

**pvmagazine**  
PHOTOVOLTAIK. MÄRKTE & TECHNOLOGIE

85308

März 2022

# Trends bei Groß- und Gewerbespeichern

Marktübersicht | Dekarbonisierung im Gewerbe | Anlagenzertifikat  
Lade-Installation | PAN-Dateien und Ertragsprognose  
Stromsteuer-Nachforderung | Risiko Wärmepumpe? | pvmagazine highlights

# Technik weitergedacht

Die PRO-Serie jetzt auch  
im schlanken Format



**NEU**  
S10 E PRO  
COMPACT



**Einfach  
besser**



HagerEnergy GmbH  
Karlstraße 5  
D-49074 Osnabrück  
Tel. +49 541 760 268 0  
Fax +49 541 760 268 199  
info@e3dc.com  
e3dc.com

# Designed to perform.



## Fronius Tauro & Tauro ECO

Maximale Flexibilität im Anlagendesign bei minimalen betrieblichen Gesamtsystemkosten: Mit dem robusten Wechselrichter Fronius Tauro können PV-Großanlagen noch wirtschaftlicher betrieben werden. **Fronius Tauro. Designed to perform.**



Liebe Leserin, lieber Leser,

das Potenzial in Gewerbe und Industrie ist riesig – für Photovoltaikanlagen, Batteriespeicher und die Einbindung von Elektroautoflotten. Umso wichtiger ist es, dass dieses Potenzial endlich gehoben wird.

An den Herstellern und Dienstleistern dürfte es jedenfalls nicht scheitern, wie die Marktübersicht für Groß- und Gewerbespeicher zeigt. Angesichts von über 170 Produkten und Dienstleistungen werfen wir einen Blick auf die technischen Entwicklungen und die Evolution der Geschäftsmodelle (Seite 18). Trotz der vielen Hersteller und Dienstleister, die sich in Stellung gebracht haben, muss sich der Gewerbespeichermarkt jedoch erst noch entwickeln und der Markt der gewerblichen Photovoltaikanlagen erholen. Das zeigt die Analyse der RWTH-Forscher um Jan Figgner (Seite 38). Sie blicken jedoch trotz aller Hemmnisse vorsichtig optimistisch in die Zukunft.

Neben den Restriktionen für Dachanlagen ab 300 Kilowatt ist das Anlagenzertifikat, das bei Photovoltaikanlagen größer 135 Kilowatt nötig ist, ein Grund für den verhaltenen Zubau gewerblicher Anlagen im letzten Jahr. Auf der einen Seite sind die Wartelisten bei den Zertifizierern lang. Auf der anderen Seite klagen diese darüber, dass der Prozess von Projektentwicklern teilweise nur schlecht vorbereitet wird. Dabei gibt es konstruktive Vorschläge für Lösungen, bei denen allerdings auch die Politik gefragt ist (Seite 44).

Wenn die Politik an dieser und an anderer Stelle ihre Hausaufgaben macht, dürfte der sich Markt für gewerbliche Photovoltaik- und Speichersysteme jedenfalls gut entwickeln. Dabei hilft auch, dass sich „Dekarbonisierung“ gerade als neues Modewort der Industrie etabliert. Viele Unternehmen haben bereits verstanden, dass sie jetzt handeln müssen, um ihren Kohlendioxid-Fußabdruck auf Netto-Null zu bringen. Die Aufgabe auf die lange Bank zu schieben, die weit mehr ist als die Installation einer Photovoltaikanlage und sechs „Scopes“ umfasst, kann teuer werden (Seite 50). Und wer derzeit die Investition nicht aufbringen kann, kann auch als Gewerbebetrieb auf verschiedene „Energy-as-a-Service“-Angebote zurückgreifen. Das ist durchaus auch ein interessantes Geschäftsmodell für Solarunternehmen (Seite 55).

Foto: pv magazine/Thomas Beetz



Das gilt gleichermaßen in Bezug auf die Installation der Ladeinfrastruktur. Für viele Solarbetriebe ist das ein neues Feld, in das sie sich erst einarbeiten müssen. Wir berichten daher am Beispiel eines großen Berliner Gewerbehofs, worauf man als Planer und Installateur achten sollte (Seite 60), und stellen einen Installations-Pionier vor, der seinen Weg in die Elektromobilität beschreibt (Seite 63).

So wie die Politik gefragt ist, um die Anforderungen für das Anlagenzertifikat beherrschbar zu machen, so ist sie auch gefragt, um das Bürokratiemonster Stromsteuer auf den Selbstverbrauch zu beseitigen, das man nur als Schildbürgerstreich bezeichnen kann. Die meisten Anlagenbetreiber können im Prinzip darum herumkommen (Seite 68), aber das ist mit erheblichem Aufwand verbunden. In der Hoffnung, dass das von Bundesklimaschutzminister Robert Habeck angekündigte „Osterpaket“ mit „Photovoltaik-Booster“ auch die bürokratischen Bremsen beseitigt, wünsche ich Ihnen eine spannende Lektüre.

Ihr  
Michael Fuhs  
(Chefredakteur)



## Panorama

- 6 Power-Outfit für Bürogebäude**  
pv magazine highlight: Fraunhofer-Institute haben ein Fassadenmodul entwickelt, das Räume lüftet, dämmt, heizt, kühlt und auch noch Strom produziert.
- 10 30 Minuten statt drei Stunden**  
pv magazine spotlight: Der Konfigurator von Noocoon hilft Installateuren bei der Planung der Gebäudeautomation und der Photovoltaikanlage.
- 12 Täglich im neuen Look**  
Freuen Sie sich auf ein frisches Design und mehr Funktionalitäten unserer pv-magazine-Webseiten.
- 14 Steuersprechstunde**  
Können zwei Anlagen auf einem Hausdach von zwei verschiedenen Leuten betrieben werden, die als Ehepaar das Haus bewohnen? Gilt man als Betreiber als Unternehmer?

## Gewerbeanlagen

- 18 Anbieter bringen sich in Stellung**  
Trends bei Produkten und Dienstleistungen für den Groß- und Gewerbespeichermarkt. Eine Orientierungshilfe.
- 34 Marktübersicht große Batteriespeicher**  
Sie finden in der Übersicht 173 Produkte oder Dienstleistungen von 52 Anbietern. Sie hilft beim Surfen durch unsere noch umfangreichere Online-Datenbank.
- 38 Rekordjahr für Gewerbespeicher**  
Warum der Markt trotz Rekords schwächelte, wie es um den Photovoltaik-Gewerbeanlagenmarkt steht und warum vorsichtiger Optimismus angebracht ist.
- 44 Anlagenzertifikat – was tun?**  
Der Ärger über die Anforderungen der TAR VDE 4110 hat einen neuen Höhepunkt erreicht. Was ist wirklich die Ursache und wie lassen sich Verzögerungen beim Netzanschluss vermeiden?
- 48 Größer denken, kleiner auslegen**  
Julia Badeda von Abo Wind über Solar-Wind-Hybridkraftwerke mit Batteriespeichern und was für den Netzanschluss geklärt werden muss.



BATTERY  
BOX



# DIE BATTERIE.

## **DIE BATTERIE. Sichere und saubere Energie – immer und überall.**

Unsere Expertise in allen Bereichen der Entwicklung und Fertigung von Batterien mit mehr als 7 Jahren Erfahrung sowie rund 220.000 installierte Speicherlösungen in aller Welt sind der Beleg für die Zuverlässigkeit der Produkte von BYD.

## **DIE BATTERIE. Vom Pionier und Marktführer modular aufgebauter Plug-and-Play-Batterien für Speichersysteme im Eigenheimbereich.**

Mit den hochkompatiblen, kobaltfreien und flexibel erweiterbaren Speichern unserer Battery-Box Serie können sich die Nutzer selbst erzeugter Solarenergie weltweit auf das Know-how eines echten Batterie-Spezialisten verlassen.



**BATTERY-BOX  
PREMIUM LVL**  
15,4 kWh  
für Systeme  
bis 983 kWh



**BATTERY-BOX  
PREMIUM LVS**  
4,0 – 24,0 kWh  
für Systeme  
bis 256 kWh



**BATTERY-BOX  
PREMIUM HVS**  
5,1 – 12,8 kWh  
für Systeme  
bis 38,4 kWh



**BATTERY-BOX  
PREMIUM HVM**  
8,3 – 22,1 kWh  
für Systeme  
bis 66,2 kWh



- 50 Dekarbonisierung im Gewerbe**  
**Aktiv zu Netto-Null**  
Unternehmen müssen ihre Emissionen dekarbonisieren. Ein Ansatz dafür bietet die Stromversorgung. Ein Überblick über die Aufgaben der Industrie.
- 55 Strom zur Untermiete**  
Gewerbebetriebe können der Solarpflicht und den hohen Stromkosten auch mit Mietmodellen oder Contracting begegnen.
- 58 Heiße Themen**  
Die pv magazine Roundtables Europe im Juni nehmen die Dekarbonisierung Europas in den Blick. Was alles geplant ist.
- 60 Ladesäulen fürs Berliner Gewerbe**  
Was Investoren und Installateure bei der Planung der Ladeinfrastruktur beachten sollten, zeigt der Besuch vor Ort bei einem Gewerbehof.
- 63 Elektrifizierender Installationsbetrieb**  
Schneider Solar installiert Ladestationen für Unternehmen und bietet dazu noch Ladekarten und Abrechnungssoftware an.
- 66 Wasserstoff und Wärmepumpe**  
Was die günstigste Variante für eine klimaneutrale Heizung in einem Wohnkomplex ist, erklärt Lennart Lohaus.
- Betrieb und Wartung**
- 68 Wer muss reagieren und zahlen?**  
Seit Hauptzollämter Zahlungsaufforderungen verschicken, haben Betreiber ein neues Thema: Stromsteuer auf den Selbstverbrauch von Photovoltaikanlagen.
- 74 Post vom Zollamt**  
Steuersprechstunde: Wie Betreiber kleiner Anlagen auf Schreiben zur Stromsteuer reagieren sollten.
- Installation**
- 76 Soziale Wärme**  
Eine Baugenossenschaft plant mit Wärmepumpen im Bestand und will die Warmmiete stabil halten.
- 79 Unterm Damoklesschwert**  
Wenn Wärmepumpen nicht die Erwartungen der Endkunden erfüllen, droht Fachplanern und Installateuren Ungemach.
- 82 Serie Elektromobilität-Installation**  
Was es im Zählerschrank bei der Installation einer Wallbox zu beachten gibt.
- 84 Unsicherheit bei Ertragsprognosen**  
Wirtschaftlichkeitsprüfungen für Freiflächenanlagen sind oft zu optimistisch. Ein Grund dafür kann die Handhabung der PAN-Dateien sein, die das Schwachlichtverhalten der Module beschreiben.
- 89 Feste Verbindung auf losem Grund**  
Cedrik Zapfe von Schletter erklärt, wie man das richtige Fundament bei schwierigen Bodenverhältnissen findet.
- 92 Produkte**  
Module, Montage, Wechselrichter, Speicher, Software, Elektromobilität
- 95 Inserentenliste**
- 96 Impressum**

# Zukunftssichere Battery Ready PV-Lösung

## Alle Leistungsklassen, Gesamtsystemgarantie

- 2x Power Battery Ready
- DC/AC-Verhältnis von bis zu 2.0
- Aktive Sicherheit mit Fehlerlichtbogenschutz
- Modulares Batteriedesign
- Erhöhte Sicherheit durch LFP-Technologie



MIN 2,5-6KTL-XH; MOD 3-10KTL3-XH; ARK XH Batteriesystem



🔍 Growatt New Energy

**Growatt New Energy GmbH**

[www.growatt.de.com](http://www.growatt.de.com) | [info@ginverter.com](mailto:info@ginverter.com)

**Support** +49 6172 2675500

**Service**  [service.de@growatt.com](mailto:service.de@growatt.com)

# Power-Outfit für Bürogebäude

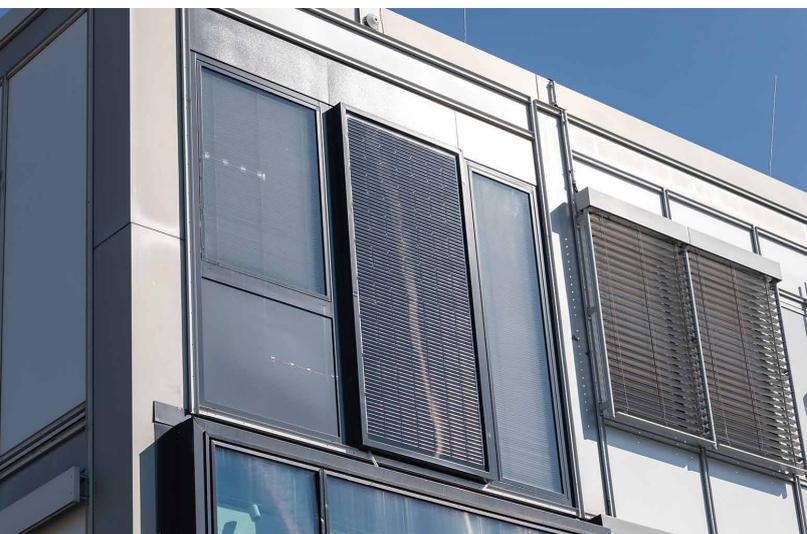


**pv magazine highlight:** Eine Fassade, die nicht nur dämmt, sondern auch Strom erzeugt, Innenräume heizt, kühlt und lüftet haben Forscher von zwei Fraunhofer-Instituten entwickelt. Nach einem Jahr voller Tests ist sie nun auf dem Weg zur Serienreife.

Bei vielen alten Bürogebäuden in Skelettbauweise steht dringend eine Sanierung an. Denn sie sind oft gar nicht oder nur unzureichend gedämmt. Eine übliche Methode ist es, die alten baufälligen Fassadenteile abzumontieren und durch neue, vorgefertigte Fassadenelemente zu ersetzen. Diese neuen Teile entsprechen dann nicht nur den heutigen Effizienzanforderungen, sondern werten das Gebäude auch optisch auf. Künftig könnten sie aber auch noch wichtige Funktionen der Haustechnik mit übernehmen und das Gebäude obendrein in ein Photovoltaik-Kraftwerk verwandeln.

Wie das geht, demonstriert derzeit eine Forschungsgruppe der Fraunhofer-Institute für Bauphysik IBP und für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik IEE gemeinsam mit Industriepartnern an der Südfront der Versuchseinrichtung für Energetische und Raumklimatische Untersuchungen (VERU) in Holzkirchen. Hier haben sie einen Fassadenabschnitt gegen ein neuartiges Erneuerbare-Energien-Fassadenmodul getauscht. Dieses Wandelement enthält ein Photovoltaikmodul, Vakuumdämmelemente für den Wärmeschutz, eine flache Wärmepumpe und eine Lüftung mit Wärmetauscher. Dafür zeichnet die pv magazine Jury die Entwicklergruppe mit dem Prädikat „highlight top innovation“ aus.

Fotos: Fraunhofer



An einem Versuchsgebäude in Holzkirchen wird die Erneuerbare-Energien-Modulfassade derzeit getestet, vermessen und weiter optimiert.

Es kann mit den üblichen Modulelementen für Fenster und Wand kombiniert werden und erlaubt es, Gebäude in kurzer Zeit zu ertüchtigen und „energetisch zu aktivieren“, also auch zur Stromerzeugung zu nutzen. Jan Kaiser, Projektleiter und Wissenschaftler am Fraunhofer IEE erläutert die Idee und die Einsparmöglichkeiten: „Büro- und Verwaltungsgebäude ab den 50er- bis in die 90er-Jahre benötigen oft 140 bis 180 Kilowattstunden Wärme pro Quadratmeter und Jahr. Mit dem EE-Modul kann der Wärmebedarf auf etwa 30 Kilowattstunden gesenkt werden, wie das auch bei klassischen Sanierungen möglich ist.“ Durch den Einsatz der Wärmepumpe, die in der Fassade integriert ist, werde der Energieeinsatz aber noch auf ein Drittel reduziert. Zusätzlich lasse sich der Kühlbedarf von etwa zehn Kilowattstunden pro Jahr ebenfalls decken.

Die wichtigste Herausforderung für die Forscher war eine Luft-Luft-Wärmepumpe zu entwickeln, die, ähnlich wie bei Kühlschränken, sehr flach ist, mit wenig Platz auskommt und gut mit der Lüftung und der Photovoltaikproduktion harmoniert. Herausgekommen ist ein Modul mit 1,25 mal 3 Metern Kantenlänge und 30 Zentimetern Tiefe. Es ist also 3,75 Quadratmeter groß und orientiert sich an einem üblichen Achsraster. Solch ein Modul genüge, um einen dahinterliegenden Raum mit 24 Quadratmetern zu heizen, zu kühlen und zu lüften, so die Entwickler. Für größere Räume können dann zwei oder mehr Module eingesetzt werden.

**„Nach Schätzungen der Forscher gibt es etwa 170 Millionen Quadratmeter Büro- und Verwaltungsflächen in Gebäuden in Skelettbauweise.“**

## Flaches Klimagerät in der Außenhülle

Die Luft-Luft-Wärmepumpe besitzt nun 1,2 Kilowatt Wärmebeziehungsweise Kühlleistung bei einer elektrischen Leistungsaufnahme von etwa 400 Watt. Das Photovoltaik-Glas-Glas-Modul hat 580 Wattpeak Nominalleistung. Über einen



## highlights und spotlights

Preis für gute Ideen: In der März-Runde zeichnet pv magazine eine Einreichung als highlight top innovation und eine als spotlight aus. Mit spotlights wollen wir Produkte und Konzepte in Szene setzen, die aus Sicht der Juroren einen genaueren Blick lohnen und auf überzeugenden Ideen basieren. Das sagt die Jury:

### Fraunhofer IBP und IEE – Solar-Fassadenelement für Gewerbegebäude

Die Wärmewende im Gewerbe ist eine der großen Herausforderungen der Energiewende. Das standardisierte Fassadenelement kombiniert dabei die bessere Isolation mit einer Umstellung auf eine Wärmepumpenheizung und nutzt die Fassade zur Solarstromerzeugung. Damit enthält dieses Modul die Komponenten, die für eine erfolgreiche Dekarbonisierung und schnelle Umrüstung nötig sind. Mit Implenia und Lare sind Industriepartner an Bord, so dass eine Serienfertigung nach Abschluss der nächsten Tests realistisch erscheinen. Daher haben die Entwicklungsteams der beiden Institute nach Ansicht der Jury die Auszeichnung pv magazine highlight top innovation verdient.

### Noocoon – Effizienteres Arbeiten für Installateure

Dass Digitalisierung das Leben erleichtern kann, gilt auch für das lokale Handwerk. Wenn Installateuren gute Werkzeuge an die Hand gegeben werden, erlaubt ihnen das außerdem, mit den gleichen Mitarbeitern mehr Aufträge zu bearbeiten – besonders wichtig in Zeiten des Fachkräftemangels. Noocoon ist ein Konfigurationstool für Gebäudeautomation, Energietechnik und klassische Elektroinstallation. Wenn damit gelingt, den Planungsprozess für ein Angebot auf unter eine halbe Stunde zu reduzieren, ist es nach Ansicht der Jury definitiv einen Blick wert. Daher verleiht sie Noocoon das Prädikat pv magazine spotlight (Seite 10).

### Die Juroren

Volker Quaschnig ist Professor für regenerative Energiesysteme an der HTW Berlin. Hans Urban ist langjähriger Experte und Consultant für Photovoltaik, Speicher und E-Mobilität. Winfried Wahl leitet das Produktmanagement bei Longi Solar in Deutschland.

Mehr Infos, bisherige Preisträger und alles zur Bewerbung unter: [www.pv-magazine.de/highlights](http://www.pv-magazine.de/highlights)

Einsendeschluss für die nächste Runde: 31. März 2022

Anzeige

# Wir träumen nicht von der Zukunft. Wir schaffen sie.



## Werden Sie Teil eines engagierten Teams!

Energie ist unsere Leidenschaft: Ob in der Schweißtechnik, Solarenergie oder Batterieladetechnik - seit mehr als 75 Jahren erforscht und entwickelt Fronius Systeme zur Kontrolle und Steuerung elektrischer Energie.

Für den Privat- und Gewerbebereich entwickeln wir Lösungen und Technologien, um mit E-Auto, Wärmepumpe und Heizstab den Gesamtenergieverbrauch zu reduzieren und zusätzlich den verbleibenden Energiebedarf durch erneuerbaren Strom zu decken.

### Wir bieten:

- Unbefristete, sichere und moderne Arbeitsplätze in einem nachhaltigen Unternehmen
- Familiäres Betriebsklima
- Flexibles Arbeiten dank individueller Homeoffice-Möglichkeit
- Attraktive Vergütung / Urlaubs- & Weihnachtsgeld
- 30 Tage Jahresurlaub
- Gesundheitsförderung, Betriebliche Altersversorgung
- Jobfahrrad (E-Bike), Corporate Benefits
- Möglichkeit zur kontinuierlichen Weiterbildung

[www.fronius.de/karriere](http://www.fronius.de/karriere)



## Elektrotechniker Technischer Support (m/w/d)

### Ihre Aufgaben:

- System- und Fehleranalyse bei Fronius Produkten (überwiegend per Telefon und Mail)
- Beratung unserer Kunden von der Planung der PV-Anlage bis zur Inbetriebnahme
- Unterstützung der Installateure bei der Anbindung von Speichern, E-Ladesäulen und Heizsystemen an die PV-Anlage

### Ihr Profil:

- Elektrotechnische Ausbildung
- Gute PC- und Netzwerkkennnisse
- Gerne auch Quereinsteiger und Berufsstarter



Mehr erfahren & direkt bewerben:



## Panorama

im Luftspalt hinter dem Modulelement montierten Ventilator-konvektor entzieht die Außeneinheit der Wärmepumpe der Außenluft Wärme. Die Inneneinheit hebt die Temperatur an und gibt die Wärme, ebenfalls über den Ventilator-konvektor, als Heizwärme an den dahinterliegenden Raum ab. Für die Kühlung werde der Kreislauf umgekehrt. Eine integrierte dezentrale Lüftungstechnikeinheit regelt den Luftwechsel und die Wärmerückgewinnung. Wegen der gezielten Verschaltung von Luftklappen wird nur ein Ventilator benötigt, was den Stromverbrauch minimiert. Ein Lüftungsgerät wechselt dabei zyklisch zwischen Zu- und Abluftbetrieb.

**„Mit dem Modul kann der Wärmebedarf auf etwa 30 Kilowattstunden gesenkt werden.“**

Das Modul wird schon seit einem Jahr im Betrieb vermessen, mit zeitabhängig geregelten internen Wärme- und Feuchtequellen, die die Nutzer simulieren, wobei auch die Behaglichkeit ermittelt wird. Die Daten bestätigten eine direkte solare Deckung für den Energiebedarf der Technik von 30 Prozent, so IEE-Forscher Kaiser. Für die Zeit außerhalb der Sonnenstunden ist das Modul an die Steckdose angeschlossen. Dieser Stromanschluss sei auch für Elemente auf der Nordseite wichtig, die ohne Photovoltaik installiert würden.

Solch ein Modul spart aber nicht nur Energie. Es spart auch Platz, denn eine zentrale Heizungs- und Klimaanlage entfällt, genau wie Leitungen und Heizkörper. Gleichzeitig reduziert das Modul die Arbeitsschritte und die Dauer der Baumaßnahmen. Die Fassadenmodule werden in Zusammenarbeit mit der Fassadenfirma Implenia, der Lare Luft- und Kältetechnik und der Lüftungsfirma LTG entwickelt. Das Ziel ist, sie in einem Werk industriell vorzufertigen und dann sogar ohne den Einsatz von Gerüsten nur durch Hubsteiger oder einen Kran gegen die alten Fassadenteile auszuwechseln. Im Idealfall müsse das Büro nicht einmal freigeräumt werden. Ein weiterer Vorteil ist, dass die Dachfläche zunächst frei bleibt und mit weiterer Photovoltaikleistung ergänzt werden kann.

Das Marktpotenzial für diese Lösung ist enorm. Nach Schätzungen der Forscher gibt es etwa 170 Millionen Quadratmeter Büro- und Verwaltungsflächen in Gebäuden in Skelettbauweise. Außerdem eigne sich das Modul auch für den Neubau.

### Technik lässt sich von innen instandhalten

Bevor das Fassadenmodul in zwei bis drei Jahren bei Implenia, nach eigenen Angaben ein führender multinationaler Bau- und Immobiliendienstleister, in Serie gehen kann, sind noch kleinere Veränderungen geplant. So soll die Möglichkeit zur Wartung verbessert werden. Bisher ist zwar die gesamte Anlagen-



Innenansicht mit den verschiedenen Messeinrichtungen. Die Anordnung der Fenster-, Wand- und Technischelemente im Fassadenmodul ist modifizierbar und von der Größe des zu beheizenden Raums abhängig.

technik von innen erreichbar, künftig soll das gesamte Modul inklusive des Solarmoduls aber über Schienen in den Raum hineingezogen werden können, um mit geringem Aufwand auch ein defektes Photovoltaikmodul zu tauschen. Das Erneuerbare-Energien-Fassadenmodul besteht aus handelsüblichen Fassadenprofilen und hat somit eine Lebensdauer von 30 bis 40 Jahren. Für die Wärmepumpe rechnen die Forscher mit 20 Jahren Lebenszeit und die Photovoltaik wird mit 20 bis 30 Jahren veranschlagt.

**„Das Ziel ist, die Solar-Fassadenelemente durch Hubsteiger oder einen Kran gegen die alten Fassadenteile auszuwechseln.“**

Im nächsten Schritt soll ein größeres Bürogebäude komplett saniert werden, um den praktischen Einbau zu testen und gegebenenfalls zu optimieren. Bezüglich der Kosten sind die Wissenschaftler optimistisch, dass eine Sanierung mit der Erneuerbaren-Energien-Fassade etwas günstiger ist als die herkömmlich getrennten Sanierungsschritte aus Fassadenertüchtigung mit Wärmedämmung und der Erneuerung der Heizungstechnik. Später im Betrieb sollten dann vor allem die jährlichen Energiekosten deutlich sinken.

Cornelia Lichner



# Der neue SMA Hybrid- Wechselrichter

Solarstrom erzeugen, speichern und flexibel nutzen.  
Mit dem dreiphasigen Sunny Tripower Smart Energy  
ist das so einfach und komfortabel wie noch nie.  
Er ist das starke Herz für jedes Zuhause.  
Schließlich entwickeln wir schon seit 40 Jahren  
innovative Lösungen für erneuerbare Energien.

Mehr dazu auf [sma.de/sunny-tripower-smart-energy](https://sma.de/sunny-tripower-smart-energy)



**Solarstrom speichern  
und flexibel nutzen.**



# „Förster schauen meist nur in den Wald und nicht heraus“



**pv magazine spotlight:** Ein Installationsbetrieb hat ein Auslegungstool für Gebäudeautomation und Photovoltaik entwickelt. Seit zwei Jahren online, kann der „Noocoon“-Konfigurator den Betrieben einiges an Arbeit abnehmen.

Wer sollte besser wissen als ein Installationsbetrieb, was ein solcher benötigt? Es hat viel Charme, wenn neue Lösungen aus der Praxis heraus entstehen. So ist es auch bei Noocoon aus Rostock, einer Software zur Planung von Smart-Home-Installationen inklusive Photovoltaik, Batteriespeicher, Wallbox und klassischer Elektroinstallation. Begonnen hat die Entwicklung, als die Planer und Installateure des Elek-

trouunternehmens Smart Home Team sich das Leben leichter machen wollten, insbesondere weil die Projekte immer größer und komplexer wurden. Vor fünf Jahren stieß der heutige Geschäftsführer Marten von Velsen-Zerweck und ein Jahr später der Informatiker David Linner dazu. „Mit unserer Software helfen wir Installationsbetrieben, den notwendigen Schritt in die Digitalisierung zu gehen“, sagt Velsen-Zerweck.

Matthias Mayer hat bereits konkrete Unterstützung erhalten. Der Elektromeister aus dem bayerischen Haag installiert das ganze Portfolio, Photovoltaikanlagen, Gebäudeautomation, Energietechnik, klassische Elektrotechnik. „Wenn ich die Photovoltaikanlage anbiete, dann fragen die Kunden oft auch nach Gebäudeautomation“, sagt er. Eine Woche hat er den Konfigurator von Noocoon getestet. „Wenn ich normalerweise drei Stunden für eine Planung der Automations-Komponenten brauche, geht es damit unter einer halben Stunde.“

## Mit Konfigurator zum Kunden

Er ist jetzt zum zweiten Mal mit dem Konfigurator direkt zum Kunden gegangen. Man gibt die Räume ein, die Beleuchtungs-, Heizungs-, Multimediakomponenten, die man dort benötigt, und das Tool berechnet daraus die Komponentenlisten und die Arbeitszeit auf Basis von von Industrienormen und praktischen Erfahrungen. Dabei berücksichtigt es zum Beispiel auch den Aufwand für die Kabelverlegung. „Das passt ziemlich gut“, sagt Mayer. Für die Photovoltaik gibt man die Modulzahl ein und kann einen Batteriespeicher hinzufügen. Das Tool gibt dann die Liste aus, die die Komponenten für die elektrische Installation enthält. Das erspart viel Kleinarbeit. Beim letzten Kunden ergab sich eine Liste mit 469 Bauteilen und ein Volumen, inklusive Arbeitszeit, über rund 50.000 Euro.

Noocoon bietet das Tool zum einen für die Installateure zur Nutzung an, zum anderen auch Privatkunden, die eine Ins-

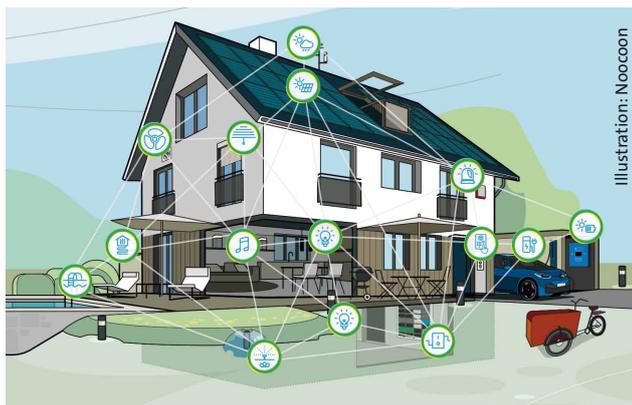


Illustration: Noocoon

tallation suchen. Wer ein Haus baut, kann damit eine Vorplanung erstellen. Daher seien die Eingaben bewusst einfach gehalten, sagt CTO Linner, der auch Professor für angewandte Informatik an der Berlin School of Design and Communication ist. „Die meisten Kunden interessieren sich nicht für die Detailplanung, und unseren Konfigurator kann man ohne Schulung bedienen“.

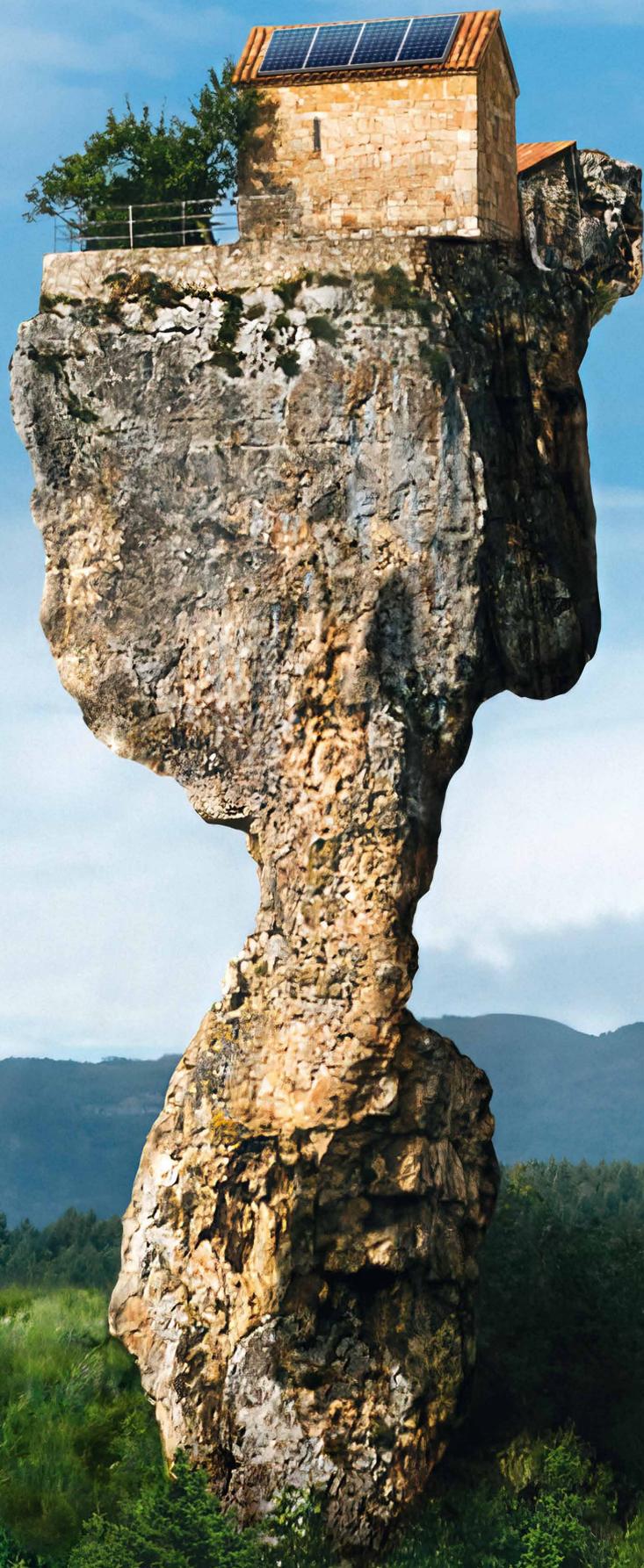
Man legt zunächst die Zimmer des Hauses mit Quadratmeterzahl an. Das Tool macht Vorschläge für Beleuchtung, Steckdosen, Audioausstattung und Heizung. Innerhalb von zehn bis zwanzig Minuten kann man sich dort durchklicken. Es berechnet einen Preis, in einem Beispielhaus mit acht Zimmern mit Loxone-Ausstattung wird zum Beispiel direkt ein erwartbarer Preis von 69.000 Euro angezeigt. Man kann dann per Klick andere Anbieter auswählen. Mit KNX-Ausstattung kostet die gleiche Installation 84.000 Euro und mit konventioneller Technik 59.000 Euro.

Wenn Interessierte die Planung abgeschlossen haben, können Bauherren ihre Emailadresse eingeben und sich einen von Noocoon ausgewählten Installateur vermitteln lassen. „Wir bauen derzeit ein Partnernetzwerk auf“, sagt Velsen-Zerweck. Bisher seien etwa 75.000 Planungen mit dem Tool erfolgt.

Installateur Mayer hat für das Angebot, das er einem interessierten Bauherrn gemacht hat, noch einige der Komponenten ausgetauscht. Etwa die 20 bis 25 original KNX-Fußbodenheizungsventile gegen konventionelle, die über den Digitalausgang der Steuerung geregelt werden. Das machen viele Installateure so, weil es deutlich günstiger ist. Eine Verbesserungsmöglichkeit für die Zukunft gibt er den Softwareentwicklern auch gleich noch mit: Es wäre gut, wenn man statt der Leitungsverlegung unter Putz auch die in Leerrohren wählen könnte.

Marten Velsen-Zerweck ist überzeugt, dass es für das lokale Handwerk wichtig sei, effizienter zu werden. Dazu trage das Noocoon-Tool bei, müsse aber erst einmal bekannter werden. „Oft sieht man den Wald vor lauter Bäumen nicht. Auch die Förster schauen meist nur in den Wald und nicht heraus“, sagt der promovierte Forstwissenschaftler. „Viele Elektrobetriebe wissen gar nicht, was heute schon alles möglich ist.“ Die Jury sieht die Möglichkeiten, die ein solches Tool bietet, und verleiht Noocoon daher das Prädikat „pv magazine spotlight“ (siehe Laudatio Seite 6).

Michael Fuhs



# Wenigstens das SMA PV-System ist sicher.

Unsere PV-Systeme versorgen Menschen sicher mit Solarstrom. Egal an welchem Ort der Welt. Dafür entwickeln wir schlanke Systeme mit intelligenten Funktionen. So installieren Sie nur die Geräte, die es für eine sichere Energieversorgung braucht.

Erfahren Sie jetzt mehr über unseren Sicherheitsansatz SMA SafeSolar unter [sma.de/sicherheit](https://sma.de/sicherheit).

# Neuer Look für das nächste

**Relaunch:** Es gibt etwas Neues für Sie, wenn Sie demnächst die pv magazine-Webseiten besuchen. Ein völlig neues Design und neue Navigationsfunktionen werden im nächsten Monat auf den globalen und regionalen Webseiten eingeführt. Schauen Sie sich die Seiten an und lassen Sie uns wissen, was Sie vom neuen Look der pv magazine-Webseiten halten.

In der Solarbranche hat sich seit 2008 viel verändert. Damals erschien pv magazine erstmals auf Englisch. 2013 folgte die deutsche Webseite und in nächsten Jahren noch acht weitere regionale Plattformen.

In den letzten 14 Jahren sind die Kosten für ein Solarmodul um 90 Prozent gesunken, der jährliche Zubau ist weltweit von etwa 15,5 Gigawatt im Jahr 2008 auf mehr als 200 Gigawatt gestiegen, die für dieses Jahr erwartet werden. Das ist eine beeindruckende Leistung der Branche. pv magazine hat diesen Fortschritt, aber auch die Konflikte, Kooperationen, Triumphe und Misserfolge medial begleitet.

Die Webseiten von pv magazine haben sich mit der Solar- und Energiespeicherbranche weiterentwickelt und verändert. In diesem Jahr steht wieder ein großes Upgrade an. Wenn Sie im April [www.pv-magazine.com](http://www.pv-magazine.com), [www.pv-magazine.de](http://www.pv-magazine.de) oder eine der acht anderen regionalen Plattformen aufrufen, erwarten Sie ein neues Design und verbesserte Funktionen.

## Die nächste Generation

Die Entscheidung, die pv magazine-Webseiten zu überarbeiten, fiel im August 2020, als das Managementteam an einem heißen Sommertag in Berlin zusammenkam. Obwohl die Webseiten unseren Lesern gute Dienste leisten und die Besucherzahl kontinuierlich steigt, beschlossen wir, das Erscheinungsbild zu aktualisieren und die insgesamt zehn Webseiten unter einem einheitlichen Content Management System (CMS) zusammenzuführen.

Die in Berlin ansässige Agentur Unit B ist einige Zeit später beauftragt worden, ein neues Design und neue Benutzerfunktionen zu entwickeln. Dabei war es nicht so einfach, die unterschiedlichen Vorlieben und Sensibilitäten der Redaktions-, Vertriebs-, Marketing- und Veranstaltungsteams von Shanghai bis Sydney, von Neu-Delhi bis New York in Einklang zu bringen.

Neben einem zeitgemäßen Look ermöglichen neu durchdachte Kategorien und Tags eine ausgefeilte Filterung von



2010



2013



2015



# Solarzeitalter

Nachrichten und Premium-Artikeln, die dem gewachsenen Umfang und der Erweiterung des Themenspektrums Rechnung trägt. Schritt für Schritt wurden Batteriespeicher, Wasserstoff, Ladinfrastruktur und Netzintegration für unsere Leserinnen und Leser und damit für uns relevant.

Bitte beurteilen Sie das Ergebnis selbst. Tragen Sie sich dazu einfach in die Mailingliste ein - den QR-Code dafür finden Sie oben rechts - und Sie werden einen Tag vor dem Relaunch benachrichtigt. Damit nehmen Sie auch an der Verlosung eines kostenlosen digitalen Jahresabonnements für das pv magazine Deutschland teil.

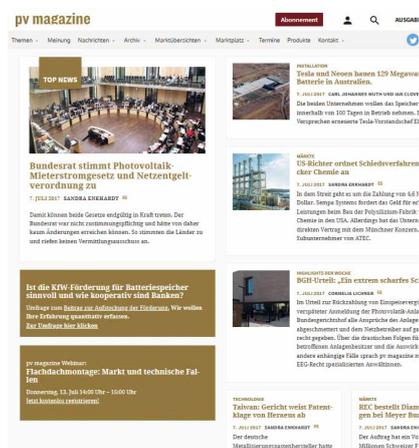
Wir würden uns freuen zu hören, was Sie von den neu gestalteten Webseiten halten. Lassen Sie uns auch gerne wissen, wie wir Sie im nächsten Jahrzehnt noch besser unterstützen können. Nehmen Sie Kontakt mit uns auf unter: [redaktion@pv-magazine.com](mailto:redaktion@pv-magazine.com).

Ihr pv magazine Team

Foto: pv magazine



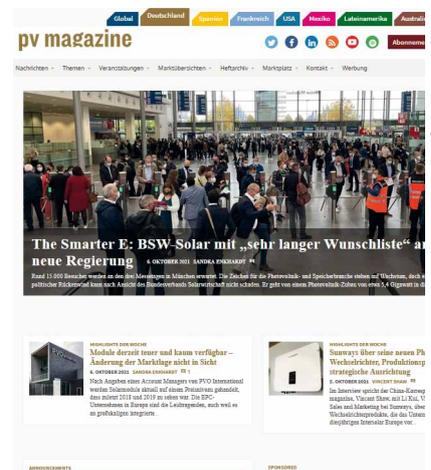
Im Sommer-Workshop des pv magazine Managementteams 2020 fiel die Entscheidung, einen Relaunch der pv magazine-Webseiten zu beginnen.



2017



2019



2021

Images: pv magazine/Internet Archive



**Steuersprechstunde:** Diesmal beantworten wir die Frage: Können zwei Anlagen auf einem Hausdach von zwei verschiedenen Leuten betrieben werden, die als Ehepaar das Haus bewohnen? Zudem klären wir, ob man als Unternehmer gilt, wenn man eine Photovoltaikanlage betreibt, um bei der KfW die gewerbliche Förderung für eine Wallbox zu beantragen.

# Multiple Steuerpersönlichkeit

In einem Artikel haben Sie vom „Gewerbebetrieb Photovoltaik“ einer Steuerperson geschrieben. Was ist damit gemeint und kann ein Ehepaar mehrere Steuerpersonen haben?

Konkret hat bei uns die Ehefrau 2016 eine 9,98-Kilowatt-Photovoltaikanlage auf das ausschließlich von uns als Ehepaar genutzte Haus gebaut. Der Strom wird primär selbst verbraucht, der Rest eingespeist. Vom Finanzamt wurde die Umsatzsteuer erstattet, im Gegenzug werden für die Gewinne aus dem Stromverkauf Steuern abgeführt. Ab 2022 soll in die Kleinunternehmerregelung gewechselt werden, so dass keine Umsatzsteuerpflicht mehr besteht. Keiner der Ehepartner hat ein sonstiges Gewerbe.

Demnach könnte doch jeder, Ehemann und Ehefrau, einen eigenen Gewerbebetrieb Photovoltaik haben. Bei den Freibeträgen, etwa Arbeitnehmerfreibetrag oder Vorsorgepauschale, bekommt auch bei zusammen veranlagten Eheleuten jeder einen eigenen Freibetrag. Kann man dieses Prinzip auch auf die Nichtbesteuerung bei der Einkommenssteuer für die Photovoltaikanlage übertragen?

Der Ehemann würde außerdem gerne 2022 eine weitere Zehn-Kilowatt-Anlage eventuell mit einem Stromspeicher auf dem Dach des gleichen, von uns selbst genutzten Hauses bauen. Der erzeugte Strom soll ebenfalls selbst genutzt und der Überschuss eingespeist werden.

Sind das dann zwei verschiedene Anlagen mit jeweils bis zu zehn Kilowatt, die von zwei verschiedenen Personen betrieben werden und deren Einnahmen in der Steuererklärung nicht versteuert werden müssen?

Wenn hier vom „Gewerbebetrieb Photovoltaik“ die Rede ist, geht es darum, dass der private Anlagenbetreiber einer solchen Anlage steuerlich Einkünfte aus einem Gewerbebetrieb erzielt,

sofern er Strom gegen Vergütung ins Netz einspeist und damit zu versteuernde Gewinne erzielt.

Wer beispielsweise als Arbeitnehmer beschäftigt ist, erzielt Einkünfte aus nichtselbstständiger Tätigkeit. Dazu kämen in diesem Fall noch Einkünfte aus selbstständiger Tätigkeit (Strom produzieren und verkaufen) und im speziellen Fall handelt es sich hier nach dem Steuerrecht um gewerbliche Einkünfte – in Abgrenzung beispielsweise zu Einkünften als Freiberufler (Architekt, Arzt) oder Landwirt.

**„Auch Eheleute, die gemeinsam veranlagt werden, bleiben steuerrechtlich zwei verschiedene steuerpflichtige Personen.“**

Wer diese Einkünfte in seiner Steuererklärung angeben muss, hängt davon ab, wer die Anlage tatsächlich betreibt. Auch Eheleute, die gemeinsam veranlagt werden, bleiben steuerrechtlich zwei verschiedene steuerpflichtige Personen. Die steuerliche Begünstigung der Zusammenveranlagung führt lediglich dazu, dass die gemeinsamen Einkünfte mit einem niedrigeren Steuersatz besteuert werden als dies bei getrennter Steuererklärung der Fall wäre, wenn beide Ehegatten unterschiedlich hoch verdienen.

Jeder Ehegatte kann also steuerlich eine eigene Photovoltaikanlage betreiben. Sie können sogar gemeinsam eine zusätzliche, dritte Steuerperson bilden: Die Ehegatten-GbR. Dazu erklären sie gegenüber dem Finanzamt, dass sie die Photovoltaikanlage gemeinsam betreiben und in allen Verträgen, Rechnungen und Belegen (Kaufvertrag, Einspeiseabrechnung usw.) müssen dann



# Gemeinsam mit sonnen in die Zukunft – Jetzt Partner werden!

Als einer der weltweit führenden Hersteller für intelligente Stromspeicher und Betreiber einer innovativen Energiegemeinschaft, der sonnenCommunity, versorgen wir bei sonnen knapp eine Viertelmillion Menschen mit sauberer und dezentral erzeugter Energie. Mit unserem passenden Stromtarif sonnenFlat geben Sie Ihren Kunden einen einmaligen Mehrwert, der sie komplett unabhängig von ihrem bisherigen Energieversorger macht und langfristig die jährlichen Stromkosten auf bis zu 0€ reduziert.



- **Starke Partnerschaft:** als unser Fachpartner sind Sie verifiziert, die sonnenBatterie zu vertreiben und erhalten regelmäßige Schulungen
- **Zweistufiger Vertrieb:** einfache Kommunikationswege und persönlicher Ansprechpartner
- **Partnerportal:** komplette Steuerung Ihres Vertriebs, Flottenmanagement, Service-Abwicklung sowie einfache und schnelle Anmeldung bei Netzbetreibern
- **Bewährte Qualität:** 10. Produktgeneration
- **Sicher und langlebig:** Lithium-Eisenphosphat-Technologie

Sie wollen mehr erfahren oder haben Fragen: [sonnen.de/partner](https://sonnen.de/partner)

immer beide Personen namentlich genannt sein. Überhaupt ist es wichtig, dass für die steuerlichen Nachweise immer genau die Person auf diesen Unterlagen adressiert ist, die auch die Steuererklärung für die jeweilige Anlage abgeben will. Dies kann beispielsweise sinnvoll sein, wenn ein Ehegatte bereits selbstständig tätig ist, umsatzsteuerpflichtig, für die Photovoltaikanlage

aber die Kleinunternehmerregelung gewählt werden soll und der zweite Ehegatte aus anderen Gründen nicht allein steuerlicher Betreiber werden möchte.

Im Einzelfall sollten solche Konstellationen immer mit einem Steuerberater abgeklärt werden, um zu prüfen, was die beste Lösung ist.

# Bin ich Unternehmer – und wenn ja, wie viele?

Endlich konnten wir uns den Traum von unserer Photovoltaikanlage erfüllen und haben vor Kurzem auch ein Elektroauto bestellt. Eine Wallbox wollten wir erst bei Lieferung des Autos installieren. Nun ist der Fördertopf für private Wallboxen bei der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) aber leer und es gibt nur noch Zuschüsse für Ladepunkte von Unternehmen. Da ich mit meiner Photovoltaikanlage steuerlich nun aber Unternehmer bin, stellt sich die Frage, ob ich in dieser Eigenschaft die Förderung dann doch beantragen kann.

Um die Unternehmereigenschaft als Photovoltaikbetreiber ranken sich viele Missverständnisse. Um Ihre konkrete Frage zuerst zu beantworten: Laut KfW genügt der „private“ Betrieb einer Photovoltaikanlage nicht als unternehmerische Tätigkeit, um die Fördervoraussetzung zu erfüllen – auch wenn die Anlage zu versteuernde Gewinne aus einem „Gewerbebetrieb“ erzielt.

**„Im Steuerrecht entsteht die Unternehmereigenschaft dadurch, dass man eine wirtschaftliche Tätigkeit nicht nur einmalig, sondern immer wieder ausführt.“**

Um den Zuschuss zu bekommen, muss man zusätzlich zur Photovoltaikanlage tatsächlich selbstständig tätig sein, beispielsweise als Architekt, Journalist, Handwerker, oder ein Unternehmen wie beispielsweise eine GmbH betreiben. Das Auto, das geladen werden soll, muss dann auch zu diesen unternehmerischen Zwecken genutzt werden oder die Ladestation Mitarbeitern für ihre privaten Pkw zur Verfügung stehen.

Damit bleibt die Frage, wann werde ich mit meiner Photovoltaikanlage überhaupt Unternehmer und im Hinblick auf welchen Rechtsbereich? Im Steuerrecht entsteht die Unternehmereigenschaft dadurch, dass man eine wirtschaftliche Tätigkeit nicht nur einmalig, sondern immer wieder ausführt. In der Umsatzsteuer ist dafür nicht einmal eine Gewinnerzielung notwendig. Bei der Einkommensteuer (Ertragssteuer) schon.

Eine andere Frage ist die, ob ich für die Photovoltaikanlage auf meinem Privathaus ein Gewerbe beim örtlichen Ordnungsamt anmelden muss. Der Bund-Länder-Ausschuss Gewerbe-recht, der diese Frage bereits mehrfach erörtert hat und den Behörden bundeseinheitliche Umsetzungsempfehlungen gibt, hat schon im Jahr 2010 den Kommunen empfohlen, bei selbstgenutzten Photovoltaikanlagen auf dem eigenen Haus von dieser Meldepflicht abzusehen.

Dann gibt es noch die Mitgliedschaft in der Industrie- und Handelskammer (IHK), die für Gewerbetreibende gesetzlich verpflichtend ist. In der Vergangenheit wurden tatsächlich alle Photovoltaikbetreiber in Deutschland automatisch Mitglied der örtlichen IHK, auch wenn die meisten davon gar nichts mitbekommen haben. Geregelt ist diese Pflichtmitgliedschaft nämlich im Gewerbesteuer-gesetz und da es sich bei dem Stromverkauf um gewerbliche Einkünfte handelt, traf dies auch auf diese Anlagenbetreiber zu, sofern sie ertragssteuerliche Gewinne erzielen. Damit in Zukunft aber nicht Millionen privater Betreiber zu IHK-Mitgliedern werden, wurde ins Gesetz inzwischen eine Befreiung für Anlagen bis zehn Kilowatt aufgenommen.

Wer mit seinem Handwerker in Streit gerät, weil die Photovoltaikanlage mangelhaft installiert wurde oder an Leistung nachlässt, könnte auch noch fragen, ob er im Vertragsverhältnis mit dem Verkäufer (gesetzliche Gewährleistung) und Hersteller (Garantieversprechen) als Unternehmer oder als Verbraucher gilt. Der Bundesgerichtshof hat im Jahr 2013 klargestellt, dass der Käufer einer Photovoltaikanlage zivilrechtlich – also laut Bürgerlichem Gesetzbuch (BGB) – als Verbraucher anzusehen ist. Das betrifft beispielsweise auch die Widerrufsrechte nach Vertragsschluss, insbesondere wenn der Kauf im Rahmen eines „Haustürgeschäfts“ zustande kommt.

Die Antworten kommen von Thomas Seltmann mit fachlicher Unterstützung des Steuerberaters Markus Sprenger (Nürnberg).

### Der Autor

Thomas Seltmann ist Experte für die steuerliche Behandlung von Photovoltaikanlagen, Dozent und Autor zweier Ratgeber-Bestseller. Seit März 2022 arbeitet er als Referent Solartechnik und Speicher beim Bundesverband Solarwirtschaft BSW-Solar.

# Installieren, laden, los!

Die Wallbox zappi ist extrem schnell installiert. Eine Stand-alone-Lösung, die technisch ganz vorne ist, die immer passt und fast alles kann.



- Für jedes E- und Hybridauto
- Für jede Ladeleistung von 1,4 bis 22 kW
- Für jede Solaranlage
- 100% PV-Überschussladen
- Integriertes dynamisches Lastmanagement
- KfW-Förderung

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

**smart but simple**



# Marktübersicht Groß- und Gewerbespeicher

## Das Wichtigste in Kürze

52 Anbieter von gewerblichen und großen Batteriespeichern sowie Dienstleister und Komponentenanbieter haben sich an unserer Marktübersicht beteiligt. Sie haben 73 Detailfragen zum Anbieter, zum Produkt, zu Größe, Leistung, Systemumfang und Geschäftsmodellen beantwortet. **Die Überblickstabelle finden Sie ab Seite 34.**

Die Preise für Speicherkapazitäten sind nach den Angaben von zehn Unternehmen auch im letzten Jahr weiter gefallen.

39 der Produkte sind neu auf den Markt gekommen. Neben den Herstellern etablieren sich zunehmend Dienstleister, die Batteriespeicherprojekte von den ersten Ideenskizzen bis zum Bau begleiten. Ebenso Spezialisten für Betrieb, Wartung und Bewirtschaftung.

Die Datenbank inklusive der Projektbeispiele ist online aufrufbar:  
[www.pv-magazine.de/marktuebersichten/grosse-batteriespeicher/](http://www.pv-magazine.de/marktuebersichten/grosse-batteriespeicher/)

**Marktübersicht Groß- und Gewerbespeicher:** Das Angebot ist groß und breit gefächert, wie unsere Erhebung zeigt, ebenso das der Dienstleister für Investoren, Hersteller und Versicherer. Die Anbieter stellen sich für einen möglichen Durchbruch bei diesem Marktsegment auf. Eine Orientierungshilfe.

Die Dynamik des Marktes für Gewerbe- und Großspeicher lässt sich weniger an Zubauzahlen, dafür aber bereits an Auftragsbüchern ablesen. Sowohl Geschäftsführer Thorsten Klöpfer von Smart Power als auch sein Pendant von Tesvolt, Daniel Hannemann, blicken außerordentlich positiv in die Zukunft. Beide Firmen sind Schwergewichte im deutschen Speichermarkt. „Wir haben 340 Megawatt in der Pipeline und müssen uns sputen, das umzusetzen“, sagt Klöpfer. „2021 hat sich unser Bestelleingang vervierfacht“, so Daniel Hannemann. Die Analysten um Jan Figgner von der RWTH Aachen konstatieren zwar bescheidene Zubauzahlen für 2021, blicken aber auch mit vorsichtigem Optimismus in die Zukunft (siehe Seite 38).

Für die pv magazine Marktübersicht haben wir dieses Jahr nicht nur Hersteller und EPC-Dienstleister befragt, sondern auch Speicher-Bewirtschafter und andere Dienstleister. Die Überblickstabelle finden Sie ab Seite 34, die vollständigen Datensätze in unserer Online-Datenbank unter [www.pv-magazine.de](http://www.pv-magazine.de)

[zine.de/marktuebersichten/grosse-batteriespeicher/](http://www.pv-magazine.de/marktuebersichten/grosse-batteriespeicher/). Diese enthält noch deutlich mehr Informationen zu technischen Details, Zielgruppen, geeigneten Anwendungen und Angaben zu aktuellen Referenzprojekten.

**„Wir haben 340 Megawatt  
in der Pipeline.“**

Insgesamt haben uns 52 Anbieter Informationen zu 173 Produkten oder Dienstleistungen geschickt. 130 davon sind Batteriekomplettsysteme. 107 basieren auf Lithium-Ionen-Batterien, sieben sind Redox-Flow-Batterien. Zwölf Batterien eines Herstellers sind Natrium-Nickelchlorid-Batterien. Bluesky ist



## Premium Selection

|             | Unternehmen                            | ads-tec Energy  | Alfen   | BECK Automation   |
|-------------|--|---|---|---|
|             | Produkt                                | ChargeBox   | TheBattery Mobile   | BECK BESS electrified by BMW i.   |
| Allgemeines |  |                        |   |    |
|             | Angebot                                | Speichergestütztes Schnellladesystem in standardisierter oder projektspezifischer Ausführung            | Mobiles Batteriekomplettsystem für temporäre Stromversorgung  | Projektierung und Bau von Batteriesystemen in standardisierter oder projektspezifischer Ausführung  |
|             | Anwendungen im Fokus                   | EV-Ladeparkbetreiber, Tankstellen, mittleres bis großes Gewerbe, Industrie, EE-Großanlagen, Netzbetrieb | Gewerbe, Industrie, Elektroladelösungen, Netzbetrieb, EE-Großanlagen  | Gewerbe, Industrie, Elektroladelösungen, Netzbetrieb  |
|             | Geschäftsmodelle im Fokus              | Ladebooster für die Schnellladung von Elektro-Fahrzeugen  | Eigenverbrauchsoptimierung, Glätten von Erzeugungs- und Lastspitzen, Ladebooster, Diesel-Hybrid-Anwendungen, Verbesserung der Stromqualität, Inselbetrieb, USV, Notstrom, Regelenergie (auch Dynamic containment reserve) | Eigenverbrauchsoptimierung, Glätten von Erzeugungs- und Lastspitzen, netzdienliche Implementierung von Ladeinfrastruktur, DC Schnellladen aus der Batterie, weitere Optionen siehe Online-Datenbank   |
| Produkt     | Ladeleistung                           | 50/110 bis 320 kW   | 150 bis 300 kW  | max. 240/480 bis 720 kW   |
|             | Nutzbare Batteriekapazität             | bis 134,4 kWh   | 150 bis 422 kWh   | 292 bis 1.314 kWh   |
|             | Batterietechnologie                    | Lithium-Ionen   | Lithium-Ionen   | Lithium-Ionen   |
|             | Weitere Hardware                       | Komplettsystem mit Ladesäulen, GFK-Gehäuse, Klimakontrollsystem   | Container, Klima, USV, Erdungsanlage, Transformator, Mittelspannungsschaltanlage  | Komplette Leistungs- und Steuereinheit inklusive Batterie, Schaltschrank, Batteriegestelle, Touchpanel, weitere Optionen siehe Online-Datenbank   |
| Sonstiges   | Bemerkungen                            |   | Für Energie an abgelegenen Orten, mobil zur Verringerung der Umweltverschmutzung durch Generatoren  | Dienstleistung: Dimensionierung, Planung, Fernwartung, Zellen der Batterie optional heiz- und kühlbar   |
|             | Projektbeispiel in der Datenbank       |   |   | Ladelösung für Gewerbebetrieb mit PV-Einbindung: 27 kW Leistungs- und Steuereinheit, DC/DC-Steller bis 80 kW Ladeleistung und zwei original BMW i3-Batterien mit 84 kWh – Ausbau des Netzanschlusses konnte vermieden werden, Kappung von Lastspitzen |
|             | Preisindikation:                       |   |   |   |
|             | Weitere Angebote in der Marktübersicht | StoraXe PowerBooster GSS0608  | TheBattery Elements   | BECK BESS electrified by BMW i. mit anderen Kapazitäten und Leistungsbereichen  |
|             | Webseite                               | <a href="http://www.adstec-energy.com/de/">www.adstec-energy.com/de/</a>                                | <a href="http://alfen.com/de/energiespeicher">alfen.com/de/energiespeicher</a>  | <a href="http://www.beck-automation.de">www.beck-automation.de</a>  |

Einträge in die pv magazine Marktübersichten und Datenbanken sind grundsätzlich kostenfrei. Die Premium-Darstellungen mit Foto und mehr Details werden von den Herstellern gesponsert.

wieder mit einer Salzwasserbatterie vertreten. 39 dieser Produkte sind erst im letzten Jahr auf den Markt gekommen oder werden erst noch eingeführt. Wir unterscheiden nach standardisierten und projektspezifischen Produkten, wobei sich fast alle standardisierten Batteriesysteme auch in gewissen Grenzen modular erweitern lassen oder im Parallelbetrieb größere Leistungen und Kapazitäten abdecken können. Der Übergang vom Hersteller zum Systemintegrator ist fließend.

\* \* \* \*

*Warum sollten Fahrzeugbatterien eigentlich nur für Fahrzeuge gut sein? Sie verbinden einen großen Energieinhalt auf kleinem Raum, werden hunderttausendfach produziert und durchlaufen in der Automobilindustrie strenge Qualitätsprüfungen. BMW ist jedenfalls bereit, seine Batterien auch für stationäre Anwendungen bereitzustellen. So zum Beispiel für einen Gewerbebetrieb, der mehr Elektrofahrzeuge in seinen Fuhrpark aufnehmen wollte. Ob das wohl BMWs waren? Tagsüber sollte jedenfalls Schnellladen mit mehr als 80 Kilowatt möglich sein und das, ohne den Netzanschluss auszubauen. Eine eigene Stromerzeugung stand bereits mit einer Photovoltaikanlage zur Verfügung. Für diesen Kunden kombinierte Beck Automation zwei Batterien des i3 mit je 42 Kilowattstunden mit einer Leistungs- und Steuereinheit. Diese überwacht nun den Netzanschluss und puffert Strom in den Batterien zwischen, um das Laden von Fahrzeugen auch dann noch zu ermöglichen, wenn das Gewerbe selbst die Anschlussleistung schon vollständig ausschöpft. (Projektbeispiel von Beck Automation in der Übersicht, siehe Online-Datenbank)*

\* \* \*

Zu den Neuheiten des Jahres 2022 gehören der Max Storage Ultimate Swarming 3 von Solarmax für kleine und mittlere Gewerbelösungen, Natrium-Nickelchlorid-Batterien von Ion Energy für verschiedene Segmente, verschiedene X-Storage-Varianten von Eaton, zwei Redox-Flow-Modelle von Cellcube und Jenabatteries und der BYD Battery-Max Lite.

Des Weiteren sind in der Übersicht 27 Wechselrichtermodelle gelistet, die zur Ladung- und Entladung von Gewerbe- und Großspeichern geeignet sind. Brandneu sind die Varianten des blueplanet gridsave mit Ladeleistungen von 110 und 137 Kilowatt von Kaco New Energy. Trumpf Hüttinger hat seit Januar seine Tru-Convert-Serie überarbeitet und Stabl hat die Einführung seiner Multilevel-Wechselrichter wegen Schwierigkeiten beim Bezug der benötigten Komponenten auf dieses Jahr verschoben.

Neu in der Übersicht ist auch ein Hersteller für Lithium-Eisenphosphat für Batteriekathoden, IBU-Tec Advanced Materials aus Weimar sowie die Dienstleister Accure Battery Intelligence, Entrix und die Eta Energieberatung.

### **Batteriespeicher für verschiedene Einsatzzwecke**

Da sich Batteriespeichersysteme oft variabel für verschiedene Einsatzzwecke nutzen lassen, ist es nicht ganz einfach, sie bestimmten Zielgruppen und Geschäftsmodellen zuzuordnen. Wir fragten daher die Hersteller danach, welche Anwendungen und Geschäftsmodelle für sie im Fokus stehen. Nur sieben Batterie- und Wechselrichtersysteme sind demnach aus-



Dieser Stromspeicher von Fenecon steht auf dem Gelände einer Gießerei. Durch das Anfahren der Öfen und der Produktion entstehen dem Unternehmen kurzfristig extrem hohe Lastspitzen. Der Stromspeicher kann diese punktuell liefern. Zu den anderen Zeiten unterstützt er den Elektro-Auto-Ladepark.

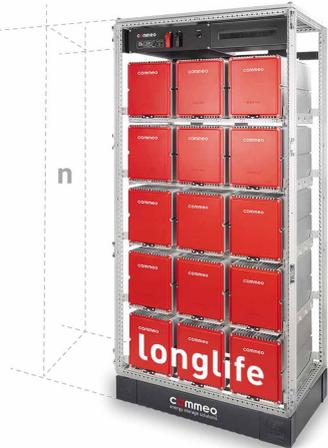
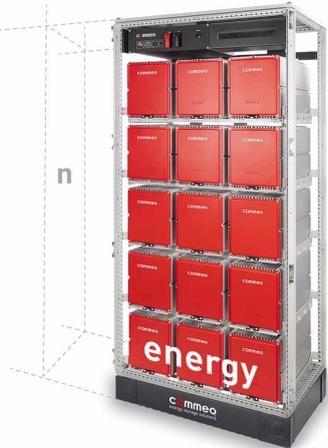
schließlich für kleine und mittlere Gewerbebetriebe gedacht, 141 sind für kleine und größere Gewerbebetriebe und 134 für die Industrie geeignet. 102 Systeme seien für alle drei Größen verwendbar. Als klassisches Geschäftsmodell wird dabei meist die Optimierung des Eigenverbrauchs der Unternehmen angesehen (138 Systeme), um dadurch Stromkosten und Strombezug zu senken.

Eine weitere wichtige Anwendung ist die Glättung der Lastspitzen, um dadurch Netzentgelte zu sparen. Denn diese werden im Gewerbe abhängig davon berechnet, welche maximale Leistung aus dem Netz bezogen wird. Auch selten auftretende Spitzenleistungen können somit viel Geld kosten. Mit 112 Speichersystemen ist es im Prinzip möglich, solche Spitzen zu verhindern. Manche Energiemanagementsysteme erlauben es auch, die Kapazität des Speichers zwischen den beiden Funktionen aufzuteilen, was für die Lebensdauer vorteilhaft sein kann.

**„Es ist für Anbieter schwierig,  
Abläufe zu standardisieren.  
Der Beratungsaufwand ist hoch.“**

Ein weiterer wichtiger Fokus sind Batteriespeicher, die am gleichen Standort wie große Erneuerbare-Energien-Anlagen aufgebaut werden und in Deutschland zum Beispiel bei Innovationsausschreibungen für Freiflächenanlagen zum Einsatz kommen können. Sie haben etwa die Aufgabe, Erzeugungsspitzen zu glätten, aber auch in Zeiten mit negativen Strompreisen und bei Abregelungen die Produktion zwischenzupuffern. 55 Systeme gehören zu dieser Kategorie, wobei das bei keinem der Systeme der alleinige Fokus ist. Ihre Rentabilität in Projekten aus Innovationsausschreibungen hängt von einer professionellen Bewirtschaftung zum Beispiel am Intradaymarkt ab,

## Premium Selection

|             | Unternehmen                            | BYD  | Commeo   | Commeo  |
|-------------|--|--|--|---|
|             | Produkt                                | Battery-Max Lite   | HV-L Longlife, 750 V, 82,5 kWh   | HV-L Energy, 750 V, 88,2 kWh  |
| Allgemeines |  |   |    |    |
|             | Angebot                                | Batteriekomplettsystem in standardisierter Ausführung  | Batteriekomplettsystem in standardisierter Ausführung  | Batteriekomplettsystem in standardisierter Ausführung   |
|             | Anwendungen im Fokus                   | Gewerbe, Industrie, Netzbetrieb, Elektroladelösungen   | Gewerbe, Industrie, Netzbetrieb, Elektroladelösungen, EE-Großanlagen   | Gewerbe, Industrie, Netzbetrieb, Elektroladelösungen, EE-Großanlagen  |
|             | Geschäftsmodelle im Fokus              | Eigenverbrauchsoptimierung, Glätten von Erzeugungs- und Lastspitzen, Ladebooster, optional: Notstrom und Diesel-Hybrid-Anwendungen, Regelleistung                                      | Eigenverbrauchsoptimierung, Glätten von Erzeugungs- und Lastspitzen, Ladebooster, Diesel-Hybrid-Anwendungen, Verbesserung der Stromqualität, Regelleistung, Inselbetrieb, USV, weitere Optionen siehe Online-Datenbank | Eigenverbrauchsoptimierung, Glätten von Erzeugungs- und Lastspitzen, Ladebooster, Diesel-Hybrid-Anwendungen, Verbesserung der Stromqualität, Regelleistung, Inselbetrieb, USV, weitere Optionen siehe Online-Datenbank            |
| Produkt     | Ladeleistung                           | 30 bis 90 kW   | bis 155,4 kW   | bis 70,56 kW  |
|             | Nutzbare Batteriekapazität             | 30 bis 90 kWh  | 82,5 kWh   | 88,2 kWh  |
|             | Batterietechnologie                    | Lithium-Eisenphosphat  | Lithium-Ionen  | Lithium-Ionen   |
|             | Weitere Hardware                       | Verschleißbares Outdoor-Metalgehäuse (IP55), Klima, Brandschutz, flexibel kombinierbar mit verschiedenen externen Batteriewechselrichtern  | Rittal Industrieschrank für Indoor/Outdoor/Container, Brandschutz, offene Datenschnittstelle, patentierter Flammenfilter, Typ-geprüft, weitere Optionen siehe Online-Datenbank   | Rittal Industrieschrank für Indoor/Outdoor/Container, Brandschutz, offene Datenschnittstelle, patentierter Flammenfilter, Typ-geprüft, weitere Optionen siehe Online-Datenbank  |
| Sonstiges   | Bemerkungen                            | Inbetriebnahmesupport, flexible Kapazität und Leistung für unterschiedliche Anwendungsfälle, weitere Erhöhung der Kapazität und Leistung durch Parallelschalten von bis zu 64 Systemen | 5,5 kWh Modulblöcke skalierbar auf Schrankkapazität von 82,5 kWh, mehrere Schränke bis MWh, Laden 1,9 C/Entladen 1,9 C   | 5,88 kWh Modulblöcke skalierbar auf Schrankkapazität von 88,2 kWh, mehrere Schränke bis MWh, Laden 0,8 C/Entladen 1,6 C   |
|             | Projektbeispiel in der Datenbank       | Markteinführung 2022 / Produktlaunch im zweiten Quartal  | Einsatz von vier Longlife-Batteriespeichern für die Eigenverbrauchsoptimierung eines Gartencenters. Zwei Batteriespeicher für den Einsatz zum Glätten von Lastspitzen einer Großbäckerei.                              | Installation von vier Batteriespeichern für die Unterstützung einer Ladeinfrastruktur. Der überschüssige Energieanteil wird zur Eigenverbrauchsoptimierung genutzt. Die Steuerung und Priorisierung erfolgt durch das Commeo EMS. |
|             | Preisindikation:                       |  |  |   |
|             | Weitere Angebote in der Marktübersicht | BYD Battery-Box Commercial C130, Battery-Box Commercial C230, Battery-Box Premium LVL  | HV-L Longlife, 350 V, 38,5 kWh; HV-L Longlife, 400 V, 44 kWh; HV-L Longlife, 700 V, 77 kWh; weitere  | HV-L Longlife, 500 V, 55 kWh; HV-L Longlife, 550 V, 60,5 kWh; HV-L Energy, 600 V, 70,56 kWh; weitere  |
|             | Webseite                               | <a href="http://www.eft-systems.de">www.eft-systems.de</a>   | <a href="http://www.commeo.com">www.commeo.com</a>   | <a href="http://www.commeo.com">www.commeo.com</a>  |

Einträge in die pv magazine Marktübersichten und Datenbanken sind grundsätzlich kostenfrei. Die Premium-Darstellungen mit Foto und mehr Details werden von den Herstellern gesponsert.

die aber dadurch eingeschränkt ist, dass die Speicher keinen Netzstrom laden dürfen (siehe Interview Seite 48).

Ein Geschäftsmodell für Großspeicher ist es, sie direkt zur Stabilisierung des Stromnetzes arbeiten zu lassen und Primärregelleistung zu erbringen. Nach Herstellerangaben ließen sich 116 Produkte dafür präqualifizieren. Je nach Marktlage lassen sie sich aber auch für den Intradayhandel nutzen. Viele der Systeme sind auch in der Lage, Sekundärregelleistung oder Blindleistungsregelung zu erbringen oder bieten die Schwarzstartfähigkeit, die bei einem Netzausfall benötigt wird, um Erzeugungsanlagen wieder zu starten.

\* \* \*

*Eine kleine Gemeinde in Schleswig-Holstein zeigt schon seit drei Jahren, welche Chance ein Netzspeicher bieten kann. Rund 8.000 Menschen leben in Bordesholm zwischen Kiel und Neumünster. Die dortigen Versorgungsbetriebe betreiben einen 15-Megawatt-Speicher mit einer Kapazität von 15 Megawattstunden. Dieser liefert nicht nur Regelleistung – und dies, wenn nötig, innerhalb von Sekundenbruchteilen. Was die Installation besonders macht, ist, dass sie die gesamte Stromversorgung unterbrechungsfrei in den Inselbetrieb umschalten kann. Während einer Versuchsabschaltung im Jahr 2019 versorgte sich der Ort dann zu 100 Prozent regenerativ mit Strom aus Photovoltaikanlagen, Biomasse- und Blockheizkraftwerken. Wenn nach einem Stromausfall das öffentliche Verbundnetz wieder verfügbar ist, synchronisiert das SMA Energy System Large Scale das Inselnetz automatisch und schaltet sich wieder zu, so die Mitteilung des Wechselrichterherstellers. Damit zeigt die Gemeinde, was vor einigen Jahren heiß diskutiert wurde: wie ein Stromnetz, das mit erneuerbaren Energien betrieben wird, resilient aufgebaut werden kann. (Projektbeispiel von SMA in der Übersicht, siehe Online-Datenbank)*

\* \* \*

### Ladebooster und Lastspitzenkappung

Es lassen sich aber noch weitere Fokusanwendungen hervorheben. So gibt es eine Gruppe von Speichern, die darauf ausgelegt ist, als Ladebooster zu arbeiten. Eine Anwendung, deren Durchbruch schon vor zwei Jahren vorhergesagt wurde, den niedrigen Zubauzahlen zufolge sich aber eher schleppend etabliert. Bei 102 Systemen haben die Anbieter die entsprechende Funktion angegeben. Diese Speicher sollen hohe Ausschläge am Netzanschlusspunkt vermeiden, die gerade dann entstehen, wenn leistungsstarke Fahrzeugbatterien laden. Ein Beispiel für diesen Speichersystemtyp ist die Charge Box von Ads-Tec. Sie erlaubt Schnellladungen mit bis zu 320 Kilowatt Leistung. Der Speicher entlädt sich ins Fahrzeug somit deutlich schneller, als er sich aus dem Netz lädt, wenn kein Ladevorgang ansteht. Denn er benötigt nur eine Anschlussleistung von 50 oder 110 Kilowatt. Außerdem sind zwei Ladesäulen direkt im Lieferumfang enthalten.

**„Die netzbildenden und netzstabilisierenden Fähigkeiten und das hohe Einsatztempo werden an den deutschen Regelmärkten noch nicht ausreichend honoriert.“**

Mit diesem Ansatz hat Ads-Tec, seit Dezember an der US-Börse Nasdaq gelistet, nach eigener Aussage unabhängig vom deutschen Markt in anderen Ländern viel Erfolg. So verkündeten die Nürtinger im Februar einen Abschluss über 200 Ultra-Schnellladestationen mit dem US-Bundesstaat Florida. Doch auch viele andere Her-

## PHOTOVOLTAIK

Die perfekte Ergänzung zur Windenergie.

Wir sind nicht nur Partner für Windenergieprojekte. Unser Leistungsangebot umfasst auch Photovoltaikanlagen. Insbesondere als Ergänzung zur Windenergie bieten sich beide Erzeugungsmöglichkeiten im Rahmen ganzheitlicher Konzepte zur grünen Stromversorgung an. Dürfen wir auch Ihr Projekt entwickeln?

### Ihr Ansprechpartner



Abteilungsleiter PV

**Markus Tschorn**

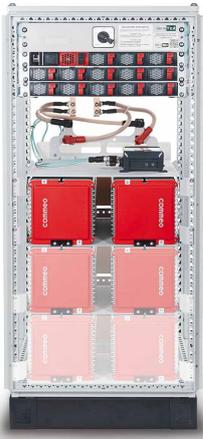
T +49 33769 871133

tschorn@energiequelle.de

Mehr als  
**20 Jahre**  
Erfahrung



## Premium Selection

|             | Unternehmen                                   | Commeo  | ecocoach  | Enerox - Cellcube   |
|-------------|---|---|---|---|
|             | Produkt                                       | Commeo 48V-C Edge USV   | ecoBatterySystem  | FB 500 - 2000   |
| Allgemeines |   |    |    |    |
|             | <b>Angebot</b>                                | Batteriekomplettsystem in standardisierter Ausführung   | All-in-One Batteriespeichersystem für Wohn- und Industriegebäude  | Batteriekomplettsystem in standardisierter Ausführung   |
|             | <b>Anwendungen im Fokus</b>                   | Gewerbe, Industrie, Netzbetrieb   | Quartiere, Areale, Wohnsiedlungen, Wohnungsbau, Gewerbe, Industrie, Netzbetrieb   | Gewerbe, Industrie, Netzbetrieb (IPPs, Verteil- und Übertragungsnetzbetreiber, Kraftwerkstechnik), EE-Großanlagen (4h-Standardprodukt für MW-Skalierungen), Elektroladelösungen   |
|             | <b>Geschäftsmodelle im Fokus</b>              | Dezentrale USV-Notstromversorgung, für Überbrückungszeiten bis 10 Minuten, Verbesserung der Stromqualität                                     | Eigenverbrauchsoptimierung, Glätten von Erzeugungs- und Lastspitzen, Inselbetrieb, Ladebooster, Notstrom  | Eigenverbrauchsoptimierung, Glätten von Erzeugungs- und Lastspitzen, Inselbetrieb, Ladebooster, Diesel-Hybrid-Anwendungen, Verbesserung der Stromqualität, Regelenergie, Arbitrage-Modelle, Quartierspeicher / Energiegemeinschaften für Industriegebiete |
| Produkt     | <b>Ladeleistung</b>                           | bis 5,4 kW  | 13 bis 96 kW  | 500 bis 1.000 kW  |
|             | <b>Nutzbare Batteriekapazität</b>             | 1,12 bis 6,6 kWh  | 23,5 bis 234 kWh  | 2.000 bis 2.400 kWh   |
|             | <b>Batterietechnologie</b>                    | Lithium-Ionen   | Lithium-Ionen   | Vanadium-Redox-Flow   |
|             | <b>Weitere Hardware</b>                       | Rittal Industrieschrank, Brandschutz, USV, weitere Optionen siehe Online-Datenbank  | System im 19-Zoll-Rack inklusive Monitoring und Energiemanagementsystem, integrierter Wechselrichter, NA-Schutz; Leistungsschutzschalter für externe Verbraucher und Erzeuger   | Containerisiert inklusive aller Anbauteile wie Treppen oder Podeste, passive Betriebstemperaturregulierung, USV, Erdungsanlage, Transformator, Mittelspannungsschaltanlage  |
| Sonstiges   | <b>Bemerkungen</b>                            | Hohe Entladeleistung bis 12 kW bei 400 VAC mit modularer Erweiterung, Inbetriebnahme, After Sales Service, Monitoring                         | Die ecocoach-Systemplattform erlaubt laut Hersteller eine einfache Skalierung. Das integrierte EMS misst die Energieströme, im Gebäude, steuert Erzeuger, Verbraucher und Speicher für erneuerbare Energie rund um die Uhr.           | Projektspezifische Wartung und erweiterte Herstellergarantie bis zu 20 Jahre, 24/7 Monitoring, Leistungsgarantie inklusive Rückversicherung, Electrolyte-as-a-Service-Modell  |
|             | <b>Projektbeispiel in der Datenbank</b>       | Dezentrale USV-Absicherung von Brandschutzturen im Bereich der Automobilindustrie. Punktuelle Absicherung von Industrie- und Serverstrukturen | 1. Optimierte Eigenversorgung sowie Verlängerung der Autarkiezeit bei Stromausfall für ein Unterwerk in Kaiseraugst.<br>2. Weitgehende Selbstversorgung eines Bürogebäudes in der Schweiz mit Photovoltaik, Batteriespeicher und BHKW | Hybrides Photovoltaik-Speicher-System für Energiesicherheit und Preisstabilität im entlegenen Bergbausektor in Südafrika, Vametco Mine: 2 x CellCube FB 500-2000  |
|             | <b>Preisindikation:</b>                       |   | projektspezifisch   | 300 bis 580 Euro/kWh je nach Größe  |
|             | <b>Weitere Angebote in der Marktübersicht</b> | HV-L Longlife, 600 V, 66 kWh; HV-L Longlife, 650 V, 71,5 kWh; HV-L Longlife, 750 V, 82,5 kW, weitere  |   | FB 10-40; FB 250-1000; FB 333-2665; FB 250-2000; FB 250-1500  |
|             | <b>Webseite</b>                               | <a href="http://www.commeo.com">www.commeo.com</a>  | <a href="http://ecocoach.com">ecocoach.com</a>  | <a href="http://www.cellcube.com">www.cellcube.com</a>  |

Einträge in die pv magazine Marktübersichten und Datenbanken sind grundsätzlich kostenfrei. Die Premium-Darstellungen mit Foto und mehr Details werden von den Herstellern gesponsert.

## Marktübersicht Groß- und Gewerbespeicher

steller berichten von Projekten für Gewerbeunternehmen wie zum Beispiel Autohäuser, Tankstellen oder Wohnquartiere.

\* \* \*

*Bevor die Kunden Elektroautos kaufen, müssen Autohäuser Ladesäulen anschaffen – so auch das Autohaus Erhardt in Thüringen. Zunächst installierte das Unternehmen am Hauptsitz in Hildburghausen zwei DC-Schnellladesysteme mit 150 Kilowatt und sechs Ladesäulen mit 22 Kilowatt AC-Ladung auf breiten, gut ausgeleuchteten Parkplätzen. Diese sind mit sechs Intilion-Gewerbespeichersystemen kombiniert. Die Gewerbespeicher besitzen jeweils 360 Kilowatt Leistung und sind mit einem Sicherheitsgehäuse ausgestattet, um sie gegen Brände zu schützen. Mit dem Speichersystem habe das Autohaus Erhardt die Energiekosten an seinem Hauptsitz um rund 75 Prozent im Vergleich zu einem Netzausbau reduziert, erklärt Matthias Büter, Market Manager Product Line Energy Storage bei Intilion. Nun sollen auch die weiteren Standorte in Ilmenau und Suhl entsprechende Ladesysteme erhalten. Die Autohäuser sollen außerdem künftig ihren eigenen Strom mit Photovoltaikanlagen erzeugen. Das Beispiel zeigt auch, wie die Aufgaben entlang der Wertschöpfungskette größer werden. Der Hersteller unterstützte den Kunden nach eigener Darstellung nämlich auch bei der Einhaltung der Regularien und der Zertifizierung. (Projektbeispiel von Intilion in der Übersicht, siehe Online-Datenbank)*

\* \* \*

Ebenfalls für Gewerbebetriebe interessant ist es, Batteriespeicher zur Verbesserung der Stromqualität einzusetzen. Trotz der eng festgelegten Grenzen, in denen beispielsweise die Frequenz im deutschen Stromnetz schwanken darf, sind die Schwankungen für spezialisierte Fertigungsmaschinen teilweise schon zu groß. Ein Batteriespeicher kann dazu beitragen, das Firmennetz vom öffentlichen Netz zu entkoppeln und die Stromversorgung der Maschinen noch präziser zu steuern. 78 Systeme haben diese Option im Angebot. Die meisten davon, nämlich 73, sind auch in der Lage, das Firmennetz als Inselsystem aufrechtzuerhalten, etwas weniger, 63 Produkte, können unterbrechungsfrei gegen Stromausfälle absichern.

Das Segment der Speicher für Gewerbe- und Industriebetriebe erfordert nach Aussagen von Marktteilnehmern sehr hohen Beratungsaufwand. Das liegt etwa daran, dass die Rentabilität vom Einsatzzweck und bei Eigenverbrauchsanwendungen vom konkreten Lastprofil abhängt. Zwar sind die Ersparnisse bei Netzentgelten und bei Stromkosten die Haupttreiber am Markt, allerdings sei es für Anbieter schwierig, Abläufe zu standardisieren, da Netzbetreiber jeweils unterschiedliche Entgelte, Verfahren und Anforderungen hätten, sagt beispielsweise Matthias Büter, Market Manager Product Line Energy Storage bei Intilion.

\* \* \*

*Nicht nur die Beratung kann aufwendig sein, manchmal erfordert auch die Logistik ganz neue Wege. In den Nordtiroler Alpen, unweit der Zugspitze, betreibt der Deutsche Alpenverein die Schutzhütte Coburger Hütte. Sie wird jährlich von Mai bis Oktober bewirtschaftet. Aufgrund ihrer abgeschiedenen Lage muss sie sich autark mit Strom versorgen. Seit 2009 sorgen eine Photovoltaikanlage und ein mit Pflanzenöl betriebenes Blockheizkraftwerk für die Stromproduktion. Aber die Besucherzahlen auf der Coburger Hütte nehmen zu und damit auch der Stromverbrauch, vor allem in der Küche mit ihren großen Industriespülern und den Kühltruhen. Nachdem zehn Jahre lang Bleibatterien den Photovoltaikertrag und den gleichmäßigen Stromertrag des Blockheizkraftwerks auf den Tagesbedarf von 200 Kilowattstunden verteilt hatten, musste die Batterie nun ersetzt werden. Zusätzlich wurde die Photovoltaik von 4,4 auf 16 Kilowattpeak erweitert. Der neue Batteriespeicher TS 48 V von Tesvolt mit einer Kapazität von 77 Kilowattstunden und einer Leistung von 36 Kilowatt war aber zu schwer für die üblichen Transportwege. Deswegen wurde er mit einem Hubschrauber auf den Berg geflogen. Die Montage der zusätzlichen Solarmodule und der Austausch der Batterie sei innerhalb von fünf Tagen erfolgt – und zwar so, dass der Hüttenbetrieb und die Stromversorgung nicht unterbrochen werden mussten, so Tesvolt. (Projektbeispiel von Tesvolt in der Übersicht, siehe Online-Datenbank)*

\* \* \*

Anzeige



Das intelligente SMARTFOX Pro System optimiert den Eigenverbrauch Ihrer PV-Anlage maßgeblich!

## SMARTFOX Pro

- Intelligente Sektorenkopplung: Einbinden von Wechselrichter- & Batteriesysteme, Ansteuerung von Wärmepumpen
- Stufenlose Heißwasserbereitung
- Dynamisches Lastmanagement
- Automatische 1ph/3ph-Umschaltung
- Stufenlose Überschusssladung (von 1,3 - 11kW)
- Kostenloses Monitoring & App, uvm.



Bis zu  
**5 Wall-**  
**boxen**  
möglich

M [verkauf@smartfox.at](mailto:verkauf@smartfox.at)

T +43 (0)6458 20160-95

W [www.smartfox.at](http://www.smartfox.at)

## Premium Selection

|             | Unternehmen                            | Fenecon  | Huawei  | IBU-tec advanced materials   |
|-------------|--|--|---|--|
| Allgemeines | Produkt                                | Commercial 50  | Huawei Smart String ESS   | IBUvolt LFP400   |
|             |  |   |   |   |
|             | Angebot                                | Batteriekomplettsystem in standardisierter Ausführung  | Batteriekomplettsystem in standardisierter oder projektspezifischer Ausführung  | LFP-Batteriematerial für Kathoden verschiedener Batterietypen  |
|             | Anwendungen im Fokus                   | Gewerbe, Industrie, Netzbetrieb, Elektroladelösungen, EE-Großanlagen   | Industrie, EE-Großanlagen, Netzbetrieb  | Elektromobilität, Spezialanwendungen, Batteriespeicher, Herstellung von Batterien im 3-D-Druck-Verfahren   |
|             | Geschäftsmodelle im Fokus              | Glätten von Erzeugungs- und Lastspitzen, Ladebooster, Verbesserung der Stromqualität, Regelernergie, großer Funktionsumfang durch FEMS (Fenecon Energiemanagementsystem basierend auf Open EMS)                        | Glätten von Erzeugungsspitzen zur Netzintegration, optional: Inselbetrieb, Diesel-Hybrid-Anwendungen, Regelleistung, Verbesserung der Stromqualität   | Batterie-/Kathodenherstellung für verschiedene Batterietypen, unter anderem für Hörgeräte/Kopfhörer, Niederflurfahrzeuge, stationäre Energiespeicher, Elektrofahrzeuge   |
| Produkt     | Ladeleistung                           | 50 bis 250 kW  | 200 kW bis > 1 GW   |  |
|             | Nutzbare Batteriekapazität             | 70 bis 1.400 kWh   | 2 MWh bis > 1 GWh   |  |
|             | Batterietechnologie                    | Lithium-Eisenphosphat  | Lithium-Eisenphosphat   | Lithium-Eisenphosphat  |
|             | Weitere Hardware                       | Indoorrack oder Outdoorrack, optional im klimatisierten Outdoor-System, Strommesseinrichtung   | 20-Fuß-Standard-HC-Container komplett mit Trafostation Huawei STS-6000K, Klima, Brandschutz, Eigenversorgungs-Trafo, Mittelspannungsschaltanlage  |  |
| Sonstiges   | Bemerkungen                            | Speicherauslegung für Single-/Multi-Use-Systeme; Kauf, Leasing und Miete möglich   | Integrierte Rack- und Pack-Level-Optimierung, Kapazitätserweiterung möglich, kein regelmäßiges Batterie-Pack-Balancing nötig, modulares Design mit hoher Systemverfügbarkeit                                    | Die runden LFP-Partikel des IBU-tec-Materials weisen laut Hersteller besonders gute Eigenschaften hinsichtlich Homogenität und Leitfähigkeit auf. Zyklusstabilität über 10.000 Zyklen bei circa 87 Prozent der Anfangskapazität. |
|             | Projektbeispiel in der Datenbank       | In einer Gießerei sorgt ein Stromspeicher mit 150 kW/210 kWh für die Lastspitzenkappung. Das Energiemanagement FEMS konnte in das Lastmanagement des Kunden integriert werden und regelt den Elektroauto-Ladepark mit. | In Shenzhen stattet Huawei den größten energieautarken Gebäudekomplex Chinas (26.580 m <sup>2</sup> ) aus. Die Longgang Low Carbon City besitzt eine 1,1-MW-Photovoltaikanlage und einen 2-MW-Batteriespeicher. | Herstellung von Batterie-Kathoden im 3-D-Druck-Verfahren eines Kunden, um die stromspeichernden Schichten der Batteriezellen dicker zu machen und eine höhere Energiedichte zu erzielen.   |
|             | Preisindikation:                       |  |   |  |
|             | Weitere Angebote in der Marktübersicht | Fenecon Commercial 30; Fenecon Industrial  |   |  |
|             | Webseite                               | <a href="http://fenecon.de/commercial-50/">fenecon.de/commercial-50/</a>   | <a href="http://solar.huawei.com/de">solar.huawei.com/de</a>  | <a href="http://www.ibu-tec.de">www.ibu-tec.de</a>   |

Einträge in die pv magazine Marktübersichten und Datenbanken sind grundsätzlich kostenfrei. Die Premium-Darstellungen mit Foto und mehr Details werden von den Herstellern gesponsert.

### Hohe Temperaturen und Stillstand sind Gift für Speicher

Besonders bei den Anwendungen, die über die Eigenverbrauchs-erhöhung hinausgehen, ist die erwartbare Lebensdauer und die Speicherdegradation ein Thema. Die Schnellladung von Autos, die Notstromversorgung und der seltene Einsatz zur Kappung einzelner Lastspitzen beanspruchen Lithium-Batteriespeicher zwar auf unterschiedliche Arten, die aber in all diesen Fällen zu schnellerer Alterung führen können, erläutert Kai-Philipp Kairies, Gründer und Geschäftsführer des Dienstleisters Accure Battery Intelligence. Eine Schnellladung führe dazu, dass sich die Batteriezellen erhitzen. Zwar hänge es auch von der speziellen Batteriechemie ab, aber „die Wohlfühltemperatur bei Lithium-Batterien liegt bei 20 bis 25 Grad Celsius. Zehn Grad mehr halbieren die Lebensdauer“, sagt er. Für die Hersteller komme es deshalb darauf an, diesen Speichertyp großzügig auszulegen und die Kühlung im Blick zu behalten.

Auch wenn der Batteriespeicher im voll geladenen Zustand auf seinen Einsatz wartet, leidet er. Optimal sei ein Pendeln des Ladestands im mittleren Bereich wie bei der Primärregelleistung, denn „die Alterung ist bei vollgeladenem Speicher sehr hoch, das ist wie ein Gummiband, das immer gespannt ist, das wird spröde“, erläutert Kairies, der vor der Gründung von Accure lange in der Batterieforschung an der RWTH Aachen gearbeitet hat. Nun bietet er an, den Betrieb von Batteriespeichern mit Messdaten und „digitalen Zwillingen“ zu überwachen und gegebenenfalls in die Betriebsführung einzugreifen, um das Investment für den Kunden oder die Garantieverprechen für den Hersteller abzusichern („Wie lange halten Batterien“, pv magazine März 2021 Seite 50).

„Wir beobachten zum Beispiel 10.000 Batterien, von denen laufen 9.980 gleich“, sagt Kairies weiter. „20 laufen anders und deshalb muss man diese überprüfen.“ Ein Ansatz, den sei-

## Trend zu Lithium-Eisenphosphat

Lebensdauer und Alterung hängt von vielen Parametern ab. Es ist noch nicht lange her, da galten Batteriespeicher mit Lithium-Eisenphosphat (LFP) zwar als sichere Lösung für stationäre Batteriespeicher, wurden aufgrund ihres höheren Gewichts und des geringeren Ladetempos aber nicht für leichte Elektro-PKW eingesetzt. Im Gegenteil, wer sich im Markt mit stationären Systemen als besonders performant positionieren wollte, setzte auf die Batteriechemie der Fahrzeughersteller, auf Nickel, Manganoxid und Kobalt (NMC). Doch diese Trennung der Anwendungen löse sich zunehmend auf, sagt Ulrich Weitz, CEO von IBUtec advanced materials.

### Welche Anhaltspunkte sehen Sie für ein Umdenken?

PKW-Hersteller haben begonnen, LFP-Batterien zu verwenden und mischen LFP in ihre NMC-Formulierungen. Bei kleineren Elektrofahrzeugen, die hauptsächlich in der Stadt unterwegs sind, müssen Batterien keine hohen Reichweiten haben und somit spielt etwas mehr Gewicht kaum eine Rolle. Dadurch, dass vor kurzem ein kanadisches Patent auf Lithium-Eisenphosphat ausgelaufen ist, können Fahrzeughersteller beim teuersten Teil des Elektroautos nun Kosten sparen, mal abgesehen von der Kritik an den Bedingungen in manchen Kobaltminen.

### Kann Lithium-Eisenphosphat für den deutschen Markt auch in Deutschland hergestellt werden?

IBUtec hat im Auftrag für BASF jahrelang die Großproduktion von Lithium-Eisenphosphat erforscht und getestet. Jetzt sind wir seit Herbst 2021 in der Lage, aufgrund des Auslaufens des Patents qualitativ hochwertiges Kathoden-Material aus Drehrohröfen mit einem Volumen von derzeit 4.000 Tonnen pro Jahr selbst zu produzieren. Das Verfahren unterscheidet sich von Herstellungsmethoden der bekannten Hersteller aus China. Es erzeugt runde Partikel mit einer definierten Korngröße. Diese sind in der Anwendung sicherer als die scharfkantigen Partikel, die bei



Foto: IBUtec advanced materials

anderen Herstellungsmethoden entstehen. Die Partikel können nicht den Separator zwischen der Kathode und der Anode einer Batterie versehentlich perforieren. Unsere Menge ist zwar bisher noch klein, wir rechnen aber mit wachsender Nachfrage und planen, die Produktion in den kommenden Jahren auf über 10.000 Tonnen anzuheben.

### Ist das viel?

Das ist ja immer eine relative Betrachtung. Wichtig ist aber, dass wir mit unserem Produkt eine Nische bedienen, in der unser LFP-Material sehr geschätzt wird. Es wird neben E-Fahrzeugen beispielsweise noch in Hörgeräten und Kopfhörern eingesetzt. Einer unserer Kunden experimentiert außerdem mit 3D-Druckverfahren. Es ist auch ein enormer Vorteil, dass unser Material vor der Verarbeitung nicht erst noch aufbereitet werden muss.

### Woher beziehen Sie Ihre Rohstoffe?

Das Eisenoxid und die Phosphorsäure beziehen wir aus Europa, das Lithium stammt derzeit noch von qualifizierten Lieferanten aus anderen Weltregionen.

## Marktübersicht Groß- und Gewerbespeicher



Foto: SMA

Im Falle eines Stromausfalls versorgt der 15-Megawatt-Batteriespeicher in Bordesholm den Ort mit 100 Prozent erneuerbarer Energie und synchronisiert sich nach der Unterbrechung wieder automatisch mit dem europäischen Verbundnetz.

ner Aussage nach auch Versicherungen zunehmend schätzen. Accure arbeitet mit der HDI-Versicherung zusammen. Doch auch andere Versicherungen greifen zunehmend auf Dienstleister zurück, um die Lebensdauererisiken der Speicher, die von der Herstellungsqualität, der technischen Auslegung und der Betriebsweise bestimmt werden, besser abschätzen zu können. Auch für die Eigentümer von Batteriesystemen kann die Überwachung durch einen Spezialisten ebenfalls sinnvoll sein, um zu erkennen, ob die Batterie entlang der Garantieverprechen altert.

### Gegen den Hitzetod

Dass den Herstellern gerade bei Großspeichern Klimatisierung sehr wichtig ist, zeigt sich auch in der Marktübersicht. Waren im letzten Jahr bei 32 Prozent der Speicher Klimakontrollsysteme fest integriert, stieg die Quote nun auf 44 Prozent. Insgesamt können es zwei Drittel integrieren. Insbesondere bei Großspeichern, in denen aus Platzgründen die Batteriemodule immer enger gepackt werden, gewinnt die Klimatisierung an Bedeutung. Einige Hersteller setzen dabei nicht nur auf Lüfter, sondern bauen sogar Flüssigkühlssysteme ein, wie Sungrow in das Großspeichersystem ST2752UX im Container mit 2.752 Kilowattstunden Batteriekapazität oder Alfen in seine Elements-Batterie.

Zur Batteriesicherheit gehören für 43 Systeme zudem integrierte Brandschutzvorrichtungen mit aktiver Löschvorrichtung oder auch passivem Systemdesign, dass ein Übergreifen von Bränden auf andere Teile des Batteriesystems verhindern soll.

Dieses Jahr haben wir auch Dienstleister zur Bewirtschaftung der Batteriespeicher in die Datenbank aufgenommen,

denn Eigentümer gehen dazu über, den Betrieb spezialisierter Dienstleistern anzuvertrauen. Sieben Unternehmen bieten diesen Service an: Eco Stor, Eta Energieberatung, Smart Power, Westenergie Netzservice, EnBW und The Mobility House.

Auch das Start-up Entrix bietet sich für den Betrieb großer Speicher an. Es will seine Erfahrungen aus dem Energiehandel in Großbritannien auf den deutschen Markt übertragen. Dort sei es bereits üblich, dass Investoren Großspeicher kaufen und an Netzknotenpunkten installieren lassen, erläutert Steffen Schülzchen, Geschäftsführer von Entrix.

Sie refinanzieren sich über das „Dynamic Containment“, das ist die Bereitstellung von Momentanreserveleistung, als eine zentrale Ertragsquelle. Zukünftig werde aber der Intradaymarkt massiv an Bedeutung gewinnen, während die Erträge in Märkten wie dem Dynamic Containment deutlich zurückgehen, prognostiziert Schülzchen, weil immer mehr Teilnehmer um eine weitgehend feststehende Ausschreibungsmenge konkurrieren. Um einer zu starken Belastung der Batterien durch Energiehandel entgegenzuwirken, empfehle es sich, sie größer auszulegen, zum Beispiel auf zwei Stunden. Zudem verweist Schülzchen auf eine deutlich zunehmende Komplexität in der Speichervermarktung.

\* \* \*

*In Gebäuden und Quartieren wird nicht nur Strom für die elektrische Versorgung benötigt. Zur Dekarbonisierung gehört auch, Strom in anderen Sektoren zu nutzen, wie zum Beispiel in der Wärmeversorgung. Batteriespeicher und Warmwasserspeicher können eine wichtige Rolle dabei spielen, die Photovoltaikproduktion in Form von Wärme über den gesamten Tag zur Verfügung zu stellen. In einem Büro- und*

# Die nächste Dimension Viessmann erleben.



Sei dabei und erfahre mehr über die neuesten Viessmann Systemlösungen. Digital, interaktiv, vor allem aber live und persönlich.

Von innovativen Produkten rund um das Thema Stromerzeugung und Stromspeicherung bis hin zu Services, die elektrisieren. Von Lösungen für die Klimawende bis hin zur Nachwuchsgewinnung als Schlüssel für die Zukunft.



Für mehr Information zum Livestream-  
Programm, einfach den QR-Code scannen  
und dann direkt anmelden:

[viessmann.live/dimension](https://viessmann.live/dimension)

**31. März & 01. April 2022**

## Premium Selection

|             | Unternehmen                                   | Intilion   | SMA Solar Technology  | Sungrow   |
|-------------|---|--|---|---|
|             | <b>Produkt</b>                                | scalebloc power  | Sunny Central Storage & Sunny Central   | ST2752UX  |
| Allgemeines |   |   |   |    |
|             | <b>Angebot</b>                                | Batteriekomplettsystem in standardisierter Ausführung  | Wechselrichter für AC- und DC-gekoppelte Speichersysteme  | Flüssigkeitsgekühltes Batteriespeichersystem für Großanlagen in standardisierter Ausführung   |
|             | <b>Anwendungen im Fokus</b>                   | Gewerbe, Industrie, Netzbetrieb, Elektroladelösungen, EE-Großanlagen, Quartiere  | Industrie, EE-Großanlagen, Netzbetrieb, Inselbetrieb, spannungsgeführt am öffentlichen Netz (Virtual Inertia)   | Industrie, Netzbetrieb, EE-Großanlagen  |
|             | <b>Geschäftsmodelle im Fokus</b>              | Eigenverbrauchsoptimierung, Inselbetrieb, Diesel-Hybrid-Anwendungen, weitere Optionen siehe Online-Datenbank   | Eigenverbrauchsoptimierung, Glätten von Last- und Erzeugungsspitzen, Verbesserung der Stromqualität, Regelleistung, optional: Inselbetrieb, Diesel-Hybrid-Anwendungen                       | Eigenverbrauchsoptimierung zum Beispiel für hybride DC-gekoppelte Lösungen, Glätten von Erzeugungs- und Lastspitzen, Inselbetrieb, Parallelschaltung mehrerer Geräte            |
| Produkt     | <b>Ladeleistung</b>                           | 50 kW  | 1.900 bis 3.950 kW  | bis 1.376 kW  |
|             | <b>Nutzbare Batteriekapazität</b>             | 65,8 kWh   | technologieabhängig   | bis 2.752 kWh (pro Einheit)   |
|             | <b>Batterietechnologie</b>                    | Lithium-Ionen, NMC prismatisch   | technologieoffen  | Lithium-Eisenphosphat   |
|             | <b>Weitere Hardware</b>                       | Outdoor-Gehäuse IP55 (Brandschutzrack), Klima, Brandschutz, USV, Erdungsanlage   | Alu-Druckguss-Gehäuse + Stahlblech verzinkt, Sunny High Power PEAK 3, Sunny Central, Mittelspannungslösung MVPS, Klima, Brandschutz, Erdungsanlage, weitere Optionen siehe Online-Datenbank | In Container integrierte Flüssigkühlung mit Heizung, Brandschutz mit Wasser oder Aerosol, extra Stromkreis für USV-Batteriemodule, 2 Erdungspunkte, Mittelspannungsschaltanlage |
| Sonstiges   | <b>Bemerkungen</b>                            | Jährlicher Service wenn gewünscht, Smart Reports   | Integration der Kommunikationsschnittstelle Wechselrichter/Batterie, Engineering Services, Virtual Inertia, schwarzstartfähig   | First Level Support, netzbildend, Batterie-Thermal-Management-Technologie, kompaktes Design, Cluster Controller zur Verbesserung der Performance                                |
|             | <b>Projektbeispiel in der Datenbank</b>       | Ladeinfrastruktur für 12 Autohäuser in Thüringen mit je bis zu 6 scalebloc-Speichern mit 360 kW Leistung, Batterie- und Energiemanagementsystem. Künftig sollen je 200 kWp Photovoltaik angeschlossen werden und die Energie und -Netzkosten gesenkt werden. | Die Bordscholmer Versorgungsbetriebe liefern Regelernergie für das europäische Verbundnetz und demonstrieren die Stromversorgung der Region mit 100 Prozent erneuerbarer Energie.           | Anlagen in den USA in Betrieb, erste Anlage in Großbritannien und Israel ab Q1/Q2 2022  |
|             | <b>Preisindikation:</b>                       |  |   |   |
|             | <b>Weitere Angebote in der Marktübersicht</b> | scalebloc energy und power boost; scalestac power und power boost; scalecube   |   | ST68KWH-50HV, ST2740KWH-2500HV-MV, SC50HV, ST3368KWH-3150HV-MV  |
|             | <b>Webseite</b>                               | <a href="http://www.intilion.com">www.intilion.com</a>   | <a href="http://www.sma.de">www.sma.de</a>  | <a href="http://uk.sungrowpower.com/productDetail/2635">uk.sungrowpower.com/productDetail/2635</a>  |

Einträge in die pv magazine Marktübersichten und Datenbanken sind grundsätzlich kostenfrei. Die Premium-Darstellungen mit Foto und mehr Details werden von den Herstellern gesponsert.

## Marktübersicht Groß- und Gewerbespeicher

*Gewerbegebäude der Gravag in der Schweiz lässt sich das bereits besichtigen. Die Photovoltaikanlage könne mit einer Leistung von 36 Kilowattpeak im Sommerhalbjahr praktisch den gesamten Strom- und Wärmebedarf abdecken, schreibt das Unternehmen Ecocoach, das die Anlage gebaut hat. Im Winterhalbjahr übernimmt eine Kraft-Wärme-Kopplungsanlage, die mit 100 Prozent Biogas aus der Region betrieben werde, überwiegend die Strom- und Wärmeversorgung. Der Überschussstrom beider Quellen werde zunächst in der Batterie zwischengespeichert, weitere Überschüsse im Wärmespeicher. Die stromseitige Selbstversorgung betrage 80 Prozent. (Projektbeispiel von Ecocoach in der Übersicht, siehe Online-Datenbank)*

\* \* \*

Manchmal wollen Eigentümer Dienstleistern im Übrigen Einschränkungen mitgeben, die über die Kontrolle des Batteriemangers hinausgehen, wie das beispielsweise Maxsolar für den Großspeicher am Photovoltaik-Kraftwerk Reckertshausen tut. Das Unternehmen hat mit dem Schweizer BKW-Konzern einen Stromabnahmevertrag geschlossen und erlaubt dabei den Zugriff auf zwei Speicher mit 5,76 und 1,45 Megawattstunden für den Stromhandel, berichtet Christian Mayr, Vertriebsleiter von Maxsolar. Vorgaben in Form von Fahrplänen erlauben es dem Vermarkter, den Speicher maximal für zwei Zyklen pro Tag zu nutzen und höchstens für 200 Zyklen pro Jahr.

Foto: Beck Automation



Parkplätze bieten nicht nur Raum für Ladesäulen, sondern auch für Ladebooster, wie hier ein Pufferspeicher zur Entlastung des Netzanschlusses von Beck Automation.

In der aktuellen Übersicht haben elf Hersteller für 38 Produkte eine Preisindikation gegeben. Fünf dieser Unternehmen haben auch im letzten Jahr Preisangaben gemacht, so dass ein direkter Vergleich möglich ist. Vier von ihnen haben in diesem Jahr die Preise gesenkt, ein Anbieter hat sie dagegen angehoben. Betrachtet man nur die Systeme mit Lithium-Batterien, zeigt sich ein durchschnittlicher Systempreis bei den größten

Anzeige

pv magazine group

We are preparing something

**BIG**



Be the first to know.

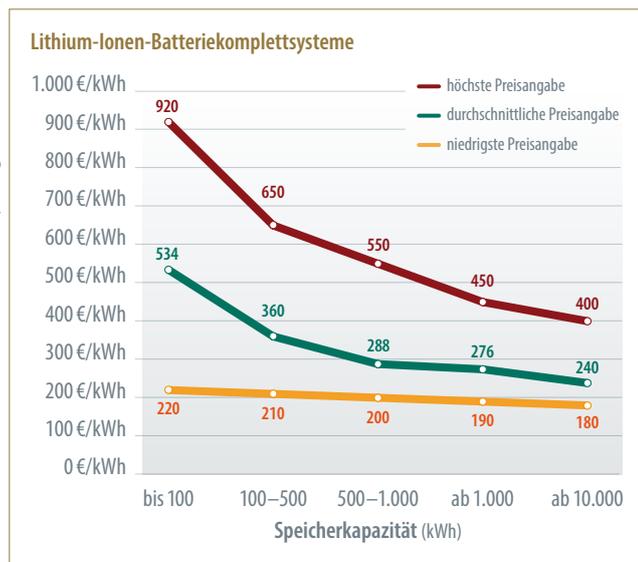


## Premium Selection

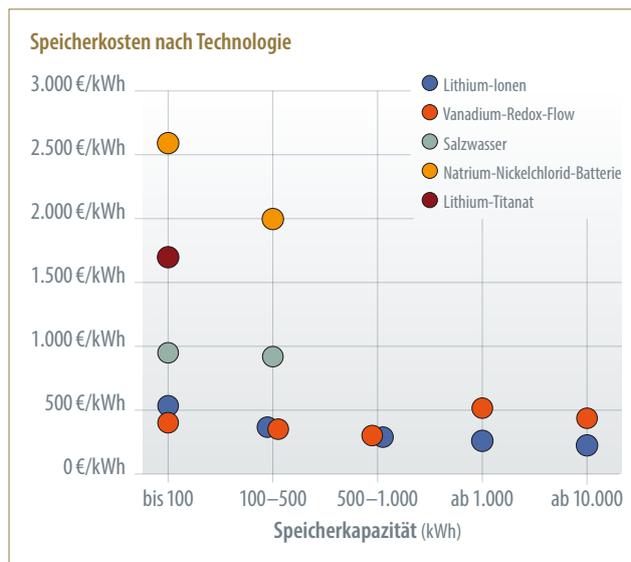
|             | Unternehmen                            | Tesvolt   | TRUMPF Hüttinger  | xelectrix Power  |
|-------------|--|---|---|--|
|             | Produkt                                | TSi HV 80   | TruConvert AC 3025  | XPB-M10 - Unlimited  |
| Allgemeines |  |    |   |   |
|             | Angebot                                | Batteriekomplettsystem in standardisierter Ausführung   | Wechselrichter in standardisierter oder projektspezifischer Ausführung  | Batteriekomplettsystem in standardisierter Ausführung  |
|             | Anwendungen im Fokus                   | Kleine bis große Gewerbebetriebe, Netzbetrieb, Elektroladelösungen  | Gewerbe, Industrie, Netzbetrieb, Elektroladelösungen  | Gewerbe, Industrie, Elektroladelösung, Netzbetrieb, Bauwirtschaft  |
|             | Geschäftsmodelle im Fokus              | Eigenverbrauchsoptimierung, Glätten von Lastspitzen, Inselbetrieb, Diesel-Hybrid-Anwendungen, Ladebooster, Verbesserung der Stromqualität, Regelenenergie   | Eigenverbrauchsoptimierung, Glätten von Erzeugungs- und Lastspitzen, Inselbetrieb, Diesel-Hybrid-Anwendungen, Regelleistungen, Schwarzstart, optional: USV              | Eigenverbrauchsoptimierung, Glätten von Erzeugungs- und Lastspitzen, Inselbetrieb, Ladebooster, Diesel-Hybrid-Anwendungen, Verbesserung der Stromqualität, Photovoltaik-Betrieb bei Netzausfall, Energiehandel, optional: Regelenenergie |
| Produkt     | Ladeleistung                           | 75 bis 340 kW   | bis 25 kVA  | 35 bis 150 kW  |
|             | Nutzbare Batteriekapazität             | 76 bis 608 kWh  |   | 120 bis 240 kWh  |
|             | Batterietechnologie                    | Lithium-Ionen, NMC, prismatisch   | technologieoffen  | Lithium-Eisenphosphat  |
|             | Weitere Hardware                       | Anreihschrank aus Stahlblech, prognosebasiertes Laden, Null-einspeisung, Halbinselbetrieb, Direkt-vermarkter-Schnittstelle, Time-of-Use, Steuerung von Verbrauchern   | 19"-Einschub  | Indoor und Outdoor geeignet mit IP68 Akku-Packs, integrierter Trafo, Klima, Brandschutz, Erdungsanlage   |
| Sonstiges   | Bemerkungen                            | Mit neuem EMS vielfältige Einsatzmöglichkeiten – Multi-Use, gleichzeitig Verbesserung der Stromqualität, als Master-Slave-System bis zu 1.360 kW und 2.432 kWh Systemleistung möglich                                   | Länderzertifizierung EU und USA, Inselnetzfähigkeit mit Spannung und Frequenz-Statik, volle Scheinleistung im 4-Quadranten-Betrieb                                      | Der integrierte Transformator und die Switch-Funktion ermöglichen Back-up, Schwarzstartfähigkeit   |
|             | Projektbeispiel in der Datenbank       | Energiekonzept der KSE Firmenzentrale in Hessen: Ein TSi HV 80-Speicher sichert die Ersatzstromversorgung und speichert Solarstrom für den Eigenverbrauch, zum Beispiel für die Fahrzeugladung an 12 Elektroladesäulen. | US-Biogasanlage für die Verwertung von Abfällen: Ein Redox-Flow-System mit 600 kW/2MWh vom Partner Redflow arbeitet hier mit bidirektionalen „TrueConvert“-DC-Wandlern. | Ladung von UPS-Elektrofahrzeugen auf der Expo Dubai für 6 Monate ausschließlich mit Solarstrom: Eine XPB Unlimited mit 80 kW/200 kWh versorgt drei EV-Ladestationen.   |
|             | Preisindikation:                       |   |   |  |
|             | Weitere Angebote in der Marktübersicht | TESVOLT TS 48 V, TS HV 70, TS HV 70 Outdoor, TPS flex, TPS-E  | TruConvert DC 1008, TruConvert DC 1030, TruConvert System Control   | XPB-W35 - Wall, XPB-B35 - BASIC SPLIT, XPB-B80 - BASIC SPLIT   |
|             | Webseite                               | tesvolt.com   | www.trumpf.com/?id=77   | www.xelectrix-power.com  |

Einträge in die pv magazine Marktübersichten und Datenbanken sind grundsätzlich kostenfrei. Die Premium-Darstellungen mit Foto und mehr Details werden von den Herstellern gesponsert.

Grafiken: pv magazine/Harald Schütt



Preise für Lithium-Ionen-Speichersysteme basierend auf den Angaben der Hersteller in der pv magazine Marktübersicht abhängig von der Größe des Systems. Für 20 Produkte wurden Preisangaben hinterlegt.



Bei Lithium-Ionen-Speichern handelt es sich um Durchschnittswerte. Bei den anderen Technologien hat jeweils ein Unternehmen eine Preisindikation gegeben.

Systemen über 10.000 Kilowattstunden von 240 Euro pro Kilowattstunde. Die Spanne reicht dabei von 180 bis 400 Euro. Im vergangenen Jahr lag der (auch damals nicht repräsentative) Durchschnittspreis noch bei 442 Euro. Bei den Anbietern, die die Information veröffentlichen, liegt die Preissenkung im Mittel damit bei 50 Prozent.

Bei den kleinsten Systemgrößen bis 100 Kilowattstunden liegt der Durchschnitt deutlich höher bei 534 Euro pro Kilowattstunde mit einer großen Spannweite zwischen dem preisgünstigsten System (220 Euro) und dem teuersten mit 920 Euro.

## „Die Abschaffung der EEG-Umlage wird sich direkt auf die Wirtschaftlichkeit der Speicher auswirken.“

Diese Entwicklungen lassen vermuten, dass die Lieferengpässe, über die einige Hersteller klagen und die sich zum Beispiel in der Verschiebung von Produktlaunches zeigen, bisher kaum Einfluss auf die Verkaufspreise haben. Gesprächspartner berichteten beispielsweise, dass die Automobilindustrie mit großen Abnahmemengen kleineren Herstellern die vorbestellten Akkus wegschnappen. Trotzdem scheint der Druck groß zu sein, dem Käufer noch weiter entgegenzukommen, um einen rentablen Speichereinsatz zu ermöglichen – und auch die Konkurrenz am Markt ist nach wie vor groß.

Der Vergleich der verschiedenen Angebote, die technische Auslegung oder die Begleitung von Ausschreibungen ist eine Dienstleistung, die Beratungsunternehmen wie die Eta Energieberatung in unserer Übersicht anbieten. Zusätzlich kümmern sie sich darum, günstige Standorte für Batteriespei-

cher im öffentlichen Netz zu finden sowie Kommunen, Netzbetreiber und Investoren oder Fonds für Projekte zu finden.

Die Wirtschaftlichkeit wird derzeit auch durch die hohen Strompreise befördert. Durch diese sinkt die Amortisationszeit für die beliebtesten Geschäftsmodelle im Gewerbe, die Steigerung des Eigenverbrauchs und die Lastspitzenkappung nach Einschätzung von Tesvolt-Experte Daniel Hannemann weiter. Waren es bisher noch acht bis zwölf Jahre, rechnet er künftig nur noch mit sechs bis neun. Das dürfte den Markt befeuern. Das Unternehmen plant, so Hannemann, auch im kommenden Jahr mit wachsendem Umsatz und passe bereits seine Produktionskapazitäten nach oben an.

Auch Ladebooster sind laut Hannemann jetzt wirklich im Kommen, werden aber erst in geringerem Umfang bestellt. Besonders erfreulich sei die Abschaffung der EEG-Umlage, die sich direkt auf die Wirtschaftlichkeit der Speicher auswirken werde.

Die Branche erwartet von der Ampelkoalition aber auch, dass sie noch deutlich tiefer ins Energierecht eingreift, um den Zubau von Batteriespeichern zumindest nicht zu erschweren. Das betrifft besonders Großspeicher. Hans Urban, der als Berater für Batteriespeicherhersteller aktiv ist und auch Vorschläge an die Politik begleitet und verfolgt, hofft, dass Speicher möglichst schnell als eine eigene Gattung im Stromnetz angesehen werden und damit Letztverbraucherabgaben entfallen. Zudem sollten Regulierungen abgeschafft werden, die den Einsatz von Batteriespeichern an großen Photovoltaikanlagen erschweren, wie das Verbot des Ladens aus dem Netz. Nicht zuletzt sollten die besonderen Fähigkeiten der Batteriespeicher noch besser honoriert werden. Es sei schade, dass die netzbildenden und -stabilisierenden Fähigkeiten und das hohe Einsatztempo an den deutschen Regelmärkten noch nicht honoriert würden.

Cornelia Lichner

Die Übersichtstabelle zur Datenbank mit allen Einträgen finden Sie auf den nächsten Seiten.

# Gewerbeanlagen

| Anbieter                        | Produkt                             | Leistungen des Anbieters  |                              |                          |                          |                                      |                                      |           |                           |                        |                                     |  |   |  |                                    |  |                          |                              |                           |
|---------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------|---------------------------|------------------------|-------------------------------------|--|---|--|------------------------------------|--|--------------------------|------------------------------|---------------------------|
|                                 |                                     | Ausführung standardisiert | Ausführung projektspezifisch | Entladeleistung VON [kW] | Entladeleistung BIS [kW] | nutzbare Batteriekapazität VON [kWh] | nutzbare Batteriekapazität BIS [kWh] | Batterien | Batteriemanagementsysteme | Batteriewechselrichter | Energiemanagementsysteme (Hardware) | Programmierung Energiemanagementsysteme (Software) | Batterie-Komplettsysteme (Systemintegrator) | EPC-Dienstleistungen für Batteriespeicher-Projekte | Asset-Management & Betriebsführung | Bewirtschaftung von Batteriesystemen (Energytrading) | Weitere Dienstleistungen | Preisinformationen vorhanden | Beispielprojekt vorhanden |
| ABO Wind                        | Batteriespeicherprojekte            | x                         | x                            | 500                      | 100.000                  | 500                                  | 200.000                              | -         | -                         | -                      | -                                   | -  | -   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            | x                         |
| ACCURE                          | Batteriemonitoring                  | x                         | x                            |                          |                          |                                      |                                      | -         | x                         | -                      | -                                   | x  | -   | -  | x                                  | -  | x                        | -                            | x                         |
| Battery Intelligence            | Batterieoptimierung                 | x                         | x                            |                          |                          |                                      |                                      | -         | x                         | -                      | -                                   | x  | -   | -  | x                                  | -  | x                        | -                            | x                         |
|                                 | Batterieversicherung                | x                         | x                            |                          |                          |                                      |                                      | -         | x                         | -                      | -                                   | x  | -   | -  | x                                  | -  | x                        | -                            | x                         |
| ads-tec Energy                  | StoraXe PowerBooster GSS0608        | x                         |                              | 0                        | 60                       |                                      | 81,2                                 | x         | x                         | x                      | x                                   | x  | x   | -  | x                                  | -  | x                        | -                            | x                         |
|                                 | ChargeBox                           | x                         | x                            | 0                        |                          |                                      | 134,4                                | x         | x                         | x                      | x                                   | x  | x   | -  | x                                  | -  | x                        | -                            | x                         |
| Alfen                           | TheBattery Elements                 | x                         | x                            | 750                      | unbegr.                  | 745                                  | unbegr.                              | -         | x                         | -                      | x                                   | x  | x   | x  | x                                  | x  | x                        | x                            | -                         |
|                                 | TheBattery Mobile                   | x                         | x                            | 150                      | 300                      | 150                                  | 422                                  | -         | x                         | -                      | x                                   | x  | x   | x  | x                                  | x  | x                        | x                            | -                         |
| ASD Automatic Storage Device    | PACADU PRO 16                       |                           | x                            | 9                        | 16                       | 32                                   | 86                                   | -         | -                         | -                      | -                                   | x  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            | -                         |
|                                 | PACADU PRO 36                       |                           | x                            | 27                       | 36                       | 80                                   | 172                                  | -         | -                         | -                      | -                                   | x  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            | -                         |
|                                 | PACADU PRO 55                       |                           | x                            | 45                       | 54                       | 107                                  | 258                                  | -         | -                         | -                      | -                                   | x  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            | -                         |
|                                 | PACADU PRO 80                       |                           | x                            | 72                       | 80                       | 172                                  | 387                                  | -         | -                         | -                      | -                                   | x  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            | -                         |
|                                 | PACADU PRO 120                      |                           | x                            | 90                       | 120                      | 236                                  | 516                                  | -         | -                         | -                      | -                                   | x  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            | -                         |
| AXITEC Energy                   | AXIstorage Li 85                    | x                         |                              | 8,1                      | 18                       | 7,1                                  | 85,2                                 | x         | x                         | -                      | -                                   | -  | -   | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | -                         |
| BayWa r.e. Solar Energy Systems | BYD Commercial C 130                | x                         |                              | 88                       | 88                       | 131                                  | 131                                  | x         | -                         | x                      | x                                   | x  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            | -                         |
|                                 | BYD Commercial C 230                | x                         |                              | 88                       | 88                       | 232                                  | 232                                  | x         | -                         | x                      | x                                   | x  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            | -                         |
|                                 | Intilion scalebloc                  | x                         |                              | 25                       | 68,5                     | 68,5                                 | 68,5                                 | x         | -                         | x                      | x                                   | x  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            | -                         |
|                                 | RIELLO HBS                          | x                         |                              | 9                        | 72                       | 20                                   | 200                                  | x         | -                         | x                      | x                                   | x  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            | -                         |
|                                 | RIELLO HBS HE 100                   | x                         |                              | 100                      | 800                      | 102                                  | 1020                                 | x         | -                         | x                      | x                                   | x  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            | -                         |
|                                 | VARTA Flex Storage E 36 / 75        | x                         |                              | 36                       | 36                       | 75                                   | 75                                   | x         | -                         | x                      | x                                   | x  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            | -                         |
|                                 | VARTA Flex Storage E 80 /150        | x                         |                              | 80                       | 80                       | 150                                  | 150                                  | x         | -                         | x                      | x                                   | x  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            | -                         |
|                                 | VARTA Flex Storage E 120 /300       | x                         |                              | 120                      | 120                      | 225                                  | 225                                  | x         | -                         | x                      | x                                   | x  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            | -                         |
|                                 | X x SMA Si 8.0 mit X x BYD LVL 15.4 | x                         |                              | 18                       | 18                       | 15,4                                 | 154                                  | x         | -                         | x                      | x                                   | x  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            | -                         |
| BECK Automation                 | BECK BESS electrified by BMW i.     | x                         | x                            | 8/18                     | 27                       | 36,5                                 | 73                                   | -         | -                         | -                      | x                                   | x  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            | x                         |
|                                 | BECK BESS electrified by BMW i.     | x                         | x                            | 40                       | 60                       | 36,5                                 | 146                                  | -         | -                         | -                      | x                                   | x  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            | x                         |
|                                 | BECK BESS electrified by BMW i.     | x                         | x                            | 80/100                   | 120                      | 73                                   | 219                                  | -         | -                         | -                      | x                                   | x  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            | x                         |
|                                 | BECK BESS electrified by BMW i.     | x                         | x                            | 240/480                  | 720                      | 292                                  | 1314                                 | -         | -                         | -                      | x                                   | x  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            | x                         |
| BlueSky Energy                  | GREENROCK Business                  | x                         |                              | 5,7                      | 48                       | 30                                   | 270                                  | x         | x                         | -                      | x                                   | x  | x   | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | x                         |
|                                 | VIGOS                               | x                         |                              | 24                       | 48                       | 18                                   | 96                                   | x         | x                         | -                      | x                                   | x  | x   | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | x                         |
| BMZ                             | IndustriAE 3.0                      | x                         | x                            | unbegr.                  | 1,7C                     | 77,6                                 | 6200                                 | x         | x                         | -                      | x                                   | -  | -   | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | x                         |
| BYD                             | Battery-Box Commercial C130         | x                         |                              | 88                       | 88                       | 131                                  | 131                                  | x         | x                         | x                      | -                                   | -  | -   | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | -                         |
|                                 | Battery-Box Commercial C230         | x                         |                              | 88                       | 88                       | 233                                  | 233                                  | x         | x                         | x                      | -                                   | -  | -   | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | -                         |
|                                 | Battery-Box Premium LVL             | x                         |                              |                          |                          | 15,4                                 | 945,8                                | x         | x                         | x                      | -                                   | -  | -   | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | -                         |
|                                 | Battery-Max Lite                    | x                         |                              | 30                       | 90                       | 30                                   | 90                                   | x         | x                         | -                      | -                                   | -  | -   | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | x                         |
| Commeo                          | HV-L Longlife, 350 V                | x                         |                              | 0                        | 72,52                    | 38,5                                 | 38,5                                 | x         | x                         | x                      | x                                   | x  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            | -                         |
|                                 | HV-L Longlife, 400 V                | x                         |                              | 0                        | 82,88                    | 44                                   | 44                                   | x         | x                         | x                      | x                                   | x  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            | -                         |
|                                 | HV-L Longlife, 450 V                | x                         |                              | 0                        | 93,24                    | 49,5                                 | 49,5                                 | x         | x                         | x                      | x                                   | x  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            | -                         |

## Marktübersicht Groß- und Gewerbespeicher

Die Übersicht steht allen Herstellern und Dienstleistern entlang der Batteriespeicher-Wertschöpfungskette offen und beruht auf ihren eigenen Angaben (siehe Begleitartikel, Seite 18). Die Marktübersicht erfasst Hersteller von Komplettsystemen (**weiß**), Wechselrichtern (**gelb**), die mit verschiedenen Speichern kompatibel sind, Dienstleister (**blau**), die Projekte fallweise nach Kundenanforderungen konfigurieren und Komponenten (**grün**).

Die vollständige Übersicht finden Sie online unter: [www.pv-magazine.de/marktuebersichten/grosse-batteriespeicher/](http://www.pv-magazine.de/marktuebersichten/grosse-batteriespeicher/)

Die Online-Datenbank enthält unter anderem zusätzliche Bemerkungen der Hersteller zu ihren Angeboten, detaillierte Abfragen zu Lade- und Entladeleistungen, zu Funktionalitäten (Erhöhung des Eigenverbrauchs, Lastspitzenkappung, Erzeugungsspitzenkappung, Inselbetrieb, Diesel-Hybrid-Anwendungen, Ersatzstrom, USV, Ladebooster für Elektrofahrzeuge, Verbesserung der Stromqualität, Primärregelenergie und andere Regelleistung), zu den USPs aus Herstellersicht und zum Systemumfang.

Beim Systemumfang wurde abgefragt: Batterie, Batteriemanagementsystem, Batteriewechselrichter, Monitoringsystem, Energiemanagementsystem, Gehäuse, Klimakontrollsystem, Brandschutzsystem, Erdungsanlage, USV, Transformator, Mittelspannungsschaltanlage.

Die Firmen haben die Möglichkeit, in der Onlinedatenbank Referenzprojekte zu beschreiben und Preisangaben zu machen. Ob diese vorhanden sind, ist in den beiden rechten Spalten vermerkt.

Folgende Firmen verwenden (auch) andere Technologien als Lithium-Ionen-Batterien (siehe Online-Datenbank): Bluesky (Natrium-Ionen), Enerox (Vanadium-Redox-Flow), Freqcon (2nd Life), Ion Energy (Na-NiCl<sub>2</sub>-Batterie), JenaBatteries (organisches Redox-Flow), Smart Power (2nd Life), The Mobility House (2nd Life). Viele Wechselrichter sind außerdem mit mehreren Batterietechnologien kompatibel.

| Anbieter                           | Produkt   | Leistungen des Anbieters  |                              |                          |                          |                                      |                                      |           |                           |                  |                                     |  |   |  |                                    |  |                          |                              |                           |
|------------------------------------|---|---------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------|---------------------------|------------------|-------------------------------------|--|---|--|------------------------------------|--|--------------------------|------------------------------|---------------------------|
|                                    |   | Ausführung standardisiert | Ausführung projektspezifisch | Entladeleistung VON [kW] | Entladeleistung BIS [kW] | nutzbare Batteriekapazität VON [kWh] | nutzbare Batteriekapazität BIS [kWh] | Batterien | Batteriemanagementsysteme | Batteriewechsler | Energiemanagementsysteme (Hardware) | Programmierung Energiemanagementsysteme (Software) | Batterie-Komplettsysteme (Systemintegrator) | EPC-Dienstleistungen für Batteriespeicher-Projekte | Asset-Management & Betriebsführung | Bewirtschaftung von Batteriesystemen (Energytrading) | Weitere Dienstleistungen | Preisinformationen vorhanden | Beispielprojekt vorhanden |
| Name                               | Bezeichnung des Speichersystems, der Komponente oder der Dienstleistung |                           |                              |                          |                          |                                      |                                      |           |                           |                  |                                     |  |   |  |                                    |  |                          |                              |                           |
| Commeo                             | HV-L Longlife, 500 V  | x                         |                              | 0                        | 103,6                    | 55                                   | 55                                   | x         | x                         | x                | x                                   | x  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            | -                         |
|                                    | HV-L Longlife, 550 V  | x                         |                              | 0                        | 113,96                   | 60,5                                 | 60,5                                 | x         | x                         | x                | x                                   | x  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            | -                         |
|                                    | HV-L Longlife, 600 V  | x                         |                              | 0                        | 124,32                   | 66                                   | 66                                   | x         | x                         | x                | x                                   | x  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            | -                         |
|                                    | HV-L Longlife, 650 V  | x                         |                              | 0                        | 134,68                   | 71,5                                 | 71,5                                 | x         | x                         | x                | x                                   | x  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            | -                         |
|                                    | HV-L Longlife, 700 V  | x                         |                              | 0                        | 145,04                   | 77                                   | 77                                   | x         | x                         | x                | x                                   | x  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            | -                         |
|                                    | HV-L Longlife, 750 V  | x                         |                              | 0                        | 155,4                    | 82,5                                 | 82,5                                 | x         | x                         | x                | x                                   | x  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            | x                         |
|                                    | HV-L Energy, 600 V  | x                         |                              | 0                        | 112,48                   | 70,56                                | 70,56                                | x         | x                         | x                | x                                   | x  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            | -                         |
|                                    | HV-L Energy, 750 V  | x                         |                              | 0                        | 140,6                    | 88,2                                 | 88,2                                 | x         | x                         | x                | x                                   | x  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            | x                         |
|                                    | Commeo 48 V Edge USV  | x                         |                              | 0                        | 12                       | 1,12                                 | 6,6                                  | 6,6       | x                         | x                | x                                   | x  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            | x                         |
| Eaton                              | xStorage Compact 10/50  | x                         | x                            | 0                        | 10                       | 40                                   | 45                                   | -         | x                         | x                | x                                   | x  | x   | -  | -                                  | -  | x                        | -                            | x                         |
|                                    | xStorage Compact 20/50  | x                         | x                            | 0                        | 20                       | 40                                   | 45                                   | -         | x                         | x                | x                                   | x  | x   | -  | -                                  | -  | x                        | -                            | x                         |
|                                    | xStorage Compact 40/50  | x                         | x                            | 0                        | 40                       | 40                                   | 45                                   | -         | x                         | x                | x                                   | x  | x   | -  | -                                  | -  | x                        | -                            | x                         |
|                                    | xStorage Compact 40/100   | x                         | x                            | 0                        | 40                       | 80                                   | 90                                   | -         | x                         | x                | x                                   | x  | x   | -  | -                                  | -  | x                        | -                            | x                         |
|                                    | xStorage Compact 40/150   | x                         | x                            | 0                        | 40                       | 120                                  | 135                                  | -         | x                         | x                | x                                   | x  | x   | -  | -                                  | -  | x                        | -                            | x                         |
| ECO STOR                           | ECO STOR ES-3450  | x                         |                              | 3.450                    | 3.450                    | 3.450                                | 3.450                                | -         | -                         | -                | x                                   | x  | x   | x  | -                                  | x  | -                        | -                            |                           |
| ecocoach                           | ecoBatterySystem  | x                         | x                            | 13                       | 96                       | 23,5                                 | 234                                  | x         | x                         | x                | x                                   | x  | -   | -  | -                                  | -  | -                        | -                            |                           |
| EnBW                               | Batt.-Systemlösungen  | x                         | x                            |                          |                          |                                      |                                      | -         | -                         | -                | -                                   | -  | -   | x  | x                                  | x  | x                        | -                            |                           |
| Enerox (CellCube)                  | FB 10 - 40  | x                         |                              | 10                       | 20                       | 40                                   | 60                                   | x         | x                         | x                | x                                   | -  | x   | x  | -                                  | -  | x                        | x                            |                           |
|                                    | FB 250 - 1000   | x                         |                              | 250                      | 500                      | 1.000                                | 1.200                                | x         | x                         | x                | x                                   | -  | x   | x  | -                                  | -  | x                        | x                            |                           |
|                                    | FB 500 - 2000   | x                         |                              | 500                      | 1.000                    | 2.000                                | 2.400                                | x         | x                         | x                | x                                   | -  | x   | x  | -                                  | -  | x                        | x                            |                           |
|                                    | FB 333 - 2665   | x                         |                              | 333                      | 666                      | 2.665                                | 3.200                                | x         | x                         | x                | x                                   | -  | x   | x  | -                                  | -  | x                        | x                            |                           |
|                                    | FB 250 - 2000   | x                         |                              | 250                      | 500                      | 2.000                                | 2.400                                | x         | x                         | x                | x                                   | -  | x   | x  | -                                  | -  | x                        | x                            |                           |
|                                    | FB 250 - 1500   | x                         |                              | 250                      | 500                      | 1.350                                | 1.620                                | x         | x                         | x                | x                                   | -  | x   | x  | -                                  | -  | x                        | x                            |                           |
| Entrix                             | Handel, Optimierung, Vermarktung  | x                         | x                            | 1.000                    |                          | 1.000                                |                                      | -         | -                         | -                | -                                   | -  | -   | -  | x                                  | x  | x                        | -                            |                           |
| eta Energieberatung                | Batterieprojektplanung & Umsetzung                                      |                           | x                            |                          | 1.000                    | 1.200                                | 1.200                                | -         | -                         | -                | -                                   | -  | -   | x  | -                                  | x  |                          | x                            |                           |
|                                    | Projektentwicklung & Ausschreibungen                                    |                           | x                            |                          | 25 MW                    | 25 MW                                | 25 MW                                | -         | -                         | -                | -                                   | -  | -   | x  | -                                  | x  |                          | x                            |                           |
|                                    | Projektbegleitung   |                           | x                            |                          | 500                      | 500                                  | 500                                  | -         | -                         | -                | -                                   | -  | -   | x  | -                                  | x  |                          | x                            |                           |
|                                    | Projektbegleitung, Angebotsvergleich                                    |                           | x                            | 1.000                    | 1.500                    | 1.500                                | 1.500                                | -         | -                         | -                | -                                   | -  | -   | x  | -                                  | -  |                          | x                            |                           |
| ET SolarPower                      | ET Energies 40  | x                         |                              |                          | 9                        |                                      | 38                                   | x         | x                         | x                | -                                   | -  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | x                            |                           |
|                                    | ET Energies 60  | x                         |                              |                          | 12                       |                                      | 57                                   | x         | x                         | x                | -                                   | -  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | x                            |                           |
|                                    | ET Energies 80  | x                         |                              |                          | 18                       |                                      | 76                                   | x         | x                         | x                | -                                   | -  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | x                            |                           |
|                                    | ET Energies 120   | x                         |                              |                          | 20                       |                                      | 114                                  | x         | x                         | x                | -                                   | -  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | x                            |                           |
| Fenecon                            | Commercial 30   | x                         |                              | 30                       | 90                       | 31,5                                 | 357                                  | -         | -                         | -                | -                                   | x  | x   | -  | -                                  | -  | x                        | -                            |                           |
|                                    | Commercial 50   | x                         |                              | 50                       | 250                      | 70                                   | 1.400                                | -         | -                         | -                | -                                   | x  | x   | -  | -                                  | -  | -                        | x                            |                           |
|                                    | Industrial  |                           | x                            | 88                       | 704                      | 74                                   | 656                                  | -         | -                         | -                | -                                   | x  | x   | x  | -                                  | -  | x                        | -                            |                           |
| Fluence Energy                     | Gridstack   | x                         |                              | 2.000                    | unbegr.                  | 2.000                                | unbegr.                              | -         | -                         | -                | -                                   | x  | x   | x  | x                                  | x  | x                        | x                            |                           |
| Freqcon                            | BESS EV   | x                         | x                            | 350                      | 3.000                    | 700                                  | 2.000                                | x         | x                         | x                | x                                   | x  | x   | x  | -                                  | -  | x                        | -                            |                           |
|                                    | BESS FQ   | x                         | x                            | 350                      | 3.000                    | 250                                  | 4.500                                | x         | x                         | x                | x                                   | x  | x   | x  | -                                  | -  | x                        | -                            |                           |
|                                    | BESS Custom   |                           | x                            | 350                      | 3.000                    | 80                                   | 4.500                                | x         | x                         | x                | x                                   | x  | x   | x  | -                                  | -  | x                        | -                            |                           |
| HagerEnergy – E3/DC                | Hauskraftwerk S10 E PRO   | x                         |                              | 9                        | 12                       | 29,25                                | 35,1                                 | -         | x                         | x                | x                                   | x  | x   | -  | -                                  | -  | x                        | -                            |                           |
|                                    | Quattroporte 2x MAX XXL   | x                         |                              | 9                        | 9                        | 46,8                                 | 46,8                                 | -         | x                         | x                | x                                   | x  | x   | -  | -                                  | -  | x                        | -                            |                           |
|                                    | Quattroporte 3x MAX XXL   | x                         |                              | 13,5                     | 13,5                     | 70,2                                 | 70,2                                 | -         | x                         | x                | x                                   | x  | x   | -  | -                                  | -  | x                        | -                            |                           |
| Hitachi Energy Grid Edge Solutions | PowerStoreTM Integrated   | x                         |                              | 125                      | 500                      | 280                                  | 812                                  | -         | -                         | x                | x                                   | x  | x   | -  | -                                  | -  | x                        | -                            |                           |
|                                    | PowerStoreTM Modular  | x                         | x                            |                          | > 1 MW                   | var.                                 |                                      | -         | -                         | x                | x                                   | x  | x   | -  | -                                  | -  | x                        | -                            |                           |
|                                    | PQplus  | x                         |                              | 30                       | 1.600                    | 64                                   | 1600                                 | -         | -                         | x                | -                                   | x  | x   | -  | -                                  | -  | x                        | -                            |                           |
| Hitachi Energy Grid Edge Solutions | PQstorl   | x                         |                              | 30                       | 1.600                    | var.                                 |                                      | -         | -                         | x                | -                                   | x  | -   | -  | -                                  | -  | x                        | -                            |                           |
| Huawei Technologies                | Smart String ESS  | x                         | x                            | 200                      | > 1 GW                   | 2.000                                | > 1 GW                               | x         | x                         | x                | -                                   | -  | x   | -  | -                                  | -  | -                        | -                            |                           |
| IBC Solar                          | SMA TS70  | x                         | x                            | 60                       | 75                       | 67                                   | 304                                  | -         | -                         | -                | -                                   | -  | -   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            |                           |
|                                    | BYD REFU C130/C230  | x                         | x                            | 88                       | 88                       | 124                                  | 220                                  | -         | -                         | -                | -                                   | -  | -   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            |                           |
|                                    | Intilion Scalebloc  | x                         | x                            | 25                       | 68                       | 65                                   | 65                                   | -         | -                         | -                | -                                   | -  | -   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            |                           |
|                                    | SMA SI + BYD LVL  | x                         | x                            | 11                       | 18                       | 30                                   | 180                                  | -         | -                         | -                | -                                   | -  | -   | -  | x                                  | -  | x                        | -                            |                           |
|                                    | projektspezifische Ausarbeitung CES                                     | x                         | x                            | 30                       | 1.000                    | 30                                   | 1.500                                | -         | -                         | -                | -                                   | -  | -   | x  | x                                  | x  | -                        | x                            |                           |

# Gewerbeanlagen

| Anbieter                     | Produkt   | Leistungen des Anbieters  |                              |                          |                          |                                      |                                      |           |                           |                  |                                     |  |  |  |                                    |  |                          |                              |                           |
|------------------------------|---|---------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------|---------------------------|------------------|-------------------------------------|--|--|--|------------------------------------|--|--------------------------|------------------------------|---------------------------|
| Name                         | Bezeichnung des Speichersystems, der Komponente oder der Dienstleistung | Ausführung standardisiert | Ausführung projektspezifisch | Entladeleistung VON [kW] | Entladeleistung BIS [kW] | nutzbare Batteriekapazität VON [kWh] | nutzbare Batteriekapazität BIS [kWh] | Batterien | Batteriemanagementsysteme | Batteriewechsler | Energiemanagementsysteme (Hardware) | Programmierung Energiemanagementsysteme (Software) | Batterie-Komplettssysteme (Systemintegrator) | EPC-Dienstleistungen für Batteriespeicher-Projekte | Asset-Management & Betriebsführung | Bewirtschaftung von Batteriesystemen (Energytrading) | Weitere Dienstleistungen | Preisinformationen vorhanden | Beispielprojekt vorhanden |
| IBU-tec advanced materials   | IBUvolt LFP400  | x                         |                              | -                        | -                        | -                                    | -                                    | -         | -                         | -                | -                                   | -  | -  | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | x                         |
| Intilion                     | scalegloc energy  | x                         |                              | 25                       | 25                       | 65,8                                 | 65,8                                 | -         | -                         | -                | -                                   | -  | x  | -  | -                                  | -  | x                        | -                            | -                         |
|                              | scalegloc power   | x                         |                              | 50                       | 50                       | 65,8                                 | 65,8                                 | -         | -                         | -                | -                                   | -  | x  | -  | -                                  | -  | x                        | -                            | x                         |
|                              | scalegloc power boost   | x                         |                              | 68,5                     | 68,5                     | 65,8                                 | 65,8                                 | -         | -                         | -                | -                                   | -  | x  | -  | -                                  | -  | x                        | -                            | -                         |
|                              | scalestac power   | x                         |                              | 25                       | 400                      | 138,6                                | 831,6                                | -         | -                         | -                | -                                   | -  | x  | -  | -                                  | -  | x                        | -                            | -                         |
|                              | scalestac power boost   | x                         |                              | 25                       | 400                      | 110,7                                | 221,4                                | -         | -                         | -                | -                                   | -  | x  | -  | -                                  | -  | x                        | -                            | -                         |
|                              | scalecube   |                           | x                            | 500                      | 4.360                    | 450                                  | 3.000                                | -         | -                         | -                | -                                   | -  | x  | -  | -                                  | -  | x                        | -                            | -                         |
| Ion Energy                   | All-in-One SALT PRO XS  | x                         |                              | 1                        | 18                       | 1                                    | 36                                   | -         | -                         | -                | x                                   | x  | x  | x  | x                                  | -  | x                        | x                            | -                         |
|                              | All-in-One SALT PRO S   | x                         |                              | 1                        | 27                       | 1                                    | 54                                   | -         | -                         | -                | x                                   | x  | x  | x  | x                                  | -  | x                        | x                            | -                         |
|                              | All-in-One SALT PRO M   | x                         |                              | 1                        | 30                       | 1                                    | 72                                   | -         | -                         | -                | x                                   | x  | x  | x  | x                                  | -  | x                        | x                            | -                         |
|                              | All-in-One SALT PRO L   | x                         |                              | 1                        | 60                       | 1                                    | 144                                  | -         | -                         | -                | x                                   | x  | x  | x  | x                                  | -  | x                        | x                            | -                         |
|                              | All-in-One SALT PRO XL  | x                         |                              | 1                        | 90                       | 1                                    | 216                                  | -         | -                         | -                | x                                   | x  | x  | x  | x                                  | -  | x                        | x                            | -                         |
|                              | All-in-One SALT PRO XXL   |                           | x                            | 1                        | 120                      | 1                                    | 288                                  | -         | -                         | -                | x                                   | x  | x  | x  | x                                  | -  | x                        | x                            | -                         |
|                              | All-in-One SALT PRO ATS XS  | x                         |                              | 1                        | 18                       | 1                                    | 36                                   | -         | -                         | -                | x                                   | x  | x  | x  | x                                  | -  | x                        | x                            | -                         |
|                              | All-in-One SALT PRO ATS S   | x                         |                              | 1                        | 27                       | 1                                    | 54                                   | -         | -                         | -                | x                                   | x  | x  | x  | x                                  | -  | x                        | x                            | -                         |
|                              | All-in-One SALT PRO ATS M   | x                         |                              | 1                        | 30                       | 1                                    | 72                                   | -         | -                         | -                | x                                   | x  | x  | x  | x                                  | -  | x                        | x                            | -                         |
|                              | All-in-One SALT PRO ATS L   | x                         |                              | 1                        | 60                       | 1                                    | 144                                  | -         | -                         | -                | x                                   | x  | x  | x  | x                                  | -  | x                        | x                            | -                         |
|                              | All-in-One SALT PRO ATS XL  | x                         |                              | 1                        | 90                       | 1                                    | 216                                  | -         | -                         | -                | x                                   | x  | x  | x  | x                                  | -  | x                        | x                            | -                         |
|                              | All-in-One SALT PRO ATS XXL   |                           | x                            | 1                        | 120                      | 1                                    | 288                                  | -         | -                         | -                | x                                   | x  | x  | x  | x                                  | -  | x                        | x                            | -                         |
| JenaBatteries                | BASIS - Metallfreie Redox-Flow-Batterie                                 | x                         | x                            | 100                      |                          | 400                                  |                                      | x         | x                         | x                | -                                   | -  | x  | -  | -                                  | -  | x                        | -                            | -                         |
| KACO new energy              | blueplanet gridsave 50.0 TL3-S variant B                                | x                         |                              | 50                       | 0                        |                                      |                                      | -         | -                         | x                | -                                   | -  | -  | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | x                         |
|                              | blueplanet gridsave 50.0 TL3-S variant M                                | x                         |                              | 50                       | 0                        |                                      |                                      | -         | -                         | x                | -                                   | -  | -  | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | -                         |
|                              | blueplanet gridsave 50.0 TL3-S variant L                                | x                         |                              | 50                       | 0                        |                                      |                                      | -         | -                         | x                | -                                   | -  | -  | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | -                         |
|                              | blueplanet gridsave 50.0 TL3-S variant XL                               | x                         |                              | 50                       | 0                        |                                      |                                      | -         | -                         | x                | -                                   | -  | -  | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | -                         |
|                              | blueplanet gridsave 92.0 TL3-S variant B                                | x                         |                              | 92                       | 0                        |                                      |                                      | -         | -                         | x                | -                                   | -  | -  | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | x                         |
|                              | blueplanet gridsave 92.0 TL3-S variant L                                | x                         |                              | 92                       | 0                        |                                      |                                      | -         | -                         | x                | -                                   | -  | -  | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | -                         |
|                              | blueplanet gridsave 92.0 TL3-S variant XL                               | x                         |                              | 92                       | 0                        |                                      |                                      | -         | -                         | x                | -                                   | -  | -  | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | -                         |
|                              | blueplanet gridsave 110.0 TL3-S variant B                               | x                         |                              | 110                      | 0                        |                                      |                                      | -         | -                         | x                | -                                   | -  | -  | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | -                         |
|                              | blueplanet gridsave 110.0 TL3-S variant L                               | x                         |                              | 110                      | 0                        |                                      |                                      | -         | -                         | x                | -                                   | -  | -  | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | -                         |
|                              | blueplanet gridsave 110.0 TL3-S variant XL                              | x                         |                              | 110                      | 0                        |                                      |                                      | -         | -                         | x                | -                                   | -  | -  | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | -                         |
|                              | blueplanet gridsave 137.0 TL3-S variant B                               | x                         |                              | 137                      | 0                        |                                      |                                      | -         | -                         | x                | -                                   | -  | -  | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | -                         |
|                              | blueplanet gridsave 137.0 TL3-S variant L                               | x                         |                              | 137                      | 0                        |                                      |                                      | -         | -                         | x                | -                                   | -  | -  | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | -                         |
|                              | blueplanet gridsave 137.0 TL3-S variant XL                              | x                         |                              | 137                      | 0                        |                                      |                                      | -         | -                         | x                | -                                   | -  | -  | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | -                         |
|                              | REFU Storage Systems  | REFUstore 88K             | x                            | x                        | 0                        | 88                                   |                                      |           | -                         | -                | x                                   | x  | x  | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | -                         |
| REFUstore 88K-preCharge      |   | x                         | x                            | 0                        | 88                       |                                      |                                      | -         | -                         | x                | x                                   | x  | -  | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | x                         |
| REFUstore 50K                |   | x                         | x                            | 0                        | 88                       |                                      |                                      | -         | -                         | x                | x                                   | x  | -  | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | x                         |
| REFUstore 50K-preCharge      |   | x                         | x                            | 0                        | 88                       |                                      |                                      | -         | -                         | x                | x                                   | x  | -  | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | x                         |
| Rolls-Royce Solutions Berlin | mtu EnergyPack QL   | x                         | x                            | 300                      | 2.000                    |                                      |                                      | -         | -                         | -                | -                                   | x  | x  | x  | -                                  | -  | -                        | -                            | -                         |
|                              | mtu EnergyPack QM   | x                         | x                            | 300                      | 800                      |                                      |                                      | -         | -                         | -                | -                                   | x  | x  | x  | -                                  | -  | -                        | -                            | -                         |
|                              | mtu EnergyPack QS   | x                         | x                            | 60                       | 400                      |                                      |                                      | -         | -                         | -                | -                                   | x  | x  | x  | -                                  | -  | -                        | -                            | -                         |

| Anbieter                | Produkt                                 | Leistungen des Anbieters  |                              |                          |                          |                                      |                                      |           |                           |                  |                                     |  |   |  |                                    |  |                          |                              |                           |   |
|-------------------------|---|---------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------|---------------------------|------------------|-------------------------------------|--|---|--|------------------------------------|--|--------------------------|------------------------------|---------------------------|---|
|                         |   | Ausführung standardisiert | Ausführung projektspezifisch | Entladeleistung VON [kW] | Entladeleistung BIS [kW] | nutzbare Batteriekapazität VON [kWh] | nutzbare Batteriekapazität BIS [kWh] | Batterien | Batteriemanagementsysteme | Batteriewechsler | Energiemanagementsysteme (Hardware) | Programmierung Energiemanagementsysteme (Software) | Batterie-Komplettsysteme (Systemintegrator) | EPC-Dienstleistungen für Batteriespeicher-Projekte | Asset-Management & Betriebsführung | Bewirtschaftung von Batteriesystemen (Energytrading) | Weitere Dienstleistungen | Preisinformationen vorhanden | Beispielprojekt vorhanden |   |
| SMA Solar Technology    | Sunny Central Storage & Sunny Central   | x                         | x                            | 1.900                    | 4.600                    | var.                                 | var.                                 | -         | x                         | x                | x                                   | x  | -   | -  | x                                  | -  | x                        | -                            | x                         |   |
| smart1 solutions        | EMS-Controller                          | x                         | x                            | 1                        | 10 MW                    | 5                                    | 10 MW                                | -         | -                         | -                | x                                   | x  | -   | x  | -                                  | -  | x                        | -                            | -                         |   |
|                         | Battery-Box                             | x                         | x                            | 1                        | 10 MW                    | 5                                    | 10 MW                                | -         | -                         | -                | x                                   | x  | -   | x  | -                                  | -  | x                        | -                            | -                         |   |
|                         | EASY Battery                            | x                         | x                            | 1                        | 10 MW                    | 5                                    | 10 MW                                | -         | -                         | -                | x                                   | x  | -   | x  | -                                  | -  | x                        | -                            | -                         |   |
|                         | EASY EZA Battery                        | x                         | x                            | 1                        | 10 MW                    | 5                                    | 10 MW                                | -         | -                         | -                | x                                   | x  | -   | x  | -                                  | -  | x                        | -                            | -                         |   |
| Smart Power             | Speicherprojekte                        |                           | x                            | 1.000                    | 100 MW                   | 1.000                                | 100.000                              | -         | -                         | -                | x                                   | x  | x   | x  | x                                  | x  | x                        | x                            | -                         | x |
|                         | Cube (SPC) mit EMS                      | x                         |                              | 50                       | 200                      | 75                                   | 225                                  | -         | -                         | -                | x                                   | x  | x   | x  | x                                  | x  | x                        | x                            | -                         | x |
| Socomec                 | SUNSYS HES L                            | x                         | x                            | 50                       | 850                      | 186                                  | 1674                                 | x         | x                         | x                | -                                   | x  | x   | -  | x                                  | -  | x                        | -                            | x                         | - |
| Solarmax                | MAX.STORAGE Ultimate Swarming 3         | x                         | x                            | 6                        | 30                       | 30                                   | 64,8                                 | -         | -                         | -                | -                                   | x  | x   | -  | -                                  | -  | -                        | x                            | -                         | - |
| Solar MD                | MINI GRID Container                     | x                         |                              | 50                       | 100 MW                   | 103,6                                | 1.150                                | x         | x                         | -                | x                                   | x  | x   | -  | x                                  | -  | x                        | -                            | x                         | x |
|                         | SS4143 Wandmontage                      | x                         |                              |                          |                          | 14,3                                 | 429                                  | x         | x                         | -                | x                                   | x  | x   | -  | x                                  | -  | x                        | -                            | x                         | - |
|                         | SS4037 Wandmontage                      | x                         |                              |                          |                          | 3,7                                  | 111                                  | x         | x                         | -                | x                                   | x  | x   | -  | x                                  | -  | x                        | -                            | x                         | - |
|                         | SS4074 Wandmontage                      | x                         |                              |                          |                          | 7,4                                  | 222                                  | x         | x                         | -                | x                                   | x  | x   | -  | x                                  | -  | x                        | -                            | x                         | - |
|                         | SS202 Schrankaufbau                     | x                         |                              |                          |                          | 7,4                                  | 222                                  | x         | x                         | -                | x                                   | x  | x   | -  | x                                  | -  | x                        | -                            | x                         | - |
|                         | SS8008 Industrie und Gebäude HV         | x                         | x                            |                          |                          | 82                                   | var.                                 |           | x                         | x                | -                                   | x  | x   | x  | -                                  | x  | -                        | x                            | -                         | x |
| STABL Energy            | Modulare Multilevel WR                  | x                         | x                            | 0                        | 67,5                     | var.                                 | var.                                 | -         | x                         | x                | -                                   | -  | -   | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | x                         | - |
|                         | Modulare Multilevel WR                  | x                         | x                            | 0                        | 135                      | var.                                 | var.                                 | -         | x                         | x                | -                                   | -  | -   | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | x                         | - |
| Sungrow                 | ST2752UX                                | x                         | x                            | 0                        | 1.376                    | 0,1                                  | 2.752                                | x         | x                         | x                | x                                   | x  | x   | -  | x                                  | -  | x                        | -                            | x                         | - |
|                         | ST68KWH-50HV                            | x                         |                              |                          |                          | 0,1                                  | 50                                   | -         | x                         | x                | x                                   | x  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            | x                         | - |
|                         | ST2740KWH-2500HV-MV                     | x                         | x                            |                          |                          | 0,1                                  | 2.500                                | -         | x                         | x                | x                                   | x  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            | x                         | - |
|                         | SC50HV                                  | x                         |                              |                          |                          | 0,1                                  | 50                                   | -         | x                         | x                | x                                   | x  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            | x                         | - |
|                         | ST3368KWH-3150HV-MV                     | x                         | x                            |                          |                          |                                      |                                      |           |                           |                  |                                     |  |   |  |                                    |  |                          |                              |                           | - |
| Tevsolt                 | TESVOLT TS 48 V                         | x                         |                              | 3,3                      | 18                       | 9,6                                  | 307,2                                | x         | x                         | x                | x                                   | x  | x   | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | x                         | - |
|                         | Tsi HV 80                               | x                         |                              | 75                       | 340                      | 76                                   | 608                                  | x         | x                         | x                | x                                   | x  | x   | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | -                         | - |
|                         | TS HV 70                                | x                         |                              | 60                       | 75                       | 67                                   | 304                                  | x         | x                         | x                | x                                   | x  | x   | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | x                         | - |
|                         | TS HV 70 Outdoor                        | x                         |                              | 60                       | 75                       | 67                                   | 304                                  | x         | x                         | x                | x                                   | x  | x   | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | x                         | - |
|                         | TPS flex                                |                           | x                            | 60                       | 120                      | 72                                   | 288                                  | x         | x                         | x                | x                                   | x  | x   | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | -                         | - |
|                         | TPS-E                                   |                           | x                            |                          | 4.800                    | 1.900                                | 4.800                                | x         | x                         | x                | x                                   | x  | x   | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | -                         | - |
| The Mobility House      | ESS aus 1st, 2nd-life Fahrzeugbatterien | x                         | x                            | var.                     | var.                     | var.                                 | var.                                 | -         | -                         | -                | x                                   | x  | -   | x  | x                                  | x  | x                        | x                            | x                         | - |
| TRUMPF Hüttinger        | TruConvert AC 3025                      | x                         | x                            | 25                       | 25                       |                                      |                                      | -         | -                         | x                | -                                   | -  | -   | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | -                         | - |
|                         | TruConvert DC 1008                      | x                         | x                            | bis 8 kW                 | bis 10 kVA               |                                      |                                      | -         | -                         | x                | -                                   | -  | -   | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | -                         | - |
|                         | TruConvert DC 1030                      | x                         | x                            | 30                       | 30                       |                                      |                                      | -         | -                         | x                | -                                   | -  | -   | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | -                         | - |
|                         | TruConvert System Control               | x                         | x                            | -                        |                          |                                      |                                      | -         | -                         | x                | -                                   | -  | -   | -  | -                                  | -  | -                        | -                            | -                         | - |
| VARTA Storage           | VARTA flex storage E                    | x                         | x                            | 29,9                     | 1.200                    | 75                                   | 2.225                                | x         | x                         | x                | x                                   | x  | x   | -  | x                                  | -  | x                        | -                            | x                         | - |
| Vela Solaris            | Polysun                                 | x                         | x                            |                          |                          |                                      |                                      | -         | -                         | -                | -                                   | -  | -   | x  | -                                  | -  | -                        | -                            | -                         | - |
| VENSYS Elektrotechnik   | VENCON Battery                          | x                         | x                            | 50                       | 10 MW                    | 50                                   | 10 MW                                | -         | -                         | x                | x                                   | x  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            | x                         | x |
|                         | VENCON Hybrid                           | x                         | x                            | 50                       | 10 MW                    | 50                                   | 10 MW                                | -         | -                         | x                | x                                   | x  | x   | x  | x                                  | -  | x                        | -                            | x                         | x |
| Westenergie Netzservice | Speichersysteme                         | x                         | x                            | 30                       | 100 MW                   | 60                                   | 100 MW                               | -         | -                         | -                | x                                   | x  | x   | x  | x                                  | x  | x                        | x                            | x                         | - |
| xelectrix Power         | XPB-W35 - Wall                          | x                         |                              | 35                       | 35                       | 40                                   | 60                                   | -         | x                         | x                | x                                   | x  | x   | x  | -                                  | -  | -                        | -                            | x                         | - |
|                         | XPB-B35 - BASIC SPLIT                   | x                         |                              | 35                       | 35                       | 60                                   | 240                                  | -         | x                         | x                | x                                   | x  | x   | x  | -                                  | -  | -                        | -                            | x                         | - |
|                         | XPB-B80 - BASIC SPLIT                   | x                         |                              | 80                       | 80                       | 100                                  | 240                                  | -         | x                         | x                | x                                   | x  | x   | x  | -                                  | -  | -                        | -                            | x                         | - |
|                         | XPB-U35-M10 - Unlimited                 | x                         |                              | 35                       | 35                       | 120                                  | 240                                  | -         | x                         | x                | x                                   | x  | x   | x  | -                                  | -  | -                        | -                            | x                         | - |
|                         | XPB-U80 - M10 Unlimited                 | x                         |                              | 80                       | 80                       | 120                                  | 240                                  | -         | x                         | x                | x                                   | x  | x   | x  | -                                  | -  | -                        | -                            | x                         | - |
|                         | XPB-U150-M10 Unlimited                  | x                         |                              | 150                      | 150                      | 180                                  | 240                                  | -         | x                         | x                | x                                   | x  | x   | x  | -                                  | -  | -                        | -                            | x                         | - |

pv magazine Marktübersicht Groß- und Gewerbespeicher: Die Legende der Übersicht finden Sie auf Seite 34, den Begleitartikel auf Seite 18. Die Online-Datenbank enthält zusätzlich Angaben der Hersteller zu ihren Angeboten, zu den Funktionalitäten und zum Systemumfang: [www.pv-magazine.de/marktuebersichten/grosse-batteriespeicher/](http://www.pv-magazine.de/marktuebersichten/grosse-batteriespeicher/)

# Rekordjahr im Gewerbespeichermarkt

**Marktentwicklung 2021:** Anders als bei den gewerblichen Photovoltaikanlagen ist der Gewerbespeichermarkt in einem schwierigen Investitionsumfeld gewachsen. Warum der Titel „Rekordjahr“ trotzdem trägt, der Großspeichermarkt schwächelte und dennoch vorsichtiger Optimismus angebracht ist, erklären Jan Figgenger, Christopher Hecht und Dirk Uwe Sauer von der RWTH Aachen.

Mit Rekorden ist das so eine Sache. Noch im vergangenen Jahr sah alles danach aus, dass dem Gewerbespeichermarkt nun auch der Durchbruch gelungen sei. Zwar war 2021 das Jahr mit dem höchsten Zubau, dennoch wurden im letzten Jahr nur geringfügig mehr neue Gewerbespeicher bei der Bundesnetzagentur registriert als 2020 (Abbildung 1).

Vereinfachend werden Gewerbespeicher analog zu unseren vorherigen Veröffentlichungen als Speichersysteme zwischen 30 Kilowattstunden und einer Megawattstunde definiert und decken damit eine große Spanne ab. Die rund 900 neu registrierten Systeme weisen eine Kapazität von etwa 58 Megawattstunden und eine Leistung von 27 Megawatt auf. In Bezug auf die Kapazität ist dies ein Wachstum des Zubaus von circa 15 Prozent gegenüber dem Jahr 2020. Damit sinkt das relative Marktwachstum auf ein Viertel der 2020 erreichten 60 Prozent.

Eine mögliche Erklärung hierfür könnte laut unseren geführten Interviews die anhaltende Coronapandemie sein, die das Wachstum gebremst hat. Um die Zahlen ins Verhältnis zu setzen: Der Zubau der Speicherkapazität im Gewerbespeichermarkt entspricht lediglich weniger als fünf Prozent des Zubaus im Heimspeichermarkt von knapp 1,3 Gigawattstunden. Gegenüber den neu registrierten Fahrzeugbatterien von

rund 22 Gigawattstunden hingegen sieht der gesamte Markt für stationäre Batteriespeicher sehr klein aus.

Bei der Auslegung gab es keine weiteren Überraschungen: Auch 2021 lagen die meisten Gewerbespeicher in der Kapazitätsklasse von 30 bis 100 Kilowattstunden, die analog zu 2020 rund 65 Prozent der zugebauten Kapazität ausgemacht hat (Abbildung 2). Hierbei befinden sich vor allem kleine Gewerbebetriebe

**„Für die nächsten Jahre gehen wir von einem deutlich stärkeren Wachstum aus.“**

unter den Betreibenden. Der Anteil der Klasse von 100 bis 200 Kilowattstunden ist von 19 auf 14 Prozent der installierten Kapazität etwas gesunken und die Klasse von 200 bis 500 Kilowattstunden konnte von 11 auf 16 Prozent steigen. In dieser Kapazitätsklasse sind beispielsweise Busdepots registriert. Gewerbespeicher oberhalb von 500 Kilowattstunden stellen mit weniger als fünf Prozent der installierten Speicherkapazität jedoch weiterhin die Ausnahme bei großen Industriebetrieben dar.

### Lithium-Ionen weiterhin führend

In Bezug auf die Batterietechnologie sind Lithium-Ionen-Batteriespeicher weiterhin mit 95 Prozent der installierten Speicherkapazität führend. Blei-Säure-Speicher machen etwa drei Prozent und Redox-Flow-Speicher lediglich weniger als ein Prozent des Markts aus. Die im Marktstammdatenregister als „Sonstige“ bezeichneten Speichersysteme sind nach manueller Sichtung auch überwiegend Lithium-Ionen-Systeme.

Insgesamt haben Lithium-Ionen-Batterien eine höhere Effizienz und in vielen Anwendungen eine längere Lebensdauer. Nichtsdestotrotz bieten sich Blei-Säure-Batterien insbesondere für die unterbrechungsfreie Stromversorgung an. Denn hierbei befinden sich die Batterien die meiste Zeit bei hohen Ladezuständen in Bereitschaft. In hohen Ladezuständen weisen Lithium-Ionen-Batterien jedoch eine stark beschleunigte Alterung auf. Bei Blei-Säure-Batterien ist dies nicht der Fall, wes-

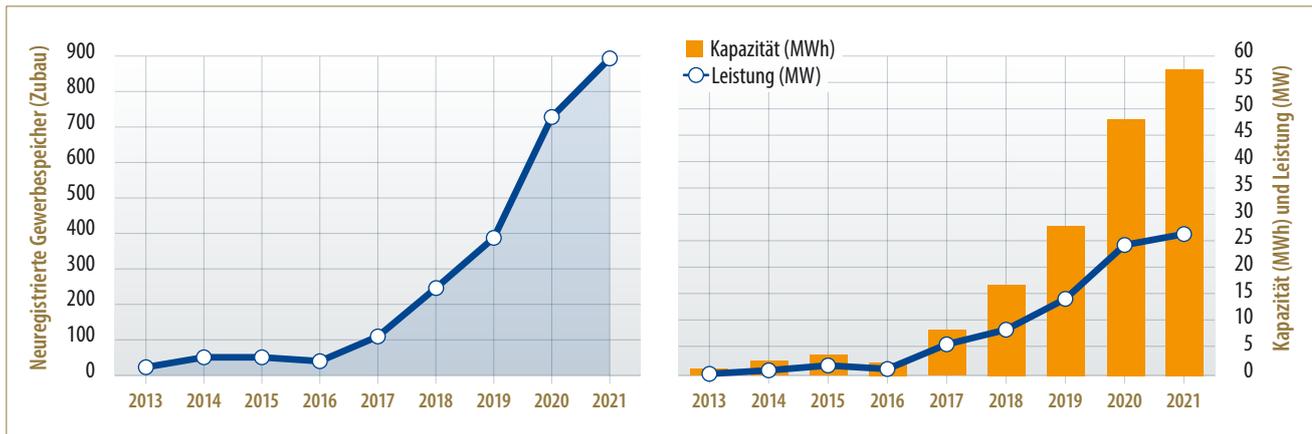
## Das Wichtigste in Kürze

Der Gewerbespeichermarkt ist in absoluten Zahlen auf eine im Jahr 2021 neu installierte Kapazität von 58 Megawattstunden und eine Leistung von 27 Megawatt gestiegen. Die Dynamik war damit im Vergleich zum Vorjahr geringer.

Der Markt der Gewerbe-Photovoltaikanlagen ist 2021 zurückgegangen. Das war angesichts der von der großen Koalition verabschiedeten neuen Regeln zu erwarten.

Die neu errichteten Großspeicher sind mit einer kumulierten Kapazität von 32 Megawattstunden und einer Leistung von 36 Megawatt im Schnitt deutlich kleiner als in den Vorjahren.

Trotzdem besteht Anlass zu Optimismus. Die Zeichen stehen im Gewerbe auf Dekarbonisierung und der Integration von erneuerbaren Energien und Elektrofahrzeugen. Bei den Großspeichern zeichnen sich mit Trends in der Industrie, Innovationsausschreibungen und Netzboostern drei neue Treiber ab.



Grafiken: pv magazine/Harald Schütt

Abbildung 1: Links: Jährliche Gewerbespeicher-Neuregistrierungen im Marktstammdatenregister. Rechts: Zubau von Kapazität und Leistung. Darstellung nach Figgenger, Hecht et al. (2022)

halb gerade in dieser Anwendung lange Lebensdauern erwartet werden dürfen.

**Lange Entladedauer mit Redox-Flow**

Redox-Flow-Speicher hingegen bieten den Charme einer weitgehend unabhängigen Dimensionierung von Kapazität und Leistung. Während die Kapazität durch die Tankgröße bestimmt wird, entscheiden die Pumpgeschwindigkeit und die Membranfläche über die Leistungsfähigkeit. Dies ist auch mit Entladedauern unter Volllast von über vier Stunden bei den zwei Gewerbespeichern zu sehen, die im Marktstammdatenregister registriert sind. Die Auslegungen entsprechen damit einer doppelt so langen Entladedauer wie dem Durchschnitt des Gesamtzubaus. Durch die geringere Effizienz und die zusätzliche Fehleranfälligkeit in Form des Pumpsystems haben diese Batterien derzeit lediglich geringe Marktanteile. Zum einen haben sie in der Realität einen höheren Wartungsaufwand und zum anderen erzielen sie derzeit keine Preisvorteile.

**Auch der Gewerbespeichermarkt wird kommen**

Für die nächsten Jahre gehen wir von einem deutlich stärkeren Wachstum aus. Alles spricht dafür: Das Klimaschutzgesetz schreibt bis 2030 eine Reduktion der Jahresemissionsmengen in der Industrie um rund 35 Prozent vor und die Strompreise für die Industrie sind laut Analysen des BDEW so hoch wie noch nie. Damit einher geht aber auch eine wesentlich höhere Schwankung des Börsenstrompreises während eines Tages. Wenn es gelingt, die Speicher klug zu bewirtschaften, dann ergeben sich hier derzeit wesentlich höhere Margen, die erheblich zur Wirtschaftlichkeit eines Speicherbetriebs beitragen.

Batteriespeicher spielen außerdem für CO<sub>2</sub>-freie Industriestandorte durch die zeitliche Entkopplung von Erzeugung und Verbrauch eine entscheidende Rolle. Die vielseitigen Anwendungen umfassen beispielsweise die Erhöhung des solaren Eigenverbrauchs, die Lastspitzenkappung zur Netzentgeltreduktion, eine unterbrechungsfreie Stromversorgung oder die Integration von erneuerbaren Energien und Elektrofahrzeugen.

Anzeige

## Producer for ground mount solar mounting systems

The PV-Steel Group produced over 7,2 GWp – worldwide!

# ZIMMERMANN

**PV-Stahlbau** GmbH & Co. KG

D-88436 Oberessendorf | 0049 7355 79099-0 | [www.pv-stahlbau.de](http://www.pv-stahlbau.de)

ZIMMERMANN PV-Agrí, Germany

## Gewerbeanlagen

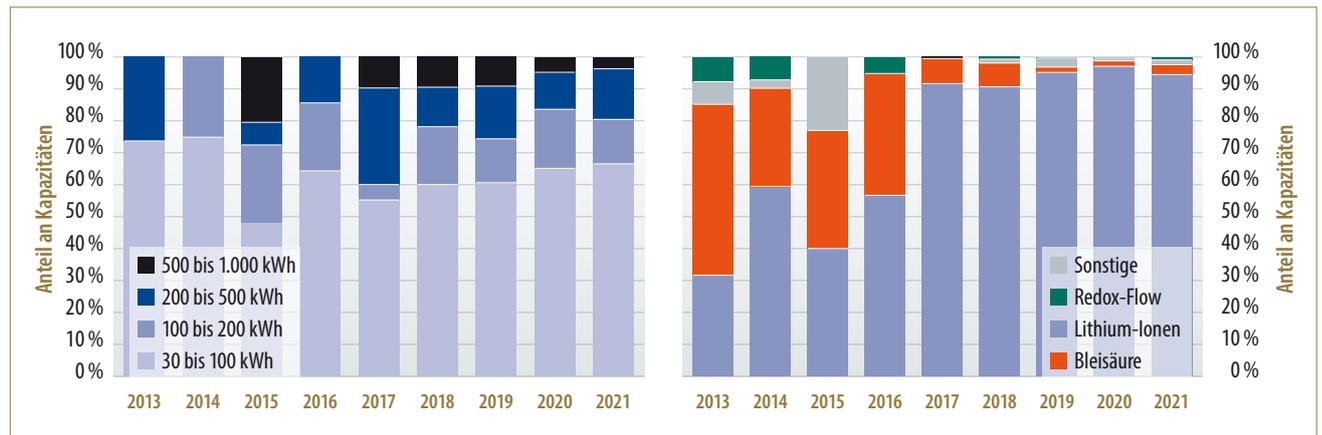


Abbildung 2: Gewerbespeicher-Neuinstallationen nach Kapazitätsklasse (links) und nach Batterietechnologie (rechts) im Marktstammdatenregister. Werte gewichtet nach Anteil an Kapazität. Darstellung nach Figgener, Hecht et al. (2022)

Insbesondere die geplanten Schnellladestationen werden teilweise auch mit einem Pufferspeicher betrieben werden müssen, was dem Markt Aufschwung geben wird. Hierbei ermöglichen die Speicher, dass Ladestationen kurzfristig eine höhere Leistung bereitstellen können als der Netzanschluss ermöglichen würde. Die Nachladung der Speicher erfolgt dann in Zeiten, in denen nur wenig Betrieb an den Ladestationen ist.

### Gewerbe-Photovoltaikmarkt mit „Mitten“-Problem

Für weitere Analysen des Eigenverbrauchs von Gewerbe- und Industriebetrieben lohnt es sich, auf den Zubau der Photovoltaikanlagen zu schauen (Abbildung 3). Insgesamt wurden laut Registrierungen bei der Bundesnetzagentur über 220.000 Photovoltaikanlagen mit rund fünf Gigawatt installiert. Etwa 40 Prozent der installierten Nettonennleistung (1.850 Megawatt) fiel dabei in den überwiegend privaten Zubau in der Anlagenklasse bis 30 Kilowatt. Die typischen Gewerbesegmente mussten dagegen Federn lassen.

Kleinere gewerbliche Photovoltaikanlagen von 30 bis 300 Kilowatt machten einen Zubau von etwa 690 Megawatt aus, was einem Rückgang um 180 Megawatt entspricht. Teilweise dürfte

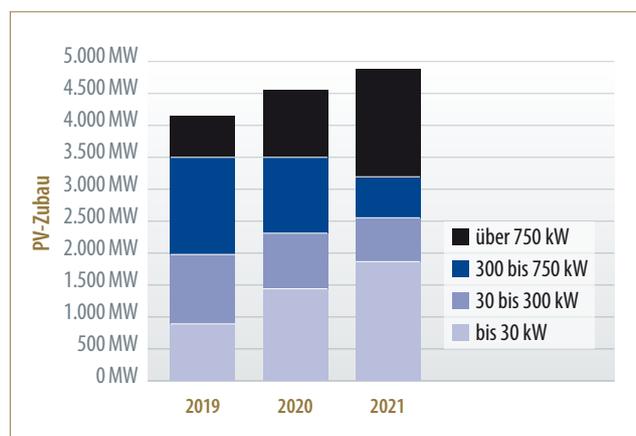


Abbildung 3: Zubau der registrierten PV-Anlagen im Marktstammdatenregister. Werte gewichtet nach Nettonennleistung. Eigene Auswertung und Darstellung der Daten der Bundesnetzagentur. Werte enthalten sowohl Dach- als auch Freiflächenanlagen.

das auch den Problemen mit dem Anlagenzertifikat geschuldet sein, die 2021 erstmals richtig zuschlugen (siehe Artikel, Seite 44).

Auch das Segment zwischen 300 und 750 Kilowatt ist deutlich geschrumpft. Im Jahr 2021 wurden in diesem Segment mit 640 Megawatt etwa 50 Prozent weniger zugebaut als 2020. Dies kommt nicht allzu überraschend, da seit dem 1. April 2021 Photovoltaikanlagen dieser Leistungsklasse nur noch maximal 50 Prozent der erzeugten Energie vergütet bekommen, wenn sie nicht den Zuschlag in einer Ausschreibung erhalten. Dies stellt ein oftmals kritisierendes Hindernis dar und macht den Zubau in dieser Leistungsklasse ökonomisch deutlich unattraktiver.

**„Wenn es gelingt, die Speicher klug zu bewirtschaften, dann ergeben sich hier derzeit wesentlich höhere Margen.“**

Zulegen konnten neben dem privaten Sektor auch die größten gewerblichen Anlagen oberhalb von 750 Megawatt, inklusive großer Freiflächenanlagen: Mit einem Wachstum von über 60 Prozent stieg der Zubau in dieser Leistungsklasse auf etwa 1.700 Megawatt. Die ambitionierten Klimaziele der neuen Bundesregierung lassen zukünftig einen starken Ausbau der Photovoltaik erwarten. Klar ist, dass das Wachstum des Photovoltaikmarkts deutlich anziehen muss, um den angestrebten Zubau von 20 Gigawatt pro Jahr ab Ende der 2020er-Jahre zu erreichen.

### Großspeicher-Shift zu Industrieprojekten

Batteriegroßspeicher in der Anlagenklasse ab einer Megawattstunde wurden in den letzten Jahren nahezu ausschließlich für die Erbringung von Primärregelleistung errichtet. In dieser Zeit sind die Preise für die Primärregelleistung jedoch vor allem durch die steigende Sättigung des Marktvolumens durch Batteriespeicher zunächst deutlich gesunken, weshalb der öko-

# REDISPATCH 2.0 -

# UNSERE DIENSTLEISTUNGEN

# FÜR ANLAGENBETREIBER



## NEUE ANFORDERUNGEN FÜR ANLAGENBETREIBER

Ab 1. Oktober 2021 sind alle Betreiber von Erneuerbare-Energien-Anlagen (EE) und Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK), von konventionellen Energieerzeugungsanlagen und Speichern ab einer Leistung von 100 kW verpflichtet, am Redispatch 2.0-Verfahren teilzunehmen. Als Anlagenbetreiber müssen Sie neue Marktrollen und damit verbundene Pflichten erfüllen. Dabei unterstützen wir Sie gerne!

## UNSERE DIENSTLEISTUNG REDISPATCH 2.0

- Die SWG übernehmen dienstleistend für Sie die Erfüllung Ihrer Pflichten aus den neuen Marktrollen EIV und BTR. Voraussetzung hierfür ist die Bilanzierung nach Prognosemodell sowie pauschale Abrechnung.
- Wir stellen die Datenverbindung zur Datenaustauschplattform RAIDA her.
- Sie müssen keine Zertifikate kaufen.
- Sie müssen keinen Verbindungsweg einrichten.
- Sie müssen nicht auf Aktualität achten.
- Wir unterstützen Sie bei der Eingabe und bei der marktbedingten Anpassung.

Sprechen Sie uns für ein unverbindliches Angebot an: Telefon 0641 708-1182 oder E-Mail an [redispatch-eiv@stadtwerke-giessen.de](mailto:redispatch-eiv@stadtwerke-giessen.de)



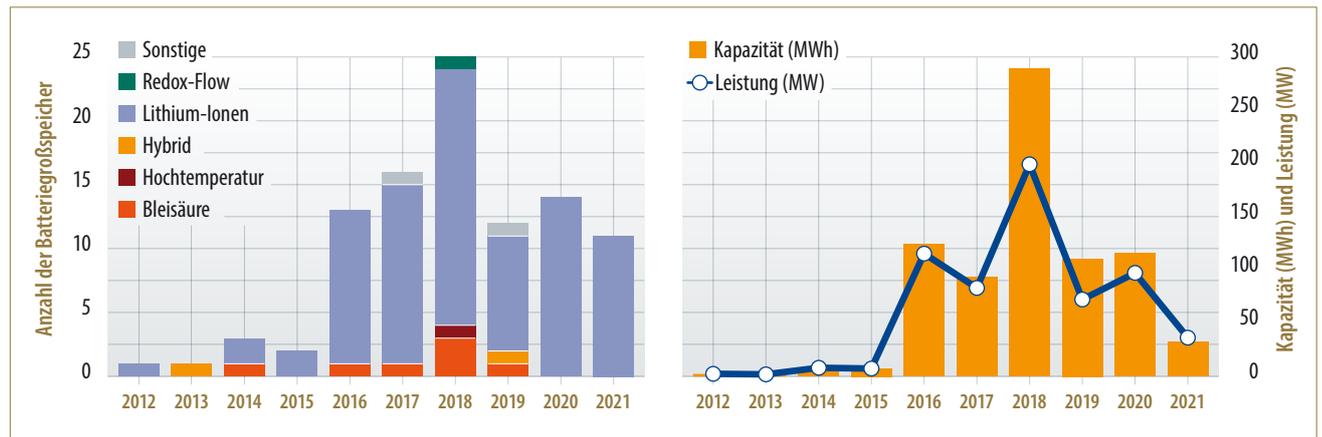


Abbildung 4: Links: Neuinstallationen von Batteriegroßspeichern ab einer Megawattstunde (eigene Recherche plus Marktstammdatenregister). Rechts: Zubau von Batteriekapazität und Batterieleistung. Darstellung nach Figgenger, Hecht et al. (2022)

nomische Betrieb erschwert wurde. Dies führte zu einem starken Rückgang der Zubauzahlen (Abbildung 4). Zwar sind die Primärregelungspreise Anfang 2021 analog zu allen anderen Energiemärkten durch verschiedene Faktoren (insbesondere den hohen Beschaffungskosten beim Erdgas) stark gestiegen, jedoch wird sich dieses Preisniveau langfristig vermutlich nicht halten.

Das Jahr 2021 hat wohl endgültig das Ende des Zubaus an reinen Primärregelungs-Speichern eingeläutet. Gerade einmal elf erfasste Projekte stellen den geringsten Zubau seit 2016 dar. Zudem sind die Großspeicher mit einer kumulierten Kapazität von 32 Megawattstunden und 36 Megawatt im Schnitt deutlich kleiner als in den Vorjahren.

Alle Projekte 2021 sind zwischen einer und zehn Megawattstunden groß, beziehungsweise im Vergleich zu den Vorjahren „klein“, und werden auch überwiegend nicht im Markt für Primärregelung, sondern eher an großen Industriestandorten eingesetzt. So betreibt eine Supermarktkette beispielsweise einen Hochenergiespeicher für eine Entladedauer unter Volllast von drei Stunden vermutlich für den Eigenverbrauch. Ein Motorenhersteller benutzt einen Hochleistungsspeicher mit einer Entladedauer unter Volllast von nur 30 Minuten höchstwahrscheinlich für die Lastspitzenkapung. Die Betreiberfirma des größten Speichers 2021, der zehn Megawattstunden Kapazität hat, wirbt auf ihrer Webseite mit einem Multi-Use-Betrieb von Energiearbitrage, Lastmanagement, Peak-Shaving und Spannungsstabilität – und nur ganz am Rand mit Primärregelung.

### Drei Treiber für Großspeicher in den nächsten Jahren

Der Batteriegroßspeichermarkt ist also im Wandel und wurde im letzten Jahr eher von Industriestandorten getrieben. Daneben stehen im Moment die Umsetzung der Projekte zur Integration großer Solar- und Windparks aus den ersten drei Runden der Innovationsausschreibungen an, die mit rund 250 Megawattstunden neuen Schwung in die Installationszahlen bringen. Die Speicher aus den Innovationsausschreibungen dürfen keine Energie aus dem Netz beziehen. Damit können sie vor allem für das Einspeisemanagement im Sinne einer verzögerten Einspeisung oder für die laut den Ausschreibungen

theoretisch geforderte positive Sekundärregelleistung eingesetzt werden. Bidirektionale Einsatzgebiete wie der Arbitragehandel am Spotmarkt oder die Vermarktung von Primärregelleistung sind damit ausgeschlossen.

Eine völlig neue Kategorie werden die angekündigten großen Netzbooster eröffnen, die an drei Standorten (zwei Projekte) zusammen 450 Megawattstunden bringen werden. Diese Speichersysteme werden für Netzentlastungen eingesetzt und sollen in Pilotprojekten von zwei Übertragungsnetzbetreibern getestet werden. Die Inbetriebnahme der beiden Netzbooster ist zwischen 2023 und 2025 geplant. Es bleibt also spannend, keine Frage.

Jan Figgenger, Christopher Hecht, Dirk Uwe Sauer

Dieser Artikel basiert auf der Veröffentlichung: Figgenger, Hecht et al., „The development of battery storage systems in Germany – A market review (status 2022)“, 2022, verfügbar als Preprint auf: <https://arxiv.org/>

#### Die Autoren



Jan Figgenger ist Abteilungsleiter am Lehrstuhl für Elektrochemische Energiewandlung und Speichersystemtechnik der RWTH Aachen. Seine Forschungsschwerpunkte sind die Markt- und Technologieentwicklung, die Netzintegration und die Alterung von Batteriespeichern.



Christopher Hecht ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am gleichen Institut. Seine Forschung konzentriert sich auf die Interaktion von Elektrofahrzeugen und dem Stromnetz mit besonderem Fokus auf die Nutzung von öffentlicher Ladeinfrastruktur.



Dirk Uwe Sauer leitet den Lehrstuhl und ist seit fast 30 Jahren im Bereich Batterien und Energiesysteme aktiv. Zusammen mit einem Team von 70 Angestellten deckt er Themen von elektrochemischen Prozessen in einer Batteriezelle bis zur Analyse ganzer Energiesysteme ab.

# DECARBONIZING EUROPE AT A GLANCE

## PV INSTALLATIONS

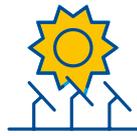
EU cumulative solar capacity in GW

328

by 2025

672

by 2030



45 GW

new installations across all Europe expected in 2022

European Solar Initiative targets



20 GW

manufacturing capacity by 2025

Top 5 markets for residential storage (DE, IT, UK, AT, CH) account for 93% of the European market

## PV CELL / MODULE TECHNOLOGY

50 GW

nameplate TOPCon capacity in 2022



210mm wafers expected to achieve



67%

market share by 2025

## ELECTRIC VEHICLES



2.27 MIO.

electric vehicles sold in 2021

EV sales acceleration in Europe



383

THOUSAND

in 2018

3.17

MILLION

by 2022

## GREEN HYDROGEN



EU targets for electrolyzers in GW

6 GW

by 2024

40 GW

by 2030

12-21%

anticipated learning curve rate for green hydrogen



## DECARBONIZING HOMES

1 GWh

for the first time in 2020

Europe residential storage market passed



90%

of heating sales in some Nordic countries are heat pumps



140,000

home battery systems installed in Europe in 2020, 90,000 in Germany



Cumulative capacity of residential storage to reach 6.1GWh this year and 12.8 by 2025

## CORPORATE DECARBONIZATION

4.2 GW

of RE PPAs signed in Spain so far in 2022



220 MW

of RE PPAs signed in Poland in the first half of 2022



The RE100 initiative boasts over members

committed to purchase 100% renewable energy

310

## Want to know more?

Register for our pv magazine Roundtables Europe 2022!



pv magazine

roundtables

EUROPE 2022

JUNE 28 & 29, 2022 | fully virtual | #RTEU22

# Warten auf den Netzanschluss

**Anlagenzertifikat:** Viele gewerbliche Photovoltaikanlagen sind eigentlich fertiggestellt. Doch sie dürfen nicht ans Netz, weil die Betreiber das Anlagenzertifikat nicht vorweisen können und dessen Erstellung Monate dauert. Es gibt individuelle Auswege, doch die Branche versucht, auch eine generelle Verbesserung zu erreichen.

Immer wieder heißt es, Deutschland braucht mehr Photovoltaik. Der aktuelle Zubau sei nicht ausreichend. Doch nun stellt sich heraus, dass es seit Monaten nicht wenige fertig installierte Photovoltaikanlagen gibt, die noch nicht ans Netz angeschlossen sind. Wie hoch der aktuelle Rückstau ist, lässt sich nicht genau eruieren. Der Grund dafür aber schon: Den Betreibern fehlt das Anlagenzertifikat für einen sichereren Netzbetrieb. Die Auswirkungen sind mehr als ärgerlich. Den Betreibern gehen wertvolle Einnahmen verloren – besonders bitter angesichts der bevorstehenden ertragreichen Monate und aktuell hoher Marktwerte.

Seit April 2019 gilt für den Netzanschluss von Photovoltaikanlagen größer als 135 Kilowatt Leistung, die an das Mittelspannungsnetz angeschlossen werden, die Technische Anwendungsregel (TAR) VDE 4110. In der alten Fassung griffen die Vorgaben erst für Anlagen ab einem Megawatt Leistung und bis Ende 2020 galten die alten Bestimmungen zumindest noch für jene Anlagen, die bis zum 27. April 2019 für einen Netzanschluss gemeldet wurden. Gegenüber der zuvor geltenden BDEW-Mittelspannungsrichtlinie hat die Komplexität der Anforderungen deutlich zugenommen.

**„Wir bestellen jetzt schon Zertifikate, wenn wir sie für Anlagen brauchen, die zum Jahresende ans Netz gehen sollen.“**

Bereits vor Ablauf der Übergangsfrist befürchteten daher viele Experten, dass das neue Anlagenzertifikat zu einer gewissen Überforderung bei Errichtern und Planern führen werde (siehe „Vier verschiedene Blickwinkel“, pv magazine Ausgabe November 2020). Genau dies ist nun eingetreten.

Das führt zu langen Wartezeiten, teilweise bis zu einem Jahr nach Erstkontakt mit einem Zertifizierer, ist im Markt zu

hören. Wir haben daher gut 15 akkreditierte Zertifizierungsstellen angefragt. Auf einem „Treffen der Zertifizierungsstellen“, das über die FGW organisiert wird, stimmten sie ihre Antworten hinsichtlich der aktuellen Situation ab. Auf Basis einer Umfrage der dort organisierten Zertifizierungsstellen ließen sie uns eine gemeinsame Antwort zukommen.

Die Wartezeit sei abhängig von der Komplexität der Projekte der Erfahrung der Beteiligten sowie der Qualität und Bereitstellung der notwendigen Dokumentation der Antragsteller für den Nachweisprozess, heißt es von den Zertifizierern darin. Wer alles richtig macht, wartet demnach nicht so lang auf sein Anlagenzertifikat. „Sofern die Elektroplanung bereits weit fortgeschritten ist und alle erforderlichen Unterlagen in richtlinienkonformer Qualität zur Verfügung stehen, liegen die Bearbeitungszeiten zwischen wenigen Wochen bis zu vier Monaten.“

### **Bearbeitungszeiten real länger**

In der Realität sind die Bearbeitungszeiten aktuell jedoch eher länger als kürzer und haben den Rückstau verursacht. „Erfahrungsgemäß nimmt insbesondere die Mitwirkungspflicht der Kunden durch Bereitstellung aller zertifizierungsrelevanten Planungsdokumente sowie gegebenenfalls erforderliche Rücksprachen mit dem Netzbetreiber einen längeren Zeitraum in Anspruch“, erklären die Zertifizierungsstellen. Dies gelte besonders für jene Errichter, für die das Anlagenzertifikat Neuland ist, die also Anlagen nur im Segment zwischen 135 und 950 Kilowatt installieren.

Zu den Unternehmen, die sich beim Thema Anlagenzertifikat erstmals einarbeiten mussten, gehört auch Suncatcher. „Seit den ersten Beantragungen verzeichnen wir jedoch eine steile Lernkurve“, sagt Geschäftsführer Jurek Meemken. Das Berliner Unternehmen ist seit 2018 am Markt aktiv. Es plant und baut mit seinen zehn Mitarbeitern gewerbliche Dachanlagen und größere Freiflächenanlagen, primär für den Eigenbestand, zunehmend aber auch im Auftrag für Kunden. Das Volumen der realisierten Anlagen liegt jährlich zwischen 10 und 20 Megawatt.

Suncatcher hat eine Kollegin abgestellt, die sich um die Vorbereitung der Unterlagen für die Zertifizierung kümmert.

Meemken schätzt, dass sie etwa 20 Stunden für die Vorbereitung der Dokumentation für eine Anlage braucht. „Sicher geht es jetzt schneller als am Anfang. Doch es bedeutet auch, dass sich die Kollegin eine halbe Woche um nichts anderes kümmern kann“, so Meemken.

Um eine mögliche Verzögerung beim Netzanschluss zu vermeiden, holt Suncatcher bereits frühzeitig Angebote bei den Zertifizierern ein. „Wir bestellen jetzt schon Zertifikate, wenn wir sie für Anlagen brauchen, die zum Jahresende ans Netz gehen sollen“, sagt Meemken. Dabei könne es sich Suncatcher leisten, Angebote für die Zertifizierungen mehrerer Anlagen gleichzeitig einzuholen und anzuzahlen. Kleinere Handwerksbetriebe könnten sich dies wahrscheinlich nicht, sagt Meemken weiter. „Dies geht letztendlich zulasten des Marktes und der Kunden.“

### Zertifizierer rechtzeitig beauftragen

Eine rechtzeitige Beauftragung empfehlen auch die Zertifizierungsstellen. „Anlagenbetreiber sollten sich möglichst frühzeitig im Planungs- und Auslegungsprozess der Erzeugungsanlage mit einer Zertifizierungsstelle in Verbindung setzen. Orientierend hierfür kann der Zeitpunkt des Antrags auf Netzanschluss beim Netzbetreiber gelten“, heißt es dort. „Spätestens mit der positiven Rückmeldung des Netzbetreibers sollte ein Vertragsverhältnis mit einer Zertifizierungsstelle entstehen.“ Im Idealfall sollten es also drei bis vier Monate vor der geplanten Inbetriebnahme der Anlage sein.

Doch diesen Idealfall gibt es aktuell eher selten. „Hintergrund von Projektverzögerungen sind nach unserer bisherigen Erfahrung, dass oft nicht ausreichend Zeitraum für die Bereitstellung der entsprechenden richtlinienkonformen Dokumen-

Foto: Wi Solar



Manche Netzbetreiber sind auch nach Ablauf der Übergangsfrist noch kulant und ermöglichen einen Anschluss der Anlagen ohne Zertifikat.

## Gewerbeanlagen

tation der Elektroplanung einkalkuliert oder projektspezifische Vorgaben des Netzbetreibers nicht ausreichend beachtet werden“, so die Zertifizierungsstellen weiter. Dies ziehe den Prozess in die Länge.

„Aufgrund der erforderlichen Nachbesserungen an der Anlagenplanung und der entsprechenden Planungsunterlagen durch unsere Kunden dauern die Verfahren im Moment üblicherweise drei bis sechs Monate“, bestätigt Thomas Oberst vom TÜV Süd. Eine intensive Auseinandersetzung mit den Vorgaben und eine sorgfältige Vorbereitung der Unterlagen durch Planer und Errichter würde den kompletten Zertifizierungsprozess „deutlich erleichtern und beschleunigen“.

Die derzeit hohe Auslastung der Zertifizierer mit bestehenden Aufträgen führt dann eben dazu, dass gar keine neuen Aufträge angenommen werden könnten. Die Zertifizierungsstellen hätten dabei bereits auf den Rückstau reagiert und verfügten vielerorts über deutlich höhere Kapazitäten als noch vor einem Jahr. Doch aus Sicht von Meemken reicht das längst nicht aus. „Es müsste doppelt so viele Zertifizierer geben, um wieder ein Marktgleichgewicht herzustellen“, sagt er.

### Preise für Zertifikate steigen

Denn aktuell können die Zertifizierer die Preise bestimmen und haben zum Jahresanfang die Preise nochmals erhöht. Es ist sogar von „Abzocke“ zu hören. Es sei eine unangenehme Verhandlungsposition für die Projektierer und Planer. Nicht wenige, darunter Suncatcher oder auch Maxsolar, spielen daher mit dem Gedanken, sich selbst als Zertifizierer akkreditieren zu lassen, um den Prozess im eigenen Unternehmen abwickeln zu können.

**„Spätestens mit der positiven Rückmeldung des Netzbetreibers sollte ein Vertragsverhältnis mit einer Zertifizierungsstelle entstehen.“**

Die derzeitige Marktsituation führt auch dazu, dass die Zertifikate teurer werden. Maria Roos, Referentin beim Bundesverband Solarwirtschaft, bestätigt, dass bei der Einführung des Anlagenzertifikats von Kosten von etwa 2.000 Euro ausgegangen wurde. Real gehe es derzeit bei 6.000 Euro los. Oft sind sie noch teurer und in der Regel lässt sich in der Marktwirtschaft über den Preis auch die Geschwindigkeit beeinflussen.

Meemken will seine Kosten für ein Anlagenzertifikat nicht veröffentlichen, doch sie lägen deutlich über der von Maria Roos genannten Summe, sagt er. Dazu komme: Wenn eine Anlage in mehreren Bauabschnitten geplant werde, müsse das Anlagenzertifikat für jeden Ausbauschritt neu erworben werden. Für die erste Anlage reiche meist ein kleines Zertifikat, während dann für die nächsten Ausbaustufen jeweils das große



Foto: Suncatcher

Die Photovoltaikanlage in Zehdenick baut Suncatcher in vier Bauabschnitten, zwei davon sind bereits realisiert. Für die ersten 750 Kilowatt reichte das kleine Anlagenzertifikat. Nach der Erweiterung um 750 Kilowatt wird dann das große Anlagenzertifikat benötigt. Ebenso für die weiteren Ausbaustufen.

Anlagenzertifikat gebraucht werde, was nochmals teurer sei, sagt Meemken.

Unisono begrüßen die Vertreter der Branche den Ansatz einer Qualitätsprüfung, um einen sicheren Netzbetrieb im Mittelspannungsnetz zu gewährleisten. Dennoch sei die aktuelle Situation nicht haltbar. Eine Anhebung des Schwellenwerts für Anlagen, die das Zertifikat erbringen müssen, wäre nach Ansicht von Maria Roos ein Weg. Weitere Möglichkeiten lägen beispielsweise in der Verschlinkung bürokratischer Prozesse, Vereinfachungen in der Abwicklung und Berichterstattung, sagt Roos weiter. Zudem wäre ein einheitlicher elektronischer Workflow mit allen knapp 900 Verteilnetzbetreibern hilfreich.

Gerade in der Kommunikation mit den Netzbetreibern sieht Andre Steffens, Geschäftsführer von Wi Solar einen Hauptgrund für die aktuellen Verzögerungen. Zum einen habe nahezu jeder Netzbetreiber seine eigenen Netzanschlussbedingungen, zum anderen würden Anfragen – wie etwa ein Netzanschlussbegehren – oftmals erst nach Monaten beantwortet. Ohne eine Netzanschlusszusage könne aber auch kein Schutzkonzept erarbeitet werden. Zudem gebe es verschiedene Möglichkeiten, das Schutzziel zu erreichen, doch die Netzbetreiber zögerten mit klaren Vorgaben und auch die Norm sei an dieser Stelle oft schwammig.

Meemken schlägt vor, wie in der Zeit der Übergangsregelung wieder mehr Zeit einzuräumen, um das Anlagenzertifikat bis zu sechs oder zwölf Monate nach Inbetriebnahme nachreichen zu können. Zumindest so lange, bis die Zertifizierer über ausreichende Kapazitäten verfügten, die Anlagenzertifikate ohne lange Wartezeiten zu ermöglichen. Einige Netzbetreiber seien diesbezüglich auch jetzt noch kulant. Auch, Steffens bestätigt dies: „Manche Netzbetreiber zeigen sich pragmatisch und erlauben den Netzanschluss auch ohne Anlagenzertifikat.“ Dann könne die Anlage zumindest schon mal im Probetrieb laufen.

### Überzogene Vorgaben

Steffens bemängelt besonders im Bestand, also wenn an einem Standort ein Gebäude mit einer Photovoltaikanlage nachgerüstet werden soll, gebe es oftmals „keinen klaren Weg, kein Miteinander“. Dann könnten die Forderungen der Netzbetreiber, wie der Tausch einer eventuell noch gar nicht so alten Trafostation, die Kosten für das komplette Projekt sprengen. Nach

Ansicht von Steffens sind die Vorgaben in vielen Fällen auch überzogen, gerade wenn gewerbliche Dachanlagen zum Eigenverbrauch entstehen sollen, bei denen es nur eine geringe Überschusseinspeisung gebe, die das Netz kaum belastet.

Meemkens Erfahrungen zeigen, dass kleinere Stadtwerke auf Netzseite teilweise ebenfalls mit den neuen Anforderungen überfordert seien. Sie müssten Expertise und Dienstleistungen extern einkaufen und stellten dies dann für die Netzanschlussprüfung in Rechnung, um die Kosten nicht auf ihre Kunden abwälzen zu müssen. Zugleich sieht Steffens, dass auch viele Netzbetreiber mit Anfragen überflutet werden. Die personellen und fachlichen Kapazitäten seien oft nicht ausreichend. Zudem werden für ein und dasselbe Vorhaben häufig mehrere Anfragen von unterschiedlichen Planern oder Anbietern mit unterschiedlichen Vorgaben gestellt. Dies belastet die Netzbetreiber unnötig, da mehrere Varianten bearbeitet werden müssen, sagt Steffens.

**„Das Netz sollte zwölf Monate eine unsertifizierte Anlage aushalten können.“**

Er plädiert für „pragmatische Lösungen“, um die Photovoltaikanlagen möglichst schnell ans Netz zu bringen. Dabei könnte auch eine Clearingstelle Netz helfen, die konkrete Vorgaben zur Umsetzung der Normen gibt und ein deutschlandweit einheitliches Vorgehen ermöglicht. Das Herumreiten auf Paragraphen lasse einen „künstlichen Druck“ entstehen, sagt auch Meemken. „Vom Grundsatz her ist es richtig, die Anlagen zu zertifizieren, aber nicht mit diesem Druck. Das Netz sollte zwölf Monate eine unsertifizierte Anlage aushalten können“, sagt er. Immerhin habe das in den vergangenen Jahren ja auch funktioniert.

Damit der ganze Prozess künftig reibungsloser klappt, hat die FGW Zertifizierungsstelle eine Webinarreihe aufgesetzt. Der BSW-Solar hat diese Idee maßgeblich mit aufgestoßen und die Inhalte entstanden in Abstimmung mit den Verbänden Solar, Wind und Biomasse. In drei Teilen werden die technischen und organisatorischen Herausforderungen angegangen. „Es werden alle relevanten Themen in Bezug auf Qualität und Quantität der Datenbereitstellung zum Anlagenzertifikat, der Inbetriebsetzungserklärung und Konformitätserklärung aktiv miteinander besprochen“, heißt es von der FGW Zertifizierungsstelle.

Wer keine Zeit für Schulungen habe, sollte die Unterstützung eines erfahrenen Elektro- oder Anlagenplaners suchen, der die fachgerechte Bereitstellung der erforderlichen Unterlagen sowie die Kommunikation zwischen allen beteiligten Stellen übernehme, empfehlen die Zertifizierer. Dann könnte sich der Rückstau bald auflösen und Photovoltaikanlagen schneller sicher ans Netz gehen.

Sandra Enkhardt



25 JAHRE  
100% GRÜN



**UmweltBank**

Mein Geld macht grün.

**Sonnenstrom  
finanzieren?  
Aber natürlich.**

Sie werden strahlen! Weil Sie von unserer Expertise in EEG- und PPA-Projekten profitieren. Lassen Sie uns reden: über Ihr Projekt, Ihre Partner, Ihre Chancen.  
**Wir sind für Sie da!**

[www.umweltbank.de/pv](http://www.umweltbank.de/pv)



Julia Badeda leitet bei Abo Wind die Abteilung Hybrid Energy and Battery Storage Systems.

# Größer denken, kleiner auslegen

**Hybridkraftwerke:** Die Dimensionierung der Netzanschlüsse für kombinierte Solar- und Windkraftwerke sollte auf Basis der Photovoltaikleistung erfolgen. Zusammengerechnet würde die nominale Leistung nur in einer Woche im Jahr erreicht, sagt Julia Badeda von Abo Wind. Ihr Unternehmen realisiert im Energiepark Gielert erstmals ein solches Projekt, das die Investitionskosten senken und zugleich viel Potenzial für Speichieranwendungen bieten könnte. Doch dafür sind noch rechtliche Anpassungen erforderlich.

**Deutschland hat sich ehrgeizige Ziele beim Erneuerbaren-Ausbau gesetzt. Dafür sind viele neue Photovoltaik- und Windkraftwerke nötig, doch aktuell hakt es oftmals an Flächen oder Netzzugängen. Wie könnten diese Herausforderungen aus ihrer Sicht gelöst werden?**

Es gibt verschiedene Stellschrauben, an denen derzeit gedreht wird. Eine ist die Vereinfachung von Netzzugängen für sogenannte Hybridanlagen. Damit meine ich Anlagen, die Photovoltaik- und Winderzeugung mit einem Speichersystem kombinieren. Die einfache Kombination von Photovoltaik und Batteriespeicher sehen wir bereits zahlreich in der Innovationsausschreibung. Doch schon hier gibt es unterschiedliche Interpretationen der Netzanschlussgeber darüber, auf welcher Basis der Netzanschluss dimensioniert werden muss: Zählt nur die DC-Leistung der Photovoltaik oder doch die kombinierte Leistung aus Photovoltaik und Batterie und mit welchem Faktor soll dann gerechnet werden?

**Was wäre die richtige Herangehensweise für die Dimensionierung des Netzanschlusses?**

Die Anlagen, die ich mir vorstelle, haben Wind- und Photovoltaikerzeugung an einem Anschlusspunkt und gegebenenfalls noch einen Batteriespeicher und vielleicht zukünftig noch einen Verbraucher wie einen Elektrolyseur oder Ladeinfrastruktur an einem Standort. Diese Kombinationen würde die Netzinfrastruktur kontinuierlicher nutzen, da die Energiequellen aus Sonne und Wind sich an vielen Standorten komplementär verhalten. Eine höhere Volllaststundenzahl kann so erzielt und damit die elektrische Infrastruktur besser ausgenutzt werden. Wir konnten an verschiedenen Standorten ermitteln, dass so auf einem 50 Megawatt Netzanschluss sowohl ein 50 Megawatt Solarpark sowie ein 50 Megawatt Windpark einspeisen könnten. Das hieße, dass für die 100 Megawatt keine zwei separaten Anträge mit Prüfung gestellt werden müssten, sondern nur

einer und so eine Entlastung auch aufseiten der Netzbetreiber erfolgt. Grob gerechnet brauchen wir je nach Systemmodellannahmen sechs bis acht Gigawatt Wind onshore und zehn Gigawatt Freiflächenanlagen pro Jahr, um die gesteckten Ziele bis 2050 zu erreichen. Bei diesen Zubauraten kommen wir pro Jahr auf Tausende Netzanschlussanfragen. Diese können wir durch Kombikraftwerke reduzieren. Die Fragestellung, die nun aus meiner Sicht mit den Netzbetreibern besprochen werden müsste, ist die standardisierte Bewertung der Erzeugung aus Wind und Photovoltaik am selben Netzanschlusspunkt und die daraus resultierende notwendige Dimensionierung.

**Sie sagen also, der Netzanschlusspunkt kann kleiner ausgelegt werden, also etwa an der maximalen Einspeiseleistung der Photovoltaikanlage. Was ist aber, wenn die Sonne scheint und der Wind weht, dann wird das nicht ausreichen.**

Unsere Analysen von Erzeugungsprofilen in Zehn-Minuten-Auflösung für verschiedene Windparks hat gezeigt, dass in weniger als zwei Prozent der Zeitpunkte im Jahr die nominale Leistung erreicht wird. Dies entspricht circa einer Woche im Jahr. Bei einem Solarpark ist dies entsprechend noch seltener der Fall. Die genauen Zahlen und die Korrelation zwischen den beiden Erzeugern ist standortabhängig und wird daher von uns in jedem Einzelfall begutachtet. Wenn die Erzeugung nun doch in seltenen Fällen zusammenfallen sollte, so gibt es die Möglichkeit, durch einen übergeordneten Parkregler und durch technische Limitierungen am Netzanschlusspunkt die Einhaltung der maximal zulässigen Einspeiseleistung zu gewährleisten.

**Diese Idee ist ja nicht ganz neu. Wäre das dann aber ein Anreiz für die Betreiber, zusätzlich einen Großspeicher zu installieren oder wären die Mengen, die zwischengespeichert werden, eher zu klein, um einen Speicher wirtschaftlich zu betreiben?**

Einen Speicher in einem Hybridkraftwerk sollten wir nicht nur als technische Option zur Verstärkung der Erzeugungsmengen betrachten. Selbst bei einer wie oben skizzierten Photovoltaik- und Windkombination gibt es ein technisches Optimum des Batteriespeichers, sodass dieser, ohne die Netzrestriktion zu verletzen, weitere Dienstleistungen im Netz erbringen kann. Durch diese Kopplung von Anwendungsmöglichkeiten ergibt sich ein attraktiver Anwendungsfall. Dazu muss der Speicher allerdings regulatorisch so gestellt werden, dass er auch aus dem Netz mit Strom geladen werden kann, ohne dass er seine Grünstromeigenschaft verliert.

### **Sehen Sie in den Innovationsausschreibungen den passenden Rahmen, solche Modelle zu evaluieren?**

Die Innovationsausschreibung bietet einen hervorragenden Rahmen, um für solche neuen kombinierten Systeme eine grundlegende Finanzierbarkeit zu sichern. Der einzige Wermutstropfen ist die aktuell noch enthaltene Vorgabe, dass der Speicher nicht aus dem Netz geladen werden darf. Dies ist schade, da es die Nutzung des Speichers stark limitiert und so nicht das Optimum aus der Anlagenkombination für das Energiesystem herausholt. Die installierten Speicher könnten wesentlich zur lokalen Netzstabilisierung beitragen, wenn sie aus dem Netz geladen werden dürften. Für die Bedenken des Greenwashings von Graustrom gibt es technische Lösungen in der Auslegung des Messkonzepts. Darüber hinaus sehen wir eine volkswirtschaftliche Sinnhaftigkeit, wenn der Speicher zusätzliche Erlösoptionen hätte, denn dann könnten in der Auktion geringere fixe Marktprämien geboten werden, die aktuell die Speicher quersubventionieren.

### **Wie wirkt sich die Degradation der Solarmodule auf die Zahl der Stunden aus, in denen die Leistung der Hybridkraftwerke die maximale Einspeiseleistung des Netzanschlusspunktes übertrifft?**

Die Auslegung an einem Anschlusspunkt erfolgt auf Basis der maximalen Photovoltaikleistung zum Beginn der Lebenszeit. Hier gehen Netzbetreiber von der maximalen DC-Leistung anstelle der Nennleistung der Wechselrichter aus. In der Praxis ist dies jedoch ein theoretischer Wert. Die maximale DC-Leistung verringert sich zudem noch um den Umrechnungsfaktor zur AC-Ausspeisung weiter. Die Degradation der Solarmodule bewirkt nun, dass die maximale Leistung über die Zeit noch seltener erreicht werden kann. Es reduziert sich dadurch die abgeregelte Energiemenge über die Zeit. In der Zukunft wünschen wir uns die noch stärkere Verbindung der Auslegung des Einspeisepunktes mit den Wahrscheinlichkeiten des Erreichens der Nennkapazität. Eine kontrollierte Abregelung zu Beginn der Lebenszeit könnte genutzt werden, um die notwendige Auslegung des Anschlusspunktes zu reduzieren.

### **Wie regieren die Netzbetreiber, wenn Sie mit dieser Idee eine Anfrage für einen Netzanschluss stellen?**

Grundsätzlich haben wir sehr positive Gespräche mit den Netzbetreibern in unseren Projekten. Diese begegnen unse-

ren Ideen zur Steuerung der Gesamtanlage und der Einbindungen eines Speichers sehr aufgeschlossen. Unsicherheit habe ich wahrgenommen, wenn es um das Thema der Bewertung von Anlagenleistung und Netzanschlusspunktkapazität geht. Hier nehme ich noch keine einheitliche Bewertung der neuen Anlagen wahr. Die einfachste Variante ist häufig, mehr Netzanschlusskapazität zur Verfügung zu stellen, was den eigentlichen Gedanken unserer Kombinationen konterkarieren würde.

### **Wie versuchen Sie, die Bedenken der Netzbetreiber zu beseitigen?**

Wir stellen Rechnungen und Beispielfahrpläne zur Verfügung und versuchen, für die Thematik zu sensibilisieren. Außerdem verweisen wir auf gängige Standards für Mess- und Regelungslogik auf der Niederspannungsebene, welche dort bereits für Photovoltaik- und Speicherkombinationen im Haussegment in vielen Hunderttausenden Fällen erfolgreich eingesetzt werden.

### **Wie hoch wären die Kosteneinsparungen für Projektierer, wenn diese Hybridkraftwerke realisiert werden könnten?**

Dies kommt ganz auf das Projekt an, liegt aber im Bereich von etwa zehn Prozent der gesamten Investitionskosten. Die Kosteneinsparungen sind durch eine Reduktion der Netzinfrastruktur erzielbar: etwa geteilte Transformatoren oder geteilte und zum Teil kürzere Leitungen zum Netzanschlusspunkt. Mit steigenden Materialpreisen und steigenden Kosten für Netzaufrüstungsmaßnahmen wird dies einen zunehmend größeren Anteil ausmachen. Es muss auch gesagt werden, dass nicht jeder Standort für eine Kombination geeignet sein wird.

### **Gibt es weitere Vorteile für Betreiber solcher Anlagen?**

Durch die Kombination der Anlagen ergibt sich auch eine Diversifikation der Einnahmemöglichkeiten. Ein gutes Windjahr gleicht so ein schlechtes Photovoltaikjahr aus und umgekehrt. Auch aus Sicht der Projektplanung ergeben sich bei den behördlichen und verwaltungstechnischen Aufwänden sowie der Auswahl von Flächen Synergieeffekte. Speicher und andere Anlagen nutzen dann noch Einnahmen aus ganz anderen Märkten. Darüber hinaus bieten sich zum Teil Synergien bei der Überwachung und Wartung der Anlagen. Und ein großer Kostenblock der Eigenversorgung kann ebenfalls durch die Anlagen vor Ort ausgeglichen werden.

### **Setzen Sie bei Abo Wind bereits solche Projekte um?**

Wir haben mit dem Energiepark Gielert eine erste Umsetzung einer Kombination aus Photovoltaik und Windkraft realisiert und werden die Inbetriebnahme Anfang dieses Jahrs erfolgreich abschließen. Dazu kommen die Anlagen Wahlheim mit Inbetriebnahme im März und Lahr mit Baubeginn Ende 2022. Im Projekt Gielert haben wir für die Erzeugungsanlagen einen gemeinsamen Netzanschluss konzipiert, allerdings ist dieser noch auf die Summe der maximalen Erzeugungsleistungen ausgelegt. Bei den letzten beiden Projekten haben wir insgesamt separierte Anschlüsse. Das Interview führte Sandra Enkhardt.

# Aktiv zu Netto-Null

**Dekarbonisierung:** Firmenchefs, die noch nicht dabei sind, ihre Emissionen auf null zu reduzieren, riskieren die Existenz ihres Unternehmens. Es gilt, alle Hebel in Bewegung zu setzen. Einer ist die Stromversorgung.

Unwetter wie Orkane und Schlagregen nehmen zu und richten enorme Schäden an. Allein 2021 verursachten Naturkatastrophen nach Angaben des Rückversicherers Munich Re weltweit Schäden in Höhe von 280 Milliarden US-Dollar. „Gesellschaften müssen sich dringend an steigende Wetterrisiken anpassen und Klimaschutz zur Priorität machen“, fordert Vorstandsmitglied Torsten Jeworrek.

Dekarbonisierung ist das Schlüsselwort. Jedoch existieren unterschiedliche Definitionen. Klar ist aber: Firmenchefs sollten bereits jetzt damit begonnen haben. Andernfalls drohen ihnen bestenfalls Wettbewerbsnachteile, schlimmstenfalls das Aus.

Dass hier ein Trend an Bedeutung gewinnt, zeigt unter anderem die Messe Düsseldorf: Sie hat die Messe Energy Storage in ein neues Format namens decarbXpo integriert. Eine Umfrage der IHK München und Oberbayern belegt: Rund 48 Prozent der befragten Unternehmen haben sich bislang keine Ziele in Sachen Klimaneutralität gesteckt. Dabei müssten bereits in wenigen Jahren nahezu alle klimaneutral wirtschaften, warnt Julia Goebel, Referentin für Energie- und Klimapolitik bei der IHK. „Eine zügige Befassung mit dem Thema schafft die Möglichkeit, sich strategisch auf ein klimaneutrales Wirtschafts- und Gesellschaftssystem einzustellen und notwendige Maßnahmen einzuleiten. 45 Prozent der Unternehmen machen dies bereits.“

## Unschärfe Bezeichnung

Allerdings ist der Begriff Dekarbonisierung nicht klar definiert. Eine Sprecherin des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz erklärt: „Damit ist auch der Übergang hin zu einer kohlenstofffreien Wirtschaft gemeint.“ Andreas Kuhlmann, Geschäftsführer der Deutschen Energieagentur (Dena), widerspricht. „Dekarbonisierung kann nicht bedeuten, grundsätzlich weg vom Kohlenstoff zu kommen.“ Etwa 15 Prozent des Erdöls werde in Deutschland nicht zur Energie-

gewinnung sondern stofflich genutzt. Das betrifft zahlreiche Produkte, vom Bleistift über Kosmetika und Kunststoff bis hin zu Medikamenten. „In vielen Fällen gibt es keine Alternative zur Produktion aus Kohlenstoff“, sagt Kuhlmann. Alleine die deutsche Chemieindustrie benötige aktuell jährlich rund 17 Millionen Tonnen davon. Die Dena spreche daher lieber von der Defossilisierung.

„Es geht darum, den CO<sub>2</sub>-Eintrag zu reduzieren“, erläutert Christian Noll, geschäftsführender Vorstand bei der Deutschen Unternehmensinitiative Energieeffizienz (DENEFF). Kohlenstoff müsste in einen Kreislauf, dürfe also nicht mehr aus fossilen Rohstoffen gewonnen werden. Weder für Energieerzeugung noch für Produkte.

Die Umstellung wird teuer. Auf rund fünf Billionen Euro schätzt die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) die benötigten Investitionen allein in Deutschland. Jürgen Landgrebe, Fachbereichsleiter Klimaschutz, Energie und Emissionshandel beim Umweltbundesamt, warnt: „Eine Nicht-Dekarbonisierung würde erheblich teurer werden.“

**„Bereits heute beträgt der Aufschlag bei Krediten für Unternehmen, die ihre Dekarbonisierung nicht zügig angehen und umsetzen, ein bis zwei Prozentpunkte.“**

Schon heute müsste der CO<sub>2</sub>-Preis 195 Euro pro Tonne betragen, wenn man die Schäden, die durch den Klimawandel jetzt schon eintreten, einkalkuliert. 2030 betrüge der faire Preis 215 Euro, 2040 dann 250 Euro. Noch trägt die Gesellschaft die Differenz zum aktuellen Preis von 30 Euro in Deutschland, umgangssprachlich CO<sub>2</sub>-Steuer, um für Schäden durch den Klimawandel aufzukommen. Dieser Preis verteuert die Kosten für Gebäude und Verkehr, etwa beim Bezug von Erdgas oder Benzin. Und der CO<sub>2</sub>-Zertifikatspreis im Rahmen des Europäischen Emissionshandels, der die Stromerzeugung und die Industrie betrifft, ist bereits von 30 Euro vor einem Jahr auf heute um die 90 Euro gestiegen. Eine Preiserhöhung, die Netzstrom nach Angaben des Versorgers Maingau Energie im Schnitt um circa zwei Cent pro Kilowattstunde teurer macht.

### **Längere Amortisationszeiten akzeptiert**

Ende Februar stellte Stefan Büttner, Leiter globale Strategie und Wirkung am Institut für Energieeffizienz in der Produktion (EEP) an der Universität Stuttgart, die aktuellen Werte des Energieeffizienzindex (EEI) vor. Der Index gibt die Stimmung in Unternehmen bezüglich der Energieeffizienz wieder. „Nach anfänglichem Bedeutungshoch dank vorgezogener Investiti-

## Dekarbonisierung im Gewerbe

onen der Unternehmen zu Beginn der Pandemie und vorübergehendem Rückgang im letzten Halbjahr steigt die Bedeutung des Themas jetzt wieder an“, sagt Büttner. Unternehmen, die sich auf den Weg gemacht haben, denken dabei langfristig. Rund die Hälfte gab an, längere Amortisationszeiten für Investitionen in Dekarbonisierung in Kauf zu nehmen als bei anderen Investitionen.

Sollten sie auch. Nichts tun ist keine Option. „Die Dekarbonisierung nicht programmatisch voranzutreiben, ist unternehmerisch Kamikaze“, warnt Florian Huber, Partner bei der Beratungsgesellschaft EY Parthenon und Mitgründer von EYCarbon.

Er unterscheidet drei Bereiche – englisch „Scope“ – für die Dekarbonisierung. Scope eins: alle Emissionen aus Quellen, die direkt in Besitz des Unternehmens sind, beispielsweise durch Fuhrpark und Fertigungsprozesse. Scope zwei sind Emissionen, die bei der Produktion zugekaufter Energie, überwiegend Strom und Wärme, anfallen. Erzeugt ein Unternehmen die genutzte elektrische Energie selbst, dann wird der eingesetzte Brennstoff unter Scope eins, also den direkten Emissionen, bilanziert. Scope drei sind indirekte Emissionen in der gesam-

ten Wertschöpfungskette der Produkte, von der Rohstoffgewinnung bis zum Endnutzer. „Scope eins und zwei kann man direkt angehen, Scope drei nur indirekt“, erläutert Huber.

Der französische Konzern Saint-Gobain hat sich beispielsweise vorgenommen, in Scope eins und zwei bis 2030 die CO<sub>2</sub>-Emissionen um 33 Prozent gegenüber 2017 zu reduzieren. „CO<sub>2</sub>-Neutralität wird in allen Scopes bis 2050 verwirklicht werden“, sagt Chief Sustainability Officer Emmanuel Normant.

### Sechs plus ein Weg zum Ziel

Die Einteilung in die Scopes zeigt: Es genügt nicht, wenn Unternehmen auf Ökostrom umstellen. Das ist nur ein Ansatz. „Insgesamt gibt es sechs Ansätze, plus einen“, sagt Huber. Wer richtig dekarbonisieren will, muss an alle ran.

**1. Effizienter und effektiver:** „Dieser Schritt ist die klassische Optimierung“, erläutert Huber. Also das, was Unternehmen ohnehin ständig tun sollten. So genügt in der Produktion unter Umständen eine Temperatur von 60 Grad statt der bislang genutzten 80 Grad. Es geht aber auch darum, das Verhalten im Betrieb zu verändern. Die Mitarbeiter von EY Parthenon fliegen nicht mehr so viel wie früher und arbeiten öfter

## Küpper: Das Heizungs- und Sanitärunternehmen dekarbonisiert mit Wasserstoff

Die Energieautarkie am Standort Meckenheim hat das Heizungs- und Sanitärunternehmen Küpper bereits geschafft. Eine Photovoltaikanlage mit einer installierten Leistung von 98 Kilowatt Peak liefert Strom. Mit Überschüssen lädt das Unternehmen seine Elektrofahrzeuge und erzeugt im Sommer durch Elektrolyse Wasserstoff, den es in Tanks lagert. Platz ist für 440 Kilogramm, das entspricht circa 7.500 Kilowattstunden elektrischer Energie. Im Winter genügt der Ertrag aus den Solarmodulen nicht, um den Eigenbedarf zu decken. Dann erzeugt das Unternehmen durch Brennstoffzellen mit dem gespeicherten Wasserstoff Strom. Die Abwärme des exothermen Prozesses unterstützt die Erdsonden-Wärmepumpe am Standort beim Heizen. Die Investition kostete mehr als 500.000 Euro, sagt Geschäftsführer Peter Küpper. „Davon hat das Land im Rahmen einer Einzelförderung 55 Prozent übernommen.“



Fotos: Küpper

Vor zwei Jahren ist das Unternehmen 100 Jahre alt geworden und sie hätten sich gefragt, was sie die nächsten 100 Jahre machen, erinnert sich Küpper. „Die Antwort war, wir machen uns auf den Weg zum CO<sub>2</sub>-freien Unternehmen.“ Das selbst gesetzte Ziel ist ehrgeizig: Zehn Prozent soll der CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro Jahr runtergehen. Zwei Pkw sind vollelektrisch, der Rest hybrid. Ein Montagefahrzeug fährt bereits mit Strom. „Drei weitere sind bestellt“, sagt der Geschäftsführer. Auch die Lieferkette will er angehen. Bislang sei es in seiner Branche üblich, den Preis für Materialien zu optimieren und kurzfristig zu bestellen. Die Folge: vormittags und nachmittags schicken jeweils drei Lieferanten ihre Lkw vorbei, erzählt Küpper. „Das wollen wir ändern.“

im Homeoffice, nennt Huber ein Beispiel aus dem eigenen Haus: „Das Geschäft läuft trotzdem, mit 30 Prozent weniger Emissionen.“

**2. Strom und Wärme:** Für die CO<sub>2</sub>-Bilanz eines Unternehmens ist die Umstellung auf Strom aus erneuerbaren Energien ein kleiner Schritt mit großer Wirkung. Aber Volkswirt Büttner warnt: „Gesellschaftlich ist das ein Nullsummenspiel, wenn die Industrie den ganzen Grünstrom nimmt, während anderswo auf Strom aus fossilen Quellen zurückgegriffen werden muss.“ Parallel dazu müssten die erneuerbaren Energien auf 100 Prozent ausgebaut werden und der Verbrauch müsse runter beziehungsweise die Effizienz nach oben. Denn gehe der Verbrauch zurück, steige der Anteil der Erneuerbaren.

Bezieht das Unternehmen weiter konventionellen Strom oder Wärme, hat es eine andere Möglichkeit. „Durch den Kauf von Renewable Energy Certificates kann es sich auf dem Papier CO<sub>2</sub>-neutral stellen“, erklärt Huber.

### „Die Dekarbonisierung nicht programmatisch voranzustreiben, ist unternehmerisch Kamikaze.“

Die dritte Variante ist die Eigenproduktion von Strom aus erneuerbaren Energien. „Viele Unternehmer vergessen bei der Berechnung allerdings, dass auch diese Investitionen Emissionen erzeugen können“, hat Huber beobachtet. Die müssen eigentlich in die Gesamt-CO<sub>2</sub>-Bilanz eingehen, auch wenn die Folgen langfristig CO<sub>2</sub>-positiv sind.

Laut Büttner geht neben dem Thema Strom das Thema Wärme, insbesondere Abwärme, oft unter: „In Anbetracht der Tatsache, dass knapp zwei Drittel des industriellen Endenergieverbrauchs für Prozesswärme benötigt werden, wird dieses Potenzial noch viel zu wenig genutzt.“

**3. Technologische Innovation:** Häufig können Unternehmen Prozesse im Arbeitsablauf umstellen. Zu einer modernen Technologie zu wechseln, spart Emissionen. Huber nennt ein Beispiel. „Wenn in der Stahlproduktion grüner Wasserstoff den Koks ersetzt, dann ist das ein Übergang, der zur Dekarbonisierung beiträgt.“ Ohne solche Veränderungen wird es kaum gehen. Denn in Deutschland hätten Prozessemissionen einen Anteil von ungefähr einem Drittel der Gesamtemissionen, nennt Büttner eine Größenordnung.

**4. Innovation des Geschäftsmodells:** Zahlreiche Geschäftsmodelle könnten Unternehmen so verändern, dass weniger Emissionen entlang der Wertschöpfungskette entstehen. „Dabei entstehen viele kreative Ideen, man könnte beispielsweise Christbaumkugeln saisonal vermieten, statt Jahr für Jahr neue aus China einzufliegen“, sagt Huber.

**5. Zirkular statt linear:** Immer mehr Produkte werden nicht mehr verkauft, sondern nur noch zur Verfügung gestellt. „Die Unternehmen verkaufen nur noch die Wertschöpfung durch

## Lego: Die Dänen stecken mitten in der Transition

Seit mehr als zehn Jahren investieren Lego und der Haupt-eigentümer KIRKBI in erneuerbare Energien, vom Off-shore-Windpark bis zur Photovoltaikanlage. Bereits 2020 produzierten sie 400 Gigawattstunden Strom, bei einem Verbrauch von 394 Gigawattstunden. 2022 beginnt der Bau eines Werks in Vietnam, das mit einer Photovoltaikanlage den Eigenbedarf decken wird. Renewable-Energy-Zertifikate, die den Anlagen zugeteilt werden, nimmt Lego aus dem Markt und legt sie still.

Die Dänen stecken mitten in der Transition. 2018 kamen erste Elemente aus einem zuckerbasierten Bio-Polyethylen auf den Markt. „Bis Ende 2030 planen wir, Lego-Steine ausschließlich aus nachhaltigen Rohstoffen herzustellen“, verspricht Tim Brooks, Vice President für Environmental Responsibility. Verpackungen sollen bis 2025 vollständig aus nachhaltigem Material bestehen. Sichtfenster und Plastikbeutel gehören dann der Vergangenheit an. Bereits vor einigen Jahren hatte das Unternehmen die Größe der Packungen um 14 Prozent verkleinert. Das freut den Einzelhandel, da er seitdem pro Regalmeter mehr Produkte anbieten kann. Nach Firmenangaben spart das aber auch pro Jahr rund 3.000 Lkw-Ladungen und 7.000 Tonnen Karton.



Foto: Lego

On-demand- und As-a-service-Modelle“, erklärt Huber. Bei Metall gebe es das bereits, bei Kunststoffen komme es. Auch Endprodukte für den Verbraucher können so wiederverwertet werden. „In französischen Kaufhäusern gibt es zum Teil ganze Etagen für Recommerce, zum Beispiel von Luxuskleidung“, nennt Huber eine weitere Variante.

**6. Eigene Wertschöpfung verkürzen und grün einkaufen:** Das Prinzip ist einfach, erläutert Huber: „Ich kaufe extern ein und zwingt die Zulieferer, grün zu sein.“ Stark zu spüren bekommen diese Variante bereits die Zulieferer der Automobilindustrie und der Chemiebranche. Das deckt sich mit Büttners Ergebnissen. „Tatsächlich wollen mehr Unternehmen die Dekarbonisierung auch in der Lieferkette umgesetzt sehen, was primär durch Anforderungen in Zulieferungsverträgen geschehen soll“, erklärt er.

### Saint-Gobain: „Bis 2025 müssen wir also wissen, wie wir CO<sub>2</sub>-neutral werden.“

Foto: Saint Gobain



Der französische Konzern Saint-Gobain produziert und verarbeitet unter anderem in Herzogenrath Glas. Rund 118.000 Tonnen CO<sub>2</sub> emittiert er allein dort pro Jahr, 80 Prozent in der Produktion, 20 Prozent in der Verarbeitung. „Bis 2030 soll der Standort CO<sub>2</sub>-neutral werden“, sagt Ariane Weissler. Sie leitet das Projekt „COSiMa“. In Kooperation mit der RWTH Aachen und dem Gas- und Wärme-Institut Essen sucht das Unternehmen dabei nach dem richtigen Weg, das Ziel zu erreichen – für 5,6 Millionen Euro, davon 3,6 Millionen aus staatlichen Fördermitteln.

Die Partner gehen unter anderem der Frage nach der besten Wärmequelle nach: Biogas, Wasserstoff, Strom oder eine Kombination davon. Inwieweit die Abwärme vor Ort genutzt werden oder in ein Wärmenetz für die Gemeinde geleitet werden kann. „In dem Fall müsste aber erst die Infrastruktur entstehen“, erklärt Weissler. Sie hofft auch, den Anteil an Altglas als Ausgangsstoff in der Produktion zu steigern, denn auch das reduziert den CO<sub>2</sub>-Ausstoß erheblich. Der Zeitplan ist straff. Im Jahr 2027 wird die Glasproduktion im Zuge des üblichen zwanzigjährigen Zyklus erneuert. „Bis 2025 müssen wir also wissen, wie wir CO<sub>2</sub>-neutral werden“, sagt Weissler.

**Plus 1 - Kompensationen:** Gelingt die Dekarbonisierung nicht vollständig, bleibt noch der Kauf von Zertifikaten, die an ein Projekt gekoppelt sind, das CO<sub>2</sub> oder andere Treibhausgase bindet. Aber die Kapazitäten sind endlich. Irgendwann wird keine Fläche mehr da sein, um zum Beispiel Wälder aufzuforsten. Für Huber ist daher klar: „Ein normales Unternehmen muss auf null runter.“

Das haben schon einige erkannt. „Finanzielle Kompensation von Emissionen ist nicht Teil unserer Strategie, aber Kohlenstoffabscheidung und -nutzung beziehungsweise -speicherung ist denkbar“, stellt Normant für Saint-Gobain klar.

Aber nicht alle denken so weit voraus. „Viele Unternehmen sagen, ich mache nichts und stelle mich über Zertifikate klima-

neutral. Das wird im System nicht aufgehen, denn dann würden Effizienz- und Erneuerbarenpotenziale vor der eigenen Tür ignoriert“, sagt DENEFF-Geschäftsführer Noll. So gehe weiter wertvolle Zeit für die heimische Energiewende verloren. Außerdem zeigt die Preisentwicklung für Emissionsrechte an den Börsen bereits heute, dass diese Strategie teuer werden kann. In den kommenden Jahrzehnten ist eher mit steigenden Preisen für Zertifikate zu rechnen. Langfristig braucht es sogar Unternehmen mit negativer CO<sub>2</sub>-Bilanz. Nur dann kommt es zu einem Ausgleich für die gesamte Wirtschaft.

#### Dekarbonisierung sichert Finanzierung

Für Unternehmen geht es nicht ums Klima sondern um die Existenz. „Vielen ist das noch nicht so bewusst, aber es wird viel teurer, wenn man nicht dekarbonisiert“, erwartet Huber. Zuerst werde das bei der Beschaffung von Kapital deutlich, bei Krediten, Anleihen und der Ausgabe neuer Aktien. „Bereits heute beträgt der Aufschlag bei Krediten für Unternehmen, die ihre Dekarbonisierung nicht zügig angehen und umsetzen, ein bis zwei Prozentpunkte“, hat er beobachtet. Diese Lücke werde sich in den kommenden Jahren vergrößern, bis hin zu „nichts geht mehr.“ „Schließlich müssen die Banken für nicht-grüne Kredite künftig mehr Risikokapital hinterlegen“, erklärt Huber.

Ein Beispiel, wie sich das bereits heute auf die Finanzierung auswirkt, sind die ESG-linked loans, also Kredite, die an ESG-Kriterien gekoppelt sind, der Deutschen Bank. „Die Zinszahlung hängt dabei vom Erreichen bestimmter Nachhaltigkeitsziele ab“, erklärt Frank Hartmann, Sprecher bei der Deutschen Bank.

### „Vielen ist das noch nicht so bewusst, aber es wird viel teurer, wenn man nicht dekarbonisiert.“

Der Staat unterstützt Unternehmen bei der Dekarbonisierung. BAFA und KfW haben eigene Förderprogramme. Hinzu kommen die üblichen Förderungen für die Produktion von Strom und Wärme mithilfe erneuerbarer Energien. „Diese sind dann eher mittelbar für die Dekarbonisierung relevant“, sagt KfW-Sprecher Wolfram Schweickhardt.

Wichtig ist, aktiv zu werden. Die Politik gebe kurze Fristen für die Transformation vor und es gelte, den First-Mover-Effekt zu nutzen, rät Huber. „Denn so viele Ingenieure, Kräne und Arbeiter, wie man für die Umstellung braucht, gibt es gar nicht, in zwei Jahren kriegt die keiner mehr.“

Konzerne wie Saint-Gobain haben das erkannt. Es gibt aber noch einen Grund. Die Kosten seien zwar sehr hoch, aber nicht relevant, sagt Normant. „Denn wenn wir das nicht machen, sind wir aus dem Markt“, sagt der Saint-Gobain-Vorstand. „Es besteht allerdings mittelfristig die Gefahr, dass sich Wettbewerber die Entkarbonisierung erkaufen.“

Jochen Bettzieche

# Strom zur Untermiete

**Gewerbedachanlagen:** Über die bundesweite Solarpflicht wird noch diskutiert. Doch der Strompreis ist schon hoch. Beide Herausforderungen lassen sich lösen, ganz ohne, dass die Investition in ein Photovoltaikkraftwerk die Bilanz verhaselt – und zwar durch Mietmodelle oder Contracting. Das Segment könnte sich jetzt entwickeln.

Industrie- und Gewerbekunden trifft derzeit das gleiche Dilemma wie Haushaltskunden. Wer einen neuen Stromvertrag abschließen muss, muss hohe Strompreissteigerungen hinnehmen – und das, obwohl die Umlagelast gesunken ist. So stieg der durchschnittliche Strompreis für Unternehmen mit Abnahmemengen zwischen 160.000 Kilowattstunden und 20 Gigawattstunden inklusive Stromsteuer nach Angaben des Bundesverbands der Energie- und Wasserwirtschaft von 17,76 Cent im Jahr 2020 auf 21,38 Cent 2021 und sogar 26,64 Cent im Januar 2022. Selbst energieintensive Großunternehmen, die ihre Abgabenlast auf das absolute Minimum drücken können und daher kaum mehr als die reinen Beschaffungskosten zahlen, bekommen den Anstieg zu spüren, wenn die Stromkosten statt bisher um 4 bis 6 Cent nun zwischen 12 und 14 Cent pro Kilowattstunde pendeln.

## „Wer längerfristige Verträge hat, kann sich über eine Gnadenfrist freuen.“

Wer längerfristige Verträge hat, kann sich noch über eine Gnadenfrist freuen, bevor die Teuerung einsetzt. Denn die Ursachen für die hohen Strompreise liegen zum Teil am Engpass für Brennstoffe, an gestiegenen CO<sub>2</sub>-Preisen, an der Abschaltung von klimaschädlichen Kraftwerken und am steigenden Stromverbrauch. All diese Gründe werden voraussichtlich nicht schnell verschwinden. Gegen all diese Punkte hilft aber die Anschaffung einer eigenen erneuerbaren Energieerzeugungsanlage.

### Trend zum eigenen Kraftwerk

Es ist daher nicht verwunderlich, dass es einen deutlichen Trend zum eigenen Kraftwerk gibt, wie Michael Bätzner, Geschäftsführer der Energie-Konzeptwerk, bestätigt. Sein Unternehmen berät Industrie- und Gewerbebetriebe in allen Fragen der Energiebeschaffung und auch beim Erwerb von erneuerbaren Kraftwerken, wie Laufwasserkraftwerken, Windkraft, Biogas und Photovoltaik. „Der Grund für das gewachsene Interesse ist eindeutig der Strompreis“, sagt er. „Ich befürchte, dass einige Unternehmen wegen des drastischen Preisanstiegs von Insolvenz bedroht sind. Andere werden ihre Preise erhöhen.“

Nur, es gibt auch einen gewichtigen Grund, der die Umsetzung des eigenen Kraftwerks behindert. In dieser angespann-

ten Situation fällt es vielen Unternehmen schwer, schnell ein größeres Investment, wie die Anschaffung einer Photovoltaikanlage zu initiieren und umzusetzen. Für diese Gruppe gibt es am Markt Projektentwickler, die Photovoltaikanlagen zur Miete anbieten oder Stromlieferverträge mit Strom vom eigenen Dach, das sogenannte Energie-Contracting. Sie versprechen dem Industrie- oder Gewerbekunden einen günstigen Strompreis, fix über die nächsten 20 Jahre mit sofortigen Einsparungen und ohne eigenen Kapitalaufwand.

Es ist klar, dass ein solches Modell den Strompreis nicht so stark senken kann, wie eine selbstgebaute Photovoltaikanlage im eigenen Besitz. Attraktiv sei es dennoch für ganz bestimmte Zielgruppen, erläutert Bjarn Röse, Teamleitung Vertrieb Nord vom Ingenieursdienstleister Maxsolar. So sei der Bau einer Photovoltaikanlage eine Investition, die nichts mit dem eigentlichen Kerngeschäft eines Unternehmens zu tun hat. Deshalb verlangten internationale Muttergesellschaften von ihren in Deutschland ansässigen Töchtern oft unrealistische Amortisationszeiten für das eingesetzte Kapital. „Vom Vorstand werden dann vier Monate bis maximal zwei Jahre vorgegeben“, ist auch Michael Bätzners Erfahrung. Je niedriger der reguläre Strompreis, desto schwieriger wird das aber, selbst wenn die Investition sinnvoll ist.

Auch deutsche Unternehmen investieren oft lieber in die eigene Produktion oder haben es schwer, ihre Bank von der Maßnahme zu überzeugen. Ganz abgesehen von dem Personal-

## Das Wichtigste in Kürze

Photovoltaikanlagen können in der derzeitigen Marktlage die Stromkosten auch für Unternehmen senken, die bisher sehr günstige Einkaufspreise hatten. Doch nicht jeder Betrieb kann die nötige Investition stemmen.

Alternativen sind die Anlagenvermietung, dabei kann der Kunde direkt von Einsparungen durch niedrige Stromgestehungskosten und Eigenverbrauch profitieren, ohne vorgegebene Amortisationszeiträume einhalten zu müssen oder Stromlieferverträge für Strom vom eigenen Dach.

Wichtig für die Umsetzung ist eine saubere Vertragsgestaltung, die die Rollen des Dachpächters, des Anlagenvermieters, des Betreibers und des Servicedienstleisters genau abgrenzen, auch wenn mehrere Rollen auf eine juristische Person entfallen. Denn nur der Betreiber profitiert vom Eigenverbrauch, auf den keine Umlagen anfallen, in Kürze auch keine EEG-Umlage mehr.

Wer Anlagen vermietet, sollte sein Ausfallrisiko absichern, zum Beispiel durch die Teilnahme an Ausschreibungen.



Die Härtetechnik Conz & Strasser in Spaichingen kann nun etwa 15 Prozent ihres hohen Stromverbrauchs mit Photovoltaikstrom decken und spart dadurch CO<sub>2</sub> und 8.000 Euro im Jahr, ganz ohne eigene Investition. Denn die Anlage ist nur gemietet.

aufwand, die Installation planerisch und administrativ zu begleiten. Auch einige Kommunen finden Mietlösungen sehr interessant, sagt Röse. Weitere potenzielle Interessenten sind Unternehmen mit Liquiditätsgapen. Letztere Unternehmen sind aber natürlich auch für die Vermieter als langfristige Partner heikel.

### „Der Grund für das gewachsene Interesse ist eindeutig der Strompreis.“

#### Härterei spart 8.000 Euro im Jahr

In der derzeitigen Marktsituation sei es einfach, die Strompreise am Markt zu unterbieten, sagt Joachim Plesch, Geschäftsführer des Start-ups Gorfion Green Energy aus Konstanz. Beispielsweise nahm die Härtetechnik Conz & Strasser in Spaichingen seine Dienste in Anspruch, für die Gorfion 2021 eine Photovoltaikanlage mit 141 Kilowattpeak aufbaute. Nicht untypisch für Gewerbebetriebe wird der prognostizierte Ertrag von 138.000 Kilowattstunden beinahe vollständig direkt verbraucht. Der Eigenverbrauch liegt bei 130.000 Kilowattstunden.

Die Mietkosten- und Servicekosten für die Anlage betragen pro Jahr 14.500 Euro. Zusätzlich weiterer Kosten in Höhe

von 3.500 Euro, die die Direktvermarktung des Reststroms, die Stromsteuererstattung und die EEG-Umlage auf den Eigenverbrauch enthalten, kalkuliert Gorfion einen Strompreis von 13,8 Cent pro Kilowattstunde. Da die Härterei bisher 20 Cent für den Bezugsstrom zahlt, ergibt sich eine direkte Einsparung von 8.000 Euro pro Jahr. Gorfion finanziert die Anlagen wiederum mit etwas Eigenkapital und einem Darlehen, das sie projektspezifisch mit Banken aushandeln.

Diese Einsparungen gelingen so gut, weil eine gemietete Anlage, genau wie eine selbst gekaufte, Strom produziert, der frei von Netzgebühren und Stromsteuern bleibt. Im Moment fällt nur die anteilige EEG-Umlage für selbstverbrauchten Strom an, doch auch diese Umlage soll noch in diesem Jahr abgeschafft werden.

#### Vertragsgestaltung erfordert Zeit

Gorfion zielt mit seinem Angebot auf kleinere und mittlere Gewerbebetriebe. Dabei gebe es zwei Arten von Kunden, hat Geschäftsführer Joachim Plesch beobachtet. Die einen wollen in erster Linie die Vorteile der Photovoltaik und ließen sich von einem Installationspartner ein Angebot erstellen. Wenn die Investitionssumme dann die Möglichkeiten übersteige, könne eine Anlagenmiete den Wunsch dennoch erfüllen. Die zweite Gruppe habe dagegen eine eigene Anlage gar nicht im Blick. „Hier müssen wir von Grund auf beraten, die Dächer besichtigen, den Strombedarf analysieren und das richtige Modell finden.“

Foto: Hanwha Q-Cells

Gerade die Beratung und Vertragsgestaltung ist bei der Vermietung der schwierigste Part. Bjarn Röse vom Ingenieursdienstleister Maxsolar sagte in einem pv magazine-Webinar zum Thema im Februar ganz offen: „Es ist natürlich viel einfacher, wenn der Kunde die Anlage einfach kauft.“ Beim vorgestellten Praxisbeispiel, ein Unternehmen mit 700.000 Kilowattstunden Stromverbrauch im Jahr, rentiert es sich sogar, noch zusätzliche Carports aufzubauen, um die Photovoltaikfläche auf 4.279 Quadratmeter und 535 Kilowattpeak zu vergrößern. Die Pacht- und Servicepauschale beläuft sich über 20 Jahre auf 1,4 Millionen Euro. Ein Kauf sei dagegen bereits ab einer Million Euro möglich gewesen, dann muss der Kunde Service und Wartung noch hinzurechnen. Die jährlichen Einsparungen liegen im Pachtmodell bei anfänglich etwa 19.000 Euro.

Bei der Anlagenverpachtung komme es darauf an, vor dem Gesetz die Personenidentität des Betreibers der Anlage und des Stromnutzers sicherzustellen, damit es als Eigenverbrauch des Unternehmens zählt, so Röse. So müsse zunächst in einem Vertrag das Dach durch Maxsolar gepachtet werden für eine monatlich oder jährlich zu zahlende Miete. Dann baut das EPC-Unternehmen die Anlage und vermietet sie an den Kunden in einem weiteren Mietvertrag. Für den Betrieb, die Wartung, eventuelle Reparaturkosten und die Direktvermarktung der Überschüsse ist der Betreiber verantwortlich. Will er das loswerden, muss ein dritter Vollservice-Vertrag geschlossen werden, für den der Kunde wiederum eine Servicepauschale zahlt. Gerade bei Großunternehmen, auf die Maxsolar sein Angebot zuschneidet, kommt meist noch ein dritter Partner ins Spiel, nämlich die Immobiliengesellschaft, die die Gebäude und Grundstücke des Unternehmens im Besitz hat. Auch bei kleinen Gewerbetreibenden kann ein Vermieter in das Geschäft einbezogen werden.

### Achtung: 7.000-Stunden-Regel in Gefahr

Es empfiehlt sich jedoch für die Verträge spezialisierte Rechtsanwälte hinzuzuziehen, die Rechte und Pflichten im Einklang mit dem EEG und Energierecht ausformulieren. Denn es müssen hierbei auch viele Randbedingungen berücksichtigt werden. Eine wäre beispielsweise die Frage, ob der Kunde bisher ohne Photovoltaik von Strompreisvergünstigungen profitiert, zum Beispiel weil er nach der 7.000-Stunden-Regel einen sehr gleichmäßigen Lastgang aufweist. Kunden mit diesem Profil passen perfekt zur Erzeugung fossiler Grundlastkraftwerke und müssen daher nur sehr geringe Netzentgelte entrichten.

Wenn nun über diesen Netzanschluss eine Photovoltaikanlage mit angeschlossen wird, könnte das dazu führen, dass mittags nicht mehr genügend Strom abgenommen wird, um die Kriterien der 7.000-Stunden-Regel zu erfüllen. Dann wäre es fraglich, ob die Einsparungen durch die Photovoltaik ausreichen, um diesen Nachteil wettzumachen. „Man kann natürlich die Frage stellen, ob diese Regel überhaupt noch zeitgemäß ist“, sagt Röse. „vor allem, wenn sie dazu führt, dass sinnvolle Investitionen nicht getätigt werden.“

### Absicherung gegen Ausfall des Abnehmers

Ein weiterer Punkt, den Kunden und Anlagenvermieter im Blick behalten müssen, ist die Anlagengröße. Fällt sie in die Klasse zwischen 300 und 750 Kilowattpeak, wird nur die Hälfte



Auch Hanwha Q-Cells bietet Gewerbekunden mittlerweile an, über Power Contracting oder Anlagenpacht günstig Solarstrom vom eigenen Dach zu beziehen. Optional werden auch Speicher von Tesvolt installiert.

der Stromproduktion im Falle der Einspeisung nach dem EEG vergütet. Das fällt vor allem dann ins Gewicht, wenn ein Immobilienbesitzer seine Gewerbeflächen samt Photovoltaik vermietet und es zu Leerstand kommt oder wenn der ursprüngliche Abnehmer Insolvenz anmeldet und plötzlich der geplante hohe Eigenverbrauch nicht mehr existiert. Derzeit sind die Marktpreise für Solarstrom so hoch, dass die Rückfalllösung, den Solarstrom zu verkaufen, gut funktioniert und dieser Einnahmeverlust nicht so stark ins Gewicht fällt. Das könnte sich künftig aber wieder ändern.

„Das Risiko des Ausfalls des direkten Abnehmers des Stroms ist für uns als Verpächter natürlich gegeben und dagegen müssen wir uns absichern“, sagt Röse. Gleichzeitig habe die große Dachanlage aber an sich schon einen Wert, der sich auch unabhängig vermarkten lässt. Nichtsdestotrotz wäre es aber auch möglich, die geplante Anlage zur Absicherung in eine Ausschreibung zu schicken.

Diese Absicherung ist auch der Grund, warum Photovoltaikanlagen zur Vermietung nicht als Null-Einspeiseanlagen geplant werden. In der Theorie könnte ein großer Kunde, der durch seinen hohen Stromverbrauch fast die gesamte Photovoltaikproduktion abnimmt, darauf verzichten, den Reststrom in die Direktvermarktung zu geben. Die Härterei in Spaichingen wäre ein solcher Fall. Bei nur 8.000 Kilowattstunden Reststrom könnte man sich die technischen Anlagen zum Beispiel für die Fernsteuerbarkeit und die Direktvermarkterschnittstelle sparen. Das wäre dann im Falle einer Insolvenz aber auch für den Vermieter höchst problematisch, gibt Plesch zu bedenken.

Eine andere übliche Konstellation ist statt einer Anlagenmiete der Abschluss eines Stromlieferungsvertrags von der Anlage auf dem eigenen Dach. Damit verzichtet der Kunde auf seine Eigenschaft als Betreiber und bekommt Strom aus zwei Quellen geliefert. Der Contractor baut die Photovoltaikanlage und stellt sicher, dass der Solarstrom vor dem Netzbezug zuerst genutzt wird. Durch die Direktlieferung spart er immer noch Netzentgelten. Allerdings wird der Contractor zum Energieversorger und muss Umlagen abführen. Für den Kunden reduziert das den Aufwand, aber der Strompreis steigt. Cornelia Lichner

pv magazine

roundtables

EUROPE JUNE 28 & 29, 2022

Decarbonize Europe -  
Green light to new avenues  
for solar and storage

## Die pv magazine Roundtables Europe sind zurück!

### Wie dekarbonisieren wir Europa mit der Hilfe von Solar- und Speichertechnologie?

Am 28. und 29. Juni sind wir zurück mit einer Neuauflage unserer virtuellen Roundtables, in denen wir uns damit beschäftigen werden, welche starke Rolle Solar und Speicher in der Dekarbonisierung der europäischen Industrie einnehmen werden. Wir haben das Format etwas verändert

und werden an den zwei Tagen in je 5 verschiedenen, interaktiven Sessions mit hochkarätigen Experten und Partnern diskutieren, welche Technologien und Anwendungen zur Verfügung stehen, um eine effiziente, nachhaltige Elektrifizierung der Wirtschaftssektoren zu bewerkstelligen.

#### Programmhilights kuratiert von den Chefredakteuren Michael Fuhs und Jonathan Gifford:

- **Think big! bei den PV-Modulen** – Welche Technologie wird in Zukunft vorherrschen?
- **Solar grenzenlos** – zu Lande, zu Wasser, in der Landwirtschaft, so schaffen wir Volumen!
- **SEV: Solar Electric Vehicles** – von der Nische zur Massen Anwendung?
- **Dekarbonisieren mit Solaranlagen und Speicher** – welche Möglichkeiten bieten sich hier der Industrie?
- **Trends in der Batterietechnologie** – wir benötigen noch leistungsfähigere, sichere und nachhaltigere Batterien, was zeichnet sich ab?
- **Made in Europe** – wie realistisch und sinnvoll ist ein schneller Aufbau der gesamten Photovoltaik- und Speicher-Wertschöpfungskette in Europa?
- **Grünes Geld** – nachhaltige Investments sind das Gebot der Stunde, welchen sicheren Hafen können Photovoltaikprojekte plus Speicher bieten?
- **Grüner Wasserstoff** – ein Update zu den neuesten Rahmenbedingungen in Europa und Pilot-Anwendungen.

**Melden Sie  
sich jetzt  
kostenfrei an  
und gewinnen  
Sie ein Abo!**

Der 100. Registrierte  
gewinnt ein Digital-Abo  
von pv magazine global



## Unsere Event-Partner

### Lead Partner

The logo for TrinaSolar, featuring the word "Trina" in blue with a red dot above the 'i', and "solar" in a lighter blue font.

### Platinum Partners

The logo for Jinko Solar, with "Jinko" in green and "Solar" in a smaller green font above it. Below the name is the tagline "Building Your Trust in Solar".The logo for LONGi, with the word "LONGi" in a bold, red, sans-serif font.The logo for SERAPHIM, featuring a red icon of three curved lines to the left of the word "SERAPHIM" in red.

SMARTENERGY

The logo for solar edge, with "solar" in black and "edge" in white on a red rectangular background.The logo for WAVELABS, featuring a yellow circle with a white wave icon to the left of the word "WAVELABS" in yellow.

### Gold Partners

The logo for BELECTRIC, with a red circle containing a white dot to the left of the word "BELECTRIC" in black.The logo for ISRA VISION GP solar, with "ISRA" in large black letters, "VISION" in smaller red letters below it, and "GP solar" in black at the bottom.The logo for OPES SOLUTIONS, with "OPES" in green and "SOLUTIONS" in black below it.The logo for risen, featuring a colorful circular icon to the left of the word "risen" in blue.The logo for solis, with a sun icon to the left of the word "solis" in orange.The logo for STÄUBLI, with the word "STÄUBLI" in a bold, black, sans-serif font.The logo for VON ARDENNE, with the words "VON ARDENNE" in black and a red icon to the right.

# Wie Berliner Gewerbe zu Ladesäulen kommt

**Planung und Installation:** Der Besuch auf einem denkmalgeschützten Gewerbehof führt vor Augen, was Investoren und Installateure bei der Planung der Ladeinfrastruktur beachten sollten.

„Wissen Sie, auf welchem historischen Boden wir uns treffen?“, fragte mein Interviewpartner Stefan Pagenkopf-Martin direkt bei der Begrüßung. Am Treffpunkt, im Berliner Bezirk Wedding, nahm bereits einmal ein großes Elektrifizierungsprojekt seinen Anfang. Nicht weit von Ladesäulen, um die es gleich gehen wird, errichtete das Industrieunternehmen AEG im Jahr 1897 den ersten 295 Meter langen U-Bahntunnel in Deutschland, in dem eine elektrisch betriebene Bahn Lasten zwischen zwei Betriebsstätten hin- und herfuhr.

Die U-Bahn verkehrte nur einige Jahre und die ersten Ladesäulen, die jetzt auf dem darüberliegenden Parkplatz zu besichtigen sind, sind auch nicht die ersten Ladepunkte in der Stadt. Aber sie zeigen, wie die Elektrifizierung im Berliner Gewerbe ihren Weg findet. Pagenkopf-Martin hat mit seinem Unternehmen Parkstrom 300 Ladepunkte auf den Gewerbehöfen der Gewerbesiedlungs-Gesellschaft Berlin geplant, zu denen das denkmalgeschützte ehemalige AEG-Gelände heute gehört. Das Unternehmen, in der Stadt besser unter dem Kürzel GSG Berlin bekannt, vermietet stadtwweit Flächen an rund 2.000 Betriebe, von der Kfz-Werkstatt über die Deutsche Welle bis hin zu Fraunhofer-Instituten.

**„Das ist für uns Infrastruktur wie Dach und Fassade. Die Installation ist wichtig, um den Wert zu erhalten.“**

Vor zehn Jahren hat die GSG Berlin die erste Ladesäule errichtet, seit drei Jahren investiert sie systematisch in den Aufbau der Ladeinfrastruktur für die Mieter. „Das ist für uns Infrastruktur wie Dach und Fassade“, erklärt der Leiter des Business Development, Wolfgang Falk. Zwar gebe es momentan keine wirtschaftliche Lösung, die Ladesäulen zu betreiben. Doch die Installation sei wichtig, um den Wert zu erhalten.

Dabei hat Falk ein ähnliches Problem wie die Vermieter von Wohnimmobilien. Die Nachfrage nach Ladesäulen war lange gering. Es habe Geschäftsführer oder Inhaber gegeben, die

sich Elektroautos gekauft haben, jedoch lange keine Umstellung von Flotten. Aber einige Mieter waren bereits daran interessiert, eigene Anschlüsse zu bauen. „Wir haben jedoch daran Interesse, dass es keine Einzellösungen gibt, sondern dass die Ladeinfrastruktur als geschlossenes Konzept geplant wird“, sagt Falk.

Dieses geschlossene Konzept hat Parkstrom geliefert. Das Unternehmen ist ein Beispiel für die neue Rolle, die sich in der Wertschöpfungskette neben dem planenden und ausführenden Installationsbetrieb und dem Gewerbekunden etabliert hat. Zum einen übernimmt es die Aufgabe als Charge Point Operator (CPO), der die Ladesäule betreibt und eine ordnungsgemäße Abrechnung sicherstellt. Zum anderen plant es die Ladeinfrastruktur.

## **Wichtig: Zusammenarbeit von Installateur und CPO**

Wenn Gewerbebetriebe an Ladesäulen Strom an Dritte verkaufen wollen und mit komplizierteren Wünschen für die Ladeinfrastruktur auf Installationsbetriebe zukommen, rät Pagenkopf-Martin, sollte man zunächst einen Charge Point Operator suchen und die Planung mit diesem abstimmen. Sonst könne es am Ende geschehen, dass die installierten Komponenten nicht einwandfrei mit dem Backend betrieben werden können, sagt der Experte, der seit etwa zehn Jahren bundesweit Ladeinfrastruktur plant. Für sein Unternehmen sei es wichtig zu kooperieren, und es unterstütze „Newcomer“ in dem Feld fachlich, die sich in die Ladeinfrastruktur-Installation einarbeiten wollten.

Auf dem Parkplatz des GSG-Hofs in Berlin, wo wir uns treffen, stehen erst zwei Ladesäulen mit zwei bis vier Ladepunkten: ein DC-Schnellladepunkt des Typs „Alpitronic Hypercharger“ mit 150 oder zweimal 75 Kilowatt und ein AC-Ladepunkt von Compleo mit 22 oder zweimal 11 Kilowatt. An einer anderen Stelle sind weitere elf Ladepunkte installiert.

Zufällig fährt während des Interviews ein Elektro-Transporter eines dort ansässigen Mieters vor. Der Fahrer schließt den Wagen an, dann genießt er die 40 Minuten Pause, die er zum Vollladen benötigt. „Die Nachfrage nach Ladekarten ist in den Monaten sprunghaft nach oben gegangen“, sagt Pagenkopf-Martin. Letztes Jahr sei der Umstieg auf die Elektromobilität noch gebremst worden, weil die Betriebe auf die Schnelle keine geeigneten Autos bekommen hätten. Einige warteten derzeit auf deutsche Fabrikate und auf Kombis.



Einige der Gewerbemieter stellen bereits auf Elektro-Transporter um. Einmal vollladen dauert 40 Minuten.

## Was bei der Planung zu beachten ist

**1. Zuleitung kurz halten:** Die Ladesäulen sind ungefähr 30 Meter vom Betriebsraum entfernt, in dem sie angeschlossen sind. „Es ist natürlich sinnvoll, einen Standort zu finden, der möglichst nahe an einem Anschlusspunkt liegt“, sagt Pagenkopf-Martin. Bei der Leistung fließen über 400 Ampere, entsprechend dick müssen die Kabel sein.

Bei den hohen Leistungen im Zusammenhang mit Gewerbeladelösungen wird oft gesagt, dass ein Lastmanagement nötig sei. Aber noch geht es häufig, zumindest anfangs, auch ohne. Die GSG-Berlin betreibt an diesem Standort ein Zehn-Kilovolt-Arealnetz mit elf Trafostationen. Neben einer dieser Trafostationen im Betriebsraum hängen die Schaltschränke zum Anschluss der Ladepunkte. Bei dem Netzanschluss, den das ehemalige AEG-Industriegelände hat, spielt die zusätzliche Leistung kaum eine Rolle. Ebenso wenig eine Ladesteuerung, die nach dem Solarstromaufkommen optimiert. Auf diesem Gewerbehof befinden sich zwar zwei Photovoltaikanlagen, die die Dachfläche voll belegen, sie haben aber nur eine Gesamtleistung von 178 Kilowatt. Das ist wenig im Verhältnis zur Ladeleistung.

Nicht immer, auch nicht innerhalb Berlins, ist der Netzanschluss so üppig, dass das Laden unproblematisch ist. „An manchen Standorten reicht die Kapazität nicht“, sagt Wolfgang

Falk. Dann muss man einen Netzanschlusspunkt suchen und sich mit dem Netzbetreiber abstimmen. Er drängt auf kurze Bearbeitungszeiten, damit man sich im Zweifelsfall schnell nach Alternativstandorten umsehen kann. „Manchmal sind die nächstmöglichen Anschlusspunkte 600 Meter entfernt und es wären Tiefbauarbeiten nötig, die nicht abbildbar sind“, sagt Falk. Andererseits gibt es auf anderen Gewerbehöfen mehr Photovoltaik. Insgesamt hat die GSG Berlin 6,3 Megawatt auf 140 Dächern mit 43.000 Quadratmetern belegt.

**2. Nutzergruppen klar definieren:** Davon, wer Zugang zu einem Ladepunkt hat, hängt es ab, welche Abrechnungsoptionen geplant werden müssen und ob die Ladesäule beispielsweise auch ein EC-Karten-Terminal erhält, die Parkstrom vor zwei Jahren eingeführt hat (und unter anderem dafür 2019 als pv magazine highlight top innovation ausgezeichnet wurde). Ab Juli 2023 wird ein solches oder ein Pin-Pad für Bank- und Kreditkarten verpflichtend.

Auf dem GSG-Hof ist der Zugang mit einer Schranke gesichert. „Daher brauchen wir hier kein EC-Terminal“, sagt Pagenkopf-Martin. Es sind nur die Ladekarten zugelassen, die extra für die Mieter ausgegeben wurden. „Überregionale Ladekarten haben wir nicht freigeschaltet, weil diese zusätzliche Kosten verursachen und stellenweise ein Umsatzsteuerproblem mit sich bringen können“, erklärt er. Die GSG verkauft den



Stefan Pagenkopf-Martin (links), Geschäftsführer Parkstrom, und Wolfgang Falk, Leiter des Business Development der GSG Berlin.

DC-Strom derzeit für 50 Cent pro Kilowattstunde. Wenn ein Ladekartenbetreiber, diese werden als EMP – E-Mobility Provider – bezeichnet, seinem Kunden einen günstigeren Preis verspricht, ließe sie sich hier nicht benutzen, da die Differenz nicht von der GSG getragen werden kann. Ein Problem, das derzeit bei vielen Ladepunkten besteht.

**3. Betreiberkonzept klären:** Im Berliner Wedding verkauft die GSG den Strom an der Ladesäule. Parkstrom übernimmt den Betrieb, gibt die Ladekarten an die Mieter aus und verschickt die Rechnungen. Das mag ein klassisches Modell sein, doch es muss nicht immer so sein. Welche Ausstattung installiert werden sollte, kann davon abhängen.

**4. Zugangsmöglichkeiten nach Sinnhaftigkeit und Nutzergruppen definieren:** Eine Ladesäule kann auf vielfältige Art und Weise freigeschaltet werden. Über die bekannten Ladekarten oder wie in dem Beispiel über „closed user group“-Lade-



Schaltschrank zum Anschluss der Ladeinfrastruktur mit 170 Kilowatt Leistung. Rechts unten die Zuleitung, die zum Hauptschalter führt. Von dort geht es über die breiten Kupferleitungen zur Trennvorrichtung. Auf den Leitungen befinden sich die Sensoren, die mit dem Energiezähler verbunden sind. Unter der Trennvorrichtung ist die Leitung zur Ladesäule angeschlossen.

karten oder über ein Giro-E-System (EC-Karte) oder etwa mithilfe eines QR-Codes, der auf eine Webseite mit Zahlungsmöglichkeiten leitet. Was sinnvoll ist, hängt von den Vorstellungen des Betreibers ab.

**5. Eich- und messkonforme Abrechnung klären:** In dem Moment, in dem mit anderen Parteien Geldbeträge abgerechnet werden, ist eine eich- und messkonforme Abwicklung vorgeschrieben. „Für die DC-Ladesäulen gilt zwar noch eine Ausnahmeregelung, weil man anfangs an Zählern für die genaue Messung der DC-Ströme gearbeitet hat“, sagt Pagenkopf-Martin. Was viele nicht wüssten: Für die AC-Ladesäulen gelte diese aber nicht. Hier müsse ein eich- und messkonformes System eingesetzt werden oder man müsse auf Anfrage vom Eichamt ein Konzept vorlegen, wie innerhalb von eineinhalb Jahren die eich- und messkonforme Abrechnung umgesetzt werden könne. Allerdings, in der Praxis werde das derzeit wohl eher nicht kontrolliert und nicht eingeklagt.

Dabei ist für die eich- und messkonforme Abrechnung mehr nötig als der entsprechende Zähler. Pagenkopf-Martin läuft zu der AC-Ladesäule, die neben der DC-Ladesäule installiert ist. An der Seite dieses Modells von Compleo ist ein Display sichtbar.

„Auf der Rechnung, die Sie später bekommen, ist ein Zählerstand oder eine andere abrechnungsrelevante Zählerinformation notiert“, erklärt er. Wenn man diese eingibt, kann man unabhängig von der zugesandten Abrechnung nachprüfen, wie viele Kilowattstunden man bei dem entsprechenden Vorgang wirklich geladen hat. „Wenn solch eine Kontrolle nicht möglich ist, müssen Sie eine Rechnung eigentlich nicht bezahlen“, sagt Pagenkopf-Martin.

In diesem Fall auf dem Berliner Gewerbehof ist es unproblematisch, die Kontrolle per Display zu lösen. Hier tanken sowieso nur Besucher, die regelmäßig wieder an den gleichen Ort kommen. Bei anderen Standorten ist das anders. Für jemanden, der in Hamburg wohnt und in Berlin lädt, ist solch eine Kontrolle nicht praktikabel. Daher ist die Displayvariante, die rund 600 Euro pro Ladepunkt kostet, unüblich. Ladepunkt-Hersteller und CPOs haben sich daher im Verein Software Alliance for E-mobility (S.A.F.E.) zusammengetan und eine IT-Lösung für die unabhängige Überprüfung entwickelt.

Diese nutzt die DC-Ladestation, an der der Transporter während unseres Gesprächs lädt. Dort zeigt das Display einen Hash-Code. Die Allianz betreibt einen Server und bietet eine „Transparenz-Software“ zum Download an. Nach dem Ladevorgang überträgt die Ladesäule die gemessene Ladeenergie an diese Server „gekapselt“, wie Pagenkopf-Martin sagt. Das bedeutet, nicht manipulierbar durch den Betreiber. Installiert man die Transparenz-Software und gibt dort den Hash-Code ein, lässt sich kontrollieren, ob eine Rechnung die richtige Summe enthält.

Die GSG Berlin hatte als großes Unternehmen die Möglichkeit, den Aufbau der 300 Ladepunkte mit externen Installationsunternehmen von einer Handvoll Gewerke zu koordinieren und den Bau umzusetzen. Wolfgang Falk wünscht sich trotzdem, dass es zukünftig Anbieter gibt, die als Generalunternehmer schlüsselfertig liefern. „Das umfasst den Tiefbau, die Kommunikation mit dem Netzbetreiber, die Elektroinstallation“, sagt er.

Michael Fuhs

# Mehr als Ladesäulen hinstellen

**Solarfachbetriebe:** Schneider Solar installiert nicht nur regenerative Anlagen und Ladeinfrastruktur, sondern betreibt auch ein regionales Ladenetzwerk und bietet Ladekarten inklusive Abrechnungs-Software an. Damit will das Unternehmen vor allem gewerblichen Kunden die klimafreundliche Elektromobilität erleichtern. Ein Beispiel für andere Betriebe?

Foto: Schneider Solar



Die Pflegestation, die ihr Büro im ehemaligen Bahnhofsgebäude in Thüngen hat, nutzt die Ladesäule und die Ladekarten von Schneider Solar.

Wer in dem Braunschweiger Architekturbüro Delta Bauplanung einen Dienstwagen fahren möchte, sollte sich schon einmal mit dem Thema Elektromobilität beschäftigen. Denn Geschäftsführer Rolf Müller stellt seinen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern nur Elektroautos zur Verfügung. In den letzten sieben Jahren hat er schon elf solcher Fahrzeuge für die Firma angeschafft, die verbleibenden sechs Diesel- und Benziner-Autos werden auch noch ausgetauscht.

Aus eigener Erfahrung weiß er aber auch, dass elektrisch Fahren generell mehr Vorbereitung bedeutet. Der Akkustand muss mit der geplanten Strecke abgeglichen werden, falls notwendig sollte es unterwegs Lademöglichkeiten geben und dann muss auch noch die Ladekarte passen. Dies alles können

Hindernisse für die Akzeptanz sein, deshalb will er es seinen Beschäftigten so einfach wie möglich machen.

Die Lösung, für die er sich entschied, stammt von Schneider Solar aus Stetten bei Würzburg. Auch dessen Gründer und Geschäftsführer Gerald Schneider will die Elektromobilität voranbringen. Er will es vor allem Gewerbebetrieben ermöglichen, mit möglichst wenig Aufwand CO<sub>2</sub>-neutral zu fahren. Deshalb bietet er mit seinem Installationsbetrieb seit fünf Jahren auch Ladeinfrastruktur inklusive Ladesäulen, Ladekarten, App und Abrechnungs-Software an.

Schneider Solar kommt ursprünglich aus der Heizungstechnik. Das 1998 gegründete Unternehmen installiert auch heute noch Solarthermie- und Biomasseheizungen, Hauptgeschäft

## Dekarbonisierung im Gewerbe

sind aber Photovoltaikanlagen mit Energiespeichern. Die erste Solarstromanlage hat Schneider 1999 gebaut, mittlerweile beläuft sich die installierte Photovoltaikleistung auf rund 35 Megawatt. 22 feste und vier freie Mitarbeiter zählt das Unternehmen und nennt Solarstromanlagen mit 70 Kilowatt Leistung sein eigen.

Die erste Wallbox installierte Schneider Solar im Jahr 2012 zusammen mit einer Photovoltaikanlage und einem Speicher, es folgten Hunderte weiterer Ladepunkte. „Wir haben früh erkannt, dass das Thema Abrechnungs- und Zugangsmanagement gerade im gewerblichen und öffentlichen Bereich eine große Relevanz hat“, sagt Gerald Schneider. „Deswegen haben wir 2016 in eine Backend-Lösung investiert, mit der wir Unternehmen sowie Ladepunktbetreibern eine einfache Verwaltung ihrer Wallboxen und Ladesäulen ermöglichen.“

### Betreiber von öffentlichen Ladesäulen

Seit 2017 agiert Schneider Solar als „Charge-Point-Operator“. Das heißt, das Unternehmen stellt in seiner Region nicht nur öffentliche Ladesäulen auf, sondern betreibt diese auch. Die Ladeeinrichtungen bezieht es von eCharge Hardy Barth. Den Auftakt machte eine Ladestation mit zweimal 22 Kilowatt Leistung am ehemaligen Bahnhofsgebäude im Nachbarort Thüngen. „Zu der Zeit gab es in Würzburg fünf Ladestationen, in der ganzen Region war es schwer, Ladestationen zu finden und Zugang zu haben“, erinnert sich Schneider.

2018 sorgte er dafür, dass auch Stetten, ein Weindorf im Landkreis Main-Spessart mit etwa 1.100 Einwohnern, wieder eine Tankstelle bekam. Nun allerdings nicht wie früher für Diesel und Benzin und am Ortsausgang platziert, sondern für das Laden von Akkus in Elektrofahrzeugen und zwar am eigenen Firmensitz. Mit sechs Ladepunkten, zwei davon öffentlich, war es zu der Zeit eine der größten Elektro-Ladestationen in der Region, erzählt Schneider. Mit einer App oder einem Chip von Schneider Solar erhalten die Kunden nicht nur Zugang zu diesen Ladestationen, sondern auch zu über 250.000 Ladestationen in Europa. Das führt zur zweiten Säule im Ladeinfrastruktur-Angebot des Unternehmens.

Foto: Schneider Solar



Auch Installationsbetriebe können Ladechips anbieten, die für Betriebe Ihrer Region vorteilhaft sein können.

### Ladekarten, Chip und App

Ebenfalls seit 2017 tritt Schneider Solar als „Mobility-Solution-Provider“ auf. Das Unternehmen bietet Ladekarten und eine App an, die das europaweite Laden ermöglichen. Der Chip steckt in einem Schlüsselanhänger. Schneider Solar gibt sie aus und verwaltet sie. Die Software stammt von dem niederländischen Unternehmen Last Mile Solution. Es bietet eine Internet-Plattform für das Aufladen und das „intelligente Energiemanagement“ von Elektrofahrzeugen an und in der komplexeren Variante auch das Saldieren und Bilanzieren von Strombezug und -verbrauch.

**„Der Chip steckt in einem Schlüsselanhänger. Schneider Solar gibt sie aus und verwaltet sie.“**

Das Programm erfasst zum Beispiel, wann und wie viele Kilowattstunden die Mitarbeiter für ihr Elektroauto laden. Wenn sie den Akku zu Hause laden, geht das erst einmal zulasten ihrer privaten Stromrechnung. Über die App oder den Chip können sie aber eingeben, dass sie für geschäftliche Fahrten laden. Einmal im Monat wird eine Rechnung generiert, die automatisch an Schneider Solar gesendet wird. So erhält der Mitarbeiter die beruflich bedingten Stromkosten zurück.

### Gewerbekunden aus der Region

Das Angebot von Schneider Solar wird auf sehr unterschiedliche Weise genutzt, wie die nachfolgenden Beispiele zeigen. Da ist zunächst einmal die Evangelische Sozialstation in Thüngen. Die Pflegeeinrichtung der Diakonie Würzburg hat 2018 das ehemalige Bahnhofsgebäude bezogen. Ende 2020 schafften sie zwei Elektroautos an. „Wir wollten die Elektromobilität ausprobieren“, sagt Christian Müller, der stellvertretende Pflegedienstleiter.

Dass die Ladestation von Schneider Solar direkt vor ihrem Bürogebäude stand, war Zufall und praktisch. Die Pflegestation nutzt die Ladekarten und kann damit an dieser und anderen Ladesäulen laden. Das tun sie zum Beispiel im benachbarten Karlstadt. „Das klappt mit dem Chip ohne Probleme“, sagt Müller zufrieden. Da die Elektroautos nur dienstlich genutzt werden, sei die Erfassung und Berechnung von privat geladenem Strom nicht nötig.

Mehrere Gründe sprachen dafür, das Angebot von Schneider Solar zu nutzen. Das Unternehmen ist Eigentümer des ehemaligen Bahnhofsgebäudes und damit der Vermieter, so entstand der Kontakt. „Bei Fragen können wir einfach anrufen und haben einen Ansprechpartner vor Ort“, begründet Christian Müller die Wahl. Die Pflegestation zahlt 33 Cent je Kilowattstunde netto. Vergleichsangebote hat er nicht eingeholt. Er schätzt den regionalen, ihm bekannten Anbieter.

Josef Röder in Würzburg hatte eine ganz andere Motivation für den Einstieg in die Elektromobilität. Er ist Inhaber

Foto: Schneider Solar

der Josef Röder GmbH & Co. KG, die Maler- und Putzarbeiten sowie Gerüstbau anbietet. Im Zuge einer Dachsanierung hat er eine Photovoltaikanlage mit 150 Kilowatt Leistung auf seinen Firmendächern installieren lassen. Später ließ er einen Stromspeicher mit 41,4 Kilowattstunden Speicherkapazität installieren. Dann beschloss er, einen Teil der Firmenflotte auf elektrisch umzurüsten. 20 Firmenwagen hat er, darunter auch „schwere Lkw“, die mit Diesel fahren. Mittlerweile hat er vier Elektroautos in Betrieb und zwei Ladesäulen von Schneider Solar aufstellen lassen. Die Stettener kannte Röder, seitdem sie seine private Photovoltaikanlage installiert haben. So erfuhr er von den weiteren Angeboten.

Das Einzugsgebiet des Malereibetriebes umfasst etwa 80 bis 90 Kilometer in Würzburg. Die Fahrzeuge werden ausschließlich in der Firma geladen, immerhin soll der selbst erzeugte Solarstrom genutzt werden. Die Elektroautos werden nur geschäftlich genutzt. Eine Trennung zwischen geschäftlicher und privater Nutzung sei deshalb nicht nötig, sagt Röder. Den Verkauf von Solarstrom an externe Kunden plane er auch nicht. Die komplexe Software-Variante mit Saldierung sei deshalb nicht erforderlich, ebensowenig die Ladekarte für das Ladepunkt-Netzwerk. Manchmal kann eine Installation also auch einfach sein.

### Steigende Nachfrage erwartet

Die Beispiele zeigen, dass das Angebot von Schneider Solar zwar geschätzt, aber die Abrechnungsoption bislang kaum genutzt wird. Gerald Schneider und Jakob Ackermann, der den Bereich Elektromobilität im Unternehmen betreut, gehen davon aus, dass sich das bald ändern wird. Zum einen beobachten sie eine stark steigende Nachfrage nach Photovoltaik, Speichern und Wallboxen, beispielsweise für Mehrfamilienhäuser. Zum anderen gehen sie davon aus, dass der Gesetzgeber die Grauzone der privaten Nutzung von Elektrofahrzeugen bald schließen werde, so dass genauer abgerechnet werden muss.

„Wir verdienen uns damit keine goldene Nase“, sagt Ackermann. Schneider Solar gehe es darum, Photovoltaik und Elektromobilität zusammen voranzubringen, den Einstieg zu erleichtern und alles aus einer Hand anbieten zu können.

Die Elektromobilitätsaktivitäten bringen dem Unternehmen Bekanntheit. „Wir finden einen anderen Eingangskanal für unser Hauptgewerbe“, sagt Ackermann. Wenn Gewerbetreibende beginnen, sich mit Elektromobilität zu beschäftigen, sind die Themen Wallboxen und Photovoltaik nicht mehr weit. Schneider Solar kann ihnen dann alles anbieten, bis hin zur Abrechnung. Ackermann nennt dies Komplexitätsreduktion. Die Kunden müssen sich nicht selbst mit den vielfältigen, ihnen oft völlig fremden Aufgaben beschäftigen.

### Regionales Netzwerk

Mehr Bekanntheit ist auch das Resultat eines neuen Projektes. „Im vergangenen Jahr sind wir die Sektorenkopplung noch umfassender angegangen und haben das Partnernetzwerk ‚Strom vom Dach‘ in der Region Main-Spessart/Würzburg gegründet“, berichtet Ackermann. Das Netzwerk aus Solarfachbetrieben, Autohäusern und der regionalen Raiffeisenbank bietet gemeinsam ein umfassendes Angebot aus Solaranlage, Ladelösung, Elektroauto und unterschiedlichen



Die Ladestation am Firmensitz des Installationsbetriebs in Stetten hat sechs Ladepunkte, davon sind zwei öffentlich.

Erwerbsformen wie Finanzierung oder Miete an. Das gebündelte Angebot soll den Umstieg von der konventionellen Stromversorgung und Verbrennermobilität auf nachhaltiges Wohnen und Fahren noch leichter machen, da Interessenten nicht mehr auf drei verschiedene Parteien zugehen müssen, sagt Ackermann. Etwa 120 Anfragen habe es in den eineinhalb Jahren seit dem Start gegeben. 20 Photovoltaikanlagen wurden gebaut.

**„Das Netzwerk aus Solarfachbetrieben, Autohäusern und der regionalen Raiffeisenbank bietet gemeinsam ein umfassendes Angebot aus Solaranlage, Ladelösung, Elektroauto und unterschiedlichen Erwerbsformen wie Finanzierung oder Miete an.“**

Sollten andere Solarfachbetriebe nachziehen und ähnliche Angebote aufbauen? Was braucht es dafür? „Man sollte sich intensiv technisch und wirtschaftlich mit dem Thema auseinandersetzen und nicht mal schnell Wallboxen mit anbieten“, rät Wirtschaftsingenieur Jakob Ackermann. „Die Beratung muss wirklich umfassend und gut sein.“ Zudem müsse dem Betrieb klar sein, dass diverse neue Domänen damit verbunden sind, zum Beispiel IT, Abrechnung und die Konnektivität im Internet of Things. Hierfür braucht es qualifiziertes Personal. „Das ist vermutlich die größte Herausforderung“, so Ackermann, „in einer vielleicht strukturschwachen Region das hierfür nötige Personal zu finden.“

Ina Röpcke

# Wasserstoff und Wärmepumpe statt Erdgas

**Quartierskonzept:** Lennart Lohaus hat in einer Masterarbeit am Öko-Zentrum NRW und an der Hochschule Osnabrück klimaneutrale Energieversorgungskonzepte mit Wasserstoff an einem beispielhaften Wohnquartier entwickelt. Er erklärt, was die günstigste Variante für eine vollkommen klimaneutrale Heizung ist.

**Sie haben für Ihre Masterarbeit ein reales Objekt gesucht und daran untersucht, wie sich mit Wasserstoff eine 100 Prozent klimaneutrale Heizwärme- und Trinkwarmwasserversorgung umsetzen lässt. Was ist das für ein Objekt?**

Lennart Lohaus: Bei dem Objekt handelt es sich um ein Wohnquartier einer Wohnbaugenossenschaft aus dem Rheinland. Aktuell besteht das betrachtete Quartier aus acht Mehrfamilienhäusern mit insgesamt 38 Wohnungen. Die Gebäude wurden in den 1960er-Jahren gebaut und sind noch nicht saniert. Die einzelnen Wohnungen werden dezentral über Gasetagethermen mit Wärme versorgt. Aktuell plant die Genossenschaft einen Neubau mit circa 34 Wohnungen in das Bestandsquartier zu integrieren. Durch serielle Sanierungen der Bestandsgebäude soll der Energiebedarf drastisch reduziert werden. Dazu werden die Fassaden, oberste Geschossdecken und Kellerdecken gedämmt sowie die Fenster getauscht.

**Und über das Heizungssystem ist noch nicht entschieden. Was wäre heute die Standardlösung und was spricht gegen diese?**

Die Standardlösung zur Wärmebereitstellung ist in zahlreichen Bestandsgebäuden und Neubauten der Gasbrennwertkessel, der mit fossilem Erdgas betrieben wird und somit enorme Kohlenstoffdioxid-Emissionen verursacht. Bei vereinzelten Neubauten werden heutzutage Wärmepumpen in Kombination mit Photovoltaikanalgen eingebaut. Auch bei Bestandsgebäuden ist der Einsatz dieser Technologien möglich. Da die Wärmepumpen nicht bei allen Varianten die hohen Heiz- und Trinkwarmwasserleistungen abdecken können, werden für diese Fälle Gasbrennwertkessel eingesetzt. Zu den Zeitpunkten, an denen die Photovoltaikanlagen nicht ausreichend Strom für die Wärmepumpen produzieren, ist ein Netzbezug notwendig. Dieser Netzbezugsstrom wird häufig von fossil befeuerten Kraftwerken produziert und ist somit nicht klimaneutral. Die Gastherme natürlich auch nicht.

**Was ist das Ziel Ihres Systemvergleichs?**

Die Entwicklung und Auslegung von klimaneutralen Energieversorgungskonzepten für Quartiere. Und zwar so, dass wirklich gar keine fossilen Energieträger eingesetzt werden dürfen.

Foto: Pixabay/Solarimo



Klimanetrales Heizen in Wohnquartieren hat ein Preisschild.

Dabei muss die Trinkwasserhygiene eingehalten werden bei gleichzeitig hoher Effizienz der Systemkomponenten. Eine zentrale Herausforderung war die Speicherung von grünem Überschussstrom, damit eine ganzjährige Energieversorgung mit regenerativen Energien möglich ist. Daher habe ich unter anderem technische und ökonomische Parameter aktueller Marktprodukte für die stationäre Wasserstoffanwendungen verglichen und ausgewertet.

**Reicht die Energieerzeugung auf dem Gelände aus, um ausreichend grünen Wasserstoff herzustellen?**

Für den geplanten Neubau reichen die Photovoltaikanlagen auf den Dachflächen und optional an den Außenfassaden der Gebäude im Quartier aus. Bei Erweiterung der Versorgungsfläche ist es notwendig, die Stromerzeugung über Kleinwindkraftanlagen oder Power Purchase Agreements mit Windkraftanlagen im direkten Quartierumfeld zu erhöhen.

**Wie ist das geplante Heizungssystem aufgebaut?**

Der Einsatz von Wärmepumpen zur Sicherstellung einer klimaneutralen Wärmeversorgung ist von zentraler Bedeutung. Ein Problem tritt dann auf, wenn die Sonne nicht scheint und der Wind nicht ausreichend zur Verfügung steht. Das Prob-

lem kann man mit Wasserstoff gelöst werden. Der mit Hilfe des Überschussstroms aus der Photovoltaikanlage produzierte und gespeicherte Wasserstoff wird in einer Brennstoffzelle in Strom und Wärme umgewandelt. Durch die gleichzeitige Nutzung der thermischen und elektrischen Energie kann der Wirkungsgrad der Wasserstoffkomponenten auf über 80 Prozent angehoben werden.

### Welche Preise sollte man für Elektrolyseure realistischerweise annehmen?

Die Kosten hängen sehr von der Dimensionierung der Komponenten ab. Bei der Größenordnung, die in dem Quartier anvisiert wird, liegen die Investitionskosten bei ungefähr 5.000 Euro pro Kilowatt bezogen auf den Wasserstoffoutput. Die Anbieter haben für die nächsten Jahre Kostenreduktionen bei allen Systemkomponenten angedeutet. Ein Hersteller möchte zum Beispiel in den nächsten fünf Jahren die Kosten um mindestens 38 Prozent reduzieren.

### Sie haben die Kosten der Wasserstofflösung mit den Kosten einer Gasheizung verglichen und dazu drei Wasserstoffvarianten betrachtet. Welche?

Die Wärme wird in einer Technikzentrale erzeugt und über ein Nahwärmenetz in die jeweiligen Wohngebäude transportiert. Bei der ersten Variante wird das Gebäudenetz mit einer Vorlauftemperatur von 58 Grad Celsius gefahren. Über Wohnungsstationen wird das Warmwasser auf die Flächenheizungen aufgeteilt und das Trinkwarmwasser über eine Trinkwasserstation zum Zeitpunkt der Zapfung erhitzt. Das bedeutet, dass kein Trinkwarmwasser in Pufferspeichern bis zur Nutzung gespeichert wird und zudem die Hygieneanforderungen stets eingehalten werden. Bei der zweiten Variante wird die Wärme des Nahwärmenetzes ausschließlich zur Heizwärmebereitstellung genutzt. Das Trinkwarmwasser wird über elektrische Durchlauferhitzer bereitgestellt. Die dritte Variante kombiniert die Wohnungsstationen mit integrierten elektrischen Durchlauferhitzern. Dadurch ist es möglich, die Vorlauftemperaturen des Gebäudenetzes auf 38 Grad Celsius zu senken und die Wärmeverluste dadurch zu reduzieren. Zur Auslegung dieser Systemvarianten und zur Berechnung der wirtschaftlichsten Anlagenkonfiguration habe ich ein Optimierungsmodell entwickelt.

### Und was kommt heraus?

Zur Bewertung der Gesamtkosten wurde eine dynamische Kostenrechnung durchgeführt, um den Kapitalwert nach einem Betrachtungszeitraum von 20 Jahren zu berechnen. Die Variante drei ist die wirtschaftlichste Lösung mit einem Barwert von minus 979.000 Euro im Vergleich zu einer Standardlösung mit Gasbrennwertkessel.

### Was bedeutet das für die Mieter?

Nach derzeitigem Stand ist es schwer eine pauschale Antwort zu geben. Die Preise hängen von der Konstellation des Quar-

tiers ab. Für eine sehr grobe Abschätzung kann man den Barwert durch die Anzahl der Wohnungen, also 72, und die Anzahl der Jahre teilen. Das sind pro Jahr knapp 700 Euro Zusatzkosten. Das ist doch gar nicht so viel. Dafür kann man dem Mieter einen festen Preis über einen langen Zeitraum garantieren. Besonders in der derzeitigen Situation auf dem Energiemarkt ist eine Planbarkeit und Sicherheit für alle Beteiligten erstrebenswert. In Zukunft hängt die ökonomische Wirtschaftlichkeit von Systemvarianten stark von der CO<sub>2</sub>-Bepreisung ab. Die Entwicklung dieser Bepreisung, aber auch der Energiebezugpreise kann derzeit noch nicht vorhergesehen werden.

### Wie müssen sich CO<sub>2</sub>-Preise und andere Parameter entwickeln, damit so ein Projekt auch wirtschaftlich zur Gasheizung aufschließt?

Bei einem CO<sub>2</sub>-Preis- und einem Zertifikatpreisanstieg von 45 Prozent pro Jahr sind die Wasserstofflösungen kostengleich zur Standardlösung. Wenn man die Investitionskosten zur Hälfte fördern würde, reicht ein Anstieg von 38 Prozent pro Jahr über die nächsten 20 Jahre aus.

### Dann käme man ja auf über 30.000 Euro. Das ist ja unrealistisch.

Ja, aber das zeigt was nötig wäre, um so ein Projekt kostengleich mit der fossilen Standardlösung darzustellen. Ganz umsonst ist Klimaneutralität nicht zu haben. Aber die Komponentenpreise werden ja sinken. Eine weitere Möglichkeit wäre, eine Vergütung für die Kompensation fossiler Energieträger einzuführen. Das wäre ein Äquivalent zur Einspeisevergütung für Photovoltaik. Die Kompensation könnte dann auch jährlich sinken. Dadurch wäre ein Markthochlauf der klimaneutralen Energieversorgungskonzepte möglich.

### Was sind Ihre weiteren Pläne?

Die Arbeit bildet die Grundlage für weitere Planungen zur Umsetzung von klimaneutralen Quartieren. Es notwendig, im nächsten Schritt die Bewohner und weitere öffentliche Einrichtungen über das Vorhaben zu informieren und zu überzeugen. Es gilt Fördergelder für dieses und weitere Vorhaben zu akquirieren. Gemeinsam mit zahlreichen Unterstützerinnen werden bereits weitere Projekte geplant.

Die Fragen stellte Michael Fuhs. Sie wurden schriftlich beantwortet.



#### Der Experte

Lennart Lohaus studierte an der Fachhochschule Münster und Hochschule Osnabrück. Derzeit entwickelt er klimaneutrale Energieversorgungskonzepte. Seit 2020 arbeitet er als Projektingenieur beim Öko-Zentrum NRW.

# Jedes Jahr zählt

**Stromsteuer:** Viele Betreiber von Photovoltaikanlagen haben das Thema Stromsteuer bislang auf die lange Bank geschoben. Abhängig von Größe und Art der Anlagen gibt es verschiedene Pflichten, für den zur Stromerzeugung benötigten Strom diese Steuer zu zahlen. Immer noch ist oft eine Befreiung möglich, doch die deutsche Bürokratie schlägt hier mal wieder eine besonders ärgerliche Volte.

Für die meisten Menschen stehen Anlagen erneuerbarer Energien für die Erzeugung von sauberem Strom. Für das Hauptzollamt ist das anders, wie Robin Schmidt\* gerade schmerzlich erfahren muss. Die Behörde hat ihm eine Rechnung über einen fünfstelligen Betrag geschickt. Sie fordert Stromsteuer, und zwar nicht auf die Erzeugung. Sie zielt auf den Verbrauch, den die 15 Anlagen des Betreibers, zwei größer als zwei Megawatt, die anderen deutlich darunter, zum Betrieb benötigen. Er soll die Steuern nicht nur für das aktuelle Steuerjahr, sondern rückwirkend für die Jahre ab 2017 zahlen.

Die gesetzlichen Entwicklungen, die die Schreiben des Zolls auslösten, reichen bereits mehrere Jahre zurück. 2018 und 2019 kam es in zwei Stromsteuerreformen zu zahlreichen Änderungen gesetzlicher Regelungen, nachdem es zuvor in der Praxis aufgrund verschiedener gesetzlicher Unklarheiten, höchstrichterlicher Rechtsprechung und der Auslegungspraxis der Zollverwaltung zu größeren Verwerfungen gekommen war, wie die Rechtsanwältin Bettina Hennig von der Kanzlei Bredow Valentin Herz erklärt. Zudem mussten verschiedene europarechtliche Vorgaben umgesetzt werden.

Seither gibt es auch für Betreiber von Erneuerbaren-Anlagen eine Pflicht, in bestimmten Fällen die Stromsteuer in Höhe von 2,05 Cent pro Kilowattstunde auf den sogenannten Selbstverbrauch ihrer Kraftwerke zu zahlen. Zunächst nahmen die

Hauptzollämter die Windparks in Deutschland in den Blick. Die Installationen sind oft größer als die kleinteiligen Photovoltaikanlagen. Daher waren diese auch häufig schon bei den Hauptzollämtern registriert, weil sie etwa als Versorger angemeldet waren oder auch Erlaubnisscheine zur befreiten Entnahme von „Strom zur Stromerzeugung“ hatten. So lautete bisher die Ausnahmeregelung, um den Strom, der innerhalb der Anlagen benötigt wird, von der Stromsteuer zu befreien.

Seit dem Start des Marktstammdatenregisters können jedoch die Hauptzollämter auch die Daten für die in Deutschland installierten Photovoltaikanlagen einsehen. Robin Schmidt ist kein Einzelfall. Viele Betreiber von Photovoltaikanlagen hatten das Thema auf die lange Bank geschoben. Die Briefe der Hauptzollämter haben sie aufgeschreckt.

### Überhöhte Rechnung vom Zoll

Robin Schmidt ist über die Höhe der ersten Rechnung schockiert. Nicht nur, weil das Hauptzollamt überhaupt eine Rechnung schickte, sondern auch, weil es den Selbstverbrauch auf sieben Prozent der Erzeugung schätzte. Für rund sieben Prozent der erzeugten Strommenge will es die Stromsteuer berechnen. Dies gefährde die Wirtschaftlichkeit der oftmals eng kalkulierten Photovoltaikanlagen im Portfolio, sagt Schmidt.

Er macht sich daher an eine eigene Schätzung für den Selbstverbrauch, in der er im Wesentlichen den Stand-by-Verbrauch der Wechselrichter für die Stunden ohne Sonne annimmt, und schickt diese an das Hauptzollamt. Doch die Beamten weisen seine Kalkulation als „nicht plausibel“ zurück, reduzieren jedoch gleichzeitig die Forderung ihrerseits. Nun wollen sie noch für zwei Prozent der Strommenge die Stromsteuer berechnen. Sie verweisen für ihre pauschale Abgeltung – also wenn kein Messsystem vorhanden ist – auf ein nicht näher benanntes Gutachten des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE. Robin Schmidt, den die Argumentation des Zolls nicht überzeugt hat, fragt seinerseits bei den Forschern nach.

Dort steht man ebenfalls vor einem Rätsel, auf welches Gutachten sich die Hauptzollämter beziehen könnten. Fraunhofer-ISE-Forscher Christian Reise nimmt im Auftrag von Schmidt eine sachgerechte Abschätzung des Selbstverbrauchs für den Betrieb eines der betroffenen Anlagenportfolios des Betreibers vor. Die Nachfrage beim Zoll erklärt dabei, welche Faktoren zur Ermittlung der Strommenge einbezogen werden müssen.

Analog zu Windrädern muss demnach ab den Klemmen der Solarmodule gemessen werden. „Neben den Verbrauchern in

### Das Wichtigste in Kürze

Seit zwei Steuerreformen 2018 und 2019 besteht für Betreiber von Erneuerbaren-Anlagen in bestimmten Fällen die Stromsteuer, in Höhe von 2,05 Cent pro Kilowattstunde auf den sogenannten Selbstverbrauch ihrer Kraftwerke zu zahlen.

Dabei ist nicht eindeutig, wie die entnommene Strommenge für die Stromsteuer zu ermitteln ist, wenn kein Zählerkonzept in den Anlagen implementiert ist. Eine sachgerechte Schätzung ist möglich.

Für Anlagen bis zwei Megawatt Leistung besteht die Möglichkeit, sich davon zu befreien. Diese fällt aber weg, wenn die zuständigen Hauptzollämter die kleineren Anlagen verklammern, etwa weil sie über einen Direktvermarkter ferngesteuert werden und damit die Leistung von zwei Megawatt überschritten wird.

Wer Strom an Dritte aus seiner Anlage liefert, muss aktiv werden, auch wenn seine Anlage kleiner als zwei Megawatt ist.

Eine Befreiung oder Entlastung von der Zahlung ist immer nur für maximal ein Jahr rückwirkend möglich.



Seit einigen Monaten erhalten Betreiber von kleinen und großen Photovoltaikanlagen Post von den Hauptzollämtern. Es geht dabei um die Stromsteuer. Viele Betreiber können sich von der Zahlung befreien, doch dies ist mit teilweise hohem bürokratischem Aufwand verbunden.

der Übergabestation (nicht steuerfreier Eigenbedarf) gibt es niederspannungsseitige Verbraucher direkt in der Anlage. Dabei sind im Wesentlichen die Verbräuche der Lüfter der installierten Wechselrichter und die Verbräuche des Wechselrichters selbst (steuerbegünstigter Eigenbedarf) zu nennen“, heißt es von der Generaldirektion Zoll. „Dazu kommen bei (größeren) Anlagen, die ins Mittelspannungs- beziehungsweise Hochspannungsnetz einspeisen, noch die ‚Umspanverluste‘. Damit sind hier der nicht steuerbegünstigte Stromverbrauch der Transformatoren und die Leitungsverluste gemeint.“

#### Praktisch keinen Eigenverbrauch

Christian Reise von Fraunhofer ISE sieht – basierend auf den Ausführungen des Zolls – nur zwei Stellen nach dem Wechselrichteranschluss, an denen tatsächlich Strom entnommen werden, der mit Stromsteuer belastet werden könnte. Dies sei einerseits für Monitoringsysteme und Parkregler sowie andererseits für den Nachtverbrauch der Wechselrichter. Dabei ermittelt Reise, dass etwa Dreiviertel des zu versteuernden Verbrauchs auf den Wechselrichterbetrieb entfielen, der Rest auf Monitoringsysteme und Parkregler. Er kommt zu dem Ergebnis, dass beim Portfolio von Robin Schmidt gerade einmal 0,04 Prozent der Erzeugung mit Stromsteuer belastet werden dürften.

„Photovoltaikanlagen haben praktisch keinen Eigenverbrauch“, sagt Reise. „Rund 0,5 Promille des Jahresertrags wären somit ein sinnvoller Ansatz.“ Allerdings sei nicht ganz klar, inwiefern Verluste bei Kabeln und Transformatoren in die Berechnung einzubeziehen seien. Dann könnten nochmals 0,5 Prozent für den Leitungsverlust vom Wechselrichter zum Übergabezähler und etwa ein Prozent für die Verluste im Trafo bei den Anlagen hinzukommen. Doch nach Ansicht von Reise sollte dies nicht als Strom zur Stromerzeugung gezählt werden.

Eine als Selbstverbrauch entnommene Menge in Höhe von 0,4 bis 0,6 Prozent der Stromerzeugung hält Matthias Karger, Geschäftsführer von Node Energy, für eine realistische

Annahme. Im Zuge der Schreiben der Hauptzollämter wandten sich in den vergangenen Monaten verstärkt Anlagenbetreiber an sein Unternehmen, das Dienstleistungen für Betreiber rund um die Stromsteuer übernimmt. Um die Höhe der unter die Meldepflicht fallende Menge genauer zu ermitteln, implementierten einzelne Betreiber spezielle Zählerkonzepte in ihren Anlagen. Darauf basierend entwickelte Node Energy ein mathematisches Modell, welches eine individuelle Schätzung auch ohne zusätzliche Stromzähler erlaubt.

### „Photovoltaikanlagen haben praktisch keinen Eigenverbrauch.“

„Je nach Standort und Ausrichtung der Anlagen ergeben sich leichte Unterschiede“, sagt Karger. Die von Node Energy gemessenen 0,4 bis 0,6 Prozent würden mittlerweile nach seinem Wissen auch von den Hauptzollämtern akzeptiert und zur Berechnung der Stromsteuern angenommen. Umgerechnet würde dies – sofern keine Befreiung beantragt wurde – für eine Zehn-Megawatt-Anlage eine niedrige vierstellige Summe pro Jahr bedeuten, sagt Karger.

#### Verschiedene Strombefreiungsregeln

Denn die entscheidende Frage ist, ob man die Stromsteuer überhaupt zahlen muss. Für die Photovoltaik sind nach Paragraph 9 Absatz 1 Nummer 1 und 3 des Stromsteuergesetzes (StromStG) zwei verschiedene Stromsteuerbefreiungsregeln vorgesehen – eine für Anlagen bis zu zwei Megawatt und eine für größere Anlagen. Demnach soll grundsätzlich bei kleineren Anlagen sowohl der Eigenverbrauch des Betreibers als auch die Belieferung Dritter von der Stromsteuer befreit sein. Bei größeren Anlagen über zwei Megawatt wird ausschließlich der Eigenver-

## Betrieb und Wartung

brauch des Anlagenbetreibers von der Stromsteuer befreit, wie Hennig erklärt. Bei Anlagen bis zu einem Megawatt gilt diese Befreiung ohne dass man sie extra beantragt. Für größere Anlagen muss man erst eine formelle Erlaubnis beantragen, ansonsten fällt die Steuer erst einmal an.

Selbst dann hat man jedoch Chancen darauf, das Geld zu sparen. Wer eine solche Befreiungserlaubnis nicht hat, kann unter bestimmten Voraussetzungen die Steuer auf den Eigenverbrauch über einen Entlastungsantrag nach Paragraphen 12c der Stromsteuerdurchführungsverordnung (StromStV) wieder zurückholen. Daneben gibt es auch noch einen anderen Entlastungsantrag nach Paragraphen 12a StromStV für „Strom zur Stromerzeugung“, der gegebenenfalls auch über eine Pauschale beantragt werden kann, wie die Rechtsanwältin ausführt.

Die Stromsteuerdurchführungsverordnung hält jedoch auch eine besonders ärgerliche Falle bereit. In der Verordnung ist für die Stromsteuerbefreiung für Kleinanlagen eine sogenannte Anlagenverklammerung vorgesehen. Sie führt dazu, dass wie im Fall des mittelständischen Betreibers, für den Robin Schmidt arbeitet, auch Anlagen mit weniger als zwei Megawatt Leistung zur Stromsteuer herangezogen werden können. „Nach Paragraph 12b der Stromsteuerdurchführungsverordnung sind mehrere unmittelbar miteinander verbundene Stromerzeugungseinheiten an einem Standort (Gebäude, Grundstück), sowie Stromerzeugungsanlagen an unterschiedlichen Standorten (lokal, regional), die zentral gesteuert werden, zu verklammern und ihre elektrischen Nennleistungen zusammen zu rechnen“, erklärt die Generaldirektion Zoll.

### Anlagenverklammerung betrifft Kleinanlagen

„Wird nach Verklammerung die elektrische ‚Gesamt-Nennleistung‘ von zwei Megawatt überschritten, scheidet die Steuerbefreiung für die Kleinanlagen aus“, so der Zoll-Sprecher weiter. Diese Regelung zur Verklammerung aller Anlagen, die über einen Direktvermarkter ferngesteuert werden, monierte Bettina Hennig bereits kurz nach dem Erlass des Gesetzes, zu dem

sie auch im Bundestag als Sachverständige Stellung genommen hatte. „Damit fliegt man aus der Steuerbefreiung für seinen Eigenstrom raus, obwohl man eine Anlage mit deutlich unter zwei Megawatt betreibt, der eigentlichen gesetzlichen Grenze für die Kleinanlagenbefreiung.“

**„Wird nach Verklammerung die elektrische Gesamt-Nennleistung von zwei Megawatt überschritten, scheidet die Steuerbefreiung für die Kleinanlagen aus.“**

Und das Perfideste daran ist nach Ansicht Hennigs: In die Befreiungsregelung für Großanlagen über zwei Megawatt kommt man dennoch nicht herein, weil der Gesetzeswortlaut die standortübergreifende Anlagenzusammenfassung ausschließlich nur für die Kleinanlagen regelt. Daher wenden die Hauptzollämter die Anlagenverklammerung nicht im Rahmen der Regelung für Anlagen mit Leistung über zwei Megawatt an. „Dies bedeutet, für die Befreiung von Kleinanlagen ist man zu groß, für die Befreiung von Großanlagen ist man zu klein – und fällt am Ende durch alle Raster. Dass der Gesetzgeber dies nicht gewollt haben kann und hiermit schlicht zweckwidrige und widersprüchliche Ergebnisse herauskommen, liegt auf der Hand“, erklärt Hennig.

Auch Bertil Kapff von der WTS Steuerberatungsgesellschaft betreut Anlagenbetreiber, die durch die Verklammerung ihrer Anlagen wie Schmidt vor massiven Schwierigkeiten stehen, ihren Eigenverbrauch von der Stromsteuer zu befreien. Dabei werde der Zoll bereits aktiv, wenn die summierte Anlagenleistung zwischen einem und zwei Megawatt liege, nicht erst

**Bürokratie-MONSTER  
STROMSTEUER**

Anlagen > 1 MW

Anlagen zwischen 1 und 2 MW

Anlagen < 2 MW

**viele kleine Anlagen\***

\*gilt für Anlagen, deren Leistung verklammert über 1 Megawatt liegt (siehe Artikel)

| <b>SELBST-VERBRAUCH:</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Befreiung ohne Beantragung</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Befreiung nach Beantragung der formellen Erlaubnis möglich</li> <li>• Erstattung 1 Jahr rückwirkend</li> </ul>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anmeldung als kleiner Versorger</li> <li>• Befreiung nach Beantragung</li> <li>• Erstattung 1 Jahr rückwirkend</li> </ul> | <b>KEINE BEFREIUNG</b>  |
|-----------------------------|--|--|--|-------------------------|
| <b>BELIEFERUNG DRITTER:</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anmeldung als kleiner Versorger</li> <li>• Befreiung ohne Beantragung</li> <li>• Erstattung 1 Jahr rückwirkend</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anmeldung als kleiner Versorger</li> <li>• Befreiung nach Beantragung</li> <li>• Erstattung 1 Jahr rückwirkend</li> </ul> | <b>KEINE BEFREIUNG</b>   | <b>KEINE BEFREIUNG</b>  |
|                             |  |  | <b>KEINE ERSTATTUNG</b>  | <b>KEINE ERSTATTUNG</b> |

Grafik: pv magazine/Harald Schütt

# inter solar

connecting solar business

| EUROPE

Die weltweit führende Fachmesse  
für die Solarwirtschaft  
MESSE MÜNCHEN

11–13  
MAI  
2022

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



- Von Solarzellen und Solarkraftwerken bis zu Wechselrichtern
- Zugang zu internationalen Märkten und neuen Geschäftsmodellen
- Innovative Technologieentwicklungen und Branchentrends
- Treffen Sie 50.000+ Energieexperten und 1.450 Aussteller auf vier parallelen Fachmessen



Foto: Solarimo/Pixabay

Betreiber von Photovoltaikanlagen unter einem Megawatt müssen eigentlich nicht aktiv werden. Außer sie liefern Strom an Dritte, dann müssen sie eine Genehmigung als kleine Versorger beantragen, um sich von der Stromsteuer befreien zu können. Oder ihre Anlagen werden verklammert, weil sie über den gleichen Direktvermarkter fernsteuerbar sind und damit die Befreiungsgrenze von zwei Megawatt überschritten wird. Dann wird es kompliziert, sich von der Stromsteuer zu befreien.

wenn die Bagatelldgrenze von zwei Megawatt überschritten werde. „Wir empfehlen unseren Mandanten in beiden Fällen, Einsprüche gegen vorsorglich einzureichende eigene Steueranmeldungen sowie entsprechende Steuer- und Entlastungsbescheide einzulegen und die Fragestellungen gerichtlich klären zu lassen“, sagt Kapff.

Die Anlagenverklammerung bei den kleineren Anlagen zu vermeiden, wäre nur möglich, wenn für jede Photovoltaikanlage mit weniger als zwei Megawatt Leistung eine eigene Gesellschaft gegründet wird oder sie bei unterschiedlichen Direktvermarktern unter Vertrag sind. Für mittelständische Anlagenbetreiber nicht wirklich eine Option für in Betrieb befindliche Anlagen. „Das wäre für uns mit einem enormen Aufwand verbunden“, sagt Robin Schmidt. Bei der ersten Variante mahnt auch Bertil Kapff zur Vorsicht. Der Steuerberater warnt, es könnte dem Zoll suspekt vorkommen, wenn es viele Gesellschaften gebe, in der nur jeweils einzelne Anlagen knapp unter der Befreiungsgrenze von zwei Megawatt enthalten und auch immer derselbe Hauptverantwortliche eingetragen sei. „Dies könnte der Zoll als Missbrauch von rechtlichen Gestaltungsmöglichkeiten, um das Stromsteuergesetz zu umgehen, auffassen“, warnt der Steuerberater.

Seine Gesellschaft bietet ebenso wie die Rechtsanwälte um Bettina Hennig und Node Energy einen Service an, der sich für die Anlagenbetreiber um die stromsteuerlichen Pflichten kümmert. Bei Node Energy kostet dies die Betreiber 15 Euro

pro Anlage im Monat. Auch Robin Schmidt nahm bereits Kontakt mit Node Energy auf, kalkuliert aber noch, ob sich der Beitrag angesichts der doch eigentlich kleinen Strommengen und Anlagen für den Betreiber lohnt. Beim Bundesverband Solarwirtschaft (BSW-Solar) arbeitet man zudem an einem Leitfaden, um die Betreiber zu unterstützen, ihren stromsteuerlichen Pflichten nachzukommen.

### „Stromsteuerlicher Papierkram“

Die Anfragen betroffener Betreiber häufen sich. Die Rechtsanwältin Bettina Hennig hat das den Weihnachtsurlaub gekostet. In den Tagen vor dem Jahreswechsel habe sie Stromsteuerformulare im Akkord ausgefüllt, so die Anwältin.

Ihr Rat: Jeder Betreiber sollte zunächst prüfen, ob und inwieweit er von stromsteuerlichen Pflichten betroffen ist. Betreiber von Kleinanlagen bis zu einem Megawatt, die keine Drittbeflieferung an Verbraucher vor Ort machen, müssen sich in aller Regel um nichts weiter kümmern (siehe Steuersprechstunde, Seite 74). Betreiber größerer Anlagen oder Betreiber, die auch Dritte beliefern, müssten sich in der Regel mit dem stromsteuerrechtlichen Papierkram auseinandersetzen. Sie müssen gegebenenfalls eine Anmeldung als sogenannter kleiner oder eingeschränkter Versorger einreichen und bei Anlagen kleiner einem Megawatt mit Drittbeflieferung eine Erlaubnis für den steuerfreien Eigenverbrauch beantragen. Hat man diese nicht, muss man einmal im Jahr die Steuer auf den Eigen-

| Anlagengröße       | Versorger   | Vordrucke                     | Steuerfreie Entnahme  | Vordrucke               |
|--------------------|---|-------------------------------|---|-------------------------|
| bis 1 MW           | • kein Versorger bei Abgabe des selbst erzeugten Stroms ausschließlich an Versorger                               | keine Erlaubnis erforderlich  | allgemeine Erlaubnis zur steuerfreien Entnahme im räumlichen Zusammenhang | allgemeine Erlaubnis    |
|                    | § 1a Abs. 5 StromStV  |                               | § 9 Abs. 1 Nr. 3 StromStG,  |                         |
|                    | • eingeschränkter Versorger bei Abgabe ausschließlich an Letztverbraucher innerhalb einer Kundenanlage            | 1412<br>ggf. 1410a,<br>1410az | § 10 Abs. 2 Nr. 1 StromStV  |                         |
|                    | § 1a Abs. 6 StromStV  |                               |   |                         |
| über 1 MW bis 2 MW | • großer Versorger bei Abgabe außerhalb Kundenanlage soweit keine andere Ausnahme                                 | 1410, 1410a,<br>1410az        | förmliche Erlaubnis zur steuerfreien Entnahme im räumlichen Zusammenhang  | 1422, 1422a,<br>1422az. |
|                    | § 1a Abs. 2 StromStV  |                               | § 9 Abs. 1 Nr. 3 StromStG   |                         |
| über 2 MW          | • Anzeige als eingeschränkter Versorger bei Abgabe an Letztverbraucher nur in Kundenanlage (§ 1a Abs. 7 StromStV) | 1412<br>ggf. 1410a,<br>1410az | förmliche Erlaubnis für steuerfreie Entnahme des Eigenverbrauchs          | 1421, 1421a,<br>1421az. |
|                    | • großer Versorger bei Abgabe außerhalb Kundenanlage (§ 4 Abs. 1 StromStG)  | 1410, 1410a,<br>1410az        | § 9 Abs. 1 Nr. 1 StromStG   |                         |

Quelle: Bertil Kapff, WTS Steuerberatungsgesellschaft

Je nach Anlagengröße haben Betreiber verschiedene Optionen, den Selbstverbrauch von der Stromsteuer zu befreien. Dazu müssen sie die entsprechenden Vordrucke der Zollbehörden nutzen.

verbrauch zahlen und sich diese dann über einen Entlastungsantrag zurückholen. Dabei ist zu beachten, dass ein Entlastungsantrag immer nur ein Jahr rückwirkend möglich ist.

Alle Anlagenbetreiber, die sich also erst in diesem Jahr kümmern, können sich so maximal ab dem Jahr 2021 von der Stromsteuer befreien lassen oder die Zahlungen zurückholen. Viele müssen die Stromsteuer wohl aber für die Jahre von 2017 bis 2020 rückwirkend abführen, da hier noch keine Verjährung eingetreten ist. Rechtsanwältin Bettina Hennig macht allerdings etwas Hoffnung. Derzeit gebe es verschiedene Urteile, die darauf hindeuten, dass vielleicht auch noch Steuern aus den Vorjahren zurückgeholt werden können. Dafür müsse aber der jeweilige Einzelfall genauer betrachtet werden, so die Anwältin.

## „Vereinfachungen sind hier dringend gefragt.“

Immerhin gilt die Stromsteuerbefreiung nach Anerkennung durch die Hauptzollämter dann auch für die Betriebszeit der Anlage, wengleich einige bürokratische Pflichten für die Anlagenbetreiber erhalten bleiben. „So müssen Betreiber, die sich als Versorger anmelden mussten, einmal im Jahr eine Mitteilung zu den steuerfreien Mengen beim Hauptzollamt einreichen“, sagt Hennig. Ihre Kanzlei übernimmt auch solche Meldungen ebenso wie die WTS Steuerberatungsgesellschaft oder Node Energy für die Betreiber. Node Energy hat dazu eine spezielle Software entwickelt. Die Schreiben zur Stromsteuer werden im System automatisch vorbereitet und es gibt eine Erinnerungsfunktion für die Einhaltung der Fristen, wie Karger erklärt. Auch mögliche Änderungen in der Gesetzgebung würden von dem Unternehmen verfolgt und die entsprechenden Anpassungen im System vorgenommen.

Gerade für Anlagen mit Leistung über einem Megawatt sollte dabei dringend auch die Erlaubnis zur steuerfreien Belieferung beantragt werden, so Barbara Hennig, da hierfür kein Entlastungsantrag gelte. „Habe ich als Betreiber einer solchen Anlage keine Erlaubnis zur steuerfreien Nutzung, muss ich die Steuer zahlen – obwohl ich leistungsmäßig eigentlich in den Ausnahmetatbestand falle.“

### Hauptzollämter drohen mit Strafen

Alle drei Experten monieren den hohen Aufwand für die Betreiber, obwohl es in vielen Fällen nur um kleinere Summen geht, sofern die Betreiber überhaupt etwas zahlen müssten. „Bürokratisch wird da mit Kanonen auf Spatzen geschossen“, sagt Kapff. Jedoch nur, wenn die Betreiber sich darum kümmern, können sie in den Genuss der Entlastung kommen und vor allem vermeiden, in Konflikt mit dem Steuerrecht zu geraten. „Bei dem Thema Bußgelder oder gar dem Vorwurf der Steuerverkürzung hört der Spaß regelmäßig auf – und die Hauptzollämter greifen zunehmend auch zu solchen Mitteln“, so Hennig. Kapff findet dabei die angedrohten Strafen für mögliche Versäumnisse der Photovoltaikanlagenbetreiber überzogen.

Die Ampel-Koalition in Berlin hat bekundet, dass sie bürokratische Hürden aus dem Weg räumen will, um den Ausbau der Photovoltaik zu beschleunigen. „Man kann nur hoffen, dass die neue Bundesregierung ihre Versprechen zum Bürokratieabbau und zu Verbesserungen für die Energiewende auch bei der Stromsteuer im Hinterkopf behält und noch einmal Hand anlegt – Vereinfachungen sind hier dringend gefragt“, sagt Hennig. Spannend dürfte es dabei in jedem Fall bleiben, weil die EU-Energiesteuerrichtlinie, auf der das deutsche Stromsteuerrecht basiert, derzeit überarbeitet wird. So unerfreulich es ist: Viele Betreiber wie Robin Schmidt wird das Thema Stromsteuer wohl noch länger verfolgen.

Sandra Enkhardt

\*Name von der Redaktion geändert.



**Steuersprechstunde:** Viele Betreiber kleiner Photovoltaikanlagen erhalten derzeit eher unverständliche Schreiben von Hauptzollämtern, in denen es um die mögliche Zahlung der Stromsteuer geht. Wir haben für Sie eine mögliche Antwort vorformuliert.

# Stromsteuer-Post vom Zoll

Ich betreibe seit einigen Jahren in meinem Privathaus eine Photovoltaikanlage mit acht Kilowatt Leistung und ein kleines Blockheizkraftwerk (BHKW) mit fünf Kilowatt Leistung. Neulich bekam ich Post vom Hauptzollamt mit folgendem Wortlaut:

*„(...) Bisher wurde von Ihnen eine ggf. nötige Erlaubnis als Versorger, Eigenerzeuger oder zur steuerfreien Entnahme von Strom nicht beantragt. Auch eine Steueranmeldung, um ggf. steuerpflichtige Mengen der Versteuerung zuzuführen, ist ebenfalls nicht eingegangen.*

*Ich bitte Sie daher bis zum (Datum, Frist ca. 2 Wochen) zu überprüfen, ob Sie als Versorger oder Eigenerzeuger im Sinn des StromStG (Stromsteuergesetzes) auftreten (...)*

*Weiterhin bitte ich um Prüfung, ob ggf. ab dem 1. Januar 2017 für aus dem Versorgungsnetz entnommener Strom die Stromsteuer entstanden ist und von Ihnen als Steuerschuldner zur Versteuerung anzumelden ist. (...)*“

Es folgt eine längere Erklärung, die für mich als juristischen Laien völlig unverständlich ist und der Verweis auf eine Reihe von Hinweispapieren der Zollverwaltung, die ich noch weniger verstehe. Was kann ich dem Hauptzollamt antworten?

Der Gesetzgeber hat mit der Abwicklung der Stromsteuer die Zollverwaltung beauftragt – nicht die übliche Finanzverwaltung. Im Jahr 2019 wurde das Stromsteuergesetz so geändert, dass der Zoll begonnen hat, Anlagenbetreiber anhand der Einträge im Marktstammdatenregister systematisch anzuschreiben. Seit 2021 betrifft dies zunehmend kleine Anlagen.

Bis 2019 bestand im Stromsteuergesetz praktisch eine pauschale Befreiung der meisten Anlagenbetreiber bei der Strom-

steuer. Das hat der Gesetzgeber mit seiner Stromsteuer-Novelle im Jahr 2019 geändert und diese Befreiung von bestimmten Voraussetzungen abhängig gemacht. Die Nachfragen des Zolls beruhen auf dieser Änderung.

Für die Betreiber kleiner Anlagen, beispielsweise auf Privathäusern, die den erzeugten Strom ausschließlich zur Eigenversorgung nutzen, besteht die Befreiung in den meisten Fällen fort. Doch aus den Schreiben des Zolls lässt sich dies kaum herauslesen. Dazu muss man die gesamten gesetzlichen Grundlagen verstehen, also insbesondere das Stromsteuergesetz und die ergänzende Stromsteuerverordnung sowie die Erläuterungen der Zollverwaltung. Für den Betreiber einer kleinen privaten Anlage ist das praktisch unmöglich und selbst Juristen haben mit dem verkorksten Paragrafenungetüm ihre Mühe.

**„Die ausufernden Leitfäden der Zollverwaltung verkomplizieren das Verständnis.“**

Die ausufernden Leitfäden der Zollverwaltung verkomplizieren das Verständnis darüber hinaus mehr, als sie es erleichtern. Vielleicht hätte man die Behörde bei der praktischen Umsetzung nicht alleine lassen, sondern mit etwas technischem Sachverstand und praktischer Erfahrung zum Thema ausstatten sollen, wie das beispielsweise die Clearingstelle EEG-KWK mustergültig zeigt.

Wer zur ausschließlichen Eigenversorgung eine Photovoltaikanlage mit höchstens einem Megawatt (ja, das sind 1.000 Kilowatt), und/oder ein kleines (hocheffizientes) BHKW mit höchstens 50 Kilowatt betreibt und Überschüsse oder alles ins Netz einspeist, benötigt weder eine Erlaubnis als Versorger oder Eigenerzeuger, noch muss er die Strommengen melden, geschweige denn Stromsteuer zahlen. Das Gleiche gilt für den Strom, der ins Netz eingespeist wird.

Wer dem Hauptzollamt unter dieser Voraussetzung in gleichem unverständlichen Juristen-Kauderwelsch antworten möchte, kann diese Formulierung nutzen:

*Sehr geehrte Damen und Herren,  
ich bin aufgrund der Steuerbefreiung nach §9 Abs (1) Nr. 3 a) StromStG von der Stromsteuer befreit, da gemäß §10 Abs (2) Nr. 1 StromStV (für die Photovoltaikanlage bis 1 MW) und Nr. 2 (für das BHKW bis 50 kW) eine allgemeine Erlaubnis für die stromsteuerbefreite Entnahme des Stroms besteht und es gemäß §4 Abs. (1) Satz 2 StromStG (mit Bezug auf den befreiten Selbstverbrauch nach §9 Abs 1 Nr. 3 a) StromStG) einer Erlaubnis als Versorger oder Eigenerzeuger nicht bedarf.  
Mit freundlichen Grüßen*

Wenn Sie nur eine Photovoltaikanlage oder ein BHKW betreiben und nicht beides, können Sie die jeweils unzutreffende Passage in Ihrem Schreiben weglassen.

### Ausnahme bei Stromweitergabe an Dritte

**Wichtig:** Dies ist nur zutreffend, wenn der Anlagenbetreiber den erzeugten Strom ausschließlich selbst nutzt. Ähnlich wie bei der EEG-Umlage ist hier der Fall zu unterscheiden, dass der Anlagenbetreiber Strom an Dritte weitergibt, beispielsweise an weitere Haushalte im gleichen Gebäude, Untermieter, Einliegerwohnungen oder Ähnliches. Auch das Stromsteuergesetz unterscheidet also zwischen der „echten“ Eigenerzeugung und der „fiktiven“ Belieferung Dritter innerhalb der Kundenanlage.

Wer sich also schon auf die Abschaffung der EEG-Umlage und der damit verbundenen komplizierten Fallunterscheidungen, Meldepflichten und Umlagezahlungsrisiken gefreut hat, freut sich zu früh: „Vorausschauend“ hat der Gesetzgeber diese völlig verrückte Rechtsgestaltung in das Stromsteuergesetz perpetuiert. Und der Zoll vollzieht übereifrig nach dem kafkaesken Vorbild der Bundesnetzagentur.

### Anzeige als Versorger

Zwar müssen Anlagenbetreiber in solchen Fällen und sogar aus Anlagen bis zwei Megawatt für den in der Kundenanlage „gelieferten“ Strom ebenfalls keine Stromsteuer zahlen. Voraussetzung dafür ist aber, dass sie – statt eine Erlaubnis als Versorger zu beantragen – eine „Anzeige als eingeschränkter oder limitierter Versorger“ beim Hauptzollamt einreichen (siehe dazu auch Artikel Seite 68). Besonders penible Zollämter verlangen sogar jährliche Stromsteuererklärungen (Anmeldungen), quasi als „Nullmeldung“, weil der Gesetzgeber schlicht vergessen hat, darauf in Gesetz oder Verordnung ausdrücklich zu verzichten.

**„Besonders penible Zollämter verlangen sogar jährliche Stromsteuererklärungen.“**

Wer die Anzeige als Versorger unterlässt, bleibt solange stromsteuerpflichtig. Wenn er dann auch noch die jährlichen Stromsteueranmeldungen unterlässt, droht Steuerverkürzung oder sogar strafbare Steuerhinterziehung. Und da hört für den Steuerstaat der Spaß endgültig auf: Dann droht eine Bestrafung für das Unterlassen einer Stromsteuerzahlung, von der man laut Gesetz befreit ist.

Wer dachte, normales Steuerrecht sei schwierig, das EEG sei kompliziert und bisweilen verrückt, findet sich mit dem Stromsteuergesetz endgültig auf der Nicht-Geburtstagsfeier bei Alice im Wunderland wieder, wo der verrückte Hutmacher fragt: „Noch eine halbe Tasse Tee?“ – und die Kaffeetasse in der Mitte durchschneidet.

Thomas Seltmann

Thomas Seltmann ist Experte für die steuerliche Behandlung von Photovoltaikanlagen, Dozent und Autor zweier Ratgeber-Bestseller. Seit März 2022 arbeitet er als Referent Solartechnik und Speicher beim Bundesverband Solarwirtschaft BSW-Solar. Die Antwort entstand mit fachlicher Unterstützung der Rechtsanwältin Lea Baumsteiger ([www.nuemann-siebert.com](http://www.nuemann-siebert.com)) und Sebastian Lange ([www.projektkanzlei.eu](http://www.projektkanzlei.eu)).

# Soziale Wärme

**Heizkosten:** Klimaneutrales Heizen muss nicht teurer sein als konventionelles Heizen. Das zeigen erste Wohnungsbauprojekte wie das Mehrfamilienhaus einer Münchner Baugenossenschaft. Können die dort verwendeten Technologien als Blaupause für die Wärmewende in Altbau-Mehrfamilienhäusern dienen?

Im Münchener Stadtteil Moosach stehen zwei Wohnblöcke. Fünfgeschossig, 74 Wohnungen, Baujahr 1964. Bald werden drei zusätzliche Etagen aus Massivholz und eine 150-Kilowatt-Photovoltaikanlage auf den beiden Häusern thronen. Im Inneren will die Baugenossenschaft Hartmannshofen die alte Gas-therme durch eine Wärmepumpe ersetzen.

Bereits 80 Prozent ihrer 850 Wohnungen hat die Baugenossenschaft saniert. Bisher mit einer Kombination aus Gas-thermen, Gaszentralheizungen mit Solarthermie. In Moosach kommt zum ersten Mal eine Wasser-Wasser-Wärmepumpe zum Einsatz. „Wenn die Berechnungen stimmen und die Warmmieten der Bewohner stabil bleiben, werden wir auch den restlichen Bestand mit Wärmepumpen sanieren“, sagt Vorstand Klaus Berghofer. Das ist nötig, da die Gas-Solarthermie-Kombination Emissionen nicht ausreichend mindert, um die Klimaziele zu erreichen. Einmal installiert bleiben Heizungen für über 20 Jahre bestehen. Um bis 2045 Klimaneutralität zu erreichen, ist es daher entscheidend, wie heute saniert wird.

So stehen viele Immobilienunternehmer vor der gleichen Herausforderung. Zudem kommt Druck aus dem Klimaschutzministerium. Bundesklimaschutzminister Robert Habeck gab Anfang Januar bekannt, bis 2030 die Hälfte des Wärmebedarfs aus erneuerbaren Energien decken zu wollen – in privaten Haushalten sind es heute etwa fünf Prozent. Auf dieses Segment wird es für das Erreichen des Ziels vor allem ankommen. 2019 betrug der Energieverbrauch für Warmwasser und Raumwärme in Deutschland 792 Terrawattstunden – davon entfielen 71 Prozent auf private Haushalte.

Noch sind in 45 Prozent der Wohngebäude Erdgasheizungen installiert. Doch „am Ende der Wärmewende werden Wärmepumpen und Wärmenetze dominieren“, sagt Robert Meyer, Projektleiter in der Abteilung Gebäudetechnik am Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme ISE. Um die Klimaziele zu erreichen, schätzt er, dass die Zahl der Wärmepumpen von etwa einer Million heute auf knapp sechs Millionen im Jahr 2030 steigen müsste – bis 2045 könnten es 18 Millionen verkaufte Geräte sein. Andere Energieträger wie Biogas oder Holzsnitzel werden Meyers Aussagen zufolge dabei keine wichtige Rolle spielen. Nur Wärmenetze werden noch weitverbreitet zum Einsatz kommen. Welchen Platz Wasserstoff im Wärmesektor einnimmt, sei für die Forschung bisher noch unklar.

Wärmepumpen funktionieren wie ein Kühlschrank. Ein Kompressor verdichtet ein Kühlmittel. Das erwärmt sich und

So sollen die Gebäude aussehen. Die unteren fünf Geschosse gehören zum Bestandsbau und werden auch nach KfW-Standard 55 gedämmt. Darüber geht es in Modulbauweise aus massivem Brett-schichtholz weiter.



gibt die Wärme ab. Anschließend verdampft das Kühlmittel hinter einem Ventil und kühlt sich durch die Expansion so stark ab, dass es Wärme aus Wärmequellen wie der Umgebungsluft oder dem Erdreich entnimmt. So können Wärmepumpen aus einem Kilowatt Strom etwa drei bis vier Kilowatt thermische Energie erzeugen.

Die Herausforderung in Altbauten: Wärmepumpen können meist nur sinnvoll eingesetzt werden, wenn sie – so eine weitverbreitete Einschätzung – den Heizkreislauf auf nicht mehr als circa 40 Grad Celsius erhitzen müssen. Bei höheren Temperaturen sind sie weniger effizient. Im Neubau werden Wärmepumpen daher mit Fußbodenheizungen kombiniert. Die große Oberfläche sorgt für eine ausreichende Wärmeübergabe. Standardheizkörper in Bestandsgebäuden sind aber auf eine Vorlauftemperatur von 70 Grad Celsius ausgelegt, und diese Häuser mit Fußbodenheizungen nachzurüsten, ist teuer und aufwändig.

„Im Projekt in Moosach haben wir daher Niedrigtemperaturheizkörper geplant“, sagt Berghofer. Auf den Heizkörpern sind kleine Lüfter installiert. Die verbessern die Wärmeübergabe in so einem Maße, dass auch kleine Heizkörper mit geringen Vorlauftemperaturen ausreichen, um genügend Wärme in die Räume abzugeben. Zudem übernehmen elektrische dezentrale Durch-

lauferhitzer die Brauchwassererwärmung. Wie hoch die Jahresarbeitszahl schlussendlich sein wird, wissen zum jetzigen Zeitpunkt weder Bauherr noch Ingenieurbüro und lassen sich auch zu keiner Aussage hinreißen – die Berechnungen stehen noch aus. Aber im Marktanzreizprogramm für Wärme aus erneuerbaren Energien sind Wasser-Wasser-Wärmepumpen erst ab einer Jahresarbeitszahl von 5,1 förderfähig.

Auch ISE-Forscher Robert Meyer hat die Wirtschaftlichkeit von Heizungssystemen untersucht. Sein Fazit: Schon bei Gas- und Stromkosten vom vergangenen Jahr sind keine astronomischen Jahresarbeitszahlen für einen wirtschaftlichen Betrieb notwendig. Für Luft-Wasser-Wärmepumpen rechnete er in der Studie auch im Bestand mit einer Jahresarbeitszahl von 2,8; für

### „Für uns als Genossenschaft ist es wichtig, dass nach der Sanierung die Warmmiete stabil bleibt“

Sole-Wasser-Wärmepumpen mit 3,8. Das sei erreichbar. Für ein Beispiel-Altbau – sechs Wohnungen, 500 Quadratmeter Wohnfläche, 22 Kilowatt Heizlast – bezogen er und seine Kollegen die Gesamtenergiekosten für Raumwärme und Warmwasser aus dem BDEW-Heizkostenvergleich ein und unterstellten einen steigenden CO<sub>2</sub>-Preis über die Lebensdauer der Anlage in den nächsten 20 Jahren.

Ab einem diskontierten CO<sub>2</sub>-Preis von rund 100 Euro pro Tonne sei der Einsatz einer Wärmepumpe und Photovoltaikanlagen in Altbau-Mehrfamilienhaus aus dem BDEW-Heizkostenvergleich günstiger als eine Gas-Brennwertanlage, so der Experte. Bis 2040 rechnet er mit einem CO<sub>2</sub>-Preis von 220 Euro pro Tonne.

Bei einer Steigerung auf 220 Euro pro Tonne im Jahr 2040 müssen Bewohner mit Gas-Brennwertkessel 14,87 Euro pro Quadratmeter im Jahr berappen. Für eine Sole-Wasser-Wärmepumpe wären es 14,97 Euro, wenn man die Förderung berücksichtigt. „Wir haben in unserer Berechnung noch nicht die neuen Preise für Strom und Gas miteinbezogen“, sagt Meyer.

#### Gut gedämmt

Damit die Heizkosten nicht steigen, spielt auch die Dämmung des Hauses eine Rolle. Die beiden Häuser in Moosach sind für ihr Baujahr typisch aus Eternitplatten errichtet und haben einen Heizwärmebedarf von etwa 100 Watt pro Quadratmeter. Durch die speziellen Heizkörper und einer Dämmung gemäß dem KfW-Effizienzhaus-55-Standard soll der Heizwärmebedarf kräftig sinken. So sei es möglich, die Kosten der Bewohner stabil zu halten. „Für uns als Genossenschaft ist es wichtig, dass nach der Sanierung die Warmmiete stabil bleibt“, sagt Berghofer. Die Heizkostensparnis für die Baugenossenschaft im ersten Jahr soll laut Wirtschaftlichkeitsberechnung 18.515 Euro betragen. Nach 15 Jahren soll sich die Anlage amortisiert haben. In 25 Jahren sollen knapp eine halbe Million Euro an Energiekosten eingespart werden.



Foto: Baugenossenschaft Hartmannshofen

## Installation

Noch haben die Bewohner Gas-Außenwandöfen in ihren Wohnungen und bezahlen ihr Gas individuell nach Verbraucher. Künftig werden die Heizkosten für das gesamte Objekt pauschal über die Nebenkosten zusammen mit den Investitionskosten abgerechnet. Das spare jährlich zusätzlich 3.000 bis 4.000 Euro, die bei einer Abrechnung pro Wohnung beim Messstellenbetreiber fällig würden. So soll die Warmmiete auf einem Niveau von maximal 11,50 Euro pro Quadratmeter bleiben.

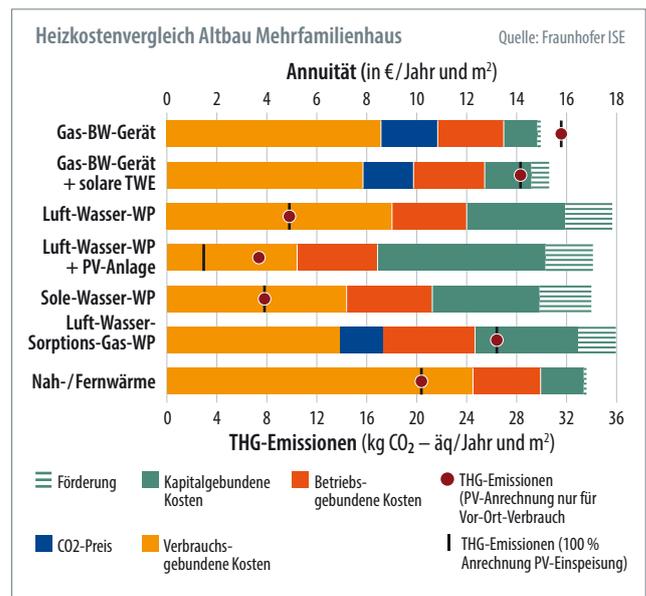
Schon im Jahr 2019 lagen die Kosten für Raumwärme und Warmwasser für Haushalte in Deutschland bei durchschnittlich 941 Euro und machten damit mehr als Hälfte der Energiekosten der privaten Haushalte aus. Zum Jahreswechsel hat sich für viele der Gaspreis verdreifacht. So rechnet Berghofer fest damit, dass das Projekt nicht zuletzt wegen der angespannten Lage an den Gasmärkten für die Bewohner von Vorteil sein wird. Auch der Strom für die Wärmepumpe ist teurer geworden. Für Preisstabilität sorgt daher die 150-Kilowatt-Photovoltaikanlage, die auf dem Dach des Gebäudes errichtet werden soll. 43 Prozent Autarkie der Heizenergie soll durch sie erreicht werden.

Die Vorteile der Kombination von Photovoltaik und Wärmepumpe hebt auch Meyer vom Fraunhofer ISE in seinen Studienergebnissen hervor. Die Kombination aus Photovoltaik und Wärmepumpe sei über 20 Jahre gerechnet die kostengünstigste Variante. Die für ein Einfamilienhaus berechneten Heizkosten liegen bei 23,53 Euro pro Quadratmeter Wohnfläche pro Jahr, wenn ein Gas-Brennwertkessel zum Einsatz kommt. Bei einer Luft-Wasser-Wärmepumpe sind es 23,55 Euro.

Wird die Wärmepumpe in Kombination mit einer Photovoltaikanlage genutzt, lassen sich die Kosten um sechs Prozent auf 22,14 Euro pro Quadratmeter und Jahr senken. So die Modellrechnung für Altbauten. Wird sogar der KfW 55-Dämmstandard eingehalten, liegen die Kosten für ein Wärmepumpensystem mit anteiliger Photovoltaiknutzung 17 Prozent unter denen für ein Gassystem.

### „Für Preisstabilität sorgt daher die 150-Kilowatt-Photovoltaikanlage“

Für den Altbau mit sechs Wohnungen aus dem Beispiel ohne energetische Sanierung liegt das Verhältnis von nutzbarer Dachfläche und Heizenergiebedarf etwas ungünstiger für den Einsatz von Photovoltaik. Löhnen könnte sich es dennoch. Die verbrauchsgebundenen Kosten neun Euro pro Quadratmeter im Jahr betragen, wenn ein Gas-Brennwertgerät zum Einsatz kommt. Für eine Sole-Wasser-Wärmepumpe wären es nur acht Euro im Jahr. Die Kombination aus Photovoltaik und Wasser-Wasser-Wärmepumpe wie bei Berghofer in München wurde nicht berechnet. Allerdings ergibt der Heizkostenvergleichspreis, dass für dasselbe Szenario die verbrauchsgebundenen Kosten für eine Luft-Wasser-Wärmepumpe bei 9,99 Euro pro Quadratmeter im Jahr liegen. Zusammen mit



Bei den Kosten liegen Wärmepumpen nur geringfügig über denen der Gas-Brennwertsysteme. Jetzt wo die Gaspreise deutlich gestiegen sind, dürften sich die Investition in eine Wärmepumpe noch eher lohnen. Die Verbindung mit Photovoltaik mindert die verbrauchsgebundenen Kosten. Das kann sich trotz der Investitionskosten rechnen.

einer Photovoltaikanlage sinken die Kosten auf 7,65 Euro. Mit den Investitionskosten zusammengerechnet liegen die Gesamtenergiekosten für die Wärmepumpensysteme jedoch etwa zwischen einem Prozent bei Sole-Wasser-Wärmepumpen und sieben Prozent bei Luft-Wasser-Wärmepumpen über denen von Gas-Brennwertsystemen.

Doch selbst wenn sich der Einsatz von Wärmepumpen rechnet, müssen sie noch installiert werden – häufig, wenn eine Sanierung des Gebäudes ansteht. Meyer blickt besorgt auf die Geschwindigkeit, mit der in Deutschland saniert wird. „Wir brauchen eine höhere Sanierungsquote“, sagt der Forscher. Derzeit liege die Sanierungsrate bei rund einem Prozent. Um auf sechs Millionen Wärmepumpen im Jahr 2030 zu kommen, müssen laut Meyer jährlich mehr als 600.000 solcher Heizungen installiert werden. Im vergangenen Jahr waren es 154.000. Daher rechne er damit, dass der Gebäudesektor sein Klimaziel 2030 von 67 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> verfehlen wird, wenn nicht die politischen Ambitionen in diesem Bereich tätig zu werden, signifikant verschärft werden.

Auch die Bewohner des Hauses in Moosach müssen sich noch gedulden, bis sie günstige und saubere Wärme beziehen können. Der Bau der Anlage scheint eine größere Herausforderung als Planung, Auslegung und Finanzierung zu sein. Sechzehn Monate nachdem er den Bauantrag eingereicht hat, habe er nun fast alle Genehmigungen. Die Verzögerung sei wohl auch auf die Pandemie zurückzuführen. Doch ob es, wenn er die letzte Genehmigung hat, sofort mit dem Bau losgehen kann, ist noch ungewiss. Stichwort Fachkräftemangel. „Um die Aufstockung in Holz-Modulbauweise zu bauen, müssen wir noch darauf warten, dass das passende Bauunternehmen zur Verfügung steht“, sagt Berghofer. Doch er glaubt, dass es noch bis zum Jahresende dauern kann, bis er eine Baufirma findet, die das Projekt auch umsetzt.

Marian Willuhn

# Unterm Damoklesschwert des Fachplaners

**Installateurhaftung:** Erfüllen Wärmepumpen nicht die Erwartungen der Endkunden, kommt es oft zu juristischen Auseinandersetzungen. Haben Planer oder Installateur nicht korrekt beraten, geplant und gebaut, kann es teuer werden. Schlimmstenfalls müssen sie die Anlage zurückbauen und Schadenersatz leisten.

„Der Einbau einer Wärmepumpenheizung in ein ungedämmtes Bestandsgebäude, welches nur mit Radiatorenheizkörpern beheizbar ist, stellt aufgrund der Ungeeignetheit einen Mangel dar“, urteilte das Oberlandesgericht Rostock am 1. November 2016. Die Richter verurteilten einen Installateur, eine Heizungsanlage wieder auszubauen (Az. 4 U 37/15) und dem Hausbesitzer einen großen Teil des Rechnungsbetrags zurückzuerstatten, immerhin mehr als 20.000 Euro. Grund für die Klage des Immobilienbesitzers war unter anderem, dass die Stromkosten in die Höhe schossen und somit die Heizkosten nicht, wie versprochen, in der Summe deutlich günstiger wurden als bei der alten Ölheizung. Letztendlich hatte der Kläger sein Haus mit elektrischen Heizlüftern warmgehalten.

## „Ein Mangel ist alles, was vom Vertragsoll abweicht.“

Das Beispiel zeigt, wie schnell Planer und Installateure in der Haftung sind. Bislang eignen sich Wärmepumpen nicht für alle Gebäude. Wer hier seinen Kunden falsch berät, riskiert, den Heizungstausch rückgängig machen zu müssen.

„Falls sich die Wärmepumpe im Betrieb als ungeeignet erweist, ist es offensichtlich zu Fehlern bei der Planung und/oder Ausführung gekommen“, erklärt Martin Sabel, Geschäftsführer beim Bundesverband Wärmepumpe und empfiehlt Kunden, sich in diesem Fall an das Unternehmen zu wenden, mit dem sie einen Vertrag über die fachgerechte Planung und Installation der Anlage geschlossen haben.

Denn eins ist klar: Fachplaner und Fachunternehmer müssen Kunden richtig beraten. Lassen sich ihre Vorstellungen und Pläne in der Realität nicht darstellen und weisen die Experten darauf nicht ausreichend hin, ist das ein Mangel, erläutert Andreas Ebert, Justiziar bei der Bayerischen Ingenieurekammer Bau. „Ein Mangel ist alles, was vom Vertragsoll abweicht.“

### Falsch beraten oder falsch gearbeitet?

Geht es vor Gericht, muss der Kunde allerdings nachweisen, dass er sich anders entschieden hätte, wenn er fehlende Informationen gehabt hätte. Das ist häufig der Fall, wenn beispielsweise eine Wärmepumpe funktioniert, aber nicht die

erwünschte Temperatur bringt. „Es ist aber auch eine Frage, was der Kunde erwarten darf“, sagt Ebert. Manches gilt auch als selbstverständlich.

So hatte der Bundesgerichtshof bereits vor fast 30 Jahren am 24. September 1992 entschieden: „Die Planung einer Heizungsanlage in der Weise, dass bei ungünstiger Witterung der Heizbedarf des Einfamilienhauses nur durch den zusätzlichen Betrieb des mit Holz geheizten Kamins befriedigt werden kann, ist so ungewöhnlich, dass der Unternehmer auf solche für normale Komfortanforderungen überraschende Folgen hinweisen muss“ (Az. VII ZR 213/91). Anders ausgedrückt: Der Hausbesitzer kann davon ausgehen, dass eine Heizungsanlage sein Gebäude erwärmt.

Tut sie das nicht, droht Planer und Installateur Ärger. Im Streitfall kommt es darauf an, was im Nachhinein aus welchem Grund nicht funktioniert. „Ist die geplante Anlage so nicht für die Gegebenheiten geeignet, dann muss man Falschberatung prüfen“, erläutert Julia Gerhards, Referentin für Verbraucherrecht bei der Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz. Auch sei zu klären, ob der Werkvertrag fach- und sachgerecht ausgeführt wurde. Allerdings macht sie eine Ausnahme. Manchmal hat sich der Bauherr oder Immobilienbesitzer selbst eingelesen und vergibt auf Basis dieses Wissens den Auftrag. Denn dann ist er unter Umständen in die Rolle des Planers geschlüpft. „Ob das Ausführungsunternehmen die Fehlplanung hätte erkennen und warnen müssen – juristisch bewegen wir uns da auf ganz dünnem Eis“, sagt Gerhards.

### Das Wichtigste in Kürze

Wärmepumpen eignen sich nicht für alle Gebäude. Planer und Installateure, die falsch beraten, können schnell in der Haftung landen.

Der Kunde muss vor Gericht aber nachweisen, dass er sich für eine andere Heizungsanlage entschieden hätte, wenn er fehlende Informationen gehabt hätte.

Im Streitfall kommt es darauf an, was im Nachhinein aus welchem Grund nicht funktioniert.

Ein wichtiger Begriff vor Gericht lautet allgemein anerkannte Regeln der Technik. Planer sollten diese einhalten, wobei sie nicht gesetzlich definiert sind.

Die Mehrkosten für eine neue Heizung trägt derjenige, der die fehlerhafte Wärmepumpe eingebaut hat. Endkunden steht oft mehr als der einfache Austausch der Heizung zu.



Foto: Werner Weisser/Pixabay



Wenn die Wärmepumpe nicht die erwünschte Temperatur beim Endkunden bringt, kann der Fall vor Gericht gehen.

Richter ziehen meist einen Sachverständigen hinzu. Bei Erdwärmepumpen fordert dieser das Baugrundgutachten an. „Liegt keins vor, ist das schon ein Mangelpunkt“, sagt Ebert. Denn aus diesem Gutachten geht unter anderem die Temperatur des Grundwassers hervor. Der Jurist empfiehlt, bereits vor Beginn der Planungen eines anfertigen zu lassen: „Ist keines vorhanden, müssen Planer oder Werkunternehmer schriftlich darauf hinweisen, dass die Anlage unter Umständen wieder ausgebaut werden muss, nur dann sind sie aus der Haftung.“

Ein wichtiger Begriff vor Gericht lautet allgemein anerkannte Regeln der Technik. Planer sollten diese einhalten. Allerdings sind sie nicht gesetzlich definiert. Manche bezeichnen den Begriff daher auch als „das Damoklesschwert des Fachplaners“.

Es ist ein bisschen wie ein Tanz auf Eiern. Schon bei der Beratung sollten Auftragnehmer vorhandene Erkenntnisse des Bauherren erfragen. Der größte Fehler ist, eine Anlage einzubauen und zu sagen, das wird schon gehen. Denn wenn die Wärmepumpe nicht funktioniert, auch wenn die allgemein anerkannten Regeln der Technik eingehalten wurden, besteht ein Mangel. Planer und Unternehmer sind verpflichtet, zu klären, ob der Einbau sinnvoll ist, erläutert Ebert. „Es ist schon fehlerhaft, bei einem Auftrag nicht zu schauen, ob es funktionieren kann.“

Kardinalfehler ist, einen bestimmten, maximalen Energieverbrauch zu garantieren. Denn niemand kann das Wetter für mehrere Jahre im Voraus prognostizieren, und das Nutzungsverhalten der Bewohner ist ein weiterer Unsicherheitsfaktor. Auch die Zahl aus dem Energieausweis der Anlage ist nur ein Anhaltspunkt für die Kategorisierung eines Gebäudes und gehört nicht in den Vertrag.

Und der sollte auf jeden Fall schriftlich geschlossen werden. Anders als in der Finanzbranche existiert für das Baugewerbe kein gesetzlich vorgegebenes Beratungsprotokoll. Dennoch sollten Planer und Installateur so viel wie möglich schriftlich fixieren und dokumentieren. Vor allem, wenn der Bauherr Warnungen vor möglichen Problemen ignoriert. „Sonst herrscht im Falle eines Streits Beweisnotstand“, erklärt Jurist Ebert.

**„Der größte Fehler ist, eine Anlage einzubauen und zu sagen, das wird schon gehen.“**

### Einigung suchen

Wichtig: Sämtliche Formulierungen müssen so gewählt werden, dass der Auftraggeber sie auch versteht. Viele Planer tun sich dabei schwer, von den ihnen geläufigen Fachtermini abzuweichen. Ebert sagt dazu: „Wenn ich nicht in der Lage bin, den Verständnishorizont meines Vertragspartners zu erreichen, habe ich nicht richtig beraten.“

Es muss aber auch nicht gleich vor Gericht gehen. Das kann jahrelange Unsicherheit für alle Seiten bedeuten. Sinnvoller ist es, die richtige Reihenfolge einzuhalten. Denn im ersten Anlauf

muss der Bauherr dem Auftragnehmer die Möglichkeit zur Nachbesserung einräumen. Funktioniert die Anlage danach, entfallen sämtliche Ansprüche auf Schadenersatz.

Funktioniert das nicht oder weigern sich Planer und Unternehmer, kann der Bauherr eine Preisminderung geltend machen und die Anlage von einer Drittfirma umrüsten lassen. Beides setzt allerdings voraus, dass die Heizung am Ende die gewünschte Leistung erbringt.

Ansonsten bleibt nur die Rückabwicklung. „Juristisch wird das als Störungszustand betrachtet, wenn die Wärmepumpe nie ihren Zweck erfüllen können“, erläutert Ebert. Der Vertrag gilt dann als nicht erfüllt, da die vereinbarte Leistung unmöglich ist. Rückbau bedeutet, den ursprünglichen Zustand wieder herzustellen. „Streng genommen müsste sogar die alte Ölheizung wieder rein“, sagt Ebert. Die ist aber in der Regel längst entsorgt. „Es geht jedoch nicht, dass keine Heizung übrig bleibt“, erläutert der Jurist. Schließlich säßen die Bewohner des Gebäudes sonst im Kalten. „Die Mehrkosten für eine neue Heizung trägt derjenige, der die fehlerhafte Wärmepumpe eingebaut hat“, beschreibt Ebert, was auf Planer und Installateur zukommen kann.

Das müssen nicht erst Richter anordnen. Ein Urteil abzuwarten, sei erst der letzte Schritt, sagt Verbraucherschützerin Gerhards: „Ein Vergleich kann eine sinnvolle und vor allem schnelle Lösung sein.“

Endkunden steht oft mehr als der einfache Austausch der Heizung zu. Denn in der Regel ist eine nicht funktionierende Anlage mit weiteren Kosten verbunden. „Es besteht die Pflicht zu Schadenersatz inklusive mittelbarer Schäden wie Kosten für Heizstrahler und die Beseitigung von Schimmel, weil das Gebäude feucht geworden ist“, weiß Ebert.

Läuft die wärmepumpe-basierte Heizung häufiger komplett auf Strom, statt zu pumpen und Umgebungswärme zu nutzen, weil sie falsch dimensioniert ist, können auch die Kosten dafür auf Planer und Installateur zukommen. Allerdings sind dem Grenzen gesetzt, erklärt Gerhards: „Ich kann nicht als Verbraucher das Unternehmen oder den Planer für immer und ewig für die höheren Stromkosten in Anspruch nehmen und die Anlage im Haus lassen.“

Jochen Bettzieche

# Von Schutzschaltern und Sicherungen

**Serie Elektromobilität-Installation:** Was gilt es, am Zählerschrank zu beachten, wenn eine Wallbox installiert wird, erklärt Stefan Hirzinger von Webasto.

**Muss ich einen eigenen Stromkreis für die Ladestation haben? Sind mehrere Wallboxen an einer Zuleitung möglich?**

Grundsätzlich muss entsprechend der Norm DIN VDE 0100-722 für die Energieübertragung zum Fahrzeug ein eigener Stromkreis bereitgestellt werden. Das heißt, jede Ladestation muss einen eigenen Stromkreis haben. An diesem Stromkreis dürfen daher auch keine weiteren Verbraucher oder Steckdosen angeschlossen werden. Die Frage ist also mit Ja zu beantworten. Wenn zum Beispiel in einer Garage zwei oder mehr Wallboxen installiert werden, müssen daher entweder zwei Leitungen in die Niederspannungshauptverteilung gelegt werden. Oder es braucht eine Unterverteilung im Sinne der Technischen Anschlussbedingungen beziehungsweise Anhang A der DIN 18015-1 bezüglich elektrischer Anlagen in Wohngebäuden. An diese Umverteilungen können dann die Wallboxen mit ihren jeweiligen Schutzeinrichtungen angeschlossen werden. Dabei ist zu beachten, dass diese Unterverteilung eine Mindeststrombelastbarkeit von 63 Ampere aufweisen muss, was entsprechende Querschnitte der Zuleitung und Komponenten erfordert.

Diese installationsseitige Vorgehensweise ist auch unabhängig von der tatsächlichen Leistung, die eine Ladeeinrichtung zur Verfügung stellt. Die kann, zum Beispiel, durch ein Lastmanagement limitiert sein.

Die Frage nach mehreren Wallboxen an einer Zuleitung ist also ganz klar mit Nein zu beantworten. Es sei denn, die vorgelegte Installation hat eine Mindeststrombelastbarkeit von 63 Ampere und ist damit als Unterverteilung anzusehen.

**Sie haben Fragen rund um das Thema Normen, Installation und Wartung von Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge?**

Bitte schicken Sie diese an [redaktion@pvmagazine.com](mailto:redaktion@pvmagazine.com). Stefan Hirzinger, verantwortlich für Normen und Regeln bei Webasto, wird sich in dieser Rubrik Ihren Fragen annehmen.

## Was muss ich in Bezug auf Hausanschluss und Hauptsicherung beachten?

Bei Ladeeinrichtungen unter zwölf Kilo-Volt-Ampere muss der Netzbetreiber lediglich über die Intallation informiert werden. Bei größeren Ladeleistungen ist die Anlage vor der Installation beim Netzbetreiber zu beantragen. Dieser macht dann auch eine Netzverträglichkeitsprüfung. Kann die gewünschte Leistung vertraglich oder technisch nicht mit dem vorhandenen Hausanschluss zur Verfügung gestellt werden, müssen die Auftraggeber eine Leistungserweiterung beantragen. In der Regel fallen hier sogenannte Netzausbaukosten an, die in den technischen Anschlussbedingungen kostenseitig nachzulesen sind. Je nachdem wird dann der Stromanschlussvertrag mit dem Kunden angepasst und gegebenenfalls die Hauptsicherung erhöht.

Aber auch bei genehmigungsfreien Wallboxen mit elf Kilowatt sollte die Leistung des Netzanschlusspunktes geprüft werden. Wenn beispielsweise in einem Altbau 35-Ampere-Sicherungen am Anschlusspunkt verbaut sind, vielleicht noch ein elektrischer Brauchwassererhitzer vorhanden ist, und dann noch eine Wallbox mit maximal 16 Ampere dazukommen soll, kann es schnell eng werden. In so einem Fall empfiehlt sich zum Beispiel, die Leistungserhöhung von 35 Ampere auf 50 Ampere oder mehr zu beantragen. Der Netzbetreiber wird dann die technischen Möglichkeiten prüfen.

**„In so einem Fall empfiehlt sich, die Leistungserhöhung von 35 Ampere auf 50 Ampere oder mehr zu beantragen.“**

## Welche Auswirkungen hat die Installation einer Wallbox auf den Zählerschrank?

Bei neueren Installationen ab circa 1999 sollte der Einbau einer Wallbox in der Regel ohne Weiteres für den Zählerschrank möglich sein. Bei älteren Gebäuden sollten Installateure den Schrank auf seine Stromtragfähigkeit prüfen. Hierbei muss auch beachtet werden, dass die Installation einer Wallbox – genauso wie die Installation einer Photovoltaikanlage in einem Einfamilienhaus – als wesentliche Änderung einer elektrischen Anlage eingeschätzt werden muss. Das heißt, die komplette Hauptverteilung muss auf den aktuellen Stand der Technik gebracht werden. So müssen beispielsweise FI- oder RCD-Schalter nachgerüstet werden, was speziell bei Altbauten erhebliche Zusatzkosten verursachen kann. Als Elektroinstallateur ist man hier aber zumindest in der Hinweispflicht.

Wenn für die Stromversorgung der Ladeeinrichtung ein unterbrechbarer Stromtarif nach §14a EnWG, vergleichbar mit den Sondertarifen für Wärmepumpen oder Nachtspeicherheizungen, genutzt werden soll, wird gegebenenfalls noch ein freier Zählerplatz und eventuell der Platz für einen Rundsteuerempfänger im Zählerschrank benötigt.

Sollte eine gewünschte Eigenverbrauchsoptimierung in Verbindung mit einer bestehenden Photovoltaikanlage nicht über eine direkte Bus-Kommunikation zwischen Wallbox und Wechselrichter mit Energiemanager möglich sein, wird eventuell noch ein zusätzliches Smartmeter für die Wallbox benötigt. Auch der muss seinen Platz finden.

Darüber hinaus muss die Verteilung den benötigten Platz für einen dreipoligen Leitungsschutzschalter und gegebenenfalls einen FI-Schalter haben. Es gibt auch Kombinationen aus Leistungsschutzschalter und RCD. Diese sind zwar platzsparender, aber um ein Mehrfaches teurer als die beiden Einzelkomponenten.

Das Thema RCD wurde erstmals schon in der November-Ausgabe 2020 behandelt und auch in der letzten Ausgabe findet sich dazu ein Beitrag. Das Thema ist deshalb für manchen Installateur verwirrend, weil verschiedene Hersteller unterschiedliche Lösungsansätze verfolgen, um die Normenkonformität und vor allem die elektrische Sicherheit für den Kunden zu erreichen. Dabei spielt es eine Rolle, ob Relais oder Schütze in der Ladeeinrichtung verbaut sind. Manche Hersteller haben einen RCD Typ B im Gerät, andere einen Typ A in der vorgelagerten Installation und eine B-Funktionalität in der Ladeeinrichtung. Mit der Installation eines RCD Typ B im Sicherungskasten ist man zwar unabhängig vom Fabrikat der Ladeeinrichtung und in jedem Fall auf der sicheren Seite, das ist aber auch zugleich die mit Abstand teuerste Variante. Grundsätzlich gilt auch hier: Die Installationsanleitung des Geräteherstellers steht formaljuristisch über einer technischen Norm und muss eingehalten werden. Als Installateur darf ich mich hier auf die Vorgaben des Herstellers verlassen.

## Welche Charakteristik ist für den verwendeten Leitungsschutzschalter in der Zuleitung zu einer Wallbox empfehlenswert?

Wie schon bei anderen Installationsthemen herausgestellt, ist in erster Linie immer die Installationsanleitung des Herstellers der Ladeeinrichtung verbindlich. Sollten hier keine Hinweise zu den Leitungsschutzschaltern enthalten sein, empfiehlt sich grundsätzlich für die Ladeeinrichtung eine C-Charakteristik. Da je nach Fahrzeugtyp und dem im Fahrzeug verbauten Ladegerät nennenswerte Anlaufströme auftreten können, vergleichbar mit Anlaufströmen von schweren Motorgeräten, ist eine eher träge Auslösecharakteristik zu empfehlen. Das vermeidet ungewolltes Auslösen bei Ladebeginn. Stefan Hirzinger



### Der Autor

Nach rund 25 Jahren in der Photovoltaik-Welt, unter anderem als Geschäftsführer für den Bereich Photovoltaik bei Viessmann, ist Stefan Hirzinger seit 2017 bei der Webasto Group tätig. Dort verantwortet er als Global Conformity & Standardization Manager die globalen Anforderungen an Ladeeinrichtungen aus Normung und Regulatorik.

# Schrauben an Ertragsprognosen

**Wirtschaftlichkeitsillusionen:** Das finanzielle Risiko, in Photovoltaikanlagen zu investieren, steigt. Denn die Ertragsprognosen, die der Wirtschaftlichkeitsprüfung zugrunde liegen, sind immer häufiger zu optimistisch. Ein Grund dafür könnte der Umgang mit den sogenannten PAN-Dateien sein.

Datenanalyst Hao Shen wird stutzig. „Wir dachten, dass modernere Photovoltaikanlagen verlässlicher und effizienter arbeiten als solche, die vor zehn Jahren in Betrieb genommen wurden.“ Shen ist Head of Data Products beim Datenanalyse- und Klimaversicherungsunternehmen kWh-Analytics. Das Unternehmen hat die Performancedaten aus den Portfolios von 15 der 20 größten Anlagenbetreiber in den USA zusammengetragen. Dann verglich es die Ertragsgutachten, die vor Inbetriebnahme der Anlagen erstellt wurden, und die tatsächlichen Produktionsdaten. Dieser Vergleich, der 30 Prozent der Freiflächenanlagen in den USA erfasst, zeigte: „Genau das Gegenteil ist der Fall“, sagt Shen. Die Diskrepanz zwischen Vorhersage und Realität ist gestiegen.

Eine Diskrepanz mit Folgen: Ob eine Photovoltaikanlage über einen Zeitraum von 20 Jahren voraussichtlich 4.000, 3.920 oder gar nur 3.760 Gigawattstunden generiert, ist alles andere als eine Kleinigkeit. Bei sieben Cent Vergütung pro Kilowattstunde bedeuten 240 Gigawattstunden weniger Ertrag einen Einnahmeverlust von 16,8 Millionen Euro. Fließen weniger Elektronen als erwartet, kann die Anlage den Besitzer in

Geldsorgen bringen. Denn Projektierer nutzen die Prognose aus dem Ertragsgutachten, um den Wert der Anlage zu bestimmen. Auch Banken und Investoren wollen das Ertragsgutachten sehen, bevor sie Geld in eine Anlage stecken. Anhand des Gutachtens leiten sie den monatlichen Geldfluss ab. Dieser bestimmt, wie hoch die Rückzahlungen für die Kredite zu sein haben. Liegt das Gutachten nur ein paar Prozentpunkte daneben, werden die Rückzahlungen zur Belastung für den Betreiber.

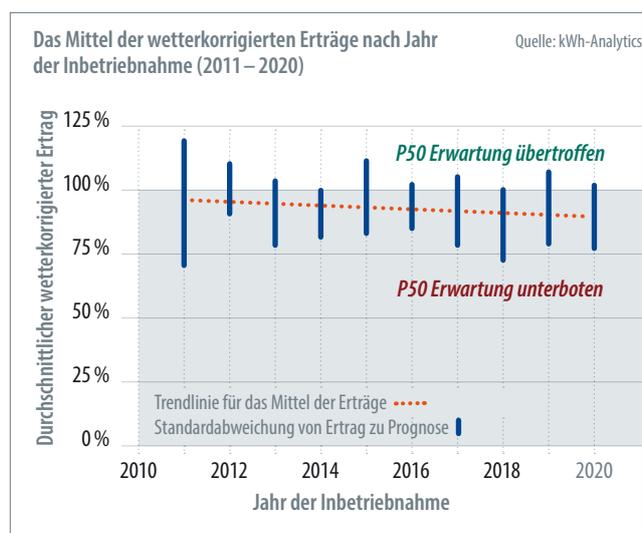
## „Nach sieben Jahren liegt das Risiko für einen Kreditausfall bei 70 Prozent“

Und genau das passiert immer häufiger. „Wir haben herausgefunden haben, dass die Gutachten immer präziser, aber inakkurater werden“, sagt Hao Shen. Die neueren Gutachten überschätzen den Ertrag der Anlage statistisch häufiger – durchschnittlich um gut sechs Prozent. Das Mittel der Gutachten der alten Anlagen entspricht hingegen eher der tatsächlichen Produktion (**Abbildung 1**).

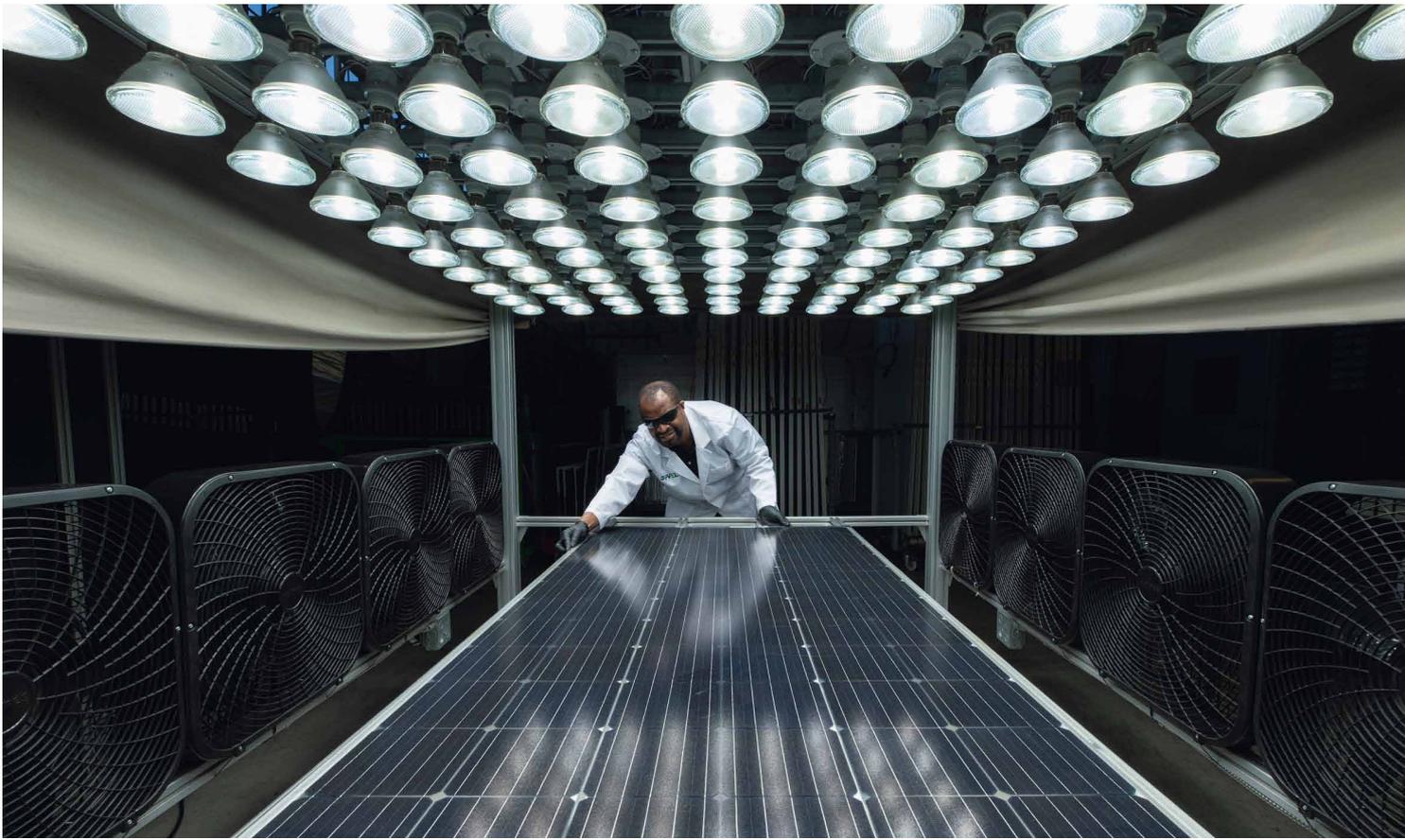
### Ertragsgutachten zu „aggressiv“

Shen hat mehrere Erklärungen für diese Beobachtung. Zum Beispiel seien aktuelle Annahmen zur Systemverfügbarkeit und Degradationsrate der Komponenten zu optimistisch. Ein weiteres Problem: Die PAN-Dateien, die den Ertragsgutachten zugrunde liegen, seien zu „aggressiv“. PAN-Dateien sind Dateien, die detaillierte Informationen zu einem Modul enthalten, die über das Datenblatt hinausgehen. Gutachter können anhand der Werte in den Dateien das Schwachlichtverhalten oder den Effekt des Einstrahlwinkels auf den Ertrag berechnen. Wer ein Gutachten erstellt, sollte jedoch genau hinsehen, woher die PAN-Datei kommt. Viele kleine – und dadurch kaum nachvollziehbare – Veränderungen an entscheidenden Parametern können das Modul besser dastehen lassen, als es ist.

Wer mit märchenhaften PAN-Dateien rechnet, kann nicht erwarten, dass der prognostizierte Ertrag in der Realität



**Abbildung 1:** Vor zehn Jahren stimmte das Mittel der Ertragsprognosen mit dem gemessenen Ertrag überein. Anlagen, die erst kürzlich in Betrieb genommen wurden, bleiben hingegen deutlich öfter hinter ihren Prognosen zurück. Die Standardabweichung der Ergebnisse der Ertragsgutachten (Fehlerbalken) ist jedoch kleiner geworden.



In den Laboren von PV Evolution Labs werden Module in Licht „gebadet“. So können die Prüfer herausfinden, ob und wie stark die Module Degradationseffekten, wie LID oder LeTID, ausgesetzt sind. Auch entsprechende Annahmen zur Degradation fließen mit in das Ertragsgutachten ein.

erreicht wird. Das bleibt nicht ohne Folgen. Bei Photovoltaikanlagen in den USA liege das jährliche Grundrisiko für einen Kreditausfall bei 16 Prozent, wenn der Kreditrahmen das 1,25-fache des Kapitalflusses beträgt, sagt Shen. Da sich die Fehlanahmen in den Ertragsgutachten mit jedem Jahr akkumulieren, liegt das Risiko für die Zahlungsunfähigkeit nach Shens Einschätzung nach sieben Jahren bei mittlerweile 70 Prozent.

Trotzdem gibt es genügend finanzielle Anreize, PAN-Dateien zu schönen und dadurch den Ertrag in Gutachten nach oben zu schrauben. Plant ein Projektentwickler eine Anlage, erhält er Angebote und entsprechende PAN-Dateien von Modulherstellern. Liegt der Ertrag eines Moduls in der Prognose ein oder zwei Prozent über dem Wettbewerber, bedeutet das, dass das Projekt mehrere Millionen Euro mehr Wert sein kann. „Dann kann es auch passieren, dass der Projektierer sich beim Hersteller des schlechter abschneidenden Moduls meldet und ihm mitteilt, dass er etwas hinterherhinkt“, sagt Tristan Erion-Lorico, Leiter des Modulgeschäfts bei dem Prüfinstitut PV Evolution Labs. „Hier ist eine neue PAN-Datei. Probiere es noch mal“, komme als Antwort dann auch schon mal vor. Projektierer können durchaus ein Interesse an diesem Vorgehen haben. „Baut ein Entwickler Photovoltaikanlagen, um diese kurz nach der Bauphase gewinnbringend zu verkaufen, bedeutet jede Verbesserung in der PAN-Datei mehr Geld“, sagt der Modulspezialist.

Welchen Einfluss optimistische PAN-Dateien auf Ertragsgutachten haben können, weiß auch Matthias Hadamscheck. Er

leitet das technische Consulting bei dem Unternehmen Meteorcontrol, das unter anderem Gutachten für Projektierer, Investoren und finanzierende Banken erstellt. „Für ein Ertragsgutachten wird die Anlage, basierend auf den Angaben zur Anlage – also dem Standort, den Komponenten und deren Konfiguration – in der Simulations-Software virtuell aufgebaut“, sagt er. „Mit den entsprechenden Wetterdaten wird für den Standort der Ertrag berechnet.“

In PV-Syst, einem weitverbreiteten Modellierungsprogramm für Photovoltaikanlagen, sind Informationen aus den Datenblättern der Module hinterlegt. Darin enthalten ist zum Beispiel die Messung unter Standardtestbedingungen – also bei 1.000 Watt pro Quadratmeter und bei 25 Grad Celsius. Doch wie viel Strom das Modul bei 400 Watt pro Quadratmeter und zehn Grad Celsius generiert, lässt sich nicht ohne Weiteres aus dem Datenblatt ablesen.

### Die unsicheren Parameter

Um das Verhalten eines Moduls bei anderen Lichtverhältnissen und Temperaturen abzuschätzen, muss man Parameter messen, die in der Regel nur Modulexperten geläufig sind. Dazu gehört der Serienwiderstand und der Nebenschlusswiderstand, einschließlich seines so genannten Exponentialfaktors. Hinzu kommen der Einstrahlungswinkel-Korrekturfaktor (IAM) und der Gamma-Faktor der Dioden. Solche Messungen sind selbst im Labor nicht ohne Weiteres

## Installation

Für den Exponentialfaktor des Nebenschlusswiderstands legt PV-Syst den Ausgangswert minus 5,5 fest und verändert diesen nur geringfügig, falls überhaupt notwendig. Für den Nebenschlusswiderstand teilt PV-Syst den Strom am optimalen Leistungspunkt durch den Kurzschlussstrom bei der Spannung am optimalen Leistungspunkt ( $I_{mpp}/I_{sc}$  bei  $V_{mpp}$ ). Für gewöhnlich liegt der Serienwiderstand bei 1,3 bis 0,5 Ohm pro Quadratmeter Zellfläche und wird mit -3 Prozent bei 200 Watt pro Quadratmeter Strahlung für den Schwachlichtbereich korrigiert. Diese Werte werden bei PV-Syst ohne die Schwachlichtmessung festgelegt. Erst nachdem diese Werte gesetzt wurden, zieht PV-Syst die 22 Messpunkte zu Hilfe und schraubt so lange nur am Serienwiderstand, bis die simulierte Wirkungsgradkurve mit den Messungen übereinstimmt. (Siehe Abbildung 2)

| Legende   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| <span style="background-color: #d9ead3; border: 1px solid #ccc; padding: 2px;"> </span> | Für das Modell zu definieren            | <span style="background-color: #d9ead3; border: 1px solid #ccc; padding: 2px;"> </span> |  |
| <span style="background-color: #f4cccc; border: 1px solid #ccc; padding: 2px;"> </span> | Durch Messungen zu definieren           | <span style="background-color: #d9ead3; border: 1px solid #ccc; padding: 2px;"> </span> |  |
| <span style="background-color: #d9ead3; border: 1px solid #ccc; padding: 2px;"> </span> | Vom Modell genutzt (nicht modifizieren) | <span style="background-color: #d9ead3; border: 1px solid #ccc; padding: 2px;"> </span> |  |
| <span style="background-color: #fff2cc; border: 1px solid #ccc; padding: 2px;"> </span> | Vom Modell berechnet                    | <span style="background-color: #fff2cc; border: 1px solid #ccc; padding: 2px;"> </span> |  |
| <span style="background-color: #fff2cc; border: 1px solid #ccc; padding: 2px;"> </span> | Andere Berechnungen                     | <span style="background-color: #fff2cc; border: 1px solid #ccc; padding: 2px;"> </span> |  |

|  |                           |                                      |                |        |        |        |
|--|---------------------------|--------------------------------------|----------------|--------|--------|--------|
| PV module                                    |                           | <b>Sample module 260 Wp, ser#001</b> |                |        |        |        |
| Source of measurements :                     |                           | Laboratory, date                     |                |        |        |        |
| Technology                                   | si-Poly                   | Technol                              | 2              |        |        |        |
| Sizes  | Width 0.99                | Length                               | 1.662 m        |        |        |        |
|  | Area 1.645                |                                      | m <sup>2</sup> |        |        |        |
| Nominal power                                | Pnom 260 Wp               |                                      | 258.5 (model)  |        |        |        |
| Nb. of cells in serie                        | NCells 60                 |                                      |                |        |        |        |
| <b>Basic 'Pseudo-STC' parameter</b>          |                           |                                      |                |        |        |        |
| Reference conditions                         | Gref 1000                 | Tref                                 | 25 °C          |        |        |        |
| Reference Currents                           | Isc 9.056                 | Imp                                  | 8.514 A        |        |        |        |
| Reference voltages                           | Vco 37.76                 | Vmp                                  | 30.36 V        |        |        |        |
| Isc temperature coeff [mA/K]                 | mulsc 5.53                | FF                                   | 75.6%          |        |        |        |
| <b>Additional parameter</b>                  |                           |                                      |                |        |        |        |
| Shunt resistance                             | Rshunt 350                | Rsh auto                             | 350 Ohm        |        |        |        |
| RShunt expon. parameter                      | Rsh_0 3500                | Rsh_Exp                              | 5.5            |        |        |        |
| Serie resistance                             | Rserie 0.304              | RsMax                                | 0.39 Ohm       |        |        |        |
| Recombination parameter (for amorphous only) | D2muTau 0                 | D2Max                                | 1/V            |        |        |        |
|  |                           | Vbi                                  | 0.9 V          |        |        |        |
| DGammaT (recommended: 0)                     | DGamma -0.00041           | Options                              | 0              |        |        |        |
| <b>Model results</b>                         |                           |                                      |                |        |        |        |
|  | Gamma 1.05                | I0Ref                                | 0.63 nA        |        |        |        |
|  | muPmpp -0.407 %           |                                      |                |        |        |        |
|  | muVco -0.30 %             |                                      | -114 mV/°C     |        |        |        |
|  | Efficiency at STC 15.71 % |                                      |                |        |        |        |
| Irradiance [W/m <sup>2</sup> ]               | 1000                      | 800                                  | 600            | 400    | 200    | 100    |
| Rel. eff. Model                              | 0.00%                     | 0.35%                                | 0.41%          | 0.00%  | -1.93% | -5.05% |
| Rel. eff. Measure                            | 0.00%                     | 0.55%                                | 0.63%          | -0.01% | -2.41% | -5.86% |
| <b>Set the model</b>                         |                           | NoCalc                               | 245            | Model  | 246    |        |

Ein technischer Report zur Parameter-Analyse in PV-Syst. Die unsicheren Parameter stehen unter „Additional Parameters“.

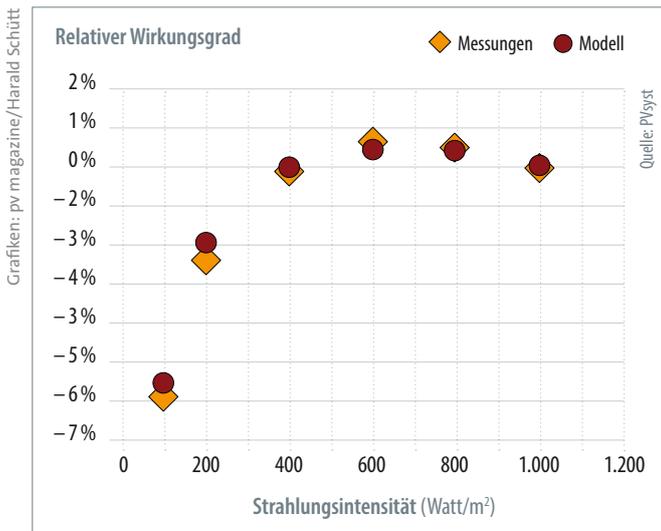
res möglich. Insgesamt fünf Parameter, auch die unsicheren Parameter genannt, sind am Ende ausschlaggebend. PV-Syst legt die Werte für diese Parameter als Grundannahme, den „default values“, in dem Programm fest und beruft sich dabei auf eigene Erfahrungswerte.

„Die wichtigsten unsicheren Parameter sind der Serienwiderstand und der Nebenschlusswiderstand“, sagt André Mermoud, Gründer und Entwickler von PV-Syst. In der Vergangenheit monierten viele Modulhersteller, dass die Annahmen für „Rserie“ und „Rshunt“, wie sie in PV-Syst heißen, zu konservativ getroffen wurden und die Module in PV-Syst schlechter aussehen, als sie sind. Auch seitens der unabhängigen Labore ist zu hören, dass die „default values“ von PV-Syst in der Vergangenheit zu konservativen Ertragsprognosen geführt hätten. Von den Grundannahmen, die in der aktuellen Version von PV-Syst getroffen werden, sagt Mermoud jedoch: „Das entspricht ziemlich genau oder ist knapp unter dem, was wir bei den meisten Modulen mit validen Schwachlichtmessungen sehen.“

Modulhersteller können alternativ auch eine valide Schwachlichtmessung durch ein akkreditiertes Labor durchführen lassen, um die vermeintlich zu konservativen Grundannahmen in der Bibliothek von PV-Syst zu korrigieren. Die Module werden dann nicht nur einmal bei 1.000 Watt und 25 Grad getestet, sondern bei 22 verschiedenen Temperaturen und Strahlungsintensitäten – bei 15, 25, 50 und 75 Grad Celsius und bei verschiedenen Stufen der Strahlungsintensität zwischen 100 und 1.100 Watt pro Quadratmeter. Das Prozedere dafür ist in der IEC-61853-Norm festgeschrieben. PV-Syst nutzt die Schwachlichtmessung nach dieser IEC-Norm, um die unsicheren Parameter entsprechend der 22 Messpunkte anzupassen. Dabei verändert PV-Syst die unsicheren Parameter entsprechend einer ganz bestimmten Vorgehensweise, bis die simulierte Wirkungsgradkennlinie mit der Messung übereinstimmt. (Siehe Kasten links)

### Wenig valide Schwachlichtmessungen

„Aber in den letzten Jahren haben wir nur noch sehr wenige Schwachlichtmes-



**Abbildung 2:** Der Nebenschlusswiderstand und Serienwiderstand werden so lange verändert, bis die Simulation mit den gemessenen Werten, den grünen Karos, übereinstimmt. In diesem Fall gibt es nur noch eine kleinere Abweichung im Schwachlichtbereich unter 200 Watt pro Quadratmeter.

sungen der Hersteller erhalten“, sagt Mermoud. Er schätzt, dass zwischen 20 und 25 Hersteller valide Schwachlichtmessungen eingereicht haben, allerdings eher für ältere Module. Seit zwei oder drei Jahren habe er kaum noch solche Labormessungen erhalten.

Wie sichern sich Projektentwickler nun ab? Zum einen können Sie darauf achten, woher sie ihre PAN-Dateien beziehen. Die Labore, die auch die Schwachlichtmessung durchführen, können auch die fünf unsicheren Parameter, anhand der Messung definieren. Die meisten PAN-Dateien werden heute in unabhängigen Laboren erstellt. Wer solche PAN-Dateien nutzt, sollte unbedingt einen Bericht darüber, wie die Werte definiert wurden anfordern. Das kann weniger technisch orientierten Entscheidern die Gewissheit bieten, dass die Werte entsprechend Qualitätsstandards definiert wurden und somit auch seriöse Prognosen abgeliefert werden können. Wie genau die Labore dabei die gemessenen Werte auf das von PV-Syst genutzte Modulmodell, das Ein-Dioden-Modell, übertragen, ist nämlich durch keinen IEC-Standard vorgeschrieben.

Für die PAN-Dateien variiert das Fraunhofer ISE, wie auch andere bekannte Labore, die PAN-Dateien erstellen, die Parameter, bis sie eine möglichst gute Übereinstimmung zwischen simulierten und gemessenen Wirkungsgradverläufen hergestellt haben, sagt Ulli Kräling, Quality Manager am Fraunhofer ISE. Das Vorgehen kann dabei in der Methodik von PV-Syst abweichen. „Es existieren unterschiedliche Verfahren, um zum Beispiel den Serienwiderstand  $R_{serie}$  zu bestimmen“, sagt Kräling. „Allerdings entspricht dieser Serienwiderstand nicht einem tatsächlichen Widerstand, sondern repräsentiert nur einen Wert, der für das entsprechende Modulmodell das richtige Ergebnis liefert. Wenn sich das Verfahren oder das Modell

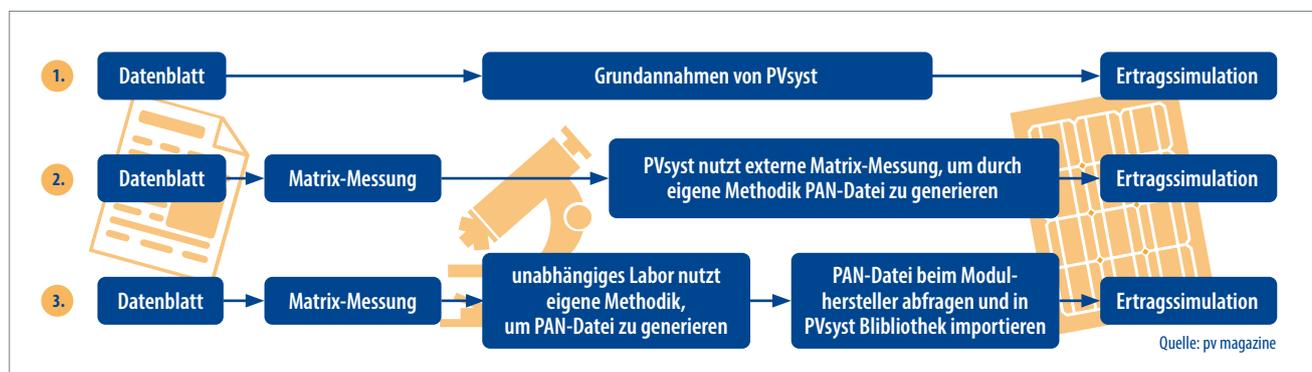
**„Wenn sich das Verfahren oder Modell ändert, dann ergeben sich andere Werte für den Serienwiderstand.“**

ändert, dann ergeben sich andere Werte für den Serienwiderstand. Das heißt, es existiert kein ‚richtiger‘ Serienwiderstand.“ Er fügt aber auch hinzu, dass es keinen Sinn ergebe, ein von PV-Syst abweichendes Modell zu verwenden, wenn die Werte später für eine Ertragsberechnung mit PV-Syst genutzt würden.

**Verschiedene Laborpraktiken**

Eine Praxis der nicht alle Labore folgen. Dass einige Labore alle fünf unsicheren Parameter als Variablen verwenden, führt zu unsicheren Ergebnissen, sagt Mermoud. „Für mich kann diese Methode nicht zuverlässig sein, da es unmöglich ist, ein eindeutiges Ergebnis für fünf Parameter in einer solchen nichtlinearen Gleichung und für so unzuverlässige Datenpunkte zu erhalten“, so Mermoud. Als Beispiel nennt er den Wert für den Exponentialfaktor des Nebenschlusswiderstands. Laut PV-Syst sollte der bei etwa minus 5,5 Ohm liegen. Aber, so berichtet er, liege der Wert manchmal auch bei 0 Ohm oder bei 10 bis 15 Ohm, wenn alle unsicheren Parameter als Variable genutzt werden.

Die Frage, ob dieser methodische Unterschied mehrere Prozent mehr Ertrag berechnen würde und somit Hao Shens Ergeb-



**Abbildung 3:** Es gibt drei Wege, die Aufschluss zum genauen Verhalten von Modulen geben. Wer nicht mit den Grundannahmen in PV-Syst rechnen möchte, sollte genau hinsehen und technische Berichte zur Herleitung der Werte beachten.

## Installation

nisse von sechs Prozent Diskrepanz erklären könnte, verneint Mermoud klar. Die Vorsicht, die so bearbeiteten PAN-Dateien trotzdem nicht ohne Weiteres in die PV-Syst-Bibliothek aufzunehmen, ist laut Mermoud dennoch geboten. PV-Syst kann nicht von allen Laboren die Methodik hinter jeder PAN-Datei genau nachprüfen. Neben den branchenvertrauten Laboren, die selbst einen Ruf zu verlieren haben, gebe es auch noch Labore, die eher bereit wären, sehr ambitionierte PAN-Dateien zu erstellen.

### PV-Syst integriert keine im Labor erstellten PAN-Dateien

Aus diesem Grund integriert das Software-Unternehmen auch keine im Labor erstellten PAN-Dateien in seiner eigenen Datenbank. PV-Syst möchte verhindern, dass unrealistische PAN-Dateien in der eigenen Bibliothek auftauchen. Das ist nachvollziehbar. Da PV-Syst demzufolge keine pauschale Qualitätskontrolle der PAN-Dateien anbietet, müssen Gutachter für Ertragssimulation die Kontrolle selbst durchführen. Dabei gilt, dass es sich lohnt, auch bei PAN-Dateien, die von einem unabhängigen Labor erstellt wurden, genauer hinzugucken, sagt Hadamscheck. Zwar seien PAN-Dateien aus „namhaften“ Laboren verlässlicher als andere, aber: „Wir sehen uns alle PAN-Dateien an und bewerten diese.“

**„Mir ist kein einziger  
Modulhersteller bekannt,  
der eine Garantie auf den  
Ertrag laut PAN-Datei gibt.“**

Eine weitere Möglichkeit zur Absicherung: Durch unabhängige externe Testlabore erstellte PAN-Dateien mit entsprechenden Berichten, wie die Werte ermittelt wurden, geben allen involvierten Parteien in einem Projekt die Sicherheit, dass es sich um seriöse, belastbare Daten handelt. In so einem Bericht können technisch versierte Nutzer der PAN-Datei nachvollziehen, wie das Labor auf die Werte der unsicheren Parameter gekommen ist. Diese entsprechenden Berichte können nicht zuletzt auch verhindern, dass die Angaben in den PAN-Dateien nachträglich gefälscht werden. Denn auch das sei ein Problem, sagt Erion-Lorico von PV Evolution Labs. Es sei bereits vorgekommen, dass einige Modulhersteller die Werte in der durch ein namhaftes Labor erstellten PAN-Datei nachträglich geändert haben. Es seien viele kleinere Stellschrauben, an denen die Autoren der PAN-Dateien und der Ertragsgutachten drehen könnten, um ein besseres Ergebnis zu erhalten.

### Fake beim Reflexionsverhalten?

Eine Stellschraube, an der laut Mermoud zuletzt besonders häufig gedreht wurde, beschreibt das Verhalten der Glasscheibe bei schrägem Lichteinfall. „Dieser Parameter kann die Vorhersage im Vergleich zur Realität deutlich erhöhen“, sagt Mermoud. „Viele Hersteller bieten ihre eigenen PAN-Dateien mit

völlig abweichenden Einstrahlwinkleistungen an. Dies kann zu einer Leistungsüberschreitung von ein bis zwei Prozent in der Simulation führen.“ Die Angaben zum Einstrahlwinkelkorrekturfaktor, die viele Hersteller bei PV-Syst machen, hält er für „komplett unrealistisch“. PV-Syst beruft sich auf das Sandia National Laboratory in den USA und sagt der Incidence Angle Modifier (IAM)-Faktor sollte bei 95 bis 96 Prozent Lichtdurchlass bei 60 Grad Einfallswinkel liegen und legt diesen Wert auch als Grundannahme fest. Aber immer mehr Hersteller geben Werte von 99 Prozent an.

### Messunsicherheit im Blick behalten

Eine Beobachtung, die auch die Autoren von Ertragsgutachten machen. „Wir sehen eine Entwicklung, dass von Seiten der Modulhersteller vermehrt PAN-Dateien zur Verfügung gestellt werden, die ein extrem gutes Reflexionsverhalten zeigen“, sagt Hadamscheck. Auf der anderen Seite ist es die Aufgabe von Gutachtern, gegebenenfalls zu optimistische Annahmen herauszufiltern. „Bei sehr guten Werten halten wir uns an gewisse Mindestverluste durch die Reflexion“, sagt Hadamscheck. „Grund hierfür ist, dass uns bislang noch keine gute und vollständig nachvollziehbare technische Erklärung vorliegt, warum das Reflexionsverhalten so gut sein sollte.“

Ein weiterer Punkt, den die Nutzer von PAN-Dateien im Blick behalten sollten, ist die Messunsicherheit. „Aus meiner Erfahrung heraus habe ich festgestellt, dass PAN-Dateien selbst für das völlig identische Produkt gemessen in verschiedenen externen Testlaboren unterschiedliche Werte liefern können“, sagt ein Vertreter eines Modulherstellers, der anonym bleiben will. „Das liegt zum einen an der Messgenauigkeit für einige Parameter und auch an möglichen anderen Einflüssen der Testprozeduren.“

Einige Modulhersteller können sich genau das zunutze machen, berichtet Erion-Lorico. Beim Flash-Testen gibt es eine inhärente Messunsicherheit, so der Modulspezialist. Er hält es für möglich, dass einige Hersteller ihre Module an fünf verschiedene oder mehr Labore schicken. „Die Ergebnisse liegen dann wahrscheinlich innerhalb von plus oder minus zwei Prozent zueinander“, sagt Erion-Lorico. Das reicht schon aus. Die Hersteller können sich dann die beste PAN-Datei aussuchen und dem Projektierer oder Gutachter geben. Eine weitere Beobachtung Erion-Loricos sollte zusätzlich zu Vorsicht bei PAN-Dateien führen: „Mir ist kein einziger Modulhersteller bekannt, der eine Garantie auf den Ertrag, der durch eine PAN-Datei berechnet wurde, gibt.“

Es seien eben die vielen kleinen Stellschrauben, an denen einige Gutachter und Hersteller drehen, die zu größeren Schönungen führen. „Es ist ein Tod durch tausend Schnitte“, sagt Erion-Lorico. Am Ende sei schwer nachvollziehbar, welche Stellen in der PAN-Datei aggressiven Annahmen unterlagen. Wer unachtsam ist, bleibt im Zweifel auf hohen Kosten sitzen.

Eine Lösung für das Problem liegt aber nicht nur in immer präziseren Gutachten. Auch die „Sicherheitspolster“, die in die Kredithöhe hineingerechnet werden, sollten in dem Zuge überdacht werden. Branchenüblich seien in den USA das 1,3-fache des Kapitalflusses, sagt Hao Shen. Doch immer mehr Banken tendieren zu dem 1,25-fachen des Kapitalflusses. Das könnte das Problem in Zukunft weiter verschärfen. Marian Willuhn

# Feste Verbindung auf losem Grund

**Fundamente:** Konversionsflächen wie ehemalige Mülldeponien oder Tagebaugelände eignen sich ideal als Standorte für Photovoltaikkraftwerke. Die Planung und Umsetzung eines solchen Projekts funktioniert allerdings nicht nach „Schema F“. Denn dort herrschen meist schwierige Bodenverhältnisse, die eine Verwendung von Standardfundamenten unmöglich machen. Welche Probleme auftreten können und was bei der Planung zu beachten ist, erläutert Cedrik Zapfe, CTO bei der Schletter Group.

Das Konzept ist reizvoll: Flächen, die für die Endlagerung von Abfall genutzt werden, bekommen als Standort zur Erzeugung von Solarstrom eine neue und nachhaltige Funktion. Bei Tagebauflächen – insbesondere wo Kohle gefördert wurde – hat dies einen besonderen Charme: Dort schließt sich buchstäblich der Kreis der Energiewende.

So ist in den letzten Jahren die Erschließung von Deponie- und Tagebauflächen als Photovoltaikstandorte stark gestiegen. Dazu hat auch beigetragen, dass diese Flächen bisher planungsrechtlich privilegiert waren. Dass dieser Trend zurückgeht, weil auch andernorts die Genehmigung von Photovoltaikanlagen erleichtert werden soll, ist nicht zu befürchten. Denn diese Entwicklung geht einher mit einem weiteren Trend: Waren bis vor einigen Jahren fast ausschließlich Investoren auf dem Markt aktiv, sind es inzwischen immer mehr Betreiber und Energieversorger. So wechseln viele Energieerzeuger, die bisher in fossile Brennstoffe investiert haben, das Geschäftsfeld und betreiben große Photovoltaikanlagen. Zum Teil können dazu eigene Tagebauflächen genutzt werden. Damit können sie unter anderen Voraussetzungen planen als ein klassischer Investor. Das gilt auch für Deponien, die in der Regel auf dem Eigentum von Kommunen stehen.

## „Eine Alternative zu Ramm- oder Schraubfundamenten aus Stahl ist eine Flachgründung aus Ortbeton.“

### „Nicht konsolidierter Boden“

Wer ein solches Vorhaben plant, sollte sich aber darüber im Klaren sein: Projekte auf Konversionsflächen sind anspruchsvoll. Vor allem die Verbindung der Anlage mit dem Untergrund ist alles andere als trivial. Auf Deponien ist der Boden häufig nicht „konsolidiert“. Das bedeutet, er ist bei Weitem noch nicht so verdichtet und daher tragfähig wie natürlich gewachsener Boden. Hinzu kommt, dass die sogenannte „Rekultivierungs-



Fotos: Schletter

Bei Flachgründungen aus Beton ist in der Regel kein Bodengutachten nötig.

schicht“, die auf Deponien angelegt wird, meist nur zwischen 80 und 120 Zentimeter tief ist. Darunter befindet sich eine Versiegelung, die nicht durchdrungen oder beschädigt werden darf. Die Eindringtiefe für Fundamente ist also begrenzt. In Verbindung mit dem nicht konsolidierten Boden reicht sie in der Regel nicht aus, um mit herkömmlichen Rammfundamenten zu arbeiten.

Auch auf verfüllten Tagebauflächen herrschen meist schwierige Bodenverhältnisse. Hier ist der Boden ebenfalls in der Regel nicht konsolidiert oder dessen Tragfähigkeit sehr heterogen – insbesondere wenn die Verfüllung mit verschiedenen Materialien oder zu verschiedenen Zeitpunkten stattgefunden hat. Hinzu kommt noch ein weiterer Aspekt: Bei ehemaligen Bergbaugeländen trifft man häufig auf eine aggressive chemische Bodenzusammensetzung mit erhöhtem pH-Wert beziehungsweise Sulfat- oder Sulfidgehalt. Dies gilt insbesondere dort, wo früher Kohle gefördert wurde. In Verbindung mit Niederschlagswasser bilden sich dann im Erdreich Säuren, die Metalle angreifen. Damit herrschen dort deutlich erhöhte Anforderungen an den Korrosionsschutz.

# Installation

|        | Rammfundament   | Schraubfundament   | Ortbeton   | Betonpfosten  |
|--------|---|--|--|---|
| Pro    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• schnell</li> <li>• günstig</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• immer noch schneller Bau- fortschritt</li> <li>• geringere Eindringtiefe</li> </ul>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• in der Regel kein geologi- sches Gutachten nötig</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• weniger Beton nötig als bei Betonfundament</li> </ul>  |
| Kontra | <ul style="list-style-type: none"> <li>• gegebenenfalls nur bei kon- solidiertem Boden möglich</li> <li>• hohe Eindringtiefe nötig</li> <li>• gegebenenfalls zusätzlicher Korrosionsschutz nötig</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• nicht für Ein-Stützen-Syste- me geeignet</li> <li>• gegebenenfalls zusätzlicher Korrosionsschutz nötig</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• langsamer Baufortschritt</li> <li>• Befahrbarkeit mit schwerem Gerät nötig</li> <li>• teuer</li> <li>• nicht für abschüssiges Gelände geeignet</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• gewisse Eindringtiefe nötig</li> <li>• langsamer Baufortschritt</li> <li>• teurer als Stahlfundamente</li> <li>• Befahrbarkeit mit schwerem Gerät nötig</li> </ul> |

## Technische Machbarkeit prüfen

Unter solchen Bedingungen ist die Wahl des richtigen Fundaments eine komplexe Entscheidung, die sich an technischen und wirtschaftlichen Erwägungen orientieren muss. Für eine fundierte Entscheidungsgrundlage sollte am Anfang immer eine technische Machbarkeitsprüfung stehen, die sämtliche technische Möglichkeiten analysiert und durchspielt.

Die Grundlage ist in der Regel ein geologisches Bodengutachten, das unter anderem Aufbau, Zusammensetzung und die Porosität des Bodens analysiert. Das Gutachten erstellt entweder ein spezialisierter Dienstleister oder der Montagehersteller – sofern er über die entsprechende Erfahrung verfügt. Im Falle einer Deponie muss parallel dazu mit dem Betreiber geklärt werden, wie tief die Fundamente maximal in die Rekultivierungsschicht eingebracht werden dürfen. Daraus ergeben sich die technischen Parameter, die bei der Berechnung und Planung der Anlage berücksichtigt werden müssen. Dies ist nicht nur für die Wahl des richtigen Fundaments wichtig, sondern beispielsweise auch für die Frage, ob mit einem Ein- oder Mehrstützensystem geplant werden kann.

## Alternative Schraubfundament – aber nur mit zwei Stützen!

Reichen etwa bei einer Deponie maximale Eindringtiefe und Bodenbeschaffenheit nicht aus, um mit Rammfundamenten zu arbeiten, kommen unter Umständen Schraubfundamente in Betracht. Anstatt eines gerammten Metallprofils werden dazu Erdschrauben in den Boden eingedreht. Der Montageaufwand ist etwas höher als bei Rammfundamenten, aber immer noch deutlich geringer als bei Betonfundamenten.

Während Rammprofile durch Mantelreibung die Kräfte in das Erdreich ableiten, erzeugt bei Schrauben das Gewinde eine kraftschlüssige Verbindung mit dem Boden. Damit lässt sich bei geringerer Eindringtiefe eine höhere Tragfähigkeit erzeugen. Dies gilt jedoch nur für Druck- und Zugbelastung in vertikale Richtung. Aufgrund ihrer runden Form „verdrängen“ Bodenschrauben bei seitlicher Belastung den Boden und können dadurch deutlich weniger Biegemoment in das umgebende Erdreich ableiten. Das hat Folgen für die Wahl des Montagesystems: Bei Schraubfundamenten muss grundsätzlich immer ein Zwei-Stützen-System verwendet werden. Bei einstützigen Systemen besteht die Gefahr, dass sich durch wechselnde seit-



Kompromiss: Hybridfundamente kommen mit weniger Beton aus als reine Betonfundamente.



Schraubfundamente benötigen eine geringe Eindringtiefe, sind jedoch nur für Zwei-Stützen-Systeme geeignet.

liche Zug- und Druckbelastung das Erdreich auflockert und die Tragfähigkeit abnimmt.

### Fundamente aus Ortbeton

Eine Alternative zu Ramm- oder Schraubfundamenten aus Stahl ist eine Flachgründung aus Ortbeton. Diese hat den Vorteil, dass sie die Last auf eine größere Fläche verteilt und gar nicht oder nur sehr gering in den Boden eindringt. Bei einer Entscheidung für Ortbetonfundamente kann in der Regel auf ein Bodengutachten verzichtet werden. Allerdings ist die Herstellung von Betonfundamenten teurer und der Baufortschritt deutlich langsamer, da der Beton vor Ort gegossen wird, trocknen und aushärten muss.

Außerdem setzt dies voraus, dass das Gelände mit schwerem Gerät, also Betonmischern und schweren Baufahrzeugen befahren werden kann. Dies ist insbesondere bei Deponien häufig nicht der Fall. Auch für Geländeneigungen ab circa 30 Grad sind Betonfundamente nicht geeignet. Um ein Abrutschen zu verhindern, müsste das Gelände terrassiert werden, was die Kosten zusätzlich erhöht und teilweise technisch ausgeschlossen ist, etwa bei dünnen Rekultivierungsschichten.

### „Hybrid-Fundamente“ aus Stahl und Beton

In bestimmten Fällen kann es auch sinnvoll sein, Ramm- und Ortbetonfundamente zu kombinieren. So können zum Beispiel herkömmliche Rammfundamente mit geringer Eindringtiefe in den Boden eingebracht und zusätzlich mit einer vor Ort gegossenen „Beton-Manschette“ ertüchtigt werden. Solche „Hybridlösungen“ sind ein Kompromiss aus beiden Welten: Je nach Gegebenheiten können sie ermöglichen, dass mit einem Ein- statt einem Zweistützensystem gearbeitet werden kann, und dadurch Kosten gespart werden. Zudem ist weniger Beton nötig, als bei einem reinen Betonfundament. Hier wie bei allen Fundamenten, bei denen Beton verwendet wird, ist noch ein weiterer Gesichtspunkt zu beachten: In Einzelfällen kann eine Verwendung von Beton auch aufgrund behördlicher Auflagen nicht gestattet sein.

### Zusatzproblem Korrosion

Ergibt die Bodenanalyse einen erhöhten pH-Wert oder einen hohen Anteil von säurebildenden Salzen im Boden, muss bei der Planung noch ein zusätzlicher Aspekt berücksichtigt werden. Eine herkömmliche Zinkbeschichtung reicht dann nicht aus, um Fundamente aus Stahl zuverlässig gegen Korrosion zu schützen. Der Korrosionsschutz muss daher zusätzlich ertüchtigt werden.

Eine Möglichkeit ist die Beschichtung der Ramm- oder Schraubfundamente mit Epoxidfarben. Dies erzeugt einen

zusätzlichen Schutz, der dauerhaft Korrosion verhindert. Allerdings erhöhen sich dadurch die Kosten pro Fundament gegenüber der einfachen Verzinkung um 30 bis 40 Prozent.

**„In bestimmten Fällen kann es auch sinnvoll sein, Ramm- und Ortbetonfundamente zu kombinieren.“**

Wenn zwei Probleme zusammenkommen – nicht konsolidierter Boden und aggressive chemische Zusammensetzung – kommt auch eine Kombination in Betracht aus Bohren und Betonieren: Dabei werden für die Fundamente Löcher gebohrt, in die ein Rammpfostenstahl eingesteckt wird. Anschließend wird das Bohrloch mit Beton verfüllt und verdichtet. Damit ist der Rammpfosten von Beton umgeben und kommt nicht in Kontakt mit dem umgebenden Erdreich. Zudem ist dies wesentlich günstiger als klassische Betonfundamente, weil wesentlich weniger Beton benötigt wird. Über eine gegenüber einem Metallprofil erhöhte Mantelreibung wird eine statisch belastbare Verbindung auch in nicht konsolidiertem Erdreich geschaffen. Voraussetzung ist allerdings eine bestimmte Mindesteindringtiefe.

### Rückbau- und Montagekosten nicht vergessen!

Bei der Wahl des richtigen Fundaments geht es letztlich darum, aus den technischen Möglichkeiten die für das jeweilige Projekt wirtschaftlichste Lösung zu finden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die kalkulierte Lebensdauer für Photovoltaikanlagen zuletzt gestiegen ist. Sie orientiert sich nicht mehr an der Dauer der Einspeisevergütung, sondern die Anlage muss sich unabhängig davon rechnen. Damit steigt die kalkulierte Lebensdauer auf Zeiträume von 35 bis 40 Jahren oder mehr. Dies gilt erst recht, wenn die Anlage von professionellen Energieversorgern betrieben wird. Langlebigkeit und Versorgungssicherheit werden hier stärker gewichtet als eine möglichst schnelle wirtschaftliche Amortisation.

Dabei wird ein Punkt gerne vergessen: die Rückbaukosten am Ende der technischen Lebensdauer. Hier müssen bei Beton höhere Werte angesetzt werden als bei Stahlfundamenten. Während bei der Verwendung von Stahl die Rückbaukosten in der Regel vom Schrottwert des Materials abgedeckt werden, ist dies bei Beton nicht der Fall.

Cedrik Zapfe



#### Der Autor

**Cedrik Zapfe** ist Bauingenieur und öffentlich vereidigter Sachverständiger für Metallbau. Nach dem Studium mit Schwerpunkt Tragwerksplanung und Promotion über Stahl- und Verbundkonstruktionen war Zapfe von 2001 bis 2007 Partner und Leiter eines Ingenieurbüros mit Fokus auf Brückenbau und Baudynamik in München. 2008 wechselte er zur Schletter Group und gründete das Ingenieurbüro Dr. Zapfe GmbH, das auch auf die statische Auslegung von Photovoltaikanlagen weltweit spezialisiert ist. Seit 2018 ist Zapfe CTO der Schletter Group und in dieser Position verantwortlich für die Produktentwicklung, Softwareentwicklung und Projekt-Engineering.

## Produkte

### Module/Sharp

## Mit 400 Watt aus M10-Halbzellen

Sharp führt zwei Perc-Halbzell-Module, das NU-JC410 sowie die schwarze Ausführung auf den Markt. Die Variante mit silbernen Rahmen und weißer Rückseitenfolie hat einen Wirkungsgrad von 21 Prozent, schreibt Sharp. Wenn alles in Schwarz gehalten wird, müssen Kunden ein halbes Prozent Verlust hinnehmen.

Die zehn Busbars machen die Zellen, laut Hersteller, nicht nur weniger anfällig für Risse, sondern optimierten dank runder Form die Leistung. Der Temperaturkoeffizient wird mit -0,341 Prozent pro Kelvin angegeben. Bei einer Abmessung von 1.765 mal 1.048 Millimeter bringt das Modul 21 Kilogramm auf

die Waage. Gleich drei Anschlussdosen sollen einen größeren Wärmestau unter einer einzelnen Anschlussdose vermeiden und so Hotspots vorbeugen.

[www.sharp.de/solarmodule](http://www.sharp.de/solarmodule)

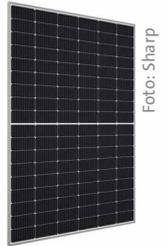


Foto: Sharp

### Module/FuturaSun

## G12-Drittelzellmodul im Gewerbe und für zu Hause

Der italienische Modulhersteller lancierte die SILK-Premium-Modulreihe. Die Module gibt es als Variante mit 120 Zellen mit 410 Watt Leistung und als 150-Zellen-Version mit

510 Watt Leistung. Beide Ausführungen nutzen Perc-Zellen im G12-Format, die zu Dritteln geschnitten werden. Zudem wurde der Abstand zwischen den Zellen von zwei Millimeter beim Vorgängermodell auf 0,8 Millimeter verringert. Das Modul misst 2.185 mal 1.098 Millimeter und wiegt 26 Kilogramm. In

der kleineren Version verteilen sich 120 Drittelzellen auf 1.754 mal 1.098 Millimeter und bringen 21 Kilogramm auf die Waage. Der Wirkungsgrad beider Module beträgt 21,29 Prozent.

[www.futurasun.com/de](http://www.futurasun.com/de)



Foto: Futura Sun

### Module/Hanwha Q-Cells

## Zero-Gap-Halbzellenmodul mit 495 Watt

Dürfen es 156 oder 132 Halbzellen sein? Diese Frage dürfen sich Interessenten für das Q.Peak-Duo-G10 von Hanwha Q-Cells stellen. Die 12-Busbar-Perc-Halbzellen werden ohne Abstände verschaltet. Der Wirkungsgrad der größeren Version beträgt 21,6 Prozent. In der kleineren Version sind es 0,7 Prozent-



Foto: Hanwha Q-Cells

punkte weniger. Die größere Variante Q.Peak-Duo-XL-G10 hat eine Leistung von 495 Watt, 80 Watt mehr als die kleinere Ausführung Q.Peak-Duo-ML-G10. Das größere Modul wiegt 26,5 Kilogramm.

[www.q-cells.de](http://www.q-cells.de)

### Module/Sunman

## 430-Watt-Fliegengewicht

Mit einer Leistung von 430 Watt und einer Abmessung von 2.125 mal 1.051 Millimetern steigt das Sunman eArc SMA-430F eigentlich mit Modulen, die um die 25 Kilogramm wiegen, in den Ring. Doch Sunman verwendet keine Glasplatte, sondern einen patentierten flexiblen Verbundwerkstoff, genannt eArc. Bei gleicher Robustheit und Langlebig-

keit soll der Werkstoff 95 Prozent dünner und 70 Prozent leichter als Glas sein. Das Resultat: Das Modul aus 144 Halbzellen wiegt nur 11,2 Kilogramm. Der Wirkungsgrad beträgt 19,3 Prozent und so steigt das Fliegengewicht in puncto Leistung mit den Schwergewichten in den Ring. Der Leistungstemperaturkoeffizient beträgt -0,38 Prozent pro

Grad Celsius. Die Leerlaufspannung liegt bei 49,6 bis 49,8 Volt und der Kurzschlussstrom bei 10,67 bis 10,64 Ampere.

[www.sunman-energy.com](http://www.sunman-energy.com)



Foto: Sunman

Montage/sbp sonne

## Wie ein Kugelfisch im Wasser

Schlauch Bergermann Partner versprechen mit diesem Floating-Photovoltaik-System mehr Sicherheit. Die Module werden auf 40 Meter langen und 80 Zentimeter dicken Membranschläuchen angebracht. Je zwei Röhren werden parallel zueinander gelegt und durch ein 4,5 Meter breites Stahlgestell getrennt.

Auf dem Gestell werden die Module befestigt. So kann auf einer Fläche von 80 mal 108 Metern ein Ein-Megawatt-Block entstehen. Unterhalb des Stahlgestells wird zudem eine helle Membranschicht mit einem Albedo-Wert von über 0,6 gespannt. Bei Wind erhöht das System von alleine den Druck in den Röh-



Foto: sbp sonne

ren, daher der Name „Gömbhal“. Das ist ungarisch und heißt „Kugelfisch“.

[www.sbp.solar](http://www.sbp.solar)

Wechselrichter/SMA

## Drei Phasen aus Kassel

Foto: SMA



Seit Beginn dieses Jahr gibt es einen DC-gekoppelten Hybrid-Wechselrichter aus dem Hause SMA, in vier Leistungsklassen zwischen fünf und zehn Kilowatt. Speicher können mit bis zu 30 Ampere be- und entladen werden. Im Falle eines Stromausfalls errichtet der Wechselrichter binnen 30 Millisekun-

den ein eigenes Netz. Zudem verfügt das Gerät über eine Schnittstelle, mit der Wärmepumpen und Wallboxen intelligent verbunden werden können, um sie kostensparender zu betreiben.

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

Wechselrichter/SolarEdge

## Optimiert mit Feingefühl

Mit neuen Leistungsoptimierern der „S-Serie“ will SolarEdge einige neue Sicherheitsfunktionen auf die Dächer bringen. Mit dem Sicherheitssystem „Solaredge Sense Connect“ verfügt der neue Optimierer über einen Temperaturfühler, der auf Steckerebene Lichtbögen verhindern könne. Für gewöhnlich pas-

siert das auf Strangebene. Wenn der Leistungsoptimierer eine Anomalie der Steckertemperatur erkennt, werde der Wechselrichter automatisch abgeschaltet und ein Service-Team informiert. Die Techniker könnten so auch Informationen über den genauen Ort des fehlerhaften Steckers erhalten. Die Leistungsopti-



Foto: Solaredge

mierer sind in den Leistungsklassen 440 Watt und 500 Watt erhältlich.

[www.solaredge.com/de](http://www.solaredge.com/de)

Wechselrichter/Fronius

## Ein Stier fürs Gewerbe

Foto: Fronius



Mit dem Tauro 50-3-D bietet Fronius seine Wechselrichter auch als 50-Kilowatt-Version an. Mit einem Eingangsspannungsbereich von 200 bis 1.000 Volt und drei MPP-Trackern sei das Gerät für komplexere Dächer ausgelegt. Doppelwandig, mit IP 65 zertifiziert und ausgestattet mit einer aktiven Kühlung könne der Wechselrichter stehend oder liegend

und ungeschützt aufgestellt werden. Fronius hat auch das Konfigurations-tool Solar.creator erweitert. Die Software ermöglicht es, Anlagen gleich mit passenden Batterien und Verbrauchern wie Elektroautos oder einer Warmwasseraufbereitung zu planen.

[www.fronius.com/de](http://www.fronius.com/de)

## Produkte

Speicher/Proton Motor, Xelectrix Power

### Good bye, Dieselgenerator

Die Verbindung von Brennstoffzellen und Batteriespeichern ist geglückt. Mit einer 129-Kilowatt-Brennstoffzelle und einer Lithium-Eisenphosphat-Batterie mit einer Kapazität von 240 Kilowattstunden haben die beiden Unterneh-

men die Insellösung „HyShelter 240“ konzipiert. Durch die Batterie kann das System auch auf kurzfristige Lastspitzen reagieren. Es soll fernab eines öffentlichen Stromnetzes Energie mit hoher Leistung bereitstellen und damit

Dieselgeneratoren ersetzen. Das System kommt in einem 20-Fuß-Container und soll auch in anderen Leistungsklassen angeboten werden.

[www.proton-motor.de](http://www.proton-motor.de)

Speicher/Home Power Solutions

### Ein Wasserstoff-Förster fürs Gewerbe

Foto: Home Power Solutions



Der Hersteller von Ganzjahres-Wasserstoffspeichern Home Power Solutions hat seine Produktpalette um eine Lösung für Gewerbeanlagen erweitert. Der „Förster“ ist eine Steuerungseinheit, die bis zu zehn der Wasserstoffsysteme picea (lateinisch „Fichte“) verbinden kann. So ließen sich bis zu 15.000 elektrische Kilowattstunden speichern. Zudem

sind Leistung und Speicherkapazität der Anlage auf den Bedarf des Einsatzortes konfigurierbar. Der Ganzjahresspeicher umfasst einen Elektrolyseur, eine Brennstoffzelle, Wasserstofftanks sowie eine kleinere Batterie.

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

Speicher/Varta

### Heimspeicher mit bis zu 19,5 Kilowattstunden

Mit dem AC-Komplettsystem, das heißt einem Speicher und dem dazugehörigen Batteriewechselrichter, schickt Varta einen neuen Heimspeicher auf den Markt. Das Gerät ist in unterschiedlichen Kapazitäten von 6,5 bis 19,5 Kilowattstunden erhältlich. Wobei es möglich sei, einen Speicher mit geringerer Kapazität nachträglich zu erweitern.

Bei vielen Verbrauchern können Nutzer über die „element backup“-Funktion die wichtigsten Geräte weiter betreiben. Wer auf nichts verzichten will, hat auch die Option, bis zu fünf Varta-Speicher zusammenzuschalten. Varta zufolge ist für die Kommunikation mit verschiedenen Photovoltaik-Wechselrichtern keine zusätzliche Hardware nötig. Im Online-



Foto: Varta

Betrieb des Systems gewährt der Hersteller bis zu zehn Jahre Garantie auf die Batterie und den gesamten Speicher.

[www.varta-ag.com/de](http://www.varta-ag.com/de)

Software/Valentin Software

### PAN-Import und neue Klimadaten für PV\*Sol

Die neueste Version des Simulationsprogramms PV\*Sol unterstützt nach Unternehmensangaben 64-Bit-Systemarchitekturen. Dadurch reiche die Rechenpower von PV\*Sol premium 2022 erstmals, um die weltweiten Klimadaten von 1996 bis 2015 des Anbieters Meteororm 8 zu verarbeiten. Mit PVGIS und Solcast fügte der Herstel-

ler des Programms, Valentin Software, zwei neue Klimadatenquellen hinzu, die mit typischem meteorologischem Jahr-(TMY)-Datensätzen besonders aussagekräftige Modelle berechnen können. Zudem können Nutzer jetzt auch beliebige Diagramme (wie Zeitreihen-, CarpetPlat-, und Kennlinien-Diagramme) einfach aus dem Diagramm-Editor her-

aus Projektberichten hinzufügen. Wer öfter SolarEdge-Systeme installiert, wird sich über die automatische Berechnung passender Verschaltungen freuen. Außerdem können in der aktuellen Version Moduldaten über Textdateien im pan-Format direkt hinzugefügt werden.

<https://valentin-software.com/>

Software/K2-Systems

## Projektdokumentation per App

Der Montagesystemhersteller K2 hatte bereits die CheckApp und K2 Base auf den Markt gebracht, um den Büroaufwand für Installateure während der Projektplanungsphasen zu reduzieren. Mit der neuen K2 DocuApp richtet sich das Unternehmen nun an die Digitalisierung der Projektdokumentationsphase. Nach Abschluss der Bauarbeiten einer Photovoltaikanlage gehen sämtliche Projektdokumente vom Installationsbetrieb zum Betreiber über. Darin enthalten sind Dokumente von verwendeten

Modulen, Speichern und Wechselrichtern. Zudem sollten einzelne Projektschritte fotografisch dokumentiert werden. Wer das mit der App, statt auf dem Papier, macht, spart bis zu 30 Prozent Arbeitszeit bei der Erstellung der Projektdokumentation, sagt K2. Nutzer können über die App auch die Baustellenadresse verlinken und eine projektspezifische Checkliste einrichten. Die App eignet sich für alle PV-Projekte, hebt K2 hervor. Es gebe keine Einschränkung bei der Auswahl der Her-

steller der Komponenten. Installateure, die ein K2-Montagesystem verbauen, haben trotzdem einen kleinen Vorteil. Sie können in der App mit einem Klick alle Planungsdaten und Berichte abrufen. Die App ist kostenlos, läuft auf iOS und Android. Einzige Voraussetzung ist ein K2-Konto, für das Installateure sich anmelden müssen. Zudem gibt es die App in 22 Sprachen.

[www.k2-systems.com](http://www.k2-systems.com)

Elektromobilität/Charge Amps

## Smart geladen

Die Ladesäule aus recyceltem Aluminium kann zwei Fahrzeuge gleichzeitig mit 22 Kilowatt laden und ist somit KfW-förderfähig. Ein Lastausgleich zwischen den Ausgängen, über einen Cloud Service intelligent gesteuert, sorgt dafür, dass bei parallelen Ladevorgängen das Stromnetz nicht überlastet wird. Zudem kann die Steuerung der Ladesäule auch auf Ladehistorien und Statistiken zurückgreifen und Ladevorgänge zeitlich planen. Gewerbliche und kommunale Betreiber können eine Ladepark so flexibel verwalten. Dafür steht die Ladesäule über WLAN oder LTE mit dem Internet in Verbindung. Zudem sei die Ladesäule nach DIN EN ISO 15118 Vehicle-2-Grid-fähig. Erhältlich ist die Lösung über Elektrofachhändler oder online. Der Hersteller gibt eine unver-



Foto: Charge Amps

bindliche Preisempfehlung von 2.899 bis 3.099 Euro für die LTE-Version ab. [www.chargeamps.com](http://www.chargeamps.com)

| Inserentenliste               |           |                                       |    |
|-------------------------------|-----------|---------------------------------------|----|
| BYD Company Ltd.              | 3         | pv magazine Roundtables EU            | 43 |
| DAfi GmbH                     | 25        | pv magazine Website Re-launch         | 31 |
| Energiequelle GmbH            | 23        | SHENZHEN GROWATT NEW ENERGY CO., LTD. | 5  |
| FRONIUS Deutschland GmbH      | U2        | SMA Solar Technology AG               | 9  |
| FRONIUS Deutschland GmbH      | 7         | SMA Solar Technology AG               | 11 |
| HagerEnergy GmbH              | Banderole | sonnen GmbH                           | 15 |
| Huawei Technologies Co., Ltd. | U3        | Stadtwerke Gießen AG                  | 41 |
| Intersolar Europe             | 71        | Umweltbank AG                         | 47 |
| Jinko Solar Europa            | U4        | Viessmann Climate Solutions SE        | 29 |
| myenergi GmbH                 | 17        | Zimmermann PV-Stahlbau                | 39 |

# Lesen Sie auch die letzten Ausgaben



November 2021

**Themenschwerpunkt Elektro-Ladelösungen:** Marktübersicht Wallboxen und Ladesäulen | Solaroptimiert Laden | THG-Minderungsquoten  
**Themenschwerpunkt Heizen:** Sanierung im Bestand | Wärmepumpen | Wärmewende



September 2021

**Themenschwerpunkt Umbruch im Installationsmarkt:** Big Money | Personalsuche | Nachwuchs | Digitalisierung  
**Themenschwerpunkt Innovation heute:** Herkunftsnachweise | Kombimodul | Parkplatz-Photovoltaik | Gütesiegel



Juni 2021

**Themenschwerpunkt 15-Gigawatt-Produkte:** Marktübersicht Heimspeicher | Große Module | Wechselrichter  
**Themenschwerpunkt 15-Gigawatt-Herausforderung:** Szenarien | Akzeptanz | Quartierslösungen | Solarpflicht

Hier können Sie die Ausgaben im Abo oder als Einzelheft bestellen: <https://shop.pv-magazine.com/de>

## Impressum

### Herausgeber

pv magazine group GmbH & Co. KG  
Kurfürstendamm 64  
10707 Berlin / Germany

### Redaktion pv magazine group

Dr. Michael Fuhs,  
Redaktionsleiter, Chefredakteur (Deutschland)  
Tel.: +49 (0)30 / 213 00 50-33  
fuhs@pv-magazine.com  
Sandra Enkhardt, enkhardt@pv-magazine.com  
Cornelia Lichner, lichner@pv-magazine.com  
Petra Hannen, hannen@pv-magazine.com  
Marian Willuhn,  
marian.willuhn@pv-magazine.com  
Jonathan Gifford, Chefredakteur (global)  
jonathan.gifford@pv-magazine.com  
Becky Beetz, Head of Content (global)  
beetz@pv-magazine.com  
Mark Hutchins,  
mark.hutchins@pv-magazine.com  
Emiliano Bellini, bellini@pv-magazine.com  
Blake Matich, bkmatich@pv-magazine.com  
Marija Maisch,  
marija.maisch@pv-magazine.com

### Schlussredaktion

Lektorat Happel

### Bildbearbeitung

Tom Baerwald

### Autoren dieser Ausgabe

Jochen Bettziche, Jan Figgner, Christopher Hecht, Stefan Hirzinger, Ina Röpcke, Dirk Uwe Sauer, Thomas Seltmann, Cedrik Zapfe

### Sales & Marketing Director

Andrea Jeremias, Tel.: +49 (0)30 / 213 00 50-23  
jeremias@pv-magazine.com

### Sales

Julia Wolters; Tel.: +49 (0)30 / 213 00 50 28  
julia.wolters@pv-magazine.com  
Rachel Sorenson, Tel.: +49 (0)30-213 00 50 39  
rachel.sorenson@pv-magazine.com  
Greater China & Korea, Hong Kong Office:  
Calvin Chong, Tel.: +852-9732 8266  
calvin@pv-magazine.com  
Nordamerika:  
Matt Gallinger, Tel.: +1 518 560 01 79  
matt@pv-magazine.com

### Italien:

Francesco Tedesco, Tel.: +39-328-939 24 50  
fr.tedesco@pv-magazine.com

### Marketing

Marina Romain, Tel.: +49 (0)30 / 213 00 50-29  
marina.romain@pv-magazine.com  
Adélaïde Cadioux  
adelaide.cadioux@pv-magazine.com

### Event Management

Frederike Egerer  
Tel.: +49 (0)30 / 213 00 50-32  
frederike.egerer@pv-magazine.com  
Beatriz Santos  
beatriz.santos@pv-magazine.com  
Lucie Demeillier  
lucie.demeillier@pv-magazine.com

### Advertising Administration

Patricia Novanti, Tel.: +49 (0)30 / 213 00 50-24  
media@pv-magazine.com

### Leserservice

Kontaktieren Sie support@pv-magazine.com  
oder besuchen Sie unseren Webshop:  
<https://shop.pv-magazine.com>

### Bezugspreise

Jahresabonnement print: 59 € inkl. Versandkosten und MwSt., Jahresabonnement digital: 45 € inkl. MwSt., Einzelheft print: 19 € inkl. Versandkosten und MwSt., Einzelheft digital: 14 € inkl. MwSt. Bei Neubestellungen gelten die zum Zeitpunkt des Bestelleingangs gültigen Bezugspreise.

### Erscheinungsweise

4 Ausgaben pro Jahr

### Bestellbedingungen

Bestellungen sind jederzeit in unserem Online-shop (<https://shop.pv-magazine.com/de>), beim Leserservice oder bei Buchhandlungen im In- und Ausland möglich. Sollte die Zeitschrift aus Gründen nicht geliefert werden können, die nicht vom Verlag zu vertreten sind, besteht kein Anspruch auf Nachlieferung, Ersatz oder Erstattung von im Voraus bezahlten Bezugsgeldern. Bitte teilen Sie Änderungen von Adressen oder Empfängern sechs Wochen vor Gültigkeit dem Leserservice mit. Gerichtsstand für Vollkaufleute ist Berlin, für alle Übrigen gilt dieser Gerichtsstand, sofern Ansprüche im Wege des Mahnverfahrens geltend gemacht

werden. Die kompletten AGB können online eingesehen werden:  
[www.pv-magazine.de/service/agb/](http://www.pv-magazine.de/service/agb/)

### Herstellung und Satz

Alexx Schulz | mADVCE Berlin

### Layout und Gestaltung

Solarpraxis AG, Berlin / SL-Design  
Stefan Lochmann

### Titelseite

Stefan Lochmann

### Druck

Humburg Media Group  
Am Hilgeskamp 51-57  
D-28325 Bremen

### Urheberrechte

Die systematische Ordnung der Zeitschrift sowie alle in ihr enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Mit der Annahme eines Beitrages zur Veröffentlichung erwirbt der Verlag vom Autor umfassende Nutzungsrechte in inhaltlich unbeschränkter und ausschließlicher Form, insbesondere Rechte zur weiteren Vervielfältigung und Verbreitung zu gewerblichen Zwecken mithilfe mechanischer, digitaler oder anderer Verfahren. Kein Teil dieser Zeitschrift darf außerhalb der engen Grenzen urheberrechtlicher Ausnahmebestimmungen ohne schriftliche Einwilligung des Verlages in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder andere Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsanlagen verwendbare Sprache übertragen werden.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen und dgl. in dieser Zeitschrift berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Namen ohne Weiteres von jedermann benutzt werden dürfen. Oft handelt es sich um gesetzlich geschützte eingetragene Warenzeichen, auch wenn sie nicht als solche gekennzeichnet sind.

ISSN 2196-6702

pv magazine wurde von der Solarpraxis AG unter Karl-Heinz Remmers gegründet und steht für akkurate Information zur Solarwirtschaft seit 1996.

# Smarte Energie für ein gutes Leben

Mit der Residential Smart PV Solution von Huawei

- Bis zu 30% mehr Energie durch Optimierer
- 24/7 grüner Strom mit der Smart ESS Batterie



*Solar*  
**Jinko**

# TIGER Neo · 620w

A Notch Above

[www.jinkosolar.eu](http://www.jinkosolar.eu)