

# BATTERIE-BOOM UND NACHHALTIGKEIT

## LITHIUM-IONEN-SPEICHER UND ALTERNATIVEN – EINE STANDORTBESTIMMUNG

Weltweit boomt die Stromspeicherung. In Deutschland entwickeln sich Solarstromspeicher zum Massenmarkt – und die Bedingungen werden immer besser. Der Bedarf an „seltene Erden“, Ausbeutung und Umweltbelastungen in Rohstofflieferländern werfen Nachhaltigkeitsfragen auf. Auf EU-Ebene soll die Nachhaltigkeit von Batterien jetzt besser geregelt werden.

„Experten erwarten eine 14-fache Steigerung der weltweiten Nachfrage nach Batterien bis zum Jahr 2030. Das Fortschreiten der Digitalisierung sowie der Ausbau schwankender Erneuerbarer Energien und – vor allem – der Elektromobilität sind die wesentlichen Treiber dieser Entwicklung.“ Im März hat das EU-Parlament herausgestellt, dass beim Übergang der Europäischen Union zu einer klimaneutralen Wirtschaft Batterien als eines der wichtigsten Elemente gelten. Das Parlament in Brüssel verabschiedete

deshalb mit großer Mehrheit eine Überarbeitung der EU-Batterieverordnung von 2006, mit der zukünftiges Design, Produktion, Entsorgung respektive Recycling von Batterien besser geregelt werden soll.

Vor kurzem haben die „Trilog“-Verhandlungen zwischen Vertretern von EU-Parlament, Rat und Kommission über den im Rahmen des „Green Deal“ erarbeiteten Entwurf begonnen. Dieser zielt darauf ab, den Binnenmarkt zu stärken, die Kreislaufwirtschaft zu fördern und die ökologischen und sozialen Auswirkungen in allen Phasen des Lebenszyklus von Batterien zu verringern. Batterien sollen ein Label tragen müssen, das ihren CO<sub>2</sub>-Fußabdruck widerspiegelt, damit ihre Umweltauswirkungen transparenter werden. Außerdem möchte das Parlament mit dem Label die gesamte Lebensdauer der Batterie abdecken: Es soll garantiert werden, dass neue Batterien einen Mindestgehalt an recyceltem Kobalt, Blei, Lithium und Nickel enthalten. Auf die

Abfallwirtschaft werden höhere Recyclingquoten für Altbatterien zukommen.

Während bei mobilen Anwendungen aufgrund der hohen Energiedichte kaum ein Weg an der Lithium-Ionen- (LI) Technologie vorbeiführt, sind bei stationären Batterien mehrere Alternativen möglich – und in vielen Fällen auch wirtschaftlich (siehe Kasten). Doch auch bei Stationärbatterien dominiert wegen der mittlerweile aufgebauten Massenproduktion die LI-Technik. Der weltweite Batterieboom auf der Basis von nur einer Technologie, die immer die gleichen „seltene Erden“ als Ausgangsmaterialien braucht, wirft natürlich Nachhaltigkeitsfragen auf: Wie Dr. Marcel Weil vom Karlsruher Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) schildert, sind der hohe Bedarf an Energie und an teils kritischen, unter hoher Umweltbelastung und schlechten Arbeitsbedingungen gewonnenen Materialien signifikante Auswirkungen der Batterieherstellung.

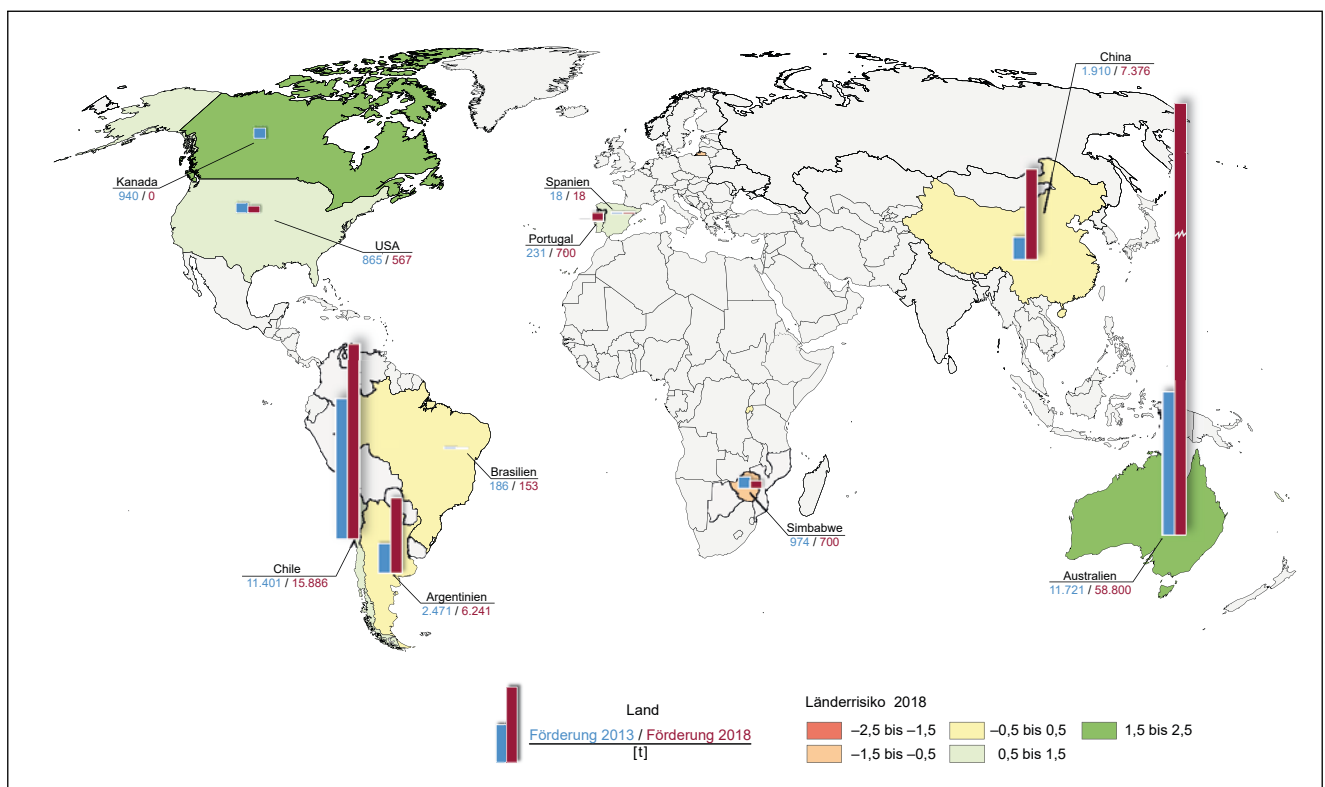


Bild 1: Lithiumförderung weltweit



Bild 2: Installation eines Outdoor-Speichers bei der Molkerei Zott in Günzburg

„Der Einsatz von Batterien ist nicht per se ökologisch sinnvoll“, weist der Leiter der Forschungsgruppe für nachhaltige Energietechnologien am ITAS hin. Neben den Umweltauswirkungen der Produktion müssten auch die Leistungsparameter während des Betriebs beachtet werden: die Energiedichte (je höher, desto geringer der Materialaufwand pro kWh Kapazität und damit die Umweltauswirkungen), die Effizienz, Lebensdauer und Recyclingfähigkeit. Insgesamt würden aktuelle LI-Batterien in vielen Anwendungsgebieten über den ganzen Lebenszyklus gesehen sehr gut abschneiden. Allerdings sei das Lithiumrecycling technisch schwierig und aufwendig. Im Gegensatz dazu seien zum Beispiel Blei- oder Redox-Flow-Batterien sehr gut zu recyceln. Außerdem: „Für eine

hypothetische, zu 100 % auf Erneuerbaren Energien basierende Weltwirtschaft stellen Ressourcenknappheiten ein Problem dar“, so Weil.

Fragwürdig erscheint vor allem, ob hierfür die Lithiumreserven des Planeten ausreichen. Laut einer Studie des Öko-Instituts von 2020 findet der größte Teil des weltweiten Lithiumabbaus (siehe Bild 1) in Australien statt: Dort wird Lithium aus Festgestein gewonnen und zur Batterieproduktion hauptsächlich nach China verschifft. Der fünfte Kontinent verfügt über die zweitgrößten bekannten Lithiumreserven der Erde – hinter dem Dreiländer-Eck Chile, Bolivien und Argentinien.

Dort, vor allem in der Atacamawüste von Chile, wird seit Jahren aus Salzseen Lithium abgebaut. Die Sole wird aus unterirdischen Grundwasserleitern an die Oberfläche gepumpt, wo sie verdunstet, bis eine ausreichend hohe Lithiumkonzentration erreicht ist. Der Lithiumabbau verschärft in der Trockenregion die Wasserknappheit, was Flora und Fauna gefährdet und auch schon zu sozialen Konflikten geführt hat. Während die Endlichkeit der Lithiumreserven noch kein absehbares Problem darstellt, ist dies bei Kobalt, einem vorzüglichen Kathoden-Material für LI-Akkus, anders: Würde der Verbrauch proportional zur Lithiumnachfrage steigen, könnten die weltweiten Ressourcen um 2050 knapp werden.

### Kobalt aus dem Kongo

Rund 60 Prozent des Kobalts der Welt wird im Kongo abgebaut. Dort stammt rund ein Fünftel aus nicht reglementiertem Kleinbergbau, wo unzureichende Ausbildung und Sicherheitsstandards sowie Kinderarbeit zu beklagen sind. Bei Neuentwicklungen wird deshalb oftmals versucht, Kobalt zu ersetzen. Viele Stationärspeicher haben eine Lithium-

Eisenphosphat-Kathode. Dieser Batterietyp zeichnet sich durch hohe Lade- und Entladeströme, eine sehr gute Temperaturstabilität und eine lange Lebensdauer aus. LI-Akkus gelten zwar als entflammbar, die Gefahrenlage ist aber beherrschbar, was die wenigen schweren Unfälle angesichts millionenfacher Verbreitung zeigen. An der Seltenheit von Zwischenfällen ändert auch die Fernabschaltung von LI-Speichertypen eines deutschen Solarspeicherherstellers kaum etwas, nachdem es kurz hintereinander zu drei Bränden gekommen war.

Als „Solarbatterien“ haben LI-Akkus in den letzten Jahren eine starke Ausbreitung gefunden. Den Eigenverbrauch von Strom einer PV-Anlage mithilfe eines Batteriespeichers kräftig zu erhöhen, spart mehr an Kosten für den Strombezug ein, als man an Vergütung für die Einspeisung ins Netz bekommen würde. Die Nachfrage nach Solarstromspeichern steigt ständig. Nach Angaben des Bundesverbandes Solarwirtschaft wurden 2021 circa 141.000 neue Heimspeicher in Deutschland installiert. Vermutlich könnte die Zahl noch höher sein, doch in letzter Zeit häuften sich Lieferschwierigkeiten auch bei einigen Batterien aus Fernost. Insgesamt sind in der Bundesrepublik schon rund 400.000 Batteriespeicher für Solarstrom im Einsatz. Während ungefähr jede zweite neue PV-Anlage gleich mit einem Speicher ausgestattet wird, besteht noch ein ungeheures Nachrüstpotenzial bei den rund zwei Millionen bestehenden PV-Anlagen (siehe Kasten).

Die Stromspeicherpreise sind in den letzten Jahren um fast die Hälfte gesunken: Eine Untersuchung der Hochschule RWTH Aachen hat für Kleinspeicher mit einer nutzbaren Kapazität von 5 kWh einen Durchschnittspreis von brutto 1.747 Euro/kWh ergeben. Bei Speichergrößen über 10 kWh sinkt der spezifische Preis auf 1.212 Euro/kWh. Abhängig von der Zyklenzahl über die Lebensdauer ergeben sich Kosten von 10 bis 30 Cent für die einzelne Kilowattstunde. Der Skaleneffekt



Bild 3: Dreiteilige Speichereinheit mit 19,5 kWh Bruttokapazität auf einem Schweinemastbetrieb; oben die Wechselrichter, unten die drei Lithium-Ionen-Batteriespeicher und die Back-up-Box für die Notstromversorgung



Bild 4: Installation eines 48-kWh-Gewerbespeichers mit Lithium-Ionen-Technik des Herstellers Tesvolt

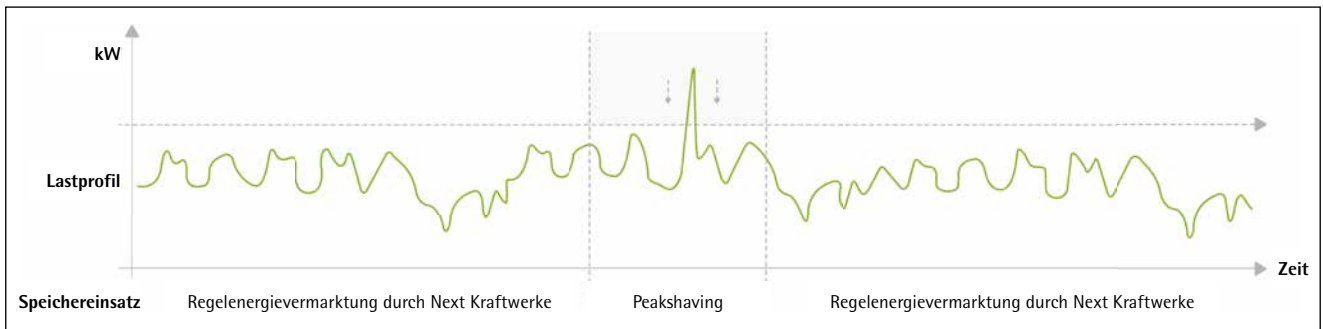


Bild 5: Schematische Darstellung eines Speichereinsatzes mit Peakshaving und Regenergievermarktung.

fekt bei größeren Speichern macht sich für Gewerbe- und Landwirtschaftsbetriebe mit höherem Stromverbrauch bezahlt. Zudem wird die Optimierung des Eigenverbrauchs künftig umso interessanter, wenn die EEG-Umlage ab Juli wegfällt, wie es die Bundesregierung schon angekündigt hat. Noch müssen bei PV-Anlagen größer 30 kW für den Selbstverbrauch 1,5 ct/kWh anteilige EEG-Umlage abgeführt werden.

Um die Strombezugskosten zu senken, ist darüber hinaus die Spitzenlastkapung (Peak Shaving, siehe Bild 5) lukrativ, da neben dem klassischen Arbeitspreis in ct/kWh immer ein Leistungspreis, der sich nach der Spitze im Leistungsbezug richtet, bezahlt werden muss. Außerdem haben stromintensive Letztverbraucher gemäß § 19 der Stromnetzentgeltver-

ordnung Anspruch auf ein individuelles Netzentgelt, wenn ihre Stromabnahme mindestens 7.000 Benutzungsstunden (Bh) im Jahr erreicht und der Stromverbrauch 10 GWh/a überschreitet. Die Benutzungsstundenzahl ergibt sich aus dem Quotienten der bezogenen Jahresenergie und der maximalen Bezugsleistung eines Unternehmens. Bei mehr als 7.000 Bh müssen in der Regel nur noch 20 % der regulären Netzentgelte bezahlt werden, da durch den konstanten Betrieb das Netz weniger belastet wird.

### Peak-Shaving-Projekt

Die Molkerei Zott etwa hat an ihrem Standort Günzburg zehn Outdoor-Gewerbespeicher mit einer Gesamtkapazität von 685 kWh errichtet. Das System besteht aus einer Batterie, einem Umrich-

ter, einem Notstromaggregat für lange Lastspitzen und einem Energiemanagementsystem. Es kappt die Lastspitzen der Molkerei um 618 kW und erzielt 7.031 Jahres-Benutzungsstunden. Eine gefragte Funktion von Batteriespeichern ist die Überbrückung von Stromausfällen: Dient der Speicher gleichzeitig als Netzersatzanlage oder USV (Unterbrechungsfreie Stromversorgung), die in sensiblen Bereichen wie Krankenhäusern erforderlich ist, können Investitionen in wartungsintensive BHKW oder ähnliches vermieden werden. Batteriespeicher können aber nicht nur Geld sparen, sondern auch Geld verdienen: Durch die Bereitstellung von Regenergie zur Stabilisierung des Stromnetzes – und das ohne nennenswerten Mehraufwand oder Investitionskosten.

### Nicht-Lithium-Batterien

Eine wichtige Lithiumalternative war sozusagen hundert Jahre lang der Platzhirsch unter den Stromspeichern: Bleibatterien. Sie sind in der Regel preisgünstiger als Lithium-Ionen- (Li) Akkus und fast vollständig zu recyceln. Mittlerweile gibt es verschlossene Bauarten mit Blei-Gel oder Blei-Kristall als Elektrolyt, die kaum noch ausgasen und wartungsfrei sind. Trotz des Technologiesprungs geraten Blei-Akkus immer mehr ins Hintertreffen, weil Effizienz, Energiedichte und vor allem Lebensdauer nicht mit Lithium mithalten können. Größter Nachteil ist die geringe Entladungstiefe von nur 50 % im Gegensatz zu 90 % bei Lithium.

Unter den marktverfügbaren Alternativen sind Vanadium-Verbindungen als flüssiger Elektrolyt zwar besonders langlebig. Vanadium-Redox-Flow-Batterien gelten aber als teuer. Ein wichtiger Vorteil ist, dass das Vanadium aus Schlacken der Stahlherstellung gewonnen werden kann. Während die geringe Energiedichte im stationären Einsatz kaum eine Rolle spielt, ist die niedrigere Entladerate von Nachteil, vor allem bei Netzdienstleistungen oder beim Peak Shaving. Als Entladerate oder „C-Faktor“ wird das Verhältnis von kW zu kWh bezeichnet. Ein C-Faktor von 1 C bedeutet, dass eine Batterie innerhalb von einer

Stunde komplett ge- oder entladen ist, ein C-Faktor <1, dass es länger als eine Stunde und ein C-Faktor >1, dass es weniger als eine Stunde dauert. Eine Zwei-Stunden-Entladung entspricht also 0,5 C, während eine Batterie mit 2 C innerhalb 30 Minuten entladen werden kann.

### Batterien auf Salz-Basis

Weitere Alternativvarianten sind Akkus mit Elektrolyten auf Salz-Basis: Bluesky Energy aus Österreich verwendet einen Salzwasser-Elektrolyt. Die Batterien gelten als sicher, umweltfreundlich und nicht brennbar, da keine giftigen oder seltenen Materialien enthalten sind. Nachteil ist neben der sehr geringen Energiedichte, mit der Folge eines enormen Platzbedarfs, vor allem die „Trägheit“ in Bezug auf die Regelungsgeschwindigkeit. In einem Fachartikel hat das Karlsruher ITAS mit Dr. Marcel Weil als Co-Autor eine voraussichtliche Lebenszyklusbewertung einer Salzwasser-Batterie vorgestellt. Darin werden die Umweltvorteile wegen der schlechten technischen Performance relativiert.

Innovenergy aus der Schweiz baut Speicher mit einer 250 Grad heißen Salzschmelze (NaNiCl<sub>2</sub>, Natrium-Nickel-Chlorid). Die Salz-Nickel-Batterie hat eine mit Lithium-Batterien vergleichbare Energiedichte. Weitere Vorteile sind nach Unternehmens-

angaben die vollständige Recyclingfähigkeit und der Verzicht auf seltene Erden. Innovenergy-Salzbatterien bestehen aus unbedenklichen Materialien: 32 % Kochsalz, 22 % Nickel, 22 % Eisen und 20 % Keramik. Die Batterie könne voll entladen werden, ohne Schaden zu erleiden. Allerdings seien Salz-Nickel- keine Performance-Batterien für hohe Lade- und Entladeströme und sie benötigten etwas Eigenenergie zum Erhalt der Arbeitstemperatur. Außerdem seien sie hochpreisig, weil sie nicht in Billiglohnländern hergestellt werden und keinen Skaleneffekt hoher Produktionsvolumen genießen. Produziert werde in der Schweiz.

Auch das Fraunhofer IKTS entwickelt eine Natrium-Nickelchlorid-Batterie. Die keramische Hochtemperaturbatterie „cerenergy“ soll mit Kosten von weniger als 100 Euro/kWh auf Zellebene günstiger sein als Li-Akkus. Das Fraunhofer IKTS kooperiert mit CATL (Contemporary Amperex Technology Co. Limited), dem größten Batteriehersteller der Welt aus China, in einem Forschungszentrum in der Nähe von Erfurt. Manche Rohstoff-Experten befürchten in den Jahren 2023 und 2024 Engpässe von Lithium, Nickel und Kobalt. Dann will CATL so weit sein und – eventuell in Thüringen – mit der Produktion von Natrium-Nickelchlorid-Akkus starten können.

Für die Netzstabilisierung sind Batterien geradezu prädestiniert: Sie können prompt auf Frequenzschwankungen im Netz reagieren und mit hoher Leistungsorientierung Strom aufnehmen und abgeben. Das macht sie interessant als Anbieter von Primärregelenergie, die innerhalb von 30 Sekunden für die Übertragungsnetzbetreiber zur Verfügung stehen muss. Weil einzelne Batterien selten die Mindestgröße von 1 MW<sub>el</sub> erreichen, gibt es virtuelle Kraftwerke, in die Batterien integriert sind, und auch Pools aus vernetzten Heimspeichern. Die Next Kraftwerke zum Beispiel, die eins der größten virtuellen Kraftwerke in Europa betreibt, arbeitet bei kleineren Speichern mit dem Solarbatteriehersteller Sonnen aus Wildpoldsried zusammen: Während

Sonnen die Aggregation, Steuerung und Verfügbarkeitsberechnung der flexiblen Batterieleistung übernimmt, verantworten die Kölner die Anbindung des Batterieschwarms an die Leitstellen der Übertragungsnetzbetreiber und Regelenergiemärkte sowie die Gebote und deren Abrechnung.

#### ZUM AUTOR:

► *Christian Dany*

Freier Journalist im Themenkomplex Landwirtschaft, Umwelt und Erneuerbare Energien

[christian.dany@web.de](mailto:christian.dany@web.de)

Easy.  
Fast.  
Safe.



### Für wen lohnt sich eine Batteriespeicher-Nachrüstung?

#### Solarstromanlagen, gebaut vor 2001

Diese über 20 Jahre alten PV-Anlagen erhalten keine feste Einspeisevergütung mehr. Im EEG 2021 ist geregelt, dass der eingespeiste Strom zunächst bis 2027 mit dem Marktwert (Börsenstrompreis) vergütet wird, der sich in den letzten Jahren zwischen 3 und 5 ct/kWh eingependelt hatte, gegen Jahresende 2021 aber exorbitant anstieg. Um möglichst viel Strom selbst zu nutzen und Bezugskosten von rund 30 ct/kWh zu sparen, erscheint dennoch die Anschaffung eines Speichers sinnvoll. Da die Anlagenlebensdauer auf grob 30 Jahre geschätzt wird, ist zu berechnen, ob sich die Investition in einen Speicher noch lohnt – vor allem, wenn auch noch Wechselrichter oder Zähler-schrank erneuert werden müssen.

#### PV-Anlagen, gebaut von 2002 – 2008

Diese Anlagenbetreiber erhalten eine den damaligen Kosten der Technik angemessene, sehr hohe Einspeisevergütung von über 40 ct/kWh. Die Jahre bis zum Ablauf der über 20 Jahre garantierten Vergütung sind aber über kurz oder lang gezahlt. Danach wird ein Speicher sehr sinnvoll, denn die hohe Vergütung fällt dann weg oder beläuft sich nur auf einige ct/kWh. Sollte ein Wechselrichter innerhalb der kommenden Jahre ausfallen, könnte man einen DC (Gleichstrom) -Speicher erwägen, mit dem der Solarstrom direkt im Speicher aufgenommen wird. Sobald dann die Vergütung wegfällt, macht ein Speicher Sinn.

#### Solarstrom-Anlagen von 2009 – 2012 (Quartal I)

Zwischen Anfang 2009 und März 2012 wurden Boni zwischen 12 und 22 Cent auf selbstgenutzten Solarstrom gewährt. Der zusätzlich zur Einspeisevergütung gezahlte Bonus ist für die 20-jährige Dauer garantiert. Interessenten sollten sich da-

her zeitnah einen Speicher anschaffen, denn jedes Jahr Vergütung zählt für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit. Von Juli 2010 bis Q1/2012 wurde der Eigenverbrauchsbonus weiterentwickelt. Ab einer Eigenverbrauchsquote von 30 % gibt es noch einmal einen Zuschuss. Vorteil: Anteile über 30 % sind mit einer Batterie ohne weiteres zu erreichen. Ein AC (Wechselstrom) -System holt mehr Vergütung heraus, denn es wird der in die Batterie fließende Strom für die Zahlungen gewertet. Effizienzverluste spielen also keine Rolle.

#### Photovoltaik-Anlagen ab 2012 (Quartal II)

Seit 2012 sind die Kosten für Solarstrom nun erheblich günstiger als der Strom vom Versorger. 2013 sank die Einspeisevergütung unter 17 ct/kWh. Spezielle, teilweise auch bundeslandspezifische Förderprogramme unterstützen die Entscheidung für eine Stromspeicher-Nachrüstung. Die Stromgestehungskosten einer PV-Anlage mit Speicher liegen mindestens 10 ct/kWh unter den aktuellen Stromkosten. Batteriespeicher sind – spätestens seit 2016 – nicht mehr aufzuhalten.

#### Weitere Infos:

Der Solarenergie-Förderverein hat auf seiner Webseite eine Übersicht der PV-Strom-Einspeisevergütungen inklusive einer Historie bis zurück zum Jahr 2000:

[www.sfv.de/solaranlagenberatung/eeg-verguetungen](http://www.sfv.de/solaranlagenberatung/eeg-verguetungen)

Infos zur Wirtschaftlichkeit von Speicher-Nachrüstungen:

[www.solarenergie.de/stromspeicher/nachruetzung](http://www.solarenergie.de/stromspeicher/nachruetzung)

[www.wegatech.de/ratgeber/photovoltaik/stromspeicher/nachruetzung/](http://www.wegatech.de/ratgeber/photovoltaik/stromspeicher/nachruetzung/)

[www.maxx-solar.de/kosten-batteriespeicher/](http://www.maxx-solar.de/kosten-batteriespeicher/)

**Weidmüller** 

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

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



Mehr Informationen unter:

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