

# E-volution



Wer wird den Speichermarkt  
der Zukunft bestimmen?

Interview mit

**RRC**<sup>®</sup>  
power solutions

**SONDEREDITION**

# Energiespeicher sind ein wichtiger Eckpfeiler der Energiewende

Energieerzeugung muss zu jedem Zeitpunkt im Gleichgewicht mit dem Energieverbrauch stehen, um die sehr hohe Versorgungssicherheit in Deutschland zu sichern.

Liebe Leserinnen und Leser, liebe Freunde der regenerativen Energien,

Foto: Winfried Wahl



eine der größten Herausforderung im 21. Jahrhundert ist die weltweite Energiewende. Das heißt die Realisierung der solaren Kreislaufwirtschaft bis hin zu 100 Prozent nachhaltiger und erneuerbarer Energie. Die Welt hat sich entschieden und das Ziel der Begrenzung der Erderwärmung auf noch erträgliche 1,5 Grad aufgenommen und in Paris als gemeinsame Aufgabe festgeschrieben.

Wir müssen Energieversorgung neu denken und neue Wege gehen, die technischen Möglichkeiten hierzu sind bereits vorhanden. Der Ausstieg aus der Kernenergie in Deutschland ist beschlossen, die Rückführung der fossilen Erzeugung Schritt für Schritt steht als nächste Aufgabe an. Wir haben keine Angst davor, sondern wollen mit Ihnen Lösungen dafür entwickeln.

Photovoltaik und Wind sind schon lange wettbewerbsfähige Erzeugungsalternativen. Damit die fluktuierenden und stochastischen Energien auch eine tragende Säule der künftigen

Energieversorgung darstellen können, muss die Verfügbarkeit von Energie in gleicher oder sogar besserer Qualität zu jedem Zeitpunkt und an jedem Ort sichergestellt werden. Der Einsatz von Energiespeichern ist alternativlos und heute schon wirtschaftlich sinnvoll.

Große Fortschritte haben die Entwicklungen verschiedener Speichertechnologien gemacht- Smartphones, Laptops und andere portable Geräte sind ohne Lithium-Ionen-Akkus nicht mehr denkbar und können immer größere Energiemengen immer kompakter und preisgünstiger speichern. Die Einsatzfelder sind neben der Unterhaltungselektronik aber auch in medizinischen und industriellen Anwendungen vielschichtig.

RRC power solutions in Homburg ist in diesen Geschäftsfeldern rund um die mobile smarte Batterietechnik seit über 20 Jahren erfolgreich tätig und setzt seit einigen Jahren neue Maßstäbe im Bereich stationärer Energiespeicherlösungen für Heimanwendungen, industrielle und kommerzielle Kunden sowie für Industrie und Energiewirtschaft.

Elektrische Energiespeicher nehmen die erzeugte erneuerbare Energie auf und machen Sie jederzeit und an jedem Ort verfügbar. Sie sind einer der wichtigsten Eckpfeiler der künftigen Energieversorgung und -wirtschaft sowie für den weiteren Ausbau zukunftsweisender emissionsfreier erneuerbarer Energien.

Lesen Sie in diesem Sonderdruck, wie Sie nicht nur ökologisch wegweisend, sondern auch ökonomisch an den vielseitigen Geschäftsmodellen partizipieren können.

Wir freuen uns, dass wir diesen spannenden Weg gemeinsam gehen.

Winfried Wahl

Sr. Manager Business Development & Products

# Die Vielseitigkeit macht's

**Speicher in Gewerbe und Industrie:** Bei der Evaluierung und Planung eines Speichersystems denken viele Nutzer primär an die Erhöhung des Eigenverbrauchs. Speicher können jedoch einen viel größeren Beitrag zur neuen modernen Energieinfrastruktur leisten, der teilweise auch monetarisierbar ist, erklärt Winfried Wahl vom Speicherlösungsanbieter RRC.

Beim Einsatz von Batteriespeichern in Industrie und Gewerbe denken viele immer noch hauptsächlich an die Erhöhung des Eigenverbrauchs, um das Speichersystem zu refinanzieren. Das ist ein wichtiger Beitrag, ein profitables Geschäftsmodell

gelingt aber umso besser, je mehr weitere Speicherdienstleistungen nutzbar gemacht werden (siehe Grafik nächste Seite).

Richtig interessant wird es, wenn man sich die Aufstellung für ein Beispiel ansieht. Um den Datenschutz gegenüber unseren



Fotos: RRC

Blick in den klimatisierten Batterieteil eines Speichercontainers mit 280 Kilowattstunden Kapazität und 100 Kilowatt Anschlussleistung.

Kunden zu gewährleisten, haben wir auf Basis unserer Erfahrungen als Lösungsanbieter ein hypothetisches Beispiel konstruiert. Die Daten in Tabelle 2 basieren auf einem realisierten Beispiel einer Speicheranlage, die seit Anfang 2015 in Betrieb ist.

### Was bringt die Eigenverbrauchserhöhung?

Wie wichtig die Eigenverbrauchserhöhung ist, sieht man, wenn man die Kosten für die Speicherung betrachtet und mit den Strombezugspreisen vergleicht. Industriekunden als Großabnehmer zahlen im Mittel etwa 20 Cent pro Kilowattstunde Strom (siehe Tabelle 1). Kann man die Investition in eigene Erzeugung tätigen und die selbst erzeugte Energie vor Ort nutzen, so lassen sich gut zehn Cent pro Kilowattstunde sparen. Die Eigenverbrauchsquoten liegen ohne Speicher oft nur bei 20 bis 30 Prozent. Setzt man ein geeignetes Speichersystem ein, so lässt sich diese Quote auf 60 bis 75 Prozent erhöhen.

Die Kosten für die Speicherung hängen von Faktoren wie Anschaffungspreis, Anzahl der Lade- und Entladezyklen sowie weiteren technischen Parametern ab. Die Kosten für das Einspeichern einer Kilowattstunde ergeben sich aus dem Anschaffungspreis des Systems pro Kilowattstunde geteilt durch die Zyklen mal Nutzfaktor.

Für die Beispiel-Großspeicheranlage mit einer Megawattstunde Kapazität kostet eine Kilowattstunde Batteriekapazität typischerweise 950 Euro. Sie arbeitet im Beispiel 300 Vollzyklen pro Jahr über 20 Jahre. Die Batteriekapazität wird pro Vollzyklus zu 80 Prozent genutzt. Dann ergibt sich:

$$K_{\text{Industrial}} [\text{€/kWh}] = 950 [\text{€/kWh}] / (300 \times 20 \times 0,8) = 19,79 \text{ ct/kWh}$$

Mit anderen Worten, im industriellen Umfeld ist der Einsatz eines Lithium-Ionen-Speichers zur alleinigen Eigenverbrauchserhöhung wirtschaftlich – vorsichtig ausgedrückt – nicht optimal. Die Eigenstromerhöhung trägt dennoch signifikant zur Refinanzierung des Speichers bei. In dem Beispiel muss der Speicher 89.000 Euro pro Jahr erwirtschaften, um sich zu refinanzieren. Im Mittel erbringt die Eigenstromerhöhung davon 52.000 (Tabelle 2). Werden weitere Dienstleistungen aktiviert, lässt sich die Wirtschaftlichkeit am Ende herstellen.

### Kostenvergleich gegenüber Diesel-Netzersatzanlagen

Der teuerste Strom ist der Strom, der nicht da ist, wenn er drin-

gend gebraucht wird, und dadurch Gefahrenzustände oder Produktionsausfälle drohen. Aus diesem Grund haben viele Industriebetriebe und Dienstleister Netzersatzanlagen (NEA) im Einsatz, um für den Netzausfall zumindest den wichtigsten Teil der benötigten Energie selbst bereitstellen und kritische Prozesse aufrechterhalten zu können. Dieselaggregate sind relativ günstig, brauchen jedoch regelmäßige Wartung, um die Betriebsbereitschaft sowie die Verfügbarkeit von Diesel und Öl als Brenn- und Betriebsstoffe sicherzustellen. Im Gegensatz dazu sind Lithium-Ionen-Energiespeicher sehr wartungsarm und brauchen keinen Brennstoff, was die jährlichen Betriebskosten deutlich reduziert.

Bei einem Abschreibungszeitraum von zehn Jahren sind Diesel- und Lithium-Ionen-Systeme schon heute kostengleich (siehe Grafik auf der letzten Seite), zukünftig wird sich die Lithium-Ionen-

Lösung bei zu erwartender Kostensenkung weitere kommerzielle Vorteile erarbeiten können.

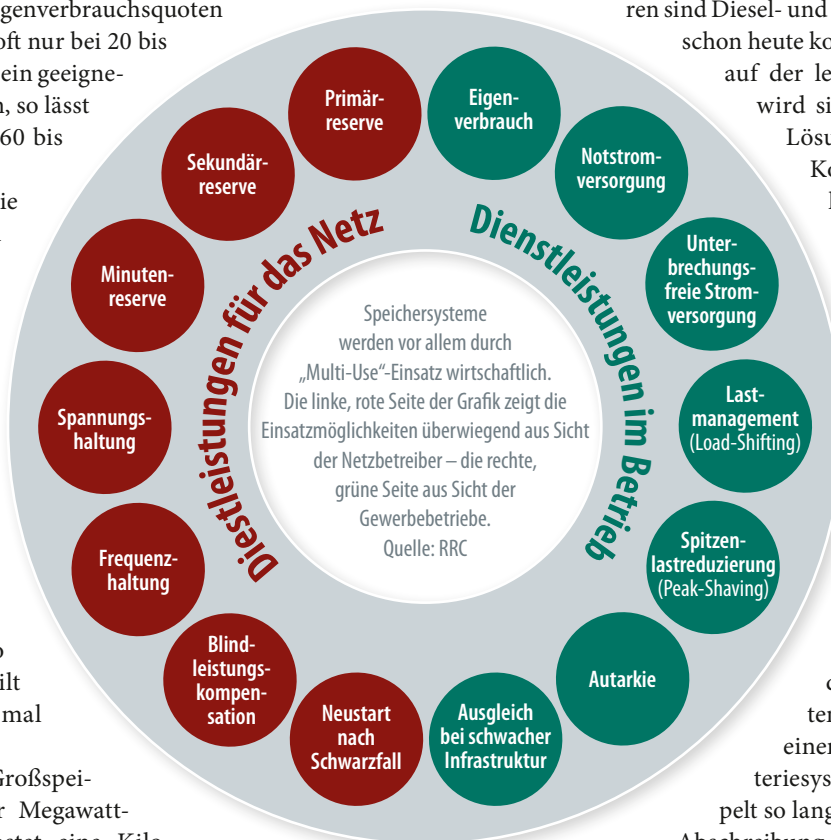
Die Kostengleichheit berechnen wir dabei so, dass die Netzersatzleistung für typischerweise 60 Minuten gesichert sein muss. Bei deutlich längeren Überbrückungsdauern ist der Batteriespeicher im Vergleich ungünstiger. Allerdings ist die zu erwartende Lebensdauer in einem gut ausgelegten Batteriesystem mit 20 Jahren doppelt so lang wie die angenommene Abschreibung. Wenn man einen entsprechend langen Zeithorizont hat, verbessert sich also die Wirtschaftlichkeit des Batteriespeichers.

Und im Gegensatz zum Dieselaggregat ist der Batteriespeicher geräuschlos sowie Abgas- und CO<sub>2</sub>-frei!

In dem Beispiel erbringt das Speichersystem als Netzersatzanlage damit ab dem zehnten Jahr Zusatzerparnisse von rund 10.000 Euro pro Jahr, der Wert in Tabelle 2 ergibt sich für die ersten zehn Jahre, wenn auf die Anschaffung des Dieselaggregats verzichtet werden kann.

### Optimale Netzauslastung, Lastspitzenreduzierung und Lastverschiebung

Netze werden typischerweise nach der maximal zu erwartenden Leistung ausgelegt („take or pay“). Das ist vergleichbar mit einer Autobahn, die man im Berufsverkehr auf zehn Spuren auslegen müsste, auf der in der Nacht aber nur sehr wenige Fahrzeuge fahren. Ideal wäre es natürlich, wenn immer gleich viele Autos fahren würden, dann käme es nicht zu Staus und





## Das Wichtigste in Kürze

Speicher in Industrie und Gewerbe müssen sich auf mehrere Arten refinanzieren. Die Eigenverbrauchserhöhung alleine reicht oft nicht aus.

Eigenverbrauchserhöhung trägt allerdings den größten Teil zur Refinanzierung bei.

Außerdem spielen dabei eine Rolle: der Ersatz des Notstromaggregats, die Reduktion der Peaklast und in Zukunft die Erlöse am Regelleistungsmarkt.

Energieaudits nach ISO 50000 sowie DIN EN 16247 helfen bei der Umsetzung und werden teilweise gefördert.

die Autobahn müsste nicht verbreitert werden.

Wenn man den Strombezug nun wesentlich gleichmäßiger gestalten kann, führt das infrastruktur- und kostenseitig zu deutlichen Entlastungen. Das heißt aber auch, dass Last zu Spitzenzeiten zeitlich verschoben und/oder die entsprechende benötigte Leistung vorher lokal gepuffert werden muss. Ebenso auf der Erzeugungsseite: Je mehr erneuerbare Energie lokal erzeugt und erzeugungsspitzenreduziert zur Verfügung gestellt werden kann, desto weniger Belastung ergibt sich für die Transportnetze – bis hin zur Vermeidung von Netzausbau. Es ist für große Industriebetriebe durchaus möglich, 7.000 bis 8.000 Volllaststunden (Jahresenergieverbrauch geteilt durch Netzanschlussleistung) zu erreichen und gleichzeitig den gesamten Energieverbrauch zu reduzieren. Dazu bedarf es geschickter Lastverschiebung, Eigenverbrauchserhöhung und Lastspitzenbegrenzung, was mit klug dimensionierten Speichersystemen möglich wird.

Auch wenn ein Unternehmen nicht zu den energieintensiven Betrieben gehört, lohnt sich das Peak-Shaving (Begrenzung des Netzbezuges) sowie eventuell Load-Shifting (zeitliche Verschiebung von Verbrauch) nicht nur für den Netzbetreiber, sondern auch für das Unternehmen selbst. Industriebetriebe und größere Verbraucher zahlen neben dem Arbeitspreis, also dem Preis je Kilowattstunde Strombezug, auch

einen Leistungspreis. Der Leistungspreis richtet sich danach, wie viel Leistung der Verbraucher im Jahr maximal benötigt, auch wenn das tatsächlich nur ein einziges Mal ist und der durchschnittliche Leistungsbezug weit darunter liegt. Je Kilowatt Anschlusswert sind jährlich etwa 80 bis 120 Euro Leistungspreis zu entrichten.

Im konkreten Beispiel eines Baubetriebshofes mit einer Spitzenlast von 160 Kilowatt und einer durchschnittlichen Leistungsaufnahme von 30 Kilowatt konnte durch Peak-Shaving mit einem Speichersystem der maximale Leistungswert auf 60 Kilowatt begrenzt werden. Dadurch werden pro Jahr etwa 10.000 Euro eingespart. Bei unserem hypothetischen Beispiel sind es 25.000 Euro. Dies ist ein weiterer Wertehobel, der einen nennenswerten Beitrag zur Wirtschaftlichkeit liefert.

### Energieeffizienzmaßnahmen nach ISO 50000

Im Rahmen von Audits nach ISO 50000 sowie DIN EN 16247 haben manche Kunden umfangreiche Energiedaten zur Verfügung und bereits Potenziale erfasst und aufgedeckt. Mit Lithium-Ionen-Speichersystemen lassen sich diese Einsparpotenziale auch realisieren.

Seit Ende 2015 sind energieintensive Großunternehmen zu Energieaudits nach DIN EN 16247 angehalten. Dies ermöglicht unter anderem die Erfassung der einzelnen Lasten. Die darauf folgende Analyse der Lastgänge, die wir gemeinsam mit unseren Kunden durchgeführt haben, ist Grundlage für Optimierungsmaßnahmen. Energieaudits sollen das Bewusstsein der Großindustrie zum Thema Energie erhöhen, Einsparpotenziale aufdecken und gleichzeitig dazu dienen, die EU-Ziele zur Reduzierung des Energieverbrauches um 20 Prozent bis zum Jahre 2020 zu erreichen.

Die Kosten des Audits werden teilweise durch Fördermittel erstattet. In Zukunft ist zu erwarten, dass die Anforderung, ein Energieaudit durchzuführen, auch mittlere und kleine Unternehmen erreicht. Denn Energiekosten sind ein wichtiger Standortfaktor und können den Firmen Vorteile bringen, die sich schon heute Gedanken zur Steigerung der Energieeffizienz machen.

Anwendung	Monetarisierungsbedingung	Heim	Gewerbe	Industrie	Areal	Versorger
Eigenverbrauchserhöhung		ja	ja	ja	ja	ja
	Erzeugung (z. B. PV)	12 ct/kWh	10 ct/kWh	9 ct/kWh	9 ct/kWh	8 ct/kWh
	Bezugspreis	28 ct/kWh	22 ct/kWh	20 ct/kWh	20 ct/kWh	k. A.
Lastbegrenzung		nein	>100 MWh/a	ja	ja	ja
	Leistungspreis	nein	80–120 €/kW/a	80–120 €/kW/a	80–120 €/kW/a	80–120 €/kW/a
Notstromversorgung		ja	ja	ja	ja	ja
	Schwarzfallschaden	gering	mittel	hoch	mittel–hoch	hoch
Netzdienstleistung		ja*	ja*	ja	ja	ja
	Blindleistung	ja	ja	ja	ja	ja
	Regelleistung	nein*	nein*	ja	ja	ja
	andere	nein*	nein*	ja	ja	ja

\*nur im Verbund von vielen Systemen (virtuelles Kraftwerk)

Tabelle 1: Speicher erlauben für verschiedene Anwendungen verschiedene Wertehobel. Zu den möglichen Speicherfunktionalitäten gehören jeweils verschiedene Monetarisierungsbedingungen. Deren Realisierbarkeit hängt von dem Ort der Anwendung ab.



Speicheranlage am Baubetriebshof in Homburg mit 380 kW Photovoltaik, 280 kWh / 100 kW Speichersystem, 300 MWh Jahresbedarf.

### Netzdienlichkeit und Regelleistung

Eine weitere mögliche Einnahmequelle für Batteriespeicherbetreiber sind Einnahmen auf dem Regenergiemarkt. Allerdings lässt sich nur schwer abschätzen, wie hoch diese in Zukunft ausfallen.

Dahinter steht, dass es Grundbedingung für eine zuverlässige Energieversorgung ist, die Erzeugung und den Verbrauch zu jedem Zeitpunkt in Deckung zu halten. Übersteigt die Energieproduktion den Verbrauch, so reagiert die Netzfrequenz von 50 Hertz mit einer Erhöhung; wird mehr Energie verbraucht als erzeugt, dann fällt die Netzfrequenz. Dies wird innerhalb eines schmalen Bandes toleriert. Weicht die Frequenz stärker als zehn Millihertz ab, werden entsprechende mehrstufige Korrekturmaßnahmen eingeleitet. Diese Reserven werden auf dem Regenergiemarkt gehandelt.

Die Mengen werden von den Übertragungsnetzbetreibern wöchentlich ausgeschrieben und die Zuschläge im Bieterverfahren vergeben. Lithium-Ionen-Speichersysteme haben hier unter anderem Vorteile durch die Reaktionsschnelligkeit.

Im Beispiel wird durch die Teilnahme am Sekundär- und Primärregelmarkt unter Berücksichtigung aktueller Marktpreise und Zuschlagswahrscheinlichkeiten ein Einkommen von 15.000 Euro erzielt.

### Netzertüchtigung und Vermeiden von Netzausbau

Es gibt Zusatznutzen der Energiespeicher, die sich momentan jedoch nicht für jeden Betreiber monetarisieren lassen. Einer dieser Zusatznutzen ist, dass Energiespeicher die Dezentralität unterstützen. Auch in einem hochmodernen Land mit höchster Netzqualität gibt es Engpässe in der Energieversorgung, die meist dann entstehen, wenn große Erzeuger ausfallen, stillgelegt werden oder neue Großabnehmer von Energie entstehen. Als Konsequenz ändert sich der Weg, den die Energie vom Kraftwerk zum Verbraucher zurücklegen muss. Zusätzlich treten auf den teilweise langen Wegen Verluste auf. Das heißt, Energie, die die erzeugende Seite zusätzlich bereitstellen muss, damit noch genug auf der Verbrauchseite ankommt. In Deutschland betragen diese Verluste etwa fünf Prozent der Gesamtstromerzeugung von etwa 650 Terawattstunden Strom. Das bedeutet 32.500.000.000 Kilowattstunden (entspricht in etwa dem Stromverbrauch von acht Millionen Haushalten) der produzierten Energie in Form von Strom kommen nicht beim Verbraucher an. Zum Vergleich: Die acht deutschen Kernkraftwerke produzierten im Jahr 2014 etwa 100 Terawattstunden Strom. Das Äquivalent von mehr als zwei Kernkraftwerken hat dabei keine nutzbare Wirkleistung produziert. Werden die dezentrale Erzeugung und der dezentrale Eigenverbrauch erhöht, fallen diese Netzverluste womöglich teilweise weg.

Auch der Ausbau des Hochspannungsnetzes könnte durch Speichereinsatz reduziert werden. Ein Kilometer Transportnetz kostet mehr als 1,5 Millionen Euro. Für Lastspitzen zu schwache Infrastruktur kann ebenfalls auf der Transportseite durch Energiespeicher vor Ort sinnvoll kompensiert werden. Dies ist sicherlich nicht nur für Stadtwerke interessant – allerdings fehlt dafür bisher das Geschäftsmodell für die Batteriespeicherbetreiber. Ein einzelner Wertehobel ist in diesem Fall nicht stark genug.

### Aktivierung möglichst vieler Einnahmequellen

Für die wirtschaftliche Auslegung eines Speichersystems ist es wichtig, die Wertehobel beziehungsweise Betriebsmodi zu kennen, die das Speichersystem abbilden soll, um daraus die Einsparungen und Einkünfte zu berechnen. Mindestens genauso wichtig sind Informationen über den „Fahr-

Musterrechnung Industrie-Areal		
Nutzungsdauer/Annuität	15 Jahre	-89.000€/Jahr
Einnahmen Eigenverbrauchserhöhung	von 30 % auf 70 %	+52.800€/Jahr
Ersparnis als NEA	100 kW/ 100 kWh	+6.500€/Jahr
Peak-Shaving	250 kW	+25.000€/Jahr
Netzdienstleistung im Pool (Regelleistung)	50 Tage/ Jahr	+15.000€/Jahr
Jahresüberschuss		+10.300 €/Jahr

Tabelle 2: Beitrag verschiedener Speicherfunktionalitäten zur Refinanzierung der Investition am Beispiel eines produzierenden Betriebs mit 1,2 Gigawattstunden Stromverbrauch pro Jahr. Durch den Mehrfachnutzen lässt sich ein Batteriespeicher mit 1,1 Megawattstunden und 500 Kilowatt Leistung in Verbindung mit einer 1,2-Megawatt-Photovoltaikanlage wirtschaftlich betreiben.



Steuerschrank mit Leistungselektronik. Diese Schränke werden meist in einem zweiten Raum im Speichercontainer untergebracht.

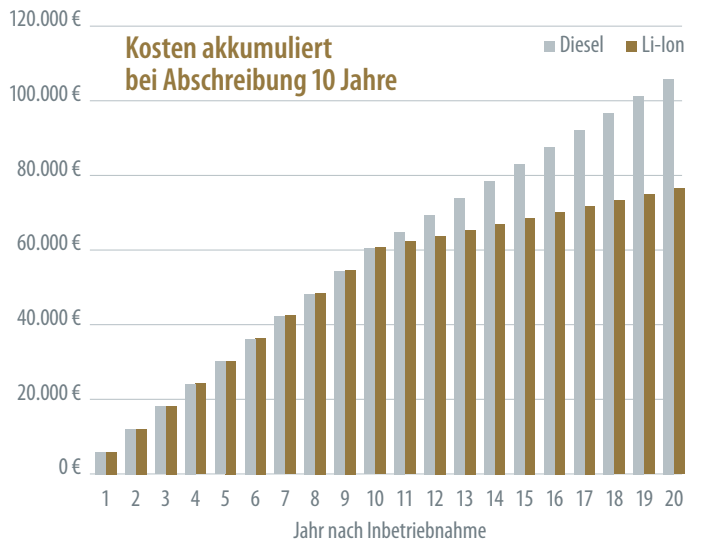
plan“ für die technische Auslegung vor allem im Hinblick auf die Steuerungs-, Regelungs- und Kommunikationstechnik, wenn man mehrere der Betriebsmodi kombinieren will. Eine Regelung auf Eigenverbrauchsoptimierung im Residential-Umfeld ist deutlich simpler als ein Lastverschiebungsszenario für einen Industriebetrieb oder gar der Einsatz des Speichers im Primärregelmarkt. Hier sind zusätzlich die kommunikationstechnische Anbindung an Leitstellen,



**Der Autor**

Winfried Wahl ist Senior Manager Business Development & Products Energy Storage Systems bei RRC Power Solutions in Homburg (Saarland). RRC bietet maßgeschneiderte Turnkey-Speichersysteme und unterstützt seine Kunden schon in der Evaluierungs- und Planungsphase.

Grafiken: pv magazine/Harald Schütt



Typische Kosten einer Diesel-Netzersatzanlage (grau) gegenüber Lithium-Ionen-Speicher (blau) für eine Notstromleistung von 30 Kilowatt und eine Energiebereitstellung von 30 Kilowattstunden, die den Notstrombetrieb dann über 60 Minuten sichert. Der Batteriespeicher hat zwar höhere Investitionskosten, aber niedrigere Betriebskosten. Berücksichtigt man die Abschreibungsmöglichkeiten, liegen die Kosten der Batteriespeicherlösung in keinem Jahr über denen des Diesel-aggregats. Quelle: RRC

ein virtuelles Kraftwerksmanagement und Regelleistungspools zu realisieren, wobei die lokale Messtechnik wichtige Leistungs-, Spannungs- und Frequenzwerte für die PMCU (Power Management Control Unit) liefert. Hier unterscheiden sich die Systeme sehr deutlich: Manches Kleinspeichersystem für den Heimmarkt reagiert zum Beispiel auf das Einschalten eines Wasserkochers so träge, dass der Speicher erst dann Energie liefert, wenn das Wasser schon fast heiß ist. Dies ist im industriellen und energiewirtschaftlichen Umfeld nicht denkbar.

Bei der Lastverschiebung im industriellen Einsatz ist es nötig, prognosebasierte Systeme zur Hand zu haben. Sowohl für jede Art von Energieerzeugung als auch für die wichtigen Produktionseinheiten müssen Kennlinien- und Prognosesysteme eingebunden werden, um alle wichtigen Energieflüsse zu kennen. Dann kann ein Energiespeichersystem seinen optimalen Beitrag leisten. So individuell wie der energetische „Fingerabdruck“ wird auch die ideale Größe für die Erzeugungs- und Speicherlösung sein.

Je mehr Wertehebel sich aktivieren lassen, desto wirtschaftlicher sind diese Systeme schon heute. Das zeigt ja auch unser hypothetisches Beispiel in Tabelle 2. Mit den getroffenen Annahmen refinanziert es sich in 15 Jahren. Zurzeit können Förderprogramme die Einführung der neuen Technik beschleunigen, da sie Planungshorizonte unterhalb von zehn Jahren erlauben. In Zukunft werden die Systeme durch die Kostensenkungen bei den Batteriezellen deutlich wirtschaftlicher. Energiespeicher werden ein sehr wichtiges Element der zukünftigen Energieinfrastruktur sein.

Winfried Wahl





RRC Strom-Speicher-Lösungen für:

- > Ein- und Mehrfamilienhäuser
- > Wohnungswirtschaft
- > Industrie
- > Kommunen
- > Stadtwerke