhuhn, Björn Hemmann, Lina Hemmann, Dierk Jensen, Bernd-Rainer Kasper, Heino Kirchhof, Antje Klauß-Vorreiter, Dr. Richard Mährlein, Peter Nümann, Thomas Seltmann, Stefan Seufert, Jörg Sutter, Michael Vogtmann, Götz Warnke, Bernhard Weyres-Borchert, Heinz Wraneschitz

### Erscheinungsweise

Ausgabe 1|2022  
viermal 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 7,50 EUR. Im Bahnhofs- und Flughafenbuchhandel ist das Einzelheft zum Preis von 9,75 EUR erhältlich. Im freien Abonnement ohne DGS-Mitgliedschaft kostet die SONNENENERGIE als gedruckte Version wie auch als Digitalausgabe im Jahr 39 EUR. Das ermäßigte Abo für Bde-Mitglieder, Rentner, Studierende, Schüler, Behinderte, Arbeitslose erhalten Sie für 35 EUR im Jahr.

### 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

MVS-Röser

Obere Mühlstr. 4, 97922 Lauda-Königshofen  
Tel. 0173 / 9 44 45 45, Fax 09343 / 98 900 77

info@mvs-roeser.de

### Ansprechpartner für Werbeanzeigen (Print / Online)

bigbenreklamebureau gmbh

An der Surheide 29, 28870 Fischerhude  
Tel. 04293 / 890 89 0, Fax 04293 / 890 89 29

info@bb-rb.de  
www.bigben-reklamebureau.de

### Layout und Satz

Satzservice S. Matthias

Am Alten Flughafen 25, 99425 Weimar  
Tel. 0162 / 88 68 48 3

info@doctype-satz.de  
www.doctype-satz.de

### Bildnachweis • Cover

Siemens Schweiz AG  
Digital Industries

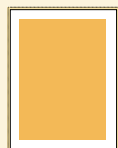
Freilagerstrasse 40, 8047 Zürich, Schweiz  
Tel. +41 848 822 844

industry.ch@siemens.com  
www.siemens.ch/industry

# MEDIADATEN

## Anzeigenformate

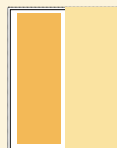
\* Anzeigen im Anschnitt: Anzeigengröße +3 mm Beschnittzugabe



1/1\* 210 x 297  
1/1 174 x 264



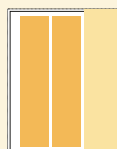
1/2 quer\* 210 x 140  
1/2 quer 174 x 120



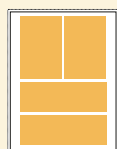
1/2 hoch\* 103 x 297  
1/2 hoch 84 x 264



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,-
<b>Umschlagseiten</b>	<b>U4 3.360,-</b>   <b>U2 3.000,-</b>   <b>U3 2.760,-</b>		

**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% Ausfallgebühr. Bei Rücktritt nach dem Anzeigenschluss berechnen wir den vollen Anzeigenpreis.

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

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

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

## Termine

Ausgabe	Anzeigenschluss	Druckunterlagenschluss	Erscheinungstermin
1 2022	1. Februar 2022	8. Februar 2022	1. März 2022
2 2022	2. Mai 2022	9. Mai 2022	1. Juni 2022
3 2022	1. August 2022	8. August 2022	1. September 2022
4 2022	7. November 2022	14. November 2022	1. Dezember 2022

## Ansprechpartner für Werbeanzeigen (Print/Online)

bigbenreklamebureau gmbh

An der Surheide 29  
D-28870 Fischerhude

Tel. +49 (0) 4293 - 890 89-0  
Fax +49 (0) 4293 - 890 89-29

info@bb-rb.de • www.bigben-reklamebureau.de  
USt-IdNr. DE 165029347

# inter solar

connecting solar business | EUROPE

Die weltweit führende Fachmesse  
für die Solarwirtschaft  
MESSE MÜNCHEN

11–13  
MAI  
2022

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



- Von Solarzellen und Solarkraftwerken bis zu Wechselrichtern
- Zugang zu internationalen Märkten und neuen Geschäftsmodellen
- Innovative Technologieentwicklungen und Branchentrends
- Treffen Sie 50.000+ Energieexperten und 1.450 Aussteller auf vier parallelen Fachmessen