

Seit 1975 leben wir die Solarwende

März–Mai 1|2025

SONNEN ENERGIE

**PV-Erträge in
Deutschland**

Eine Analyse für das Jahr 2024

Tandem-Solarzellen

Stürmische Entwicklungen

**Besuch eines
energieautarken Dorfes**

Feldheim und sein
Stromnetz

Kalte Nahwärme

Versorgung einer
Gemeinde im
Ahrtal

SONNENERGIE



Energiewende!

Die Solarwende und vieles mehr – aktuelle Einblicke

D
G
S

Deutsche
Gesellschaft
Sonnenenergie

D: € 12,50 • A: € 13,50 • CH: CHF 14,50
ISSN-Nr.: 0172-3278



die digitale SONNEN ENERGIE

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

- Als PDF-Version per E-Mail
- Als PDF-Version in Form eines Dropbox-Zugangs
- In der Smartphone- und Browser-Version (SONNENENERGIE digital)

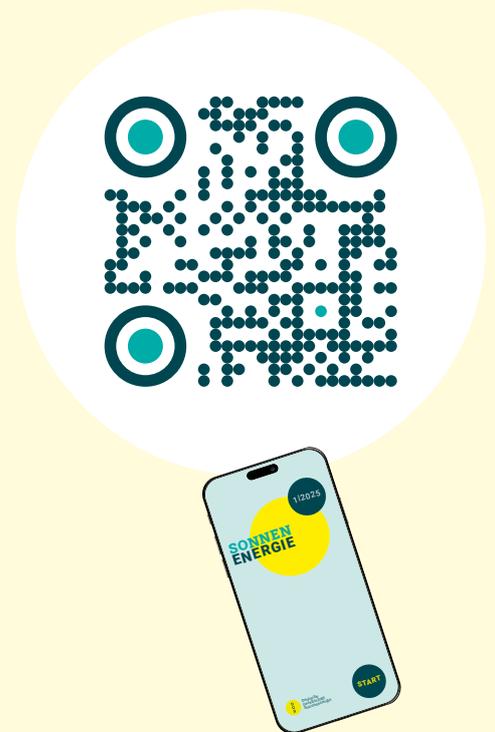
Um Ressourcen zu schonen, kann gerne auch nur eine digitale Version bezogen werden. Teile uns mit, wie Du künftig die SONNENENERGIE lesen möchtest:

sonnenenergie.de/bezug

Unser Prunkstück bleibt die digitale SONNENENERGIE

Die Online-Ausgabe ist mit allen gängigen Systemen kompatibel und plattformübergreifend nutzbar. So kannst Du die SONNENENERGIE überall komfortabel lesen: Ob mit dem Browser am PC und Mac, auf Laptop, Smartphone, Tablet-PC oder auch mit dem iPad.

sonnenenergie.de/digital



Neustart der Machart



Foto: Björn Hoffmann

Es ist so weit: Der Relaunch des Fachmagazins. Die Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie hat sich dafür bewusst dieses Jahr ausgesucht. Mit dieser Ausgabe läuten wir das DGS-Jahr 2025 ein. Langjährige Mitglieder wissen das schon längst: Es ist ein runder Geburtstag. Die DGS wird 50 Jahre alt.

In diesem Heft dreht sich vieles um die Solarwende. Zum Jahreswechsel wurde die Marke von 100 GW überschritten, für die Gesamtleistung an installierten Solarstromanlagen in Deutschland. Ein Artikel zeigt eine Analyse der Erträge aus Solarstrom, die 2024 erreicht wurden. Mit 72,2 TWh ein Anstieg von rund 10,8 TWh im Vergleich zum Vorjahr. Außerdem blicken wir in die Ausbildungswelt der Solarbranche, über die Landesgrenzen hinaus. Auch auf Herausforderungen und Tipps aus der Praxis der Installation von PV-Anlagen, Entwicklungen bei Tandem-Solarzellen und die Möglichkeiten für den Wiederaufbau der Solarindustrie. Sehr aktuelle Einschätzungen zum Solarspitzengesetz haben wir auch im Gepäck, das Ende Januar vom Bundestag verabschiedet wurde. Nicht förderrelevante Regelungen gelten sofort, wie die zur Steuerbarkeit von Anlagen. Vorteilhaft für PV-Betreibende sind neue Möglichkeiten, Batteriespeicher flexibler einzusetzen.

Unsere Autorinnen und Autoren berichten auch über die lokale Energiewende, wie dem Einsatz kalter Nahwärme zur Versorgung einer Ahrtalgemeinde, die Entwicklung eines auf Elektroantrieb abgestimmten Traktors, den Besuch eines

energieautarken Dorfs in Brandenburg sowie Wissenswertes über Tiefengeothermie und Wärmenetzgenerationen – und vieles mehr. Für den Verein besonders wichtig sind auch das Engagement der Sektionen und Landesverbände und das Angebot an Kursen der DGS SolarSchulen und weitere Veranstaltungen.

Druckschluss dieser Ausgabe ist vor der vorgezogenen Bundestagswahl. Wie Tincognita erscheint das mögliche Ergebnis. Denn die Sorge vieler Menschen ist greifbar, dass sich keine stabile Regierung finden könnte. Wie dem auch sei, feststeht: Für das Jahr 2030 hat die Bundespolitik einen PV-Ausbau von 215 GW als Ausbauziel festgelegt. Also: Sonnenenergie für alle. Ganz egal welche Regierungskoalition sich zusammenfindet, es wird ein wachsendes Bewusstsein für den Klimawandel und die Notwendigkeit Erneuerbarer Energien geben. Auch ist davon auszugehen, dass sich die Nachfrage nach Photovoltaik- und Solarthermiesystemen erhöhen wird.

Auch diese Ausgabe der SONNENENERGIE bietet reichhaltige Inhalte. Neue Einsichten, Inspiration und Lesefreude wünscht

Tatiana Abarzúa, Chefredakteurin SONNENENERGIE
abarzua@sonnenenergie.de

Anregungen und konstruktive Kritik nimmt die Redaktion jederzeit an unter redaktion@sonnenenergie.de

Inhalt

Analyse der PV-Erträge in Deutschland
Seite 18



Foto: Udo Stegffried

Gelingt der Wiederaufbau der Solarindustrie?
Seite 21



Foto: Meyer Burger

REDAKTION

- 03 Editorial
- 04 Inhaltsverzeichnis
- 06 Buchbesprechung
- 07 Termine
- 08 Kommentar
- 09 Stellungnahme
- 73 Impressum

RUBRIKEN

- Veranstaltungen
- 10 **Planungs-, Betriebs- und Sicherheitstagung der DGS**
- Veranstaltungen
- 12 **Round Table in Dettenhausen**
- DGS Rechtstipp
- 14 **Das Solarspitzengesetz**
Worauf sich die Fraktionen geeinigt haben
- Photovoltaik
- 16 **Siemens und der Millionendeal**
Das geschichtsträchtige Haus der Physik in Berlin bedroht
- Photovoltaik
- 18 **Analyse der PV-Erträge in Deutschland**
Ein Blick auf das Jahr 2024
- Photovoltaik
- 21 **Gelingt der Wiederaufbau der Solarindustrie?**
Der Preis der Unabhängigkeit ist hoch
- Photovoltaik
- 24 **Tandem-Solarzellen**
Stürmische Entwicklungen
- Photovoltaik
- 28 **Berufsausbildungen für die Energiewende**
Welchen Vorteil hat die Schweizer Solarlehre?
- Photovoltaik
- 32 **PVA-Installation**
Erfahrungen, Herausforderungen und Tipps aus der Praxis
- Mobilität
- 35 **Tadus**
Ein Traktor im Zeichen der Zeit
- Geothermie
- 38 **Tiefengeothermie**
Diese Wärme kommt von unten
- Energiewende
- 42 **Besuch eines energieautarken Dorfes**
Feldheim und sein Stromnetz
- Wärmewende
- 46 **Kalte Nahwärme in Ahrtalgemeinde**
Lokales Handwerk einbezogen
- Wärmewende
- 49 **Dezentral vs. zentral**
Klimaneutrale Wärmeversorgung für Gebäude

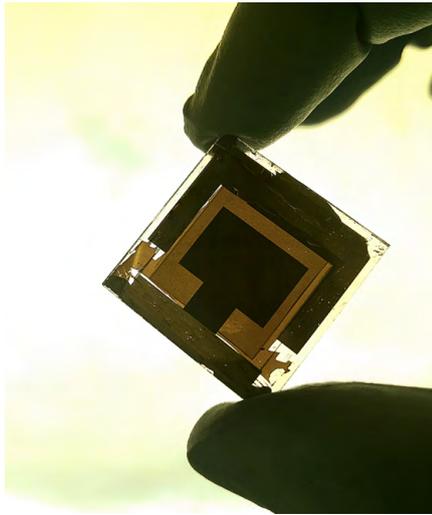


Foto: Institut für Solarenergieforschung GmbH



Foto: Thorsten SchmidtKord



Foto: Dr. Martin Frey

DGS-AKTIV

SERVICE

Wärmewende
52 Mehr als heiße Luft
Kräuter trocknen mit Sonne und smarten Sensoren

Debatte
54 Eine Annäherung an eine zynische Debatte
Migration und Klimaschutz

Klimakrise
56 Ein grundlegender Wandel ist nötig
Warum kommen wir beim Klimaschutz nur so langsam voran? – Teil 1

Innovativ
59 Maßgeschneiderte Batteriespeicher
Batteriespeichersysteme für beliebige Anwendungen skalieren

ISES Aktuell
62 ISES SWC 2025 und EuroSun 2026

Neues vom FnBB e.V.
64 Gärprodukt und Gülle als organischer Dünger

66 Aus der Geschäftsstelle
Frischer Wind im Jubiläumsjahr

68 Fachausschuss Solarthermie – Erneuerbare Wärme
Ein Neustart

69 Sektion Koblenz
Neue Sektion gegründet

71 Ansprechpartner

72 DGS-Mitgliedschaft

74 DGS SolarSchulen

76 Förderprogramme

78 Energie- und Klimadaten

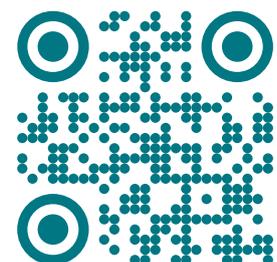
79 Rohstoffe – Preistrends

80 Strahlungsdaten

82 DGS Firmenmitglieder



Die SONNENENERGIE im Internet
sonnenenergie.de
alle Artikel der vergangenen Jahre



BUCHBESPRECHUNG

Folgende Bücher sind uns aufgefallen – das sind unsere Buchkritiken für den Frühling.

Christian Stöcker
MÄNNER, DIE DIE WELT VERBRENNEN

Der Autor legt die „globale Allianz der Verbrenner“ schonungslos offen. Allein die 18 % „explizite“ Subventionen „für die Erhitzung des Planeten“, die seien immer noch jährlich 1.260 Mrd. US-Dollar. „Gigantische Summen fließen in die Taschen derer, die an der Zerstörung verdienen“, schreibt Stöcker. Dann folgen fast 250 Seiten Fakten.

„Das Wichtigste auf einen Blick“: Diese fünf Grafiken dürften reichen, um vernünftigen Menschen die Abkehr von den Fossilien klarzumachen. Doch wenn immer mehr Unvernünftige politische Macht haben, die auch noch oft vom Geld der Kohleölgaslobby profitieren, dann könnten Vernünftige leicht verzweifeln und den Kopf in den (Öl-) Sand stecken. Aber nicht mehr, nachdem sie dieses wut- wie mutmachende Buch gelesen haben. Denn Stöcker zeigt auch, dass „was zu tun ist“ sogar viel billiger ist „als das, was wir jetzt tun“.

– Rez. Heinz Wraneschitz

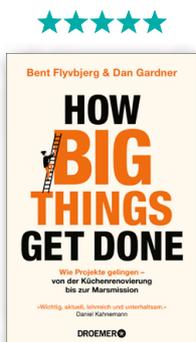


Ullstein Buchverlage
336 Seiten / 2024
ISBN 978-3-426-56151-5
22,99 Euro (Hardcover)

Bent Flyvbjerg, Dan Gardner
HOW BIG THINGS GET DONE: WIE PROJEKTE GELINGEN

Oft fragt man sich: „Warum dauert dieses kleine Bauprojekt so lange – die Chinesen hätten in der gleichen Zeit fünf Großflughäfen gebaut!“ Doch es liegt nicht an den Chinesen, sondern an der mangelnden Organisation. Der Ökonom Bent Flyvbjerg hat über die Jahre 16.000 Projektbeispiele gesammelt und daraus überraschende Lehren wie „Langsam denken, schnell handeln“ für erfolgreiche Projekte gezogen, die er an Beispielen erläutert. Man erfährt auch beim Thema durchschnittliche Projektkostenüberschreitung (in %): Bevor man sich Olympische Spiele (157 %) aufschwätzen lässt, setze man lieber auf Laufwasser-Kraftwerke (20 %). Statt sich auf das Abenteuer Atomkraft (120 %) einzulassen, wähle man immer Solarenergie (1 %!).

– Rez. Götz Warnke



Droemer Knauer, München
336 Seiten / 2024
ISBN 978-3-426-56151-5
Preis: 20,00 Euro

Charlotte Kerner
WE ARE VOLCANOES

Das Buch handelt von bedeutenden Biologinnen, die in den USA gewirkt haben: Rachel Carson, Lynn Margulis und Donna Haraway. Der Autorin gelingt es, die inneren Konflikte ihrer Protagonistinnen lebendig und nachvollziehbar darzustellen. Die Sprache ist poetisch und macht die emotionale Tiefe der Charaktere spürbar. Gut herausgearbeitet ist auch wie sich die Lebensgeschichten verflechten und die Schaffensperioden überschneiden. Alle drei gelten als „Öko-Visionärinnen“, denn sie haben privat und beruflich eingefahrene Wege verlassen und „Landkarten des Denkens“ neu strukturiert.

Die Erzählweise könnte etwas straffer gefasst sein. Das Cover-Bild sieht ungewöhnlich aus. Wer nach Angaben dazu sucht, stellt fest, dass es tatsächlich mit KI erstellt wurde. Ein echtes Foto hätte wahrscheinlich mehr Lust aufs Lesen gemacht. Fazit: Ein berührendes Buch, das zum Nachdenken anregt.

– Rez. Tatiana Abarzúa



Westend Verlag
208 Seiten / 2024
ISBN 978-3-864-89442-8
24,00 Euro (Hardcover)

Reinhard Löchner
FEIGENBLATT

Mit einer Handlung, die zwischen Düsseldorf und der Republik Somaliland pendelt, fällt dieses Buch an dieser Stelle völlig aus der Reihe. Denn nur selten schreibt ein Unternehmer einen Thriller. Es dreht sich darin um die Umsetzung von großen Solarkraftwerken in Afrika, aber auch um Macht, Brauchtümer, menschliche Beziehungen – und eine gewaltige Explosion. Neben der spannenden Story erfährt man auch viel Sachliches – von den politischen Verhältnissen und den kulturellen Unterschieden zwischen einem afrikanischen Land und Deutschland bis zur Technologie von PV-Anlagen und solarthermischen Turmkraftwerken.

– Rez. Jörg Sutter



Omnino Verlag, Berlin
400 Seiten / 2024
ISBN 978-3-95894-300-1
16,00 Euro

Fünf Sterne zu vergeben Die hier besprochenen Bücher werden mit Sternen bewertet.

Wir bewerten nach folgenden Kriterien:

- Thema • Aktualität • Relevanz • Sprachstil • Glaubwürdigkeit • Tiefgründigkeit • Aufmachung
- Verständlichkeit • Preisgestaltung • Subjektives Urteil

Auf der Internetpräsenz der DGS haben wir weitere Buchvorstellungen aus der SONNENENERGIE veröffentlicht (dgs.de/projekte/buchvorstellungen).



TERMINE

Folgende Veranstaltungen rund um die Energiewende sind der Redaktion aufgefallen und finden in den nächsten Wochen statt.

	Titel	Kurzbeschreibung	Veranstalter	Wann	Kosten
Tagung	ARBEITSGEMEINSCHAFT BAYERISCHER SOLAR-INITIATIVEN	Fachlicher Austausch von Fachleuten aus Solar-, Energiewende und Klimaschutzvereinen, Wissenschaft, Handwerk, Kommunen und Verwaltung, Industrie und Handel.	renergie Allgäu e.V.	07. und 08.03.2025 Energiedorf Wildpoldsried (Oberallgäu, Bayern)	79,00 € gsto.de/absi2025 50 % Ermäßigung für Schüler:innen & Studierende
Konferenz	40. PV-SYMPOSIUM	Treffen der PV-Branche und der angewandten Solarforschung. Austausch von Wissen, Ideen und „Best Practices“.	Conexio-PSE GmbH Kiehnlestraße 16 75172 Pforzheim	11 bis 13.03.2025 Kloster Banz, Bad Staffelstein	1.100,00 € pv-symposium.de
Messe	ALLGÄUER ALTBAUTAGE	Regionalmesse rund um die Themen energieeffizientes Bauen und Sanieren.	Energie- und Umweltzentrum Allgäu	15. und 16.03.2025 bigBOX Allgäu, Kotterner Str. 62-64, 87435 Kempten	Eintritt frei eza-allgaeu.de
Festival	WOMEN IN ARCHITECTURE	Festival zur Sichtbarmachung von Frauen in allen Disziplinen der Baukultur: Architektur, Innenarchitektur, Stadt- und Regionalplanung, Landschafts- und Freiraumplanung sowie in der Baukunst.	Architektenkammer Berlin und Bundesarchitektenkammer	19 bis 29.06.2025 bundesweite Veranstaltungen 08.07.2025 Abschlussveranstaltung mit Workshops, Urania, Berlin	Bisher ohne Angaben zu möglichen Teilnahmegebühren. wia-festival.de

SYMPOSIUM ZUKUNFT WÄRME

20.-22. MAI 2025
KLOSTER BANZ, BAD STAFFELSTEIN
www.symposiumzukunftwaerme.de

Terra incognita

Ein Kommentar von Tatiana Abarzúa

Es sind hitzige Zeiten, trotz Winter. Die Bundesregierung, auf eine Fußgängerampel zusammengeschrumpft, schaffte es zuletzt dennoch, ein paar Gesetzesvorhaben zu verabschieden. Etwa das Solarspitzengesetz – siehe Statement auf der Folgeseite. Doch generell steht der Wahlkampf im Vordergrund, seit dem D-Day-Move von Christian Lindner.



Foto: Jörg Sutter

Ängste vor Schwarz-Blau-Bestrebungen

Die aktuelle Forsa-Wahlumfrage kurz vor Druckschluss dieser Ausgabe zeigt die FDP bei 4 % und die CDU bei unter 30 %. Somit würde Schwarz-Gelb als Option für eine Regierungskoalition wegfallen. Schwarz-Rot oder Schwarz-Grün wurden in den Medien als mögliche Koalitionen genannt. Die Entwicklung in Österreich und nach dem Merz'schen Tabubruch vom 29. Januar – der direkt nach einer parlamentarischen Gedenkstunde für die Opfer des Nationalsozialismus stattfand – auch diejenige in Deutschland, verstärken Sorgen, dass Union und AfD über eine Koalition verhandeln könnten. Immer wieder ist zu hören, das Vorgehen der Union normalisiere eine Zusammenarbeit mit der seit 2021 vom Bundesamt für Verfassungsschutz als rechtsextremen Verdachtsfall eingestuften Partei. Abgesehen davon wäre auch eine Minderheitsregierung denkbar. Wie Correctiv Anfang Februar berichtete, könnte Kanzlerkandidat Merz in einem dritten Wahlgang allein mit CDU-Stimmen mit einfacher Mehrheit zum Bundeskanzler gewählt werden, sofern er vom Bundespräsidenten ernannt wird.

Dog whistle politics

Wie schon lange nicht mehr, zielen die Parteien mit ihren Botschaften darauf ab, die potenzielle Wählerschaft emotional zu mobilisieren. Dabei haben es Vertreter aus dem rechten und rechtsextremen Lager geschafft, „nationale Identität“, „Migration“ und „innere Sicherheit“ als Themen nach vorne zu bringen. Sie versuchen gezielt, ein Gefühl von Ohnmacht, Kontrollverlust und Pessimismus zu vermitteln. Gleichzeitig ist die Berichterstattung dazu eher unterkomplex. Einzelne Wörter von rechten Populisten nimmt die breite Öffentlichkeit fälschlicherweise als harmloser wahr, als sie gemeint sind – als Metapher für diese Einordnung funktioniert der Begriff „Hundepfeife“ (engl. „dog whistle“). Bei den Aussagen zu den Merz-Plänen geht es nicht nur um Straftäter. Eine der Forderungen des sauerländischen Konservativen war: „Personen, die vollziehbar ausreisepflichtig

sind, dürfen nicht mehr auf freiem Fuß sein. Sie müssen unmittelbar in Haft genommen werden.“ Heribert Prantl erläuterte vor kurzem, was das im Wortlaut bedeutet: 220.808 vollziehbar ausreisepflichtige Menschen, zu denen auch diejenigen mit einer Duldung zählen. „Darunter sind solche, die schon Jahrzehnte in Deutschland leben und arbeiten oder eine Ausbildung machen – sogar solche, die hier geboren sind“, so in seiner

SZ-Kolumne „Prantls Blick“. Neben abgelehnten Asylbewerbern zählen zu den Ausreisepflichtigen auch Menschen im „Overstay“, deren Visum abgelaufen ist, erklärte der Kolumnist; etwa Studierende, Arbeitnehmer oder Touristen. So könne die Duldung „darauf basieren, dass die Ausreise zwar rechtlich, aber nicht faktisch vollziehbar ist, zum Beispiel wegen der Zustände, die im Heimatland herrschen, oder wegen einer gravierenden Erkrankung“.

Wie geht es weiter beim Ausbau der Erneuerbaren?

Jetzt ist es wichtig, auch Themen anzusprechen, die aus dem Blickfeld geraten sind: Umweltschutz, Energiewende, die Abwendung der Klimakrise. Die Wahlentscheidung ist entscheidend für die Weiterentwicklung der Energiewende. Sollte die künftige Regierungskoalition halten, so wird ihre Legislaturperiode bis 2029 dauern. Das Klimaschutz-Zieljahr 2030 wird für die politisch Verantwortlichen eine wichtige Angelegenheit. So lautet das Ziel, bis zum Jahr 2030 mindestens 80 % des Bruttostromverbrauchs aus Erneuerbaren Energien zu decken. In Bezug zum Ausstoß an Treibhausgasen ist das Minderungsziel „mindestens 65 %“, im Vergleich zum Referenzjahr 1990.

Allparteienregierung als Option

Wer wird die energiepolitischen Weichenstellungen durchführen? Geht es nach der Ampel nach links oder nach rechts? Oder: Doch etwas Neues wagen? Um auf Regierungsfähigkeit zu setzen, könnten die in den Bundestag gewählten demokratischen Parteien eine Großkoalition bilden. Als Einzige bliebe die AfD auf den Oppositionsbänken. Offen ist auch, ob die „Partei des Hasses“ (Zitat von Michel Friedman) demnächst als „gesichert extremistische Bestrebung“ eingeordnet wird. Sowie, ob sie aufgrund der erfolgten Radikalisierung „gemäß Artikel 21 des Grundgesetzes durch das Bundesverfassungsgericht verboten werden könnte“, wie das Deutsche Institut für Menschenrechte im Januar in einer Pressemitteilung erklärte.

Die Energienovelle

Eindämmung der „Solarspitzen“

Ende 2024 haben wir über die geplante Energierechtsnovelle berichtet (SONNENENERGIE 4|2024, S. 67f.). Aufgrund geänderter politischer Randbedingungen ist eine Umsetzung des zuvor geplanten „Solarpaket II“ aktuell nicht denkbar. Stattdessen hat die Bundesregierung eine Mini-Reform aus der geplanten Energienovelle herausgeschnitten, um dadurch aus ihrer Sicht zwei drängende Probleme zu beheben. Verabschiedet wurde das Gesetz Ende Januar in zweiter und dritter Lesung [1]. Vorteilhaft für PV-Betreiber sind neue Möglichkeiten, Batteriespeicher flexibler einzusetzen. Allerdings sind durch den Zwang zur schnellen Umsetzung auch Themen von der politischen Agenda gefallen. Etwa: „Energy Sharing“ – das wiederum nicht, wie von der EU gefordert, in nationales Recht umgesetzt wird. Die Neuregelungen haben den Bundesrat noch nicht passiert und wurden noch nicht veröffentlicht. Damit sind diese Neuregelungen zum Stand des Redaktionsschlusses noch nicht anzuwenden.

Hintergründe

In der „Solarstrategie“ hatte Bundeswirtschaftsminister Robert Habeck nach Rücksprache mit der Branche und Verbänden wichtige Vereinfachungen zur Beschleunigung der Energiewende im Strombereich skizziert, für PV und Batteriespeicher [2]. Im Mai 2024 wurde dazu das Solarpaket I beschlossen, dass die einfachen Maßnahmen aus der Solarstrategie in die Umsetzung gebracht hat (SONNENENERGIE, Ausgabe 2|2024, S. 22f.). Komplexere Themen, die teils auch noch mit anderen Ministerien oder den Ländern verhandelt werden mussten, sollten in einem Solarpaket II kommen. Im Sommer 2024 dann der nächste politische Schritt: Kein Solarpaket II – am 19. Juli beschloss die Bundesregierung ein Wirtschaftsförderpaket, mit dem Thema Energiekosten im Mittelpunkt. In der Woche nach dem „Ampel-Aus“ einigten sich SPD und Grüne mit der Union darauf, energiepolitische Weichen kurz vor der Wahl zu stellen [3]: Neben dem Weiterbetrieb alter Biogasanlagen ging es auch um die Eindämmung der „Solarspitzen“. Vor diesen hatten Stromnetzbetreiber immer vehementer gewarnt: Zumindest stundenweise, so die Befürchtung, könnte die PV-Einspeisung den Verbrauch überschreiten, zum Beispiel an einem Feiertag um Ostern oder Pfingsten, und damit das Stromnetz instabil werden lassen.

Neue Herausforderungen

Für PV-Neuanlagen greifen eine Reihe von Maßnahmen: Mit Smart Metern und Steuerboxen sollen neue PV-Anlagen ab 7 kWp zukünftig steuerbar werden und damit im Notfall abregelbar. Ohne Steuermöglichkeit muss die Leistung der PV-Einspeisung unter einem Anteil von 60 % liegen, bezogen auf die Anlagen-Nennleistung. Als Entlastung für den Bundeshaushalt kann gelten, dass bei negativen Börsenpreisen keine EEG-Vergütung mehr bezahlt wird, diese Vergütung wird nach 20 Jahren EEG-Vergütungszeit angehängt. Und Smart Meter werden teurer: Für Steuerboxen müssen Jahresgebühren von 50 Euro in die wirtschaftliche Kalkulation aufgenommen wer-

Eine Stellungnahme von Jörg Sutter

den. Kann man dem noch etwas Positives abgewinnen? Ja, denn im Sommer lag der Preisansatz dafür noch bei 100 Euro pro Jahr. Wir als DGS hatten im Oktober dagegen in unserer Stellungnahme protestiert.

Details zu den Neuregelungen

Unser Jurist Peter Nümann hat in diesem Heft die Details der Neuregelungen beschrieben (S. 14f.). Viele aktuelle Tipps zum konkreten Vorgehen bieten auch die PV-Webinare der DGS Franken (solarakademie-franken.de). ○

Quellen

- [1] bundestag.de/dokumente/textarchiv/2025/kw05-de-energie-1042036
- [2] bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/photovoltaikstrategie-2023.html
- [3] bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Service/Gesetzesvorhaben/20241115-enwg-novelle.html



Schon ab **1.000 €** beteiligen und
bis zu **5,0% Rendite p.a.*** fix sichern

* Stand der letzten Beteiligungsrunde (Frühjahr / Sommer 2024),
der Zinssatz orientiert sich für folgende Neuemissionen am Kapitalmarkt.

Jetzt direkt online informieren!

<https://buergersolar.greenovative.de/>

0911-1313 74700

beteiligung@greenovative.de

greenovative



Magnus-Haus Im November fand in Berlin die 8. Planungs-, Betriebs- und Sicherheitstagung der DGS statt

8. Planungs-, Betriebs- und Sicherheitstagung der DGS

Sicherung der Qualität von PV-Anlagen und Batteriespeichern

Am 14. und 15. November versammelten sich Fachgrößen der Solarbranche im Berliner Magnus-Haus, um die langfristige Qualitätssicherung der erneuerbaren Energien zu gewährleisten. Unter der fachlichen Leitung von Ralf Haselhuber (DGS) und in Zusammenarbeit mit dem Veranstalter Conexio-PSE legt die Tagesordnung einen Schwerpunkt auf pragmatische Lösungen für die Dekarbonisierung der Energieversorgung unter aktuellen politischen und technischen Rahmenbedingungen. Dafür richtet sich der Fokus in diesem Jahr auf das erfolgreiche Zusammenwachsen von Sektoren und Technologien, ohne die Ansprüche an Betriebssicherheit und Zuverlässigkeit, trotz wachstumsbedingter Herausforderungen, aus den Augen zu verlieren.

Strommarktdesign und Roadmap Systemstabilität

Zum Auftakt gab der Bundesverband Solarwirtschaft Einblicke in aktuelle politische Rahmenbedingungen. Trotz aller Diskussionen zur EnWG- und BauGB-No-

velle, sei bis Mitte 2025 mit keinen oder nur wenigen energiepolitischen Gesetzesbeschlüssen zu rechnen. Hintergrund ist das in Deutschland geltende Diskontinuitätsprinzip. Demnach müssen alle Gesetzesentwürfe und Vorlagen, die vom alten Bundestag noch nicht beschlossen wurden, nach einer Bundestagswahl vollständig neu eingebracht und verhandelt werden.

Die Herausforderungen der hiesigen Energiewende warten jedoch nicht. Im Strommarkt nimmt die Anzahl an Stunden mit negativen Strompreisen durch volatile Einspeisung erneuerbarer Erzeugungsanlagen und geringer nachfrage-seitiger Flexibilität stark zu. Das erhöht die EEG-Kosten, die vom Bundeshaushalt getragen werden und verschärft so die angespannte Haushaltssituation. Auch Übertragungsnetzbetreiber warnen vor Systemrisiken, wenn die Einspeiseleistung nichtsteuerbarer PV-Anlagen die Netzlast übersteigt. Um diesen Herausforderungen zu begegnen, haben sich gemeinsame Arbeitsgruppen der Netzbe-

treiber und der EE-Branche unter Führung des BMWK gebildet. Alexander Folz vom BMWK stellte die Roadmap Systemstabilität für das Stromnetz der Bundesregierung vor. Sie umfasst Maßnahmen zur Netzstabilität, wie Frequenz- und Spannungsregelung, sowie die Einführung netzbildender Wechselrichter ab 2027. Das Strommarktdesign der Zukunft und die Ausgestaltung des EEG & EnWG werden auch die nächste Regierungskoalition beschäftigen. In diesem Zuge veröffentlichte auch die Unionsfraktion ihr eigenes Diskussionspapier für eine neue Energie-Agenda mit Vorschlägen für eine veränderte Förderstruktur von Erneuerbaren Energien.

Das Papier setzt den Fokus auf Wasserstoff und fordert eine Prüfung zur Wiederinbetriebnahme von Kernkraftwerken, thematisiert jedoch Aspekte wie Batteriespeicher nicht, obwohl diese von Bedeutung wären.

Technische Herausforderungen bei Modulen, Wechselrichtern und Speichern

Ein wiederkehrendes Thema ist die Qualitätssicherung bei PV-Modulen. Der anhaltende Trend hin zu größeren Modulen mit schmalen Rahmen lässt Belastungsgrenzen sinken. So berichtete beispielsweise das Helmholtz Institut Erlangen Nürnberg von einer beunruhigenden Anzahl an Modulen, die einen Glasbruch über ihre Betriebsdauer erfahren. Solche Glasrisse verringern den Isolationswiderstand der Module, was elektrische Fehler begünstigt. Eine mögliche Ursache sei die abnehmende Glasdicke, was das thermische Vorspannen großer Flächen erschwert. Bei diesem Prozess wird Glas nach der Fertigung stark erhitzt und anschließend zügig abgekühlt, sodass eine innere Spannung im Material entsteht und so die Biegefestigkeit erhöht. Andere potenzielle Ursachen für Glasbrüche sind insbesondere Transport und unsachgemäßes Handling bei der Montage, doch ihr Auftreten kann auch ein Indikator für andere Fehler sein.

Eng verbunden mit Glasbrüchen ist eine Zunahme von Fertigungsfehlern, über die mehrere Referierende berichteten. Besonders bedenklich sei die Häufung von Löt- und Verbindungsfehlern bei Bypassdioden in neusten Butterfly-Modulreihen. Diese kleinen, aber kritischen Komponenten gewährleisten eigentlich den Überhitzungsschutz eines verschatteten Moduls. Ihr Ausfall kann Leistungs-

einschränkungen und sogar Brände der Rückseitenfolie verursachen. Die erhöhten thermischen Belastungen können auch Glasbrüche verursachen. Solche Mängel seien nicht nur gefährlich, sondern auch ein Hinweis auf den hohen Druck in der Branche, der die Produktionsqualität beeinträchtigt.

Deutlich häufiger treten jedoch Fehler am Wechselrichter auf. In diesem Zuge stellte das Fraunhofer CSP seine Studie zu Wechselrichterausfällen und deren Ursachen vor. Dabei zeigte sich, dass ein Softwarefehler bei der netzseitigen Abregelung von zehn Jahre alten Zentralwechselrichtern eine anhaltende Über-temperaturbelastung verursachte. Diese führte zur Degradation der Halbleiter und schließlich zum Wechselrichterausfall. Durch Auswertung von Betriebsdaten und Störungsmeldungen mittels KI lassen sich verschiedene Fehlerzustände detektieren.

Bei Batteriespeichern besteht die Hoffnung, dass der neue Norm-Entwurf „VDE V 0510-200 Kennwerte stationärer Batteriesysteme“, der 2025 veröffentlicht wird, zur Standardisierung und besseren Vergleichbarkeit von Speichern beitragen wird.

Kreislaufwirtschaft und Recycling

Auch Herausforderungen im Bereich des Modulrecyclings und bei der Rückführung standen im Mittelpunkt der Tagung. Die besondere Brisanz dieses Problems wird deutlich, wenn man den jahresaktuellen Monitoringbericht über Elektroschrott der Vereinten Nationen liest. Daraus geht hervor, dass die Menge an Elektroschrott fünfmal so schnell zunimmt, wie die entsprechende Recyclingquote. Das statistische Bundesamt bescheinigt Deutschland eine Altgeräte-Sammelquote von 32 %. Das bedeutet, dass nur etwa jedes dritte verkaufte elektrische Neugerät wie vom Gesetzgeber vorgeschrieben entsorgt wird. Die europäische Vorgabe beläuft sich auf eine Sammelquote von mindestens 65 % und soll in den nächsten Jahren auf 85 % erhöht werden. PV-Module machen hier zwar nur einen kleinen Teil allen Elektroschrotts aus, doch 2022 wurden in Deutschland nur etwa 5 % aller Altmodulordnungsgemäß gesammelt.

Um diesen Trends entgegenzuwirken, werden Forderungen nach neuen regulatorischen Vorgaben laut. Hierbei kommt ein entscheidender Impuls von der Europäischen Union, deren Ecodesign for Sus-

tainable Products (ESPR) die bestehende Ökodesign-Richtlinie ersetzt. Neue Anforderungen an den gesamten Produktlebenszyklus haben zum Ziel, die Kreislauffähigkeit, Energieeffizienz, Recyclingfähigkeit und Langlebigkeit von Produkten zu erhöhen. Besonders wichtig ist hierbei die Selektierung für die Wiederverwendung noch funktionierender Altmodule, denn vor der stofflichen oder energetischen Verwertung per Recycling sollte stets die Vermeidung von Abfällen angestrebt werden. Für erste Produktkategorien sind Vorgaben, wie digitale Produktpässe, bereits dieses Jahr in Kraft getreten, während die Anforderungen für PV-Module aktuell nachgearbeitet werden. Ein entsprechender Normentwurf VDE-AR-E 2042 wurde vergangenes Jahr beschlossen.

Auch die aktuelle Novellierung des Elektro- und Elektronikgerätegesetzes (ElektroG) führt ab dem 01.01.2025 strengere Vorgaben für Inverkehrbringer ein. Kontrollen sollen zunehmen. Dafür ist die Stiftung Elektroaltgeräte-Register (ear) als gemeinsame Stelle der Hersteller nach dem ElektroG und Vollzugsbehörde nach dem Batteriegesetz (BattG) zuständig. Die ear registriert Anbieter, die in Deutschland Elektrogeräte in Verkehr bringen, erfasst die Mengen und erhebt Gebühren, z.B. für eine insolvenz sichere Garantie zur Abnahme der PV-Altmodule. Zwei Tipps zum PV-Recycling:

1. Wenn Sie PV-Module bestellen, lassen Sie sich die ear-Registrierungsnummer vom Modulanbieter geben.
2. Sollten Sie selbst Altmodule zurückbauen, lassen Sie sich von ihren Rücknahmeunternehmen das nach Entsorgungsfachbetriebsverordnung (EfbV) geprüfte Zertifikat zeigen.

Teilnehmende der Tagung diskutierten außerdem verbesserte Prüfmethode für End-of-Life-Module, um ihre Funktionsfähigkeit bei der Rückführung in den Zweitmarkt garantieren zu können. Ohne eine solche Garantie sei die Wiederverwendung von Altmodulen gegenüber den aktuell sehr niedrigen Preisen für neue PV-Module wirtschaftlich nicht darstellbar.

Entwicklungen beim Brandschutz

Kreuzverbindungen mit Steckern verschiedener Hersteller und fehlerhaftes Crimpen sind nach wie vor häufige Fehlerquellen, die zu Sicherheitsrisiken an

PV-Anlagen führen können. Zusätzliche Herstellervorgaben und verbesserte Installationskenntnisse wirken dem entgegen. Auch Fortschritte bei der Lichtbogenerkennung und Feuerwehrsicherungen erhöhen die Sicherheit. Neben der Lichtbogenerkennung sei die sachgerechte Wartung maßgeblich für einen angemessenen Brandschutz. Eine Ankündigung, dass sich auch die Brandschutzregeln normseitig verschärfen würden, führt zwar zu versicherungstechnischen Änderungen, doch die Grundregel bleibt gleich: Halten Sie sich an die Normen, wenn Sie Ihr Brandrisiko auf ein Minimum reduzieren möchten. Besonders Abstandsregeln bei Dachaufbauten sollten eingehalten werden, um der Feuerwehr den Zugang zum Brandherd zu ermöglichen und die Ausbreitung von Flammen einzudämmen. Batteriespeicher sollten mindestens 50 cm von brennbaren Materialien entfernt und nicht im Wohnbereich aufgestellt werden.

Qualität als Schlüssel zum Erfolg

Die Tagung endete mit einem Appell an die gesamte Branche: Hohe Standards und Kooperation sichern nicht nur die technische Zuverlässigkeit, sondern auch Akzeptanz. Qualität zahlt sich aus – technisch und wirtschaftlich.

Die nächste Planungs-, Betriebs- und Sicherheitstagung findet am 15. und 16. Oktober 2025 statt und wird erneut aktuelle Themen und Technologieentwicklungen in den Fokus rücken. Mit einem klaren Leitbild für Innovation und Verantwortung bleibt die Tagung ein unverzichtbarer Fixpunkt für die Branche, die mit ihren Fortschritten nicht nur die Lebensdauer von Anlagen, sondern auch die Stabilität unserer Energiewende sichert. ○



Foto: privat

Autor

Kai Alexander Buchholz

Wirtschaftsingenieur in Elektrotechnik.
Bei der DGS tätig im Bereich der Digitalisierung des Leitfadens Photovoltaische Anlagen
kb@dgs-berlin.de

Round Table in Dettenhausen

Solarthermie ist eine No-Regret-Lösung



Teilnehmer Am Round Table bei Ritter Energie (v. l.): Daniel Karrais, MDL (FDP); Dr. Harald Drück, IGTE; Moritz Ritter (Moderator); Dr. Lothar Breidenbach, Geschäftsführer Technik BDH; Dr. Korbinian Kramer, Fraunhofer ISE Freiburg; Dipl.-Phys. Klaus Lambrecht, Econsult; Roger Hackstock, Director Solar Heat Europe und Managing Director Austria Solar; Simon Ruppert, Geschäftsführer der Ruppert GmbH

Deutschland wird regenerativ: Der Anteil der Erneuerbaren Energien im Strommix steigt stetig. Doch Strom ist nur die eine Seite der Medaille. Eine der größten Herausforderungen auf dem Weg zur Klimaneutralität bleibt der Wärmemarkt. Für die effiziente und klimafreundliche Beheizung von Gebäuden steht mit der Solarthermie eine solare Lösung zur Verfügung. Doch wie ausgereift ist sie? Wie ist sie in die rechtlichen Rahmenbedingungen eingebunden? Und wo liegen die größten Potenziale für die Zukunft? Diese Fragen diskutierte eine hochkarätig besetzte Expertenrunde bei einem Round Table in Dettenhausen unter Leitung von Moritz Ritter, Beiratsmitglied der gastgebenden Ritter Energie.

Ein Gespräch, viele Perspektiven: Die Ritter Energie hatte zu der Expertenrunde eingeladen. Vertreten waren Verbände, Wissenschaft und Forschung sowie Politik, Handwerk und Hersteller. Gemeinsam beleuchteten sie die vielseitigen Facetten anhand von vier Thesen, die Moritz Ritter als Moderator in den Raum stellte.

Solarthermie als ausgereifte Technik

These 1: „Die Solarthermie ist eine ausgereifte bewährte Technik mit großem Nachhaltigkeitswert und unübertroffenem ökologischen Nutzen.“ Unter den Systemen stehen Flachkollektoren und Röhrenkollektoren nebeneinander. Solarthermie hat sich in jedem Fall in den vergangenen Jahren etabliert. „Die Solarthermie ist eine klimaneutrale Wärmeversorgung“, stellte Klaus Lambrecht fest, Partner der Econsult Lambrecht Jungmann Partner in Rottenburg und Stuttgart sowie Mitglied des Gutachtertteams beim Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) zur aktuellen GEG-Novelle. „Die Fragestellung ist: Was machen wir mit dem, was die Solarthermie nicht abdeckt? Wie können wir klimaneutrale Wärmeversorgung komplementär zur Solarthermie herstellen?“

Damit Solarthermie als Technologie ihre Vorteile voll auspielen kann, sind hoch effiziente Produkte zur Energiegewinnung notwendig. „Wir haben vor mittlerweile zwei Jahrzehnten die Solar-Keymark-Zertifizierung als europäisches Qualitätslabel eingeführt“, erklärt Dr. Ing. Harald Drück vom Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE) der Universität Stuttgart. Inzwischen habe sich dieses Qualitätssiegel als "Goldstandard" etabliert. Zudem haben sich am Markt verfügbare Qualitätsprodukte auch mit Blick auf die Langlebigkeit bewährt. Tests zur Dauerhaftigkeit haben mit beschleunigten Verfahren zur Alterung gezeigt, dass kaum Leistungseinbußen über die Nutzungsdauer entstehen.

So gut die Qualität der Einzelkomponenten allerdings auch ist: Nur die richtige Systemkombination führe zu sinkenden Heizkosten und damit auch zu einem ökologischen Mehrwert. „Für den Nutzen am Markt, zum Beispiel wie viel Heizkosten Solarthermie für den Verwender spart, ist die Cleverness des Systems entscheidend. Dabei zählt, wie gut es ausgeführt ist und dass die Komponenten Hand in Hand gehen“, sagte Dr. Korbinian Kramer vom Fraunhofer ISE.

Nachbesserungsbedarf bei GEG und BEG

These 2: „Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) und seine Förderkulisse – BEG – werden der ökologischen Qualität der Solarthermie derzeit nicht gerecht. Es besteht Nachbesserungsbedarf.“ Bei dem nachgewiesenen, ökologischen Nutzen stellt sich daher die Frage, wieso Solarthermie bei der klimaneutralen Gestaltung des Wärmemarktes von gesetzlicher Seite so wenig Aufmerksamkeit erhält. In Diskussion und Wahrnehmung stand zunehmend die Wärmepumpe im Fokus.

Große Einigkeit herrschte bei dem Gespräch darüber, dass ein Zurückdrehen des GEG weder zu erwarten noch sinnvoll sei. Das Gesetz setze größtenteils EU-Vorgaben in deutsches Recht um. Der Versuch, davon abzurücken, würde einen anderen Regulationsmechanismus nötig machen, um das Ziel der Klimaneutralität zu erreichen. Die CO₂-Bepreisung wäre dafür ein sehr teurer Weg. Um eine Lenkungswirkung wie das GEG zu entfalten, wäre ein Anstieg des CO₂-Preises auf ein Niveau von 200 bis 300 Euro notwendig. Auf den Verkehrssektor umgelegt würde dies eine Preissteigerung von 46 Ct/l Benzin und 54 Ct/l Diesel bedeuten. Auch fossile Brennstoffe für die Heizung würden sich durch den Preis entsprechend verteuern. Unwahrscheinlich wäre, dass die Politik diese Preissteigerungen zu- und wirken lassen würde, wie die Gaspreisbremse in der Energiekrise gezeigt hatte. Ein Abrücken vom GEG erschien der Expertenrunde somit nicht sinnvoll.

Als Bremse für die Solarthermie erweist sich jedoch der Förderdeckel von 30.000 Euro, der in der ans GEG angeschlossenen Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) besteht. Bei der Installation eines Holzpelletskessels oder einer Wärmepumpe ist dieser Rahmen schnell ausgeschöpft. Für Solarthermie blieben keine Fördermittel mehr übrig. Die Solarthermie aus der Deckelung herauszunehmen war somit eine in der Runde formulierte Forderung.

Solarthermie als ökologisch sinnvolle und technisch machbare Ergänzung

These 3: „Solarthermie ist für alle Heizlösungen zumindest eine ökologisch sinnvolle und technisch machbare Ergänzung. In bestimmten Fällen eignet sie sich auch als Standalone-Lösung.“ Der große Vorteil der Solarthermie ist, dass sie mit allen verfügbaren

baren Heizsystemen kombinierbar ist. Klassisch war lange Zeit die Kombination mit einem Gas- oder Ölkessel, wodurch sich die Vorgabe des EEWärmeG auf einfache Weise erfüllen ließ. Diese Historie sahen die Teilnehmer des Gesprächs aus heutiger Sicht als leicht belastend für das Image der Solarthermie. Denn zum einen galt Solarthermie lange lediglich als Zusatzheizung, zum anderen ist Solarthermie heute für viele in der Kombination mit fossilen Heizungen verknüpft. Und das, obwohl Solarthermie und Holzpelletskessel ebenfalls eine am Markt gängige Kombination ist, die zudem zu 100 % klimaneutral arbeitet.

Durch Sanierungsprojekte im Bestand rückte zuletzt auch die Kombination aus Wärmepumpe und Solarthermie in den Fokus. Moderne Speichertechnik macht die Integration der verschiedenen Heizsysteme möglich. Simon Ruppert, Geschäftsführer der Ruppert GmbH, sieht darin sogar das Herzstück der Installation: „Der Kollektor ist der eine Aspekt, aber wesentlich wichtiger ist die Speichertechnik. Wenn ich nicht ausreichend große Volumina habe oder wenn die Anlage nicht richtig eingebunden ist, wird Potenzial verschenkt.“

Durch die Kombinierbarkeit ergibt sich eine gute Perspektive für Häuser, in denen noch vor relativ kurzer Zeit eine neue fossile Heizanlage installiert wurde: Sie können durch eine Solarthermieanlage die eigene Heizung klimafreundlicher gestalten, ohne befürchten zu müssen, dass die Investition verloren geht, wenn die Heizung modernisiert werden muss. Solarthermie ist somit eine No-Regret-Lösung.

Gleichzeitig zeigte sich bei der Kombination der Solarthermie mit einer Wärmepumpe, dass die Heizanlage deutlich und dauerhaft entlastet wird. Wie der Gas- oder Ölkessel bleibt auch die Wärmepumpe im Sommer komplett aus, wodurch sich die bezogene Strommenge aus dem Netz reduziert und sich die Lebensdauer der Wärmepumpe verlängert.

Von den solaren Deckungsraten sind bereits in der Berechnung nach DIN-Norm, wie sie für den Nachweis im GEG vorgesehen ist, über das Jahr hinweg 50 % des Wärmebedarfs möglich. In der Praxis zeigen sich allerdings Deckungsraten von 70 %. Das bedeutet, dass sich das GEG mit Solarthermie erfüllen lässt.

Durch die richtige Planung, die Nutzung des gesamten Speicherpotenzials eines Gebäudes, weitere Effizienzmaßnahmen wie Betonkernaktivierung oder auch die entsprechend hohe energetische Qualität der Immobilie, sind bereits heute Häuser möglich, die zu 100 % mit solarer Wärme heizen. Die Runde war sich einig, dass es nur eine sehr begrenzte Zahl an Planern gibt, die diese Möglichkeiten voll ausschöpfen können. Daneben ist die Speicherung solarer Wärme über die saisonalen Grenzen hinweg ein Thema in der Forschung. Aktuell sind Stand-alone-Lösungen mit einer kompletten solaren Deckung des Wärmebedarfs daher möglich, allerdings nur in bestimmten Fällen.

Sinnvolle Einsatzbereiche

These 4: „Solarthermie hat bei entsprechenden Rahmenbedingungen vielfältige sinnvolle Einsatzbereiche mit hohem Marktpotenzial.“ Vor allem im Gebäudebestand bietet sich ein Einsatzfeld mit sehr hohem Potenzial, um den Wärmemarkt energetisch effizienter zu gestalten. Im Neubau ist es meist der Kostenfaktor, der Bauherren trotz der nachgewiesenen Vorteile der Solarthermie von der Installation abhält.

Neben der individuellen Beheizung von Gebäuden bietet sich mit Wärmenetzen ein sehr großes Potenzial für Solar-

thermie. Im Zuge der kommunalen Wärmeplanung werden in vielen Kommunen weitere Wärmenetze entstehen. Neue und auch bestehende Wärmenetze müssen dann perspektivisch ebenfalls mit regenerativ erzeugter Wärme beschickt werden. Da Wärmenetze mit hohen Systemtemperaturen arbeiten, bietet sich für die regenerative Wärmeerzeugung beispielsweise Biomasse an. Dieser Energieträger ist jedoch natürlich begrenzt. Für die Dekarbonisierung aller Wärmenetze reicht die verfügbare Biomasse in Deutschland nicht aus. Große solarthermische Freiflächenanlagen können hier große Wärmemengen auf klimafreundliche Art bereitstellen und so fossile Energieträger im großen Maßstab substituieren. ○



Foto: Ritter Energie

Autor

Benjamin Buortmes

Unternehmenskommunikation Ritter Energie

B.Buortmes@ritter-energie.de

NEW HOUSING
TINY HOUSE FESTIVAL

Europas größtes TINY HOUSE Festival

27. - 29. Juni 25
Messe Karlsruhe

new-housing.de messe karlsruhe

Das Solarspitzengesetz

Worauf sich die Fraktionen geeinigt haben

Am Freitag, dem 31. Januar 2025, hat der Bundestag das „Solarspitzengesetz“ beschlossen. Dieses wird im Februar oder März in Kraft treten – nach der entsprechenden Entscheidung im Bundesrat fehlt es nur noch an der Unterschrift des Bundespräsidenten und der Verkündung im Bundesanzeiger. Dieser Beitrag beleuchtet, welche Aspekte des Gesetzes für PV-Anlagenbetreiber relevant sind.

Keine Direktvermarktung für kleinere Anlagen

Vieldiskutiert und entfallen ist die Herabsetzung der Direktvermarktungsschwelle auf 25 kW. Es bleibt also bei der Grenze von 100 kW, ab der keine Vergütung durch den Netzbetreiber mehr erfolgt, sondern ein Direktvermarktungsvertrag abgeschlossen werden muss.

Keine Förderung bei negativen Börsen-Strompreisen

Der generelle Wegfall der Förderung für alle Zeiträume, in denen der Spotmarkt-Strompreis negativ ist wird jedoch mit einer entsprechenden Regelung in § 51 EEG n.F. eingeführt.

In solchen Zeiträumen kann der Anlagenbetreiber Strom selbst verbrauchen, einspeichern, Mieterstrom oder Gebäudestrom vor Ort liefern und sogar einspeisen und auf freiwilliger Basis Vergütungen erhalten. Letzteres ist in der Praxis über einen PPA (einen gewerblichen nicht EEG-geförderten Stromliefervertrag) möglich. Theoretisch wären auch (freiwillig vereinbarte) Entgelte in der Direktvermarktung oder durch den Netzbetreiber möglich. Eine EEG-Vergütung oder Marktprämie wird jedoch nicht gezahlt.

Nicht klar geregelt ist, ob der Mieterstromzuschlag bezahlt wird. Systematik, Wortlaut und Sinn und Zweck der Regelung geben allerdings Anhaltspunkte, dass er nicht betroffen ist.

Nicht betroffen hiervon sind vor Inkrafttreten des Gesetzes in Betrieb genommene Anlagen und Anlagen unter 100 kW, die noch keinen Smart Meter (in-

telligentes Messsystem, IMSys) haben. Anlagen unter 2 kW bleiben verschont, solange die Bundesnetzagentur keine Festlegungen für eine volldigitalisierte Abwicklung getroffen hat, was kurzfristig nicht zu erwarten ist.

Um den Wegfall der Förderung zu kompensieren wird – wie bereits jetzt bei größeren Anlagen – der Förderzeitraum nach § 51a EEG n.F. nach hinten verlängert. Neu ist, dass eine Bewertung des für die „angesparte“ Förderstopp-Zeit gewährten Verlängerungszeitraums je nach durchschnittlichem Ertrag der Verlängerungsmonate erfolgt. Die gleiche Förderstopp-Zeit bringt damit im Winter mehr Verlängerung und in den Sommermonaten weniger.

Inwieweit die Verlängerung des Förderzeitraums auch für den Mieterstromzuschlag gilt, ist nicht besonders geregelt, so dass man dies wohl bejahen muss.

Wenn bei Altanlagen ein IMSys installiert ist, können die Betreiber eine Erklärung gegenüber dem Netzbetreiber abgeben – jeweils zum neuen Kalenderjahr – um freiwillig an der Förderstopp-Regelung teilzunehmen. Das kann Vorteile bringen, weil die Verlängerung in Anspruch genommen werden kann.

Neuregelung der Steuerbarkeit für EE-Anlagen

Die Regelungen zur Steuerbarkeit von Anlagen in § 9 EEG werden komplett durch eine Neuregelung ersetzt. Nach dieser sind Anlagenbetreiber nur noch zur Aufrechterhaltung des ordnungsgemäßen technischen Zustandes ihrer Anlage verpflichtet sowie zur Duldung des Einbaus von Mess- und Steuerungstechnik durch den Messstellenbetreiber sowie einer entsprechenden Testung und Steuerung durch den Netzbetreiber. In das Messstellenbetriebsgesetz werden hierzu umfangreiche Regelungen eingefügt, die auch Anpassungen und Ergänzungen der Vergütungen sowie zur Datenverarbeitung enthalten.

Bis zum Einbau und der Testung der nun im Messstellenbetriebsgesetz geregelten intelligenten Messsysteme und

Steuerungseinrichtungen bleibt es bei den schon bisher bis zum Smart-Meter-Einbau vorgesehenen Übergangsregelungen, nach denen Anlagen über 25 kW Nennleistung für den Netzbetreiber steuerbar sein müssen. Ab 100 kW muss in diesen Fällen ein jederzeitiger Abruf der Ist-Einspeisung möglich sein. Alternativ kann nun bei Anlagen unter 100 kW eine Wirkleistungsbegrenzung auf 60 % erfolgen, sofern diese eine Einspeisevergütung erhalten – d.h. es gilt nicht in der Direktvermarktung – oder zum Mieterstromzuschlag zugeordnet sind.

Die Testung kommt einer Abnahme durch den Netzbetreiber gleich. Wohl aufgrund der immer wieder auftretenden Wartezeiten auf genau solche Termine sieht das Gesetz eine pauschale Entschädigung für die Zeit vor, die der Anlagenbetreiber die alte Regelungstechnik weiterbetreiben muss, weil die Abnahme der neuen Technik durch den Netzbetreiber nicht erfolgt.

§ 12 EnWG n.F. und § 52a EEG n.F. begründen nun ein Recht und sogar eine Pflicht des Netzbetreibers zur Trennung der Anlage vom Netz, wenn die Möglichkeit zur Steuerung nicht unerheblich beeinträchtigt wird. Im EEG wird die Netztrennung für EE-Anlagen wegen Pflichtverstößen im Detail geregelt.

Eine wichtige und überfällige Klärung ist in der Neuregelung auch enthalten: Anlagen, die keinen Strom in das Netz einspeisen, brauchen keine Steuerungstechnik.

Für Messstellenbetreiber sind hier einige Hausaufgaben zu erledigen. Anlagenbetreiber werden letztlich entlastet. Die Betreiber kleinerer Anlagen müssen sich mit der technisch anspruchsvollen Pflicht, für die Installation der für ihre Anlagen passenden Steuerungstechnik zu sorgen, nicht mehr selbst auseinandersetzen.

Entbürokratisierung der Direktvermarktung

Das Gesetz bringt außerdem einige Klärstellungen und Vereinfachungen zur er-

leichterten Nutzung der Direktvermarktung, um diese „massengeschäftstauglich“ zu machen. Vereinfacht werden vor allem Verpflichtungen zur Nutzung bestimmter technischen Ausrüstungen, die in der Praxis immer wieder zu Schwierigkeiten geführt hatten.

Aufnahme flexibler Netzanschlussregelungen ins EnWG

Energiewirtschaftsgesetz: Neuregelungen in § 17 Absatz 2b EnWG n.F. und §§ 8 und 8a EEG n.F. sollen einen Anschluss von mehreren EE-Erzeugungsanlagen über einen Verknüpfungspunkt möglich machen, die in Summe die maximale Kapazität des Netzes am Verknüpfungspunkt überschreiten. Durch diese Aufnahme flexibler Netzanschlussvereinbarungen ins EnWG wird die Elektrizitätsbinnenmarkttrichtlinie (EMD) umgesetzt. Ein technisches Management der Einspeiseleistung kann in solchen Fällen die Überschreitung der Anschlusskapazität verhindern. Das hat oft gar keine großen wirtschaftliche Auswirkungen, weil ohnehin selten alle angeschlossenen Erzeugungsanlagen gleichzeitig mit voller Leistung produzieren würden oder ein Teil des Stroms vor Ort verbraucht wird. Eine dynamische Begrenzung, die nur bei tatsächlicher Netzüberlastung greift, kann die Zeiten noch weiter minimieren, in denen die Erzeugung gedrosselt werden muss.

Möglich waren solche Vereinbarungen schon vorher, nun aber sind sie gesetzlich geregelt.

Mehr Flexibilität für Batteriespeicher

Für Betreiber von Batteriespeichern wird in § 19 Abs. 3ff. EEG n.F. zukünftig eine flexiblere Regelung mit drei Optionen geschaffen:

- a. In dem Speicher wird ausschließlich Strom aus den vor Ort erzeugten Erneuerbaren Energien gespeichert. Der gesamte Strom wird genauso gefördert wie der direkt aus der EE-Anlage kommende.
- b. In dem Speicher wird nicht ausschließlich Strom aus Erneuerbaren Energien gespeichert und der geförderte ausgeschickte Anteil wird nach Festlegungen der BNetzA ermittelt. Der ermittelte Strom-Anteil wird gefördert wie der direkt aus der EE-Anlage kommende.

- c. Es wird ausschließlich PV-Strom bis 30 kW vor Ort zwischengespeichert. Es wird ein nach einer Festlegung der BNetzA pauschal zu ermittelnder Anteil eingespeister Strom bis zu maximal 500 kWh/kWp im Kalenderjahr als PV-Strom gefördert.

Ladepunkte und damit die angeschlossenen Elektroauto-Akkus werden zudem als Speicher definiert, was eine Vehicle-to-Grid (V2G) als Speicherlösung legitimiert.

Inkrafttreten

Die oben beschriebenen Neuregelungen werden am Tag nach der Verkündung des Gesetzes in Kraft treten, also nach Veröffentlichung im Bundesanzeiger. Diese setzt voraus, dass – nachdem der Bundesrat keinen Einspruch eingelegt hat – der Bundespräsident das Gesetz geprüft und unterschrieben hat und das Redaktionsteam des Bundesanzeigers die entsprechende Veröffentlichung auf den Weg bringt.

Gegen Ende Februar kann das theoretisch klappen, wahrscheinlicher ist der März, eventuell April.

Nicht förderrelevante Regelungen gelten dann sofort, wie die zur Steuerbarkeit von Anlagen. Das betrifft auch Altanlagen, die Strom ins Netz einspeisen. § 100 EEG n.F. enthält aber eine im Detail komplizierte Übergangsregelung: Die nach altem Recht bestehende technische Lösung kann im Grundsatz bestehen bleiben, bis Umbau und Testung der intelligenten Messsysteme und Steuerungseinrichtungen durch die Messstellenbetreiber und Netzbetreiber nach neuem Recht erfolgt sind.

Wie bisher auch, werden die förderrelevanten EEG-Änderungen nicht für Anlagen gelten, die vor dem Inkrafttreten in Betrieb genommen wurden bzw. deren Zuschlag aus einem Ausschreibungsverfahren mit Gebotstermin vor dem Inkrafttreten stammt. Für die Förderzusage über 20 Jahre gilt Bestandschutz. Die Einzelheiten sind ebenfalls in den Übergangsbestimmungen des § 100 EEG geregelt. Die Regelungen zur Förderung zwischengespeicherten Stroms und zur freiwilligen Teilnahme an der Förderkürzung bei negativen Spotmarktpreisen stehen außerdem – soweit sie materiell neu sind – unter beihilferechtlichem Genehmigungsvorbehalt (§ 101 EEG n.F.). ○

Direktvermarktung weiter ab 100 kW

Ab dieser Schwelle muss ein Direktvermarktungsvertrag abgeschlossen werden.

Bei negativen Spotmarktpreisen Förder-Stopp

Für Anlagen, die nach Inkrafttreten des Gesetzes in Betrieb genommen wurden.

Batteriespeicher

Flexiblere Neuregelung und V2G möglich.



Foto: Daniel Hartz

Autor

Peter Nümann

Rechtsanwalt bei NÜMANN + SIEBERT
Rechtsanwälte
info@nuemann-siebert.com
nuemann-siebert.com
green-energy-law.com

Siemens und der Millionendeal

Das geschichtsträchtige Haus der Physik in Berlin bedroht



Foto: Udo Siegfried

Magnus-Haus Ein klassizistisch-barockes Bürgerhaus in Berlin-Mitte

Das Magnus-Haus in Berlin-Mitte gegenüber dem Pergamonmuseum hat eine bewegte Geschichte hinter sich. 1840 erwarb der berühmte Physiker Gustav Magnus das Gebäudeensemble mit Remise und Garten. Er richtete dort einen Hörsaal, ein Laboratorium mit seiner Sammlung verschiedener physikalischer Instrumente ein. 1843 begann er mit neuartigen beliebten Lehrveranstaltungen im Haus, die er als Physikalische Colloquien ankündigte. 1845 wurde von Teilnehmern des Physikalischen Colloquiums die Physikalische Gesellschaft zu Berlin gegründet, der Magnus 1851 beitrug. Die Berliner Physikalische Gesellschaft ging 1899 auf Anregung von Max Planck in die Deutsche Physikalische Gesellschaft DPG über. Die späteren DPG-Vorsitzenden Max Planck und Albert Einstein entwickelten die Quantenphysik und die Relativitätstheorie.

Seit 1930 ehrte eine Gedenktafel am Haus Gustav Magnus, eine weitere Ehrentafel kam 2020 von der European

Physical Society hinzu. Von Zerstörungen im Zweiten Weltkrieg weitestgehend verschont, wurde 1958, anlässlich des hundertsten Geburtstages von Max Planck, das Magnus-Haus der Physikalische Gesellschaft der DDR übereignet. Seitdem finden dort an und an physikalische Kolloquien und Tagungen statt, hervorzuheben sind die Max-von-Laue-Kolloquien. Das Haus wurde zu einem bedeutenden und lebendigen Zentrum der Physik. Nach dem Mauerfall erfolgte im Haus schon am 20. November 1990 die Vereinigung der beiden Physikalischen Gesellschaften in Ost und West zur Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG). Die DPG trat dann die Rechtsträgerschaft für das Magnus-Haus an. Allerdings wurde diese durch die Wiedervereinigung nichtig. Für den Autor als physik- und solarbegeisterten Ostberliner ist dieser Vorgang und das folgende Gerangel um das Haus kaum nachzuvollziehen und widerspricht seinem Rechtsempfinden. Es stellte sich also die Frage, wem das Haus gehört: Ob das

Land Berlin oder die Bundesrepublik Eigentümer des Hauses wird. Die Entscheidung fiel auf Berlin und die Senatsverwaltung wollte der DPG das Haus zur Nutzung übertragen, wenn die erheblichen Mittel zur Renovierung des Hauses aufgebracht werden. In diesem Moment sprang die Firma Siemens AG großzügig mit einer Spende von 10 Millionen DM ein. Schließlich hatte auch Firmengrüner Werner Siemens im Studium Vorlesungen von Magnus gehört, ging danach in den Colloquiumskreis und auch 1845 in die Physikalische Gesellschaft. Somit wurde in der Fördervereinbarung festgelegt, dass das Land Berlin der DPG das Haus unentgeltlich auf unbegrenzte Zeit zur Nutzung überträgt. So konnte es 1993 bis 1996 umfassend restauriert werden. Das Wissenschaftshaus wurde wieder lebendig: die traditionellen wissenschaftlichen Abendvorträge zu aktuellen und historischen Themen der Physik, Fortbildungen für Lehrer, die Diskussionsrunde „Physik und Gesellschaft“ und das Berliner Physikalische Kolloquium u.v.m. Auch das RBB-Fernsehen produzierte seine Serie „WissensWerte“ zu Diskussionsveranstaltungen mit physikalischem Hintergrund im Magnus-Haus. Zudem fanden eine Reihe von Gremiumssitzungen der DPG, deren Hauptstadtarbeit und Veranstaltungen mit Vertretern des Bundestages und der Bundesministerien im Hause statt. Der ehemalige Bundespräsident Richard von Weizsäcker – als Mitglied des Club of Rome und auch durch seinen Bruder und Physiker Carl Friedrich war er der Physik verbunden – hatte sein Präsidialbüro von 1994 bis 2015 im Magnus-Haus.

Was würde Werner Siemens darüber denken?

Im September 2001 erregte der Verkauf des Grundstückes mit dem Magnus-Haus für einen Kaufpreis von nur 2,86 Millionen DM durch das Land Berlin an Siemens Aufsehen. In der Pressemitteilung vom 10. Oktober 2001 „Streit um das Magnus-Haus: Vertreibt Siemens die DPG?“ sieht sich die DPG „durch den Verkauf hintergangen und in ihrem Nutzungsrecht gefährdet. Sie empfindet den geradezu heimlich und überhastet erfolgten Verkauf als deutlichen Affront gegen ihre Unabhängigkeit“ [1]. So kam es zu einem Rechtsstreit zwischen Siemens und der DPG. Das Gericht entschied 2004 zwar, dass der von der DPG mit dem Land Berlin geschlossene Nutzungsvertrag von 1994 rechtsgültig ist, allerdings kann dieser ab

Februar 2024 gekündigt werden [2]. Der Bauexperte Andreas Otto (Grüne) sprach in diesem Zusammenhang von „unerlaubter Beihilfe“. Der ehemalige Berliner Kultursenator Klaus Lederer (damals Die Linke) hatte 2015 als Oppositionspolitiker die Genehmigung durch das Bauamt in Mitte als „Magnus-Haus-Skandal“ bezeichnet und eine „rückhaltlose Aufklärung der dubiosen Vorgänge“ gefordert [3]. Die Argumentation von Siemens beschreibt der Berliner Kurier mit den Worten: „Der Kaufpreis sei schon deshalb angemessen, weil die seit der Wende dort ansässige DPG mindestens bis 2024 unentgeltlich im Magnus-Haus bleiben darf, man keine Verdrängung der Gesellschaft plane. Außerdem habe Siemens die Sanierung des heruntergekommenen Gebäudes mit rund fünf Millionen Euro gefördert – das müsse in die Betrachtung einbezogen werden.“ [4]. 2015 plante Siemens, im Garten des Magnus-Hauses einen Neubau als Konzernrepräsentanz in der Hauptstadt zu errichten. Durch den Protest vieler Berliner, Denkmalschützer und acht namhafter Institutionen, wie dem Bund Deutscher Architekten Berlin (BDA), und sogar ausländischer Architekten sah dann Siemens vom Neubau ab. Einen unterhaltsamen künstlerischen Abriss dieser Skandal-Geschichte hat der Zeichner Henrik Schart in Form von 44 Tuschzeichnungen veröffentlicht [5]. Im Oktober 2024 wurde völlig überraschend bekannt, dass Siemens das Magnus-Haus an den Mischkonzern Schwarz-Gruppe aus Neckarsulm verkauft hat [6]. Es ist zu hoffen, dass dem neuen Eigentümer die Physikalische Tradition des Hauses bewusst ist und diese bewahrt.

Zu den Gemeinsamkeiten zwischen DPG und DGS

Die Deutsche Physikalische Gesellschaft e. V. (DPG) und die DGS haben viele Gemeinsamkeiten. Als gemeinnützige Vereine fördern beide die Volksbildung und verfolgen keine wirtschaftlichen Interessen. Die moderne Sonnenergienutzung wäre ohne Magnus und seine Schüler, seinem Colloquiumskreis und die DPG-Mitglieder wie Albert Einstein, Gustav Kirchhoff, Max von Laue, Hermann von Helmholtz, Walter Schottky, Max Planck u.v.m. nicht denkbar. Einstein liefert das physikalische Modell des Lichtes und erhielt einen Nobelpreis für seine Erklärung des photoelektrischen Effekts [7] und lieferte damit die Grundlagen für die Photovoltaik. Viele DGS-Mitglieder sind auch



Magnus-Effekt Gustav Magnus und sein Haus, die Wiege der Deutschen Physik

Mitglieder bei der DPG. So auch der Physiker Prof. Adolf Goetzberger, der bis 1968 mit dem Nobelpreisträger William Shockley im kalifornischen Palo Alto und in den Bell Laboratorien in Murray Hill arbeitete. Dort wurden 1958 die ersten Silizium-Solarzellen entwickelt. Das beeinflusste Adolf Goetzberger stark, so dass er sich zurück in Deutschland auch unter dem Eindruck des Club of Rome verstärkt der Sonnenergienutzung zuwand. Sein Ziel, ein Solarforschungsinstitut zu gründen, erreichte er 1981. Das später Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme genannte Institut in Freiburg leitete er überaus erfolgreich bis 1993. Die DGS wurde derweil 1975 in München u.a. von Wissenschaftlern des Max-Planck-Institutes für Plasmaphysik gegründet und viele DGS-Mitglieder sind Physikerinnen oder Physiker. Bald nach Gründung engagierte sich Goetzberger in der DGS und leitete er diese als DGS-Präsident von 1993 bis 1997. Zwischen 1991 und 1993 war er zudem auch Präsident der International Solar Energy Society (ISES). Bis zu seinem Tod 2023 war er der DGS eng verbunden [8]. Ab 2014 öffnete die DPG ihr Magnus-Haus für DGS-Veranstaltungen mit den Schwerpunkten Qualität, Betrieb und Sicherheit von PV-Anlagen und Batteriespeichern. Dieses Jahr fand die inzwischen achte DGS-Tagung im Magnus-Haus statt – ein Tagungsbericht findet sich ab Seite 12 in dieser Ausgabe der SONNENENERGIE. Die Mitarbeitenden des Hauses bereicherten unsere Tagung durch eine exzellente technische und organisatorische Veranstaltungsunterstützung. Schön wäre es, wenn die DGS diese mittlerweile solare Tradition im historischen Haus der Physik weiterführen kann. ○



Fotos: Udo Siegfried

Referenzen und Quellen

- [1] 10.10.2001, Pressemitteilung der DPG, dpg-physik.de/veroeffentlichungen/aktuell/2001/dpg-pm-2001-016
- [2] DPG-Jahrbuch 2004, S. 127ff
- [3] 27.07.2018, Berliner Woche, „Geplante Firmenrepräsentanz hinterm Magnus-Haus ist vom Tisch“; berliner-woche.de/mitte/c-politik/geplante-firmenrepraesentanz-hinterm-magnus-haus-ist-vom-tisch_a173639
- [4] 10.09.2015, Berliner Kurier, „Nachbarn wollen Siemens stoppen“; berliner-kurier.de/archiv/magnus-haus-nachbarn-wollen-siemens-stoppen-li.1633236
- [5] Recherchebasiertes Kunstprojekt Repräsentanz; henrikschrat.de/portfolio-items/repraesentanz/
- [6] 18.10.2024; Berliner Morgenpost, „Siemens verkauft historisches Haus – der neue Eigentümer überrascht“; morgenpost.de/berlin/article407494877/siemens-verkauft-historisches-haus-der-neue-eigentuemer-ueberrascht.html
- [7] „Einstein and the Nobel Committee: Authority vs. Expertise“, Robert Marc Friedman, University of Oslo, Norway, Europhysics News, Vol. 36, Number 4, July-August 2005; <https://doi.org/10.1051/eprn:2005405>
- [8] Nachruf in den DGS News, dgs.de/news/en-detail/030323-ein-leben-fuer-die-sonne-oder-es-ist-besser-der-zeit-voraus-zu-sein-als-hinterher/



Foto: privat

Autor

Ralf Haselhuhn
Vorsitzender DGS-Fachausschuss
Photovoltaik
rh@dgs-berlin.de

Analyse der PV-Erträge in Deutschland

Ein Blick auf das Jahr 2024

Das Jahr 2024 war aus meteorologischer Sicht, wie die Jahre zuvor, von extremen Wetterereignissen und neuen Rekorden geprägt: Mit einer Durchschnittstemperatur von 10,9 °C wurde es zum wärmsten Jahr seit Beginn der Wetteraufzeichnungen im Jahr 1881 – ein Wert, der 2,7 °C über der international gültigen Referenzperiode 1961 bis 1999 liegt [1]. Gleichzeitig gab es außergewöhnlich hohe Niederschlagsmengen von 903 l/m², was einem Anstieg von 14 % im Vergleich zum langjährigen Durchschnitt entspricht [1].

Im Jahr 2024 wurde eine Jahressumme der Globalstrahlung von 1.113 kWh/(m²a) erreicht [2]. Doch wie schnitten die PV-Erträge unter diesen Wetterbedingungen ab? Zur Beantwortung dieser Frage wurden umfassende Analysen durchgeführt: Neben der Auswertung von mehrjährigen Solarstrahlungsdaten wurden mehrere tausend Datensätze aus der VCOM-Cloud der meteocontrol GmbH für den Zeitraum 2012 bis 2024 analysiert.

Ergänzend dazu flossen langjährige (2001 bis 2024) Monitoring-Daten der 1-MW-PV-Anlage auf dem Münchener Messegelände in Riem in die Analyse ein.

Solarstrahlung 2024 im Fokus

Im vergangenen Jahr wurde in Deutschland eine mittlere Jahressumme der Globalstrahlung von 1.113 kWh/(m²a) gemessen, was das 75 %-Perzentil im Vergleich zum langjährigen Durchschnitt (1991 bis 2020) überschreitet [2]. Zur besseren Einordnung zeigt Tabelle 1 die Jahressummen der Globalstrahlung für die Jahre 2020 bis 2023 in Deutschland [2], der betrachtete Referenzzeitraum in den beiden Abbildungen in der mittleren Spalte dieser Seite.

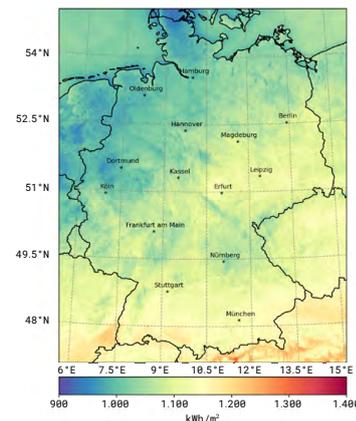
Globalstrahlung

JAHRESSUMMEN DER GLOBALSTRAHLUNG

Jahr	2020	2021	2022	2023
kWh/(m ² ·a)	1.171	1.096	1.227	1.144

Quelle: DWD

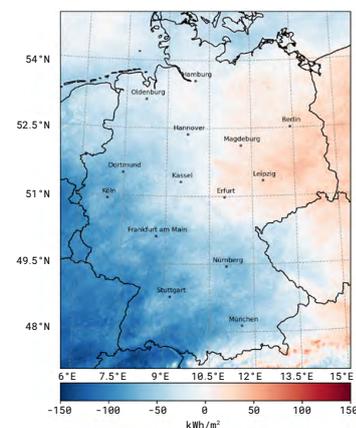
JAHRESSUMME 2024



Quelle: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

Deutschlandweite Verteilung der Globalstrahlung in Horizontalebene für das Jahr 2024, berechnet am DLR aus Satellitenbildern der Meteosat Second Generation (EUMETSAT).

JAHRESSUMME ANOMALIE 2024
zu Mittelwert 2020, 2021, 2022 und 2023



Quelle: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

Deutschlandweite Verteilung von Anomalien in der Globalstrahlung im Jahr 2024 im Vergleich zu den Jahren 2020 – 2023, berechnet am DLR aus Satellitenbildern der Meteosat Second Generation (EUMETSAT).

Die obere Grafik zeigt die deutschlandweite Verteilung der Globalstrahlung für das Jahr 2024. Um die Daten besser einordnen zu können, zeigt die untere Grafik die Anomalien der Globalstrahlung 2024 zum mehrjährigen Mittelwert (2020 bis 2023). Ein Blick auf die deutschlandweite Verteilung der Globalstrahlung bestätigt die typische Globalstrahlungsverteilung für Deutschland. Besonders auffällig in der unteren Grafik ist jedoch der Zuwachs der Globalstrahlung in weiten Teilen Ostdeutschlands, wo die Jahressummen bis zu 50 kWh/(m²a) über dem Mittelwert lagen.

Im Gegensatz dazu weisen große Teile Deutschlands signifikante negative Abweichungen zum mehrjährigen Durchschnitt (2020 bis 2023) auf. Diese Abweichungen sind vor allem durch die außergewöhnlich hohen Globalstrahlungssummen der Jahre 2020, 2022 und 2023 im betrachteten Referenzzeitraum bedingt, die die aktuellen Werte in ein schlechtes Licht rücken. Lediglich in Norddeutschland wurden Werte im Bereich des mehrjährigen Mittels erreicht.

Bei den Monatssummen der Globalstrahlung für das Jahr 2024 – siehe folgende Seite unten – fallen die extremen Schwankungen auf. Während im Januar Rekordwerte erzielt wurden, blieben die Monatswerte in den darauffolgenden Monaten bis Mai deutlich hinter dem mehrjährigen Durchschnitt zurück. Besonders auffällig sind die großen Abweichungen im Juni, der ebenfalls unterdurchschnittliche Werte aufwies. Im Gegensatz dazu verzeichneten die Monate Juli und insbesondere der August eine positive Entwicklung mit überdurchschnittlichen Monatssummen. Die restlichen Monate des Jahres lagen hingegen überwiegend unterhalb des Medians.

Rekordjahr: Steigende Stromerzeugung und Ausbauziele übertroffen

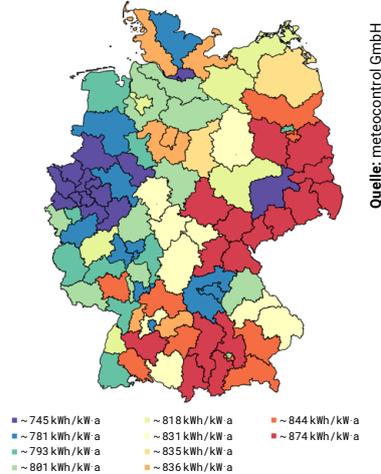
Photovoltaikanlagen haben im vergangenen Jahr laut Energy-Charts etwa 72,2 TWh erzeugt – ein Anstieg von rund 10,8 TWh im Vergleich zum Vorjahr. Damit erreichte ihr Anteil an der öffentlichen Nettostromerzeugung 15 %. Auch beim Ausbau der Photovoltaik wurden die Zielvorgaben der Bundesregierung erneut übertroffen. Die für 2024 geplanten 13 Gigawatt zusätzlicher Kapazitäten wurden bereits im November erreicht (13,3 GW) [3].

Deutschlandweite Analyse der PV-Erträge

Zur Bewertung der PV-Anlagenerträge wurden Ertragskarten erstellt [4]. Die obere Grafik auf dieser Seite visualisiert die deutschlandweiten Erträge für das Jahr 2024 in den verschiedenen Regionen. Die Ergebnisse sind qualitativ von der Anlagendichte und -qualität in den dargestellten Regionen abhängig. Aufgrund der hohen Anzahl überwachter Anlagen gelten sie jedoch als repräsentativ. Der Energieertrag von PV-Anlagen wird durch zahlreiche Faktoren beeinflusst, darunter das Mikroklima, lokale Verschattungen, die Ausrichtung der Module, sowie unterschiedliche Montagearten, Wechselrichter, Systemauslegungen und Systemkonfigurationen. Um regionale Besonderheiten im PV-Ertrag zu verdeutlichen, stellt die untere Grafik auf dieser Seite [4] die Abweichung der Erträge im Vergleich zum langjährigen Mittel dar (2012 bis 2023). Dabei wird deutlich, dass die Erträge in großen Teilen des Landes durchschnittlich und unterdurchschnittlich ausfielen, während in

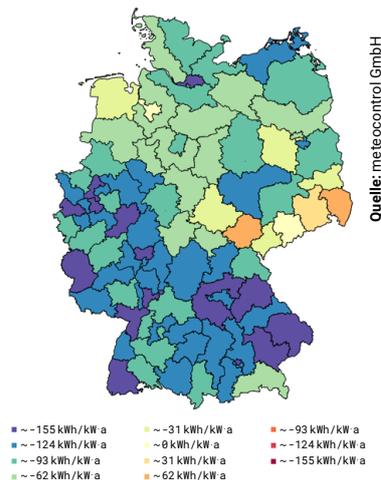
PV-Erträge

PV-ERTRÄGE 2024



Deutschlandkarte für das Jahr 2024 mit den normierten PV-Erträgen gemittelt für einzelne Regionen.

ABWEICHUNGEN 2012 BIS 2023



Die PV-Erträge aus obiger Grafik werden in diesem Plot als Abweichung vom spezifischen Ertrag im Vergleich zu einem langjährigen Mittelwert (2012 bis 2023) dargestellt.

den östlichen Regionen, analog zu den Ergebnissen aus der unteren Grafik auf Seite 22, PV-Erträge über dem langjährigen Mittel erreicht wurden.

PV-Anlagenverhalten am Beispiel Solardach Messe München

Als Referenzsystem dient exemplarisch die 1-MW-PV-Anlage „Solardach Messe München-Riem“ [5]. Die obere Grafik auf Seite 19 zeigt die Entwicklung der spezifischen Jahreserträge der Anlage sowie den Verlauf der Globalstrahlung von 2001 bis 2024. Der schwarze Balken markiert den Mittelwert der spezifischen Jahreserträge für den Zeitraum 2001 bis 2023. Für eine Einordnung wurden die Jahre 2001 als ertragsärmstes Jahr in Gelb sowie 2011 (in Grün) und 2018 (in Blau) als ertragsreiche Jahre als Vergleichsgrößen herangezogen. Es zeigt sich ein klarer Zusammenhang zwischen dem Eintrag der Globalstrahlung und den spezifischen Erträgen der Anlage. Im Jahr 2024 wurde mit einem spezifischen Ertrag (Final Yield) von 985 kWh/kW ein Wert (in Rot) erreicht, der um 5 % unter dem langjährigen Mittelwert (2001 bis 2023) liegt.

Die untere Grafik auf Seite 19 visualisiert die spezifischen Quartalerträge im Zeitraum 2001 bis 2024. Farblich hervorgehoben sind wieder auffällige Verläufe der spezifischen Erträge und die langjährigen Quartalsmittelwerte. Während die Erträge im ersten Quartal 2024 im Bereich des langjährigen Durchschnitts lagen, wurden in den beiden darauffolgenden Quartalen Werte knapp unterhalb des 25%-Quantils erzielt. Besonders auffällig war das vierte Quartal, das deutlich hinter den langjährigen Werten zurückblieb.

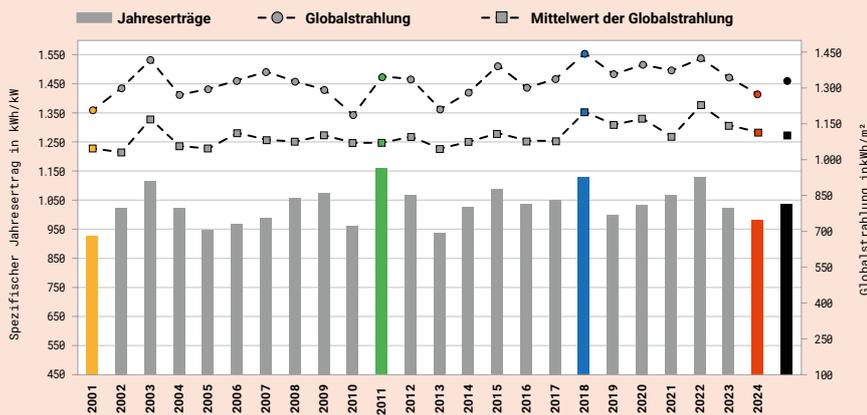
GLOBALSTRAHLUNG 2024 IM VERGLEICH ZU VORJAHREN

Monats- und Jahreswerte der Globalstrahlung in Deutschland für das Jahr 2024 im Vergleich zu den Monats- und Jahresdurchschnittswerten der Referenzperiode 2020 bis 2023.

Grafik: Technische Hochschule Rosenheim

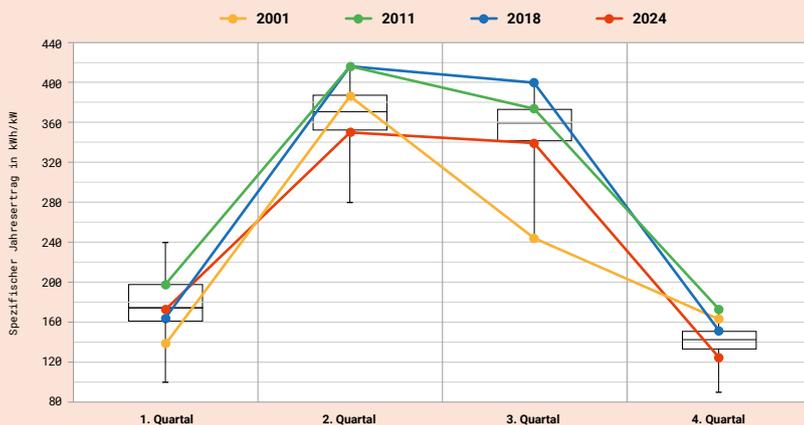


SPEZIFISCHE JAHRESERTRÄGE DER 1 MW PV-ANLAGE SOLARDACH MESSE MÜNCHEN



Die oberen Liniengrafiken zeigen den Verlauf der Globalstrahlung am Standort der Anlage sowie zum Vergleich das deutschlandweite Flächenmittel. Die Balkendiagramme veranschaulichen die Erträge: Die rote Säule steht für den Jahresertrag 2024, die schwarze Säule repräsentiert den langjährigen Mittelwert (2001 bis 2023). Ergänzend markieren die grüne und blaue Säule ertragsreiche und die gelbe Säule das ertragsärmste Jahr

NORMIERTE PV-ERTRÄGE DER JAHRESQUARTALE FÜR DIE JAHRE 2001, 2011, 2018 UND 2024



Der darüberliegende Boxplot basiert auf den Ertragsdaten von 2001 bis 2023 und zeigt das Minimum, 25%-Quantil, Median, 75%-Quantil sowie Maximum.

Grafiken: Technische Hochschule Rosenheim

Fazit

Die PV-Erträge im Jahr 2024 lagen in weiten Teilen des Landes im Vergleich zur Referenzperiode unter dem Durchschnitt. Ursachen hierfür waren verminderte Einstrahlungseinträge (Bewölkung, Saharastaub), erhöhte Temperaturen, sowie Schnee und lokale Wetterbedingungen. In der ersten Jahreshälfte, die von ungünstigen Witterungsverhältnissen geprägt war, war die PV-Erzeugung stark beeinträchtigt. Das hydrologische Winterhalbjahr (bis April 2024) war das nasseste seit Beginn der Messungen im Jahr 1881 [1]. Besonders am Alpenrand wurden teils enorme Regenmengen registriert, was über die Bewölkung die niedrigen Erträge der PV-Anlage auf dem Gelände der Neuen Messe München erklärt. Dagegen kann Ostdeutschland sich über höhere PV-Erträge freuen. Insgesamt variieren die Ergebnisse jedoch regional und lassen sich unterschiedlich erklären. ○

Quellen

- [1] Verschiedene Pressemitteilungen des DWD: Jahresrückblick 2024 und monatliche Berichte zum Deutschlandwetter
- [2] Mitteilungen des DWD, Globalstrahlung: Monatssummen des aktuellen Jahres im Vergleich zum Zeitraum 1991 bis 2020. Online verfügbar unter: dwd.de/DE/leistungen/solarenergie/solarenergie
- [3] Prof. Dr. Bruno Burger, „Stromerzeugung in Deutschland im Jahr 2024“. Online verfügbar unter: energy-charts.info/downloads/Stromerzeugung_2024.pdf
- [4] Die Angaben basieren auf PV-Erzeugungsdaten der meteocontrol VCOM Cloud Plattform
- [5] Solarenergieförderverein Bayern e.V., Messwerte der 1 MW PV-Anlage Neue Messe München der Jahre 2001 bis 2024, sev-bayern.de

Autor:innen

Andreas Boschert

wiss. Mitarbeiter an der TH Rosenheim und kooperativer Doktorand an der TU München in der Arbeitsgruppe „Combined Smart Energy Systems“ (CoSES).
andreas.boschert@th-rosenheim.de

Bhavya Bhimani

Masterstudent in Ingenieurwissenschaften mit dem Schwerpunkt Mechatronik an der TH Rosenheim.
bhavya.bhimani@stud.th-rosenheim.de

Mike Zehner

Professor für nachhaltige Energietechnik im Studiengang Energie- und Gebäudetechnologie. Leitung Labor für Solare Energiesysteme am Rosenheimer Technologiezentrum Energie und Gebäude (roteg).
michael.zehner@th-rosenheim.de

Severin Kaspar

Teamleiter bei der meteocontrol GmbH Bereich Data Analytics.
s.kaspar@meteocontrol.de

Frank Schnabel

Head of Strategic Development bei der meteocontrol GmbH.

Fabian Flade

Büroleiter des Solarenergieförderverein Bayern und verantwortlich für das Monitoring der PV-Anlage Solardach Messe München.
fabian.flade@sev-bayern.de

Dr. Annette Hammer

Wissenschaftliche Mitarbeiterin mit Forschungsschwerpunkt Energiemeteorologie, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Institut für Vernetzte Energiesysteme, Oldenburg.
enmet-ve@dlr.de

Dr. Thomas Schmidt

Wissenschaftlicher Mitarbeiter mit Forschungsschwerpunkt Energiemeteorologie, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Institut für Vernetzte Energiesysteme, Oldenburg.
enmet-ve@dlr.de



Foto: Meyer Burger

Solarfabriken Die europäischen sind nahezu vollautomatisiert, können jedoch dennoch nicht so preisgünstig produzieren wie die chinesischen

Gelingt der Wiederaufbau der Solarindustrie?

Der Preis der Unabhängigkeit ist hoch

Angesichts der überwältigenden Marktmacht der chinesischen Photovoltaik-Konzerne stellt sich die Frage, ob es notwendig ist, die deutsche Solarindustrie massiv zu fördern.

Im vergangenen Jahr wurden in Deutschland etwa 17 GW Photovoltaik installiert. Das bedeutet, dass sich in den vergangenen acht Jahren das Jahresvolumen etwa verzehnfacht hat. Im gleichen Zeitraum ist die Photovoltaik zu einer immer stärkeren Säule der Stromversorgung Deutschlands herangewachsen. Sie lieferte im vergangenen Jahr etwa 72 TWh Strom.

Dieser Erfolg wäre nicht möglich gewesen ohne die preisgünstigen chinesischen Module, von denen wir inzwischen stärker abhängig sind, als wir jemals vom russischen Erdgas abhängig waren. Diese Abhängigkeit wird angesichts der international wachsenden Spannungen zu einem Problem, über das seit einiger Zeit in der Solarbranche diskutiert wird.

Unabhängigkeit als Regierungsziel

Zwar kann man China nicht mit Russland gleichsetzen. Aber China ist ein aggressives Land, das seine Nachbarn, insbesondere Taiwan, militärisch bedroht.

Falls der chinesische Präsident seine Drohung wahr macht und den Befehl gibt, die Insel Taiwan zu erobern, dann wird die Bundesregierung auf diesen eklatanten Bruch des Völkerrechts reagieren müssen. Mit massiven Einschränkungen der Importe ist zu rechnen. Wir werden dann wohl oder übel unsere Module und Wechselrichter woanders kaufen müssen. In jedem Fall ist mit einem schweren Rückschlag für die deutsche Energiewende zu rechnen. Das Gleiche gilt eigentlich für alle europäischen Länder.

Angesichts der wachsenden Spannungen in Fernost ist es naheliegend, die Abhängigkeit von China zu verringern

und den Versuch zu machen, die deutsche Solarindustrie wenigstens soweit wieder aufzubauen, dass eine strategische Mindestreserve verfügbar ist.

Eigentlich sollte diese Aufgabe auf der Agenda der Bundesregierung ganz oben stehen, so wie vor 50 Jahren, als sie damit begann, die Erforschung der Erneuerbaren Energien zu verstärken und vor allem die Photovoltaik und die Windenergie zu fördern.

Ausgangspunkt war damals nicht der Klimawandel, sondern die Abhängigkeit von importierten Energierohstoffen. Der durch die Verknappung des Angebots im September 1973 ausgelöste „Ölpreisschock“ gab den Anstoß, langfristig die Abhängigkeit von importierten Energierohstoffen zu vermindern. Die Bundesregierung steht nun vor einer ähnlichen Aufgabe, wenn sie die Abhängigkeit der Energiewende von importierten Modulen abbauen will.

Ein industrielles Ökosystem entsteht

In der 1970er Jahren war die Photovoltaik in Deutschland noch ein zartes Pflänzchen, aber das änderte sich bald. Nach der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl im April 1986 wuchs ihre Bedeutung langsam, aber stetig. Zehn Jahre später begann die Gründerphase der Solarindustrie in Deutschland. Ab 1996 schossen Solarfabriken wie Pilze aus dem Boden, nachdem das im Jahr 2000 verabschiedete Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) die



Foto: Fraunhofer ISE / Dirk Mahler

Spitzenforschung Der erprobte Inline-Solarzellen-Tester gilt als ein Beispiel für die Spitzenposition der deutschen Solarforschung, die im Gegensatz zur Solarindustrie mit den Chinesen mithalten kann

Nachfrage und damit auch die Produktion kräftig angekurbelt hatte. Deutsche Solarfirmen stiegen zur Weltspitze auf. Im Jahr 2008 galt der deutsche Solarzellenhersteller Q-Cells als Weltmarktführer.

Innerhalb von wenigen Jahren hatte sich die deutsche Solarbranche zu einem organisch gewachsenen industriellen Ökosystem entwickelt, in dem alles vorhanden war, das für eine aufstrebende Branche lebensnotwendig ist: gut ausgestattete Forschungsinstitute, gesicherte Rohstoffbeschaffung, eine tragfähige Zu-

lieferindustrie, Serienproduktion von gebrauchstauglichen Produkten, Installationsbetriebe, Planungsbüros, Gutachter.

Die Bundesregierung wies damals stolz darauf hin, dass die Photovoltaik Wertschöpfung schafft und Arbeitsplätze sichert. Aber das war nicht das Ergebnis ihrer Industriepolitik, denn industriepolitisch war die Bundesregierung eigentlich gar nicht aktiv, jedenfalls nicht in Bezug auf die Photovoltaik. Das gewachsene Ökosystem war vor allem auf das Prinzip der kostendeckenden Vergütung und die damit verbundene langfristige Investitionssicherheit zurückzuführen. Also auf das EEG, das zweifellos eine große Leistung der Bundesregierung war, aber mit Industriepolitik eigentlich nichts zu tun hat.

Interessenskonflikt in der Solarbranche

Aber bald darauf ging ein Riss durch die Branche. Auslöser war die Erkenntnis, dass die massenhaft importierten chinesischen Module nicht nur so leistungsfähig waren wie die deutschen, sondern obendrein sehr viel preisgünstiger. Die deutsche Solarindustrie stemmte sich unter Führung der Solar World AG gegen die unliebsame Konkurrenz aus Fernost und konnte durchsetzen, dass die EU im Sommer 2013 Strafzölle verhängte, um die Importe einzudämmen. Auf der anderen Seite standen aber die Großhändler, die Projektentwickler und die Verbraucherschützer, die an möglichst niedrigen Modulpreisen interessiert waren.



Claim Die chinesischen Solarunternehmen demonstrieren alljährlich auf der Münchner Intersolar mit riesigen Messeständen ihren Führungsanspruch

Und weil außerdem die Klimaforscher und -schützer energisch darauf hinweisen, dass nicht mehr viel Zeit bleiben würde, den Klimawandel zu stoppen, kam es am Ende nur noch darauf an, möglichst schnell viel Leistung zu installieren, und zwar auch um den Preis der Abhängigkeit von einem einzigen Lieferanten. Unabhängigkeit spielte keine Rolle mehr.

Die Zölle nützten nichts, denn den Niedergang der deutschen Solarindustrie konnten sie nicht verhindern. Tausende von Arbeitsplätzen gingen verloren. Die Bundesregierung hat nichts unternommen, um diesen Niedergang aufzuhalten. Damit blieb sie ihrer Tradition treu, denn industriepolitisch hat sie die Energiewende grundsätzlich nicht unterstützt. Sie begnügte sich damit, das EEG durch Novellierungen an veränderte Situationen anzupassen.

Wiederbelebung der Industrie?

Die industrielle chinesische Übermacht hat die Diskussion darüber entfacht, ob es möglich ist, die Solarindustrie wieder aufzubauen. Wenn überhaupt, kann dies nur im Rahmen der EU gelingen, denn Deutschland ist dafür offensichtlich zu klein.

Die EU-Kommission hat die Herausforderung erkannt und im Januar 2024 das Ziel ausgegeben, dass bis 2030 mindestens 40 % des jährlichen Zubaus aus europäischer Solarproduktion gedeckt werden sollte. Professor Eicke Weber, der ehemalige Leiter des Fraunhofer ISE, hat sich in dieser Zeitschrift kürzlich dazu geäußert (SONNENENERGIE Ausgabe 4|2024). Er wies darauf hin, dass die gesamte Wertschöpfungskette, vom Silizium zum Modul, ausgebaut werden müsse, damit wieder ein industrielles Ökosystem entsteht. Um die europäische Produktion anzukurbeln, schlägt Weber Subventionen, Steuererleichterungen und langfristige Finanzierungsprogramme vor. Aber um das ambitionierte Ziel bis zum Jahr 2030 zu erreichen, bleiben nur noch fünf Jahre Zeit. Weil mehrere europäische Nationen an einem Strang ziehen müssen, werden es wohl eher zehn Jahre sein.

Die Bundesregierung hat schon seit langem das 1973 begründete Prinzip vernachlässigt. Das drastischste Beispiel war die fatale Abhängigkeit von Erdgasimporten aus Russland, sodass die Bundesregierung mit dem Beginn des Ukrainekrieges hart auf dem Boden der

Herausforderung erkannt

Die Solarindustrie wieder aufzubauen, kann nur im Rahmen der EU gelingen.

40 %

Laut EU-Kommission soll bis zum Jahr 2030 mindestens dieser Anteil am jährlichen Zubau aus europäischer Produktion gedeckt werden.

Eine Aufbruchstimmung zugunsten des Wiederaufbaus der Solarindustrie ist noch nicht zu spüren.



Foto: Karin Koenemann

Autor

Detlef Koenemann

Bis 2008 als Chefredakteur der Zeitschrift „Sonne Wind & Wärme“ tätig, seit 2008 freier Journalist
info@detlef-koenemann.de

Tatsachen landete. Die Bundesregierung hat die Abhängigkeit von einem fragwürdigen Lieferanten inzwischen beendet. Aber gilt das auch für die Versorgung mit Solarmodulen? Weil der Preis der Unabhängigkeit hoch ist, müsste die Bundesregierung, gemeinsam mit anderen europäischen Regierungen, viel Geld in die Hand nehmen, um die Solarindustrie wieder aufzubauen. Davon ist bisher nichts zu sehen.

Volkswirtschaftliche Bilanz ist positiv

Aber auch die Solarbranche ist sich nicht einig. Denn es ist fraglich, ob die Großkunden der Photovoltaik-Industrie, also vor allem die Großhändler und die Projektentwickler, so lange warten wollen, bis massenhaft preisgünstige Solarmodule aus europäischer Fertigung verfügbar sind.

Manche sind der Ansicht, dass es nicht notwendig ist, die Solarmodule im eigenen Land zu produzieren. Sie machen eine volkswirtschaftliche Rechnung auf und weisen darauf hin, dass es nicht die Chinesen sind, die das größte Stück vom Kuchen erhalten. Auch inländische Akteure profitieren, wenn zum Beispiel ein großer Solarpark gebaut wird.

Zwar machen die Module und auch die Wechselrichter einen großen Teil der Investitionskosten aus. Aber das ist nicht alles. Denn mit der Installation sind in der Regel lokale Betriebe beauftragt. Nicht zu vergessen die Projektentwicklung, die Finanzierung und schließlich Service und Wartung. Der Betreiber des Solarparks profitiert von den Einnahmen aufgrund der Stromerzeugung, und auch der Staat bekommt ein Stück vom Kuchen, indem er Steuern einnimmt.

Wird die Branche die Herausforderung aufnehmen?

Durch diese volkswirtschaftliche Betrachtung wird klar, dass es innerhalb der Solarbranche unterschiedliche Interessen gibt. Eine Aufbruchstimmung zugunsten des Wiederaufbaus der Solarindustrie ist noch nicht zu spüren.

Letzten Endes muss sich die Solarbranche entscheiden, ob sie das Risiko auf sich nehmen will, fast vollständig von der Belieferung durch einen einzigen Staat abhängig zu sein. Oder ob sie sich dafür entscheidet, eine größere Unabhängigkeit anzustreben. Aber dafür müsste sie kämpfen. Und vor allem mit einer Stimme sprechen. ○

Solarstrom
Tandem-Solarzelle im Labormaßstab

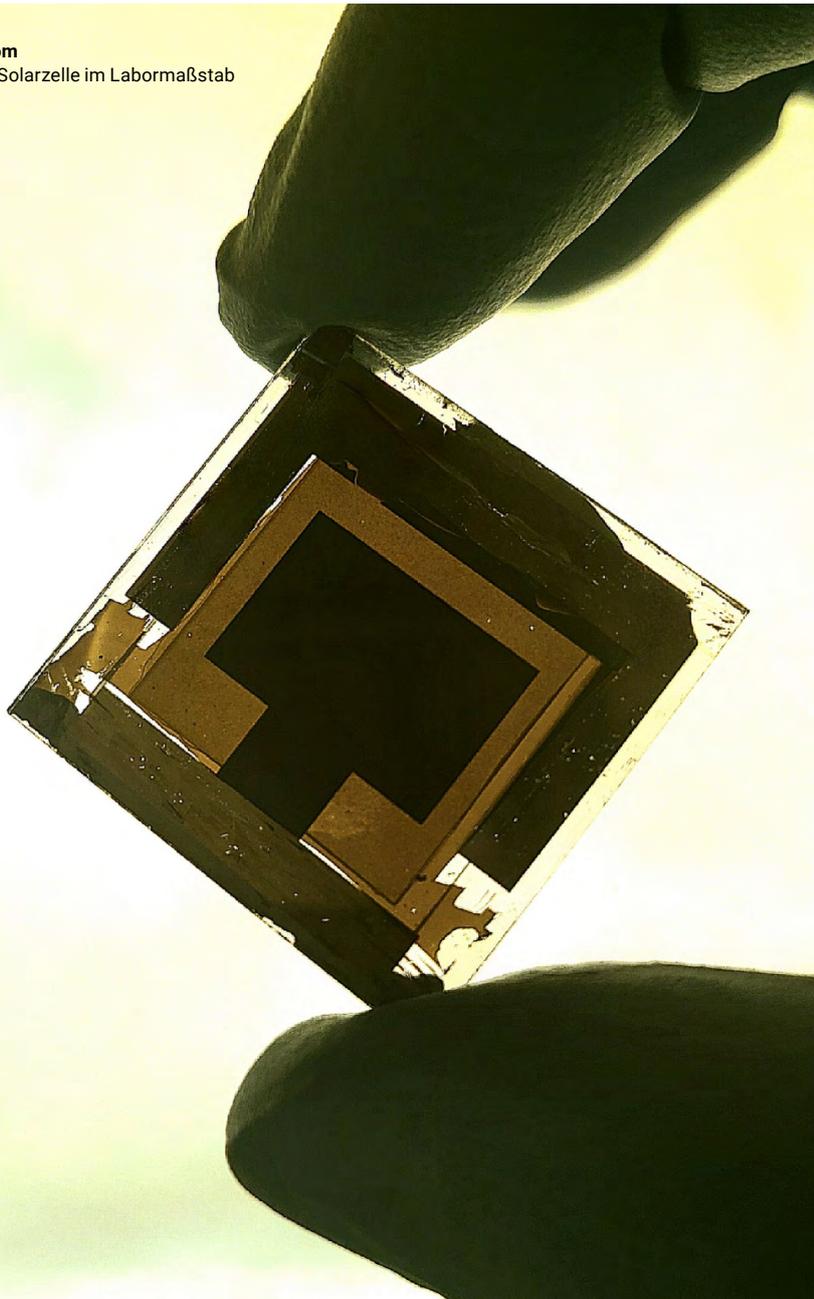


Foto: Institut für Solarenergieforschung GmbH

Tandem-Solarzellen

Stürmische Entwicklungen

Tandem-Solarzellen sind ein Entwicklungstrend bei der Solarenergie, mit dem Ziel, die Effizienz zu steigern. Durch die Kombination von mehreren Solarzellen erweitern sie das Spektrum des ausgeschöpften Sonnenlichtes. Das steigert die Ausbeute an elektrischer Energie gegenüber klassischen Siliziummodulen erheblich. Tandem-Solarzellen bestehen aus mindestens zwei, teilweise auch mehreren übereinander geschichteten Einfach-Solarzellen. Sie werden daher auch Stapel-solarzellen oder Mehrfach-solarzellen genannt. Diese Solarzellen absorbieren das Licht in verschiedenen Wellenlängenbereichen. So nutzen sie das breite Spektrum der Sonne ideal aus.

Der Kompromiss bei den Bandlücken

Jede Solarzelle aus einem einzigen Material muss einen Kompromiss bei der sogenannten elektronischen Bandlücke eingehen: Materialien mit hoher Bandlücke können hochenergetische Photonen aus dem kurzwelligen „blauen“ Bereich des Sonnenspektrums sehr effizient in elektrische Energie umwandeln – niederenergetische Photonen aus dem langwelligen „roten“ Bereich des Sonnenspektrums kann ein solches Material jedoch nicht absorbieren. Umgekehrt kann ein Material mit geringer Bandlücke – wie das heute dominierende Silizium – zwar sehr viele Photonen absorbieren, also einen großen Teil des Sonnenspektrums. Aber ein Großteil der Energie, die die hochenergetischen Photonen transportieren, die also im kurzwelligen Bereich des Sonnenspektrums enthalten ist, wird in Materialien mit kleinen Bandlücken nicht in elektrische Energie umgewandelt, sondern geht als Wärme verloren, sagt Prof. Dr. Robby Peibst. Er forscht seit 2010 am Institut für Solarenergieforschung GmbH (ISFH) in Emmerthal und leitet dort seit 2013 die Forschungsgruppe „Solarzellen der nächsten Generation“. Außerdem hat er die Professur „Halbleitertechnologien für nachhaltige Energiesysteme“ an der Leibniz Universität Hannover inne.

Silizium

Kristallines Silizium – wie es in herkömmlichen Solarzellen verwendet wird – hat eine feste Bandlücke von 1,12 eV und kann daher nur rotes und infrarotes Licht effizient zu einem hohen Anteil in Strom verwandeln. Mit dieser Bandlücke kann

Silizium physikalisch maximal etwa 28 % des Sonnenlichts in Strom umwandeln. Das technisch mögliche Maximum der Zellen liegt bei etwa 27 %, die effizientesten verfügbaren Module liegen mit etwa 25 % noch zwei Prozentpunkte darunter.

Bisher haben sich Solarzellen aus Silizium als Marktführer durchgesetzt. Sie sind stabil, zuverlässig und aufgrund der ausgeprägten Wettbewerbssituation preiswert. Prof. Dr. Steve Albrecht, Leiter der Abteilung Perowskit-Tandemsolarzellen am Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH (HZB) und des Fachgebiets Perowskit-Solarzellen an der Technischen Universität Berlin: „Derzeit dominieren Silizium-Solarmodule den Markt zu 95 %: Sie sind inzwischen sehr preiswert, liefern mindestens 25 Jahre lang zuverlässig Strom und haben Modulwirkungsgrade von etwa 22 %“.

Was sind Perowskite?

Um den Wirkungsgrad der Tandemsolarzellen weiter zu verbessern, wird auf das Silizium eine zusätzliche Schicht, meist Perowskit, aufgebracht. Die Forschung an Perowskit-Solarzellen erzielt immer wieder neue Erfolge. Erst 2009 entdeckte eine japanische Forschergruppe um den Ingenieur Tsutumo Miyasaka, dass bestimmte Materialien aus der Klasse der Perowskite gute Halbleiter sind und aus Sonnenlicht Strom erzeugen können.

Perowskite sind keine bestimmten chemischen Stoffe, sondern eine Materi-

alklasse mit einer speziellen Kristallstruktur. Diese Kristalle bestehen aus drei Arten von Atomen oder Molekülen, die mit A, B und X bezeichnet werden. Die Bausteine sind einfach positiv geladene Kationen, wie Methylammonium oder Cäsium, zweifach positiv geladene Kationen wie Blei oder Zinn und einfach geladene Anionen wie Jod, Brom und Chlor.

Die ersten Solarzellen auf der Basis von Perowskit erreichten noch einen Wirkungsgrad von nur 3,8 % – in der Landschaft der Solarzellentechnik nicht nennenswert. Im August 2023 erreichten Forscher bereits einen Wirkungsgrad von 26,1 %. Aufgrund der rasanten Fortschritte beschäftigen sich immer mehr Forschungsinstitute mit Solarzellen unter Einbeziehung des kristallinen Materials.

Wie funktionieren Tandemzellen?

Eine Tandemzelle löst diese Herausforderung, indem sie zwei Materialien kombiniert: ein Material mit großer Bandlücke, das den kurzwelligen Spektralbereich effizient umwandelt, und ein Material mit kleiner Bandlücke, das den langwelligen Bereich des Sonnenspektrums absorbiert. Die beiden Teilzellen teilen das Spektrum auf, wodurch sich der Strom in jeder Teilzelle etwa halbiert. Die Spannungen, die beide Subzellen liefern, addieren sich jedoch, so dass deutlich höhere Wirkungsgrade als mit nur einem Material möglich sind. Bei einem Tandem aus zwei Materialien liegt das theo-



Foto: M.Setzpfandt/ HZB

Solar-Kombi Perowskit-Materialien für PV-Anwendungen kommen in vielfältigen Farben vor, die ihre jeweiligen optischen Eigenschaften widerspiegeln. Dadurch eignen sie sich hervorragend für die Kombination mit anderen Materialien in Mehrfachsolarzellen

retische Wirkungsgradpotenzial bei etwa 45 % im Vergleich zu circa 33 % bei nur einem Material. Es ist möglich, das Konzept weiter zu verfolgen und noch mehr Materialien mit jeweils abgestuften Bandlücken zu kombinieren. Der aktuelle Wirkungsgrad-Weltrekord von 47,6 % wurde mit einer Solarzelle erreicht. Diese enthielt vier verschiedene Materialien, so Peibst vom ISFH, wobei hier auch hochkonzentriertes Licht verwendet wurde.

Die Industrialisierung

Noch kämpfen die Forscherteams mit zahlreichen Problemen. Eines davon ist die Stabilität der Zellen. In der Industrie hat ein Run auf die neuen Produkte ein-



Wärme für Industrie und Kommunen
Schlüsselfertig oder als Contracting

Großwärmepumpen
Solarthermie und mehr



T. +49 174 815 9046

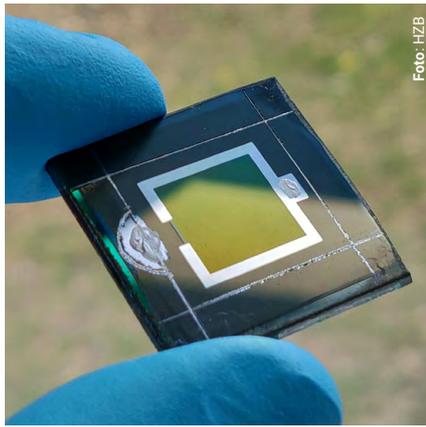
info@savosolar.de



gesetzt: In Brandenburg an der Havel hat das britische Start-up Oxford PV bereits eine erste Produktionslinie aufgebaut. Der Standort ist weltweit der erste für Perowskit-Silizium-Tandemsolarzellen mit einer angestrebten Produktionskapazität von 100 MW. Oxford PV ist Pionier und Technologieführer auf dem Gebiet der Perowskit-basierten Photovoltaik mit einem Portfolio von mehreren hundert Patenten. Das südkoreanische Unternehmen Hanwha Qcells will für 100 Millionen Dollar eine Produktionslinie aufbauen, die bis 2026 marktreife Perowskit-Silizium-Tandemmodule herstellen kann. Auch in den USA und China stehen Unternehmen in den Startlöchern. Im Labor erreichen diese Tandemsolarzellen heute Wirkungsgrade von 33,9 %.

Prof. Dr. Stefan Glunz, Abteilungsleiter Photovoltaik am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme und für Photovoltaische Energiewandlung an der Universität Freiburg: „Perowskit-Halbleiter haben optimale optoelektronische Eigenschaften, so dass mit Perowskit-Solarzellen sehr hohe Umwandlungswirkungsgrade erreicht werden können. Hohe Wirkungsgrade wiederum ermöglichen es, sowohl die Wirtschaftlichkeit als auch die Nachhaltigkeit der Photovoltaik weiter zu verbessern. Deshalb werden Perowskite eine wichtige Rolle in der nächsten Generation der Photovoltaik spielen.“

Perowskit-Solarzellen haben das Potenzial, den Photovoltaik-Markt zu revolutionieren, sagt Prof. Dr. Ulrich Paetzold, Leiter des Bereichs Next Generation Photovoltaics am Karlsruher Institut für Technologie. Die Technologie könne dazu



Dünnschicht-Solar Die CIGS-Perow-Tandemzelle wurde in einer typischen Laborgröße von einem Quadratzentimeter realisiert

beitragen, die Stromkosten weiter zu senken. Allerdings gibt es noch einige technologische Herausforderungen in Bezug auf die Stabilität des Materials und die Produktion der Technologie im großen Maßstab. Skalierbare Produktionsprozesse müssen die Perowskit-Schicht aufgrund der hohen Durchsätze in der Industrie sehr schnell, sehr homogen und fehlerfrei abscheiden. Letzteres sei eine aktuelle technologische Herausforderung, so der Freiburger Hochschullehrer weiter.

Stand der Forschung

Bei den Tandemzellen liegt der Schwerpunkt der weltweiten Forschung derzeit sicherlich auf der Materialklasse der Perowskite, die mit den richtigen Komponenten sehr effiziente Solarzellen ergeben können. Diese Perowskite bieten eine Kombination positiver Eigenschaften: Die Bandlücke der Perowskite lässt sich über

die genaue Zusammensetzung in einem weiten Bereich einstellen, so dass die oben genannten Kriterien für „geeignete Tandempartner“ erfüllt werden können – für verschiedene Tandemkombinationen. So ist es zum Beispiel möglich, Silizium mit der kleinen Bandlücke von 1,12 eV mit einer Perowskit-Topzelle mit einer Bandlücke von ca. 1,7 eV zu einem Tandem zu erweitern, oder auch zwei Perowskite mit unterschiedlichen Bandlücken zu kombinieren. Perowskite absorbieren „ihren“ Teil des Sonnenspektrums sehr effizient, so dass wenige Mikrometer dünne Schichten völlig ausreichend ist. Die Bestandteile der Perowskite sind preiswert und in ausreichender Menge verfügbar. Die genannten hohen Wirkungsgrade werden auch dann erreicht, wenn die Perowskitschichten aus vielen, wenigen 10 bis 100 Nanometer großen Körnern bestehen. Korngrenzen, die bei anderen Materialien wie Silizium die elektronischen Eigenschaften verschlechtern, spielen bei Perowskiten kaum eine Rolle. Deshalb ist es möglich, für die Herstellung der Perowskitschichten sehr kostengünstige Abscheidungsverfahren einzusetzen, die eben solche „körnigen“ oder „polykristallinen“ Schichten erzeugen. Man muss also nicht mehr, wie bei anderen Materialien darauf achten, dass die Schichten „perfekt geordnet“ bzw. „einkristallin“ aufwachsen – was nur mit sehr teuren Verfahren möglich ist. Mit den Perowskiten steht somit erstmals ein „Tandempartner“ für Silizium zur Verfügung, mit dem sich nicht nur gute, sondern potenziell auch kostengünstige Tandemzellen realisieren lassen. Die Abscheidung der Perowskite erfolgt bei niedrigen Temperaturen, so dass Perowskitsolarzellen (ohne Silizium) eine sehr kurze Energierücklaufzeit haben. Demgegenüber stehen die Nachteile einer noch nicht ausreichenden Stabilität und die Notwendigkeit der Verwendung von Blei als Bestandteil der (sehr dünnen) Perowskitschichten, bewertet Tandemsolarzellen-Forscher Peibst die Technik.

Die Frage nach seinen Forschungen beantwortet Peibst mit: „Das ISFH positioniert sich in dem sehr kompetitiven Feld der Perowskit- und Perowskit-Silizium Tandemforschung dahingehend, dass wir unsere langjährige Kompetenz in der Silizium-Technologie und in der Fertigung und dem Testen von Solarmodulen mit neu erworbenen Perowskit-Know-how zu einem kompletten Gesamtpaket kombinieren, das Gesamtsystem „Tan-



Solarforschung Am Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH haben sich mehrere Labore auf die Herstellung von Perowskit-Materialien spezialisiert und setzen dafür unterschiedliche Verfahren ein

demmodul“ mit allen Komponenten optimieren und gerade an der Schnittstelle der einzelnen Technologien neue Beiträge leisten.“

Stabilität

Beispielsweise erfordert die Verbesserung der Stabilität als zentrale Herausforderung der Perowskite eine optimale Auswahl aller in der Solarzelle enthaltenen Materialien. Dazu gehören neben den Perowskiten selbst auch Kontakt- und Zwischenschichten sowie geeignete skalierbare Herstellungsverfahren und eine optimierte Verkapselung der Module. Auch die Stabilität steht in Wechselwirkung mit der angestrebten Tandemstruktur: Ein Extrembeispiel sind die sehr attraktiven Perowskite oder Perowskit-Tandems, die aber gleich mehrere knifflige Stabilitäts Herausforderungen in sich vereinen. Am anderen Ende der Skala stehen 3-Terminal-Perowskit-Silizium-Tandemsolarzellen, zu denen das ISFH mit Partnern bereits viele Beiträge geleistet hat und die mit den derzeit stabilsten Perowskiten kompatibel sind. „Für die industrielle Umsetzung nutzen wir auch unsere Erfahrungen aus dem Siliziumbereich. So arbeiten wir gerade daran, wichtige Schritte der Perowskit-Herstellung in Quarzöfen zu realisieren, die in der Siliziumprozessierung üblich sind und aufgrund der großen Anzahl gleichzeitig prozessierter Wafer einen sehr hohen Durchsatz ermöglichen“, sagt der ISFH-Physiker.

Auch im Tandembetrieb arbeiten sie vertrauensvoll mit Partnern wie dem KIT, dem HZB und dem US-amerikanischen National Renewable Energy Laboratory (NREL) zusammen. In der Kombination der unterschiedlichen Kompetenzen liege auch eine große Stärke, so Peibst über seine Entwicklungen.

Bedeutung der Technologie

Die Bedeutung der Tandem-Technologie hat mehrere Dimensionen: Technologisch ist es eine Wette auf die Zukunft, ob die noch bestehenden Herausforderungen gelöst werden können oder sich als fundamentale Roadblocks erweisen. Ein Scheitern der Perowskit-Tandemtechnologie hält Peibst angesichts der enormen Forschungsanstrengungen weltweit für unwahrscheinlich. Ein ermutigendes Beispiel ist die organische Elektronik, die anfangs ebenfalls mit Stabilitätsproblemen zu kämpfen hatte. Heute sind organische Leuchtdioden (OLEDs) Standard in

Displays und Bildschirmen. Ökonomisch hat die Arbeit an der Technologie für die beteiligten Unternehmen vermutlich schon heute indirekte Vorteile: Wer für sich in Anspruch nehmen kann, bei der Entwicklung des nächsten großen Technologiesprungs gut aufgestellt zu sein, kann dies als Argument bei der Kapitalbeschaffung nutzen – auch wenn die Massenproduktion derzeit noch auf Silizium basiert. Aus ökologischer Sicht ist angesichts der sehr hohen Ausbauraten der Photovoltaik gerade der Aspekt der geringen Energierückzahldauer ein großer potenzieller Vorteil der „All-Perowskit“-Tandemtechnologie. Allerdings sind die Kosten für die Komponenten einer PV-Anlage („Balance of System“ – BOS) auch in Deutschland hoch und müssen durch einen möglichst hohen Energieertrag kompensiert werden – unter anderem proportional zur Anlagenlebensdauer. Insofern ist der Aspekt der geringen Energierückzahldauer eher ein perspektivischer Vorteil, der sich nach ausreichender Verbesserung der Stabilität einstellt.

Gelegentlich werden Spezialanwendungen wie die fahrzeugintegrierte Photovoltaik als erste Anwendung für Tandemsolarzellen genannt, da hier der Platzmangel einen umso höheren Wirkungsgrad erfordert und die Lebensdauer des Fahrzeugs nicht mehr als 25 Jahre beträgt. Hier ist Peibst persönlich skeptisch, da noch einige „Wenn-dies-und-jenes-gelöst-ist – Bedingungen hinzukommen“, so Peibst zur Perspektive der Tandemsolarzellen.

Alternativen

Prof. Dr. Dieter Neher und Dr. Felix Lang von der Universität Potsdam gehen einen anderen Weg. Sie verwenden kein Silizium. Silizium absorbiert langwelliges Licht mit einer kleineren Bandlücke im roten Bereich des Spektrums. Da Silizium ein schlechter Absorber ist, benötigen Silizium-Solarzellen dicke Schichten. Die Herstellung des Siliziums ist zudem mit einem hohen Energieaufwand verbunden. Es ist jedoch möglich, Tandem-Solarzellen aus zwei Perowskitschichten herzustellen, oder aber auch einen Perowskiten mit einem organischen Halbleiter zu kombinieren. Dadurch verringert sich der CO₂-Fußabdruck bei der Herstellung, da für die Herstellung von Silizium Temperaturen um 1.000 °C erforderlich sind, sowie der Material-Bedarf für sogenannte Dünnschicht-Dünnschicht-Tandems können bei deutlich niedrigeren Tempe-

raturen hergestellt werden. Auf diesem Gebiet arbeiteten die Potsdamer Physiker.

Eine interessante Anwendung sieht der Nachwuchswissenschaftler Lang mit seiner von der Volkswagen-Stiftung geförderten Nachwuchsgruppe in der Raumfahrt. Hier ist das geringe Gewicht dieser hauchdünnen Schichten bei gleichzeitig hoher Effizienz ideal, um Raketen-Start Kosten und Emissionen zu senken. Auf Folie hergestellt sind sogar große Solar-Felder denkbar, die erst im Weltraum auf große Fläche ausgerollt werden. Hier steckt die Technologie noch in den Kinderschuhen. So muss für den infrarot absorbierenden Perowskiten mit geringer Bandlücke Zinn verwendet werden. Dieses Element reagiert mit Sauerstoff, ein Problem für die Anwendung auf der Erde. Auch deshalb schlägt der Physiker zunächst Anwendungen im sauerstofffreien Weltraum vor. Alternativ sollen auch organische Schichten die Funktion des Siliziums übernehmen können. Die organische Schicht absorbiert dann rotes und infrarotes Licht, während Perowskit die blau-grünen Anteile absorbiert. Dabei würden die Perowskite die organische Schicht vor unerwünschter UV-Strahlung schützen. Während die organische Schicht den feuchtigkeitsempfindlichen Perowskit verkapselt.

Fazit

Die Forschung auf dem Gebiet der Tandemsolarzellen ist in vollem Gange. Beträchtlich sind die Forschungsanstrengungen. Für eine breite industrielle Anwendung fehlt es noch an Stabilität. Die Wirkungsgrade bei der Energieumwandlung steigen durch die dünnen Schichten. ○



Foto: privat

Autor

Dr. Thomas Isenburg
Wissenschaftsjournalist
presse@thomas-isenburg.de

Berufsausbildungen für die Energiewende

Welchen Vorteil hat die Schweizer Solarlehre?



Foto: © Swissolar / Valeriano Di Domenico

Solarbranche Nach Angaben von Solarpower Europe arbeiten europaweit etwa 715.000 Menschen im Bereich Installation und Montage

Die Solarbranche hat sich zu einem dynamischen und wachstumsstarken Sektor entwickelt, der zur Energiewende beiträgt und zahlreiche berufliche Perspektiven auch im Handwerk bietet. Doch wann sind neue, an die veränderten Randbedingungen angepasste Berufsausbildungen gewünscht oder nötig? Sicher ist: Die Berner Beamten scheinen bei der Umsetzung mindestens fünfmal schneller als die Berliner. Bern, in der Schweiz für Langsamkeit bekannt, schuf innerhalb von drei Jahren zwei neue, auf Solarenergie spezialisierte berufliche Grundbildungen.

Wer hat's erfunden? Die Schweizer Solarlehre

Ab dem Schuljahr 2024/25 kann die Schweiz mit zwei neuen Lehrberufen aufwarten: „Solarinstallateur:in EFZ“ –

eine dreijährige Berufsausbildung zum Eidgenössischen Fähigkeitszeugnis und „Solarmonteur:in EBA“ – eine zweijährige Lehre zum Eidgenössischen Berufsattest. Diese Ausbildungsberufe wurden von Swissolar, dem Bildungszentrum Polybau für Berufe rund um die Gebäudehülle, sowie rund 20 Fachleute aus Solarunternehmen entwickelt, um den steigenden Fachkräftebedarf in der Schweizer Solarbranche zu decken. Dank des neuen Stromgesetzes, auf welches sich das Parlament in der Herbstsession 2023 geeinigt und somit den Weg für eine höhere Stromproduktion mit Solar-, Wind- und Wasserkraftanlagen geebnet hatte, geht Swissolar von einem jährlichen Bedarf von rund 850 zusätzlichen Fachkräften in der Solarbranche aus. 2024 haben nun rund 186 Lernende ihre Ausbildung begonnen, wobei unter ande-

rem aufgrund verpasster Fristen für die Bildungsbewilligung noch nicht alle Betriebe ausbilden dürfen, die gerne ausbilden möchten. Die Berufseinsteiger werden voraussichtlich nur einen Teil des Bedarfs an Fachkräften decken. Laut Polybau wurde die neue Solarlehre gut angenommen.

Die Lehrinhalte umfassen theoretische und praktische Aspekte der Solartechnik, darunter Installation, Montage und Wartung von Photovoltaikanlagen. Die zukünftigen Solarinstallateur:innen erlangen zudem elektrotechnische Kenntnisse und sollten sich daher auch etwas mehr mit Mathematik beschäftigen wollen. Wie häufig in Schweizer Berufsausbildungen, ist Durchlässigkeit gegeben: EBA-Lehren sind durch kürzere Ausbildungsdauer niederschwelliger, und können anschließend in die EFZ-Ausbildung wechseln. Weitergehend können Solarinstallateur:innen dann einen Gebäudehüllen-Meister:in HFP (Höhere Fachprüfung) oder eine Zulassung zur Fachhochschule erlangen. Hervorzuheben ist auch die Zulassung zur Prüfung für die eingeschränkten Installationsbewilligungen (Art. 14 NIV) – eine Schweizer Spezialität, welche dem immer noch vom einzelnen Netzbetreiber abhängigen deutschen System den Spiegel vorhält – das heißt Solarinstallateur:innen werden den Netzanschluss von PV-Anlagen durchführen können.

Deutschland und Österreich lehnen eigene Solarberufe ab

Entsprechende Fort- und Weiterbildungen gab und gibt es in allen drei Ländern schon lange. Sie waren ein entscheidender Schritt zur Professionalisierung des Sektors, um die Energiewende anzustoßen und die Qualität der Leistungen anzuheben. Da stellt sich die Frage, ob unser Blick in die Zukunft nicht eher zu kurzfristig ist, um eine neue Berufsausbildung einzuführen.

Solarpower Europe geht im „Solar Jobs Report 2024“ immerhin von einem mittleren Bedarf an 177.000 zusätzlichen Fachkräften bis 2028 in der EU aus. Im Jahr 2023 konzentrierte sich der Großteil der 830.000 Europäischen Arbeitsplätze in der Solarbranche zu rund 87 % bzw. 715.000 Stellen auf Installation und Montage. Wie viele davon Ungelernte sind, oder nur mit minimalen sicherheitsrelevanten Kenntnissen ausgestattet, geht aus den Zahlen nicht hervor. Deutschland lag laut Solarpower Europe mit rund 154.000 direkten und indirekten Beschäftigten vorn. In Österreich ging das Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) noch 2023 in Ihrer „Green Jobs 2030+“-Studie davon aus, dass etwa zwei Drittel der erforderlichen rund 3.000 Elektriker:innen und 3.000 Hilfskräfte der PV-Branche nicht zu Verfügung stünden.

„Engpässe, welche den Ausbau behindern, erleben wir bei den Themen Speicherung, Verteilung und Stabilität der Netze, nicht jedoch bei den Fachkräften. Aus diesem Grund werden wir bis auf weiteres keine neue Lehre einführen, sondern uns auf die Erlangung von Fachexpertise in Anknüpfung an die berufliche Erstausbildung fokussieren“, erläutert Alexander Rauner, Referent der Bundespartei Gewerbe und Handwerk der Wirtschaftskammer Österreich. Außerdem werde die Einführung neuer Qualifikationen auch durch das 2024 in Kraft getretene Bundesgesetz über die höhere berufli-

che Bildung (HBB-Gesetz) gestützt. Auch ohne solarspezifische Berufsausbildung habe das Land seine eigenen Ausbauziele mehrfach überholt.

In Deutschland lief der Ausbau mehr oder weniger parallel zu den Novellierungen zum Erneuerbaren-Energien-Gesetz und wird sich voraussichtlich umstellen müssen. Wie abhängig die Diskussion davon ist, aus welcher Richtung der politische Wind gerade weht, zeigt auch die Erfahrung von André Weiß, Referatsleiter des Bereichs Berufliche Bildung des Zentralverbands des Deutschen Handwerks: „Die bildungspolitischen Debatten unter Berufsbildungs-Stakeholdern seit Beginn der aktuellen Legislaturperiode haben sich um die Qualifizierung von Fachkräften im Handwerk zur Umsetzung der Energiewendeziele insgesamt gedreht.“ Ein Bestandteil dieser Gespräche war die Frage, eine Berufsausbildung zur Installation von PV-Anlagen zu schaffen. „Ob der Solarausbau in Deutschland sich auch unter der kommenden Bundesregierung wie bisher fortsetzen wird, lässt sich nicht vorhersagen“, so Weiß, „in Bezug auf die erforderlichen Kompetenzen gibt es aktuell keine Tätigkeit bei der Installation von PV-Anlagen, die nicht von einer Person aus den etablierten Handwerksberufen ausgeführt werden könnte.“

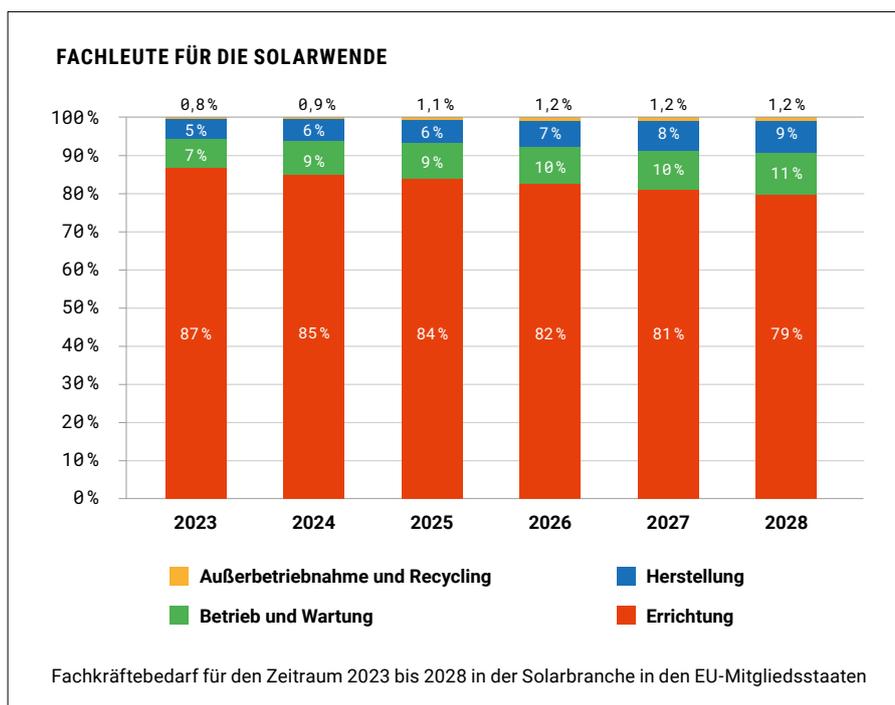
Österreich und Deutschland setzen in den kommenden Jahren auf niederschwellige Konzepte. Der Zentralverband des Deutschen Handwerks (ZDH) möchte gerade die Geringqualifizierten anspre-

chen. Neben den wenig nachgefragten Teilzeit-Berufsausbildungen sollen nun „kleinere Kompetenzbündel in kürzerer Zeit“ erlernt werden können, die sich in Bausteinen zu einer Berufsausbildung zusammensetzen lassen. In Österreich wurde bereits als non-formale Qualifikation unterhalb der Lehre der „Elektropraktiker“ oder die „Elektropraktikerin“ bzw. die „Elektrotechnisch unterwiesene Person“ (EuP) geschaffen. Der Tätigkeitsbereich umfasst wiederkehrende elektrotechnische Arbeiten, wie zum Beispiel Photovoltaik-Montage oder Installationen im Bereich Elektromobilität.

Die beiden hauptsächlich im Bereich Photovoltaik vertretenen Berufsgruppen gehören sowohl in Deutschland wie auch in Österreich zum Dachdecker- und Elektrohandwerk. Die Nachfrage nach Ausbildungsplätzen in diesen Handwerksberufen ist nach Aussagen der Handwerksverbände in allen drei Ländern verhältnismäßig hoch. Die Ausbildung zum Sanitär-, Heizungs- und Klimatechniker (SHK), die für Solarthermie benötigt wird, aber auch für PV-unterstützte Wärmepumpen, ist weniger beliebt. Es liegen keine Zahlen vor, welcher Anteil dieser Berufsgruppen jeweils in der Solarbranche tätig ist.

Eine Möglichkeit wäre, Kenntnisse zur Solartechnik fest in den Lehrplan der vorhandenen Ausbildungsberufe aufzunehmen. In Deutschland ist dies z. B. für die Ausbildung zum/zur Elektroniker/in der Fachrichtung Energie- und Gebäudetechnik schon seit 20 Jahren gegeben und laut ZDH einer der Gründe für die sinkende Nachfrage nach Weiterbildungen zur Fachkraft für Solartechnik. Laut Alexander Rauner will auch Österreich diesen Weg beschreiten: „Mit Schwerpunktlehrberufen schaffen wir Fachkräfte, die einerseits vielseitig einsetzbar sind, und andererseits leicht betriebsintern weitergebildet werden können. Dies verhindert, dass nach erfolgter Abdeckung von Spitzenbedarfen und im Falle von Engpässen, die außerhalb des Einflussbereiches der Unternehmen liegen, diese Fachkräfte aufgrund ihrer zu engen Qualifikation aus betriebswirtschaftlichen Gründen abgebaut werden müssten.“ Österreich wird zudem für den berufspraktischen Bildungsweg auf der formalen Grundlage des HBB-Gesetzes flächendeckend neue Qualifikationen einführen, die in erster Linie für Personen mit einem Lehrabschluss oder vergleichbaren Vorkenntnissen offenstehen.

Grafik: Solarpower Europe



Was sagt die Solarwirtschaft zum Thema Aus-, Fort- und Weiterbildung?

DGS-Vizepräsident Frank Späte betont, dass die Nachfrage nach den Fortbildungsangeboten der DGS anhält: „Die DGS hält es für notwendig, Fachkräfte in großem Stil für die Anforderungen der Energiewende auszubilden. Deshalb haben wir uns seit den 90ern dafür eingesetzt, die Solarenergie auf den Lehrplan verschiedener Berufsausbildungen zu bringen. Dazu gehören unter anderem Ausbildungen wie Anlagenmechaniker für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik (SHK), sowie verschiedene Elektroberufe. In unserer eigenen Bildungsarbeit fokussieren wir uns mit unseren ‚DGS SolarSchulen‘ auf hochwertige Fortbildungen, die nach wie vor sehr gefragt sind. Die Technik entwickelt sich ständig weiter, und unsere Mitglieder, aber auch andere, nutzen unser Bildungsangebot.“ Zur Zielgruppe gehören „sowohl alte Hasen als auch Quereinsteiger und qualifizierte Fachkräfte, die bei uns auf den neuesten Stand der Technik gebracht werden“.

Der Bundesverband Solarwirtschaft (BSW) schätzt, dass die Einführung neuer Berufsausbildungen in Deutschland bis zu 15 Jahre dauern würde, und sieht daher von diesem Weg ab. Carsten Körnig, BSW-Hauptgeschäftsführer, will Solartechnik in vorhandene Ausbildungsberufe miteinbeziehen: „Wir sind an soliden, zukunftsweisenden Berufsausbildungen interessiert, die Mitarbeiter befähigen, gewerkeübergreifend qualitativ hochwertige Arbeit zu erbringen. Die vorhandenen Berufsausbildungen bieten sich als Ausbildungsweg für eine Tätigkeit in der Solartechnik an. Die Aktualisierungen von Berufsausbildungen oder das Erschaffen neuer Berufe ist sehr aufwändig, da mehrere Akteure beteiligt sind. Ein

stärkerer gesamtwirtschaftlicher Fokus auf die berufliche Ausbildung ist erforderlich, da hier bereits jetzt ein Fachkräftbedarf besteht.“ Das signalisieren die Mitgliedsunternehmen, so Körnig. Zudem sollte seiner Meinung nach die Möglichkeit verbessert werden, Auszubildende aus dem Ausland zu gewinnen. Wissen zur Solartechnik werde bisher in der beruflichen Ausbildung in der Breite eher rudimentär vermittelt. Insbesondere Kompetenzen zur bedarfsorientierten Vor-Ort-Beratung und Situationsanalyse sowie „schlüsselfertige“ Planung, Installation, und Inbetriebnahme seien relevant für die Auftragseinholung, wie die Mitgliedsunternehmen des Verbands berichten. Darüber hinaus sei es essenziell, „Fortbildungsangebote entlang der gesamten Wertschöpfungskette auszubauen, um die Transformation hin zu Erneuerbaren – insbesondere im Bereich Solar – zu fördern und über einzelne Gewerke hinausgehendes Denken in diesem Sektor zu etablieren“.

Auch Vera Immitzer, Geschäftsführerin von Photovoltaic Austria (PV Austria), nennt die Anpassung bestehender Ausbildungsberufe als Schlüssel zum Erfolg: „Unsere gemeinsam mit der TÜV Austria Akademie angebotenen Weiterbildungskurse im Bereich PV und Stromspeicherung sind unter anderem dadurch entstanden, dass es in Österreich nicht die Möglichkeit gibt, das Handwerk des Solarinstallateurs über eine Lehrberufsausbildung zu erlernen. Viele berufserfahrene Elektriker strebten danach, sich in diese Richtung weiterzubilden. In Österreich war es bislang Usus, die klassische Lehre zum Dachdecker oder Elektriker abzuschließen und sich bei durch gezielte Aus- und Weiterbildungsangebote auch im Bereich der PV-Montage-/Installation weiterzubilden.“ Mit Beginn des Jahres

2023 trat eine Elektrotechnik-Ausbildungsverordnung in Kraft, mit der der Lehrberuf „Elektrotechnik“, adaptiert wurde, auch an die neuesten technologischen Anforderungen im Bereich der erneuerbaren Technologien, so Immitzer. Die Rückmeldungen zu den Fort- und Weiterbildungsangebot von Photovoltaic Austria seien durchwegs positiv. „Der Mix aus Intensivkursen wie jenem zum ‚zertifizierten PV-Praktiker‘ oder mehreren kurzen themenspezifischen Seminaren, in denen man gezielt und rasch sein Wissen erweitern oder auffrischen kann“, werde von den Teilnehmenden gut angenommen. „Mit dem Intensivseminar ‚zertifizierte*r PV-Praktiker*in‘ konnten bis Ende 2023 knapp 600 Personen geschult werden, was wir als klaren Erfolg verbuchen. Allein im ersten Halbjahr 2024 haben 67 Menschen dieses Weiterbildungsangebot in Anspruch genommen“, ergänzt die Geschäftsführerin.

Schweizer Umfrage zeigte: Wunsch für Solarausbildungen kommt von den Betrieben

Der Prozess zur Entwicklung der Schweizer Solarlehre begann mit einem klaren Ziel: die Schaffung von Ausbildungsberufen, welche den spezifischen Anforderungen der Solarbranche gerecht werden. 2022 wurde Swissolar als sechster Trägerverband bei Polybau aufgenommen, und gemeinsam wurde in nur zwei Jahren ein umfassendes Konzept entwickelt, das die Bedürfnisse des Marktes berücksichtigt. Denn die Nachfrage kam von den Unternehmen selbst. Von 511 befragten Swissolar-Mitgliedern befürworteten 31,1 % das grundlegendere dreijährige EFZ, 3,7 % das zweijährige EBA, 50,1 % beides und 14,1 % stimmten dagegen, bei 1 % Enthaltungen. 55 % der befragten Betriebe waren bereit, Lehrstellen anzubieten, so-

ENTWICKLUNG DER BESCHÄFTIGTEN IN DER SOLARBRANCHE

Quellen: Swissolar: Solarmonitor 2024, BSW, PV Austria, BMK Innovative Energietechnologien in Österreich Marktentwicklung 2023

	Schweiz			Deutschland			Österreich		
	2023	2024	2028	2023	2024	2030	2023	2024	2025
Photovoltaik	10.000	11.000	15.000	118.000		138.000	13.000 (PV) dazu 900 (Solarthermie)	10.000 (PV) 2024 0,6 Gwp weniger Zubau als im Vorjahr	PV Austria rechnet mit einem weiteren Rückgang des Gesamtumsatzes der Branche und der VZÄ
Schwerpunkt	Überwiegend PV ohne Solarthermie			PV und Solarthermie			Überwiegend PV ohne Solarthermie		

Schätzung der Branchenverbände zur voraussichtlichen Entwicklung der Beschäftigten in der Solarbranche (Vollzeitäquivalente – VZÄ)

dass sich ein Potenzial von 400 EFZ und 220 EBA-Lehrstellen ab 2024 ergab.

„Bereits seit den 1990ern setzen sich Swissolar und seine Vorgänger für eine Professionalisierung der Schweizer Solarwirtschaft durch Weiterbildungen ein. Wir hatten zunächst keine eigenen Ausbildungsberufe angestrebt, doch unsere Mitglieder wollten selbst Fachkräfte ausbilden, deren Kenntnisse auf Planung, Installation, Instandhaltung und Rückbau von PV-Anlagen zugeschnitten sind. Mit Polybau konnten wir den richtigen Bildungspartner gewinnen, denn die Schweizer Energiewende findet an und auf Gebäuden statt“, freut sich David Stickerberger, stellvertretender Geschäftsführer von Swissolar. So konnte der Verband die neue Solarlehre in nur drei Jahren realisieren, dank der intensiven Zusammenarbeit bei der Erarbeitung des Berufsbildes und der Lerninhalte mit dem Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI), Polybau und den Mitgliedern. Er ergänzt: „Wir sind stolz, dass jungen Menschen nun der Weg zur Fachkraft im Bereich Photovoltaik offensteht“.

Das SBFI-Handbuch „Prozess der Berufsentwicklung in der beruflichen Grundbildung“ sieht vor, dass vor Einführung einer neuen Lehre insbesondere der Bedarf des Arbeitsmarktes ausgewiesen, ein ausreichendes Angebot an Lehrstellen sichergestellt, Durchlässigkeit zur höheren Berufsbildung gegeben und eine klare Abgrenzung zu anderen Berufen gegeben sein muss. Da diese Kriterien erfüllt wurden, stand der neuen Solarlehre nichts im Weg. „Noch nie wurde ein Beruf in dieser kurzen Zeit entwickelt und in Kraft gesetzt. Das war nur möglich, da alle Beteiligten – Bund und Kantone, Verbände, Branche und Projektmitglieder – am selben Strick gezogen haben“, resümiert Beat Hanselmann, Leiter Bildung bei Polybau. Dies bestätigt auch Dieter Kläy, stellvertretender Direktor und Ressortleiter Bildungspolitik des Schweizerischen Gewerbeverbandes: „In der Schweiz entscheidet vorwiegend die Wirtschaft über Art und Inhalt der beruflichen Grundbildung, unterstützt von Bund und Kantonen. Dies führt zu einer hohen Dynamik. Dennoch blieb die Anzahl der Menschen in Berufsbildung mit rund 220.000 in den letzten Jahren erfreulich stabil, ebenso die Anzahl der auszubildenden Betriebe. In den Jahren 2030 bis 2035 erwarten wir aufgrund starker Jahrgänge tendenziell sogar eher eine Knappheit an Lehrstellen.“

177.000

Laut Solarpower Europe benötigt die EU diese Anzahl an zusätzlichen Fachkräften bis 2028

In Deutschland, Österreich und der Schweiz gab und gibt es seit langer Zeit Fort- und Weiterbildungen im Solarbereich

850 pro Jahr

Für die Schweiz schätzt Swissolar den Bedarf an zusätzlichen Fachkräften in der Solarbranche so ein – da ein neues Gesetz den Weg für eine höhere EE-Produktion geebnet hat

Solarinstallateur:innen in der Schweiz werden den Netzanschluss von PV-Anlagen durchführen können



Foto: privat

Autorin

Hannah Bergler
Freie Journalistin
hh.bergler@protonmail.com

Wunsch für Solarausbildungen kommt von den Betrieben

Der Schweizer Sonderweg bei der Ausbildung für Solarberufe gibt neue Impulse. Vielleicht kann ein neuer Beruf attraktiver sein als klassische Ausbildungsberufe und so mehr Jugendliche fürs Handwerk motivieren – insbesondere da weiterhin viele Fachkräfte nötig sind, um die Energiewende ins Ziel zu bringen. Mit verstärkter Realisierung von Strom- und Wärmespeichern, PVT, Wärmepumpen und Dynamisierung der Verbraucher steigt jedoch die Komplexität. Es bedarf einer engeren Verzahnung von Heizungs- und Klimatechnik mit der Elektrotechnik.

Dachdeckerhandwerk und Elektrotechnik in eine Ausbildung zusammen zu bringen, passt eher in eine Berufsausbildung, die sich auf Solarenergie fokussiert. Insofern hat die Schweiz alles richtig gemacht. Das gleiche gilt wohl für die Verzahnung von Heizungs- und Klimatechnik mit Elektrotechnik. Doch kann eine solarspezifische Ausbildung, die Aspekte aller drei Gewerke umfasst, für die Installation etwas komplizierterer Anlagen zu wenig Grundlagen vermitteln.

Der weitere Ausbau der Solarenergie führt zu stärkerer Elektrifizierung in Gebäuden und deren Energiemanagement. Dies erfordert tendenziell tieferes Wissen in den Bereichen Elektronik und Steuerung. Da die Solartechnik immer mehr auch die Elektrik des gesamten Gebäudes umfasst, die Einbeziehung von Elektromobilität, und bei Freiflächen-PV auch immer komplexere netzdienliche Leistungen gefordert sind, ist fraglich, ob eine Solar-Allround-Ausbildung dafür genügend Tiefgang vermitteln kann. Für die Installation komplexerer Anlagen dürften die klassischen Ausbildungsberufe die bessere Grundlage bieten.

Schließlich wird die Anzahl der Personen mit abgeschlossener Solarlehre in der Schweiz auf absehbare Zeit zu gering sein, um genügend Fachkräfte bereitzustellen. Einen SHK-Installateur zur Solartechnik, oder eine Elektrofachkraft für PV fortzubilden, geht schneller. Zudem haben Auszubildende, die die klassischen Gewerke erlernt haben, ein wesentlich breiteres Einsatzspektrum, falls sich die Interessen im Lauf des Berufslebens wandeln oder die Solarenergie nochmals einen Altmaier-Schock erleben würde. Der politische Pragmatismus in der Schweiz bietet insofern vermutlich eine bessere Basis für ein stetiges Branchenwachstum als die beiden Nachbarländer. ○

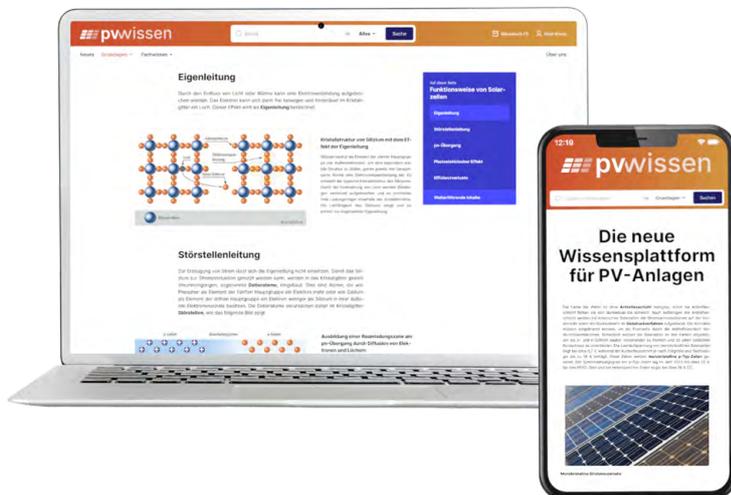


Foto: Udo Siegfried

Sicherheit Professionelle Gerüste, Fangnetze und/ oder persönliche Schutzausrüstungen sind unverzichtbar

PVA-Installation

Erfahrungen, Herausforderungen und Tipps aus der Praxis



Grafik: pv-wissen.de

Website pv-wissen.de liefert detaillierte Informationen und Praxis-Tipps, die dabei helfen, hochqualitative PV-Anlagen nachhaltig und sicher zu installieren

Damit die Ausbauziele für Photovoltaik realisiert werden können, müssen ausreichend viele Menschen befähigt sein qualitativ hochwertige PV-Anlagen zu installieren. Doch die Installation von PV-Anlagen ist eine anspruchsvolle Aufgabe, die weit mehr als bloßes Zusammenfügen von Kabeln und Modulen umfasst. Eine klare Planung, handwerkliches Geschick und fundiertes Fachwissen sind erforderlich, um eine fehlerfreie Technikinstallation zu gewährleisten und individuelle Gegebenheiten jedes Projektes zu berücksichtigen. In der Praxis erlebt man, wie entscheidend die richtige Vorbereitung und Durchführung sind – und welche Konsequenzen Abweichungen mit sich bringen.

Dieser Artikel orientiert sich an den neuen Veröffentlichungen zur Montage und Elektroinstallation auf pv-wissen.de, die detaillierte Anleitungen und Hinweise rund um die fachgerechte Installation von PV-Anlagen bieten. Der folgende Artikel soll einen ersten kleinen Einblick in bewährte Methoden und typische Fehler ermöglichen.

Planung als Schlüssel zum Erfolg

Die Grundlage jeder Installation ist eine sorgfältige Planung. Die Wahl des passenden Montagesystems, die Berücksichtigung spezifischer Eigenschaften des Dachs und die Abstimmung der verwendeten Materialien sind dabei entscheidend. So erfordert die Installation einer standhaften Anlage eine genaue Kenntnis der Dachkonstruktion, um Fixierungen von Dachhaken präzise durchzuführen, ohne den Witterungsschutz des Daches zu beeinträchtigen. Um zu prüfen, ob die Anlage wie gewünscht montiert werden kann, ist eine Vermessung des Dachs mit genauer Markierung der Lage von Sparren und Latten noch vor Baubeginn zu empfehlen. Solche Methoden sparen später Zeit und vermeiden unnötige Nacharbeiten.

Neben der technischen Planung ist auch die Auswahl der eingesetzten Produkte entscheidend, damit die Installation wie gewünscht erfolgen kann. Beispielsweise muss die Länge von Befestigungsschrauben an die Dachkonstruktion angepasst werden, um einen sicheren Halt zu gewährleisten, ohne eine Zerstörung des Dachausbaus zu verursachen. Die Schrauben müssen lang genug sein, um die Konterlatte, das Unterdach und die Dämmung, die je nach Ausführ-

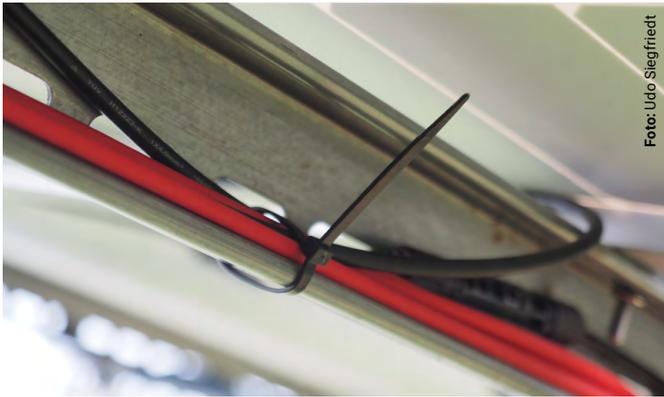


Foto: Udo Siegfriedt

Stromleitungen Die korrekte und sichere Verlegung von Leitungen ist erforderlich, um Lichtbögen zu vermeiden



Foto: Johannes Poetzsch

Umsetzung Auch eine sorgfältige Ausführung von Steckverbindungen und Crimpungen ist bei der Installation von PV-Anlagen essenziell

Leitung unterschiedlich dick ist, zu durchdringen und ausreichend Befestigungslänge im Dachsparren zu realisieren. Leitungen für Gleichstrom (DC) sollten den Anforderungen der Schutzklasse II entsprechen. Hierfür sind Kabel des Typs H1Z2Z2-K obligatorisch, weil sie UV-beständig, doppelt isoliert und witterungsfest ausgeführt sind. Minderwertige Alternativen sind nicht zulässig, da sie durch Umwelteinflüsse schnell Schaden nehmen können und so die Lebensdauer der gesamten Anlage erheblich beeinträchtigen.

Sicherheit auf dem Dach: Mehr als eine Pflicht

Arbeiten auf dem Dach bergen Risiken und erfordern daher besondere Sicherheitsvorkehrungen. Professionelle Gerüste, Fangnetze und/oder persönliche Schutzausrüstungen (PSA), wie Sicher-

heitsgeschirre, sind unverzichtbar. Wenn sie regelmäßig kontrolliert werden, bieten sie nicht nur hohe Sicherheit, sondern erleichtern auch die Arbeit. Installierende können sich so auf ihre Tätigkeit konzentrieren, was zum einen die Arbeitsqualität verbessert und zum anderen das Fehler- und Unfallrisiko minimiert. Auch bei Arbeiten auf Flachdächern, wo die Gefahr eines Absturzes auf den ersten Blick geringer erscheint, ist der Einsatz von Schutzvorrichtungen vorgeschrieben. Diese Standards sind langfristig ein Garant für sichere Arbeitsbedingungen und tragen dazu bei, schwerwiegende Unfälle zu vermeiden. Der Einsatz von Schrägaufzügen und geeigneten Transportschlitten kann zudem den Materialfluss auf das Dach erheblich vereinfachen und gleichzeitig Unfallrisiken minimieren.

Auch bei der Elektroinstallation sind hohe Qualitätsstandards einzuhalten, um

die Sicherheit aller zu gewährleisten. Dies gilt insbesondere für den Gleichstrombereich, da hier Besonderheiten vorliegen, die auch für Elektrofachkräfte Neuland bedeuten. Darüber hinaus bestehen im Gleichstrombereich spezifische Risiken bei Isolationsproblemen und Kurzschluss. PV-Generatoren erzeugen unter Beleuchtung dauerhaft Spannung, die nicht abgeschaltet werden kann. Daher sind die korrekte und sichere Verlegung von Leitungen sowie eine sorgfältige Ausführung von Steckverbindungen und Crimpungen erforderlich, um Lichtbögen zu vermeiden. Erhöhte Kontaktwiderstände verringern später nicht nur die Leistung der gesamten Anlage, sondern stellen auch einen der Hauptursachen für Brandfälle dar. Um solche Probleme zu vermeiden, ist es ratsam Markenprodukte einzusetzen und Kompatibilitäten sorgfältig zu prüfen. Teilweise sind spezielle Crimp-

INDUSTRY MEETS RENEWABLES

Mittwoch, den 4. Juni 2025, 09:30–18:30 Uhr

NEUMÜNSTER HOLSTENHALLEN CONGRESS CENTRUM
JUSTUS-VON-LIEBIG-STRASSE 2–4, 24537 NEUMÜNSTER

Mehr Infos:
www.watt20.de

Das
Zukunftsevent
der Branche.



Schirmherr:
Tobias Goldschmidt
Minister für Energiewende,
Klimaschutz, Umwelt und Natur
des Landes Schleswig-Holstein

Veranstalter:



zungen für die jeweiligen Steckersysteme zu verwenden. Darüber hinaus ist grundsätzlich zu vermeiden, unterschiedliche Steckersysteme zu kombinieren. Zudem dürfen Leitungen weder stark geknickt oder um scharfe Kanten verlegt werden noch auf der Dachhaut aufliegen oder dauerhaft im Wasser stehen, da dies die Isolierung und Lebensdauer der Kabel beeinträchtigen kann. Kabelbinder und Leitungsclips sind ein kleines Detail, aber von entscheidender Bedeutung, um Leitungen sauber zu führen und sie vor mechanischen Belastungen zu schützen. Auch hierbei ist die UV-Beständigkeit entscheidend, was nicht immer gleichbedeutend mit der schwarzen Einfärbung von Kabelbindern ist. Prüfen lässt sich die UV-Beständigkeit durch Hammerschläge auf den Kabelbinder. Bleibt dieser schwarz, ist er mit Kohlenstoff versetzt, was die Voraussetzung für Sonnenlichtresistenz ist. Andernfalls wird der Kunststoff transparent oder weiß. Es wird empfohlen, mittels Fotos von der Verpackung der Kabelbinder deren UV-Beständigkeit in der Komponentendokumentation der Anlage nachzuweisen.

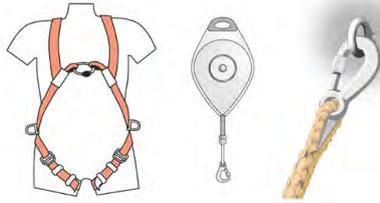
Modulmontage: Präzision zahlt sich aus

PV-Module werden tendenziell immer größer, was nicht nur den Transport aufs Dach erschwert, sondern auch Toleranzen bei der Installation verringert. Die Positionierung der Montageschienen im Einklang mit den Herstelleranleitungen ist daher essenziell, insbesondere bei hohen Wind- und Schneelasten. Montageanleitungen definieren zulässige Schienenpositionen und maximale Belastungsgrenzen. Werden diese missachtet, kann es zu schädlichen Lageveränderungen oder Beschädigungen der Anlage kommen, die auch Gefahren für Menschen mit sich bringen können. Statische Berechnungen und präzise Arbeiten sind daher nicht zu unterschätzen. Höhenverstellbare Dachhaken sind ein Beispiel dafür, wie Anpassung an verschiedene Dachtypen erleichtert werden, indem notwendige Unterlegungen nicht millimetergenau ausgeführt werden müssen und sich so an fast jede Kombination aus Dachlatte und Dachstein anpassen lassen.

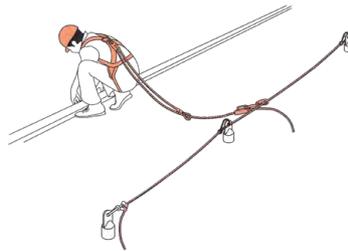
Bei der Ballastierung von Flachdächern sorgen lastverteilende Elemente und sorgfältige statische Berechnungen für eine stabile Konstruktion. So kann die Standfestigkeit der Anlage, des Gebäudes und der vorhandenen Dämmebene bei

Unverzichtbar

Professionelle Gerüste, Fangnetze und / oder persönliche Schutzausrüstungen



Sicherheitsgeschirr, Höhensicherungsgerät,
Anschlagpunkt für Sicherungsseil



Persönliche Sicherheitsausrüstungen sind auf Flachdächern notwendig, wenn keine Absturzsicherung vorhanden ist und die Tätigkeit in einem Arbeitsbereich unterhalb von 2 m von der Dachkante erfolgt

möglichst geringem Ballast sichergestellt werden, ohne Undichtigkeiten durch Dachdurchdringungen zu riskieren. Zudem muss das System den Neigungsverläufen des Flachdachs folgen können. Denn anders als viele annehmen, ist ein Flachdach keine ebene Fläche, weil Wasser punktförmig über Leitungen des Dachs ablaufen soll.

Gewerke im Dialog: Wissen macht den Unterschied

Ein oft unterschätzter Faktor ist die Abstimmung zwischen verschiedenen Gewerken. Beispielsweise müssen Zimmerleute, Dachdeckerbetriebe, Elektrobetriebe und Solarbetriebe eng zusammenarbeiten, um Schnittstellenprobleme zu vermeiden. Gemeinsame Begehungen der Baustelle und regelmäßige Absprachen stellen sicher, dass die Installation der PV-Anlage nach den Regeln der Technik korrekt durchgeführt wird. Eine klare Kommunikation spart nicht nur Zeit und Geld, sondern sorgt auch für ein besseres Endergebnis. Da unterschiedliche Gewerke ineinandergreifen, muss berücksichtigt werden, wer die Verantwortung trägt. So unterschreibt beispielsweise der Elektromeisterbetrieb für die fachgerechte Ausführung der gesamten Elektroinstallation- auch wenn die Gleichstrominstallation von Solar-, Zimmerei- oder Dachdeckerbetrieben erfolgt. Aus diesem Grund müssen alle Beteiligten in der Lage sein, die Tätigkeiten fachgerecht auszuführen. Eine vertrauensvolle Kooperation muss schon vor Baubeginn begonnen werden.

Grundvoraussetzung dafür sind regelmäßige Weiterbildungen mit aktuellem Wissen nach DIN-VDE-Standards, um die Einhaltung aller Sicherheits- und Technikrichtlinien zu garantieren. Umfassende Informationen zu allen im Artikel genannten Aspekten der Planung und Installation finden Sie für auf unserer Wissensplattform pv-wissen.de.

Die neuen Veröffentlichungen zur Montage und Elektroinstallation auf unserer Online-Plattform liefern detaillierte Anleitungen, technische Hintergründe und praxisnahe Tipps, die dabei helfen, hochqualitative PV-Anlagen nachhaltig und sicher zu installieren. Jeder vermiedene Fehler spart Ressourcen, steigert gleichzeitig den Ertrag der Anlage und erhöht die Zufriedenheit aller Beteiligten. Nutzen Sie das kostenfreie Angebot, um Ihre Projekte effizient umzusetzen und durch aktuelle Best-Practice-Beispiele zu profitieren. ○

Autoren

Markus Homburg

Diplom-Ingenieur, Schulungsreferent beim
DGS Landesverband Berlin-Brandenburg
mh@dgs-berlin.de

Kai Alexander Buchholz

Wirtschaftsingenieur in Elektrotechnik.
Bei der DGS tätig im Bereich der
Digitalisierung des Leitfadens
Photovoltaische Anlagen
kb@dgs-berlin.de



Elektro-Schlepper Erprobungsfahrzeug mit Rückewagen

Tadus

Ein Traktor im Zeichen der Zeit

Nur zögerlich bringen die großen Hersteller Elektro-Schlepper auf den Markt. Die Tadus GmbH entwickelt derzeit einen komplett neuen, auf Elektroantrieb abgestimmten Traktor. Dahinter steckt nicht etwa ein großer Konzern, sondern das Startup des bayerischen Ehepaars Johanna und Dr. Thaddäus Baier. Mit ihrer Innovation wollen die zwei Idealisten die Vorteile elektrischer Energieerzeugung in punkto Effizienz und Vielseitigkeit voll ausschöpfen.

Noch während der Vorwärtsfahrt auf Rückwärts umschalten? Bei einem konventionellen Schlepper müsste man da Angst haben, dass das Getriebe einen Totalschaden erleidet. Der elektrische Tadus jedoch meistert die Situation geschmeidig, wie Matthias Bauer auf einer kleinen Runde um seinen Hof zeigt. Bauer ist nicht nur Landwirt, sondern auch Entwicklungsingenieur und Tester bei der Tadus GmbH. Sobald er den Fuß vom Fahrpedal nimmt, bremst das Fahrzeug elektrisch; es „reku-pert“, das heißt, elektrische Energie fließt in die Batterie zurück. „Das effiziente und elegante Fahrverhalten ist Ergebnis des Entwicklungsziels, die Energie möglichst nah am Verbraucher in mechani-

sche oder hydraulische Leistung zu übertragen“, erläutert Bauer.

Die Firmengründer Johanna und Dr. Thaddäus Baier kommen aus Schnaitsee in Oberbayern, 20 km nördlich des Chiemsees gelegen. „Ein Traktor von Grund auf elektrisch gedacht“ – dieses Motto hätten sie sich bei Tadus zur Aufgabe gemacht, sagt Johanna. Natürlich verfolgen die beiden auch die Entwicklungen der großen Schlepperhersteller, die überwiegend bestehende Modelle auf Elektroantrieb umbauen. Und genauso wie einst der im Automobilbau völlig unerfahrene Elon Musk Tesla aufbaute, wollen sie nun einen Serientraktor in der 100-kW-Klasse von Grund auf mit Elektroantrieb auf die Räder stellen und auf den Markt bringen – ein kühner Plan, um nicht zu sagen ein verwegener. Wenn auch der Vergleich mit dem Milliardärsprotz aus Kalifornien nicht eben charmant ist: „Gewisse Parallelen gibt es schon. Das ist nicht von der Hand zu weisen“, schmunzelt Johanna.

Auf dem Kabinendach des Taurus-Schleppers prangt der Schriftzug „Erprobungsfahrzeug“. „Niemand soll glauben, dass so schon der Tadus-Serienschlepper aussieht“, warnt Johanna. Für ihr Erstlingswerk haben die Oberbayern einen

Doppstadt Trac 80 Systra umgebaut. Die Bauweise mit einem Rahmen, der sämtliche Komponenten trägt, sei besser für einen Umbau geeignet als die Blockbauweise, sagt Bauer zur Auswahl des seltenen Typs. In einer nahen Landmaschinenwerkstatt sei das Fahrzeug komplett „entkernt“ und mit dem Elektroantrieb neu aufgebaut worden. Geblieben ist allerdings der Dieselmotor. „So können wir eine zweite Energiequelle simulieren, die später auch eine Brennstoffzelle sein kann oder ein Verbrennungsmotor als Range Extender“, erklärt Bauer. Mit der Kombination aus batterieelektrischem und Dieselmotor-Antrieb könnten dann auch größere Leistungsbereiche erschlossen werden.

Das Erprobungsfahrzeug kommt auf eine Dauerleistung von 80 kW. Kurzzeitig kann eine Maximalleistung von 120 kW abgerufen werden. Die Batterie ist in zwei Teilen à 25 kWh einmal unter und einmal hinter der Schlepperkabine untergebracht. Eine CCS-Steckdose, wie sie im Automobilbereich weit verbreitet ist, ermöglicht das Laden von Wechselstrom bis zu 22 kW oder von Gleichstrom an Schnellladestationen (80 kW und mehr). Am Fahrzeugheck befinden sich zwei wichtige Umbaukomponenten: die Stromverteilungs-Einheit (Power Distribution Unit PDU) und der Isolationswächter. Die PDU enthalte die Steuergeräte für die Fahrzeugsteuerung und die Sensorik sowie das Batteriemangement, erläutert Bauer: „Hier ist alles mit Klemmen ausgeführt, um schnell Änderungen vornehmen zu können. Im Serienfahrzeug wird das ein Kabelbaum, der dann viel weniger Platz braucht.“

Die Antriebe arbeiten mit 800 Volt Gleichstrom. Ein DC-DC-Wandler reduziert die Spannung für die Bordelektronik auf 14 Volt. Bauer zeigt auf ein rotes Gehäuse im Antriebsstrang: „Wir haben jeweils ein einstufiges Untersetzungsgetriebe für Vorder- und Hinterachsantrieb.“ Der Tadus laufe immer mit Allradantrieb, wobei jede Achse mit einem eigenen Elektromotor separat angetrieben werde. Diese Konstruktion solle für eine optimale Energieverteilung und verhindere Verspannungen zwischen Vorder- und Hinterachse. „Beim konventionellen Allradantrieb kommt es oft zum Radieren von Reifen auf der Straße oder zum Verletzen der Grasnarbe im Grünland“, sagt Bauer. Entscheidend aber sei, dass der Tadus auf ein komplexes Getriebe völlig verzichten könne.

Foto: Christian Dany



Tadus-Kabine Auf dem Touch-Display kann Matthias Bauer Daten abrufen und Einstellungen vornehmen

Antriebsstrang (fast) ohne Getriebe

„Nicht der Motor, das Getriebe ist heute bei modernen Traktoren das Herzstück“, sagt Thaddäus Baier im Büro der Firma, „ein aufwendiges Stufenlosgetriebe mit hydrostatisch-mechanischer Leistungsverzweigung brauchen wir nicht mehr. Wenn das Ziel ein stufenloses Fahrverhalten ist, ist der Elektroantrieb durch seine Drehzahlcharakteristik perfekt für Traktoren geeignet.“ Thaddäus zieht den Vergleich zu Dieselloks der Bahn: Die Leistung des Dieselmotors werde hier im Wesentlichen nicht über ein Getriebe, sondern elektrisch über einen Generator übertragen. „Wir brauchen nur noch einfachste Unteretzungsgetriebe. Das bedeutet weniger bewegte Teile im Antriebsstrang mit dem Vorteil von weniger Verschleiß und weniger Leistungsverlust.“

Neben Vorder- und Hinterachse verfügen auch das Hydrauliksystem, Heck- und Front-Zapfwelle über je einen eige-

nen Elektromotor. „Jeder Verbraucher wird individuell und bedarfsgerecht versorgt. Eine mechanische Kopplung zwischen den Verbrauchern gibt es nicht. So entsteht eine deutlich bessere Steuer- und Regelbarkeit und damit eine einfachere und intuitivere Bedienung. Bestes Beispiel ist hier, dass die Zapfwellendrehzahl unabhängig von der Fahrgeschwindigkeit geregelt werden kann“, erklärt Thaddäus. Sowohl er als auch Johanna haben viele Landwirte im familiären und weiteren Umfeld – vom Biobauern über Biogas-Betreiber bis zum Lohnunternehmer.

Traum paar E-Schlepper und Photovoltaik?

Auf die Idee, einen Elektro-Schlepper zu entwickeln, kam Thaddäus eines Tages angesichts der vielen Solardächer auf den Bauernhöfen. Der Luft- und Raumfahrttechnik-Ingenieur dachte, es müsste für Landwirte doch Sinn machen, den Photovoltaikstrom nach Auslaufen der EEG-Vergütung in so einem Fahrzeug zu nutzen und keinen fossilen Kraftstoff mehr einkaufen zu müssen. Bei Johanna, der Tochter eines Elektromobilitäts-Pioniers, fand die Idee gleich Anklang. Ihr Vater Hans Stalleicher hat schon vor über 20 Jahren Leichtfahrzeuge wie den CityEL verkauft. Die Betriebswirtin erstellte ein unternehmerisches Konzept und machte sich auf die Investorensuche. Es fand sich ein Privatinvestor, der in die 2021 gegründete Todus GmbH einstieg. Den Firmennamen leiteten die Baiers – in Kurzform und international aussprechbar – vom Vornamen Thaddäus ab.

Nachdem durch Investorenkapital und eine Forschungsförderung des Bayerischen Wirtschaftsministeriums die Finanzierung der Entwicklung gesichert

schien, begannen die Eltern von zwei Kindern im Frühjahr 2022 mit Vollzeitarbeit in ihrer Firma. Im Sommer 2023 war das Erprobungsfahrzeug dann fertig. Seitdem ist es rund 200 Betriebsstunden in verschiedensten Arbeiten gelaufen: Im Grünland beim Mähen, Kreiseln und Schwaden, beim Holz rücken und weiten Transporten. „Vor kurzem fand die Tüv-Prüfung für eine Einzelbetriebserlaubnis statt“, sagt Johanna, „demnächst haben wir dann auch eine Straßenzulassung.“

Seriennaher Prototyp kommt

Thaddäus verdeutlicht die zwei Entwicklungsschritte: „Das erste Fahrzeug demonstriert die Funktion, vor allem des Antriebsstrangs. Mit dem zweiten Fahrzeug wollen wir einen seriennahen Prototypen bauen.“ Dieser soll von Grund auf selbst gebaut werden und sich deutlich vom jetzigen Traktor unterscheiden: Erstens sollen Leistung und Batteriekapazität größer sein. Zweitens soll der Prototyp in Standardbauweise mit hinten größeren Rädern als vorne gebaut werden und drittens soll er besondere Eigenschaften bekommen, die für das Erprobungsfahrzeug noch nicht erforderlich waren.

Der Serien-Prototyp werde eine Dauerleistung von circa 100 kW haben. Thaddäus nennt es auch „Gesamtsystemleistung“: „Durch die ‚aufgelöste Bauweise‘ mit eigenen Elektromotoren für jeden Antrieb ist viel Leistung installiert. Begrenzender Faktor ist aber die Batteriekapazität. Deshalb kommt es auf eine sinnvolle Abstimmung der Antriebe an – vor allem, um Materialüberlastungen zu vermeiden.“ Außerdem: „Wir bringen verhältnismäßig viel Batteriekapazität ins Fahrzeug rein. Das soll unser Alleinstellungsmerkmal

... schenk' doch einfach ...

SOLARDARITY

Neue Energie für Nord-Ost-Syrien (Rojava)

www.solardarity-rojava.org

unterstützt durch:

medico international

Spendenkonto: medico international e. V. – IBAN: DE69 4306 0967 1018 8350 02 – Stichwort: Solardarity Rojava

werden.“ Die Akkugröße soll von 50 kWh auf 200 kWh erheblich anwachsen, was große Herausforderungen mit sich bringt: Das Gewicht steigt damit von 500 kg auf über eine Tonne.

E-Schlepper als Speicher fürs Gebäudenetz

Außerdem soll der Tadás ein Batterie-wechselsystem erhalten, wozu der Akku neu positioniert werden muss: „Zum Wechseln der Batterie ist ein ebener Boden und ein Hubwagen erforderlich, was zum Beispiel an Erntetagen einen Dauerbetrieb ermöglicht“, klärt Thaddäus auf. Freilich sei für das optionale System eine zweite Batterie nötig, weshalb jeder Landwirt berechnen müsse, ob sich das für ihn lohnt. Ein herausragendes Merkmal des Tadás soll die Rückspeisung von Strom aus der Fahrzeugbatterie ins Gebäudenetz werden. „Ein Traktor kommt im Jahr auf rund 600 Betriebsstunden. 90 % der Zeit steht er. In der Zeit kann er die Funktion eines Haus- oder Gewerbespeichers übernehmen“, so Thaddäus. Gerade bei eigenem Photovoltaikstrom ließen sich so Eigenverbrauch und Autarkiegrad erhöhen. Darüber hinaus lasse sich die Flexibilität des Speichers an der Strombörse vermarkten, was dem Landwirt ein zusätzliches Geschäftsmodell biete.

Natürlich können die Baiers noch nicht sagen, was ein serienmäßiger Tadás-Traktor einmal kosten wird. Jedoch stellen sie folgende Vergleichsrechnung mit einem konventionellen Schlepper der gleichen Leistungsklasse an: Die Anschaffungskosten werden geschätzt 25 % bis 35 % höher liegen; eine Investitionsförderung schon eingerechnet. Das Programm „Energieeffizienz in Landwirtschaft und Gartenbau“ der Bundesanstalt

für Landwirtschaft und Ernährung BLE fördert ausdrücklich alternative Antriebssysteme für Landmaschinen (Einzelmaßnahme 3.1.4) mit 20 % Investitionszuschuss, lässt Johanna wissen.

Amortisationsrechnung

Wenn eigener Photovoltaikstrom genutzt werden kann – Thaddäus setzt hier 5 Cent/kWh an – betragen die direkten Energiekosten zum Betrieb des Traktors nur ein Fünftel der Dieseldkosten! Falls Biogas- oder Wasserkraftstrom oder auch einmal Netzstrom verwendet wird, liegen die Stromkosten natürlich höher. Weil einerseits auch Infrastrukturkosten für eine Ladestation dazukommen, andererseits die Wartungskosten niedriger ausfallen, rechnen die Baiers mit einer Ersparnis bei den Betriebskosten von 70 %. Damit amortisiere sich der Tadás innerhalb von 2.000 bis 3.000 Betriebsstunden; den Mehrwert als Pufferbatterie bei Fahrzeugstillstand noch gar nicht berücksichtigt.

Seit Jahresanfang läuft nun der Bau des seriennahen Prototyps. Hierfür haben die Baiers eine Halle angemietet. Johanna hat sich um die zweite Finanzierungsrunde gekümmert und diese Ende 2024 abgeschlossen. Möglichst im Sommer soll der Prototyp fertig sein. Dieser werde dann ausgiebig getestet und wenn alles glatt und nach Zeitplan läuft, könnte noch gegen Ende 2025 die Serienproduktion losgehen.

Ob er denn wirklich überzeugt sei, dass es jetzt im großen Stile losgeht mit der Elektrifizierung von Landmaschinen? Hier möchte Thaddäus nicht mit einem klaren Ja oder einer Prognose antworten. Er glaube: „In Zukunft werden wir uns auf einen sinnvollen Mix aus verschiedenen

Energieträgern und -speichern einlassen müssen, um unsere Ziele zu erreichen, und können nicht mehr nur auf einen Kraftstoff setzen, wie in der Vergangenheit.“ Neue Kraftstoffe wie Biomethan, Wasserstoff, (hydrierte) Pflanzenöle, wie auch Batterien hätten alle ihre Vor- und Nachteile. „Ein batterieelektrischer Traktor kann viele Arbeiten ausführen und braucht wenig Infrastruktur. Wir müssen sehen, wie wir uns damit ins Gesamtsystem einpflegen“, sagt er. Thaddäus (43 Jahre alt) und Johanna (39) sehen sich als „nicht mehr so junge Startup-Unternehmer“ und möchten mit ihrem Mut ein Beispiel sein für junge Leute mit Ideen. Wenn es um neue Energie-Technologien geht, rät Thaddäus: „Mehr probieren, weniger philosophieren.“ ○



Foto: Privat

Autor

Christian Dany
Freier Journalist im Themenkomplex
Landwirtschaft, Umwelt und Erneuerbare
Energien
christian.dany@web.de

INDUSTRIE-PV

MIR ENERGIESYSTEME

Ihre Profis für Gewerbeanlagen in Handwerk, Industrie und Landwirtschaft

Zu unserer Referenzanlage

91710 Gunzenhausen
09831-8809-760
www.mrenergiesysteme.de






Vibro-Trucks Für das Aufsuchen unterirdischer Wärmepotentiale werden mehrere geländegängige Rüttel-Fahrzeuge eingesetzt, die mit abgesenkten Stahlplatten Vibrationssignale in den Untergrund senden, damit die Reflexionswellen dann aufgezeichnet werden

Tiefen- geothermie

Diese Wärme kommt von unten

Neben großen Freiflächen-Solarthermianlagen und Gewässerwärmepumpen an Flüssen [1], Seen oder am Meer [2] ist die Tiefengeothermie die dritte regenerative Wärmequelle für große Fernwärmenetze. Tiefengeothermie, das meint Wärmebohrungen, die tiefer als 400 Meter in die Erde getrieben werden („abgeteuft“).

Während in der Bundesrepublik die Tiefengeothermie immer etwas randständig war, erschloss die an Devisen knappe DDR seit Anfang der 1980er Jahre vielerorts ihre unterirdischen Wärmepotentiale, die vor allem in ihren norddeutschen Bezirken Schwerin, Rostock und Neubrandenburg lagen. [3] Nach der deutschen Einheit setzte man aber im bundesrepublikanischen Stil vor allem auf billige Fossil-Energien. Sogar vorhandene Bohrlöcher ließ ein irrlichternder Minis-

terpräsident von Mecklenburg-Vorpommern, der später zusammen mit seiner Nachfolgerin eine GAZPROM-nahe Stiftung ins Leben rief, ab 2015 für 250.000 Euro das Stück mit Zement verfüllen. [4] In den westlichen Bundesländern gab es zwar immer wieder entsprechende Bohrungen wie zum Beispiel ab 1998 im bayerischen Erding [5], aber bundesweit wurde diese Energiequelle nur beachtet, wenn es bei ihr Probleme gab.

Im Februar 2022 veröffentlichten verschiedene Wissenschaftsinstitutionen, darunter das Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie (IEG) und das GFZ Helmholtz-Zentrum für Geoforschung – frühere Bezeichnung: GeoForschungsZentrum Potsdam – die Studie „Roadmap Tiefe Geothermie in Deutschland“. [6] Die 37-seitige Studie fand nicht nur deshalb viel Beachtung, weil der zeitgleich beginnende Ukrainekrieg und der Boykott russischen Erdgases die Abhängigkeit Deutschlands bei der Wärmeversorgung deutlich machten. Vielmehr war das Ergebnis der Roadmap beeindruckend: Geothermie aus Tiefen zwischen 400 und 5.000 Metern könnte jährlich über 300 Terrawattstunden (TWh/a) Wärme liefern und damit ein Viertel des deutschen Wärmebedarfs decken. Damit stießen die Wissenschaftler ein Überdenken hinsichtlich der Geothermienutzung in Deutschland an.

Das dann von der Bundesregierung im vergangenen Sommer auf den Weg gebrachte und von einer klaren Mehrheit der Bundestagsparteien grundsätzlich befürwortete Geothermie-Beschleunigungsgesetz (GeoWG) hängt allerdings wegen der vom Bundesrat geforderten Abänderungen und dem Bruch der Ampelkoalition derzeit „in der Luft“.

Auch die EU setzte in der Verordnung (EU) 2024/173 vom 13. Juni 2024 „zur Stärkung des europäischen Ökosystems der Fertigung von Netto-Null-Technologien“ neben der oberflächennahen Geothermie auch auf die Tiefengeothermie auf die politische Agenda. Der Europäische Rat hat dazu in seiner Sitzung vom 16. Dezember 2024 bei der EU-Kommission einen europäischen Aktionsplan für Geothermie mit schnelleren Genehmigungen und einem leichteren Zugang zu Finanzmitteln angemahnt. Zeitgleich hat Mitte Dezember auch die Internationale Energie-Agentur (IEA) ein Papier zur Zukunft der Geothermie [7] veröffentlicht, allerdings mit Blick auf den internationalen Stromsektor.



Seismik-Messung Geophone sind elektro-mechanische Wandler, die Bodenschwingungen in analoge Spannungssignale umwandeln

Tiefengeothermie ist eine regenerative Energie, rund um die Uhr verfügbar und macht entsprechend Hoffnung, nicht nur die Versorgungssicherheit jenseits aller politischen Verwerfungen zu garantieren, sondern auch die Wärmepreise – Stichwort: bezahlbare Wärme – stabil zu halten. In Bayern sinken die Preise für Fernwärme aus Geothermie sogar schon in der laufenden Heizperiode durchschnittlich um sechs Prozent. [8]

Ertragreiche Regionen

Grundsätzlich ließen sich in allen Regionen Deutschlands Wärmepotentiale erbohren. Allerdings müsste man in vielen Regionen die Bohrungen in eine Tiefe treiben, die Kosten und Energieverbrauch explodieren ließe. Denn zu den Bohrkosten bei der Einrichtung der Geothermieanlagen kommen natürlich die Betriebskosten wie etwa der Strom für Pumpen, die das warme Wasser nach oben treiben. Nicht umsonst setzt die erwähnte Fraunhofer-Roadmap 5.000 Meter als größte Tiefe an; geothermische Wärme muss bezahlbar bleiben.

Die vorgefundenen Temperaturen entscheiden, ob man ein Heizwerk zur reinen Wärmegewinnung für Fernwärmenetze bauen kann oder Heizkraftwerke, die neben der Wärme zugleich Strom produzieren [9] und damit unter anderem auch den (Pumpen-)Strom für den Betrieb der Wärmegewinnung liefern können. Für die Stromerzeugung sind Temperaturen über 120 °C ideal, aber mit Hilfe von zum Beispiel ORC-Techniken – Dampfturbinen für spezielle Arbeitsmittel mit Siedepunkten deutlich unter 100° C – sind

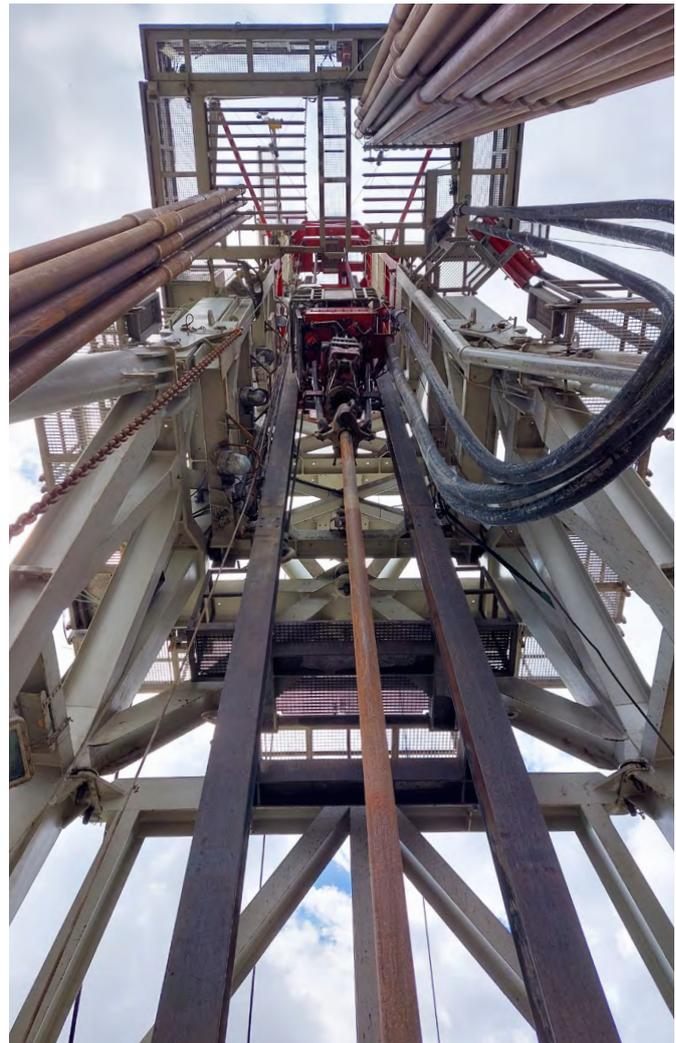
auch niedrigere Temperaturen nutzbar. Für die Wärmeversorgung können die vorgefundene Temperaturen unter 60 °C entweder in Thermalbädern, Betrieben etc. direkt genutzt oder mit Großwärmepumpen angehoben werden. Temperaturen über 60 °C lassen sich in neuen Fernwärmenetzen nutzen, oder müssen ebenfalls angehoben werden, da die Wärme meist in bestehende, fossil-gespeiste und damit heiße Fernwärmenetze eingespeist wird.

So finden sich in Deutschland bestimmte Regionen, die auf Grund ihrer geologischen Struktur gut nutzbare Wärmepotentiale in geeigneter Tiefe bieten. Dabei handelt es sich um das Norddeutsche Becken (NDB), die Rhein-Ruhr-Region (RRR), den Oberrheingraben (ORG), das Süddeutsche Molassebecken (SMG), und das Mitteldeutsches Grundgebirge (MGG). Wobei auf eine Tiefe von 3.000 Meter bezogen der ORG die höchsten, und das MGG die niedrigsten Temperaturen liefert.

Angesichts der geothermischen Potentiale für eine CO₂-freie Wärmeversorgung ist es nicht überraschend, dass man überall dort Aufsuchungen von lohnenden Quellen startet. Das betrifft Prenzlau, Neuruppin, Berlin-Adlershof, Potsdam, aber auch Hamburg-Wilhelmsburg im Norddeutschen Becken, wo es seit den DDR-Zeiten eine intensive geothermische Nutzung gibt.

In Nordrhein-Westfalen (NRW) gibt es seit dem vergangenen Jahr nicht nur einen Masterplan Geothermie [10], sondern es werden auch konkrete Projekte gefördert, wie etwa in Aachen oder die seismischen Messkampagnen im Münsterland, am Niederrhein, in Ostwestfalen-Lippe oder seit Januar 2025 auch in Bochum. Durch den Bergbau gibt es in NRW auch ein besonderes Potential, das leichter zu sondieren und zu nutzen ist – das Grubenwasser, zum Beispiel in Bochum in einer Tiefe von 800 Metern mit rund 28 °C. [11] Im Bereich des Oberrheingrabens, wo bereits Geothermiekraftwerke in Landau/Pfalz, Insheim und Bruchsal existieren, gibt es u.a. das Projekt der BadenovaWärmeplus in Hartheim/Breisgau oder im Landkreis Karlsruhe, wo im Juni 2023 eine kommunale Projektentwicklungsgesellschaft PEG Regionaler Wärmeverbund aus zehn Städten und Kommunen gegründet wurde, um sich mit einem aus tiefer Geothermie gespeisten Fernwärmenetz zu versorgen. [12]

Noch deutlich mehr Projekte gibt es im Süddeutschen Molassebecken (SMG), wo-



Fotos: Dr. Götz Warnke

Geothermie-Bohrturm Der 40-Meter-Bohrturm in Hamburg-Wilhelmsburg (links) ist ein moderner Turm mit einem Kraftdrehkopfantrieb (siehe den Kasten am Turm) statt des alten Drehtischantriebs. Rechts: die Ansicht von unten

bei Bayern schon jetzt das Bundesland mit den meisten Tiefengeothermie-Anlagen ist. Derzeit sind weitere Projekte unter anderem in Herrsching, Geiselbulach bei Olching, und Oberhaching-Laufzorn geplant.

Getreu dem alten Bergmann-Motto „Vor der Hacke ist es dunkel“ wird man auch immer wieder überraschend fündig: So ließ sich im nordfriesischen Husum, weitab der üblichen Geothermieregionen, in 2.000 bis 2.500 Metern Tiefe Thermalwasser mit einer vermutlichen Temperatur von 60 °C bis 75 °C finden [13], das nun erschlossen werden soll. In Hamburg-Wilhelmsburg, das über ein Fernwärmenetz verfügt, ließen sich zwar nicht in über 3.000 Metern Tiefe die erhofften 130 °C heißen Thermalwassermengen finden, dafür schon in 1.300 Metern Tiefe ausreichendes Thermalwasser mit einer Temperatur von ca. 50 °C. Und in Potsdam

übertrafen die an der Heinrich-Mann-Allee erbohrten Ergebnisse die Erwartungen um mehr als das Doppelte: statt 1,8 bis 2 Megawatt Wärmeleistung erzielten die Stadtwerke Potsdam über 4 Megawatt.

Interessant ist, dass auch erste Großunternehmen die tiefe Geothermie für ihre Wärmeversorgung nutzen: Der Triebwerkshersteller MTU will für die Wärmeversorgung an seinem Standort München-Allach ein eigenes Tiefengeothermieprojekt betreiben. [14]

Bohrtechnik

Grundsätzlich gibt es zwei geothermale Tiefensysteme: Die hydrothermale Geothermie und die petrothermale Geothermie. Hydrothermale Systeme zeichnen sich durch einen hohen Wassergehalt und eine hohe Durchlässigkeit aus, petrothermale Systeme hingegen durch einen geringen Wassergehalt und eine geringe

Durchlässigkeit. Dieses hat natürlich Auswirkungen auf die Bohrtechnik: Für die thermalen Systeme werden in der Regel zwei Bohrungen niedergebracht. Diese haben auf dem Bohrplatz nur einen geringen Abstand von wenigen Metern, sind aber schräg angesetzt, und haben im geothermischen Zielgebiet einen Abstand von oft 1.000 Metern oder mehr. Dies ist wichtig, damit man einerseits die oberirdische Technik an einem Ort zusammenfassen kann, andererseits in der Tiefe keinen thermischen Kurzschluss erzeugt. Denn aus dem einen Bohrloch wird heißes Tiefenwasser gefördert, oberirdisch durch einen Wärmetauscher geleitet, und dann abgekühlt wieder in die Tiefe geleitet. Lägen dort die Bohrenden zu dicht beieinander, würde praktisch nur noch kühles Wasser im Kreis gepumpt.

Bei Bohrungen zur petrothermalen Geothermie (Hot Dry Rock), die den größ-

ten Teil des weltweit verfügbaren geothermischen Energiepotential ausmacht, muss die Wasserdurchlässigkeit der Risse und Klüfte im heißen Tiefengestein erst einmal durch Fracking mittels Druck, Chemie und Kaltwasser erweitert werden, um größere Wärmemengen fördern zu können. Das ist aufwändiger, kostenintensiver und birgt die Gefahr von Erdbeben mit Auswirkungen auf die oberirdische Infrastruktur, wie das Erdbeben vom November 2017 in Pohang/Südkorea zeigt.

Neben diesen Verfahren gibt es die „Closed-Loop-Verfahren“, die mittels zweier Bohrungen im heißen Gestein einen zusammenhängenden, kilometerlangen Wärmetauscher erbohren. Dafür werden die Bohrungen in einer für die Wärmeabfuhr geeigneten Tiefe in die Waagerechte und dort in unterschiedliche Richtungen abgelenkt. Auch diese Bohrtechnik stammt, wie viele Techniken bei der Tiefengeothermie, aus der Mineralölwirtschaft, wo es u.a. im Al-Shaheen-Ölfeld/Katar mit über zehn Kilometern die längste waagerechte Bohrung der Welt gibt. [15] Die Herausforderung beim Closed-Loop-Verfahren ist es, in der Biegung an den Enden der verschiedenen waagerechten Bohrungen aufeinander zu treffen. Die große Chance ist, Tiefengeothermie-Projekte auch dort in felsigen Untergründen umzusetzen, wo kein Wasser vorhanden und Fracking nicht sinnvoll ist.

Die erste Closed-Loop-Anlage wird von der kanadischen Eavor Technologies Inc./ Calgary im bayerischen Geretsried errichtet, und steht kurz vor der Fertigstellung. Wegen der hohen Temperaturen in 4.500 Metern Tiefe soll diese Anlage auch Strom liefern.

Neben solchen Bohrverfahren gibt es auch Entwicklungen, die zum Beispiel die teuren, aber schnell verschleißenden Bohrköpfe durch neue Bohrtechnik teilweise oder ganz ersetzen können. Da ist zum einen das Projekt ROCKET unter Federführung des Fraunhofer IEG, das horizontale Erschließungen mittels Mikrobohrtechnik ohne eigenes Bohrgestänge und große Bohrköpfe in geothermischen Reservoiren verbessern soll.

Dazu gehört auch das „Plasma Pulsed Geo Drilling“ (PPGD), bei dem Gestein mittels Hochspannungsimpulsen/künstlichen Blitzen berührungslos zerstört wird. An diesem Verfahren arbeiten u.a. Forscher der ETH Zürich [16] und des Fraunhofer IEG.

Noch tiefer hinaus will US-Firma Quaise Energy [17], ein Start-up des Massachusetts-Institut für Technologie (MIT), mit ihrem Mikrowellen-Verfahren: Die Ingenieure wollen nicht nur mit einem Gyrotron, einem extrem starken Mikrowellen-Erzeuger von 1 MW Leistung einen Vortriebsrekord von 70 Metern pro Stunde erzielen, sondern auch eine Tiefe von 20 Kilometern erreichen, um mit den dort herrschenden Temperaturen von über 500°C überkritischen Dampf zu erzeugen und diesen energetisch zu nutzen.

Künftige Entwicklungen

Auch wenn diese Techniken noch im Forschungs- oder Versuchsstadium sind, so zeichnen sich bereits weitere Entwicklungen ab: Da ist zum einen die Gewinnung von Lithium aus dem Thermalwasser. Auch wenn es bisher nur das Projekt der Firma Vulcan Energy [18] am Oberrheingraben gibt, so hat die gleichzeitige Gewinnung von Wärme und Lithium ein großes Potential, da sie die hohen Erschließungskosten auf mehrere Schultern verteilt. Und so hat kürzlich die Esso Deutschland GmbH in Niedersachsen vom dortigen Bergbauamt vier Erlaubnisfelder [19] zur Aufsuchung von Lithium in Thermalwasser erhalten; wie ergiebig die möglichen Fundstätten sind und wie viel davon sich auch für die Fernwärme nutzen lässt, wird sich zeigen. Immerhin sollen sich nach einer Modellierung des Karlsruher Institut für Technologie (KIT) von 2023 bis zu 12 Prozent des jährlichen deutschen Lithiumbedarfs aus diesen Quellen decken lassen.

Zum anderen gibt es Konzepte wie beim KMT-Magma-Geothermieprojekt [20] auf Island, direkt in eine Magmakammer zu bohren, um die dort herrschenden Temperaturen von 1.300 °C zur Energiegewinnung zu nutzen. Auch wenn es hier primär um Stromerzeugung geht, so dürfen dabei ggf. nicht unerhebliche, nutzbare Wärmemengen anfallen. Allerdings ist hierfür langfristig noch erhebliche Forschungs- und Entwicklungsarbeit zu leisten hinsichtlich möglicher Eruptionen und temperaturbeständiger Materialien. Hingegen werden die gewaltigen Wärmepotentiale durch unterseeische vulkanische Aktivitäten im Meer, die erst 2021 von den Wissenschaftlern S. Pegler und D. Ferguson der University of Leeds evaluiert wurden, auch dauerhaft nicht für die Wärmeabfuhr, sondern allenfalls in Meereswärmekraftwerken (OTEC) für die Stromerzeugung nutzen lassen. ○

Quellen

- [1] [mdr.de/nachrichten/thueringen/ost-thueringen/jena/energie-fernwaerme-kraftwerk-wasser-saale-flussthermie-102.html](https://www.mdr.de/nachrichten/thueringen/ost-thueringen/jena/energie-fernwaerme-kraftwerk-wasser-saale-flussthermie-102.html)
- [2] [tagesschau.de/wissen/technologie/waermepumpe-meerwasser-100.html](https://www.tagesschau.de/wissen/technologie/waermepumpe-meerwasser-100.html)
- [3] [ndr.de/geschichte/schauplaetze/Windkraft-und-Erdwaerme-Erneuerbare-Energien-in-der-DDR,alternativenergie100.html](https://www.ndr.de/geschichte/schauplaetze/Windkraft-und-Erdwaerme-Erneuerbare-Energien-in-der-DDR,alternativenergie100.html)
- [4] [nordkurier.de/regional/mecklenburg-vorpommern/land-baut-herrenlose-tiefbohrungen-zurueck-1246467](https://www.nordkurier.de/regional/mecklenburg-vorpommern/land-baut-herrenlose-tiefbohrungen-zurueck-1246467)
- [5] [geothermie-allianz.de/geothermieanlagen-in-bayern/](https://www.geothermie-allianz.de/geothermieanlagen-in-bayern/)
- [6] [ieg.fraunhofer.de/content/dam/ieg/documents/Roadmap%20Tiefe%20Geothermie%20in%20Deutschland%20FhG%20HGF%2002022022.pdf](https://www.ieg.fraunhofer.de/content/dam/ieg/documents/Roadmap%20Tiefe%20Geothermie%20in%20Deutschland%20FhG%20HGF%2002022022.pdf)
- [7] [iea.org/reports/the-future-of-geothermal-energy/executive-summary](https://www.iea.org/reports/the-future-of-geothermal-energy/executive-summary)
- [8] [solarserver.de/2024/12/17/preise-fuer-fernwaerme-aus-geothermie-in-bayern-sinken/](https://www.solarserver.de/2024/12/17/preise-fuer-fernwaerme-aus-geothermie-in-bayern-sinken/)
- [9] de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_Geothermiekraftwerken_in_Deutschland
- [10] [geowaerme.nrw.de/masterplan-geothermie-nrw](https://www.geowaerme.nrw.de/masterplan-geothermie-nrw)
- [11] [geb-info.de/heizungstechnik/neue-energie-aus-alten-stollen-mit-grubenwasser-heizen-und-kuehlen](https://www.geb-info.de/heizungstechnik/neue-energie-aus-alten-stollen-mit-grubenwasser-heizen-und-kuehlen)
- [12] [swr.de/swr/aktuell/baden-wuerttemberg/karlsruhe/regionaler-waermeverbund-in-bretten-gegruendet-100.html](https://www.swr.de/swr/aktuell/baden-wuerttemberg/karlsruhe/regionaler-waermeverbund-in-bretten-gegruendet-100.html)
- [13] [zfk.de/energie/waerme/husum-hat-geothermie-potenzial-jetzt-geht-es-um-die-finanzierung](https://www.zfk.de/energie/waerme/husum-hat-geothermie-potenzial-jetzt-geht-es-um-die-finanzierung)
- [14] [mtu.de/de/ueber-uns/corporate-responsibility/produktion-instandsetzung/geothermie/](https://www.mtu.de/de/ueber-uns/corporate-responsibility/produktion-instandsetzung/geothermie/)
- [15] en.wikipedia.org/wiki/Al-Shaheen_Oil_Field#Records
- [16] [geg.ethz.ch/project-plasma_drilling/https://www.quoise.energy/](https://www.geg.ethz.ch/project-plasma_drilling/)
- [17] [quoise.energy/](https://www.quoise.energy/)
- [18] [swr.de/swr/aktuell/rheinland-pfalz/ludwigshafen/basf-will-mit-vulcan-energy-in-die-geothermie-einsteigen-100.html](https://www.swr.de/swr/aktuell/rheinland-pfalz/ludwigshafen/basf-will-mit-vulcan-energy-in-die-geothermie-einsteigen-100.html)
- [19] [lbegas.niedersachsen.de/aktuelles/pressemitteilungen/esso-deutschland-gmbh-erhalt-vier-erlaubnisfelder-lbegas-genehmigt-aufsuchung-von-lithium-238151.html](https://www.lbegas.niedersachsen.de/aktuelles/pressemitteilungen/esso-deutschland-gmbh-erhalt-vier-erlaubnisfelder-lbegas-genehmigt-aufsuchung-von-lithium-238151.html)
- [20] [kmt.is/science/](https://www.kmt.is/science/)



Autor

Dr. Götz Warnke
Vizepräsident der DGS
warnke@dgs.de

Dorfansicht Feldheim bei schönem Sommerwetter.
Hinten rechts lugt das bunt bemalte regionale Regelkraftwerk
zwischen zwei Gebäuden hervor, eine von der Enercon GmbH und
der Energiequelle GmbH errichtete Lithium-Ionen-Speicheranlage



Foto: Thorsten SchmidtKord

Besuch eines energieautarken Dorfes

Feldheim und sein Stromnetz



Es ist kalt und verregnet an diesem Januartag im brandenburgischen Feldheim. Eigentlich ist der kleine Ortsteil der Stadt Treuenbrietzen, südwestlich von Berlin, von Windrädern umgeben. Doch heute sieht man am Ende von weitläufigen Feldern nur deren Masten im Nebel verschwinden. Ob weiter oben genug Wind weht, damit die Rotorblätter sich drehen, kann man nur vermuten. Die drei Solarmodule, die sich am Feldrand dem bewölkten Himmel entgegenstrecken, erzeugen an diesem Tag sicherlich keinen Strom.

„Wir hatten auch schon richtig schönes Wetter in diesem Jahr“, entschuldigt sich Borris Philipp gegenüber SONNENENERGIE und beschreibt eine schneebedeckte Landschaft, die in der Sonne glitzert. Philipp ist Referent für Bildung und Vermittlung des Neue Energien Forum Feldheim e.V. (NEF). Dieser Förderverein organisiert Führungen, Schulprojekte und Veranstaltungen in dem Ort und holt mit dem vereinseigenen E-Auto auch mal Journalist:innen vom Bahnhof ab. Obwohl das Dorf nur 137 Einwohnende zählt, zieht es Gäste und Medien von überall her an. Denn Feldheim ist der erste und bislang einzige energieautarke Ort Deutschlands.

Es produziert nicht nur erneuerbaren Strom und Wärme für alle 35 Haushalte sowie die ansässige Landwirtschaft. Für den ortseigenen Energiebedarf von etwa einer Million Kilowattstunden (kWh) im Jahr würde ein einziges Windrad reichen. Mit seinen 50 Windenergieanlagen, dem nahe gelegenen Solarpark Selterhof und der eigenen Biogasanlage speist Feldheim zusätzlich rund 200 Millionen kWh pro Jahr ins Stromnetz ein. Die Windkraft allein, die 97 % der Energie erzeugt, kann rund 40.000 Haushalte versorgen. Noch in der Planung ist zudem ein Hybrid-Park, der Wind- und Photovoltaikanlagen kombiniert.

Zossener Student baute erste Windräder

Die ersten vier Windräder wurden 1995 von Michael Raschemann aus dem nahe gelegenen Zossen errichtet. Dessen Frau Doreen Raschemann ist heute Vorsitzende des NEF und erzählt, wie begeistert ihr Mann, der damals Bauingenieurwesen studierte, von der Windkraft war. „Wir sind durch die Umgebung gefahren und haben geschaut, wo früher alte Kornmühlen standen.“ Die sind ein Indiz für gute Windbedingungen und die waren in dem

auf einem Hochplateau gelegenen Feldheim optimal. Also beantragte Michael Raschemann beim Gemeinderat den Bau der Windräder und 1997 gründete das Ehepaar die Energiequelle GmbH, die unter anderem die Feldheimer Anlagen betreibt.

Bis zur Selbstversorgung mit Strom und Wärme vergingen jedoch noch fast 15 weitere Jahre. 2008 suchte die Feldheimer Agrargenossenschaft nach einem zweiten Standbein neben der Landwirtschaft. Die Idee, Biomasse vom eigenen Hof für eine Biogasanlage zu nutzen, mündete in dem Plan, mit der Abwärme einer solchen Anlage gleich den ganzen Ort zu heizen. Feldheim baute also ein eigenes Nahwärmenetz und verlegte in diesem Zuge auch eigene Stromleitungen. Seit das Netz im Jahr 2010 angeschlossen wurde, gilt das Dorf als energieautark.

Biogasanlage setzt CO₂ frei

Die Biogasanlage besteht aus zwei Fermentern – riesige, runde, weiße Behälter – die zwischen Dorf und Äckern stehen. Darin werden Gülle, Mais und Getreideschrot mit Wasser von Methanbakterien zersetzt, wobei biologisches Gas entsteht. Im benachbarten Blockheizkraftwerk, einem Gebäude voller dicker Rohre, Kabel und Kessel, wird dieses zur Wärmeerzeugung für das Feldheimer Nahwärmenetz genutzt. Abfallprodukt der Fermentation ist sogenannter Wirtschaftsdünger, der auf den Feldern wieder verwendet wird und den Vorteil hat, dass er im Gegensatz zu normaler Gülle nicht stinkt, sagt Philipp. Das entstehende Methan wird zu CO₂ verbrannt – genau genommen ist Biogas also nicht klimaneutral.

Es gilt jedoch als klimaneutral, weil nur so viel CO₂ freigesetzt wird, wie die verwendeten Pflanzen zuvor auf dem Acker gebunden haben und wie sie auch in natürlichen Prozessen wieder an die Atmosphäre abgeben würden. Ähnlich verhält es sich mit der Holzhackschnitzel-Heizung, die an sehr kalten Tagen wie diesem zusätzlich läuft und insgesamt 12 % zur Feldheimer Wärme beiträgt. Jährlich werden darin rund 490 Schütt-raummeter Kieferhackschnitzel verbrannt, die komplett aus den umliegenden Wäldern gewonnen werden. Es handele sich um Reste, „die beim Durchforsten übrig bleiben“, es werde kein Baum dafür gefällt, versichert Philipp.

Dennoch setzt die Verbrennung viel CO₂ auf einmal frei, wofür ein im Wald

Foto: Louisa Theresa Braun



Bildungsreferent Borris Philipp kümmert sich um Bildung und Vermittlung für das Neue Energien Forum Feldheim

Foto: Manfred Claudi



Energieautark Ortsschild der Gemeinde

verrottender Baum Jahrzehnte brauchen würde. „Das ist nicht gut, aber immer noch besser als fossiles Gas freizusetzen“, sagt Philipp mit Verweis auf Kohle- und Erdgaskraftwerke, die vor mehreren Millionen Jahren gebundene Treibhausgase auf einem Schlag in die Luft pusten. Zudem haben die beiden Anlagen den Vorteil, dass sie anders als Sonnen- und Windenergie wetterunabhängig funktionieren und flexibler eingesetzt werden können, da die verwendeten Rohstoffe gut zwei Jahre gelagert werden können. Dennoch betrachtet Philipp Biogas und Biomasse als Brückentechnologien, die in Zukunft zum Beispiel durch Wärmepumpen ersetzt werden sollten.

Das ganze Dorf machte mit

Schließlich befindet sich hinter dem Blockheizkraftwerk noch ein über und über mit Elektrowellen und Glühbirnen

bemaltes Gebäude, das regionale Regelkraftwerk. „Das ist im Grunde ein großer Akku“, erklärt Philipp. Die Lithium-Ionen-Speicheranlage gleicht kurzfristige Schwankungen der Netzfrequenz aus und war bei ihrer Inbetriebnahme 2015 eine der größten ihrer Art.

Voraussetzung für den Bau all dieser Anlagen waren Einverständnis und Mitarbeit des ganzen Dorfes. Fast alle Haushalte beteiligten sich mit 3.000 Euro Eigenkapital an dem 1,7 Millionen Euro teuren Wärmenetz, das ansonsten mit Fördergeldern des Landes Brandenburg und der EU finanziert wurde. Die meisten Heizungen mussten zu diesem Zeitpunkt ohnehin ausgetauscht werden und auf lange Sicht habe sich die Investition definitiv gelohnt, erklärt Philipp.

Er holt eine Grafik hervor, die die Entwicklung der Strompreise zwischen 2013 und 2023 zeigt (siehe Grafik auf der rechten Seite). Während der durchschnittliche Marktpreis bis 2021 bei rund 30 Ct pro kWh lag und dann mit dem Überfall Russlands auf die Ukraine und der damit verbundenen Energiekrise rapide anstieg, betrug der Feldheimer Strompreis im selben Zeitraum nur die Hälfte. 2021 stieg der Preis erst moderat – aber nicht wegen des Krieges, sondern weil zum selben Zeitpunkt eine zuvor festgelegte Preisbindung auslief – und sank dann wieder auf aktuell 11,3 Ct pro kWh. „So sieht ein Strompreis aus, der auf lokalen Beziehun-

gen beruht und vom fossilen Weltmarkt unabhängig ist“, verdeutlicht Philipp. In Orten ohne eigenes Stromnetz zahlt man aktuell mehr als das Doppelte.

Eigenes Stromnetz ist ineffizient

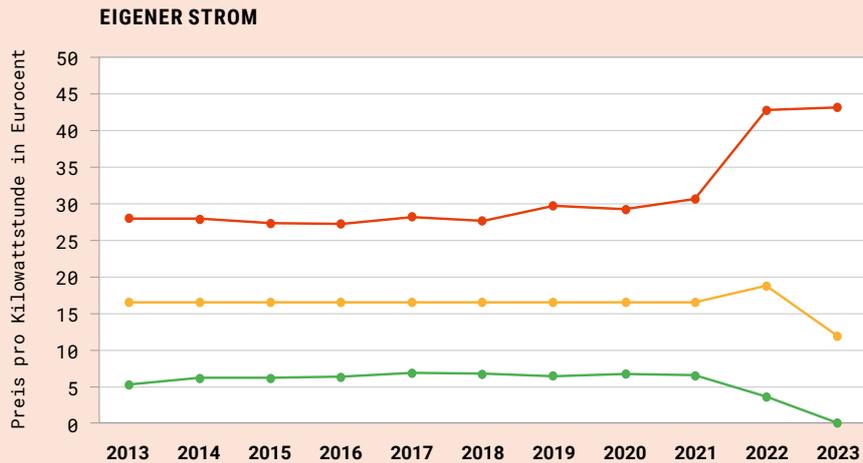
Bernd Hirschl, Professor für regionale Energieversorgungssysteme an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg und Forschungsfeldleiter am Institut für ökologische Wirtschaftsforschung in Berlin, begrüßt das Feldheimer Modell, wirft jedoch auch einen kritischen Blick auf den Bau eines eigenen Stromnetzes – ein deutschlandweit einzigartiges Modell. Zwar ist dieses mittlerweile über ein Umspannwerk ans öffentliche Netz angeschlossen, sodass sich unterschiedliche Auslastungen ausgleichen. Dennoch stellt es eine technische Parallelstruktur dar, durch die Edis als Betreiber vor Ort umgangen wird. „Es kann nicht das Ziel sein, dass jedes Dorf sein eigenes Netz hat“, sagt Hirschl im Gespräch mit SONNENENERGIE.

An einem Modell im Ausstellungsraum des NEF zeigt Doreen Raschmann, wie das Stromnetz aussieht: Auf Knopfdruck leuchtet in der Feldheim-Nachbildung ein Netz kleiner Neonröhren auf, die die Leitungen darstellen, welche von den Windrädern ausgehend am Regionalen Regelkraftwerk vorbei in die Dorfmitte und von da aus in jedes einzelne Haus führen. Auch wenn sich diese Investition

Foto: Thorsten Schmidkord



Lokale Energiewende Windparkfeld mit Traktor



Der Endverbraucherpreis als durchschnittlicher Marktpreis lag zwischen 2013 und 2021 bei rund 30 Ct pro kWh und stieg nach dem Überfall Russlands auf die Ukraine rapide an. Im Gegensatz dazu betrug der Feldheimer Strompreis im selben Zeitraum etwa die Hälfte

— Endverbraucherpreis
— Feldheim
— EEG-Umlage

Grafik: Neue Energien Forum

für Feldheim gelohnt hat: „Volkswirtschaftlich ist das natürlich totaler Unsinn“, stimmt Philipp Hirschl zu. Letzterer hält es für „hochgradig ineffizient“. Eigentliches Ziel müsse sein, das öffentliche Stromnetz so nutzen zu können, dass die regional erzeugte Energie auch günstig und möglichst direkt vor Ort verbraucht werden kann.

Regionaler Strom wird verteuert

Dafür seien aber die politischen und wirtschaftlichen Bedingungen nicht gegeben. Bislang müssen sowohl für regional produzierte als auch für grüne, also Erneuerbare Energie Zertifikate erworben werden. „Regionale Stromtarife werden künstlich verteuert“, kritisiert Hirschl. Ein weiteres Problem: Das Marktdesign des Energiesektors fußt auf dem Modell der sogenannten Kupferplatte, die einen unbeschränkten Stromfluß zwischen Kraftwerken und Verbrauchern ermöglichen soll. Es wird also angenommen, dass Strom überall zu gleichen Teilen verfügbar ist – so wie es bei einer zentral gesteuerten Stromversorgung durch Kohle- oder Gas-Kraftwerke der Fall ist.

Erneuerbaren Energien sind jedoch meist regional verteilt und nicht gleichbleibend verfügbar. Da es Zeiten gibt, in denen weder die Sonne scheint noch der Wind weht – sogenannte Dunkelflauten –, gebe es in einem dezentralen, klimaneutralen Stromnetz viel mehr Engpässe zu verwalten oder auch mal Überschüsse auszugleichen, erklärt Hirschl. Die zunehmenden grünen Stromversorger passen mit den noch immer herrschenden zentralen Marktmechanismen einer fossilen Stromversorgung nicht zusammen.

Dafür seien erst einmal politisch-ökonomische Lösungen notwendig, Gesetzesänderungen auf Bundesebene und geringere Abgaben, damit grüner Regionalstrom – wenn dieser systemdienlich am Markt platziert wird – zukünftig der günstigste ist und folglich zum Massenprodukt wird, meint Hirschl. Damit wäre dem Klima mehr geholfen als mit einer Sonderlösung wie in Feldheim. Letztendlich gebe es nicht das eine Königsinstrument, sondern es brauche „einen Blumenstrauß an regionalen Geschäftsmodellen“, seien es grüne Regionalstromtarife von Stadtwerken, lokale Energiegenossenschaften oder Energy Sharing, also eine Form der Bürgerbeteiligung an der Energiewirtschaft, deren Einführung Hirschl für „längst überfällig“ hält.

Großräume zusammen denken

Die größte Herausforderung für regionale Stromversorgung seien ohnehin keine Dörfer wie Feldheim, sondern die Großstädte, die keinen Platz für Windenergieanlagen und viel mehr Menschen zu versorgen haben. Eigentlich müssten diese Großräume wie Berlin-Brandenburg zusammengedacht und versorgt werden. In

Feldheim gibt es nun immerhin Überlegungen, wie der zu viel produzierte Strom ganz konkret in den Nachbarorten zu günstigen Preisen genutzt werden kann, statt wie bisher ins allgemeine Netz eingespeist zu werden. „Wer die Veränderungen der Landschaft durch Windparks hinnimmt, sollte doch auch davon profitieren“, findet Doreen Raschemann.

Das hält auch Hirschl – neben Mitbestimmung – für eine wichtige Voraussetzung regionaler Stromversorgung. Mit der Energie-Infrastruktur verbundene Gewinne sollten nicht an Konzerne im Ausland abgeführt, sondern zur Stärkung der Daseinsfürsorge vor Ort genutzt werden. Andernfalls führe die Errichtung von Windenergieanlagen häufig zu Gegenwehr der Anwohnenden. In Feldheim ist das Gegenteil der Fall und obwohl sich das Beispiel nicht auf jeden anderen Ort übertragen lässt, sieht Raschemann es als Vorbild, „weil wir hier Lösungsansätze für die Energiewende aufzeigen“. ○



Foto: privat

Autorin

Louisa Theresa Braun
Freie Journalistin
louisatheresabraun@gmx.de

Foto: NEF



Biogasanlage Bei den beiden großen weißen Behältnissen handelt es sich um die Fermenter, in denen Gülle und Mais zersetzt werden



Ahrtalgemeinde In Rech sind noch immer die Flutschäden zu sehen. Hier stand früher die St. Nepumuk-Brücke, deren Brückenkopf am gegenüberliegenden Ufer zu erkennen ist

Kalte Nahwärme in Ahrtalgemeinde

Lokales Handwerk einbezogen

Foto: Dr. Martin Frey



Projektkoordinator „Mit dem kalten Nahwärmenetz haben wir unseren Ort fit für die Zukunft gemacht“, sagt Niki Kozisek

Die Gemeinde Rech im Ahrtal war vor bald vier Jahren Teil des Katastrophengebietes im Norden von Rheinland-Pfalz. Die Katastrophe bot die Chance, in der Wärmeversorgung alles neu anzugehen: Heute hat man ein innovatives und passives kaltes Nahwärmenetz zur autarken Versorgung mit Erdwärme.

Das 500 Einwohner zählende Dorf an der Mittelahr wird seit einigen Monaten mit kalter Nahwärme versorgt – ein Novum, das viel Interesse auf sich zieht. Projektkoordinator Niki Kozisek rührt seinen Latte Macchiato auf der Terrasse eines Cafés in Rech am Ufer der Ahr und sagt: „Mit dem kalten Nahwärmenetz haben wir unseren Ort fit gemacht für die Zukunft. Unsere Infrastruktur ist jetzt besser als in München-Schwabing, wo ich mal gelebt habe.“ Der Projektmanager einer großen IT-Gesellschaft hat mit einem lokalen Team weitgehend ehrenamtlich das Projekt initiiert und die Umsetzung

begleitet. Auch im nahen Altenburg ist seit Beginn September ein kaltes Nahwärmenetz in Betrieb.

Tabula Rasa nach der Flut

Die Flutwelle vom 14. Juli 2021 hatte auch in Rech seitlich des Flussufers Tabula Rasa geschaffen – sie brachte zudem eine stinkende Schlammwelle mit sich, die mit Heizöl der zerborstenen Kellertanks durchsetzt war. Allein dies war in der Frühphase des Aufbaus ein Argument, künftig von fossilen Energien wegzukommen. Da viele Häuser gleichzeitig neue Heizungen brauchten, entstand im Tal die Idee, innovative Wärmenetze zu verlegen und diese regenerativ zu versorgen. „Wir wollen die Katastrophe, die uns hier ereilte, in eine Chance für die Zukunft wandeln“, so Niki Kozisek. Erste Überlegungen in Rech gingen zunächst in Richtung eines „warmen Netzes“ mit einem Anschluss an das geplante Biomassekraftwerk im benachbarten Dernau, berichtet Kozisek.

„Dann kamen uns aber Zweifel, ob ein solches Projekt finanzierbar ist.“ Außerdem habe in dieser Phase das Land Rheinland-Pfalz die Hochschule Mainz, Fachbereich Technik, Fachrichtung Bau und Umwelt, mit dem Professor für nachhaltige Gebäudeenergiesysteme, Thomas Giel, in das Tal geschickt, um über die Möglichkeiten kalter Nahwärme-Konzepte zu informieren. „Da haben wir schnell erkannt, dass ein warmes Netz womöglich gar nicht so gut zu unserem Dorf passt“, so Kozisek. „Ein kaltes Nahwärmenetz ist eine risikoärmere Variante, da wir hier keine große Wärmeerzeugungsanlage bauen müssen. Außerdem sind die Rohre wegen der fehlenden Dämmung günstiger und müssen nicht so tief verlegt werden.“ Kurzerhand plante man um und entschloss sich, als Gemeinde das Projekt im Alleingang durchzuziehen. Externe Energieversorger sollten nicht zum Zuge kommen, um für die Bevölkerung eine Wärmeversorgung zu attraktiven Preisen zu sichern, die nur von der Kommune selbst festgelegt werden.

Kalte Nahwärme im Altbau

Das Konzept beruht auf der Nutzung der Erdwärme mittels 150 Meter tiefer Erdsonden. Diese wurden nicht dezentral, sondern an einigen wenigen Stellen als Sondenfeld, in den Untergrund gebracht. Die Wärme wird über zwei voneinander unabhängige Teilnetze beidseits der Ahr in den Bereichen Rech-Nord und -Süd, da-

zwischen verläuft die Ahr, verteilt und in den Häusern mittels Sole/Wasser-Wärmepumpen zur Warmwasserbereitung und Heizung genutzt. Die Teilnetze bestehen aus jeweils zwei Sondenfeldern mit bis zu 20 Bohrungen je Feld. Bislang sind davon drei Felder realisiert, da das Projekt in Rech-Süd etwas langsamer vorankam. Eine Verbindung zwischen beiden Netzen sahen die Planer nicht vor, da dies keine technischen Vorteile hatte.

Geplanter Ausbau

In der aktuellen Ausbaustufe sind 53 Haushalte angeschlossen beziehungsweise für einen Anschluss verbindlich vorgesehen. Wenn alle vier Sondenfelder fertiggestellt sind, können – je nach Heizlast – bis zu 100 Haushalte mit der aktuellen Netzkapazität versorgt werden. Damit die Kommune wirtschaftlich arbeiten kann, sollen in den nächsten zehn Jahren jährlich vier bis fünf neue Anschlussnehmer hinzukommen, um nach zehn Jahren im Ergebnis eine Anschlussdichte von 90 bis 100 Haushalten zu erreichen. „Sollten sich noch mehr Haushalte anschließen wollen, können problemlos weitere Sondenfelder angelegt werden. Das Konzept der kalten Nahwärme ist skalierbar und bietet uns hier eine entsprechende Flexibilität“, so Kozisek. Perspektivisch soll das gesamte Dorf mit etwa 225 Haushalten davon profitieren. Der Gesamtwärmebedarf der jetzt angeschlossenen Häuser betrage rund 1.100 MWh pro Jahr. Zugrunde gelegt wurde ein Wärmebedarf für Heizung und Warmwasser von freistehenden Einfamilienhäusern von etwa 130 kWh/m²a. Ein kaltes Nahwärmenetz im kommunalen Alt- und Neubaubestand sei in dieser Form in Deutschland einzigartig, so der Projektleiter.

Vorteile gegenüber einer Heizzentrale

Die einzelnen Sondenfelder sind unterschiedlich groß und konnten flexibel angelegt werden. Die 60 bereits abgeteufte Bohrungen umfassten eine gesamte Bohrlänge von ca. 9.800 m. Sie befinden sich alle auf gemeindeeigenen Flächen, etwa unter Wirtschaftswegen oder einem zukünftigen Spielplatz. Die Geothermieareale sind weit günstiger als die Errichtung und der Betrieb einer Heizzentrale, so die Planer. Von dort führen 90er-PE-Rohre als Hauptverteiler die Straßen entlang. Diese konnten in nur einem Meter Tiefe verlegt werden. Die Hausanschlüsse sind in 50er-Rohren ausgeführt. Von der Ge-

samtnetzlänge von 4,3 Kilometern wurden bislang 3,1 Kilometer verlegt. Es seien Kosten von 1.000 bis 1.200 Euro pro Meter (inkl. aller Projektkosten) entstanden – weit weniger als mit gedämmten Rohren, die zudem tiefer zu verlegen seien.

Die Hydraulik funktioniert analog eines geschlossenen Heizsystems, weswegen auch topographische Hindernisse problemlos zu überwinden seien. Man braucht keine zentralen Pumpen – allein die Wärmepumpen der Häuser genügen, um den Solekreislauf in Zirkulation zu halten. Dies biete einen weiteren Kosten- und Wartungsvorteil. Voraussetzung für die Zirkulation sei ein ausreichender Druck von etwa 1,8 bis 2 bar. Bei den Tiefbauarbeiten habe man zugleich mit dem Stromnetzbetreiber eine leistungsfähige Stromversorgung verlegt und sei damit bestens für eine hohe Dichte an Wärmepumpen sowie Elektromobilität gerüstet. Außerdem ergriff man die Gelegenheit, modernes Internet zu verlegen, was die Infrastruktur der Gemeinde zusätzlich verbessere.

Verbraucher profitieren mehrfach

Im Vorlauf besitzt das kalte Nahwärmenetz Temperaturen zwischen 8 bis 10 °C im Winter bis 23 °C im Sommer, wobei der Rücklauf etwa 2 bis 3 K geringer ist. Die Werte schwankten jahreszeitlich und je nach Lage innerhalb des Netzes. Das Konzept der kalten Nahwärme biete den Verbrauchern maximale Freiheit, so Niki Kozisek: Sie können entscheiden, welche Wärmepumpe sie installieren lassen. Die Geräte müssen lediglich die technischen Anschlussvoraussetzungen des Netzes erfüllen. „Das ist zunächst herstellerunabhängig. Es geht vor allem darum, dass sie eine ausreichend leistungsstarke Pumpe haben, um die Zirkulation zu gewährleisten.“

Außerdem besteht prinzipiell die Möglichkeit, die kalte Nahwärme auch zur Klimatisierung im Sommer einzusetzen, auch wenn dies bislang noch nicht von allen Haushalten genutzt wird, so Kozisek. Ein weiterer Vorteil sei, dass die Verträge auf die jeweiligen Liegenschaften laufen und somit vererbt bzw. verkauft werden können, was wertsteigernd auf die Häuser wirke.

Lokales Handwerk einbezogen

Die Haustechnik ist technologieoffen und erlaubt es, auch andere Erzeuger wie Holzheizungen oder Solarthermie zu in-



Foto: Dr. Martin Frey

Erdbohrung Die 150 Meter tiefen Erdsondenbohrungen fanden an bislang drei Stellen am Rande des Ortes statt

tegrieren. Hausübergabestationen, wie bei warmen Netzen benötigt, entfallen. „Damit halten wir uns das lokale Handwerk im Rennen“, betont Kozisek. Als Anbieter der Sole/Wasser-Wärmepumpen habe man praktisch alle großen Hersteller, wie Buderus, Stiebel-Eltron, Nibe oder Weishaupt, vor Ort gehabt. „Sie hatten eine kleine Informationsmesse veranstaltet und schicken seitdem immer ihren Werksdienst, wenn Anschlüsse ins Haus stehen“, erklärt Kozisek. Dies entlaste die lokalen Installateure, gerade dann, wenn an den Anlagen noch kleinere Anpassungen an den Geräten vorzunehmen seien.

Projekt binnen drei Jahren realisiert

Die Umsetzung des Projektes geschah – gemessen an vergleichbaren Projekten oder den vielen anderen Baustellen im Ahrtal – in Windeseile: Nachdem das Mainzer Umweltministerium den Kontakt zu Professor Giel hergestellt hatte, nahm alles Ende 2022 seinen Lauf: Zunächst wurde für die kommunale Projektkoordination mit der „Zukunft Mittelahr“ eine Gesellschaft öffentlichen Rechts gegründet, der die Gemeinden Rech, Dernau und Mayschoß angehören. Besitzer und Betreiber des Netzes wurde die Ortsgemeinde Rech. Als Berater waren die Energieagentur Rheinland-Pfalz und die Hochschule Mainz eingebunden. „Das Land und Umweltministerin Katrin Eder haben bei allem Wort gehalten, das war in einigen

Phasen erfolgsentscheidend“, so Kozisek. Trotz Preisexplosion im Bausektor infolge des Ukraine-Krieges wurde die Finanzierung bewerkstelligt, so dass im Januar 2023 der Spatenstich erfolgen konnte.

Projekt unter Hochdruck abgeschlossen

Parallel wurden die Erdbohrungen vorgenommen und das Netz in Rech-Nord und teils auch in -Süd verlegt. Ende 2023 habe man dann die Bauarbeiten zunächst beenden müssen, da der Förderzeitraum des „EFRE“-Fonds „React“ abgelaufen sei, über den die Hälfte der Mittel stammten. „Wir bekamen zum Jahresende leider nicht ausreichend Baukapazitäten zusammen, um rechtzeitig fertig zu werden,“ so Kozisek zu einem der Gründe dafür. Am Schluss hätten zwei Monate Zeit gefehlt. Von den beiden Netzen habe man aber immerhin vier Fünftel realisieren können. Den Abschluss will man nun in einer weiteren Bauphase mit Unterstützung von Bundesmitteln finanzieren. Ende April 2024 wurden die Planungen für den zweiten Bauabschnitt begonnen und bereits erste Gebäude angeschlossen. Da die beiden Teilnetze erst seit Mitte März 2024 in Betrieb sind, erwartet man erste Betriebserfahrungen nach einer vollen Heizperiode im Frühjahr 2025.

Die Investitionskosten des Projektes betragen im Endausbau etwa 4,5 Mio. Euro. Von den bislang investierten Mitteln wurden 50 Prozent über den oben genannten europäischen „EFRE“-Fonds „React“ sowie zehn Prozent über Gelder des Landes Rheinland-Pfalz finanziert. Der Rest wurde mittels kommunaler Darlehen über die Verbandsgemeinde Altenahr auf dem Kapitalmarkt beschafft. Für den noch ausstehenden Bauabschnitt benötigt man ebenfalls wieder eine Förderquote von bis zu 60 Prozent.

Kunden profitieren von „Flatrate“

Das Wärmeprojekt bietet für die Bürgerinnen und Bürger eine preiswerte und zukunftssichere Energieversorgung: Der Einzelne zahlt eine „Flatrate“ für den Netzanschluss sowie zusätzlich die Installation der Wärmepumpe, den Hausanschluss sowie die anfallenden Stromkosten. Die „Flatrate“ beträgt dabei 8 Euro pro kW Leistung der Wärmepumpe im Monat. Bei einer 10-kW-Anlage sind dies jährlich also 960 Euro netto. Der Vorteil der Sondenerfahrungen gegenüber Einzelbohrungen liegt darin, dass hier nur etwa ein Drittel an Kosten anfielen. Nach zehn Jahren

seien die Investitionskosten refinanziert und die „Flatrate“ sinke auf einen Betrag, womit die Gesellschaft den operativen Betrieb des Netzes finanzieren will.

Auch bei den Stromkosten hat der Kunde zum jetzigen Zeitpunkt mit überschaubaren Kosten zu rechnen: Sie betragen im Altbau aktuell bei 20 Cent/kWh Wärmepumpentarif etwa 1.500 bis 2.000 Euro im Jahr. Bei einem Neubau können es, laut Kozisek, durchaus auch nur 600 Euro sein – bei eigenem PV-Strom oder Dämmmaßnahmen sogar noch weniger. Unterm Strich könne also ein Altbauwähler mit 2.300 bis 2.800 Euro jährlichen Netto-Wärmekosten rechnen. Dies entspricht einem Wärmepreis – je nach individuellem Heizverhalten – von 8 bis 10 Cent/kWh (brutto). „Wir sind unschlagbar günstig, weil wir die Preisvorteile direkt an unsere Kunden weitergeben“, freut sich Kozisek. Wenn man dann noch die bis zu 70 Prozent Förderung (KfW) zur Anschaffung einer Wärmepumpe nutze, sei die Heizungsumstellung auch für finanziell nicht so gut gestellte Haushalte eine realistische Option.

Wesentlicher Beitrag zum Klimaschutz

Die finanziellen Vorteile sind ein wichtiges Argument für die kalte Nahwärme – „Die Leute denken primär wirtschaftlich“, weiß Kozisek aus vielen Gesprächen, die er inzwischen nicht nur im gesamten Ahrtal, sondern auch an einigen Orten in der angrenzenden Eifel geführt hat. Darüber hinaus ist die neue Wärmeversorgung in Rech aber auch ein wesentlicher Beitrag zum Klimaschutz: So kann im jetzigen Ausbauzustand jährlich ein Ausstoß von mehr als einer Tonne CO₂ vermieden werden. Das durch die Flut geschädigte Dorf Rech wird so zum Schaufenster für klimaangepasste Technologien sowie Vorbild und Modellregion für viele weitere Kommunen.

Ein Signal hinaus ins Land

Bis 2035 sollen nun etwa die Hälfte der Gebäude in Rech angeschlossen sein. Dazu bedürfe es jährlich nur vier bis fünf neuer Wärmekunden. „Manche zögern vielleicht noch, weil sie nach der Flut eine neue Heizung gekauft haben, die sie jetzt nicht schon wieder rausreißen wollen“, vermutet Kozisek. Um das Ziel zu erreichen, setzt der Gemeinderat auf regelmäßige Information der Bürger und einen entscheidenden Faktor: „Die zahlreichen positiven Rückmeldungen der bereits an-

geschlossenen Haushalte werden am Ende alle Zweifler überzeugen. Alle Mitglieder, die diesen Weg bislang mit uns gegangen sind, sind sehr zufrieden mit Kosten und Leistung. Das ist unser stärkstes Argument“, so Kozisek.

Die Gemeinde erfährt viel Zuspruch angesichts ihrer Aktivitäten. Nahe der Behelfsbrücke des Technischen Hilfswerks (THW) parken Urlauber, die an modernen Straßenleuchten mit integrierten E-Ladevorrichtungen ihre Autos aufladen. Auch dies wäre ohne die kalte Nahwärme wohl nicht entstanden. Thomas Hostert, der parteilose Bürgermeister von Rech, ist glücklich über die gelungene Umsetzung: „Wir schicken das Signal hinaus ins Land, dass es möglich ist, eine zukunftsorientierte Wärmeversorgung zu realisieren“, die zudem den CO₂-Ausstoß deutlich reduzieren hilft.“ Der ganze Gemeinderat stehe hinter dem Projekt. Das Projekt sichere zudem regionale Arbeitsplätze und Wertschöpfung vor Ort.

Die gewonnenen Erfahrungen sollen nun als „Open Source“-Angebot allen interessierten Kommunen zugänglich gemacht werden. Dazu zählt auch der eigens formulierte Wärmelieferungsvertrag, der laut der beratenden Juristen besonders kundenfreundlich angelegt sei. Um Touristen in der Weinbauregion Ahrtal auch auf das Wärmeprojekt aufmerksam zu machen ist eine Infostele im Ortskern von Rech geplant – bislang gibt es eine kleine Infotafel, die auf die EU-Förderung hinweist. Bei aller Härte der vergangenen Flutkatastrophe kann Kozisek dem Ereignis inzwischen immerhin eines abgewinnen: „Wir hätten all das niemals ohne die Flut hinbekommen – ich bin überzeugt, wir haben aus dem Ganzen dann doch noch das Beste gemacht.“ ○

Weitere Informationen

• Zukunft Mittelahr AöR:
zukunft-mittelahr.de/nahwaerme/kalte-nahwaerme/



Autor

Dr. Martin Frey
Fachjournalist
mf@agenturfrey.de

Dezentral vs. zentral

Klimaneutrale Wärmeversorgung für Gebäude

Der Status Quo: Der Gebäudesektor verursacht ca. 30 % der Emissionen an Treibhausgasen (THG) in Deutschland [1]. Der größte Teil der Energie wird in Form von Wärme benötigt, von der nur 18 % aus erneuerbaren Quellen stammt [2].

Wärmenetze

Wärmenetze können in fünf Generationen eingeteilt werden, siehe Abbildung auf dieser Seite.

Je niedriger die Netztemperatur, desto geringer sind die Wärmeverluste im Netz. Ein weiterer Vorteil von geringeren Temperaturen ist die größere Verfügbarkeit von direkt nutzbaren Wärmequellen. Die Dampfnetze der ersten Generation sind veraltet und werden nicht mehr gebaut. Die älteren Wärmenetze werden nach und nach modernisiert und die Temperaturen abgesenkt. Der Hauptvorteil von Wärmenetzen gegenüber dezentralen Wärmeversorgungs-lösungen ist die einfachere

Verwendung verschiedener Energiequellen. Beispielsweise kann ein Wärmenetz mit Geothermie, Solarthermie, industrieller Abwärme oder elektrischem Strom gespeist werden und die jeweiligen Erzeuger können je nach Verfügbarkeit und Finanzierbarkeit betrieben werden. Ein weiterer Vorteil kann die wirtschaftlichere Einbindung großer Speicher sein. Neben den wirtschaftlichen Skaleneffekten haben große Speicher – aufgrund eines kleineren Verhältnisses von Oberfläche zu Volumen – geringere Wärmeverluste als kleine. Manche Wärmequellen, wie tiefe Geothermie, und manche Arten von Speichern, zum Beispiel Geothermie-Sondenfelder, sind nur durch Wärmenetze wirtschaftlich für die Wärmeversorgung von Gebäuden nutzbar.

Fernwärme

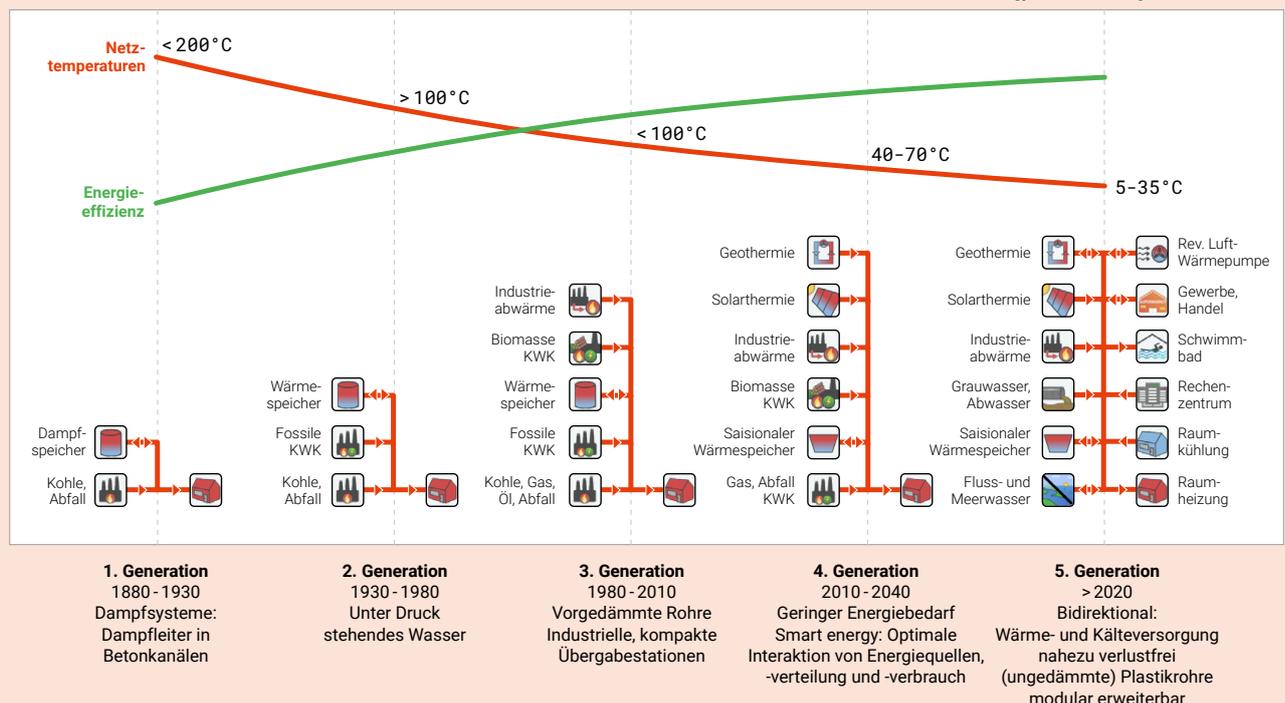
In diesem Artikel wird die Fernwärmedefinition des Onlineportals „energieforschung.de“ verwendet [1]: „Fernwärme ist

thermische Energie, die von einem oder mehreren zentralen Wärmelieferanten über längere Strecken durch ein System gedämmter Rohre zum Endverbraucher (Wohnung, Gewerbe, Industrie) transportiert wird.“ Im Gegensatz dazu ist ein Nahwärmenetz ein kleineres lokales Netz mit einer geringeren Anzahl an angeschlossenen Verbrauchern.

In Fernwärmenetzen wird die Wärme, die bei der Stromerzeugung in Wärmekraftwerken entsteht, zur Wärmeversorgung genutzt. Wenn die fossilen Rohstoffe durch Erneuerbare Energien ersetzt werden, entfällt auch die fossil erzeugte Wärme. Die meisten Fernwärmenetze benötigen Temperaturen von 70 °C bis 135 °C und gehören zu den Generationen zwei und drei. Als Vorteil von Fernwärmenetzen wird von deren Befürwortern häufig die einfachere Versorgung von dicht besiedelten Gebieten mit hoher Wärmebedarfsdichte genannt. In urbanen Gebieten sind dezentrale Wärmepumpen die größte

ENTWICKLUNG DER WÄRMENETZE

Grafik: Institute for Energy Efficient Buildings and Indoor Climate



Die fünf Wärmenetzgenerationen

Konkurrenz zur Fernwärme, deshalb werden diese beiden Wärmeversorgungs-systeme miteinander verglichen.

Vergleich der Thermodynamik

Bei Fernwärmesystemen wird im Allgemeinen die minimale Temperatur der Einspeisung in das Netz durch denjenigen Verbraucher begrenzt, der die höchste Temperatur benötigt. Dadurch, dass die Wärme im Allgemeinen auf einem höheren Temperaturniveau benötigt wird und Wärme beim Transport verloren geht, ist der thermodynamische Mindestaufwand für die Wärmeversorgung durch Fernwärme höher als für die dezentrale Versorgung.

Die maximal erreichbare Leistungszahl einer Wärmepumpe ist reziprok zum Carnotfaktor. Eine Wärmepumpe kann bei einer Quelltemperatur von bei 0 °C und einer Senkentemperatur von 30 °C maximal eine Leistungszahl von 10 und bei einer Senkentemperatur von 135 °C eine Leistungszahl von 3 haben. Die Wirkungsgrade (Carnotgütegrade) von Wärmepumpen liegen bei etwa 50 %. Die thermodynamischen Vorteile von kalten Netzen gegenüber warmen sind in der zweiten Abbildung zu sehen.

Vergleich der THG-Emissionen

Der Zielzustand des gesamten Energiesystems ist Klimaneutralität, also kein THG-Ausstoß. Nichtsdestotrotz ist es für die Wahl der Wärmeversorgungs-lösung entscheidend, welche THG-Mengen entlang der Wirkungskette ausgestoßen werden. Dabei gibt es erhebliche Unterschiede. Wärmepumpen für die Wärmebereitstellung werden nahezu ausnahmslos mit elektrischem Strom betrieben. Die besten marktverfügbaren Luft-Wasser-Wärmepumpen für die Beheizung einzel-

ner Gebäude erreichen Jahresarbeitszahlen (JAZ) von etwa 6 für das Heizen und 4,7 für die Trinkwarmwasserbereitung [3]. Laut Umweltbundesamt wurden im Jahr 2023 für elektrischen Strom 380 g/kWh CO₂-Äquivalente ausgestoßen. Wenn dieser Emissionsfaktor für eine solche Wärmepumpe angenommen wird, dann wurden 63 g/kWh bereitgestellter Wärme ausgestoßen. Der Anteil der Erneuerbaren Energien an der öffentlichen Nettostromerzeugung in Deutschland steigt weiterhin und lag im Jahr 2024 bei 62,7 % [4], wodurch sich ein Anteil von 6,2 % fossilem Strom an der bereitgestellten Heizwärme ergibt.

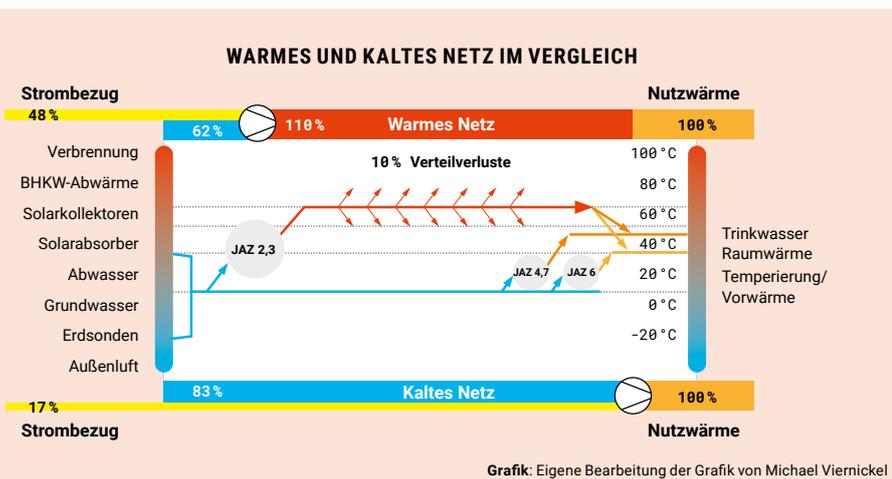
Laut der „Potenzialstudie klimaneutrale Wärmeversorgung Berlin 2035“ vom Fraunhofer ISE erreichen Großwärmepumpen, welche für die Wärmeerzeugung für Fernwärmenetze verwendet werden und Flusswasser als Wärmequelle nutzen, wegen der höheren Temperaturdifferenz nur eine JAZ von circa 2,3 [5]. Daraus ergeben sich mit dem gleichen Emissionsfaktor wie oben THG-Emissionen von 165 g/kWh für die Wärmeerzeugung.

Beispiel Berlin

Die Wärmeverluste im Berliner Verbundnetz betragen 10 % [6], was die Emissionen erhöht. In einem klimaneutralen Szenario bedeutet das einen mehr als doppelt so hohen Stromverbrauch wie bei den besten dezentralen Wärmepumpen.

Die Fernwärme für das Berliner Verbundnetz wurde zu 2 % aus Erneuerbaren Energien erzeugt [7]. Der größte Teil stammt aus Erdgas und Steinkohle und die Emissionen steigen. Für den klimaschädlichsten fossilen Energieträger, Flüssigerdgas, der durchschnittlich 576 g/kWh CO₂-Äquivalente [8] verur-

sacht, dürfen laut Gebäudeenergiegesetz (GEG), Anlage 9, Emissionen von 240 g/kWh angenommen werden. Im dem Zertifikat, das die Universität Dresden der Fernwärmenetzbetreiberin, der BEW Berliner Energie und Wärme GmbH, nach GEG 2024 ausstellte, findet sich folgende Angabe: „Spezifische CO_{2,e}-Emissionen der Fernwärme-/Fernkälteversorgung: Emissionsfaktor f_{CO_2eq} nach Anlage 9 GEG 2024: 16,2 g CO_{2,e}/kWh“. Das ist etwa ein Viertel der Emissionen, die Solarstrom verursacht [9]. Diejenigen, die mit Fernwärme heizen, finden in ihrer Betriebskostenabrechnung für das Jahr 2023 folgende Angabe: „Treibhausgasemission der Liegenschaft pro Jahr gemäß § 6a Abs. 3 Nr. 1a Heizkostenverordnung [...] 0,21010 kg CO₂/kWh“. Insgesamt stießen die Fernwärmeerzeugungsanlagen im Jahr 2021 4,86 Mio. t CO₂ aus und produzierten 5,62 TWh Strom und 14,2 TWh Wärme [10]. Neuere Daten waren nicht verfügbar. Eine durchschnittliche Kilowattstunde setzte sich zu 28 % aus Strom und zu 72 % aus Wärme zusammen und verursachte 245 g CO₂-Äquivalente [10]. Durch die gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme – 68,5 % der Wärme wurden in KWK-Anlagen erzeugt [10] – lassen sich die Emissionen nicht eindeutig der Strom- oder der Wärmeerzeugung zuordnen. Für die Erstellung des Zertifikats werden fast die gesamten Emissionen der Stromproduktion und nur ein sehr kleiner Teil der Wärme- und Stromproduktion zugerechnet. Vermeintlich vermiedene Emissionen durch „verdrängten fossilen Strom“ werden subtrahiert. Das zugrundeliegende Berechnungsverfahren nach AGFW FW 309 Teil 1, die Stromgutschriftmethode, wurde vom AGFW, dem Lobbyverband der Fernwärmenetzbetreiber, entwickelt und ist nicht frei zugänglich. Es wurde über die DIN V 18599-9: 2018-09 in das GEG, Anlage 9, aufgenommen und wird von dem Experten Dr. Christian Wilke von dem Projekt TransUrban.NRW als Greenwashing bezeichnet, weil damit fossile Wärme nahezu klimaneutral gerechnet wird. Die Werte aus der Heizkostenverordnung werden gemäß Kohlendioxidkostenaufteilungs-gesetz (CO₂KostAufG) angegeben, die wiederum die finnische Methode für die Berechnung der Emissionen vorschreibt. Dabei wird berechnet, wieviel Brennstoff für die getrennte Erzeugung von Strom und Wärme benötigt werden würde und die Einsparung durch die gekoppelte Erzeugung proportional auf Strom und Wärme aufgeteilt [22].



Ökonomische Bewertung

Zahlreiche Daten sind nicht verfügbar und die Kosten der Dekarbonisierung können nur grob geschätzt werden, weswegen das Thema hier nur angerissen wird. Bei der Planung muss stets im Einzelfall geprüft werden, welche Optionen verfügbar sind und diese multikriteriell miteinander verglichen werden, zum Beispiel nach den Kriterien Ökonomie, Ökologie und Thermodynamik.

Individuelle Betrachtung: Die Stromkosten für die von der Wärmepumpe Lambda EU08L bereitgestellte Heizwärme beliefen sich im Jahr 2023 auf 5 Ct/kWh, bei Stromkosten von 30 Ct/kWh für den Wärmepumpenstromtarif [3].

Der Arbeitspreis für die Berliner Fernwärme, Tarif Stadtwärme Klassik Plus, betrug im gleichen Jahr 12 Ct/kWh bis 13 Ct/kWh und betrug damit das ca. 2,5-fache dessen [11].

Treibhausgaskosten

Der Treibhausgas-Term „0,15 x ETS/ETS0“ – siehe Infokasten – soll die THG-Kosten widerspiegeln. Dieser betrug im Jahr 2023 das 2,2-fache derjenigen CO₂-Kosten, die laut CO₂KostAufG als solche deklariert wurden [13]. Das bedeutet, dass die damalige Fernwärmenetzbetreiberin, Vattenfall, 83,68 €/t CO₂ [14] für ein Emissionszertifikat zahlte, ihren Wärmekunden dafür jedoch 194 €/t in Rechnung stellte [13]. Nach der GEG-Berechnung ist es sogar das 31-fache der 6,56 €/t [15], welche Vattenfall für die CO₂-Zertifikate zahlen musste. Dieses Spiel treibt ihre Nachfolgerin, die BEW, nun auf die Spitze: Der am stärksten gestiegene Kostenanteil, der THG-Term, wird in der neuen Preisformel, gültig ab dem 1. März 2025, deutlich stärker mit dem Faktor 0,8 gewichtet [12]. Die Kostenentwicklung ist schwer vorherzusagen, aber wenn die neue Preisformel schon 2023 gegolten hätte, dann wäre der THG-Term 5,3-mal so hoch gewesen wie nach der bisherigen Formel [15].

Die niedrigen Emissionen gemäß GEG-Berechnung werden verwendet, um Förderungen zu beantragen und für Nachweise über den energetischen Standard von Gebäuden, was zum Beispiel für den Neubau relevant ist. Die Wärmekunden wiederum zahlen für die hohen Emissionen einen vom Versorger festgelegten Preis, von dem zudem nur ein Teil gemäß CO₂KostAufG als CO₂-Kosten ausgewiesen wird. Die tatsächlichen Kosten oder Ausgaben der BEW sind intransparent. Viele Kunden sind Vermietende, die die

BERECHNUNG DES FERNWÄRMEPREISES

Der Fernwärmepreis setzt sich aus einem Grund- und einem Arbeitspreis zusammen. Der Arbeitspreis wird mit dem Arbeitspreisänderungsfaktor angepasst. Dieser lautet wie folgt [12]:

$$\text{APF}_{\text{SK}} = 0,20 \times \mathbf{K} / \mathbf{K}_0 + 0,60 \times \mathbf{EGB} / \mathbf{EGB}_0 + 0,15 \times \mathbf{ETS} / \mathbf{ETS}_0 - 0,45 \times \mathbf{SB} / \mathbf{SB}_0 + 0,50 \times \mathbf{EGM} / \mathbf{EGM}_0$$

Die Formelzeichen stehen für folgenden Größen:

APF – Arbeitspreisänderungsfaktor
EGB – Erdgasindex Börse
ETS – Emission Trading System (Emissionszertifikate)
SB – Strompreis Börse
EGM – Erdgasindex Handel und Gewerbe

Der tiefgestellte **Index 0** steht für das Basisjahr.

Kosten einfach durchreichen. Trotzdem wird die fossile Infrastruktur über das KWKG durch Steuern und Umlagen subventioniert, die so hoch sind, dass die Förderung für fossile Gaskraftwerke teilweise diejenige für EE-Anlagen übersteigt [18].

Die Berliner Fernwärme soll großteils mit Wasserstoff klimaneutral werden. Abgesehen davon, dass das nicht möglich ist, weil Wasserstoff indirekt den THG-Effekt verstärkt [19] und sich Leckagen nicht vermeiden lassen, ist es sehr teuer und unrealistisch. Das Geschäftsgebaren von Vattenfall und der BEW steht beispielhaft für das zahlreicher FernwärmeverSORGER.

Der Thermodynamiker Dipl.-Ing. Martin Schütze bezeichnet die Fernwärme als einen Dinosaurier des fossilen Zeitalters, der bis auf wenige Ausnahmen wie tiefe Geothermie und große, dauerhafte Abwärme kein sinnvolles Element der zukünftigen Wärmeversorgung ist [21].

Gesamtökonomisch betrachtet

Laut der Studie „Flexibility is the key to decarbonizing heat supply: a case study based on the German energy system“ von Schlemminger et al ist ein Anteil dezentraler Wärmepumpen von 59 %, ein Biomasse-Anteil von 32 % und ein Wärmenetzanteil von deutschlandweit 8 % kostenoptimal. Wobei nur Wärmenetze der vierten Generation bis 55 °C modelliert wurden, welche meistens Nahwärmenetze sind. ○

Quellen

- [1] umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energiesparen/energiesparende-gebäude#gebäude-wichtig-für-den-klimaschutz
- [2] umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-fuer-fossile-erneuerbare-waerme
- [3] Monitoringdaten Lambda EU08L
- [4] ise.fraunhofer.de/de/presse-und-medien/presseinformationen/2025/oeffentliche-stromerzeugung-2024-deutscher-strommix-so-sauber-wie-nie.html
- [5] Eigene Berechnung auf Basis der Potenzialstudie Klimaneutrale Wärmeversorgung Berlin 2035, Fraunhofer IEE, S.14, WP Havel und Spree
- [6] waermpreise.info/preisuebersicht/
- [7] Eigene Berechnung auf Basis der Bescheinigung des Wärmenetzbetreibers über die energetische Bewertung nach FW 309 Teile 5 & 7
- [8] Howarth RW. The greenhouse gas footprint of liquefied natural gas (LNG) exported from the United States. Energy Sci Eng. 2024;1:17. doi:10.1002/ese3.1934
- [9] Aktualisierung und Bewertung der Ökobilanzen von Windenergie- und Photovoltaikanlagen unter Berücksichtigung aktueller Technologieentwicklungen, UBA, 2021
- [10] Eigene Berechnung auf Basis von Statistischer Bericht, E IV 4 – j / 22, Energie- und CO₂-Bilanz in Berlin 2022, 2., korrigierte Ausgabe, S.29
- [11] Vattenfall Preisübersicht 4. Quartal 2023, bew.berlin/binaries/content/assets/website/waerme/fernwaerme/vertragsumstellung/2023-q4---preisuebersicht-stadtwarme.pdf
- [12] bew.berlin/waerme/fernwaerme/preis-und-preisaenderung/#preispreisaenderung_anker_arbeitspreisaenderungsfaktor
- [13] Eigene Berechnung auf Basis von [11] und [14]
- [14] dehst.de/DE/Themen/nEHS/Verkauf-Handel/Kohlendioxidkostenaufteilungsgesetz/kohlendioxidkostenaufteilungsgesetz_node.html
- [15] Eigene Berechnung auf Basis der Daten von [7], [11], [14]
- [16] Dekarbonisierungsfahrplan für die Wärmenetze der Vattenfall Wärme Berlin AG
- [17] Eigene Berechnung auf Basis von [10], [16]
- [18] Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz – KWKG 2023) § 7 Höhe des Zuschlags für KWK-Strom aus neuen, modernisierten oder nachgerüsteten KWK-Anlagen
- [19] Duan, L. and Caldeira, K.: Comment on “Climate consequences of hydrogen emissions” by Ocko and Hamburg (2022), Atmos. Chem. Phys., 23, 6011–6020, <https://doi.org/10.5194/acp-23-6011-2023>, 2023
- [20] umweltbundesamt.de/themen/co2-emissionen-pro-kilowattstunde-strom-steigen.
- [21] Diskussionsbeitrag per E-Mail von Martin Schütze
- [22] Finnische Methode: https://de.wikipedia.org/wiki/Finnische_Methode



Foto: privat

Autor

Florian Hinze

Master in physikalischer Ingenieurwissenschaft mit den Schwerpunkten Thermodynamik und Strömungsmechanik
flohinze@gmx.de

Mehr als heiße Luft

Kräuter trocknen mit Sonne und smarten Sensoren

Kräuter und andere Spezialkulturen werden oft von regionalen Betrieben in kleinen Mengen angebaut. Diese Produkte mit hoher Qualität und zugleich effizient und klimafreundlich zu trocknen, ist für die Erzeuger eine Herausforderung. Das Forschungsinstitut AEE INTEC arbeitet an einem mobilen Trockner, der dabei helfen soll.

Pfefferminze und Basilikum, Kornblumen und Knoblauch – viele Kräuter und Gewürze gedeihen in kleinen landwirtschaftlichen Betrieben in der Steiermark. Vermarktet werden sie oft in getrockneter Form. Doch da die Mengen klein sind und saisonal anfallen, lohnt sich für diese Betriebe die Anschaffung professioneller Trockengeräte nicht. Hinzu kommt, dass Trockengeräte viel Energie benötigen. Viele Betriebe trocknen ihr Erntegut daher ganz traditionell unter dem Dach. Die Methoden sind lange erprobt und bewährt. Es ist allerdings schwierig, den Prozess und damit die Produktqualität genau zu kontrollieren. Gemeinsam mit der Versuchsstation für Spezialkulturen in Wies, die dem Land Steiermark angehört, und der Gewürzhersteller Agrant GmbH hat das Forschungsinstitut AEE

INTEC mit dem Projektpartner BEST – Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH im Projekt SolSorpDry einen effizienten Trockner für Kleinmengen entwickelt, mit dem sich der Trockenvorgang präzise steuern lässt. Der Prototyp ist fertig.

Sorptionsspeicher mit Silikagel nimmt Feuchte auf

Seit Anfang 2023 arbeitete das Team an dem Konzept für den Trockner. Ein Kernelement ist der Sorptionsspeicher auf Basis von Silikagel, der auch mit namensgebend für das Projekt war. Das Gel, bekannt aus den kleinen Päckchen, die oft in Kartons von Elektronikgeräten beiliegen, adsorbiert Wasser aus der Umgebungsluft. Bei diesem Vorgang entsteht Wärme. Im Trocknungsgerät kann der Sorptionsspeicher die Luft also sowohl trocknen als auch erwärmen. Dieselbe Luft kann unter Beimischung eines geringen Frischluftanteils zur Feuchterege- lung immer wieder im Kreis geführt werden, sodass deutlich weniger Energie nötig ist, um sie aufzuheizen. Ist das Silikagel mit Wasser gesättigt, muss es regeneriert werden. Das heißt, das aufgenom-

mene Wasser wird mit Einsatz von Wärme wieder ausgetrieben. Dieser Schritt soll perspektivisch mit Solarenergie geschehen.

So bleiben Kornblumen blau

Bisher hat das Trocknerkonzept zwei Testphasen durchlaufen. Im Sommer 2023 beschäftigten sich die Forschenden vor allem damit, die Prozessparameter zu bestimmen. Sie untersuchten, welche Luftfeuchte, Temperatur und Dauer nötig sind, um Kornblumen, Basilikum, Pfefferminze, Thymian und Knoblauch bestmöglich zu trocknen. Dabei ging es noch nicht um den Sorptionsspeicher, sondern vor allem darum, die geeigneten Parameter für den Trocknungsprozess zu definieren. Die optimalen Trocknungsparameter unterscheiden sich je nach Trockengut. Dauert das Trocknen zum Beispiel bei Kornblumen zu lange, geht die blaue Farbe verloren. In den Versuchen gelang es, die Trockendauer für Kornblumen zu halbieren. Bei anderen Kräutern spielt bspw. die Temperatur eine entscheidende Rolle: Sind zu hohe Temperaturen im Einsatz, verliert bspw. Minze einen größeren Anteil ihrer ätherischen Öle, was zu einer



Foto: Waldemar Wagner/ AEE INTEC

Testphase Ob Basilikum (Foto), Knoblauch oder Kornblumen: Für die in kleinen Mengen angebauten Kräuter lohnen sich kommerzielle Trockner bisher kaum



Foto: Natalie Rotter/ AEE INTEC

Prozesssteuerung Prototyp des Trockners im Labor

Minderung der Qualität führt. Die Projektpartner Agrant und Versuchsstation Wies prüften und bestätigten am Ende des Trocknungsprozesses jeweils die Qualität des Endprodukts.

Nachdem die grundlegenden Prozessparameter klar waren, kam im Sommer 2024 der Sorptionsspeicher in den Tests zum Einsatz. Ebenfalls neu war in der zweiten Testphase ein eigens entwickelter „Softsensor“ (bzw. virtueller Sensor) für die Trockengut-Feuchte. Der Softsensor nutzt messbare Größen wie Feuchtigkeit und Temperatur der Trocknungsluft und ermittelt mithilfe eines mathematischen Modells die nicht direkt messbare Trockengut-Feuchte. Das mathematische Modell ermöglicht dem Softsensor außerdem, auch eine Prognose abzugeben, in wie vielen Stunden der Trocknungsprozess abgeschlossen sein wird.

Mehr Effizienz und Erneuerbare Energien

Im Vergleich zu Referenzversuchen mit einem Trockner mit durchgehender Luftströmung zeigt sich, dass das Trocknen mit im Kreis geführter Luft, Sorptionstrockner und dem Softsensor bis zu 80 Prozent Energie spart. Das verwendete Regelungskonzept kam dabei vom Projektpartner BEST – Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH. Es wird dabei immer möglichst viel Luft recirkuliert. Nur wenn die Luft zu feucht wird, wird Frischluft zugefügt. Als Wärmequelle zum Nachheizen stehen der Sorptionsspeicher und eine externe Wärmequelle zur Verfügung, zum Beispiel thermische Solarkollektoren. Die Regelung steuert den Ventilator, die Luftklappen und die Heizleistung. So lassen sich die Temperatur, der Durchfluss und die Feuchte der Luft beim Eintritt in die Trockenkammer auf die gewünschten Sollwerte einstellen.

Den bereits deutlich gesunkenen Energiebedarf des Trockners wollen die Forschenden im nächsten Schritt möglichst vollständig aus erneuerbaren Quellen decken. Neben der Wärme für das Trocknen beziehungsweise die Regeneration des Sorptionsspeichers ist auch Strom nötig, um die elektrischen Komponenten zu betreiben.

Die Energieversorgung wurde im Modell bereits simuliert. Der Trockner lässt sich demnach mit Solarthermie-Kollektoren und Photovoltaik-Modulen betreiben, die sich auch auf einem mobilen Container montieren lassen. Eine mögliche Kombination könnten 27 kg Sorptionsma-

ÜBER AEE INTEC

AEE – Institut für Nachhaltige Technologien (AEE INTEC) wurde 1988 gegründet und ist heute eines der führenden europäischen Institute der angewandten Forschung auf dem Gebiet erneuerbarer Energie und Ressourceneffizienz.

In den drei Zielgruppenbereichen „Gebäude“, „Städte & Netze“ und „Industrielle Systeme“ sowie drei technologischen Arbeitsgruppen „Erneuerbare Energien“, „Thermische Speicher“ sowie „Wasser- und Prozesstechnologien“ reicht die Palette der durchgeführten F&E-Projekte von grundlagennahen Forschungsprojekten bis hin zur Umsetzung von Demonstrationsanlagen.

Seit 2015 ist AEE INTEC Mitglied von Austrian Cooperative Research – ACR.

ÜBER BEST

BEST füllt die Lücke zwischen akademischer Forschung und Technologieentwicklung durch industriegetriebene, angewandte Forschung und Entwicklung der Bioenergie, der nachhaltigen biobasierten Ökonomie und der zukunftsfähigen Energiesysteme.

Mithilfe moderner digitaler, analytischer und experimenteller Methoden wird im Technikums-, Pilot- und Demonstrationsmaßstab an neuen Lösungen für die Kreislaufwirtschaft der Zukunft gearbeitet.

Das COMET-Zentrum BEST – Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH wird im Rahmen des Programms COMET – Competence Centers for Excellent Technologies aus Mitteln des Klimaschutzministeriums (BMK), des Wirtschaftsministeriums (BMAW) und der Länder Steiermark, Niederösterreich und Wien gefördert und von der nationalen Förderagentur FFG betreut (ffg.at/comet).

terial, 22 m² Solarthermie-Kollektoren, 20 m² PV-Module und ein Batteriespeicher mit einer Kapazität von 16 kWh sein.

Damit der mobile Trockner auch in der Praxis gut ankommt, stellten ihn die Forschenden Ende November in einem Abschlussworkshop den möglichen Nutzerinnen und Nutzern vor. Dabei nahmen sie noch einige Impulse auf. Die Kosten für den Trockner müssen im Verhältnis zum Produkt stehen, der Trockner soll leicht zu bedienen und zu warten sein. Für die Energieversorgung ist ein Backup-System wichtig – denn wenn die Ernte eingefahren ist, müssen die Kräuter getrocknet werden, auch ohne Sonnenschein. Bei der Produktqualität darf es keine Abstriche geben. All diese Anforderungen aus der Praxis umzusetzen, könnte zum Gegenstand eines Folgeprojektes werden. ○

Autorinnen



Foto: AEE INTEC

Jasmin Pflieger

Wissenschaftliche Mitarbeiterin bei AEE INTEC, Arbeitsschwerpunkte: Einsatz von Digitalisierung für die Dekarbonisierung sowie innovative Prozess- und Versorgungssysteme
j.pflieger@aee.at



Foto: BEST

Sandra Staudt

Senior Researcher Automation and Control, BEST – Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH im Bereich Automation & Control
sandra.staudt@best-research.eu

Eine Annäherung an eine zynische Debatte

Migration und Klimaschutz

Der Begriff „migrieren“ stammt vom lateinischen Verb migrare ab: Es bedeutet übersiedeln, überwechseln, etwa in ein anderes Land. Migranten und Migrantinnen sind laut Statistischem Bundesamt diejenigen Menschen, die nicht auf dem Gebiet der heutigen Bundesrepublik, sondern im Ausland geboren sind. Es sind also auch Menschen, die aus Ländern in der Europäischen Union nach Deutschland gekommen sind. Das zeigen die Zahlen des Bundesamtes für Migration und Flüchtlinge sowie von Destatis zu Zuzügen und Fortzügen in Deutschland (siehe auch untenstehende Abbildung).

Migration und CO₂-Fußabdruck

Es ist bekannt, dass pro Jahr mehrere hunderttausend Menschen in der BRD als Geflüchtete aufgenommen werden. Sie kommen aus Ländern wie Syrien, Libyen, Guinea, Eritrea, der Ukraine oder dem Sudan und sind zum allergrößten Teil auf der Flucht vor Krieg und Verfolgung. Das heißt, es geht um Leben und Tod. In ihrer Heimat ist der CO₂-Fußabdruck pro Kopf und Jahr (CO₂-Äquivalente) verglichen mit dem Wert in der BRD sehr gering. In der BRD lag der Fußabdruck pro Jahr und

Person bei ca. 10,3 Tonnen [1], in Syrien im Jahr bei 1,1 Tonnen – nur energiebedingt [2]. In den anderen genannten Ländern ist die Situation ähnlich.

Aufgrund solcher Zahlen könnte man theoretisch die These aufstellen, „dass es für das Klima besser wäre, wenn die Migranten in ihren Ländern blieben“. So eine Aussage ist jedoch ausgesprochen zynisch. Wir wollen uns deshalb der Frage zuwenden, wie die Zuwanderung unter dem Gesichtspunkt des zusätzlichen Wohnraums die hiesige Klimabilanz beeinflusst und welche Faktoren hierbei die wesentliche Rolle spielen.

Die Zahlen der letzten Jahre – Migration und Bevölkerung

Wie hat sich die Bevölkerung in Deutschland in den letzten 30 Jahren entwickelt? Unter Bevölkerung sind die Menschen unabhängig von ihrer Staatsangehörigkeit zu verstehen, die in Deutschland in den entsprechenden Jahren gemeldet bzw. registriert waren.

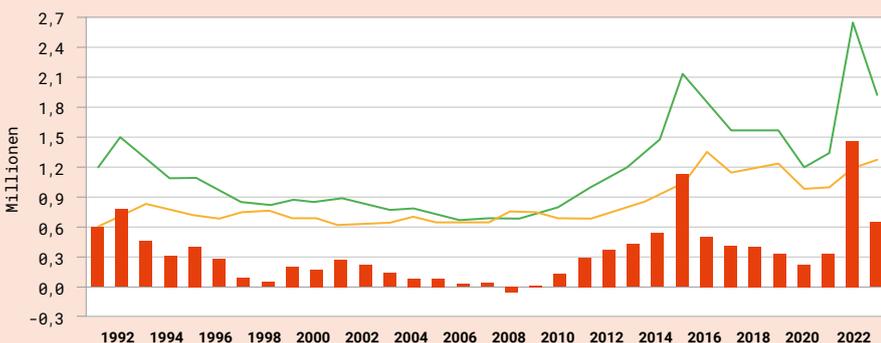
In Deutschland waren im Jahre 1991 80 Mio. Menschen gemeldet. Diese Zahl hat sich bis 2022 auf 83,8 Mio. erhöht [6]. Das bedeutet eine Zunahme um 4,8 % in gut 30 Jahren. Wie kommt diese Zunah-

me zustande? Im unteren Diagramm ist ein Teil der Antwort als Differenz zwischen Zuzügen und Fortzügen dargestellt.

In fast allen betrachteten Jahren zwischen 1990 und 2023 sind mehr Menschen nach Deutschland gekommen als fortgezogen, wobei die Jahre 1990, 2015 und 2022 herausragen. Der Saldo aus Ein- und Abwanderung beträgt ca. 12 Mio. Menschen seit 1990. Hierbei ist zu beachten, dass aufgrund von Melderegisterbereinigungen im Jahr 2010, der melderechtl. Behandlung von Schutzsuchenden ab 2016 und der Coronakrise ab 2020 Unstimmigkeiten in den Zahlen vorhanden sind. Die Zahl von 12 Mio. ist deshalb mit Vorsicht zu behandeln, aber in jedem Fall ist der Saldo bei weitem positiv. Um zu einer Erklärung für den Anstieg der Bevölkerungszahl von 80 Mio. im Jahre 1990 auf ca. 84 Mio. im Jahre 2023 zu gelangen, muss der Saldo aus Geburten- und Sterbefällen in dem Zeitraum betrachtet werden [3]. Er beträgt ca. 5,3 Mio. Fälle: In jedem Jahr sind in Deutschland mehr Personen gestorben als geboren. Ohne die Einwanderung wäre also die Bevölkerungszahl auf ca. 74,7 Mio. gesunken.

Wohnraum und Energieverbrauch pro Einwohner in Deutschland – die Entwicklung

Eine Analyse eines Regierungsberaters aus dem Jahr 2015 zeigte: „Für die weltweite Klimabilanz haben die globalen Migrationsströme kaum Effekte; die betroffenen Menschen erhöhen künftig einfach in einem anderen Land den CO₂-Ausstoß, indem sie arbeiten, heizen, mobil sind. Die nationale Klimapolitik aber muss angepasst werden“ [4]. Zur Frage wie hoch „der CO₂-Fußabdruck der Migration“ ist, gab es keine Einigkeit. Laut der damaligen Berichterstattung waren sich die meisten



ZUZÜGE UND FORTZÜGE

- Zuzüge aus dem Ausland
- Fortzüge ins Ausland
- Wanderungssaldo

Grafik: Statistisches Bundesamt (Destatis), 2024

Experten einig darüber, „dass der Zuzug Hunderttausender Menschen einen Effekt haben wird“. Einen Hinweis zum CO₂-Fußabdruck geben die Zahlen des BAMF [5]. Demnach leben ca. 50 % der Geflüchteten in Einzelunterkünften und ca. 50 % in Gemeinschaftsunterkünften – die Flüchtlinge aus der Ukraine sind hier nicht enthalten, da es sich um das Jahr 2018 handelt. In den Einzelunterkünften beträgt die Wohnfläche pro Kopf ca. 11 m², in den Gemeinschaftsunterkünften ca. 29 m² pro Kopf. In Deutschland wird sich die Wohnfläche pro Kopf erhöhen, von ca. 38 m² im Jahre 1990 auf ca. 52 m² im Jahre 2030, schätzt das Wuppertal Institut [6]. Hierbei spielt der Trend zu Haushalten mit immer weniger Personen eine große Rolle: Der Mikrozensus 2018 zeigt, dass die Wohnfläche pro Kopf in Einpersonenhaushalten 68 m², in Zweipersonenhaushalten 49 m² und in Haushalten mit drei oder mehr Personen 33 m² beträgt [7]. Hinzu kommt, dass in Einpersonenhaushalten mit Bewohnern, die älter als 75 Jahre waren, die Wohnfläche pro Kopf im Jahre 1978 55 m² betrug [8]. Im Jahre 2010 war dieser Wert auf 78 m² gewachsen! Das heißt: Zumindest was den Heizwärmebedarf der Wohnungen und Unterkünfte angeht, ist der Wert bei Geflüchteten weit geringer als bei Alteingesessenen, selbst wenn man die Sanierung der Gebäude berücksichtigt, wie etwa Wärmedämmung.

Ein Gedankenspiel verdeutlicht, was eine Begrenzung der Wohnfläche pro Kopf auf 44 m² ab 2015 bringen würde (siehe [6]). Unter der Annahme von im Durchschnitt 82 Mio. Einwohnern, einem Heizenergieverbrauch von 150 kWh pro m² und Jahr und 6 m² Wohnfläche pro Kopf weniger (44 m² im Jahre 2015, 50 m² im Jahre 2025) ergibt sich ca. 74 TWh pro Jahr weniger Raumwärmebedarf. Laut Umweltbundesamt betrug der Raumwärmebedarf im Jahre 2021 674 TWh in Deutschland [9]. 74 TWh sind demzufolge fast 11 % Einsparung ohne investive Maßnahmen.

Migration und Arbeitskräftemangel

Deutschland ist stark auf Einwanderung angewiesen, ohne Einwanderer gibt es kein Beschäftigungswachstum [10]. Die Studie untersucht die Bevölkerungs- und Beschäftigungsentwicklung in Deutschland bis 2040. Ohne Migration ginge die Bevölkerung bis 2040 um 5 % zurück. Auch wird es einen Anstieg der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung

ohne Migration nicht geben [11]. Die Gründungsrate ist bei Migranten doppelt so hoch wie bei Menschen ohne Einwanderungsgeschichte [12].

Besonders im Bereich der Energiewirtschaft (Solar, Wind und Wasserstoff) werden bis zum Jahre 2030 350.000 Fachkräfte zusätzlich benötigt, um die Ausbauziele der Bundesregierung zu erreichen [13]. Hierzu gehören nicht nur Dachdecker, Elektromonteur, Planer und Heizungsmonteur, sondern auch Mitarbeitende in Logistik und Verwaltung. Ohne Migration ist das nicht möglich.

Hinzu kommt die Situation im Rentenbereich in den Jahren 2025 bis 2035. Laut dem Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung werden in diesem Zeitraum ca. 13,5 Mio. Menschen in Rente gehen. Dazu gehören die geburtenstärksten Jahrgänge 1963/64 (Babyboomer). Wer soll sie ersetzen?

Schlussfolgerungen

Eine Aussage, dass es „für den weltweiten Klimaschutz besser“ sei, „wenn Migranten in ihren Heimatländern bleiben würden“ ist zynisch und nicht umsetzbar (Asylrecht). Ein positiver Saldo bei der Zuwanderung nach Deutschland ist für die wirtschaftliche und demographische Entwicklung unabdingbar. Man denke nur an die ca. 6.000 Ärztinnen und Ärzte aus Syrien, die im Gesundheitssystem arbeiten. Der „CO₂-Fußabdruck der Migration in Deutschland“ ist schwer zu beziffern. Es ist anzunehmen, dass dieser bei zugewanderten Menschen größer ist als außerhalb Deutschlands, aber kleiner als bei den Alteingesessenen. Wohnsituationen in Neubauten spielen hierbei eine untergeordnete Rolle, da viele Geflüchtete in Bestandsgebäuden untergebracht sind. Für den Klimaschutz in Deutschland – hier ist damit eine signifikante Reduzierung des CO₂-Fußabdruckes pro Kopf gemeint – ist die Lebensweise jedes Menschen essenziell. Allein durch eine Begrenzung der Wohnfläche pro Kopf – dazu ist keine investive Maßnahme erforderlich – ist eine nicht vernachlässigbare Minderung des Heizenergieverbrauches erreichbar, wie oben beschrieben. Um die Zuwanderer besser zu integrieren und sie an Arbeit heranzuführen, ist eine verstärkte Unterstützung durch den Staat notwendig. Man denke nur an die Deutschkurse, die hierfür unabdingbar sind. Eine Abweichung von bisherigen Regeln kann nützlich sein, denn Menschen lernen am besten „by doing“. ○

Quellen

- [1] Umweltbundesamt, 2023, CO₂ Rechner
- [2] Statista, 2024
- [3] Destatis
- [4] Andreas Löschel, Professor für Makroökonomie an der Universität Münster, zitiert in: Der Spiegel 01.12.2015, „Regierung unterschätzt bei Klimazielen die Zuwanderung“, [spiegel.de/wirtschaft/soziales/bundesregierung-unterschaetzt-bei-klimazielen-die-zuwanderung-a-1062102.html](https://www.spiegel.de/wirtschaft/soziales/bundesregierung-unterschaetzt-bei-klimazielen-die-zuwanderung-a-1062102.html)
- [5] BAMF-Kurzanalyse 02/2018, [researchgate.net](https://www.researchgate.net)
- [6] Raumwärmebedarf in kWh pro Kopf und Jahr, Referenzjahr 2015, [wupperinst.org/a/wi/a/s/ad/3448](https://www.wupperinst.org/a/wi/a/s/ad/3448)
- [7] Umweltbundesamt
- [8] Mikrozensus 2010
- [9] Umweltbundesamt, 2023
- [10] Studie des Instituts der deutschen Wirtschaft, 2024
- [11] Bundesanstalt für Arbeit 2024
- [12] Uni Hannover und RWK Rationalisierungs- und Innovationszentrum der Deutschen Wirtschaft e. V. 2024
- [13] Prognos-Studie im Auftrag der DIHK 2024

Autoren



Foto: privat

Dr. Uwe Hartmann
Vorstand DGS-Landesverband Berlin
Brandenburg e. V.
uwehdgs@t-online.de



Foto: privat

Bernd-Rainer Kasper
Vorstand DGS-Landesverband Berlin
Brandenburg e. V.
brk@dgs-berlin.de

Ein grundlegender Wandel ist nötig

Warum kommen wir beim Klimaschutz nur so langsam voran? – Teil 1



Grafik: Gerd Altmann auf Pixabay

Der Klimawandel ist kein neueres Thema, wie es für viele Menschen jetzt erscheinen mag. Erste Informationen zur Klimawirkung von CO₂ gab es bereits 1856. Damals konnte Eunice Newton Foote als Erste die Natur des Treibhauseffektes beschreiben, 1908 veröffentlichte Svante Arrhenius ein einfaches Klimamodell. Die erste Klimakonferenz fand 1979 in Genf statt, vor 45 Jahren.

Im Laufe der Zeit wurde immer mehr Klimaforschern klar, dass wir auf eine Klimakrise zusteuern. So verankerten 158 Vertragsstaaten auf der UN-Klimakonferenz COP 3 in Kyoto im Jahr 1997 erste absolute und rechtlich bindende Begren-

zungen des Ausstoßes von Treibhausgasen im Kyoto-Protokoll, einem völkerrechtlichen Vertrag,

Im Jahr 2015, auf der COP 21, gab es das legendäre Abkommen von Paris: Die 195 beigetretenen Staaten verpflichteten sich, die Erderwärmung deutlich zu begrenzen – auf unter 2 °C, möglichst jedoch auf 1,5 °C, gegenüber dem vorindustriellen Niveau.

Nach zwischenzeitlich hoher Resonanz für die Klimaproblematik haben nun Parteien großen Zulauf, die ein Weiter-So propagieren. Der Klimaschutz wird aufgeweicht: Es gibt massiven Druck gegen Erneuerbare Energien, in Europa wer-

den der Green Deal und das Verbrenner-Aus schrittweise rückgängig gemacht und ein Festhalten an Öl und Gas wird wieder stärker propagiert. Auch viele Gruppen innerhalb der Bevölkerung verlieren das Interesse am Klimaschutz, setzen die Wohlstandsicherung an die erste Stelle. Wo doch das CO₂-Restbudget fast aufgebraucht ist. Also diejenige Menge an CO₂, die zur Erreichung der Klimaziele noch emittiert werden darf. Die erste Grafik zeigt die Ambitions- und die Umsetzungslücke auf.

Wie ist dieser Meinungswandel zustande gekommen? Das Thema wird in fünf Unterthemen aufgeteilt.

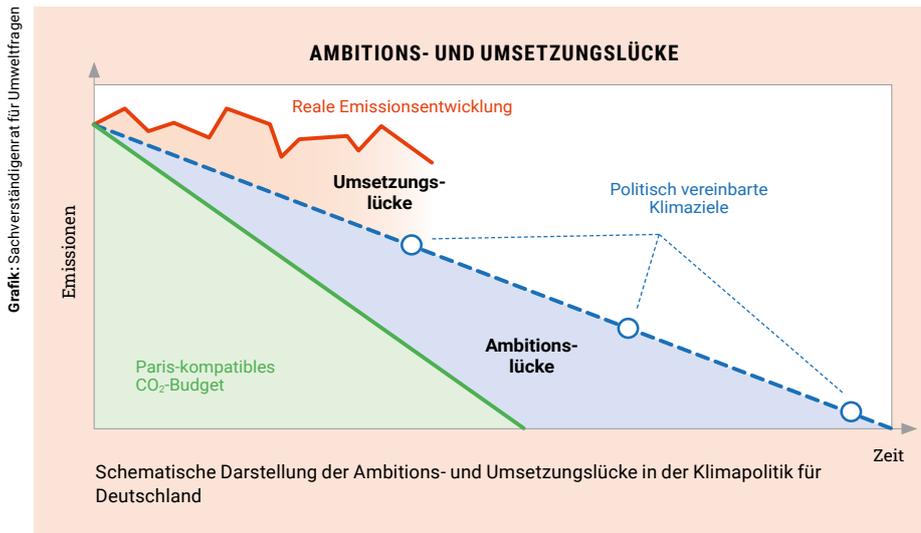
1. Was geht in den Köpfen von Menschen vor, wenn sie eine Information erhalten?
2. Welche Aktivitäten werden von Interessensgruppen unternommen, um ihre Interessen zu wahren und welche Wirkungen werden erzielt?
3. Welche Rolle spielen Medien und Wissenschaft?
4. Wie sieht die Klimasituation in den Entwicklungsländern aus?
5. Wie können wir eine wirksamere Klimaschutzpolitik erreichen?

Der erste Punkt ist zentral und nimmt daher einen großen Raum ein. Diese Erörterungen sollen die immensen Schwierigkeiten andeuten, die wir alle als Menschheit zu bewältigen haben. Die Größe dieser Aufgabe haben viele unterschätzt. Die betroffenen Systeme sind komplex, mit vielfältigen Wechselwirkungen, und es handelt sich um globale Probleme mit globalen Lösungsanforderungen.

Diese Themen können nur nacheinander behandelt werden. In Wirklichkeit passiert vieles gleichzeitig mit gegenseitigen Wechselwirkungen. Diese werden nur ansatzweise angedeutet.

Was geht in den Köpfen von Menschen vor, wenn sie eine Information erhalten?

Zunehmende Verunsicherung: Der Klimawandel findet statt. Die Erde erwärmt sich. Das Eis schmilzt. Die Meeresspiegel steigen. Und Wetterextreme nehmen zu. Obwohl fast täglich über extreme Wetterereignisse in der Welt mit großen Sachschäden und vielen Todesfällen berichtet wird, ist für viele Menschen der Klimawandel kaum greifbar. Außerdem ist das Problem sehr komplex und dadurch



als gefährlich beziehungsweise nicht gefährlich erkennen kann. Das geht schnell. Kommt es doch bei der Gefahrenabwehr auf schnelle Erfassung der Situation und schnelles Handeln an. Doch kann es zu Fehlschlüssen kommen, den so genannten kognitiven Verzerrungen [1]. Es folgen einige Beispiele.

Selektive Wahrnehmung: Wir Menschen haben eine grundlegende Neigung, bereits in der Wahrnehmung Informationen so auszuwählen und zu interpretieren, dass unsere Erwartungen erfüllt werden. Dabei werden Informationen, die damit nicht übereinstimmen, unbewusst abgewertet oder sogar ausgeblendet. Das zeigt sich zum Beispiel bei der Informationssuche im Internet, in der, durch Algorithmen gesteuert, Gleichgesinnte sich in ihrer Anschauung wechselseitig bestätigen, obwohl das Bestätigte vielleicht unrealistisch, irrational oder falsch ist.

Wahrheitseffekt durch Wiederholung: Diese Tendenz, Aussagen durch häufige Wiederholungen eine höhere Wertigkeit oder Attraktivität zuzusprechen, spielt in der Werbung und auch im politischen Diskurs eine wesentliche Rolle. Allein aufgrund der wiederholten Präsentation der Inhalte glauben die Zuhörenden oder Lesenden, diese seien wahr.

Framing-Effekt: Das Phänomen, dass unterschiedliche Formulierungen einer Botschaft das Verhalten des Empfängers unterschiedlich beeinflussen, obwohl der Inhalt gleichbleibt. Je nachdem, welche Rahmung man Maßnahmen verpasst, werden diese auf Akzeptanz oder Widerstand stoßen.

Illusorische Überlegenheit: Das ist die Tendenz, die eigenen Fähigkeiten im Verhältnis zu denen anderer zu überschätzen. Eine solche Selbstüberschätzung ist eine Verzerrung, die dem eigenen Selbstwert dient. Das zeigt sich etwa, wenn mehr als 90 % Befragte bei einer wissenschaftlichen Studie meinen, sie wären überdurchschnittliche gute Autofahrer, obwohl dies maximal 49,9 % sein können.

Rückschaufehler: Dieser setzt sich aus einem nachträglich überhöhten Eindruck der Zwangsläufigkeit und Vorhersagbarkeit sowie einer Gedächtnisverzerrung zusammen. Vom Rückschaufehler sind auch Experten betroffen. Für die Beurteilung von Ereignissen ist der Status zum

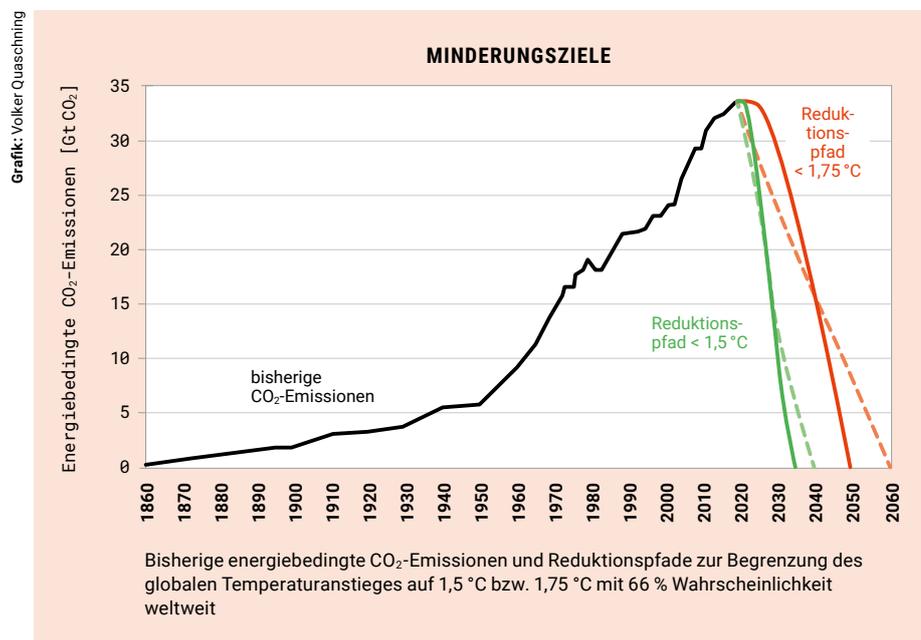
schwer zu verstehen. Dies erschwert die Akzeptanz von Klimaschutzmaßnahmen. Finanzielle Zwänge drücken täglich, vieles ist auf Kante genäht und muss funktionieren.

Etwa im Jahr 2020 hatten wir den Höchststand der Klimaschutzdebatte. Dann kam Corona, 2022 der russische Angriffskrieg gegen die Ukraine, das Problem der Öl- und Gasversorgung in Europa, der Anstieg der Energiepreise, eine hohe Inflationsrate. Dazu kam der Krieg im Nahen Osten, die Wahl von Donald Trump, der Bruch der Ampelkoalition und große Probleme in der Wirtschaft, etwa in der Automobilindustrie, verbunden mit Arbeitsplatzverlusten und eine hohe Steigerung der Wohnungsmieten. Die finanziellen Probleme vieler Menschen stiegen, damit auch die Unsicherheiten.

Obwohl der Zeitdruck massiv steigt (s. zweite Grafik) wechselten viele ihren Blick mehr auf die Probleme der Gegenwart: Die Sorge um den eigenen Job und Wohlstand heute ist bei vielen Menschen stärker als die Angst vor Hitzewellen und Hochwasser in der Zukunft.

Deshalb ergeben sich die Fragen: Wie funktioniert unsere Informationsaufnahme, Verarbeitung und wie entscheiden und handeln wir?

Kognitive Verzerrungen: Unser Gehirn hat neben der Steuerung der Lebensfunktionen des Körpers wie Nahrungsaufnahme, Atmung und dem analytischen Denken, das Zeit braucht, auch die Aufgabe, Gefahren zu erkennen und abzuwehren. Es speichert dafür Situationsmuster ab, die es in anderen Situationen abrufen und



Zeitpunkt des Ereignisses nötig, doch nachträgliche Informationen beeinflussen den Urteilenden.

Soziale Erwünschtheit: Befragte neigen dazu, bevorzugt Antworten zu geben, von denen sie annehmen, dass sie eher auf soziale Zustimmung stoßen als eine wahre Antwort, von der sie glauben müssen, sie würde zu sozialer Ablehnung führen.

Verlust-Aversion: Das Vermeiden von Verlusten wird tendenziell höher gewichtet als das Erzielen von Gewinnen. Dabei werden Verluste etwa 1,5 bis 2,5-mal stärker gewichtet als Gewinne.

Gewissheitsfehler: Voreingenommenheit lässt uns glauben, dass wir recht haben. Warum? Weil Ungewissheit unangenehm ist. Wir ziehen die Gewissheit der Ungewissheit vor. Unser Bedürfnis, recht zu haben bedeutet lediglich, dass wir uns im Recht fühlen, ganz gleich, ob es stimmt oder nicht.

Kausalitätsillusion: Menschen haben die Tendenz, zwischen zwei Ereignissen eine Ursache-Wirkungs-Beziehung herzustellen oder eine falsche Ursache für ein bestimmtes Ereignis anzunehmen. Etwa bei der Neigung, Ereignissen eine Ursache zuzuschreiben, auch wenn keine direkte Verbindung besteht.

Kontrollillusion: Durch diese kognitive Verzerrung glaubt die betroffene Person, dass sie die absolute Kontrolle über alles hat, was ihr widerfährt. Oder sie glaubt umgekehrt, dass sie völlig unfähig ist, ihre Probleme zu lösen. Wenn im ersten Fall etwas ihrer Kontrolle entgeht, erzeugt das Angst oder Ablehnung. Die betroffene Person versucht nun ständig, die Kontrolle trotzdem zu bewahren. Es folgt nun die Frage: Wenn wir Informationen zum Teil verzerrt aufgenommen haben, wie kommen wir nun ins Handeln?

Psychologische Hemmnisse beim Handeln

Es haben sich im Laufe der menschlichen Entwicklung typische Verhaltensweisen herausgebildet, die uns das Leben erleichtern aber auch erschweren [2].

Wissen und psychologische Distanz: Etwa 80 % der Bevölkerung in Deutschland sorgen sich um die Folgen des Klimawandels, das heißt sie wissen von der

Bedrohung. Trotzdem handeln nur wenige ihrem Wissen entsprechend. Das heißt, Wissen allein reicht nicht aus, um entsprechend zu handeln. Die Klimakrise erscheint uns weit weg und noch nicht relevant – wir können uns jetzt um die dringenden Probleme und später um die Klimakrise kümmern.

Kognitive Dissonanz in Verbindung mit Verdrängen und Ignorieren: Kognitive Dissonanz entsteht, wenn wir uns anders verhalten als es unseren Werten entspricht. So ein Gefühl möchten wir sehr schnell wieder loswerden. Dafür haben wir unterschiedliche Strategien entwickelt, die wir ganz automatisch gegen diesen inneren Widerspruch einsetzen: Wir ignorieren, verdrängen oder banalisieren das Problem, dann müssen wir unser Verhalten nicht ändern.

Angst, Ohnmachtsgefühle, Lähmung: Eine Krise erscheint übermächtig und angsteinflößend. Wie sollen wir als einzelne Personen eine Chance gegen diese existenzielle Bedrohung haben? Bei der Klimakrise haben weder die IPPC-Berichte, die großen Demonstrationen, die vielen Extremwetterereignisse noch von der Regierung erlassene Gesetze zum Klimaschutz zu einem grundlegenden Wandel geführt. Das Ergebnis: Wir fühlen uns gelähmt.

Soziale Anerkennung, Ablehnung: Freunde, Familie und Arbeitskollegen spielen in unserem Leben eine große Rolle. Es ist für unser Wohlbefinden wichtig, dass unsere sozialen Gruppen uns positive Rückmeldungen geben. Wenn unser Umfeld unsere Werte nicht teilt, ist es für uns Menschen sehr schwer, unseren Freunden, Familienmitgliedern und unseren Arbeitskollegen entgegenzutreten (siehe auch kognitive Dissonanz).

Selbstwert: Wie wir über uns selbst denken, ist wichtig für unser Wohlbefinden. Ein positives Selbstbild ist mit positiven Gefühlen verbunden. Daher wollen wir Menschen unser Selbstwertgefühl schützen, soziale Verbundenheit spüren, und es vermeiden durch ein negatives Selbstbild negative Gefühle zu haben.

Anspruchshaltung: Wir spüren einen Anspruch auf alles, was wir uns finanziell leisten können. Das habe ich mir hart erarbeitet, das steht mir zu. Und das lasse ich mir nicht wegnehmen.

Herdentrieb: Warum soll ich mich ändern? Die anderen machen auch nichts. Wenn Verzicht gepredigt wird, dann soll dieser bitte für alle gelten.

Zwischenfazit

Aufgrund des Auftretens kognitiver Verzerrungen bei der Informationsaufnahme und von psychologischen Hemmnissen beim Handeln oder Nichthandeln sind wir Menschen leicht manipulierbar. Interessensgruppen aus Wirtschaft und Politik fällt es leicht, Entwicklungen in ihrem Sinne zu lenken: Geld einsetzen, um Zweifel zu säen und dafür zu sorgen, dass Menschen und Betriebe bei der Bewältigung der Folgen von Umbrüchen allein gelassen werden. Dazu kommen Kriege und Kriegsdrohungen – wodurch unvorstellbar große Summen in der Rüstung eingesetzt werden und damit im Klimaschutz fehlen – und wirtschaftliche Erpressungen, in denen Wachstum um jeden Preis gefordert werden. Dies sind Schwerpunkte des zweiten Teils. Gleichzeitig auch unsere Handlungsoptionen zum Klimaschutz. ○

Quellen

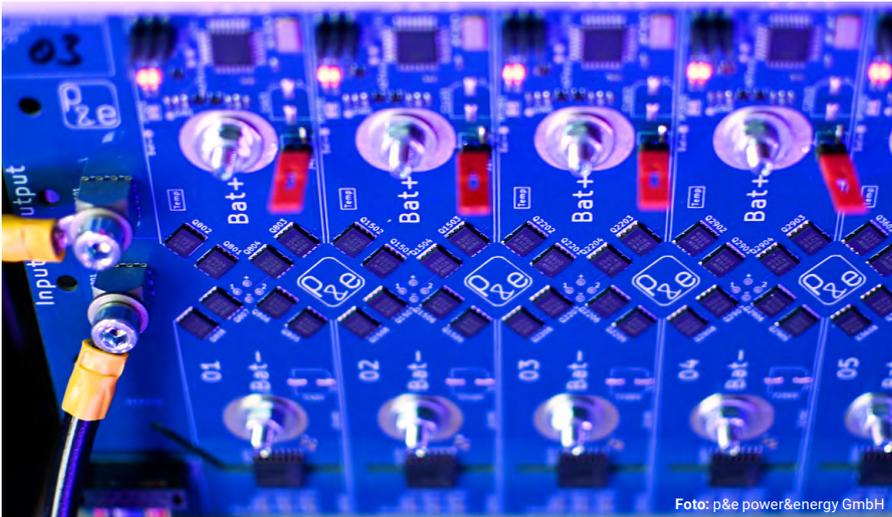
- [1] Plattform Anti-Bias, „Biases von A-Z“, anti-bias.eu/wissen/biases-von-a-z/
- [2] „Die Psychologie menschlichen Handelns“, link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-55420-9_4



Foto: privat

Autor

Bernd-Rainer Kasper
Vorstand DGS-Landesverband Berlin
Brandenburg e. V.
brk@dgs-berlin.de



Batteriespeicher Bei p&e power&energy hat jede Batteriezelle in einem Speicher eine eigene H-Brücke und lässt sich individuell steuern. Der Speicher kann direkt Wechselstrom bereitstellen. Das Konzept ist auf Geräte beliebiger Größe anwendbar

Maßgeschneiderte Batteriespeicher

Batteriespeichersysteme für beliebige Anwendungen skalieren und dabei Kosten sparen

Foto: p&e power&energy GmbH



Einzigartig 480 Batteriezellen als „software defined battery“: 0 – 1.500 V Gleichspannung / Wechselspannung netzgekoppelt und im Inselbetrieb

Unsere Wohlstand basiert auf reichlich verfügbarer Energie, die jedoch bezahlbar bleiben muss – insbesondere in Deutschland und anderen großen Volkswirtschaften. Der Kostendruck im Energiemarkt ist groß, auch bei der Herstellung von Batteriespeichern.

Die p&e power&energy GmbH aus Kassel bietet eine Lösung: Eine innovative Leistungselektronikplattform. Diese erlaubt es, Batteriespeicher mit maßgeschneiderten elektrischen Kennwerten kosteneffizient zu fertigen und in jede denkbare Anwendung zu integrieren. Der Aufwand für diese Leistungselektronik ist vergleichbar mit konventionellen Systemen. Einsparungen beim Zelleinkauf und im Betrieb erlauben erheblich geringere Gesamtkosten über die Lebensdauer des Speichers. Diese Vorteile können Unternehmen in vielen Branchen nutzen, denn p&e bietet die Leistungselektronikplattform zur Lizenzierung an und unterstützt bei der Integration in marktfähige Produkte. Lizenznehmer profitieren von

minimierten Entwicklungskosten, flexiblen Einsatzmöglichkeiten und geringeren Wartungskosten. Das erhöht ihre Wettbewerbsfähigkeit und macht Stromspeicher in vielen Anwendungen attraktiver. Wie die Technologie all diese Vorteile erschließt, wird nachfolgend erläutert.

Multilevel-Umrichter-Technologie mit erteiltem Patent

Die Technologie von p&e setzt auf Multilevel-Umrichter (SONNENENERGIE 3 | 24) und folgt dem Prinzip: Geringere Kosten und Risiken durch Leistungselektronik mit mehreren Spannungsstufen. Anders als herkömmliche Systeme benötigen diese Speicher keinen zentralen Batteriewechselrichter oder ein diskretes Batteriemanagementsystem (BMS). Leistungselektronik und BMS sind auf die einzelnen Zellen verteilt. Jede Batteriezelle verfügt über eine H-Brücke aus vier Leistungshalbleitern (konkret Metall-Oxid-Halbleiter-Feldeffekttransistoren – MOSFETs), die die Zellstufe in vier elektrische Zustände versetzen kann: spannungsfrei, Bypass, negative oder positive Spannung. Die Gesamtspannung des Speichers setzt sich aus den Einzelspannungen der Zellen zusammen.

Dass sich jede Zelle optimal ins Gesamtsystem eingliedert, koordinieren Mikroprozessoren und eine zentrale Steuerungseinheit (central control unit – CCU). Jede Zellstufe wird von einem eigenen Mikroprozessor überwacht und geschaltet. Dieser kommuniziert mit der CCU, die die Gesamtspannung regelt. Dies ermöglicht eine gleichmäßige Nutzung der Zellen und eine flexible Spannungsbereitstellung.

Mit dieser Technologie kann Energie sowohl in Gleichspannungs- als auch Wechselspannungsanwendungen gespeichert und abgegeben werden. Da schwache Zellen überbrückt werden können, beeinträchtigt die Degradation einer einzelnen Zelle nicht das ganze System, wie dies in einer Reihenschaltung in konventionellen Speichersystemen der Fall ist. Das Konzept benötigt damit deutlich mehr – jedoch günstige – Leistungshalbleiter und Mikroprozessoren als zentrale Batteriewechselrichter.

Die verwendeten Bauteile sind seit Jahren bewährt, robust und langlebig. Um zusätzliche Erkenntnisse über die Langzeitstabilität der Komponenten in der Nutzung in einem Multilevel-Umrichter zu gewinnen, führt p&e gemeinsam mit dem Fachgebiet Leistungselektronik

der Universität Kassel einen Dauertest durch. Dieser läuft bereits seit 1,5 Jahren und wird noch mindestens 1,5 Jahre laufen. Bisher ist kein höheres Risiko für einen Ausfall aufgrund von Materialermüdung bei einem der vielen elektronischen Bauteile erkennbar.

p&e hat verschiedene Aspekte der Technologie zum Patent angemeldet. Nach positiver Prüfung wurde das erste Patent am 30. September 2024 erteilt.

**Vorteile im Betrieb:
Effizient, sicher, langlebig**

Die Vorteile der p&e-Technologie sind vielfältig. Im Folgenden sind vier aufgeführt:

1. Hoher Wirkungsgrad: Die Leistungselektronik hat eine hohe Effizienz. Anders als bei anderen Schaltungstopologien, lässt sich der Wirkungsgrad durch die Anzahl parallelgeschalteter Halbleiter sogar von 98 bis 99,5 Prozent einstellen.
2. Längere Lebensdauer: Schwache Zellen können übersprungen werden, weshalb die Lebensdauer eines Speichers mit p&e-Technologie in der

Regel deutlich höher als die von konventionellen Systemen sein sollte. Wenn gewünscht, lässt sich ein Speichersystem so konstruieren, dass einzelne Zellen einfach ausgetauscht werden können.

3. Erhöhte Sicherheit: Da die Batteriespeicher auf Zellstufenebene spannungsfrei geschaltet werden können, lässt sich das System auch bei hohen Systemspannungen sicherer betreiben und warten als konventionelle Speicher.
4. Kompakte Bauweise: Die Leistungselektronik ist auf die Zellen verteilt, sodass aufgrund der kleinen zu glättenden Spannungsstufen keine großen Kapazitäten oder Induktivitäten benötigt werden. Dies spart Platz und Gewicht.

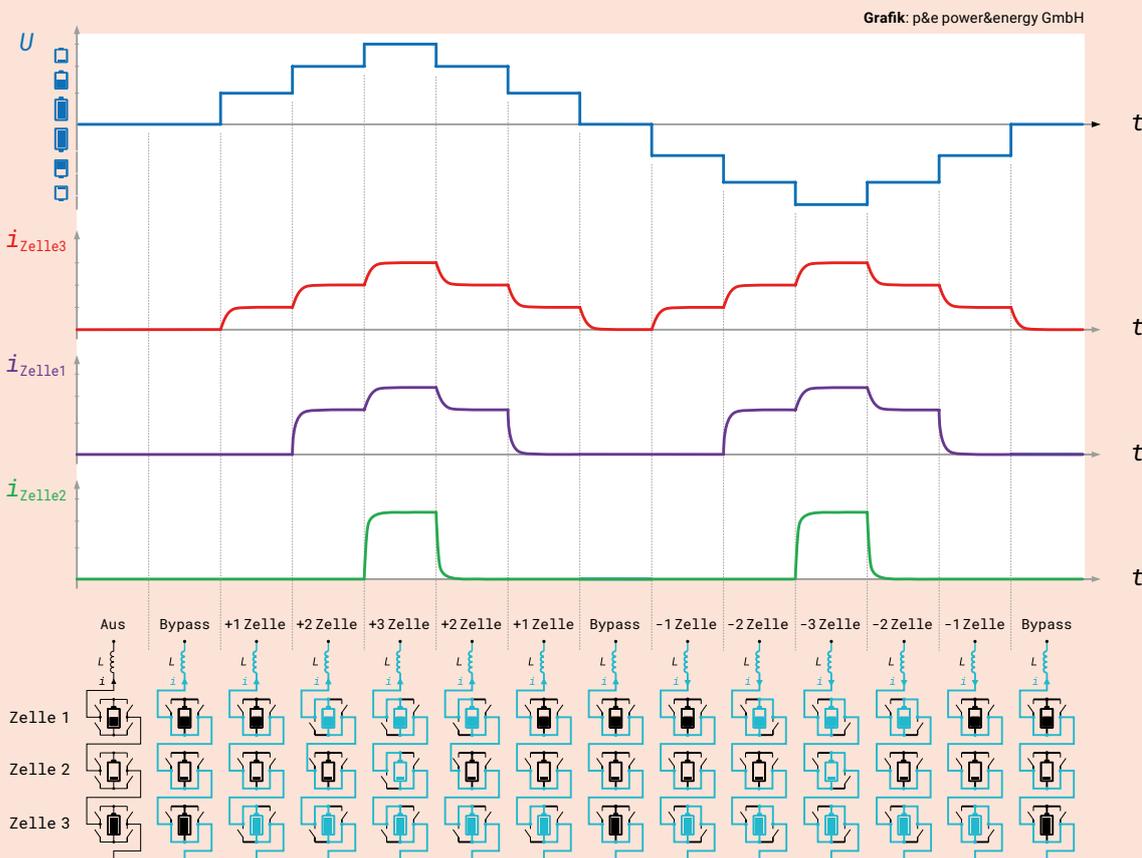
Kostenvorteile im Zelleinkauf und durch Skalierbarkeit

Ein weiterer Vorteil der Technologie ergibt sich beim Einkauf der Batteriezellen. Diese machen in großen Speichersystemen 60 bis 80 Prozent der Gesamtkosten aus. Mit der p&e-Technologie können Zellen mit breiteren Toleranzen bei Kapazität

und Innenwiderstand genutzt werden. Das senkt die Einkaufskosten deutlich, da Zellen mit voneinander abweichenden Kenndaten günstiger erhältlich sind.

Zusätzlich entstehen Skalierungsvorteile: Die Technologie ermöglicht einen softwaredefinierten Ausgang und kann von aktuell 12 Volt auf bis zu 1.500 Volt skaliert werden, ohne dass grundlegende Änderungen an der Leistungselektronik vorzunehmen sind oder ein komplexes und teures BMS benötigt wird.

Auch der Prozess der Bestückung der Platinen mit den Bauteilen für die H-Brücken und Mikroprozessoren verändert sich mit wachsender Spannung nicht: Die einzelnen Bauteile werden mittels Oberflächenmontage (surface mounting technology – SMT) mit der Leiterplatte elektrisch und mechanisch verbunden. Aufgrund der gezielten Bauteileauswahl mit dem Fokus auf Kostenreduktion kann auf die aufwändigere Durchsteckmontage (through hole technology – THT) in der Fertigung verzichtet werden. Für Lizenznehmer bedeutet die einfache Skalierbarkeit eine enorme Flexibilität bei der Anpassung an unterschiedliche Marktsegmente.



STROM- UND SPANNUNGSVERLAUF BEI ZU- UND ABSCHALTUNG VON BATTERIEZELLEN

Die Speicherzellen werden so gesteuert, dass sich ihre einzelnen Spannungen zu einer Wechselspannung zusammensetzen, die das Speichersystem liefern kann

Nach Entwicklung von Prototypen bereit für kommerzielle Anwendungen

p&e hat verschiedene Demonstratoren mit 4 bis 480 kaskadierten Stufen und Strömen von bis zu 200 Ampère umgesetzt. Dreiphasige Geräte mit bis zu 300 Ampère Stromstärke und 2.000 Volt Spannung sind in Planung. Die Lebensdauer der bestehenden Prototypen wird in Langzeittests erprobt. Der bisher längste Test auf Zellebene lief mehr als vier Jahre: Es wurden Batteriezellen verschiedener Hersteller nonstop geladen und entladen, um Auswirkungen der unterschiedlichen Strombelastungen zu vergleichen. In diesem Zeitraum wurden mehr als 5.500 Vollzyklen absolviert. Im Durchschnitt nahm die Kapazität der unterschiedlichen Zelltypen dabei um rund 10 Prozent auf 90 Prozent der Ausgangskapazität ab. Seit mehr als einem Jahr dauern Tests von zwei Speichern mit 132 Stufen und 20 Ampère im Netzparallelbetrieb an. Auch diese Messergebnisse zeigen, dass die Technologie einen sicheren und langlebigen Betrieb gewährleistet. Die Zeit ist somit reif, die Vorteile der Technologie in un-

terschiedliche Marktsegmente zu übertragen.

Anwendungen wie stationäre Energiespeicher, Nutzfahrzeuge, Ladetechnologie für Elektrofahrzeuge sowie maritime Energiesysteme bieten vielversprechende Einsatzmöglichkeiten. Durch die Optimierung von Systemeffizienz, Lebensdauer und Betriebssicherheit schafft die Multilevel-Umrichter-Technologie die Grundlage für leistungsfähigere, flexiblere und wirtschaftlichere Energiespeichersysteme.

p&e power&energy ist offen für Projektpartnerschaften, um kommerzielle Produkte gemeinsam zu verbessern und innovative Lösungen im gewerblichen und industriellen Bereich zu finden. Denn die hohe Skalierbarkeit der Plattform und die Flexibilität in der Bereitstellung verschiedener Ausgangsspannungen ermöglicht sowohl die Integration in bestehende Produkte als auch die Entwicklung völlig neuer Ansätze, die den spezifischen Anforderungen verschiedener Märkte gerecht werden. Die Implementierung in bestehende Anwendungen ist dabei für Lizenznehmer nur mit geringen Anpassungen verbunden. ○

INNOVATIONEN

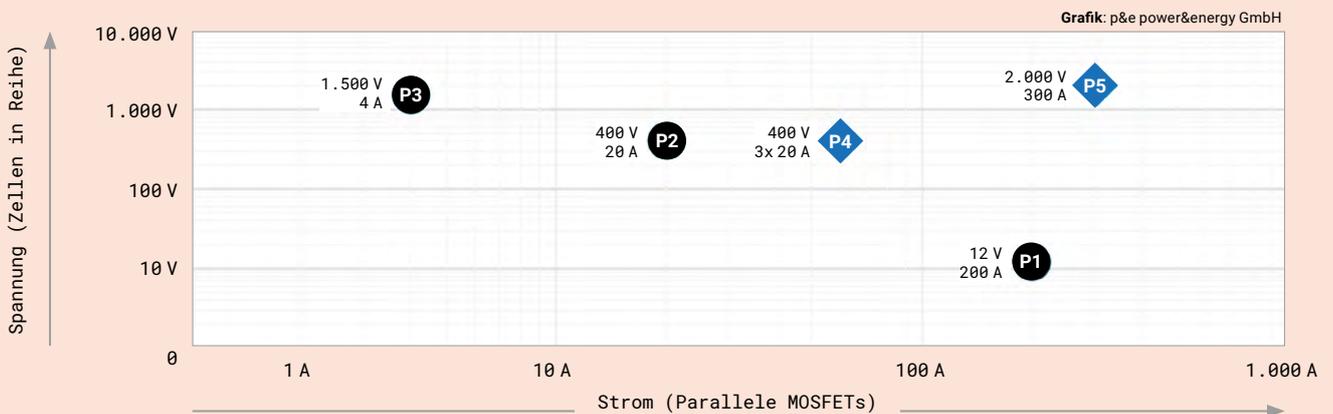
In dieser Rubrik stellen wir aktuelle Entwicklungen aus Wirtschaft und Forschung vor: Neue Produkte und Ideen aus dem Bereich Erneuerbare Energien und Energieeffizienz.

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

Autor

Gerold Schulze
M.Sc., M.B.L., M.Sc.
 Mitgründer und Geschäftsführer der p&e power & energy GmbH
gerold.schulze@p-and-e.com
p-and-e.com

FÜR UNTERSCHIEDLICHE BATTERIESYSTEM GEEIGNET



P1 4s1p (in Betrieb)
 0 - 12 V AC/DC
 200 A einphasig



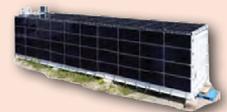
P2 132s1p (in Betrieb)
 0 - 400 V AC/DC
 20 A einphasig



P3 480s1p (in Betrieb)
 0 - 1.500 V AC/DC
 4 A einphasig



P4 3x132s1p (geplant)
 0 - 400 V AC/DC
 3 x 20 A ein- dreiphasig



P5 720s1p (geplant)
 0 - 2.000 V AC/DC
 300 A ein- dreiphasig

Die p&e Leistungselektronikplattform ist in hohem Maße skalierbar und somit ideal für ein breites Spektrum an Anwendungen. Die elektrischen Kenndaten eines Speichersystems lassen sich maßschneidern. Einphasige Prototypen mit bis zu 1.500 Volt Spannung sind gebaut; dreiphasige Systeme in Planung

Call for Paper

ISES Solar World Congress 2025 in Brasilien – Call for Paper ist jetzt eröffnet!

Der diesjährige **ISES Solar World Congress (SWC 2025)** findet vom 04. bis 07. November 2025 in Fortaleza, Brasilien, statt und bringt Wissenschaftler:innen, Forscher:innen, Ingenieur:innen, Architekt:innen sowie Vertreter:innen aus Industrie, Wirtschaft und Politik zusammen, um neueste wissenschaftliche Erkenntnisse, Entwicklungen und Perspektiven zu präsentieren und zu diskutieren. Besonders spannend ist, dass der SWC 2025 unmittelbar vor der diesjährigen

UN-Klimakonferenz – COP30 – stattfindet, die ebenfalls im November in Brasilien abgehalten wird. Der SWC 2025 bietet somit eine wichtige Plattform, um die Stimme der erneuerbaren Energien in Vorbereitung auf diese entscheidenden internationalen Verhandlungen zu stärken.

Der Call for Papers für den SWC 2025 ist nun eröffnet. Interessierte Teilnehmer:innen sind eingeladen, ihre neuesten Arbeiten bis zum 30. April zur Präsentation

während des Kongresses einzureichen. Thematisch umfasst der SWC 2025 insgesamt neun Themenbereiche, die sowohl technische als auch wirtschaftliche und soziale Perspektiven solarer und erneuerbarer Energien abdecken. ○

Alle relevanten Informationen zur Konferenz sowie zur Einreichung Ihrer Papers finden Sie unter: solarworldcongress.org



Abschlusszeremonie Solarkongress Solar World Congress in Neu-Delhi (2023)

Foto: ISES

Konferenz

EuroSun 2026 in Freiburg!

ISES und IEA SHC, das IEA Solar Heating and Cooling Programme freuen sich, bekannt zu geben, dass EuroSun 2026 – International Conference for Sustainable and Solar Energy for Buildings and Industry – vom 14. bis 18. September 2026 in Freiburg im Breisgau stattfinden wird.

Besonders stolz sind die Veranstalter darauf, dass das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, das größte Solarforschungsinstitut Europas, die Konferenz als wissenschaftlicher Gastgeber begleiten wird.

2026 wird dabei auch gleich ein zweifaches Jubiläum für die EuroSun Konferenzreihe: Es wird die dreißigste Ausgabe der Konferenz seit ihrer Gründung 1996 sein und noch dazu kehrt EuroSun zur Feier dieses besonderen Anlasses an den Ort ihrer ersten Austragung – Freiburg, Standort sowohl des ISES Headquarters als auch des Fraunhofer ISE – zurück.

Das EuroSun 2026 Programm wird technische Sitzungen, hochkarätige Vorträge, Plenarsitzungen, Workshops, zwei technische Exkursionen und weitere Highlights umfassen. Besonders hervorzuheben sind auch spezielle Angebote für junge Teilnehmer:innen, darunter ein Masterkurs in Solarenergie und Networking-Möglichkeiten mit Expert:innen aus Forschung und Industrie. Der Call for Papers für die Konferenz wird Ende 2025 veröffentlicht. ○

Alle Informationen zur Konferenz finden Sie unter: eurosunconference.org





ISES SOLAR WORLD CONGRESS
4-7 NOVEMBER 2025
FORTALEZA, BRAZIL

SAVE THE DATE SOLAR WORLD CONGRESS 2025



Congress of



Supported by



www.solarworldcongress.org

Gärprodukt und Gülle als organischer Dünger

Um beim Einsatz von organischen Düngern in der Landwirtschaft mögliche Auswaschungen von Nitrat in das Grundwasser zu vermeiden, ist eine gute Düngerausnutzung wichtig. Positiver Nebeneffekt dabei: ein reduzierter Einsatz von Kunstdünger. Bei Nitrat handelt es sich übrigens um eine anorganische Stickstoffverbindung, die natürlicherweise im Boden vorkommt. Das gefährliche bei diesem leichtlöslichen Pflanzennährstoff ist, dass er im menschlichen Verdauungstrakt in das gesundheitsschädliche Nitrit umgewandelt werden kann. Vor diesem Hintergrund wurde vor etwa 20 Jahren zufällig entdeckt, dass durch eine gezielte Aufbereitung von Rohgülle die Mikrobiologie in der Lage ist, innerhalb von einer Woche die ablaufenden Rottungs- oder Fermentierungsprozesse in Mineralisierungsprozesse umschalten zu können. Was mit der Anwendung im Bereich Flüssiggülle begann, hat sich über eine effiziente Kompostierung bis hin zur Stickstoffstabilisierung von Gärprodukten aus Biogasanlagen weiterentwickelt, woraus dann das AgriMestMix®-System entstanden ist, bei dem es sich im Prinzip um ein Hilfsmittel zur Gülleaufbereitung handelt, das inzwischen europaweit als Patent angemeldet ist. Das natürliche Mineralgemisch aktiviert den Start von biochemischen Prozessen, welche bereits während der Lagerung im Flüssigbehälter zu einer Mineralisierung des organischen Anteils führen. Das Hilfsmittel beinhaltet ein Konsortium von Bakterien, das in der Lage ist, wertvolle Nährstoffe in den eigenen Zellkörpern zu binden. Diese Anwendung sorgt für ein besseres Klima im Stall, weniger Geruchsbelästigung sowie eine Nährstoffspeicherung im Flüssigsubstrat.

Effiziente Düngung während der Saison

Nach Ablauf der gesetzlich vorgegebenen Herbst/Winter-Sperrfrist darf normalerweise ab dem 1. Februar wieder Gülle auf landwirtschaftlich genutzte Flächen ausgebracht werden. Es kann vorteilhaft sein, diesen Zeitraum zwischen den Jahren zur Vorbereitung der Ausbringung zu nutzen. Aufgrund einer Gesetzesnovelle im Düngerecht vom Juni 2024 muss nun Gülle über eine schlitzförmige Öffnung in den Boden injiziert und direkt danach eingearbeitet werden, sofern der jeweilige Agrarbetrieb nicht davon ausgenommen ist. Bei dieser Ausbringtechnik kann es vorkommen, dass dickere Organikstücke die Leitungen der Ausbringgeräte verstopfen. Zudem kann es zu Gerüchen kommen, die von Anwohnern oft als sehr unangenehm empfunden werden. Unter normalen Umständen ist der als Ammonium (einem molekularen Kation) vorliegende Stickstoff zu Beginn der Saison für die Feldfrüchte schnell

verfügbar. Der organisch gebundene Teil wird jedoch erst im Spätsommer in größeren Mengen freigesetzt. Dazwischen gibt es eine Phase, in der die Hoffnung besteht, dass noch ein Anteil Ammonium und möglicherweise auch etwas Stickstoff, der in organischer Form vorliegt, verfügbar ist. Bei unzureichender Feuchtigkeit können die Pflanzen den Stickstoff jedoch nicht aufnehmen – zu hohe Trockenheit ist dafür keine Idealbedingung. Das System mit einer sauerstoffreichen Bakterienkultur führt dazu, dass der organische Anteil bereits während der Lagerung mineralisiert wird. Dadurch steht dieser Teil schneller und gleichmäßiger über die gesamte Saison hinweg zur Verfügung. Zudem geht die Bakterienkultur eine Symbiose mit den Pflanzenwurzeln ein, wodurch die Pflanzen weniger stark vom verfügbaren Wasser abhängig sind. Kann man besseres Pflanzenwachstum, das durch effizientere Ernährung hervorgerufen wurde, eigentlich messen? Ja – das wurde im Rahmen vom EU-Projekt „BIOCAS“, das im Frühjahr 2019 begann und dessen Ziel die Beschleunigung des Übergangs zu einer "grünen Ökonomie" im Nordseeraum war, gezeigt. Während der dreijährigen Projektlaufzeit konnten bei im niedersächsischen Landkreis Rotenburg angebauten Ackerkulturen quantitative und qualitative Steigerungen nachgewiesen werden, die auf den Einsatz von Hilfsmitteln zur Gülleaufbereitung zurückzuführen waren.

Gesundes Pflanzenwachstum

Mit einer gesteigerten Leistung in Qualität und Quantität, die den Pflanzen auf effizientere Weise zugutekommt, entwickeln sich die Pflanzen anders. Es bildet sich ein besseres Wurzelsystem, wodurch die Pflanzen in Trockenzeiten länger überleben können. Neben einer veränderten Wurzelstruktur ändert sich auch die Zellstruktur in Bezug auf die Kompaktheit der Zellen. Dadurch bleiben die Pflanzen auch in langen Trockenperioden längere Zeit stabil. Insgesamt lässt sich sagen, dass die Gesundheit der Kulturen einen erheblichen Schub erhält. Daher können auf Flächen, die mit vorbehandelter Gülle gedüngt wurden, Krankheitserreger nicht überleben, was zu einem deutlich verringerten Pestizideinsatz führt. Das Risiko, dass schädliche Infektionen auf dem Feld die Kulturen beeinträchtigen, wird somit erheblich reduziert. Dies wurde in Doppelstudien in den Niederlanden eindeutig nachgewiesen, bei denen unbehandelte und behandelte Hundekotproben sowie Gärprodukte aus Biogasanlagen analysiert wurden. In den unbehandelten Varianten wurden schädliche Mengen an krankmachenden Keimen (sog. Pathogenen) gefunden, während die behandelten Varianten frei von solchen Bedrohungen waren.



Foto: Rinagro

Kartoffelernte auf einer Ackerprobe beim BIOCAS-Projekt Das AgriMestMix®-System führte nachweislich zu einer effizienten Nutzung der vorhandenen Nährstoffe. Beim Kartoffelanbau zeigte sich dies in der Qualität und Quantität der Erträge: höherer Stärkegehalt und etwa 15 % mehr Gesamtmenge, was an der Größe der Knollen deutlich sichtbar ist

Umweltschutz und Stimulanz der Bodengesundheit

Durch eine Reduzierung der Pestizidanwendung kann auf der einen Seite ein Beitrag zum Umweltschutz geleistet werden. Auf der anderen Seite führt die Speicherung von Nährstoffen im Boden zu Zeiten, in denen sie nicht von

den Pflanzen benötigt werden, zu geringeren Auswaschungen und verminderten Emissionen. Zudem kommt es zu einer verringerten Freisetzung von losen Elementen, was insgesamt zu einer Reduzierung von CO₂-Emissionen führt. Dies wurde im BIOCAS-Projekt von einer Universität aus Dänemark festgestellt. Ein weiterer Vorteil ist, dass die gespeicherten Nährstoffe im nächsten Frühjahr noch verfügbar sind, wodurch der Einsatz von Kunstdüngern reduziert werden kann. Insgesamt führt das AgriMestMix®-System zu einer Stimulanz der Bodengesundheit, indem es eine Symbiose fördert, die indirekt zur Rückführung von Spurenelementen beiträgt. Es unterstützt den Aufbau organischer Substanz und Humus im Boden, reduziert den Bedarf an Zusatzstoffen wie Pestiziden und Kunstdüngern und sorgt für eine gesündere und effizientere Nutzung der natürlichen Nährstoffe aus dem eigenen Kreislauf. ○



Ihre Pressekontakte

Leroy Bult

Exportmanager bei Rinagro Smart Farming GmbH
l.bult@rinagro.nl

Achim Kaiser

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

RINAGRO SMART FARMING GMBH

Mikrobiologie beeinflusst alles in unserer Umgebung. Bakterien produzieren Gase wie z.B. Ammoniak und Lachgas, die wir gerne reduzieren, aber auch Methan, das wir in der Biogasanlage stimulieren möchten. Nach der Anwendung der Biomasse in einer Anlage sind die Gärprodukte als Düngermöglichkeit verfügbar. Da die im Gärprodukt verbliebene Mikrobiologie und der Stickstoffrest instabil sind, ist nun ein Stabilisator erwünscht.

Rinagro ist Spezialist für die Behandlungen von Biomasse, Flüssiggülle, Festmist, Gärprodukt und Grüngutkompost. Dabei wird nicht nur der Stickstoff stabilisiert, sondern auch Auswaschungen verhindert und Emissionen gesenkt. Weniger Verluste führen auch zu besseren Kulturen – und in den meisten Fällen auch zu höheren Erträgen und/oder qualitativ besseren Endprodukten.

Folgende Begriffe sind passend für die Beschreibung und das Portfolio der Firma Rinagro: Agrar-Kreislaufwirtschaft, Einsparung von Mineraldünger, Auflösung von Sink- und Schwimmschichten, Tiergesundheit und Vertreibung von Pathogenen.

fnbb.de/members

Biogas Infotage: Rekorde und viele offene Fragen

An den Biogas Infotagen wurden mit 154 Ausstellern und gut 1.800 Besuchern so viele gezählt, wie noch nie. Obwohl das neue Biomassepaket zum Messezeitpunkt noch nicht offiziell als Gesetz verabschiedet war, hat es die Branche offensichtlich in Bewegung gebracht und neue Fragen aufgeworfen. Viele davon blieben in den rund 40 Fachvorträgen in drei Foren unbeantwortet. „Obwohl das Paket das erste klare und parteiübergreifende Bekenntnis aus Berlin für die Erneuerbaren Energien aus Biomasse ist, muss hier die Politik unbedingt nochmal nachregulieren, um für mehr Klarheit und Sicherheit zu sorgen“, sind sich Florian Weh, Geschäftsführer des Veranstalters renergie Allgäu e.V., und zahlreiche Biogas-Experten einig. Thomas Hartmann, Vorsitzender des in Kempten ansässigen Vereins, zieht aus der Gesetzesvorlage viel Zuversicht für die Branche und zeigt sich selbst auch optimistisch: „Die verschiedenen Schwachstellen sind mit hinreichend politischem Willen leicht in Griff zu bekommen“. Dabei denkt er vor allem an die Forderungen nach noch mehr Flexibilität bei gleichzeitiger Wärmenutzung.

Biomassepaket wirkt sich auf den Anlagenbetrieb aus

Laut dem neuen Gesetzesentwurf, den der Bundestag einen Tag nach den Infotagen beschlossen hat, soll die Förderung für Anlagen ab einer elektrischen Leistung von 350 kW künftig auf 2.920 Betriebsstunden jährlich begrenzt werden, was 33 % der Leistungsfähigkeit entspricht. Zusätzlich sollen Anlagen, die bereits ein bestehendes Wärmenetz versorgen, bei künftigen Ausschreibungen bevorzugt bezuschlagt werden – obwohl die jährliche Heizperiode länger dauert, als die Anlagen produzieren dürfen. Da in der zweiten Vergütungsperiode, die zwölf Jahre andauert, von den Betreibern eine bedarfsorientierte Fahrweise gefordert wird, ist davon auszugehen, dass nur hochflexible Biogasanlagen mit großem Gasspeicher eine wirtschaftliche Zukunft haben. Um die Einnahmen aus dem Anlagenbetrieb zu erhöhen, werden die Betreiber zukünftig den Mut aufbringen müssen, sich innovativen Ideen zu öffnen. Die Biogas Infotage haben ebenso deutlich aufgezeigt, dass sich Dienstleister sowie Hersteller von Anlagenkomponenten auf die immer anspruchsvolleren Anforderungen in der Biogas-Technologie einstellen. ○



Ihr Pressekontakt

Claudia Lau

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit bei renergie Allgäu e.V.
claudia.lau@renergie-allgaeu.de

Aus der Geschäftsstelle

Frischer Wind im Jubiläumsjahr



Intersolar Gemeinsam am DGS-Messestand

Bei der DGS weht jetzt ein neuer Wind, die DGS sieht heute anders aus als bisher. Neben diesem Heft, das Sie jetzt in Händen halten oder am Computer betrachten, wird diese neue, frische Optik auch auf unserer Homepage dgs.de und bei vielen anderen Gelegenheiten zukünftig zu sehen sein.

Dieses neue Erscheinungsbild hat auch damit zu tun, dass wir als DGS in Zukunft moderner auftreten möchten. Und das hat auch ein wenig mit unserem Tätigkeitsfeld Solarenergie zu tun: Die Sonnenenergie ist erwachsen geworden, sie kann und wird nun auch selbstbewusst auftreten und braucht sich nicht verstecken. Unser neues Erscheinungsbild hat praktische Vorteile: Eine übersichtlichere Darstellung sowie schnelleres Auffinden von Informationen waren für uns gute Argumente, diesen Wechsel vorzunehmen. Auch der Wunsch, attraktiver für junge Menschen zu werden, die wir gerne auch als Mitglieder gewinnen möchten, spielte hier eine Rolle. Rund ein Jahr Vorlauf hat das ganze benötigt, unzählige Besprechungen, Entwürfe und Diskussionen – im Präsidium, in Arbeitsgruppen und extern mit Agenturen, Layoutern und Programmierern. Beim Be-

trachten der Ergebnisse denke ich: Ja, es hat sich auf ganzer Linie gelohnt. Wie wirken die Zeitschrift und die neue Homepage auf Sie? Über Ihre Rückmeldung würde ich mich freuen, schreiben Sie mir gerne an sutter@dgs.de.

Die DGS wird 50 Jahre alt

Dieser Wendepunkt in der optischen Erscheinung geht auch einher mit dem Jubiläumsjahr, das die DGS in diesem Jahr feiert: Unser Verband wurde 1975 in München gegründet und wird damit 50 Jahre alt. Die neu gestaltete SONNENENERGIE und unsere neue Website markieren damit auch den Start für unser Jubiläumsjahr. Wir möchten gerne in diesem Jahr das Erreichte feiern, einen positiven Blick auf die Zukunft werfen und mit vielen Veranstaltungen im ganzen Land sichtbar für die Nutzung der Solarenergie werben.

Die DGS baut in diesem Jahr weiter die Angebote der DGS SolarSchulen aus (dgs-solarschulen.de), auch werden viele Webinare (solarakademie-franken.de) und Podcasts durchgeführt (youtube.com/@solarzentrumberlin). Die DGS-News werden jede Woche an rund 13.000 Leser verteilt. Die Weitergabe von Infor-

mationen und Hilfestellungen für die Umsetzung von Solaranlagen bleibt auch in diesem Jahr unser zentrales Thema.

Mehr für und mit unseren Sektionen

In diesem Jahr rücken auch die DGS-Sektionen weiter in den Mittelpunkt: Wir wollen gerne in Sektionsveranstaltungen die großartigen Erfolge der vergangenen Jahre gemeinsam feiern, Pläne für die Zukunft schmieden und neue Verbündete finden. Ein Mittel dazu: Auf unserer neuen Website dgs.de findet sich unter „Veranstaltungen“ nun ein Kalender, in dem zukünftig alle öffentlichen Veranstaltungen der Landesverbände, Sektionen und Arbeitsgruppen aufgenommen sind, sowie externe Veranstaltungen mit DGS-Beteiligung. Interessenten, die uns noch nicht kennen, können eine DGS-Veranstaltung besuchen und gleichzeitig sehen Sektionsmitglieder die Termine von Nachbarsektionen und können sich besser vernetzen. In unserer Geschäftsstelle sorgt Marcus Rohm für konkrete Umsetzungshilfe bei Mailings und übernimmt auch die Zusendung von Material für diese Veranstaltungen. Sektionsverantwortliche senden ihre Veranstaltungstermine – online oder vor Ort – bitte einfach per E-Mail an rohm@dgs.de in die Geschäftsstelle.

Seit dem vergangenen Jahr werden auch weitere Veranstaltungen zum Jubiläum geplant. Dazu wurde unter Leitung unseres Vizepräsidenten Frank Späte ein Festkomitee eingerichtet, das schon vielfach online getagt hat und dabei Ideen für die Veranstaltungen sammelt und bewertet, Angebote einholt und die Vorbereitungen koordiniert. So stellt sich die DGS Mitte März beim PV-Symposium in Staffelstein mit dem neuen Erscheinungsbild vor. Bei der jährlichen DGS-Delegiertenversammlung werden wir nach dem offiziellen Teil der Sitzung am ersten Tag auch einen gemeinsamen feierlichen Abend verbringen. Außerdem ist für Oktober eine Feierlichkeit in Berlin geplant. Ich freue mich heute schon auf die Veranstaltungen und auf inspirierende Begegnungen mit unseren Gästen.

Verstärkte Öffentlichkeitsarbeit

In diesem Jahr werden wir verstärkt in die Öffentlichkeit gehen: Es steht an, die Energiewende mit voller Kraft weiter umzusetzen. Das möchten wir auch in den kommenden Monaten deutlich machen. Dieser Text ist vor der Bundestagswahl Ende Februar entstanden. Doch allein die Wahlprogramme lassen befürchten, dass die Parteien andere Themen schneller anschieben werden. Manche Partei erklärt derzeit ganz offen, bei der Energiewende bremsen oder sie gar zurückdrehen zu wollen. Doch das ist der falsche Weg: Viele der Probleme, die die Politik vermeintlich als wichtiger darstellt, könnten mit der Energiewende und dem Bekämpfen der Klimakrise zumindest teilweise gelöst werden. Damit meine ich auch ganz konkrete Probleme der Menschen: Eine aktuelle Nachrichtenmeldung ist, dass in Deutschland in den vergangenen Wochen die Preise für Obst um vier Prozent gestiegen sind. Der Grund: Schlechte Ernten. Doch warum gibt es schlechte Ernten? Da sind wir wieder bei der Klimakrise und deren Auswirkungen.

Bei einem Seminar habe ich vor einiger Zeit einen Tipp erhalten, bei der Frage nach einem „warum?“ und der Antwort darauf immer noch ein zweites und drittes Mal „warum?“ zu fragen, um die wirkliche Ursache ganz tief hinter dem offensichtlichen Problem zu erkennen. Selbst bei alltäglichen Fragen ist oftmals die tiefe letzte Antwort dann „Klimakrise“.

Hilfen für die Umsetzung

In diesem Jahr wird uns auch weiter der große Wunsch vieler Solar-Interessierten nach konkreten Hilfestellungen und Tipps begleiten. Das Solarpaket I vom vergangenen Jahr ist nun schon „kalter Kaffee“. Obwohl für einige Details noch immer keine EU-Freigabe vorliegt, was einen Skandal darstellt, und diese damit noch nicht umgesetzt werden dürfen. Ein kleiner Trost: Davon sind nur größere und spezielle PV-Projekte betroffen – für die Investoren und Planenden dieser Anlagen ist das trotzdem eine mittlere Katastrophe.

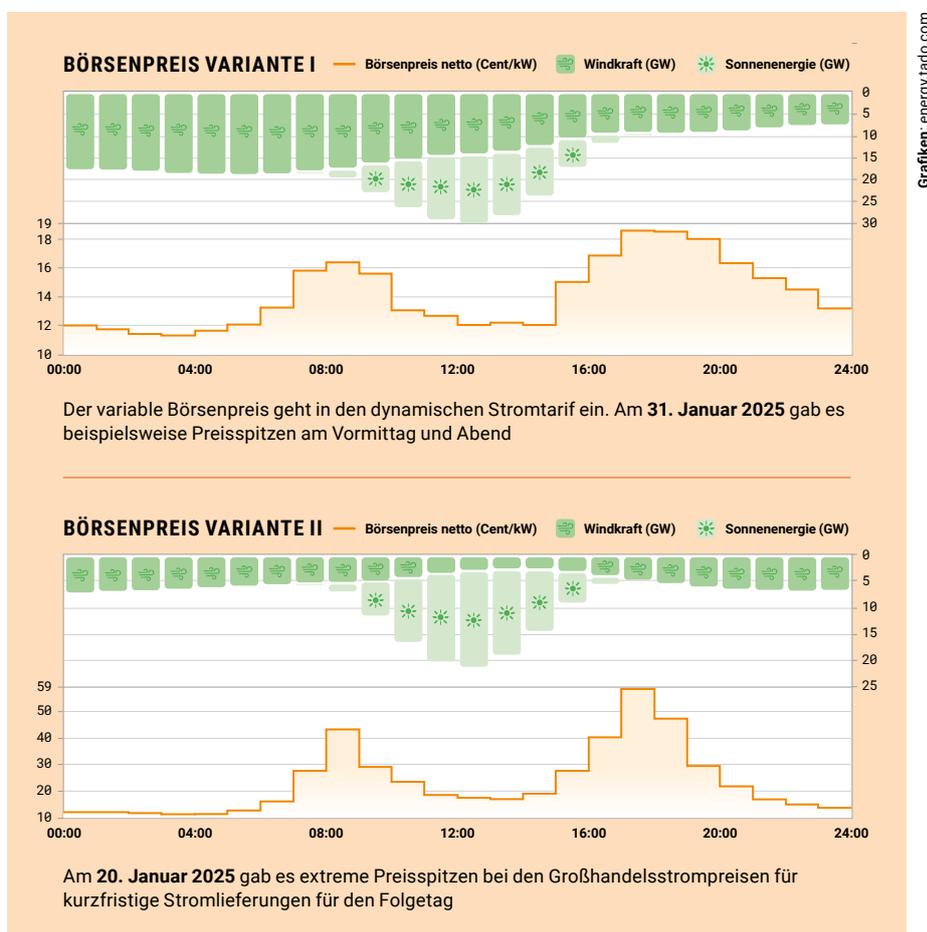
Ende Januar wurde ein neues Energie-Gesetzespaket verabschiedet, unter anderem das so genannte „Solarspitzen-gesetz“. Dazu finden sich Hintergründe und erste Details in diesem Heft auf Seite 9. Die Umsetzung in den kommenden Monaten wird hier besonders spannend: Die

Ausstattung von neuen PV-Anlagen mit Smart Metern (intelligente Messsysteme, iMSys) und Steuerboxen wird nicht nur logistisch eine Herausforderung für die Netzbetreiber, es droht auch ein Flickenteppich unterschiedlicher Umsetzungsgeschwindigkeiten, die uns eine konkrete Hilfestellung sehr schwer macht. Trotzdem werden wir das selbstverständlich begleiten und freuen uns auch über Hinweise, wo es nicht richtig funktioniert. Beispiele gibt es dafür leider heute schon: So laufen bei der Verbraucherzentrale Bundesverband (vzbv) schon Unterlassungsverfahren gegen Messstellenbetreiber, die für den freiwilligen Einbau von Smart Metern bis zu rund 900 Euro verlangt haben. Hintergrund: Für den verpflichtenden Einbau hat der Gesetzgeber Preisobergrenzen definiert. Diese lagen bislang für kleine Haushalte bei einer Jahresgebühr von 20 Euro, mit der Einbau und Betrieb abgegolten ist. Dieser Betrag wurde nun mit den aktuellen Energiegesetzen angehoben. Möchte ein Haushalt, der nicht verpflichtet ist, einen Smart Meter einzubauen, das freiwillig umsetzen, so haben nach Angaben des vzbv einzel-

ne Unternehmen hier schon Kosten jenseits der 800 Euro dafür in Rechnung gestellt.

Weitere Chancen und Neuerungen

Im Zusammenhang mit den Smart Metern steht eine Neuerung, die seit 1. Januar 2025 gültig ist: Die Stromversorger müssen seither mindestens einen dynamischen Stromtarif für Haushaltskunden anbieten. Ein solcher Tarif hat dann keinen Betrag als Kilowattstundenpreis in Cent/kWh, sondern einen variablen Preis. Konkret: Der Preis ändert sich im Laufe des Tages, meist angelehnt an den Börsenpreis an der Strombörse in Leipzig. So ein Tarif kann Vor- und Nachteile bieten, benötigt aber zuerst einmal zwingend die Ausstattung mit einem Smart Meter. Als Vorteil kann verbucht werden, dass die Preise am Vortrag veröffentlicht werden. Ein Nutzer kann dann gezielt Geräte mit hohem Verbrauch in den Zeiten der günstigen Strompreise nutzen. Das lohnt sich bei einer Wärmepumpe oder wenn die Ladung des Elektroautos zeitlich verschoben werden kann. Doch Nachteile müssen auch betrachtet werden: Zum einen



die Kosten für die Messtechnik und den Tarif selbst. Zum anderen auch das Risiko, das schon in der Praxis sichtbar wurde: In Zeiträumen, während denen die Stromproduktion aus Wind und PV nur sehr geringe Werte erreicht, oder bei technischen oder sonstigen großen Problemen der Stromversorgung, können die Preise auch nach oben schießen – so dass der Tarif teurer ist als der Standardtarif. Das obere Bild auf der vorherigen Seite zeigt den Börsenstrompreis an einem „normalen“ Tag. Das untere Bild dagegen zeigt die Preisentwicklung am 20. Januar – mit Preisspitzen von 43 Cent pro kWh

am Vormittag und 58 Cent pro kWh in den Abendstunden. Netzgebühren und Umlagen kommen auf diese Kosten noch obendrauf!

Und in einer nächsten Stufe werden wir auch mit dynamischen Netzgebühren beglückt – auch das gilt es zu beobachten, kritisch zu betrachten und mit Tipps und Hinweisen für DGS-Mitglieder und Solar-Interessierte zu versehen.

In diesem Sinne: Freuen Sie sich über unser 50-Jähriges und engagieren Sie sich – wie auch wir – weiter für die Umsetzung der Energiewende und das Vorankommen der Sonnenenergie. ○



Autor

Jörg Sutter

Geschäftsführer DGS e.V.
sutter@dgs.de

Fachausschuss Solarthermie – Erneuerbare Wärme

Ein Neustart

Der Fachausschuss Solarthermie wurde 1992 in Berlin durch den Landesverband Berlin Brandenburg als Zusammenschluss von Planungs- und Installationsfirmen im Bereich Solarthermie gegründet. 1994 erschien die erste von bislang neun Ausgaben des Leitfadens „Solarthermische Anlagen“. Heute stehen mit einem Team von ca. 25 Mitgliedern Experten mit langjähriger Erfahrung in Theorie und Praxis aus dem Bereich Solar zur Verfügung, die Ihr Wissen in die Expertenrunde des Fachausschusses einbringen werden.

Im Dezember 2024 haben sich die Mitglieder zusammengefunden, um dem Fachausschuss neuen Schwung zu verleihen. Sie wählten Andreas Wöll als neuen Vorsitzenden. Er nennt seit mittlerweile knapp 30 Jahren den Bereich Erneuerbare und hier insbesondere Solarthermie und PV sein Zuhause. In dem Zuge erfolgte auch eine Erweiterung des Namens in Fachausschuss Solarthermie – Erneuerbare Wärme – kurz FASTEW.

In der Öffentlichkeit werden die Erneuerbaren als zwei Technologien wahrgenommen – Photovoltaik und Windkraft. Das ist jedoch bei Weitem nicht das, was uns zur Verfügung steht. Vernachlässigt wird, dass wir im Bereich der Erneuerbaren über erheblich mehr Technologien sprechen als PV und Wind. Zudem

sprechen wir über eine Energiewende und WÄRMEWENDE. Es reicht also nicht, in der Öffentlichkeitsarbeit nur Technologien zu nennen, die Strom produzieren. Wir vergessen dabei etwa, dass wir in Deutschland grob knapp 50 % des benötigten Energiebedarfes für die Generierung von Wärme benötigen.

Der Fachausschuss hat sich als Aufgabe das Ziel gesetzt, die Aufmerksamkeit in der Öffentlichkeit für alle die Technologien zu erhöhen, die uns bereits seit vielen Jahren zur Verfügung stehen. Dazu werden wir, über die DGS als Plattform verstärkt Themen aus dem Bereich der Solarthermie und der Generierung von Wärme setzen. In der Öffentlichkeit sollen Kenntnisse über Solarthermie verfügbarer sein. Schließlich handelt es sich hierbei um eine bereits ausgereifte und in vielen Anwendungsfällen erprobte Technologie, die allerdings durch den Preisverfall in der Photovoltaik in den Hintergrund gedrängt wurde. Zu sehr steht der reine wirtschaftliche Faktor im Vordergrund. Was jedoch, im Hinblick auf die Technik, ungerechtfertigt ist. Auch bei der Wärmeversorgung in einem Einfamilien- oder Mehrfamilienhaus kann es sinnvoll sein, je nach vorliegender Situation, eine Kombination aus Wärmepumpe, Solarthermie, PV und einem Speicher in Betracht zu ziehen.

Die Aufgabe des Fachausschusses wird also darin bestehen, Aufklärungsarbeit in der Öffentlichkeit zu betreiben, sowohl im Bereich von Kleinanwendungen als auch in der solaren Nahwärmeversorgung in kommunalen Neubaugebieten, der Generierung von Wärme für die industrielle Anwendung und vieles mehr. Es geht hierbei darum, so weit möglich, umfassend zu informieren. Letztendlich müssen die potenziellen Anlagenbetreibenden entscheiden, für welche Kombination verschiedener Technologien sie sich entscheiden. Dafür ist es wichtig, sie so zu informieren, dass sie wissen, was zur Verfügung steht. ○



Autor

Andreas Wöll

Vorsitzender Fachausschuss Solarthermie – Erneuerbare Wärme
woell@dgs.de

Sektion Koblenz

Neue Sektion gegründet

Durch die Initiative des DGS-Geschäftsbereiches Mitgliederbetreuung hat sich im November 2024 eine „noch“ kleine Gruppe von fünf aktiven DGS-Mitgliedern im nördlichen Bereich des Bundeslandes Rheinland-Pfalz gefunden. Sie gründeten die Sektion Koblenz. Ralf Kilanowski wurde zum Sektionsvorsitzenden gewählt und Thomas Brauburger zum stellvertretenden Sektionsvorsitzenden.

Veranstaltung im April

50 Jahre DGS und die Neugründung unserer Sektion sind für das Team Anlass, neben den Mitgliedern der Sektion weitere Interessierte zu einer Veranstaltung am 25. April 2025 von 13:00 bis 18:00 Uhr einzuladen. Interessierte können sich unter der E-Mail-Adresse koblenz@dgs.de anmelden. Ziel ist es, zu motivieren, auf vielfältige Möglichkeiten der DGS aufmerksam zu machen und mit der Sektion zukünftig in Netzwerken aktiv zu werden. Zur Region gehören die rheinland-pfälzische Gemeinden und Städte, die mit den Postleitzahlen 51, 53, 56, 57 und 65 beginnen.

Geplant ist ein erstes Mitgliedertreffen in den Räumlichkeiten der Firma Rehl-Energy in Andernach (rehl-energy.de). Bei einer Besichtigung der Werkhallen werden die Teilnehmenden einen Einblick in die praktische Umsetzung verschiedenster Techniken der Erneuerbaren Energien erhalten. Sie werden Eindrücke im Schaltschrankbau von Batteriesystemen, dem Musterbau von Wärmepumpen und PV-Systemen verschiedener Hersteller und zwei Ladestationen mit 320 kW DC-Schnellladung und 22 kW AC-Ladung erhalten.

Mit einer 1,4 MW PV-Anlage mit 1,8 MWh Batteriespeicher erreicht das Unternehmen Rehl-Energy einen Autarkiegrad von 98 %. Außerdem werden zwei vertikale Windkraftanlagen (Vertikalläufer) mit je 5 kW und ein Windrad mit 5 kW ab März 2025 dazu beitragen, den Autarkiegrad weiter zu erhöhen und eine autonome Energieversorgung zu gewährleisten.



Foto: Viktor Rehl

Neugründung Von links: Uli Kaiser, Andreas Jansen, Ralf Kilanowski, Viktor Rehl, Thomas Brauburger

Die Veranstaltung zielt ebenfalls darauf ab, ein aktuelles Thema zur Solarenergienutzung mit einem Vortrag und anschließender Diskussion zu erörtern.

Als Gastredner hat die Sektion Frank Späte, 1. Vizepräsident der DGS eingeladen, der einen Vortrag zum Thema „Aktuelles von der DGS und der Solarenergie“ halten wird.

Von besonderer Aktualität ist die ab 2025 geltende flexible Strompreisgestaltung in der praktischen Anwendung und Auswirkung auf Prosumer-Haushalte – also Verbraucher die auch Produzenten sind. Ob die Sektion zu dem Zeitpunkt bereits einen Ausblick auf die kommende Energiepolitik der neuen Bundesregierung geben kann, stand zu Redaktionsschluss noch nicht fest.

Anmeldung zur Veranstaltung

Hinweise zur Anmeldung für die Veranstaltung am 25. April: Anmeldung an koblenz@dgs.de mit Angaben von Namen, Anschrift und ggfls. DGS-Mitgliedsnummer. Da voraussichtlich nicht alle Mitglieder in Präsenz teilnehmen können, werden die Vorträge auch live gestreamt. Über die Teilnahmemöglichkeit in Präsenz oder online wird die Sektion informieren und hofft auf reges Interesse. Ganz nach dem Motto: Solarenergie für alle, zu jeder Zeit und für immer. ○

Mitgliedertreffen

25. April 2025
13:00 bis 18:00 Uhr



Foto: privat

Autor

Ralf Kilanowski
Vorsitzender der DGS Sektion Koblenz
kilanowski@dgs.de

SERVICE



- 71 Ansprechpartner
- 72 DGS-Mitgliedschaft
- 74 DGS SolarSchulen
- 76 Förderprogramme
- 78 Energie- und Klimadaten
- 79 Rohstoffe – Preistrends
- 80 Strahlungsdaten
- 82 DGS Firmenmitglieder

	Straße / PLZ Ort	Tel / Fax / Mobil	E-Mail / Internet
DGS-Geschäftsstelle Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.	EUREF-Campus 16 10829 Berlin	030/58 58 238 - 00	info@dgs.de dgs.de
Geschäftsführer: Nicole Baumann, Jörg Sutter Präsidium (Bundesvorstand): Torsten Lütten, Prof. Frank Späte, Eva Schubert, Dr. Götz Warnke, Alexander Speiser			
LANDESVERBÄNDE			
LV Berlin-Brandenburg e.V. Rainer E. Wuest Geschäftsstelle und SolarSchule Berlin@ Berit Müller	Erich-Steinfurth-Str. 8 10243 Berlin	030/29381280 030/29381261	dgs@dgs-berlin.de
LV Franken e.V. Michael Vogtmann	Fürther Straße 246c 90429 Nürnberg	0911/37651630	vogtmann@dgs-franken.de dgs-franken.de
LV Hamburg/Schleswig-Holstein e.V. Bernhard Weyres-Borchert		0171/8661483	weyres-borchert@dgs.de solarzentrum-hamburg.de
LV NRW e.V. Jens Kneißel	Auf der Horst 12 48147 Münster	0251/136027	nrrw@dgs.de dgs-nrw.de
LV Thüringen e.V. Antje Klauß-Vorreiter	Döbereinerstr. 30 99427 Weimar	03643/7750744	thueringen@dgs.de dgs-thueringen.de
SEKTIONEN			
Arnsberg Joachim Westerhoff	Marktstraße 25 59759 Arnsberg	01575/0751355	westerhoff@dgs.de
Berlin-Brandenburg Rainer Wüst	Erich-Steinfurth-Str. 8 10243 Berlin	030/29381280	rew@dgs-berlin.de dgs-berlin.de
Braunschweig Thomas Krummel	Amselstieg 1 29386 Hankensbüttel	05832/720958	braunschweig@dgs.de
Bremen-Weser/Ems Klaus Prietzel	Leerer Str. 13 28219 Bremen	0421-3966703 0172/920 94 74	kprietzel@web.de
Cottbus Dr. Christian Fünfgeld	Saspower Waldrand 8 03044 Cottbus	0355/30849 0175/4043453	cottbus@dgs.de
Franken Andreas Spielkamp	Fürther Straße 246c 90429 Nürnberg	0911/37651630	aspiekamp@schwaiger.de
Hamburg/Schleswig-Holstein Dr. Götz Warnke	Achtern Sand 17 b 22559 Hamburg	040/813698	warnke@dgs.de
Karlsruhe/Nordbaden Gunnar Böttger	Gustav-Hofmann-Straße 23 76229 Karlsruhe	0173/9991494 0721/4009001 / 0721/465407	boettger@sesolutions.de gunnar.boettger@web.de
Kassel/AG Solartechnik Peter Ritter, c/o Umwelthaus Kassel	Wilhelmsstraße 2 34117 Kassel	0561/4503577	hessen@dgs.de
Koblenz Ralf Kilanowski		0171 582 12 56	kilanowski@dgs.de
Metropolregion Rheinland Raphael Mainusch		0174/6369176	mainusch@dgs.de
München/Oberbayern Dr. Franz Karg			muenchen@dgs.de karg@dgs.de
Münster Dr. Peter Deininger c/o Nütec e.V.	c/o Nütec e.V., Zumsandstr. 15 48145 Münster	0251/136027	muenster@dgs.de
Niederbayern Walter Danner	Haberskirchner Straße 16 94436 Simbach/Ruhstorf	09954/90240 09954/90241	w.danner@t-online.de
Rheinland-Pfalz Rudolf Franzmann	Im Küchengarten 11 67722 Winnweiler	06302/983281 0175/2212612	info@rudolf-franzmann.de rf@rudolf-franzmann.de
Saarland Dr. Alexander Dörr	St. Johanner Straße 82 66115 Saarbrücken	0681/5869135 0171/1054222	saarland@dgs.de info-saarland@dgs.de
Sachsen-Anhalt Burkhard Petersen		01573/6662907	petersen@dgs.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 Vivian Blümel	Döbereinerstr. 30 99427 Weimar	03643/7750744	bluemel@dgs.de dgs-thueringen.de
FACHAUSSCHÜSSE			
Bioenergie Walter Danner	Haberskircher Str.16 94436 Simbach	09954/90240 08734/939770	w.danner@strohvergaerung.de
Energieberatung Heinz Pluszynski	Hohenstaufenstraße 10 86830 Schwabmünchen	08232/957500 08232/957700	heinz.pluszynski@t-online.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 th-rosenheim.de/egt.html
Hochschule Prof. Dr. Klaus Vajen c/o Uni GH Kassel – FB Maschinenbau	Mönchebergstr. 7 34109 Kassel	0561/8043891 0561/8043893	vajen@uni-kassel.de
Nachhaltiges Bauen Hinrich Reyelts	Strählerweg 117 76227 Karlsruhe	0721/941 5868 0721/941 5869	buero@reyelts.de
Photovoltaik Ralf Haselhuhn	Erich-Steinfurth-Str. 8 10243 Berlin	030/29381260 030/29381261	rh@dgs-berlin.de
PVT Hans Biehler	Danziger Straße 31 76887 Bad Bergzabern	06343/9893490 0171/7102132	hbiehler@t-online.de
Ressourceneffizienz und Klimaschutz Gunnar Böttger	Gustav-Hofmann-Str. 23 76229 Karlsruhe	0173/9991494 0721/4009001 / 0721/465407	energieeffizienz@dgs.de
Solarschulen Berit Müller	Erich-Steinfurth-Str. 8 10243 Berlin	030/29381280	dgs@dgs-berlin.de
Solarthermie Andreas Woell			woell@dgs.de

Die Mitgliedschaft bei der DGS

Das Serviceangebot der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie e. V. wächst stetig, hier ein kleiner Einblick

Als Mitglied der DGS sind Sie Teil eines starken Netzwerkes mit rund 3.800 Fachleuten, Wissenschaftlern, Firmen und ehrenamtlichen Engagierten. Wir setzen uns sowohl für kleinere, bürgernahe Lösungen als auch für einen Mix aus dezentralen und zentralen Lösungen ein, in denen neben der Solar-technik die KWK und die Wärmepumpe ihren Platz finden. 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.

An dieser Stelle möchten wir an die Aussage von Hermann Scheer erinnern, dass der Wechsel zu Erneuerbaren Energien eine zivilisationsgeschichtliche Bedeutung hat. „Selbstbestimmung und Demokratisierung der Lebensverhältnisse“ nannte er als eines der Motive einer gesellschaftlichen Bewegung zum Ausbau der regenerativen Energiequellen. Als DGS-Mitglied sind Sie Teil der Mission „100 % Erneuerbare Energien bis 2030“!

Vorteile einer DGS-Mitgliedschaft:

- Mitgliedschaft in einem renommierten Solarverband
- Zugang zu bundesweiten Netzwerken und Experten der Solarbranche und somit auch Mitsprache bei der Energiewende
- Freier Eintritt zur größten Solarmesse Intersolar Europe in München und unsere Publikation, das Fachmagazin SONNENENERGIE, sind im Jahresbeitrag inklusive.

Mitgliedsbeiträge und Spenden steuerlich absetzbar!

Mitgliedschaften

93 €

für Personen als ordentliche Mitglieder

38 €

für Personen als ermäßigte Mitglieder*

*für Mitglieder im Bund der Energieverbraucher, Rentner, Studierende, Schülerinnen und Schüler, Menschen mit Behinderung, Arbeitslose

365 €

für Firmen als außerordentliche Mitglieder

Die Zeitschrift SONNENENERGIE ist dabei im Wert von 16,80 € enthalten.



Alle Informationen zur Mitgliedschaft finden sie online. Bitte scannen!

Dienstleistungen

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.

RECHTSBERATUNG

Zu Sonderkonditionen erhalten Sie bei spezialisierten Rechtsanwälten Rechtsberatung 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
- Gewährleistungskcheck

KENNLINIENMESSGERÄTE

Für DGS-Mitglieder gibt es einen Rabatt von 15 % für die Ausleihe.



Software, Verträge

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. Investierende, Personen mit Dacheigentumsrechten, PV-Anlagen-Mietparteien.

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-Teilmieta“, „PV-Gebäudestrom“, „PV-Wohnraummieta“ 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-Installateurinnen und -Installateure.

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 etwa 120 €. Beim Perioden- und Anlagenvergleich von PV-Log erhalten DGS-Mitglieder den begehrten Gold-Status und ein Jahr gratis (Wert: knapp 60 €).

PV RECHNER

Die Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. (DGS) bietet Ihnen seit dem Jahr 2012 in Kooperation mit der Deutschen Auftragsagentur (DAA) 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.

Jetzt Mitglied werden!

Kooperationen

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 Synergiemöglichkeiten, 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.

ISES

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“.

Rabatte und Sonderkonditionen

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.
- Für Schulungen der bundesweiten DGS SolarSchulen gelten ermäßigte Teilnahmegebühren.
- Unsere bekannten Publikationen Leitfaden Solarthermische Anlagen, Leitfaden Photovoltaische Anlagen oder auch das Fachbuch „Modern heizen mit Solarthermie“ gibt es günstiger.

VORTEILE FÜR FIRMITGLIEDER

- 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 zur digitalen SONNENENERGIE nutzen.

SONNENENERGIE

Zeitschrift für Erneuerbare Energien und Energieeffizienz

Die SONNENENERGIE ist seit 1976 das offizielle Fachorgan der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie e. V. (DGS) sonnenenergie.de

Herausgeber

Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS) e.V.
EUREF-Campus 16, 10829 Berlin
Tel. 030 / 58 58 238 - 00
info@dgs.de / dgs.de

Chefredaktion

Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS) e.V.
Tatiana Abarzúa (V. i. S. d. P.)
EUREF-Campus 16, 10829 Berlin
Tel. 030 / 58 58 238 - 00
abarzua@sonnenenergie.de

Erscheinungsweise

Ausgabe 1|2025 / viermal jährlich
ISSN-Nummer 0172-3278

Bezug

Die SONNENENERGIE ist in der Vereinsmitgliedschaft der DGS enthalten. Vereinsmitglieder erhalten die SONNENENERGIE im Rahmen der Mitgliedschaft. Im Bahnhofs- und Flughafenbuchhandel ist das Einzelheft zum Preis von 12,50 € erhältlich.

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.

Titelbild dieser Ausgabe

Bildquelle: Plattform EE BW/ Kuhnle & Knödle

Druck

MVS-Röser
Obere Mühlstr. 4, 97922 Lauda-Königshofen
Tel. 0173 / 9 44 45 45, Fax 09343 / 98 900 77
info@mvs-roeser.de

Designkonzept

Preztlaw Communications GmbH, Berlin

Layout und Satz

Satzservice S. Matthies
Am Alten Flughafen 25, 99425 Weimar
Tel. 0162 / 88 68 48 3
info@doctype-satz.de / doctype-satz.de

Ansprechpartner für Werbeanzeigen (Print / Online)

bigbenreklamebureau gmbh
Antje Baraccani
An der Surheide 29, 28870 Fischerhude
Tel. 04293 / 890 89 - 0, Fax 04293 / 890 89 - 29

Neue Mediadaten zum Download:

dgs.de/projekte/zeitschrift-sonnenenergie/mediadaten

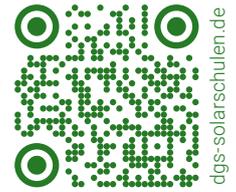


Kurse und Seminare an den DGS SolarSchulen

Die DGS SolarSchulen bieten seit 1996 in Deutschland DGS Solar(fach)berater-Kurse an. Die Standorte wurden auf neun erweitert. Zudem wurden zahlreiche weitere Kurse entwickelt, z. B. der DGS Berater für E-Mobilität, der DGS Monteur Photovoltaik und ganz neu der DGS Sachverständige Photovoltaik. Die Kurse werden mit optionaler Prüfung angeboten. Mit er-

folgreicher Prüfungsteilnahme kann bei allen Kursen ein DGS Zertifikat erworben werden.

Auf der Homepage der DGS SolarSchulen sind alle geplanten Kurse dargestellt, ebenso Detailinformationen zu Inhalten, Veranstalter, Referierende, Zielgruppe, Methodik, Termine, Dauer, Ort, Kosten. Anmeldung unter: dgs-solarschulen.de



dgs-solarschulen.de

Zu den Kursen der DGS SolarSchulen
Bitte scannen!

Termin	DGS SolarSchule	Kurs	Preis
03. bis 06.03.2025	DGS SolarSchule Weimar	DGS Solar(fach)berater Photovoltaik	960,00 €
14., 15., 21., 22. und 29.03.2025	DGS SolarSchule Karlsruhe	DGS Solar(fach)berater Photovoltaik	960,00 €
14., 15., 21., und 22.03.2025	DGS SolarSchule Werne	DGS Solar(fach)berater Photovoltaik	960,00 €
18. bis 21.03.2025	DGS SolarSchule Springe	DGS Sachverständiger Photovoltaik – Teil 2	960,00 €
18. bis 20.03.2025	DGS SolarSchule Nürnberg	DGS Berater für Mieterstrom	800,00 €
18. bis 20.03.2025	DGS SolarSchule Nürnberg, Ort: Hannover	DGS Sachverständiger Photovoltaik – Teil 3	990,00 €
25. bis 28.03.2025	DGS SolarSchule Heidelberg	DGS Solar(fach)berater Photovoltaik	960,00 €
01. und 02.04.2025	DGS SolarSchule Nürnberg	DGS Sachverständiger Photovoltaik – Teil 1	785,00 €
01. bis 04.04.2025	DGS SolarSchule Berlin	DGS Solar(fach)berater Photovoltaik	960,00 €
08. bis 10.04.2025	DGS SolarSchule Nürnberg	DGS Sachverständiger Photovoltaik – Teil 2	990,00 €
08. bis 11.04.2025	DGS SolarSchule Nürnberg	DGS Berater für E-Mobilität	960,00 €
22. bis 24.04.2025	DGS SolarSchule Weimar	DGS Berater für Mieterstrom	800,00 €
28. bis 30.04.2025	DGS SolarSchule Nürnberg	DGS Sachverständiger Photovoltaik – Teil 3	990,00 €
29. und 30.04.2025	DGS SolarSchule Nürnberg, Ort: Stuttgart	DGS Sachverständiger Photovoltaik – Teil 1	785,00 €

Prüfungen sind optional, die Prüfungsgebühr beträgt 75 € bzw. 120 €, je nach Kurs. Preise zzgl. 19% MwSt

Bundesland	DGS SolarSchule	Ansprechpartner	Kontakt
Berlin	DGS SolarSchule Berlin, DGS LV Berlin Brandenburg e.V. Erich-Steinfurth-Str. 8, 10243 Berlin	Martina Eursch	Tel: 030/293812-80, Fax: 030/293812-61 solarschule@dgs-berlin.de • dgs-berlin.de
Baden-Württemberg	DGS SolarSchule Heidelberg What Peak International GmbH Tullastraße 4, 69126 Heidelberg	Eva Schubert	Tel: 06221 / 339603-0, Fax: 06221 3168479 eva.schubert@whatpeak.com • whatpeak.com
Baden-Württemberg	DGS SolarSchule Heilbronn Institute for Solar Education gUG Fasanenstraße 5, 74076 Heilbronn	Gerhard Gruhler	Tel. 0176 / 76980417 info@solar-education.de • solar-education.de
Baden-Württemberg	DGS SolarSchule Karlsruhe Verein der Förderer der Heinrich-Hertz-Schule e.V. Berufsfachschule für die Elektroberufe Südenstr. 51, 76135 Karlsruhe	Alexander Kraus	Tel.: 0721 / 133-4855, Fax: 0721 / 133-4829 karlsruhe@dgs-solarschule.de
Bayern	DGS SolarSchule Nürnberg / Franken Landesverband Franken e.V. Fürther Straße 246c, 90429 Nürnberg	Stefan Seufert	Tel. 0911 / 376516-30, Fax. 0911 / 376516-31 info@dgs-franken.de • dgs-franken.de
Niedersachsen	DGS SolarSchule Springe Energie- und Umweltzentrum am Deister Zum Energie- und Umweltzentrum 1 31832 Springe-Eldagsen	Sabine Schneider	Tel.: 05044 / 975 20, Fax: 05044 / 975 66 bildung@e-u-z.de • e-u-z.de
Nordrhein-Westfalen	DGS SolarSchule Unna / Werne Freiherr von Stein Berufskolleg Becklohnhof 18, 59368 Werne	Dieter Fröndt	Tel: 02389 / 9896-20, Fax: 02389 / 9896-229 Dieter.Froendt@bk-werne.de • berufskolleg-werne.de
Schleswig-Holstein	DGS SolarSchule Glücksburg artefact, Zentrum für nachhaltige Entwicklung Bremsbergallee 35 24960 Glücksburg	Werner Kiwitt	Tel: 04631 / 61160, Fax: 04631 / 611628 info@artefact.de • artefact.de
Thüringen	DGS SolarSchule Thüringen Döbereinerstr. 30, 99427 Weimar	Antje Klauß-Vorreiter	Tel.: 03643 / 77 50 744 thueringen@dgs.de • dgs-thueringen.de

Weitere Informationen: dgs-solarschulen.de sowie auf den jeweiligen Internetseiten der Bildungseinrichtungen

Unsere Kurse im Detail

Die DGS SolarSchulen bieten zahlreiche Kurse im Umfang von vier bis fünf Schulungstagen mit optionaler Prüfung an. Mit erfolgreicher Prüfungsteilnahme kann bei allen Kursen ein DGS Zertifikat erworben werden. Ein Überblick der angebotenen Kursthemen:

DGS Solar(fach)berater Photovoltaik

Zunächst werden **die wesentlichen technischen und planerischen Grundlagen der Photovoltaik** vermittelt. Schwerpunkt des Seminars: PV-Anlagen auf Ein- und Mehrfamilienhäusern. Vorstellung verschiedener Anlagen-, Betreiber- und Vertriebskonzepte. Auseinandersetzung mit Vor- und Nachteilen dieser Konzepte. Auf diese Weise werden die Teilnehmenden befähigt, Interessenten ein auf die jeweiligen Anforderungen optimal abgestimmtes Angebot zu unterbreiten.

DGS Monteur Photovoltaik

Kompakter **Theorie- und Praxis-Kurs**, mit der Zielsetzung, die Teilnehmenden zu befähigen, Photovoltaik-Anlagen gleichstromseitig (DC) auf Schräg- und Flachdächern fachgerecht zu installieren. Kursinhalte sind unter anderem: Einrichtung der Baustelle, Anwendung von Absturzsicherungen, Montagearbeiten auf Übungsdächern in Kleingruppen, Plausibilitätsmessungen zur Kontrolle der Installationsarbeiten. Unter Anleitung und Aufsicht der erfahrenen Trainer werden alle relevanten Arbeitsschritte von den Teilnehmern selbst erbracht.



Foto: Trinh Tran auf Pexels

DGS Sachverständiger Photovoltaik

Die Teilnehmenden sollen in die Lage versetzt werden, die Tätigkeiten eines Sachverständigen im Fachbereich Photovoltaik auszuführen. Elektrotechnisches Basiswissen wird vorausgesetzt. Dreiteiliger Aufbau in die Bereiche: relevantes Grundwissen, Aufbauwissen und Sachverständigenwissen.

Alle Kursteile können separat und unabhängig voneinander besucht werden: 1. Photovoltaik Sachkunde, 2. Typische Fehlerquellen und 3. Sachverstand als Profession.

DGS Berater für Mieterstrom

Kursinhalt: Beratung zu Photovoltaik-Projekten **in Mehrfamilienhäusern und Wohneigentümergeinschaften**. Vermittelt werden dabei planerische und wirtschaftliche Grundlagen, die Berechnung des Energiebedarfs, die Auswahl geeigneter Module und Wechselrichter sowie die Optimierung der Anlagenleistung. Vorstellung verschiedener Liefermodelle, Mieterstrom- und Selbstversorgungskonzepte sowie die Wirtschaftlichkeitsberechnung mit dem pv@now manager.

DGS Berater für E-Mobilität

Kursinhalt: Beratung zum **Einsatz von Elektrofahrzeugen und Ladetechnik**, fokussiert auf die Kombination von Photovoltaik und Speichertechnik. Anhand von Beispielen Vermittlung, wie der Einsatz der E-Mobilität geplant und erfolgreich kommuniziert werden kann. Bewertung von Umstellungspotenzialen von Projekten. Ziel ist es, konkrete Orientierungshilfen für Mieterstrom-Projekte zu bieten und erfolgreiche Grundsatzentscheidungen herbeizuführen.

Programm	Inhalt	Information
Photovoltaik		
Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)	Je nach Anlagenart (Freifläche, Aufdach, Gebäudeintegration oder Lärm-schutzwand): Einspeisevergütung in unterschiedlicher Höhe, Vergütung über 20 Jahre	erneuerbare-energien.de
Solarstrom erzeugen – Investitions-kredite für Photovoltaik-Anlagen (KfW Nr. 270)	Errichtung, Erweiterung und Erwerb einer PV-Anlage und Erwerb eines An-teils an einer PV-Anlage im Rahmen einer GbR, Laufzeit bis zu 20 Jahre	kfw.de
Solarstrom mit Batteriespeicher	Förderung der Installation einer PV-Anlage mit Batteriespeicher wird von verschiedenen Bundesländern unterschiedlich angeboten	Bundesland Berlin, „Solar-Plus-Programm“, vorerst bis 31.12.2024 (Eintragseingang bei der IBB Business Team GmbH; solarplus@ibb-business-team.de); berlin.de/solarcity/ solarcity-berlin/im-fokus/foerderprogramm-solarplus
Windkraft		
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.	foerderdatenbank.de
Bioenergie		
Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)	Einspeisevergütung je nach Größe, Typ der Anlage und Art der Biomasse, Vergütungszeitraum 20 Jahre. Welche Stoffe als Biomasse anerkannt werden, regelt die Biomasseverordnung.	foerderdatenbank.de
Geothermie		
Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)	Einspeisevergütung für Strom aus Geothermie, je nach Anlagengröße, über einen Zeitraum von 20 Jahren	foerderdatenbank.de

Steuerliche Förderung

Bei Fragen helfen Ihnen die Experten vom DGS-Fachausschuss Energieberatung gerne weiter: faeb@dgs.de

- Steuerermäßigung nach § 35c EstG für eigene Wohnzwecke sind genutzte Gebäude (also vor allem selbst bewohnte Einfamilienhäuser) in der gesamten EU oder dem Europäischen Wirtschaftsraum
- Dazu zählen auch Ferienhäuser und -wohnungen, da hier eine zeitlich begrenzte Nutzung als Wohnraum vorliegt
- Technische Mindestanforderungen weitestgehend der BEG EM angepasst
- Gebäudemindestalter: zehn Jahre
- Im Gegensatz zur BEG EM gilt als Beginn der Sanierung entweder der tatsächliche Beginn der Bauausführung oder das Einreichen des Bauantrags
- Die Steuerermäßigung gilt im Veranlagungszeitraum des Abschlusses der energetischen Maßnahmen und in den beiden folgenden Jahren (insgesamt Verteilung über drei Jahre)

- 20 Prozent der Aufwendungen (40.000 Euro pro Wohnobjekt) sind steuerlich abzugsfähig – dies bedeutet, dass die Förderung nur sinnvoll ist, wenn eine Steuerlast in Höhe der potenziellen Förderhöhe vorliegt
- Bei der energetischen Baubegleitung und Fachplanung sind 50 Prozent der anfallenden Kosten abzugsfähig. Eine Energieberatung ist bei der steuerlichen Förderung ist allerdings nicht verpflichtend
- Sanierungen müssen durch Fachunternehmen ausgeführt werden; aber auch eigens erworbenes Material ist abzugsfähig
- Planungs- und Beratungsleistungen von Energieberatern sind abzugsfähig, wenn diese
 - vom BAFA zugelassen sind, als Energieeffizienzexperten gelistet sind oder
 - in der Energieeffizienz-Expertenliste aufgeführt sind

- Die selbe Sanierungsmaßnahme kann nicht über die steuerliche Förderung und gleichzeitig mit der BEG-Förderung durchgeführt werden. Eine Kombination der Förderprogramme ist nur möglich, wenn es sich um unterschiedliche Maßnahmen handelt. So kann beispielsweise eine Heizung über BEG und eine Dämmung steuerlich gefördert werden.
- Im Rahmen der steuerlichen Förderung sind folgende Maßnahmen förderfähig:
 - Wärmedämmung von Wänden, Dachflächen und Geschossdecken
 - Erneuerung von Fenstern und Außentüren
 - Erneuerung oder Einbau einer Lüftungsanlage
 - Erneuerung der Heizungsanlage
 - Einbau von digitalen Systemen zur Betriebs- und Verbrauchsoptimierung
 - Heizungsoptimierung

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.

Die maximale Förderung beträgt bis zu 100 Mio. Euro pro Vorhaben und bis zu 100 % der förderfähigen Investitionskosten.

Weitere Informationen zum Investitionsprogramm „Energieeffizienz und Prozesswärme aus Erneuerbaren Energien in der Wirtschaft – Zuschuss und Kredit“: bafa.de/eew oder kfw.de/295.

Beachten Sie, dass Sie bei einem Antrag zur Zuschussförderung bei der Wärmeerzeugung, nur Fachunternehmen beauftragen können, die online bei der Deutschen Energieagentur (dena) registriert sind.

Hinweis: Mit der Umsetzung der Maßnahmen, für die eine Förderung beantragt wird bzw. wurde, darf erst nach Ausstellung des Zuwendungsbescheides begonnen werden.

Modul 1

Querschnittstechnologien (Pumpen, Motoren, Ventilatoren, usw.) für schnelle Effizienzgewinne mit einer Förderquote von bis zu 25 % der förderfähigen Investitionskosten

Modul 2

Erneuerbare Energien zur Prozesswärmebereitstellung mit einer Förderquote von bis zu 60 % der förderfähigen Investitionskosten

Modul 3

Mess-, Steuer- und Regelungstechnik sowie Energiemanagement-Software zur Unterstützung der Digitalisierung mit einer Förderquote von bis zu 45 % der förderfähigen Investitionskosten

Modul 4

Technologieoffene Förderung von Investitionen, die Strom- oder Wärmeeffizienz steigern mit einer Förderquote von bis zu 45 % der förderfähigen Investitionskosten

Modul 5

Transformationskonzepte mit dem Ziel Treibhausgasneutralität; Förderquote bis zu 60 %

Modul 6

Elektrifizierung von Kleinst- und Kleinen Unternehmen; Förderquote bis zu 33 %

Weitere Informationen: energiewechsel.de

Bundeshilfe für effiziente Gebäude (BEG)

Förderung Wohngebäude (WG)

Die BEG für Wohngebäude fördert Effizienzhäuser sowohl in der Sanierung als auch im Neubau. Es werden Neubauten nur noch als Effizienzhaus 40 Nachhaltigkeit (NH) mit dem „Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude“ (QNG) in der Kreditvariante gefördert. Wichtig bei der gesamten BEG-Förderung ist, dass die Antragstellung vor Vorhabenbeginn erfolgen muss. Als solcher gilt der Abschluss

eines Lieferungs- oder Leistungsvertrags. Lediglich Planungs- und Beratungsleistungen dürfen vor Antragstellung in Anspruch genommen werden, sodass Kunden sich erst von einem Energieeffizienzexperten beraten lassen können und sodann entweder selbst die BEG-Förderung beantragen können oder denselben Experten bevollmächtigen können, dies für sie zu tun.

Höchstgrenzen förderfähiger Kosten WG (Kredit)

Neubau pro Antrag	Baubegleitung pro Zusage und Kalenderjahr	
120.000 € / WE	bei Ein- und Zweifamilienhäusern bis zu 10.000 €	ab 3 WE: 4.000 € / WE
EE- oder NH-Klasse: 120.000€ / WE		max. bis 40.000 €
Sanierung pro Antrag	Baubegleitung pro Zusage und Kalenderjahr	
120.000 € / WE	bei Ein- und Zweifamilienhäusern bis zu 10.000 €	ab 3 WE: 4.000 € / WE
EE- oder NH-Klasse: 150.000€ / WE		max. bis 40.000 €

Förderung Nichtwohngebäude (NWG)

Es werden Neubauten nur noch als Effizienzgebäude 40 Nachhaltigkeit (NH) mit dem „Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude“ (QNG) gefördert.

Höchstgrenzen förderfähiger Kosten NWG (Kredit)

Neubau und Sanierung	Baubegleitung
bis 10 Mio. € / Vorhaben bis 2.000 € / m ² Nettogrundfläche	bis 40.000 € pro Zusage und Kalenderjahr bis 10 € / m ² Nettogrundfläche

Fördersätze BEG – Neubau (WG / NWG)

- Effizienzgebäude 40 NH: 5 %
- Energetische Fachplanung und Baubegleitung: 50 %
- Nachhaltigkeitszertifizierung: 50 %
- Hinweis: Zertifizierungsgebühren der Zertifizierungsstellen sind nicht förderfähig

Fördersätze BEG – Sanierung (WG / NWG)

- Energetische Fachplanung und Baubegleitung: 50 %
- Effizienzgebäude Denkmal: 5 %
- Effizienzgebäude 85: fehlt, für NWG nicht vorgesehen
- Effizienzgebäude 70: 10 %
- Effizienzgebäude 55: 15 %
- Effizienzgebäude 40: 20 %
- EE-Klasse (auch NH-Klasse bei NWG): + 5 %
- WG: NH-Klasse nicht möglich
- NWG: Förderkombi von EE- und NH-Klasse nicht möglich
- Worst Performing Building-Bonus: plus 5 %, wenn diese auf das Niveau EG 40 oder EG 55 saniert werden. Dieser ist mit der EE- und NH-Klasse kumulierbar
- Max. Zinsvergünstigung von 15 % in allen Effizienzstufen

Es sind folgende Maßnahmen förderfähig, sofern sie zur Erreichung eines der oben genannten Effizienzhausniveaus beitragen:

- Gebäudehülle
- Anlagentechnik (außer Heizung)
- Heizungsanlagen
- Heizungsoptimierung

Besonderheiten bei Baudenkmalen

Bei der Sanierung von Denkmalen ist die Einbindung eines Energieeffizienzexperten Pflicht, der unter speziell als Sachverständiger der Kategorie „Energieeffizient Sanieren – Nichtwohngebäude Denkmal“ zugelassen ist. Darüber hinaus bedarf es der Genehmigung der Denkmalschutzbehörde oder einer sonstigen zuständigen Behörde.

Bei NWG: Es werden Neubauten nur noch als Effizienzgebäude 40 Nachhaltigkeit (NH) mit dem „Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude“ (QNG) gefördert.

Sowohl im Neubau als auch in der Sanierung werden nur Wärmeerzeuger auf Basis Erneuerbarer Energien gefördert. Mit fossilem Gas betriebene Wärmeerzeuger sowie dazugehörige Umfeldmaßnahmen sind nicht förderfähig.

Förderung Einzelmaßnahmen

Einzelmaßnahme	Fördersatz	Bonus mit individuellen Sanierungsfahrplan	Bonus Feinstaub (max. 2,5 mg/m ³)	Bonus Wärmepumpe
Solarthermie	30 %			
Biomasse ¹⁾	30 %		5 %	
Wärmepumpe	30 %			5 %
Innovative Heizungstechnik (auf Basis EE)	30 %			
Errichtung, Umbau, Erweiterung Gebäudenetz	30 %		5 %	5 %
Gebäudenetzanschluss	30 %			
Wärmenetzanschluss	30 %			
Gebäudehülle	15 %	5 %		
Anlagentechnik (Lüftungsanlagen, Smart Home, Raumkühlung)	15 %	5 %		
Heizungsoptimierung	15 %	5 %		

¹⁾ Um den Bonus für eine neue Biomasseheizung zu bekommen, muss diese mit einer Solarthermieanlage, einer Photovoltaikanlage zur Warmwasserbereitung oder einer Warmwasserwärmepumpe ergänzt werden.

Im Rahmen der BEG EM sind Einzelmaßnahmen in Bestandsgebäuden für Wohngebäude und Nichtwohngebäude förderfähig. Das zu sanierende Gebäude muss zur Antragstellung mindestens fünf Jahre alt sein (Bestandsgebäude). Zur Heizungsoptimierung müssen Anlagen zwei Jahre alt sein. In Wohn- und Nichtwohngebäuden werden Maßnahmen an der Gebäudehülle, Anlagentechnik (außer Heizung), Heizungsanlagen, Heizungsoptimierung und Baubegleitung gefördert.

Die Fördersätze in der BEG EM betragen:

- Die Fachplanung und Baubegleitung beträgt in allen Programmteilen 50 %
- Das förderfähige Mindestinvestitionsvolumen liegt für Einzelmaßnahmen nach Nummer 5.1 bis 5.3 bei jeweils 2.000 Euro (brutto) und nach Nummer 5.4 – Heizungsoptimierung – bei 300 Euro (brutto).

Höchstgrenzen förderfähiger Kosten von Einzelmaßnahmen (pro Antrag und Kalenderjahr)

Einzelmaßnahmen an Wohngebäuden (WG)

Sanierungsmaßnahmen

bis 60.000 € / WE

Fachplanung und Baubegleitung

bis 20.000 € / Gebäude
bei Ein- und Zweifamilienhäusern: bis zu 5.000 €
ab 3 WE: bis 2.000 € / WE

Einzelmaßnahmen an Nichtwohngebäuden (NWG)

bis 5 Mio. € / Gebäude
bis 1.000 € / m² Nettogrundfläche

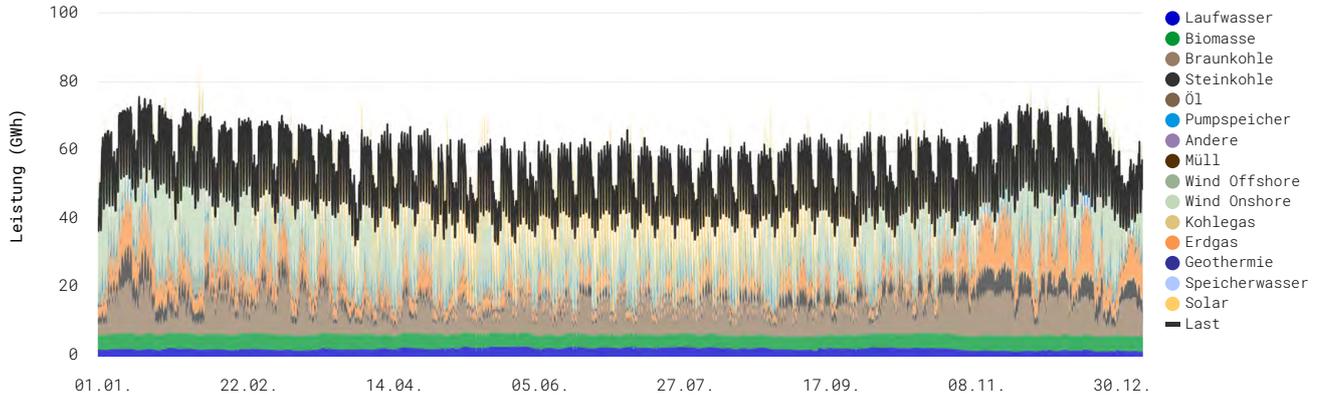
bis 20.000 € / Gebäude
bis 5 € / m² Nettogrundfläche

HINTERGRUND ZU DEN GRAFIKEN

Hier bilden wir ausgewählte Grafiken zur Stromproduktion in Deutschland ab, die das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme auf der Webpräsenz Energy Charts zur Verfügung stellt (energy-charts.info). Es handelt sich jeweils um interaktive Grafiken, die Sie dort selbst konfigurieren können, etwa nach Leistung, Preisen oder Emissionen.

Die Stromwirtschaft rechnet mit Nettogrößen, etwa für den Stromhandel oder die Netzauslastung, deshalb geben wir hier die Nettostromerzeugung an. Das ist die Strommenge, die in das Netz eingespeist wird – die Differenz zwischen der Bruttostromerzeugung in den Kraftwerken und dem dortigen Eigenverbrauch.

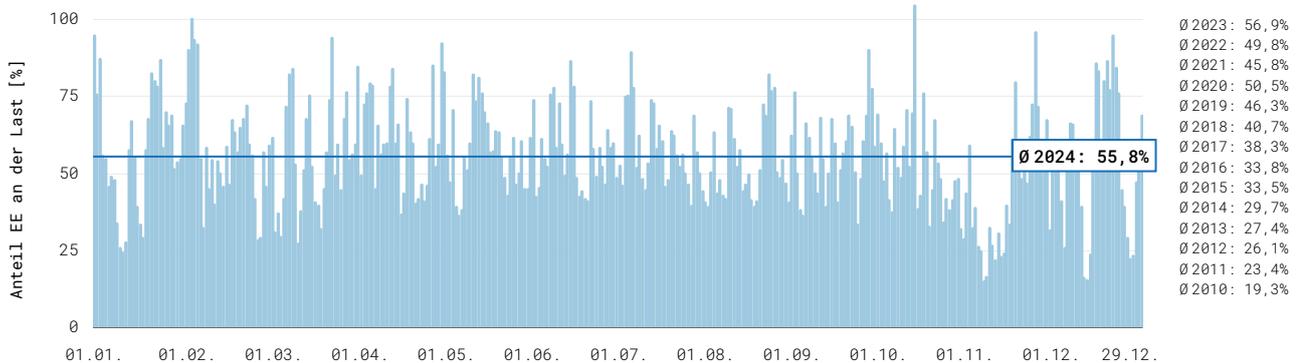
ÖFFENTLICHE NETTOSTROMERZEUGUNG IN DEUTSCHLAND 2024



Datenquelle: ENTSO-E, AGEE-Stat, Destatis, Fraunhofer ISE, AG Energiebilanzen; Letztes Update: 16.02.2025, 05:58 MEZ

Datenquelle: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE (energy-charts.info)

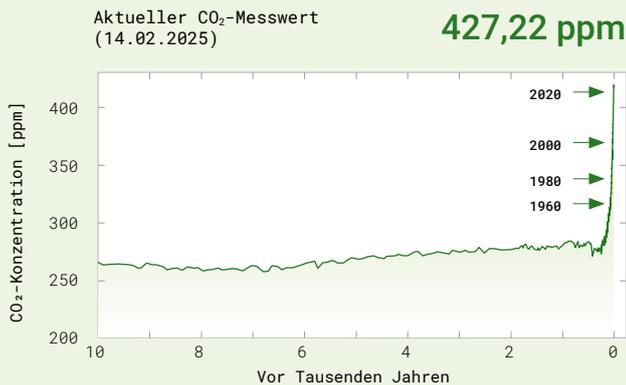
TÄGLICHER ANTEIL ERNEUERBARER ENERGIEN AN DER STROMERZEUGUNG IN DEUTSCHLAND 2024



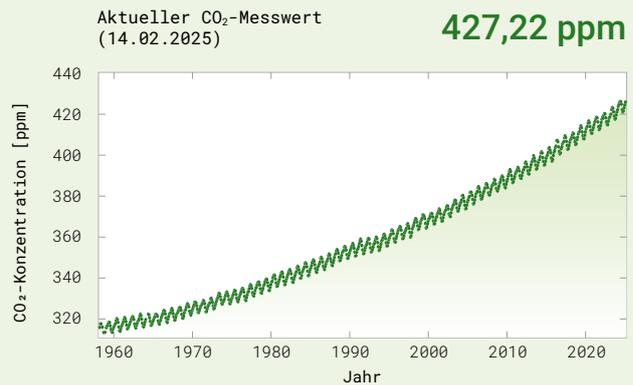
Datenquelle: ENTSO-E, AGEE-Stat, Destatis, Fraunhofer ISE, AG Energiebilanzen; Letztes Update: 15.02.2025, 08:04 MEZ

Datenquelle: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE (energy-charts.info)

CO₂-GEHALT DER LUFT ÜBER DIE LETZTEN 10.000 JAHRE
SEIT 1958 DIREKTE ATMOSPHERISCHE AUFZEICHNUNG (MAUNA LOA)
VOR 1958 DATEN AUS EISBOHRKERNEN



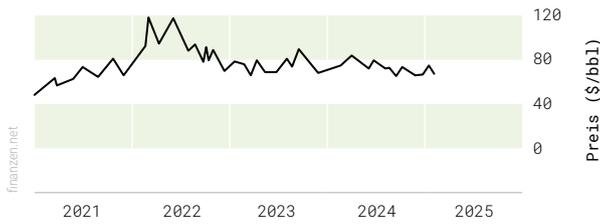
CO₂-GEHALT DER LUFT SEIT BEGINN DER MESSUNGEN
SEIT 1958 DIREKTE ATMOSPHERISCHE AUFZEICHNUNG (MAUNA LOA)



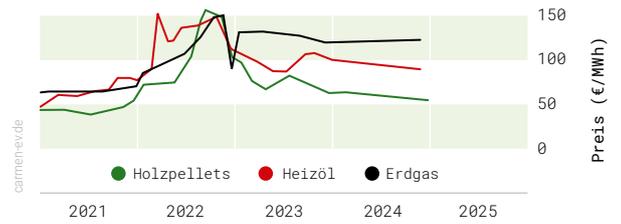
Quelle: Scripps Institution of Oceanography, UC San Diego (keelingcurve.ucsd.edu)

Stand: 12.02.2025

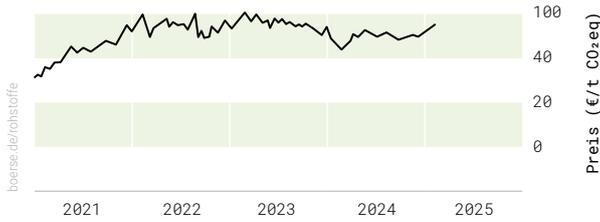
ÖLPREISENTWICKLUNG
WELTMARKT



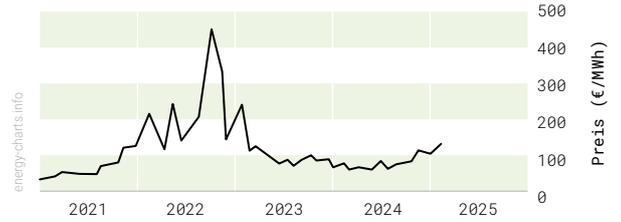
HOLZPELLETS, HEIZÖL, ERDGAS
PREISENTWICKLUNG IM VERGLEICH



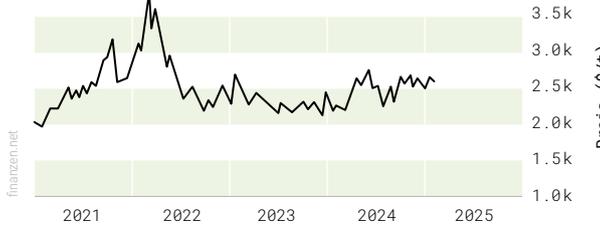
CO₂-EMISSIONSRECHTE
PREISENTWICKLUNG



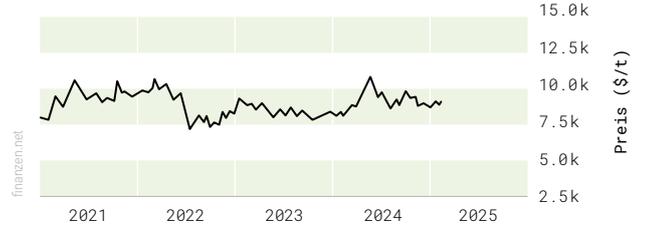
BÖRSENSTROM
PREISENTWICKLUNG IN DEUTSCHLAND



ALUMINIUMPREIS
WELTMARKT



KUPFERPREIS
WELTMARKT



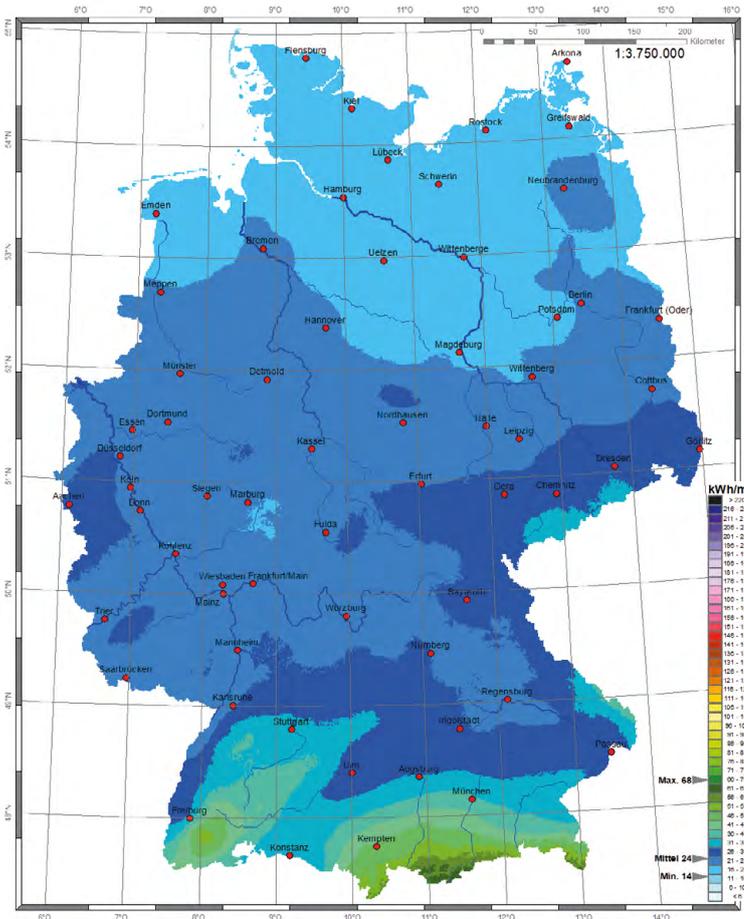
ENERGIEKOSTEN DER PRIVATEN HAUSHALTE
ENERGIEDATEN DES BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Energiekosten aller privaten Haushalte in Mio. €														
•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
Energiekosten ohne Kraftstoffe	52.033	63.738	59.361	65.220	64.313	69.881	75.750	67.288	66.492	66.100	66.874	68.028	71.755	69.852
•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
Gesamte Energiekosten	94.451	108.416	98.805	108.864	113.343	120.494	124.703	114.892	109.331	106.397	110.343	115.082	118.413	105.865
Jährliche Ausgaben für Energie pro Haushalt in €														
•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
Ausgaben für Energie ohne Kraftstoffe	1.310	1.590	1.477	1.618	1.590	1.760	1.908	1.673	1.631	1.614	1.619	1.644	1.729	1.678
•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
Ausgaben für Energie insgesamt	2.378	2.705	2.459	2.701	2.803	3.035	3.141	2.856	2.681	2.598	2.671	2.781	2.853	2.543
jährliche Ausgaben für Wärme pro m ² Wohnfläche in €	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 €	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	
Monatliche Ausgaben für Energie pro Haushalt in €														
•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
Ausgaben für Energie ohne Kraftstoffe	109	133	123	135	133	147	159	139	136	134	135	137	144	140
•Kraftstoffe	89	93	82	90	101	106	103	99	88	82	88	95	94	72
Ausgaben für Energie insgesamt	198	225	205	225	234	253	262	238	223	216	223	232	238	212
Private Konsumausgaben aller Haushalte in Mrd. €	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
Anteil aller Ausgaben privater Haushalte für Energie an gesamten privaten Konsumausgaben in %	7,0	7,9	7,2	7,7	7,7	8,0	8,1	7,3	6,8	6,4	6,5	6,6	6,6	6,2

Quellen: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Arbeitsgemeinschaft Energieblanzen, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Statistisches Bundesamt, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft – Propektgruppe „Nutzenergiebilanzieren“ (letzte Änderung: 16.09.2021)

GLOBALSTRAHLUNG – NOVEMBER 2024

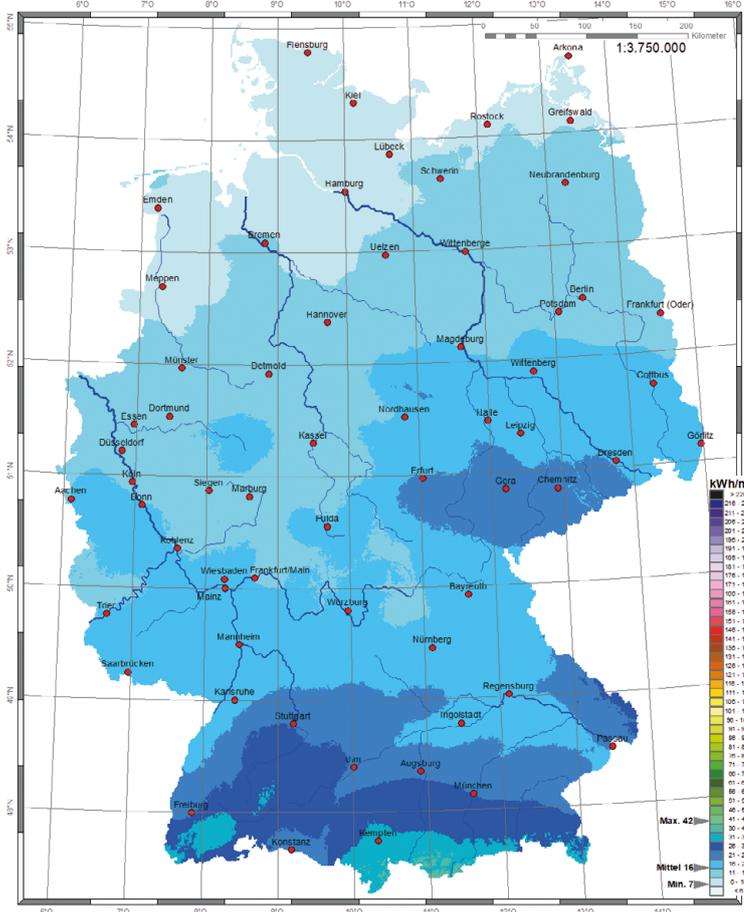
Monatssummen in kWh/m²



Aachen	25	Lübeck	17
Augsburg	29	Magdeburg	20
Berlin	20	Mainz	21
Bonn	23	Mannheim	25
Braunschweig	19	München	37
Bremen	21	Münster	23
Chemnitz	29	Nürnberg	25
Cottbus	24	Oldenburg	19
Dortmund	22	Osnabrück	23
Dresden	28	Regensburg	24
Düsseldorf	24	Rostock	17
Eisenach	23	Saarbrücken	24
Erfurt	25	Siegen	22
Essen	24	Stralsund	18
Flensburg	16	Stuttgart	32
Frankfurt a.M.	21	Trier	22
Freiburg	29	Ulm	28
Giessen	20	Wilhelmshaven	18
Göttingen	21	Würzburg	22
Hamburg	17	Lüdenscheid	23
Hannover	21	Bocholt	24
Heidelberg	25	List auf Sylt	15
Hof	28	Schleswig	15
Kaiserslautern	23	Lippspringe, Bad	22
Karlsruhe	24	Braunlage	26
Kassel	21	Coburg	23
Kiel	16	Weissenburg	26
Koblenz	20	Weihenstephan	29
Köln	24	Harzgerode	24
Konstanz	31	Weimar	25
Leipzig	22	Bochum	23

GLOBALSTRAHLUNG – DEZEMBER 2024

Monatssummen in kWh/m²



Aachen	15	Lübeck	10
Augsburg	22	Magdeburg	15
Berlin	14	Mainz	16
Bonn	15	Mannheim	17
Braunschweig	13	München	25
Bremen	11	Münster	11
Chemnitz	21	Nürnberg	17
Cottbus	16	Oldenburg	10
Dortmund	13	Osnabrück	10
Dresden	19	Regensburg	18
Düsseldorf	13	Rostock	9
Eisenach	15	Saarbrücken	17
Erfurt	20	Siegen	13
Essen	13	Stralsund	10
Flensburg	7	Stuttgart	24
Frankfurt a.M.	15	Trier	15
Freiburg	22	Ulm	25
Giessen	13	Wilhelmshaven	9
Göttingen	14	Würzburg	15
Hamburg	9	Lüdenscheid	14
Hannover	11	Bocholt	11
Heidelberg	17	List auf Sylt	7
Hof	19	Schleswig	8
Kaiserslautern	17	Lippspringe, Bad	11
Karlsruhe	18	Braunlage	17
Kassel	13	Coburg	16
Kiel	8	Weissenburg	21
Koblenz	15	Weihenstephan	21
Köln	14	Harzgerode	19
Konstanz	23	Weimar	20
Leipzig	18	Bochum	13

Quellen:



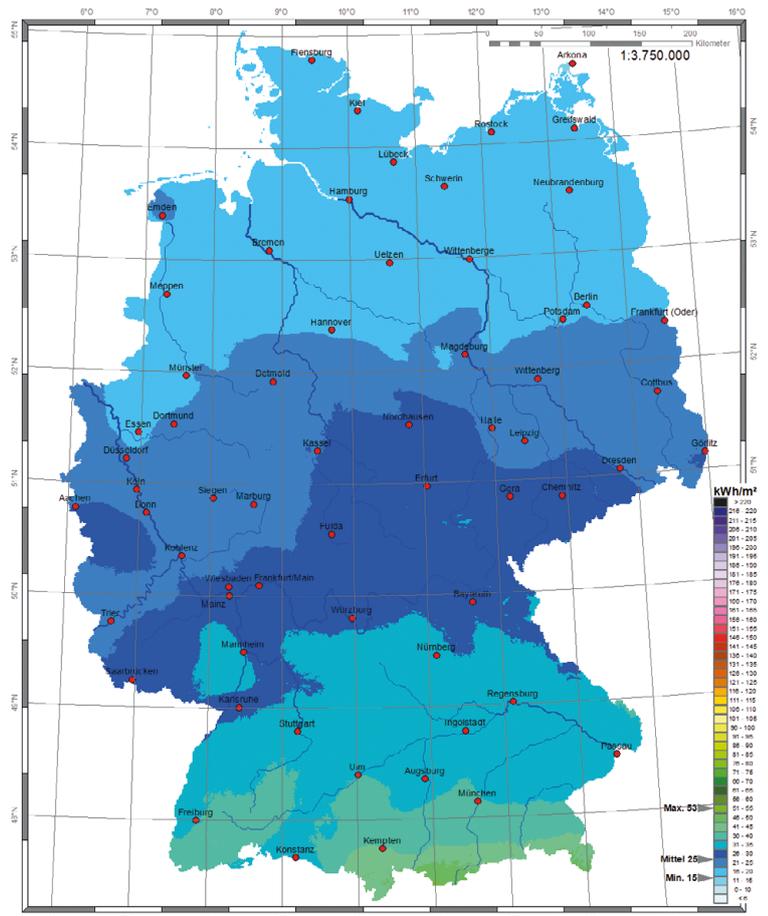
Deutscher Wetterdienst
Klima- und Umweltberatung, Hamburg
Email: strahlung.hamburg@dwd.de



GLOBALSTRAHLUNG – JANUAR 2025

Monatssummen in kWh/m²

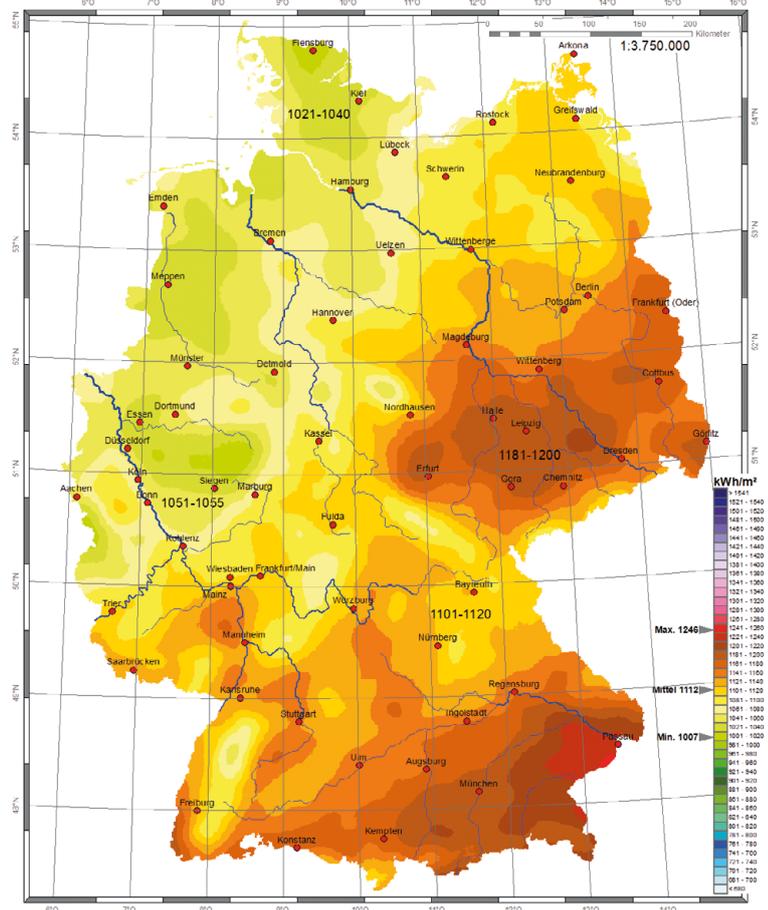
Aachen	25	Lübeck	18
Augsburg	33	Magdeburg	20
Berlin	20	Mainz	26
Bonn	24	Mannheim	30
Braunschweig	19	München	36
Bremen	18	Münster	20
Chemnitz	27	Nürnberg	32
Cottbus	24	Oldenburg	18
Dortmund	21	Osnabrück	20
Dresden	24	Regensburg	31
Düsseldorf	20	Rostock	17
Eisenach	28	Saarbrücken	29
Erfurt	28	Siegen	22
Essen	19	Stralsund	17
Flensburg	16	Stuttgart	32
Frankfurt a.M.	26	Trier	22
Freiburg	33	Ulm	35
Giessen	23	Wilhelmshaven	19
Göttingen	26	Würzburg	29
Hamburg	19	Lüdenscheid	22
Hannover	18	Bocholt	20
Heidelberg	29	List auf Sylt	17
Hof	29	Schleswig	18
Kaiserslautern	29	Lippspringe, Bad	21
Karlsruhe	29	Braunlage	24
Kassel	25	Coburg	27
Kiel	17	Weissenburg	33
Koblenz	23	Weihenstephan	34
Köln	23	Harzgerode	27
Konstanz	32	Weimar	28
Leipzig	23	Bochum	21



GLOBALSTRAHLUNG – 2024

Jahressummen in kWh/m²

Aachen	1051	Lübeck	1071
Augsburg	1161	Magdeburg	1157
Berlin	1134	Mainz	1118
Bonn	1065	Mannheim	1122
Braunschweig	1100	München	1185
Bremen	1065	Münster	1056
Chemnitz	1167	Nürnberg	1125
Cottbus	1179	Oldenburg	1040
Dortmund	1054	Osnabrück	1035
Dresden	1166	Regensburg	1155
Düsseldorf	1040	Rostock	1078
Eisenach	1126	Saarbrücken	1125
Erfurt	1184	Siegen	1035
Essen	1020	Stralsund	1107
Flensburg	1009	Stuttgart	1144
Frankfurt a.M.	1110	Trier	1109
Freiburg	1129	Ulm	1149
Giessen	1096	Wilhelmshaven	1038
Göttingen	1100	Würzburg	1124
Hamburg	1043	Lüdenscheid	1028
Hannover	1074	Bocholt	1061
Heidelberg	1106	List auf Sylt	1048
Hof	1125	Schleswig	1024
Kaiserslautern	1120	Lippspringe, Bad	1041
Karlsruhe	1137	Braunlage	1060
Kassel	1090	Coburg	1116
Kiel	1036	Weissenburg	1138
Koblenz	1080	Weihenstephan	1174
Köln	1067	Harzgerode	1137
Konstanz	1166	Weimar	1170
Leipzig	1196	Bochum	1043



Quellen:



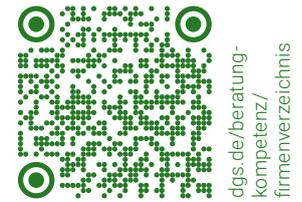
Deutscher Wetterdienst
Klima und Umweltbeobachtung, Hamburg
Email: strahlung.hamburg@dwd.de



Informationen zu unseren Mitgliedern

Herzlich willkommen, neue Mitglieder! Wir freuen uns, weitere Mitglieder in unserem Solarverband zu begrüßen. Gemeinsam gestalten wir die Zukunft und setzen Maßstä-

be für die Energiewende. Die DGS e.V. hat Pionierarbeit geleistet für die Solarbranche und geht neue Wege. Lasst uns zusammen Großes erreichen!



zum DGS Firmen-
verzeichnis
Bitte scannen!

Unsere Neumitglieder von November 2024 bis Januar 2025

Neben **13 Personenmitgliedern** begrüßt die DGS e.V. folgende Unternehmen als ihre neuen Mitglieder:

ahc Sachverständigenbüro für Photovoltaik, 50859 Köln	ahc-sachverstaendige.de
AK-Solar GmbH, 76768 Berg	ak-solar.de
Becke Elektrotechnik, 99628 Buttstädt OT Ellersleben	becke-elektro.de
Clean-E Solartechnik GmbH, 42855 Remscheid	clean-e.de
Clemens Montage und Solartechnik, 67578 Gimbshheim	clemens-montage.de
Creaton WattWerk GmbH, 86637 Wertingen	creaton.de
EcoSunConsulting GmbH, 14943 Luckenwalde	ecosun-consulting.de
Elektro Gaßlbauer GmbH, 84571 Reischach	lektro-gasslbauer.de
ELEKTROKASS GmbH & Co. KG, 46325 Borken	elektrokass.de
Elektrotechnik Weber + Horbach GmbH, 67435 Neustadt/Wstr.	weber-horbach.de
Elektrotechnik Zapp, 54552 Trittscheid	elektrotechnik-zapp.de
Energie-Kraft Süd GmbH & Co. KG, 83404 Ainring	energie-kraft.de
Epcom GmbH, 14979Großbeeren	epcom-solar.eu
Fende & Lotter Solarbau GbR, 90587 Obermichelbach	fl-solar.de
Fränkische Verlagsanstalt und Buchdruckerei GmbH, 90459 Nürnberg	fraenkische-verlagsanstalt.de
GPC-solar GmbH, 39179 Barleben	gpc-solar.de
Hauptstadtstrom GmbH, 12059 Berlin	hauptstadtstrom.de
INNVOLT GmbH & Co. KG, 94036 Passau	innvolt.de
Krull Elektrotechnik GmbH, 26632 Ihlow	krull-elektrotechnik.de
Montageteam Westmünsterland GmbH & Co. KG, 46414 Rhede	mtw-ecoplan.de
RE Joule GmbH, 10827 Berlin	vrey.io
Solarexperten Bayern GmbH, 85774 Unterföhring	solarexpertenbayern.de
sonne.sh GmbH, 24782 Büdelsdorf	sonne.sh
TREAGLE Bau GmbH, 14979 Großbeeren	treagle-bau.de
Uli Kaiser Elektrotechnik, 56422 Wirges	ulikaiserelektrotechnik.de

 **Savosolar**
Namen ändern sich
Lösungen bleiben

**Freiflächen-
Solarthermie**

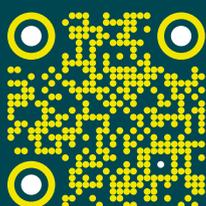
Großwärmepumpen
Wärmespeicher + PV

M. 0174-8159046
Torsten.Luetten@meriaura.com
meriauraenergy.com

 **MERIAURA
ENERGY**



dgs-solarschulen.de



Seit
30 Jahren
bilden wir Ihre
Fachkräfte
weiter

Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.

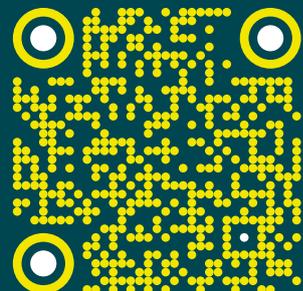


7. bis 9. Mai 2025
Messe München

**Besucht
uns auf der
Intersolar-
Messe**

**DGS-Messe-Stand
A4.660**

Fachvorträge der DGS im Intersolar Forum
09. Mai 2025, 10:30 Uhr bis 12:00 Uhr
Auch dieses Jahr gibt es **Freikarten** für DGS-Mitglieder.
Details folgen per E-Mail.



dgs.de/mitmachen/mitglied-werden



Deutsche
Gesellschaft
Sonnenenergie

**Jetzt noch schnell
Mitglied werden!**



07.–09.
MAI
2025

MESSE MÜNCHEN

Die weltweit führende Fachmesse für die Solarwirtschaft

- **Connecting Solar Business:** internationale Märkte, neue Geschäftsmodelle, bahnbrechende Technologien und Trends
- **Innovationen hautnah erleben:** von Solarzellen und Modulen über Wechselrichter bis hin zu Montagesystemen
- **Am Wachstum teilhaben:** mit dem dynamischen PV-Markt Schritt halten und profitieren
- **Branchentreffpunkt:** 110.000+ Energieexperten und 3.000+ Aussteller auf vier parallelen Fachmessen