

energy^{4.0}

ENERGIETECHNIK. VERNETZT.

EXTRA SOLAR



HYBRIDES HERZSTÜCK DER PV-ANLAGE

SOLAR FLORIERT

Blick auf die deutsche
Solarbranche Seite 14

INTERSOLAR 2018

Ausgewählte Highlights
zur Messe Seite 36

SPEICHERTECHNIK

Erneuerbare länger
nutzen ab Seite 43

DIE WELT VERNETZT SICH. SIND SIE DABEI?

Die Integration of Sustainable Energy Expo & Conference bringt Industrie, Forschung und Politik zusammen: Hier treffen sich Fachleute, Referenten und Aussteller aus allen Bereichen der Energiebranche. Zum interdisziplinären Austausch. Für nachhaltige Energiekonzepte. Und eine Zukunft mit System.



Foto: Stefan Kaminski

Dr. Toni Hofreiter

Fraktionsvorsitzender Bündnis 90/
DIE GRÜNEN im Dt. Bundestag



Dr. Yves Bock

General Counsel Energy Management/
Legal and Compliance, Siemens AG, Erlangen



Foto: Ethikrat/Zeiten

Prof. Dr. Peter Dabrock

Lehrstuhlinhaber für systematische Theologie II,
FAU Erlangen-Nürnberg, Erlangen



... und
viele mehr
auf der iSEnEC
2018!

Prof. Dr. Robert Schögl

Direktor Fritz Haber Institute of the Max Planck
Society, Department of Inorganic Chemistry, Berlin

ENTDECKEN SIE EIN
TREFFEN VOLLER ENERGIE:

www.isenec.org/teilnehmen



SPAREN SIE

10%

BEI IHREM TICKET

Nutzen Sie den E-Code:

iSEnEC4u1

iSEnEC 2018

Integration of Sustainable Energy
EXPO & CONFERENCE

17 - 18 July 2018

Exhibition Centre Nuremberg, Germany

Gefördert durch



Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft und Medien, Energie
und Technologie

NÜRNBERG MESSE





Wetten, dass ...

... es nur 100 Tage dauert, den größten Speicher der Welt zu bauen? Mit diesen Worten machte Tesla-Gründer Elon Musk im vergangenen Jahr einmal mehr Schlagzeilen und brachte Australien den weltgrößten Lithium-Ionen-Speicher für erneuerbare Energie. Gespeist wird er aus Windkraftanlagen.

Nun soll der rote Kontinent auch noch das größte virtuelle Kraftwerk der Welt bekommen – bestehend aus 50.000 in Privathaushalten installierten Tesla-Heimspeichern und Solaranlagen. Wetten, dass es auch ohne Wetten und Tesla geht?

Den Beweis dafür liefern die deutsche Solarindustrie, die sich positiv entwickelt (S. 14), und die Intersolar (S. 12 und 36), die auch ohne Tesla viele spannende Technologien bereithält.

Viel Spaß bei der Lektüre und eine erfolgreiche Messe, Ihre

Sabrina Quente

Sabrina Quente, Editor Energy 4.0

WIR DENKEN VOR. UND NACH.

Wir sind ganzheitlicher Anbieter für regenerative Energielösungen aus Sonne, Wind und Biomasse sowie Partner auf Versorgungsebene für Mobilität und Wärme. Von der innovativen Vision über die maßgeschneiderte Planung bis zum nachhaltigen Betrieb wirtschaftlich erfolgreicher Projekte arbeiten wir partnerschaftlich für ein gemeinsames Ziel: eine lebenswerte Zukunft. **Deshalb haben wir schon heute die Antworten auf die Energiefragen von morgen.**

Wir freuen uns über Ihren Besuch auf der „The smarter E Europe“, **Messe München, 20. bis 22. Juni 2018, Stand B1.340.**

WWW.GP-JOULE.DE

GP JOULE
TRUST YOUR ENERGY.

Markt

- 06** SOLARENERGIE FÜR DEN MARS-ROVER
Auf zu neuen Welten
- 12** SOLARFACHMESSE AUF NEUEN WEGEN
So präsentiert sich die neue Intersolar 2018
- 14** BRANCHENREPORT
Die Nachfrage nach Solarenergie ist noch lange nicht gesättigt
- 18** STROMVERSORGUNG FÜR DAS NEUE ENERGIEZEITALTER
Energiehotspots intelligent verbinden

Titelreportage

- 08** DIE SONNE NUTZEN, AUCH WENN SIE NICHT SCHEINT
Hybrides Herzstück für die PV-Anlage

Solar

- 22** TEAMARBEIT BEI LÖSUNGEN FÜR DIE SOLARBRANCHE
Drehgeber ermöglichen hohe Ausbeute für Concentrated Solar Power
- 27** SMARTES GLAS-GLAS
Die Evolution des Solarmoduls
- 30** SYSTEMLÖSUNG VERSORGT KARIBIKINSEL MIT SOLARSTROM
Meeresrauschen statt Dieseldröhnen
- 33** STORYBOARD
Von PV-Anlagen für Wohngebäude bis zu Solarparks
- 34** MEHRFACHSOLARZELLE AUF SILICIUMBASIS
Forschern gelingt es, ein Drittel des Sonnenlichts in Strom umzuwandeln
- 36** MESSEHIGHLIGHTS
Neun ausgewählte Neuheiten auf der Intersolar



TITELREPORTAGE

HYBRIDES HERZ PV-ANLAGEN

14

BRANCHENREPORT SOLAR
PHOTOVOLTAIK IN DEUTSCHLAND
LOHNT SICH



22

CONCENTRATED SOLAR POWER
ANLAGENEFFIZIENZ MIT DREHGEBERN
ERHÖHEN





08

HYBRIDWECHSELRICHTER
 SONNE NUTZEN, AUCH WENN SIE
 NICHT SCHEINT



30

SYSTEMLÖSUNG VERSORGT
KARIBIKINSEL
 MEERESRAUSCHEN STATT
 DIESELDRÖHNEN



Energiespeicher

- 43** FINANZIELLER RÜCKENWIND FÜR SPEICHER
Großspeicher behaupten sich
- 44** SCHUTZ FÜR PV-ANLAGEN
Überspannungsschutz und Wechselrichter – Kann das funktionieren?
- 46** INFOGRAFIK LITHIUM
Wo die größten Reserven des begehrten Materials weltweit lagern
- 48** PHOTOVOLTAIKPROJEKTE IN SAMBIA
Die Sonne Afrikas nachhaltig nutzen
- 50** BATTERIESPEICHER PUFFERN ERNEUERBARE ENERGIE
Energiemanagement und dezentrale Speicher für stabile Stromversorgung in der City
- 52** CHARGER MIT GUTEM DRAHT ZUM ENERGIESYSTEM
Schnell und sicher aufladen

Rubriken

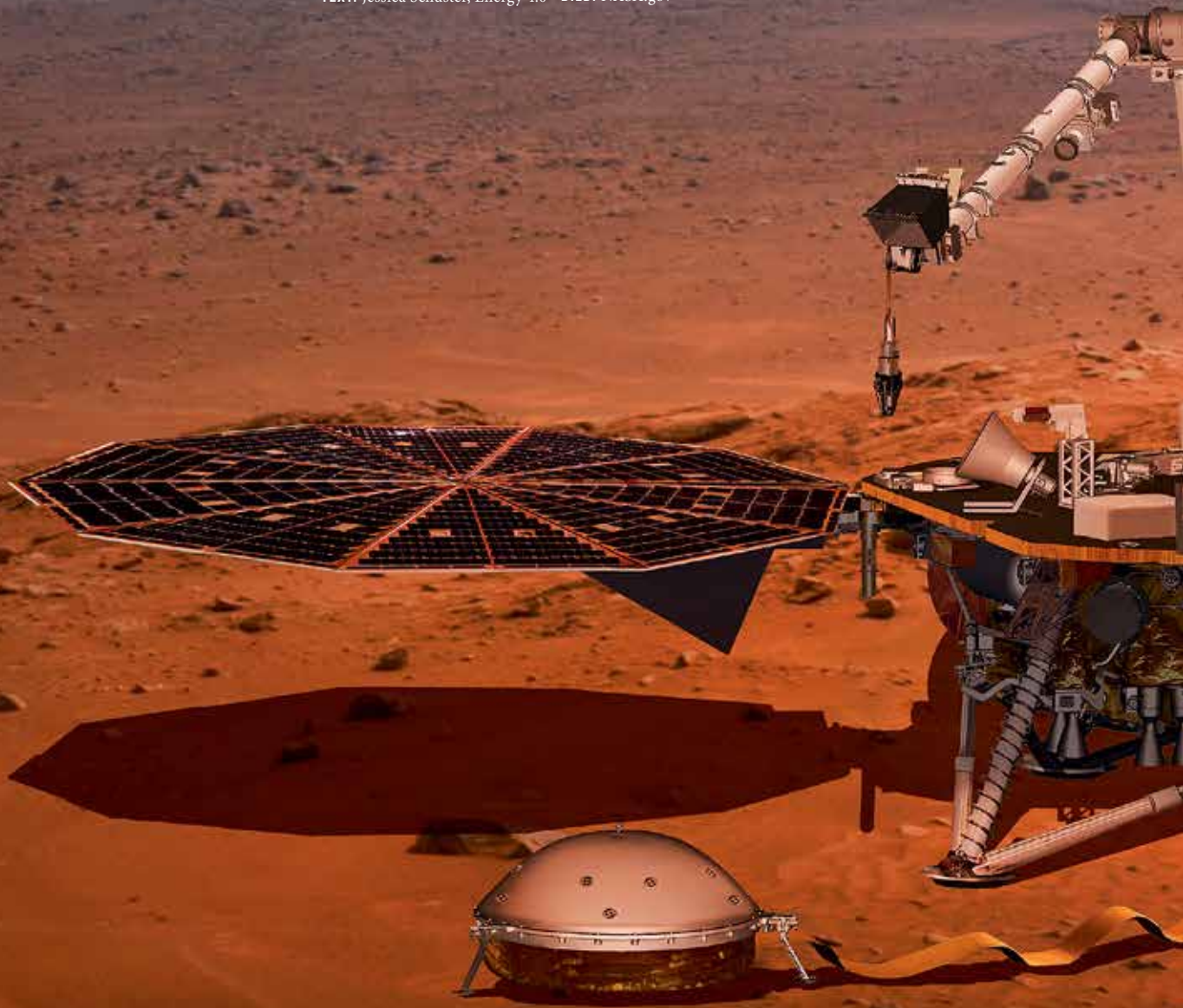
- 03** Editorial
- 26** Impressum & Firmenverzeichnis
- 54** Abspann

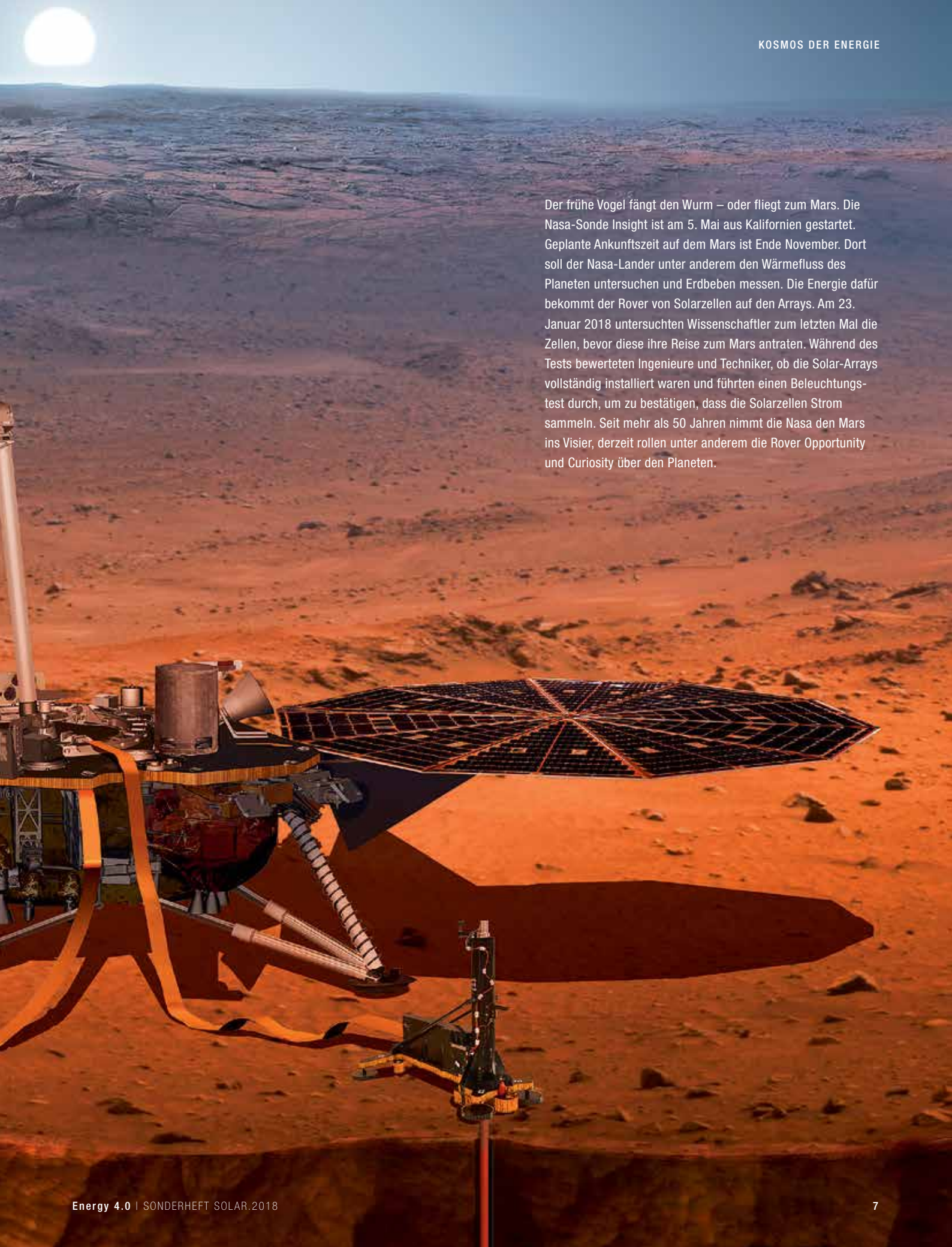
Solarenergie für den Mars-Rover

AUF ZU NEUEN WELTEN

Eine weitere Mars-Mission ist ein großer Schritt für die Menschheit und hilft bei der Erschließung des Universums. Mit Hilfe von Solarmodulen geht dem Rover der Saft nicht aus.

TEXT: Jessica Schuster, Energy 4.0 BILD: NASA.gov





Der frühe Vogel fängt den Wurm – oder fliegt zum Mars. Die Nasa-Sonde Insight ist am 5. Mai aus Kalifornien gestartet. Geplante Ankunftszeit auf dem Mars ist Ende November. Dort soll der Nasa-Lander unter anderem den Wärmefluss des Planeten untersuchen und Erdbeben messen. Die Energie dafür bekommt der Rover von Solarzellen auf den Arrays. Am 23. Januar 2018 untersuchten Wissenschaftler zum letzten Mal die Zellen, bevor diese ihre Reise zum Mars antraten. Während des Tests bewerteten Ingenieure und Techniker, ob die Solar-Arrays vollständig installiert waren und führten einen Beleuchtungstest durch, um zu bestätigen, dass die Solarzellen Strom sammeln. Seit mehr als 50 Jahren nimmt die Nasa den Mars ins Visier, derzeit rollen unter anderem die Rover Opportunity und Curiosity über den Planeten.



Hybrides Herzstück der PV-Anlage

Die Sonne nutzen, auch wenn sie gerade nicht scheint

Sonnenenergie vom eigenen Dach nutzen ist ein Stück Freiheit – Autarkie vom Stromnetz. Was passiert jedoch nachts? Keine Sonne, kein Strom. Innovative Hybridwechselrichter helfen, dieses Problem zu lösen.

TEXT: Jessica Schuster, Energy 4.0 BILDER: Kostal Solar Electric

Hagen ist immer eine Reise wert. Gerade wenn es um die 25 Grad hat und die Sonne scheint. Passend zum Wetter startete im April die Smart Connections Tour beim Speicherwechselrichter-Hersteller Kostal Solar Electric, welche sich an Installateure richtet, die sich über das neue Herzstück von Kostal informieren möchten. Zur Auftaktveranstaltung versammelten sich 27 Interessierte und lauschten dem Vortrag von Cyrus Heravi und Jarno Wagner bei Kostal. Sie berichteten über den Fortschritt bei Kostal und den innovativen hybriden Batteriewechselrichter Plenticore Plus. Der klassische Wechselrichter kann mit verschiedenen Batterietypen vervollständigt werden, um die Sonne auch dann zu nutzen, wenn sie gerade nicht scheint – beispielsweise nachts.

Das Thema Speicher ist bei Kostal Solar Electric seit über zehn Jahren tief verankert. Hinter der Solar Electric steckt ein 100-jähriges Familienunternehmen, welches unter anderem Elektronik für die Automobilindustrie und Antriebstechnik für die fertige Industrie bietet. Das hieraus entstandene Unternehmen, die Solar Electric, ist Lösungsanbieter für intelligente Energieerzeugung und deren Nutzung. Hier arbeitet das Unternehmen mit verschiedenen Partnern – beispielsweise aus dem Bereich Smart Home – oder mit Kunden zusammen, damit sie ökologische und saubere Energie vom Dach erhalten. Die innovativen Lösungen für die Energie der Zukunft entwickelt und produziert das Unternehmen in Deutschland, um hohe Qualitätsstandards zu bieten.

Hybrides Herzstück der PV-Anlage

Die Historie hat gezeigt: Kostal versteht es, das Leben zu vereinfachen und dennoch für alle Fälle die bestmögliche Lösung zu bieten. Der Plenticore Plus ist die logische Konsequenz. Bereits der Name Plenti drückt die vielfältigen (=plenty) Einsatz- und Wahlmöglichkeiten aus. Dabei sind alle wichtigen Funktionen in nur einem Gerät vereint. So bleibt der Batteriewechselrichter das Herz beziehungsweise der Kern (=core) jeder PV-Anlage.

Die Entwicklung des Plenticore Plus war eine eigene Problemstellung. Kostal setzt Standards und war eines der ersten Unternehmen, welches 3-phasige Wechselrichtersysteme auf den Markt gebracht hat. Der Hersteller hat den Wunsch des Kunden erkannt und wollte sich erst möglichst spät auf ein System festlegen. Jedoch wollte Kostal trotzdem einer der ersten in Sachen Vielfältigkeit sein. Insgesamt hat die Entwicklungszeit des Plenticore Plus drei Jahre gedauert.

Einfach vielfältig

Mehr Ertrag und höherer Eigenverbrauch werden laut Hersteller mit dem neuen Speicherwechselrichter erreicht. Ebenso soll er einfach in das Smart Home einbindbar sein. Dabei bietet das Gerät auch bei der Batterie Auswahlmöglichkeiten, da es mit verschiedenen Hochvoltbatteriespeichern, beispiels-



„Die Smart Connections Tour holt uns bei Themen ab, mit denen wir als Installateure regelmäßig konfrontiert sind. So gibt sie uns eine gute Unterstützung, um unseren Umsatz auf Touren zu bringen. Gut finde ich auch den klaren Mehrwert durch die integrierte Produktzertifizierung und die wichtigen Infos am Rande, ohne überladen zu sein.“

R. Orth, Inhaber Rainer Orth Service

weise von BYD oder Murata, kompatibel ist. Der Plenticore Plus passt mit seinen drei MPP-Trackern aber auch ideal als Stringwechselrichter zu jeder Dachanforderung und kann alle Himmelsrichtungen abdecken. Vielfältige Möglichkeiten eröffnen sich beim Bau einer neuen Anlage. Neben zwei PV-Eingängen hat der Speicherwechselrichter auch einen Kombi-Eingang. Damit kann der Plenticore Plus optional mit einer Batterie oder aber auch als reiner Stringwechselrichter mit drei MPP-Trackern angeschlossen werden. Somit sorgt das Gerät für mehr Flexibilität in der Planung – auch durch die Speicheroption, die sich zu einem späteren Zeitpunkt einfach per Aktivierungscode freischalten lässt, den der Kunde im neuen Webshop erwerben kann. Flexibilität gibt es auch bei der Wahl des passenden Speichers.

Verschiedene Energiequellen speichern

Mit dem Plenticore Plus ist eine Speicherung der DC- oder AC-Energie auch bei nicht solar-erzeugtem Strom mit angeschlossenem Batteriespeicher möglich. Somit kann Strom aus mehreren Energiequellen in der Batterie gespeichert werden. AC-Energielieferanten können dabei beispielsweise Blockheizkraftwerke, andere Wechselrichter oder weitere externe regenerative Energiequellen sein.

Im Gerät ist natürlich auch ein selbstlernendes Schattenmanagement integriert. Die kompakte Bauform ist optimal für das Repowering geeignet, da die Form eher hoch als breit ist, und somit gut in den Bestand verbaubar ist. Die AC-Leistungen sind für 4,2, 5,5, 7,0, 8,5, und 10 kW verfügbar und bieten so einen optimalen Spannungsbereich – ob Neubau oder für den Einsatz in Bestandsanlagen. In beiden Fällen können High-Performance-Module eingesetzt werden.

Der hybride Speicherwechselrichter Plenticore Plus kann zum Preis eines normalen PV-Wechselrichters erworben werden. Als Plus kann der Batterieeingang nach Bedarf erst später freigeschaltet werden. Dies funktioniert per Aktivierungscode. Laut Hersteller ist das Gerät somit in Summe günstiger als marktbegleitende Speicherwechselrichter. Einen weiteren Vorteil bietet der Plenticore Plus bei der Flexibilität in der Batterieauswahl. BYD und Murata sind bereits anschließbar, an weiteren wird derzeit gearbeitet – die Vorbereitungen laufen. Das Unternehmen sichert sich somit die Kernkompetenz im Wechselrichter und baut auf externes Know-how bei Batterien. Der Kunde soll selbst entscheiden, welches Hochvoltbatteriesystem eingesetzt wird. Das Gerät verfügt über eine hocheffiziente DC-Kopplung für die PV-Anlage und den Batteriespeicher – für Eigenverbrauch oder um die Energie in der Batterie zwischenzulagern. Jedoch kann der Plenticore Plus auch überschüssige AC-Energie über Wechselrichter aufnehmen. Für das Jahr 2019 ist auch geplant, eine neue Variante des Plenticore als rein AC-gekoppeltes System, also ohne PV-Module, dafür aber mit ein oder mehreren Batterien zu betreiben. Diese Lösung würde die volle Flexibilität bei der Nachrüstung von Bestandsanlagen ermöglichen und somit wieder einmal einen Standard setzen.

Plenticore Plus aufgeschraubt

Viele Herzen, mehrere Möglichkeiten. Dafür steht der Plenticore Plus und das bedeutet mehr als nur einen Betriebszustand. Das Display des Gerätes zeigt unter anderem den aktuellen Leistungsstand der PV-Anlage an. Zusätzlich ermöglicht die integrierte Web-APP des Plenticore Plus volle Funktionalität bei der Installation und Überwachung des Gerätes, und das plattformübergreifend also sowohl via PC,

„Mit der ersten Roadshow setzt Kostal wirklich neue Standards. Kurz, knapp und nützlich. Einen neuen Standard setzt auch der Plenticore Plus, der in vielen Aspekten nicht nur den Marktstandard widerspiegelt, sondern echt innovativ ist. Vielfalt in einem Gerät. Der Kunde entscheidet, ob er eine Batterie haben will und kann noch zwischen verschiedenen Anbietern wählen. Auch die verbesserten Möglichkeiten für die Anlagenauslegung finde ich gut.“

R. Wengenroth, Inhaber RW Solar



Smartphone oder Tablet. Somit hat der Anlagenbesitzer immer digital seinen Ertrag im Blick. Das Gerät verfügt zur einfachen Netzeinbindung über einen integrierten USB-Anschluss, an dem zukünftig auch ein WLAN-USB-Adapter angeschlossen werden kann. Die Smart-Home-Fähigkeit des Plenticore Plus ermöglicht die Anbindung der Anlage an entsprechende Systeme und die Kommunikation zwischen den Systemen. Durch ein Smart Meter erlaubt das Gerät eine 24-Stunden-Hausverbrauchs-messung.

Der Wechselrichter hat eine selbstlernende Batteriesteuerung – somit kann das Gerät durch Erzeugungs- und Verbrauchsprognosen selbst lernen und sich weiterentwickeln; ein Schritt in Richtung künstliche Intelligenz. Des Weiteren ist das Gerät vorbereitet für zusätzliche Batterieladung über AC-Energiequellen, wie zum Beispiel BHKW und Wind. Auto Update und Remote Support sind angedacht und über ein Software-Update möglich, jedoch noch nicht verfügbar. Auch ein EnergyManager B-control EM300 LR kann am Plenticore Plus angeschlossen werden. Bei der Frage zur Datenhoheit, äußert sich Markus Vetter, Leiter Marketing bei Kostal, folgendermaßen: „Wir bieten zwar Möglichkeiten der Datenerfassung, die Daten jedoch gehören dem Endkunden.“

Vielfältige Anschlussmöglichkeiten

Der Plenticore Plus ist auch für den Außeneinsatz geeignet, denn das Gerät erfüllt die IP65-Schutzklasse. Der Ethernet-Anschluss für das LAN ist als RJ45-Standard ausgeführt, für die Kommunikation mit den Batterien bietet das Gerät RS485 und CAN-Schnittstellen. An dem integrierten Ethernet können auch Geräte über ModBus Sunspec (TCP) und EEBus angeschlossen werden. Digitale Eingänge und USB 2.0 kom-

plettieren das Angebot. Bei Registrierung des Wechselrichters erhalten die Anwender fünf Jahre Garantie, da das Gerät somit besser beobachtet werden kann. Des Weiteren wird mit dem Wechselrichter auch geeignetes Zubehör für die Wandmontage geliefert. Obwohl es sich bei dem Plenticore Plus von Kostal nur um ein einzelnes Gerät handelt, bleibt der Systemgedanke doch bestehen. Denn den Kunden bietet er ganz wie der Name sagt vielfältige Lösungen für alle denkbaren Anwendungen. Und das setzt Standards.

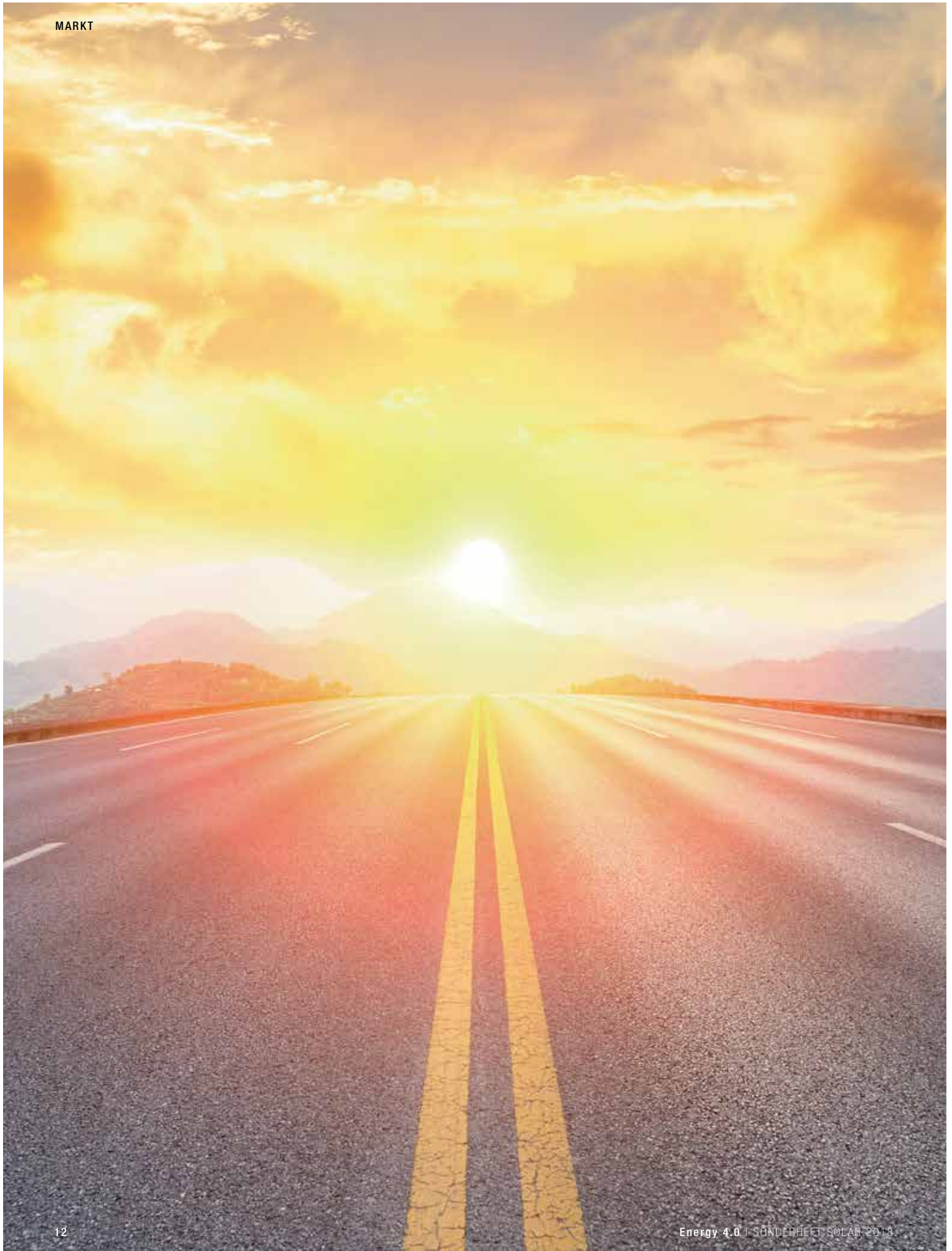
Plenticore Plus hautnah erleben

Der neue Solar-Hybridwechselrichter wird das ganze Jahr über durch Deutschland touren, von Berlin über Dresden bis nach Memmingen. Auch in Österreich und der Schweiz haben Interessierte die Möglichkeit, den Wechselrichter genauer zu begutachten und seine Features kennen zu lernen. □

TERMINE SMART CONNECTIONS TOUR VON KOSTAL



- 14. Juni in Memmingen
 - 03. Juli in Kaltenkirchen
 - 05. Juli in Lohmar - Wahlscheid
 - 10. Juli in Neusäß
 - 12. Juli in Erding
 - 17. Juli in Deggendorf
 - 19. Juli in Albstadt
 - 16. August in Laupersdorf (CH)
 - 23. August in Lipperswil (CH)
 - 11. September in Mils (A)
 - 13. September in Premstätten (A)
 - 18. September in Zeillern (A)
- www.smart-tour-kostal.com



Messevorschau: Die neue Intersolar

Solarfachmesse auf neuen Wegen

Die Solarwirtschaft boomt. Das spiegelt sich nicht nur in ausgebuchten Messehallen wider, sondern auch in einem neuen Konzept für die Intersolar: Welche Technologieneuheiten es gibt, wie die Zukunft des PV-Markts aussieht und welche Potenziale noch darauf warten, ausgeschöpft zu werden, beleuchten vier Fachmessen unter dem neuen Dach *The smarter E* vom 20. bis zum 22. Juni 2018 in München.

TEXT: Florian Mayr, Energy 4.0 BILD: iStock, Zhaojiankang

Der Markt für Photovoltaik wächst endlich wieder. Die Marktforscher von GTM Research schätzen, dass allein der europäische Solarmarkt in diesem Jahr um rund 30 Prozent wachsen wird. Erstmals soll der weltweite Zubau von PV-Anlagen zudem die 100-GW-Marke knacken. Kurz: Die gesamte Solarbranche kann sich über neue Absatzmärkte und ein brummendes Geschäft freuen. Diese positive Entwicklung spiegelt sich auch in der neuen Gestaltung der Fachmesse Intersolar wider: Um die Neuentwicklungen der Energietechnik über alle Sektoren hinweg präsentieren zu können, haben die Veranstalter die Plattform *The smarter E* entwickelt. Neben der Intersolar und der EES Europe vereint sie nun zusätzlich die EM-Power und Power2Drive an einem Standort.

Vier Messen in einer

Die einzelnen Fachmessen fokussieren folgende Themen:

- **Intersolar:** Photovoltaik, Solarthermie, Solarkraftwerke
- **EES Europe:** Energiespeichertechnologien, Energiespeichersysteme und dazugehörige Komponenten und Ausrüstung
- **Power2Drive:** Antriebsbatterien, Ladeinfrastruktur, E-Fahrzeuge

- **EM-Power:** dezentrale und erneuerbare Eigenversorgung, System- und Anlagentechnik, regelungstechnische Energieverbrauchsoptimierung, Software für Energiemanagementsysteme, Energiedienstleistungen
- Die Bereiche Netzinfrastruktur und Lösungen für die Integration erneuerbarer Energien werden in **allen Messebereichen** thematisiert.

Damit behandelt die Veranstaltung also die komplette Wertschöpfungskette der Energiebranche von der Erzeugung über die Speicherung und Verteilung bis hin zur Nutzung von Energie und deren intelligentes und verknüpftes Zusammenspiel.

Umfangreicher Rahmen

Die Kombination der verschiedenen Fachmessen soll darüber hinaus dazu dienen, innovative Ideen mit Experten zu diskutieren und mit einem interessierten und kenntnisreichen Publikum zu teilen. Deshalb gibt es für die Messebesucher erneut ein umfangreiches Rahmenprogramm, bestehend aus Konferenzen, Foren und Workshops. Hervorzuheben sind dabei unter anderem die Session zum Thema „Photovoltaik im urbanen Raum in Deutschland und

Frankreich – Neue Modelle für eine intelligente Netzintegration“ (Donnerstag, 21. Juni / 13.15 - 16:00 Uhr) und die Session „Richtschnur Blockchain – Möglichkeiten, Finanzierung und Regulierung“ (Freitag, 22. Juni / 10:30 - 12:00 Uhr). Beide Vortragsreihen finden statt auf dem Forum in Halle B2, Stand 570.

Preise für Innovation

Ein weiteres Ziel der Intersolar und der parallel stattfindenden Fachmessen ist, die Innovationskraft der Branche zu fördern. Aus diesem Grund verleihen die Messeveranstalter in Zusammenarbeit mit internationalen Branchenverbänden wieder diverse Preise. Erstmals vergeben wird in diesem Jahr der The-smarter-E-Award in den beiden Kategorien „Herausragende Projekte aus den Bereichen Solar, Speicher, Energiemanagement“ und „umweltfreundliche Mobilität und Smart Renewable Energy“. Verliehen werden außerdem wieder der Intersolar- sowie der EES-Award. Die Verleihung der einzelnen Preise findet am 20. Juni 2018 um 17 Uhr statt (Halle B2, Stand 570). □

Das komplette Rahmenprogramm der Fachmessen finden Sie hier:
<https://bit.ly/2J0ekar>



Branchenreport Solar

DIE ANANAS FLORIERT

Dass die Photovoltaik in der Bundesrepublik in etwa so sinnvoll sei wie Ananaszüchten in Alaska, hat sich nicht bewahrheitet. Seit Ex-RWE-Chef Jürgen Großmann diese Aussage im Jahr 2012 traf, hat sich einiges in Sachen Solar-energie getan. Und noch ist die Nachfrage nach der sinnbildlichen Ananas nicht gesättigt.

TEXT: Demian Kutzmutz, Energy 4.0

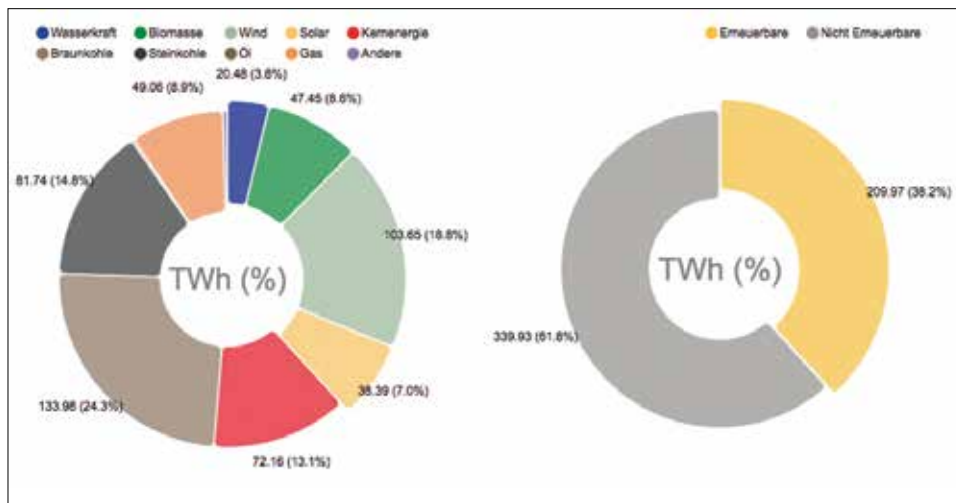
BILDER: Fraunhofer ISE; Strom-Report; iStock, Alija

Ironischerweise verglich Jürgen Großmann die Photovoltaik genau in dem Jahr mit alaskischem Ananaszüchten, in dem der Zubau von Solaranlagen regelrecht explodierte. Gefördert durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) gab es 2012 einen Spitzenwert in der Zahl der sonnenbetriebenen Installationen, der bis heute nicht wieder überboten wurde. Denn die staatlichen Subventionen für den Bau von Solaranlagen nahmen ab 2013 sukzessive ab. Ist Deutschland trotzdem noch in der Lage, mit Hilfe der Sonne einen entscheidenden Beitrag zum Strombedarf zu liefern?

Gesamtleistung: Damals und Heute

2017 reiht sich in die vier schwächsten Branchenjahre seit 2008 ein, was die Solarenergie betrifft: Nur 1.670 MWp neu installierte Leistung ist zu verzeichnen. Im Vergleich zum Vorjahr mit 1.530 MWp zwar ein leichter Anstieg, doch trotzdem weit hinter der Planung der Bundesregierung, die einen Zubau von 2.400 bis 2.600 MWp anstrebt. Vom Solarboom zwischen 2010 und 2012 ist scheinbar nichts mehr übrig. Das liegt nicht zuletzt an der abnehmenden Förderung der Regierung.

Doch ausbleibender Zubau bedeutet natürlich nicht ausbleibende Leistung: Lag die Stromerzeugung vor zehn Jahren noch



Gesamtstromerzeugung in Deutschland 2017: Solarenergie bildet einen Anteil von sieben Prozent (38,39 TWh). Zusammen mit Windenergie (103,65 TWh), Biomasse (47,45 TWh) und Wasserkraft (20,48 TWh) fließen insgesamt 38,2 Prozent erneuerbarer Strom in die Gesamtnettoerzeugung.

bei einer Jahresleistung von 4,4 TWh, so erreichte sie durch die zwar zunehmend geringen, aber dafür stetigen Neuinstallationen im letzten Jahr einen Wert von 38,39 TWh. Das entspricht einer Steigerung um das etwa Neunfache.

Im Gesamtstrommix macht Photovoltaik damit einen Anteil von etwa sieben Prozent aus und sortiert sich bei den Erneuerbaren auf dem dritten Platz hinter der Windenergie (103,64 TWh / 18,8 Prozent) und Biomasse (47,45 TWh / 8,6 Prozent) ein. Zusammen produzierten die Märkte Wind und Sonne 2017 erstmals mehr Strom (142,03 TWh) als Braunkohle (133,66 TWh), Steinkohle (83,37 TWh) und die Kernkraft (72,13 TWh).

Nebenmarkt Solarthermie

Die Haupternte von Solarenergie findet im Süden Deutschlands statt, wo die Sonneneinstrahlung überdurchschnittlich hoch ist – vor allem in Bayern. Stand Oktober 2017 liegt die installierte Leistung hier bei 11,6 GW, Baden-Württemberg folgt auf dem zweiten Platz mit 5,4 GW. Auch Nordrhein-Westfalen liefert mit etwa 4,5 GW einen beachtlichen Anteil zur Gesamtleistung. Diese umfasst in der Summe 42,7 GW Strom, gesammelt von insgesamt rund 1,65 Millionen Photovoltaikanlagen.

Abseits von Strom steht die Sonne aber noch für eine weitere wichtige Energie: Wärme. Diese wird nicht in Photovoltaik-, sondern in thermischen Solaranlagen gewonnen. Unterschieden wird dabei zwischen kleiner dimensionierten, für den Wohnraum ausgelegten Installationen und solchen, die im industriellen Maßstab arbeiten (thermische Solarkraftwerke). Während erstere tatsächliche Wärme für die direkte Verwendung im Haushalt liefern, etwa für die Wassererwärmung zum Baden, Duschen oder Spülen, finden letztere ihren Nutzen

wieder in der Stromproduktion: Denn hier wird die gewonnene Wärme in Elektrizität umgewandelt.

Der grundlegende Unterschied einer thermischen zu einer Photovoltaikanlage ist das indirekte Verfahren, mittels dessen der Strom erzeugt wird; bei der Solarstromerzeugung liegen abgesehen von der direkten Umwandlung der Sonnenstrahlen auf den Solarzellen keine Zwischenschritte zugrunde.

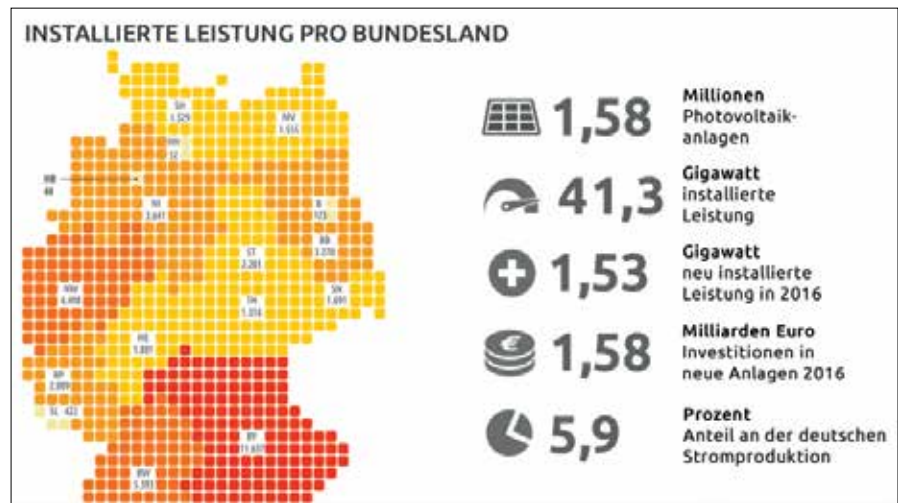
Obwohl die Anzahl der Photovoltaikanlagen bei Weitem überwiegt, liegt Deutschland mit einer installierten Leistung von 7.766 MW thermischer Solaranlagen (Stand 2008) auf Platz 1 der EU. Erst mit einigem Abstand folgen Griechenland mit 2.708 und Österreich mit 2.268 MW. Die Welttrangliste führt China mit 105 GW installierter Leistung an – das entspricht beinahe dem sechsfachen Wert von Gesamteuropa (18,3 GW)!

Entwicklung der Vergütungssätze

Solarenergie hat folglich sowohl in der Strom- als auch in der Wärmeproduktion einen hohen Stellenwert inne – doch wird sie auch dementsprechend gefördert? Das Erneuerbare-Energien-Gesetz, seit seinem Inkrafttreten im April 2000 mehrfach neu aufgelegt, regelt die Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Quellen ins Stromnetz und damit verbundene Vergütungen für deren Erzeuger. Für Photovoltaikfreiflächenanlagen bis 500 kWp, die 2004 in Betrieb gingen, lagen diese Vergütungssätze damals bei mindestens 45,70 Cent/kWh. Ende 2017 belief sich der Wert nur mehr auf 8,45 Cent/kWh.

Der jeweilige Vergütungssatz wird vom EEG dabei für 20 Jahre zugesichert; ausschlaggebend ist somit der Zeitpunkt der Inbetriebnahme sowie die Art und Größe der Anlage selbst

Die installierte Leistung pro Bundesland in MW, Stand 2016. In den südlichen Bundesländern Baden-Württemberg (5.393 MW) und Bayern (11.637 MW) ist die Solarausbeute am größten.



(Paneele auf Hausdächern, Freiflächen- oder Nichtwohngebäudeanlagen).

Genau diese 20-Jahre-Regelung ist jedoch der Grund für die anhaltende Degression der Vergütungssätze – denn sie bewirkt eine hohe Belastung des Steuerzahlers. Dazu gab es bereits bei Einführung des Gesetzes Kritik. 2016 wurde außerdem eine Deckelung der Fördersätze beschlossen. Heißt: Die Minderung der Vergütungssätze kann unterschiedlich schnell vorangehen, je nachdem, ob und wie viele neue Projekte hinzukommen. Eine Investition in Photovoltaik sollte deshalb genau kalkuliert werden, um lohnenswert zu sein.

Jobschwund im Solar-Sektor

Unter den Subventionseinschnitten in Kombination mit Preisverfall und Wettbewerbsdruck erfuhr auch die Arbeitsplatzsituation in der Photovoltaikbranche einen strukturellen Wandel. Gab es 2011 noch etwa 110.900 Arbeitsplätze, so gingen diese in den darauffolgenden Jahren stark zurück. Geschäftsniederlegungen und Pleiten gingen mit einem Einbruch der Nachfrage einher, welche aufgrund des Förderrückgangs um 80 Prozent abnahm. Ende 2015 blieben in der Photovoltaikbranche noch rund 31.600 Arbeitsplätze übrig, fast 72 Prozent gingen also seit 2011 verloren.

Diese Entwicklung spiegelt sich auch in den Investitionen wider. Vor acht Jahren verzeichnete Deutschland die Rekordsumme von 19,5 Milliarden Euro, die in die Solarbranche investiert wurden. 2016 wurden lediglich 1,58 Milliarden Euro zugeführt, was unter dem Niveau von 2004 (3,5 Milliarden Euro) liegt. Die Aussichten auf eine Amortisierung sind auch aus der Sicht des Privatverbrauchers einfach zu unsicher geworden.

Als Nachbar gern gesehen

Erwähnenswert ist aber, dass Solaranlagen die mit Abstand höchste Akzeptanz von allen Kraftwerken bei der Bevölkerung genießen. Bei einer Befragung des TNS Emnid im Auftrag der Agentur für Erneuerbare Energien (AEE) stellte sich heraus, dass die meisten Deutschen (93 Prozent) einen Ausbau der erneuerbaren Energien für sehr wichtig halten und entsprechende Erzeugungsanlagen in ihrer Nachbarschaft sogar befürworten. Dabei zeichnete sich eine klare Diskrepanz zu konventionellen Kraftwerken ab: Die Toleranz für Kohle-, Atom- und Gaskraftwerke steht mit fünf, sechs und 20 Prozent der von Biogas-, Wind-, und Solaranlagen mit 38, 57 und 72 Prozent gegenüber. Hatten die Befragten bereits Vorerfahrung mit besagten Anlagen, stiegen die Werte sogar noch weiter – bei Solarparks auf bis zu 94 Prozent Akzeptanz.

Und, rentiert es sich nun, die Ananas in Alaska zu züchten? Sicherlich findet Solarenergie heute nicht mehr die Förderung, die sie mit Verabschiedung des ursprünglichen Erneuerbare-Energien-Gesetzes zur Jahrtausendwende erfuhr. Dafür steigt der Anteil der Erneuerbaren und auch der Photovoltaik am Gesamtstrommix kontinuierlich. Deutschland kommt somit seinem Ziel näher, bis 2025 zwischen 40 und 45 Prozent seines Strombedarfs durch Grünstrom zu decken.

Solaranlagen erfreuen sich zusätzlich der größten Akzeptanz in der Bevölkerung, wohingegen die wenigsten Bürger konventionelle Erzeugungsanlagen wie Atom- oder Kohlekraftwerke in ihrer Nachbarschaft begrüßen. Auch wenn Deutschland nicht für ein Übermaß an Sonnenstunden bekannt ist, stellt die Solarenergie mit ihrem beachtlichen Anteil an der Gesamtstromerzeugung einen entscheidenden Faktor auf dem Weg zur Energiewende dar. □



Stromversorgung für das neue Energiezeitalter

Energiehotspots intelligent verbinden

Schlagworte wie Sektorenkopplung, Elektromobilität und erneuerbare Energien prägen die Energielandschaft. Welche Lösungen und Dienstleistungen es für diese Aufgabenstellungen gibt, erfahren Sie hier.

TEXT: Dr. Bernd Koch, Siemens **BILDER:** Siemens; iStock, imagedepotpro



Eine Gesamtlösung für ein dezentrales Energiesystem lohnt sich im Hinblick auf Kosten und Effizienz gleichermaßen.

Der Trend zur Unabhängigkeit vom traditionellen Modell einer zentralen Stromversorgung führt zu einem zunehmend dezentralen Energiesystem. Dieser Wandel ist durch eine Zunahme effizienter und kostengünstiger Lösungen für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen von der Kleinanlage bis zum Großkraftwerk, für Kraft-Wärme-Kopplung und für die Stromspeicherung gekennzeichnet.

Die zunehmende Nutzung erneuerbarer Energiequellen, die Deregulierung der Märkte und das steigende Umweltbewusstsein verstärken diesen Wandel. Siemens bietet hierfür kundenspezifische Lösungen, Dienstleistungen und Produkte sowohl für die lokale Energieerzeugung als auch für Photovoltaik, die E-Mobility-Infrastruktur und Niederspannungskomponenten.

Lokale Energielösungen

Experten von Siemens unterstützen Kunden in allen Wirtschafts- und Industriezweigen dabei, sich den drei entscheidenden Herausforderungen von heute erfolgreich zu stellen: Kosten, Versorgungssicherheit und Senkung der CO₂-Emissionen. Ob es um die Erhöhung der Energieeffizienz, die Reduzierung der Netzentgelte, Resilienz oder Ressourcenschonung geht: Siemens bietet kundenspezifische Antworten. Das Lösungsspektrum umfasst dabei Einzelprodukte und schlüsselfertige Projekte ebenso wie Energy as a Service (EaaS).

Eine lokale Gesamtlösung für die Energieversorgung kann in geschäftlicher Hinsicht aus vielfältigen Gründen attraktiv sein, etwa wenn es darum geht, Kosten zu senken, hocheffiziente Technik zu nutzen oder neue Erlösquellen zu schaffen. Siemens bietet Finanzierungslösungen wie Managed-Service-Verträge, Leasing oder Mietkauf.

Photovoltaik-Lösungen

Die Nutzung dezentral erzeugter Energie aus erneuerbaren Quellen nimmt zu und stellt damit eine Herausforderung für die Zuverlässigkeit und Stabilität der Netze dar. Eine Antwort auf diese Herausforderung liefert Siemens mit seiner Photovoltaik-eBoP-Lösung, einer Stromverteilungslösung mit Energiespeichern von Fluence. Diese umfasst die Combiner-Box ebenso wie die Anbindung an das Mittel- oder Hochspannungsnetz.

Das Herzstück ist die Mittelspannungswechselrichterstation. Sie vereint drei leistungsstarke Komponenten aus dem Siemens-Portfolio: Wechselrichter, Schaltanlage und Transformator. Zur Verbesserung der Energieausbeute von PV-Anlagen bietet Siemens darüber hinaus präzise Solar-Tracking-Steuerungssysteme sowie Hard- und Software für Steuerungs- und Überwachungsaufgaben.

Infrastruktur für E-Mobilität

Intelligente Infrastrukturlösungen gewinnen zunehmend an Bedeutung, insbesondere bei der Befriedigung der wachsenden Nachfrage nach E-Mobilität. Das umfangreiche Portfolio von Siemens für die Ladeinfrastruktur sorgt dafür, dass der Strom vom Kraftwerk bis zur Ladestation problemlos und effizient fließt. Es umfasst Einzelkomponenten und Lademanagementsysteme ebenso wie Komplettlösungen und Beratungsleistungen.

Niederspannungskomponenten

Intelligente Gebäude, Infrastruktureinrichtungen und fertige Industriebetriebe werden im dezentralen Ener-

Lösungen für die Niederspannungsenergieverteilung im dezentralen Energieumfeld erlauben unter anderem eine ausfallsichere Energieverteilung.



giesystem zu Prosumern, die Energieverbraucher, -erzeuger und -speicher zur gleichen Zeit sind. Sie nehmen damit eine Schlüsselposition im Kontext transformierender Energiesysteme ein. Dies erfordert eine elektrische Energieverteilung, die technisch darauf ausgelegt ist. Hier bietet Siemens ein durchgängiges Spektrum an Systemen und Produkten für die

Niederspannungsenergieverteilung im dezentralen Energieumfeld von normkonformen Schutz- und Schaltgeräten für die Absicherung elektrischer Anlagen und eine ausfallsichere Energieverteilung über Systeme zur Überwachung oder Monitoring des Energieverbrauchs bis zu intelligenten Ladelösungen für Elektromobilität an. □

WindEnergy Hamburg

The global on & offshore expo

Hamburg,
25 – 28 September 2018

Over 1,400 exhibitors from 40 countries and some 35,000 trade visitors from 100 countries – that is WindEnergy Hamburg. Be a part of the world's leading expo for wind energy, and find everything that the global wind industry onshore and offshore has to offer.

Register now!

windenergyhamburg.com

 Hamburg Messe in co-operation with



Join the Global Wind Summit

 **WindEnergy
Hamburg**
The global on & offshore expo

**Wind[•]
EUROPE**
The global on & offshore conference

Teamarbeit bei Lösungen für die Solarbranche

Anlageneffizienz mit Drehgebern erhöhen

Concentrated Solar Power ist eine Schlüsseltechnik der Solarbranche. Beim Drehen der Spiegel kann intelligente Automatisierungstechnik von Kübler helfen.

TEXT: Filippo Zerbo, Kübler BILDER: Kübler; iStock, prognone





Mit der Weiterentwicklung des Absolutdrehgebers Sendix F36 entstand eine wirtschaftliche Gesamtlösung, bestehend aus Produkt, Montage, System, Test und Logistik.

Speziell für eine seiner Kernbranchen, die Solarindustrie, hat sich der Hersteller Kübler eng mit Partnern aus angrenzenden Branchen, wie der Antriebs- und Automatisierungstechnik, vernetzt. Im Verbund entstehen innovative Lösungen. Diese bilden einen wesentlichen Bestandteil innerhalb der gesamten Wertschöpfungskette. Die Kunden profitieren nicht nur von auf ihre Anforderungen angepassten Produkten, sondern von einer breiten Zuliefererbasis. Das Angebot reicht von speziellen Kundenschnittstellen über schnell realisierte und ökonomische Komplettantriebe bis hin zur Weiterentwicklung hochgenauer, robuster Mess- und Montageverfahren inklusive dem Implementieren vor Ort.

Das Solar-Team wächst

Seit einigen Jahren wächst das Kernbranchen-Team Solar bei Kübler kontinuierlich. Dabei befindet sich die Industrie in einer Phase tiefen Umbruchs. Der Weg, beziehungsweise das Weg, von fossilen und atomaren hin zu erneuerbaren Energiequellen ist derzeit eins der folgenreichsten und ambitioniertesten Themen unserer Zeit – sowohl hierzulande als auch für den Rest der Welt. Nicht zuletzt aufgrund intensiver staatlicher Förderung konnte sich Deutschland einen festen Platz unter den Technologieführern auf dem Gebiet solarthermischer Anlagen erobern. Eine

lebendige Branche mit vielen offenen technologischen Fragen für die Zukunft. Kübler hat die globale Wachstumsbranche Solarenergie seit Beginn mit seinen speziell für schwierige Außeneinsätze angepassten, witterungsbeständigen Produkten begleitet und dabei neben umfangreichen Kenntnissen über die speziellen Bedürfnisse der Branche viel Projekterfahrung gesammelt. Gerade im Bereich der sogenannten Großanlagen, Kraftwerke und Nahwärmesysteme sieht das Schwarzwälder Unternehmen vor allem in der System- und Antriebstechnik noch viel Entwicklungspotenzial.

CSP: Ein Schlüssel innerhalb der Solarthermie

CSP – Concentrated Solar Power – heißt eine Schlüsseltechnik im Bereich der alternativen Energiegewinnung, die nach wie vor ein besonderes Begeisterungspotenzial für Forscher und Entwickler birgt: Sonnenenergie wird durch Spiegel konzentriert, um Wasser zu erhitzen.

Mit dem entstehenden Dampf wird eine Turbine angetrieben. Und da sich große Mengen an Wärme, im Vergleich zu Strom, relativ einfach und gut speichern lassen, liefern diese Solarkraftwerke auch dann Strom, wenn die Sonne nicht scheint. CSP-Anlagen schöpfen ihr volles Potenzial in den sonnenreichsten Regionen dieser Erde aus. Diese Gegen-

den liefern für Photovoltaik schon auf Grund der Hitze wenig Stromausbeute. Zudem umgehen die thermischen Kraftwerke einen Teil des Stromnetzproblems, denn gerade in heißen Regionen sind diese für die angestrebte Verteilung einer zentralen Stromproduktion bis in den letzten Winkel Mangelware.

CSP-Kraftwerken genügen Wasser für den Betrieb der Dampfturbine und Stromleitungen, die darauf ausgelegt sind, Energie dahin zu bringen, wo sie gebraucht wird. In CSP-Anlagen bündeln der Sonne nachgeführte Spiegel Licht auf einen Absorber. Dort wird überhitzter Wasserdampf erzeugt, der eine Turbine antreibt, an die wiederum ein Stromgenerator angeschlossen ist. Dabei versorgt Kübler Anlagen mit Positionssensorik, die unterschiedlichen Technologien folgen: Beim Turmsystem mit Heliostaten konzentrieren einzeln nachgeführte Spiegel das Sonnenlicht auf einen Turm, in dem ein Absorber platziert ist. Das Parabolrinnensystem besteht aus langen gewölbten Spiegelreihen, die die Sonneneinstrahlung auf ein mit Dampf oder einem anderen Medium gefülltes Empfangsrohr bündeln. Eine dritte Technologie ist auf die Direktverdampfung von Wasser ausgelegt: Während Parabolrinnenspiegel der Sonne mit leistungsstarken Hydrauliken nachgestellt werden, ermöglichen sogenannte Fresnel-Kollektoren aufgrund ihrer leichten Bauweise eine sehr wirtschaft-

JEDE
WOCHE
NEU**energy**_{4.0} WEEK

DIE WOCHE KOMPAKT

liche Nutzung an Standorten, an denen große Flächen verfügbar sind. Mehrere ebenerdig angeordnete parallele, ungewölbte Spiegelstreifen reflektieren dabei die Sonneneinstrahlung auf einem Empfangsrohr. Dazu werden sie über viele Antriebe dem vertikalen Sonnenverlauf nachgeführt.

Sensoren mit Solarkompetenz

Kübler Komponenten und Lösungen für die Solarbranche erfüllen zum einen die geforderte Kosteneffizienz und Langlebigkeit von Komponenten, die für den harten Einsatz in heißen Regionen ausgelegt sind. Sie zeichnen sich darüber hinaus durch ihre perfekte Systemintegration aus. Ein Zweiklang, der dem Kunden Vorteile bringt. Ganz gleich, welche CSP-Technik zur Anwendung kommt: Solarthermische Kraftwerke benötigen durch ihre gesamte Wertschöpfungskette hindurch bestmögliche Effizienz, um kostendeckend Energie liefern zu können. Eine Effizienz, die nicht bei den Anschaffungskosten Halt macht, sondern die Wartungskosten über eine lange Lebensdauer mit einkalkuliert. Extreme Witterungsbedingungen, denen die Komponenten zuverlässig und langlebig standhalten müssen, gehören daher zu den Grundanforderungen.

Bei inkrementalen und absoluten Drehgebern sind es das robuste Safety-Lock-Design, die Schock- und Vibrationsresistenz und die hohe IP-Schutzart, die die Produkte für Heliostaten mit Positionserkennung von Azimut- und Höhenachsen prädestinieren. Kübler Neigungssensoren der IS-Reihe im kompakten und robusten Kunststoffgehäuse sind die Produkte der Wahl, wenn eine hohe IP-Schutzart und eine besondere Temperaturresistenz erforderlich sind.

Beides ist wichtig beim Einsatz in Parabolrinnensystemen, aber auch in Photovoltaikanlagen. Berührungslose, magnetische Messsysteme wie der Kübler Limes LI50 eignen sich speziell für Parabolrinnenanlagen mit Achsensteuerung. Die linearen Messgeräte im Druckgussgehäuse bieten maximalen IP-Schutz, benötigen wenig Einbauraum und sind schock- und vibrationsresistent.

Lösungen durch Kooperation

Im indischen Rajasthan entsteht derzeit eine 250-Megawatt-Fresnel-Anlage; sie ist damit das größte Bauwerk dieser Art in Asien. Die hochgenaue Winkelmessung an den Fresnel-Spiegeln übernehmen die bewährten Kübler Sendix F36, speziell für diesen Einsatz in Kooperation mit dem Antriebsspezialisten Framo-Morat technisch weiterentwickelt. In einer Fresnel-Anlage zählt auch die zweite Stelle hinter dem Komma, wenn es um die Genauigkeit der Spiegelpositionierung geht. Dabei ist es vor allem die Größe der Anlage, die die hohe Genauigkeit der Spiegelstellung erfordert. Im Falle ungenauer Messungen wäre der Wirkungsgrad der Anlage drastisch beeinträchtigt.

Der Aufbau eines Fresnel-Kollektors gestaltet sich sehr einfach: Ein Stahlgerüst trägt ebene, in Reihen hintereinander angeordnete Primärspiegel. Der Receiver ist in einer Höhe von einigen Metern oberhalb der Primärspiegel angebracht und besteht im Wesentlichen aus Sekundärspiegeln und einem Absorberrohr. Bei einer mittleren Anlage beträgt die Spiegelhöhe um die zehn Meter; die gigantische Anlage, die Kübler gemeinsam mit seinem Partner Framo-Morat belieferte, erfordert einen Abstand zwischen Spiegel und Absorber



E-M@il für Sie:
Relevante News aus der
Welt der **ENERGIE**.

ENERGY 4.0 WEEK-NEWSLETTER:

Wöchentlich dienstags und donnerstags mit den wichtigsten Meldungen – für Sie ausgesucht von unserer Redaktion.

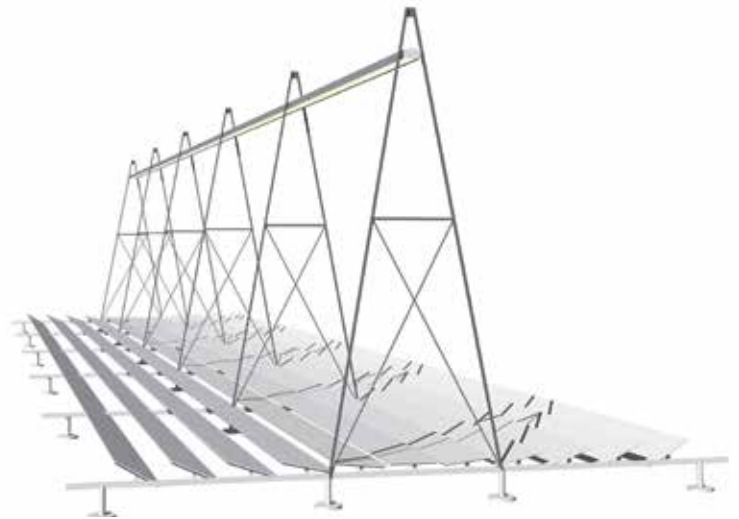
Jetzt kostenfrei registrieren unter:
www.INDUSTR.com/E40/Newsletter

ENERGY 4.0 WEEK ABONNIEREN



FIRMEN UND ORGANISATIONEN IN DIESER AUSGABE

Firma	Seite	Firma	Seite
ABB	33	Kostal.....	Titel, 8
Bachmann Electronic.....	39	Kübler.....	22
Baywa R.E. Solar Projects	48	Messe Nürnberg	2, US
BYD	38	Phoenix Contact	44
Dehn.....	38	Siemens.....	18
E3/DC	38	SMA Solar Technology.....	30, 38
Fenecon.....	50	Solar Promotion.....	12
Fraunhofer ISE.....	34	Solare Datensysteme.....	38
Fronius.....	38	Solarwatt	27
Gevestor.....	46	Sonnen	52, 4, US
GP Joule	3	Tesvolt.....	38
Hamburg Messe und Congress.....	21	TÜV Rheinland.....	38
IBC Solar	38	Varta.....	43



Während Parabolrinnenspiegel der Sonne mit leistungsstarken Hydrauliken nachgestellt werden, ermöglichen Fresnel-Kollektoren durch ihre leichte Bauweise eine wirtschaftliche Nutzung an Standorten, an denen große Flächen verfügbar sind.

IMPRESSUM

Herausgeber Kilian Müller

Redaktion Jessica Schuster (Managing Editor/verantwortlich/-29), Isabell Diedenhofen (-38), Selina Doulah (-34), Anna Gampenrieder (-23), Ragna Iser, Demian Kutzmutz (-37), Florian Mayr (-27), Sabrina Quente (-33), Cathrin Schmitt (-15)

Newsdesk newsdesk@publish-industry.net

Anzeigen Doreen Haugk (Director Sales/verantwortlich/-19), Saskia Albert (-18), Vitor Amaral de Almeida (-24), Corinna Brodersen (-39), Caroline Häfner (-14), Maja Pavlovic (-17), Julia Rinklin (-10), Katrin Späth (-99); Anzeigenpreisliste: vom 01.01.2018

Sales Services Ilka Gärtner (-21), Franziska Gallus (-16), Marina Schiller (-20), dispo@publish-industry.net

Marketing & Vertrieb Anja Müller (Head of Marketing), Alexandra Zeller (Product Manager Magazines), David Löffler (Kampagnenmanager)

Herstellung Veronika Blank-Kuen

Verlag publish-industry Verlag GmbH, Machtingfer Straße 7, 81379 München, Germany
Tel. +49.(0)151.58 21 19-00, Fax +49.(0)89.50 03 83-10, info@publish-industry.net, www.publish-industry.net

Geschäftsführung Kilian Müller, Frank Wiegand

Leser- & Aboservice Tel. +49.(0)61 23.92 38-25 0, Fax +49.(0)61 23.92 38-2 44; leserservice-pi@vuserice.de

Abonnement Das Abonnement enthält die regelmäßige Lieferung der Energy 4.0 (derzeit 4 Ausgaben Energy 4.0 Quarterly sowie zusätzlich als Gratiszugabe 2 Ausgaben Energy 4.0 EXTRA)

Jährlicher Abonnementpreis

Ein JAHRES-ABONNEMENT der Energy 4.0 ist zum Bezugspreis von 51,20 € inkl. Porto/Versand innerhalb Deutschlands und MwSt. erhältlich (Porto: EU-Zone zzgl. 10 € pro Jahr, Europa außerhalb EU zzgl. 30 € pro Jahr, restliche Welt zzgl. 60 € pro Jahr). Jede Nachlieferung wird zzgl. Versandkosten und MwSt. zusätzlich berechnet. Im Falle höherer Gewalt erlischt jeder Anspruch auf Nachlieferung oder Rückerstattung des Bezugsgeldes. Studentenabonnements sowie Firmenabonnements für Unternehmen, die Energy 4.0 für mehrere Mitarbeiter bestellen möchten werden angeboten. Fragen und Bestellungen richten Sie bitte an leserservice-pi@vuserice.de

Gestaltung & Layout abavo GmbH, Nebelhornstraße 8, 86807 Buchloe, Germany

Druck Firmengruppe APPL, sellier druck GmbH, Angerstraße 54, 85354 Freising, Germany

Nachdruck Alle Verlags- und Nutzungsrechte liegen beim Verlag. Verlag und Redaktion haften nicht für unverlangt eingesandte Manuskripte, Fotos und Illustrationen. Nachdruck, Vervielfältigung und Online-Stellung redaktioneller Beiträge nur mit schriftlicher Genehmigung des Verlags.

ISSN-Nummer 1866-1335

Postvertriebskennzeichen 75032

Gerichtsstand München

Der Druck der Energy 4.0 erfolgt auf FSC®-zertifiziertem Papier, der Versand erfolgt CO₂-neutral.

Mitglied der Informationsgemeinschaft zur Feststellung der Verbreitung von Werbeträgern e.V. (IVW), Berlin



von bis zu 50 Metern. Die Spiegelposition muss deshalb mit einer Genauigkeit von unter 0,01 Grad Abweichung ermittelt werden, um der ambitionierten Anlagenauslegung zu entsprechen.

Während Küblers Partner, das Schwarzwälder Unternehmen Framo-Morat den Antrieb realisierte, sorgte der Sensorikhersteller für das passgenaue und dennoch kostengünstige Messsystem und unterstützte die wirtschaftliche Integration in den Antrieb. Die Kübler-Lösung innerhalb der Kooperation bestand in der Weiterentwicklung des hochgenauen Kübler-Absolutdrehgebers Sendix F36: Es entstand ein Produkt, das für diese Aufgabe ideal zugeschnitten ist. Dazu wurde die standardmäßige ohnehin schon hohe Genauigkeit des Gebers verdoppelt, und in Kooperation mit Framo-Morat wurden verschiedene Lösungen entlang der Wertschöpfungskette erarbeitet: Von der Verbesserung der Mess- und Montageverfahren über eine gemeinsame Fehleranalyse vor Ort bis hin zu einer Logistik-Optimierung zwischen den Partnern. Kurzum: Eine wirtschaftliche Gesamtlösung, bestehend aus Produkt, Montage, System, Test und Logistik mit unerwarteten Vorteilen in der Realisierung, die den Kunden begeistert. Seine Wettbewerbsfähigkeit wurde gestärkt und das Time-to-Market verkürzt. Für Kübler ist das erfolgreiche Kooperations-Projekt bereits die Keimzelle für weitere Entwicklungsschritte innerhalb dieser anspruchsvollen Branche. Und für viele Lösungen, die das Unternehmen auch in anderen Branchen bietet. □

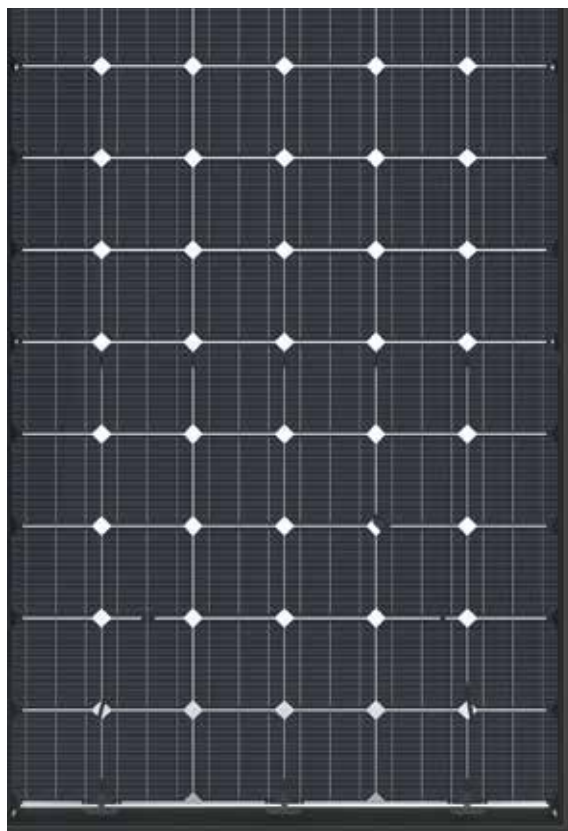


Evolution des Solarmoduls

SMARTES GLAS-GLAS

Die Entwicklung des Doppelglasmoduls ist eine der wichtigsten Modulinnovationen der vergangenen Jahre. Der Anteil von Glas-Glas auf dem weltweiten Photovoltaikmarkt liegt nach kurzer Zeit schon bei rund zehn Prozent – Tendenz steigend. Jetzt werden die robusten Module immer intelligenter.

TEXT: Jens Secker, freier Journalist BILDER: Solarwatt; iStock, ipopba



Doppelglasmodule gibt es mittlerweile schon für alle Anwendungsbereiche.

Manchmal dauert es ein wenig länger, bis sich ein vielversprechendes Produkt am Markt durchsetzt: 1983 entwickelte Motorola mit dem Dynatac 8000X „die Mutter aller Mobiltelefone“. Doch ein Verkaufsschlager war das erste Handy zunächst nicht – zu groß, zu schwer, zu unhandlich. Das Telefon wurde nicht umsonst wenig schmeichelhaft „der Knochen“ genannt. Zu allem Überfluss war das Gerät auch noch unverschämte teuer: Für stolze 4.000 US-Dollar wurde das Handy zu Beginn verkauft. Das ist wahrlich kein Schnäppchen für ein tragbares Telefon mit einer Akkulaufzeit von rund einer halben Stunde. Wie die Geschichte weitergeht, ist bekannt. Mittlerweile gibt es allein in Deutschland laut Bundesnetzagentur mehr als 130 Millionen Mobilfunkanschlüsse.

Renaissance des Glas-Glas-Moduls

Auch beim Glas-Glas-Solarmodul hat es ein wenig länger gedauert, bis die Kunden auf das Produkt aufmerksam wurden. Ende der Neunzigerjahre entwickelten Solarpioniere wie Solarwatt erstmalig Solarmodule, bei denen nicht nur die Vorderseite aus strapazierfähigem und bruchsicherem Glas bestand, sondern – wie der Name schon sagt – auch die Rückseite aus diesem Material gefertigt wurde. Doch ein Verkaufsschla-

ger waren die Module zunächst nicht. „Die Technologie war früher sehr teuer und aufgrund der Dicke der Scheiben waren die Solarmodule sehr schwer zu handhaben“, erklärt Norbert Betzl von Solarwatt. Der 47-jährige Ingenieur ist bei dem Dresdner Unternehmen für die Modulentwicklung zuständig. Erst die Verfügbarkeit dünnerer und gehärteter Glasscheiben hätte daraus in den vergangenen Jahren ein Massenphänomen werden lassen, stellt er klar.

Für jeden Anwendungsbereich gerüstet

Solare Glas-Glas-Module sind in den vergangenen Jahren aus der Nische getreten; zuvor wurden sie vorrangig für Spezialanwendungen eingesetzt. Weltweit wird aktuell bereits jedes zehnte Modul in der Glas-Glas-Variante verkauft, schätzt Norbert Betzl. Bei Solarwatt liege die Quote schon bei etwa 75 Prozent. Mittlerweile lassen sich Doppelglasmodule bei dem Dresdner Unternehmen für alle Anwendungsbereiche finden, beispielsweise als Indachmodule. Die robusten Solarplatten ersetzen dann die Dacheindeckung und erzeugen quasi nebenbei noch sauberen Sonnenstrom. Darüber hinaus werden Glas-Glas-Module mit 36 statt den üblichen 60 verbauten Solarzellen auch für solare Carports oder Fassaden eingesetzt.

„Smarte Module ermöglichen ein einfacheres Monitoring des erzeugten Stroms. So weiß man tatsächlich, was jedes einzelne Modul in jeder Sekunde tut.“

Norbert Betzl, Modul-Experte bei Solarwatt

PERC-Zellen machen den Unterschied

Doch nicht nur in Bezug auf das Vorder- und Rückseitenmaterial hat sich inzwischen viel getan. Auch hinsichtlich der Zelltechnologie wurde vieles verbessert, was sich mittlerweile in immer höheren Wirkungsgraden ausdrückt. „Die Einführung der PERC-Technologie hat zu einem Sprung von etwa einem Prozent geführt“, sagt Modul-Experte Norbert Betzl. PERC-Zellen werden im Vergleich zu herkömmlichen Solarzellen mit einem zusätzlichen Fertigungsschritt produziert. Zwischen der Basisschicht der Zelle (Silizium-Wafer) und der Aluminiummetallisierung auf der Unterseite befindet sich jetzt eine dielektrische PERC-Schicht, die aus kleinen Metallkontakten besteht. Die Kontakte innerhalb der Zelle reflektieren das einfallende Licht und sorgen so dafür, dass mehr Strom gewonnen wird. „Durch ein wenig mehr an Fertigungsaufwand entsteht so eine deutliche Steigerung des Wirkungsgrads“, erklärt Betzl. Dieser Trend habe vor etwa drei bis vier Jahren begonnen und sei schon auf breiter Front im Markt angekommen. Bei monokristallinen Solarzellen werde heute schon überwiegend die PERC-Technologie eingesetzt, gibt der Produktmanager von Solarwatt an.

Der Wirkungsgrad steigt immer weiter

Dank einer Verfeinerung der Technik verbessert sich der Wirkungsgrad von Solarmodulen pro Jahr um etwa ein halbes Prozent. Aktuell liegt dieser bei monokristallinen Zellen bei rund 20 bis 21 Prozent – polykristalline Zellen liegen im Schnitt knapp einen Prozentpunkt darunter. Unter Laborbedingungen lassen sich aber schon heute deutlich bessere Ergebnisse erzielen: Im April verkündete das Fraunhofer ISE, dass eine gemeinsam mit dem Anlagenbauer EVG entwickelte Mehrfachsolarzelle mit 33,3 Prozent einen neuen Wirkungsgradrekord aufgestellt habe (siehe S. 34 in dieser Ausgabe). Solche Ergebnisse seien aktuell aber nur im Labor zu realisieren, so Betzl. Die entsprechenden Technologien würden aber nach und nach den Weg in die Industrie finden. „Die Industrialisierung einer im Labor erforschten Innovation im Modul-

bereich dauert in der Regel mehrere Jahre. Das ist natürlich abhängig davon, wie komplex der entsprechende Ansatz ist“.

Solarmodule werden intelligenter

Generell wird heutzutage im Solarbereich immer mehr in Systemen gedacht, um die Erzeugung und die Nutzung beziehungsweise die Speicherung des Sonnenstroms besser zu managen. Dies hat Auswirkungen auf die Module, die zur Generierung der Energie verwendet werden. Die Folge: Auch die Module werden immer intelligenter. „Smarte Module ermöglichen ein einfacheres Monitoring des erzeugten Stroms. So weiß man tatsächlich, was jedes einzelne Modul in jeder Sekunde tut“, erläutert Norbert Betzl. Daraus ließen sich dann einfacher Strategien zur Optimierung des Energieertrags entwickeln. „Die Informationen fließen in eine gesamte Systemlösung, in der die Erzeugung überwacht und der Verbrauch sowie die Speicherung gesteuert wird“, so der Experte. Bisher setzen nur wenige namhafte Hersteller auf intelligente Solarmodule – Solarwatt gehört ab sofort dazu.

Plug-and-Play sorgt für einfache Montage

Die smarte Modul-Lösung wird bei den Installateuren immer häufiger nachgefragt, daher lohne es sich, in diesen Markt einzusteigen. Generell versucht Solarwatt, den Aufwand für die Handwerker in Bezug auf die Installation und die Wartung der Produkte so gering wie möglich zu halten. „Der Aufgabenbereich für die Installateure hat sich in den vergangenen Jahren schon merklich verändert“, weiß Betzl. „Vor nicht allzu langer Zeit mussten nur die Module und der Wechselrichter montiert werden. Mittlerweile sind für die fachgemäße Installation eines dezentralen Energiesystems schon weiterführende Kenntnisse nötig“, sagt der Solarwatt-Ingenieur. Das Dresdner Unternehmen setze bei seinen Produkten deshalb vorrangig auf Plug-and-Play-Lösungen – die smarten Module werden da laut Betzl keine Ausnahme bilden. So stehe auch einem weiteren Evolutionsschritt der Solarmodule nichts mehr im Weg. □

Systemlösung versorgt Karibikinsel zu 100 Prozent mit Solarstrom

Meeresrauschen statt Dieseldröhnen

Für uns Europäer steht die Karibik für das Paradies. Weiße Sandstrände, türkisblaues Wasser, Sonne und entspannte Atmosphäre. Dass die Inselstaaten der Region auch Energie brauchen, ist klar – dass sie dabei jedoch sehr fortschrittlich sind, wissen nur wenige.

TEXT: SMA Solar Technology **BILDER:** SMA; iStock, Deejpilot





Die SMA Solar Technology und ihre Tochtergesellschaft haben das im vergangenen Jahr in Betrieb gegangene PV-Diesel-Hybrid-System erweitert. Der Einsatz der neuen Sunny Central Storage 2200-Batteriewechselrichter mit netzbildenden Eigenschaften ermöglicht es erstmals, die Dieselgeneratoren vollautomatisch abzuschalten, ohne die Stabilität des Stromnetzes zu beeinträchtigen.

Die Energieversorgung der Karibikinsel St. Eustatius erfolgt tagsüber ausschließlich durch sauberen Solarstrom. Die SMA Solar Technology AG (SMA) und ihre Tochtergesellschaft SMA Sunbelt Energy haben das im vergangenen Jahr dort in Betrieb gegangene PV-Diesel-Hybrid-System erweitert. Der Einsatz der neuen Sunny Central Storage 2200-Batteriewechselrichter mit netzbildenden Eigenschaften ermöglicht es erstmals, die Dieselgeneratoren vollautomatisch abzuschalten, ohne die Stabilität des Stromnetzes zu beeinträchtigen. Mit einer auf 4,15 MW verdoppelten Leistung des Solarparks sowie der erweiterten Kapazität des Batteriespeichers auf rund 5,9 MWh spart der lokale Energieversorger Statia Utility Company (STUCO) jährlich rund 1,7 Millionen Liter fossile Brennstoffe.

Batteriewechselrichter für die Netzbildung

„Das neue SMA-System kombiniert Solarstrom und Batteriespeicher und bindet wenn nötig Dieselaggregate ein“, sagt Fabian Jochem, General Manager

der SMA Sunbelt Energy. „Das System gleicht Leistungsschwankungen des Solargenerators, die insbesondere durch die schnellen Wolkenbewegungen in dieser Region ausgelöst werden, in Millisekunden aus. Überschüssige Energie wird in den Batterien zwischengespeichert und in den Abendstunden genutzt.“ Als Herz der Anlage übernehmen erstmals die Batteriewechselrichter die Netzbildung. Dadurch können die Dieselgeneratoren tagsüber komplett abgeschaltet werden. Die Batteriewechselrichter stabilisieren die Frequenz und halten Reserveleistung vor und ermöglichen so jederzeit eine zuverlässige Stromversorgung mit europäischer Netzqualität. Dank umfangreicher Funktionserweiterungen des SMA Fuel Save Controller inklusive Energie- und Leistungsmanagement in Echtzeit erfolgt die Synchronisation zwischen Dieselbetrieb und Batteriebetrieb intelligent und vollautomatisch.

Hervorragende Netzqualität

„Mit der Systemlösung von SMA ist es nun möglich, die Dieselstromversorgung der Insel tagsüber komplett abzu-

schalten, ohne dass die Stromversorgung der rund 4.000 Bewohner beeinträchtigt wird“, erklärt Fred Cuvalay, CEO des Energieversorgers STUCO. „Auch wenn die Dieselgeneratoren nachts einmal ausfallen, versorgt das SMA-System die Insel unterbrechungsfrei mit Strom. Durch den reduzierten Einsatz der Dieselgeneratoren sinken neben dem Kraftstoffverbrauch auch die Betriebsstunden. Dadurch haben wir deutlich geringere Wartungskosten, und der Umwelt werden jedes Jahr über 4.500 Tonnen CO₂ erspart. Besonders begeistert sind wir von der hohen Netzqualität, die seit der Installation des Systems erheblich besser ist als vorher mit unserer Generatorflotte.“ Die Karibikinsel St. Eustatius hat seit 2010 den Status einer „Besonderen Gemeinde“ der Niederlande. Das niederländische Wirtschaftsministerium hat entschieden, sowohl die Insel als auch den Energieversorger STUCO unabhängiger von Erdölimporten zu machen. Nach dem PV-Diesel-Hybrid-System, das 2016 mit dem Intersolar-Award für Herausragende Solare Projekte ausgezeichnet wurde, hat es jetzt auch dessen Erweiterung finanziert. □



ABB bietet das derzeit umfassendste Portfolio an Produkten, Systemen, Lösungen und Dienstleistungen für Solaranlagen.



Solarlösungen für Wohngebäude, Gewerbe, Industrie und Energieerzeugung: das Angebot von ABB ist das derzeit breiteste der Branche.

ABB bietet ein umfassendes Portfolio an Solarlösungen

VON PV-ANLAGEN FÜR WOHNGEBÄUDE BIS ZU SOLARPARKS

TEXT + BILDER: ABB

Für Wohngebäude, Gewerbe, Industrie und Energieerzeugung bietet ABB ein umfassendes Portfolio an Produkten, Systemen, Lösungen und Dienstleistungen für Solaranlagen. Das Angebot ist das derzeit breiteste der Branche, ergänzt durch Lösungen für die Anlagenkommunikation und -überwachung sowie Serviceleistungen.

Für private Nutzer bietet ABB ein breites Portfolio an Wechselrichtern wie die einphasigen String-Wechselrichter UNO-DM-PLUS mit AC-Leistungen von 1,2 bis 6,0 kW und Energiespeicherlösungen REACT mit 3,6 und 5,0 kW, aus denen sich Aufdach-Photovoltaikanlagen mit hoher Zuverlässigkeit installieren lassen.

Größere PV-Installationen auf Wohngebäuden können einfach und effizient mit Wechselrichtern der Reihe UNO-DM-PLUS realisiert werden, die kompakt gebaut in sechs Leistungsklassen von 1,2 bis 6,0 kW verfügbar sind. Der Einsatz von Plug&Play-Anschlüssen auf der DC- und AC-Seite sowie drahtlose Kommunikation ermöglichen eine schnelle und sichere Installation der Geräte bei geschlossener Geräteabdeckung. Ein Inbetriebnahme-Assistent vereinfacht die Konfiguration und verkürzt die Installationszeit.

Durch die erweiterten Kommunikationsschnittstellen wie WLAN, Ethernet und RS485 kombiniert mit dem Sunspec-konformen Modbus-Kommunikationsprotokoll RTU/TCP können die Wechselrichter einfach in jede smarte Umgebung integriert

werden. Umfangreiche Kontrollfunktionen ermöglichen die dynamische Einspeisekontrolle und den weltweiten Einsatz gemäß gesetzlicher Normen und Vorgaben der Netzbetreiber.

Für Gewerbe- und Industriegebäude bietet ABB ein großes Portfolio an String- und Zentralwechselrichtern an, wie die dreiphasigen String-Wechselrichter TRIO mit AC-Leistungen von 5,8 bis 8,5 kW sowie mit 20 und 27,6 kW, die Reihe PVI mit 10 und 12,5 kW, die Geräte TRIO-(TM) mit 50 und 60 kW sowie die Familie PVS mit 100 und 120 kW, die sich durch höchste Leistungsfähigkeit und robuste Technologie auszeichnet, einfach zu installieren ist und eine hervorragende Anlagenrendite sichert.

PVS-100/120-TL kommt in mittleren und großen dezentralen Photovoltaikanlagen in Freiflächen- oder kommerziellen Aufdach-Anwendungen zum Einsatz und ermöglicht Leistungen von 100 bis 120 kW. Über den cloudbasierten Plant Portfolio Manager kann auf Leistungswerte und Betriebskennzahlen sowie auf erweiterte Überwachungs- und Steuerungsfunktionen zugegriffen werden. Horizontale oder vertikale Montage vereinfachen die Installation und sorgen für ein flexibles Anlagendesign.

PV-Kraftwerksprojekte rüstet ABB mit kompakten Zentralwechselrichtern und schlüsselfertigen Systemlösungen aus. Das Angebot für Solar-Freiflächenanlagen umfasst Zentralwechselrichter, Stationslösungen für Wechselrichter, Mittelspannungstationen sowie Überwachungs- und Steuerungslösungen. □

33,3-Prozent-Mehrfachsolarzelle auf Siliciumbasis

Ein Drittel des Sonnenlichts in Strom wandeln

Forscher des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE haben gemeinsam mit einem Industriepartner eine neue Mehrfachszelle aus Silicium entwickelt, die genau ein Drittel der im Sonnenlicht enthaltenen Energie in elektrische Energie umwandeln kann.

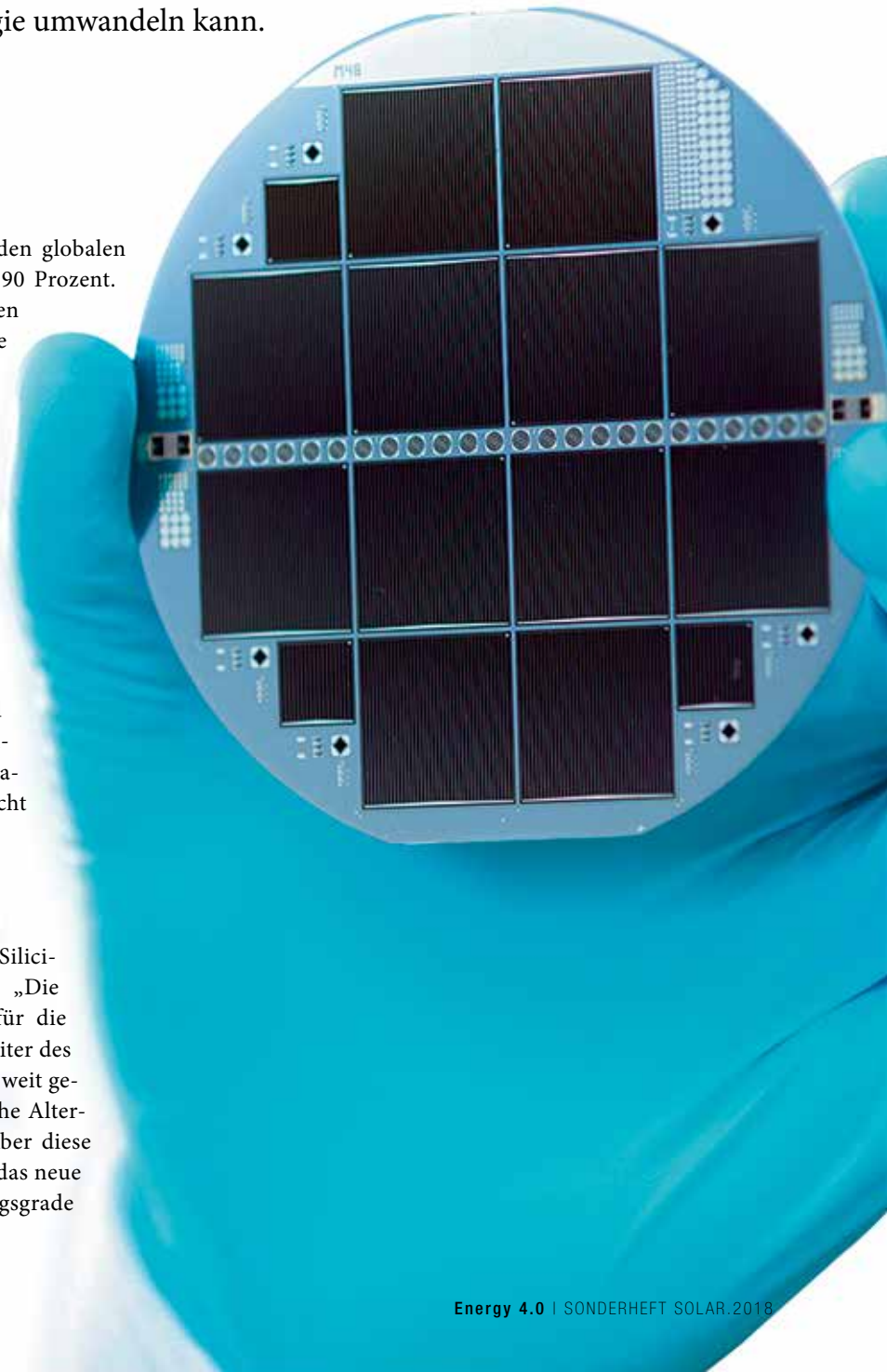
TEXT + BILD: Fraunhofer ISE

Solarzellen aus Silicium dominieren heute den globalen Photovoltaikmarkt mit einem Anteil von rund 90 Prozent. Forschung und Industrie arbeiten sich mit neuen technologischen Entwicklungsschritten an die theoretische Wirkungsgradgrenze des Halbleitermaterials Silicium heran. Gleichzeitig gehen sie neue Wege, um eine neue Generation von noch effizienteren Solarzellen zu entwickeln.

Die jetzt erzielte hohe Umwandlungseffizienz einer Mehrfachszelle aus Silicium erreichten die Forscher durch 0,002 mm dünne Halbleiterschichten – weniger als ein Zwanzigstel der Dicke eines Haars – aus III-V-Verbindungshalbleitern, die auf eine Siliciumsolarzelle aufgebracht werden. Das sichtbare Licht wird effizient in einer ersten Solarzelle aus Gallium-Indium-Phosphid absorbiert, das nahe Infrarotlicht in Galliumarsenid und längerwelliges Licht schließlich in Silicium.

Noch höhere Wirkungsgrade erwartet

So können die Wirkungsgrade heutiger Silicium-Solarzellen signifikant gesteigert werden. „Die Photovoltaik ist eine der wichtigsten Säulen für die Energiewende“, sagt Dr. Andreas Bett, Institutsleiter des Fraunhofer ISE. „Die Kosten sind inzwischen so weit gesunken, dass die Photovoltaik eine wirtschaftliche Alternative zu konventionellen Energien darstellt. Aber diese Entwicklung ist noch lange nicht am Ende, und das neue Ergebnis zeigt, wie wir durch höhere Wirkungsgrade



den Materialverbrauch reduzieren und damit nicht nur die Kosten noch weiter optimieren, sondern Solarstrom auch ressourcenschonend herstellen können.“

Bereits im November 2016 hatten die Freiburger Solarforscher mit ihrem Industriepartner EVG einen Wirkungsgrad von 30,2 Prozent demonstriert und diesen im März 2017 auf 31,3 Prozent erhöht. Nun konnten sie die Lichtabsorption und die Ladungstrennung im Silicium noch einmal deutlich verbessern und damit einen neuen Rekordwert von 33,3 Prozent erzielen. Die Rekordzelle mit dem neuen Ansatz gleicht von außen einer herkömmlichen Solarzelle mit zwei Kontakten und kann somit leicht in Photovoltaik-Module integriert werden. Die Technologie hat auch die Jury der GreenTec Awards 2018 überzeugt: Sie wählte diese Entwicklung unter die Top Drei in der Kategorie Energie.

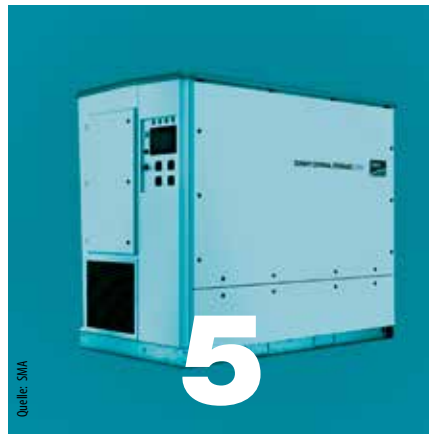
Die Technologie

Beim Konzept der Mehrfachsolarellen übertrugen die Forscher 1,9 μm dünne III-V-Halbleiterschichten auf Silicium. Die Verbindung gelang ihnen mittels eines aus der Mikroelektronik bekannten Verfahrens, dem direkten Waferbonden. Die Oberflächen wurden in einer EVG580-Combond-Kammer im Hochvakuum mit Hilfe eines Ionenstrahls deoxidiert und anschließend unter Druck miteinander verpresst. Es entsteht eine Einheit, indem die Atome der III-V-Oberfläche Bindungen mit dem Silicium

eingehen. Der Solarzelle sieht man die komplexe innere Struktur nicht an, sie besitzt wie herkömmliche Siliciumsolarzellen einen einfachen Vorder- und Rückseitenkontakt und kann wie diese in PV-Module integriert werden.

Die Mehrfachsolarelle auf Siliciumbasis weist eine Abfolge von übereinander gestapelten Teilzellen aus Gallium-Indium-Phosphid (GaInP), Gallium-Arsenid (GaAs) und Silicium (Si) auf, die intern durch sogenannte Tunnelioden verschaltet sind. Die oberste Zelle aus GaInP absorbiert Strahlung zwischen 300 und 670 nm, die GaAs-Zelle zwischen 500 und 890 nm und die Si-Zelle zwischen 650 und 1180 nm. Die III-V-Schichten wurden zunächst auf einem GaAs-Substrat epitaktisch abgeschieden und dann auf eine speziell angepasste Siliciumsolarzellenstruktur gebondet. Hierbei wurden auf der Vorder- und Rückseite des Siliciums tunneloxid-passivierte Kontakte (TOPCon) aufgebracht. Anschließend wurde das GaAs-Substrat entfernt, ein nanostrukturierter Rückseitenkontakt zur Weglängenverlängerung des Lichts aufgebracht sowie ein Vorderseitenkontaktgitter und eine Antireflexbeschichtung.

Auf dem Weg zu einer industriellen Fertigung der III-V/Si-Mehrfachsolarelle müssen die Kosten der III-V-Epitaxie und der Verbindungstechnologie mit Silicium weiter gesenkt werden. Hier liegen große Herausforderungen, die die Freiburger Fraunhofer-Forscher in zukünftigen Entwicklungsvorhaben in ihrem neu entstehenden Zentrum für höchsteffiziente Solarzellen lösen wollen. Dort sollen sowohl III-V- als auch Siliciumtechnik der nächsten Generation entwickelt werden. Zielsetzung ist es, in Zukunft höchsteffiziente Solarmodule mit mehr als 30 Prozent Wirkungsgrad zu ermöglichen. □





NEUHEITEN

Wenn das Durchblättern dieser Ausgabe noch nicht genug Vorfremde auf die Intersolar 2018 in München ausgelöst hat, setzen wir hier noch einen drauf: Unsere neun ausgewählten Highlights geben einen kleinen Ausblick darauf, was die Aussteller und Messeveranstalter sich für die Zeit vom 20. bis zum 22. Juni 2018 haben einfallen lassen.

Halle B2, Stand 570

Preisverleihung

Der ees-Award würdigt besondere Produkte und Lösungen für die stationäre und mobile Speicherung elektrischer Energie. Die Nominierungen bewegen sich entlang der gesamten Wertschöpfungskette der Batterie- und Energiespeichertechnik von der Komponente bis zu konkreten Anwendungen. Die neun Finalisten stehen bereits fest, darunter E3/DC und BYD. Die Verleihung findet am 21. Juni um 10:30 Uhr statt.

Halle A2, Stand 536

Blitz, lass nach!

Dehn schützt Aufdachanlagen im privaten Bereich und bei großen PV-Kraftwerken mit Speichersystemen vor Störungen und Ausfällen durch Blitzströme und Überspannungen. Anhand praxisorientierter Schutzlösungen erfahren Messebesucher, wie Blitz- und Überspannungsschutz die Verfügbarkeit von PV-Systemen sowohl in Verbindung mit der Netzinfrastruktur als auch mit Batteriespeichern oder E-Mobilität erhöht.

Halle B2, Stand 310

24 Stunden Sonne

Wie sich Synergien zwischen Solarstrom, Wärme und Mobilität nutzen lassen, zeigt Fronius. Mit Wechselrichtern wie Eco oder Symo bietet das Unternehmen etwa eine Grundlage für die Sektorenkopplung im gewerblichen Bereich. Auch Wasserstoff – ebenfalls Thema auf der Messe – ermöglicht es, Strom, Wärme und Mobilität weiter zu koppeln und einen Schritt in Richtung 24 Stunden Sonne zu gehen.

Halle A3, Stand 579

Kommunale Solarparks

Für Gemeinden, Energiegenossenschaften und kleine Stadtwerke hat IBC Solar das Konzept des Kommunal-Solarparks entwickelt. Die Kommune wird damit als Solarparkbetreiber zum Akteur der Energiewende. Diese Projekte mit einer Größe von 750 kWp sind im Rahmen des EEG für 20 Jahre plus Inbetriebnahmejahr vergütungsfähig. Auf der Messe bietet das Unternehmen dazu nähere Informationen.

Halle 3, Stand 210

Starker Wechselrichter

Bis zu zehn Prozent niedrigere Systemkosten bietet der neue Sunny Central 3000-EV von SMA Solar – und zeigt sich selbst bei 35°C noch leistungsfähig. Der Wechselrichter kommt in großen Speicherkraftwerken zum Einsatz und ist für den ees-Award 2018 nominiert. Das Gerät realisiert eine intelligente und netzgebundene Integration von Speichern der Megawattklasse mit und ohne PV-System.

Halle B2, Stand 260

Alexa, Sonne?

Wie geht es meiner Anlage? Alexa weiß Bescheid und informiert Besitzer einer PV-Anlage und des Solar-Log Web Enerest von Solare Datensysteme in einer kurzen Unterhaltung über den Zustand der PV-Anlage. Auf der Intersolar wird die Funktion vorgestellt und ist anschließend auch bei Amazon verfügbar. Dann beantwortet Alexa die wirklich wichtigen Fragen, zum Beispiel: „Alexa, wie viel Geld hat meine Anlage gebracht?“

Halle B1, Stand 550

Langlebiger Speicher

Ein weiterer Kandidat für den ees-Award ist der Hochvoltpeicher TS HV 70 von Tesvolt. Der Speicher zeichnet sich laut Hersteller besonders durch seine Wirtschaftlichkeit aus: Der durchschnittliche Preis pro gespeicherter Kilowattstunde Strom (LCOS) liegt bei 9 Cent. Dass der Hochvoltpeicher sich rechnet, liegt am hohen Gesamtsystemwirkungsgrad von 92 Prozent und einer Lebensdauer von bis zu 30 Jahren.

Halle A2, Stand 177

Design gegen Hacker

Damit Wechselrichter von Solarsystemen keinen Hackerangriffen zum Opfer fallen, sollten Hersteller ihre Systeme überprüfen lassen, um mögliche Schwachstellen zu beseitigen. Die Experten von TÜV Rheinland setzen dafür Security-by-Design-Lösungen ein, um Systeme robust zu machen und sie vor unerwünschten Störungen zu schützen. Mehr dazu erfahren Messebesucher am Stand von TÜV Rheinland.

Halle A2

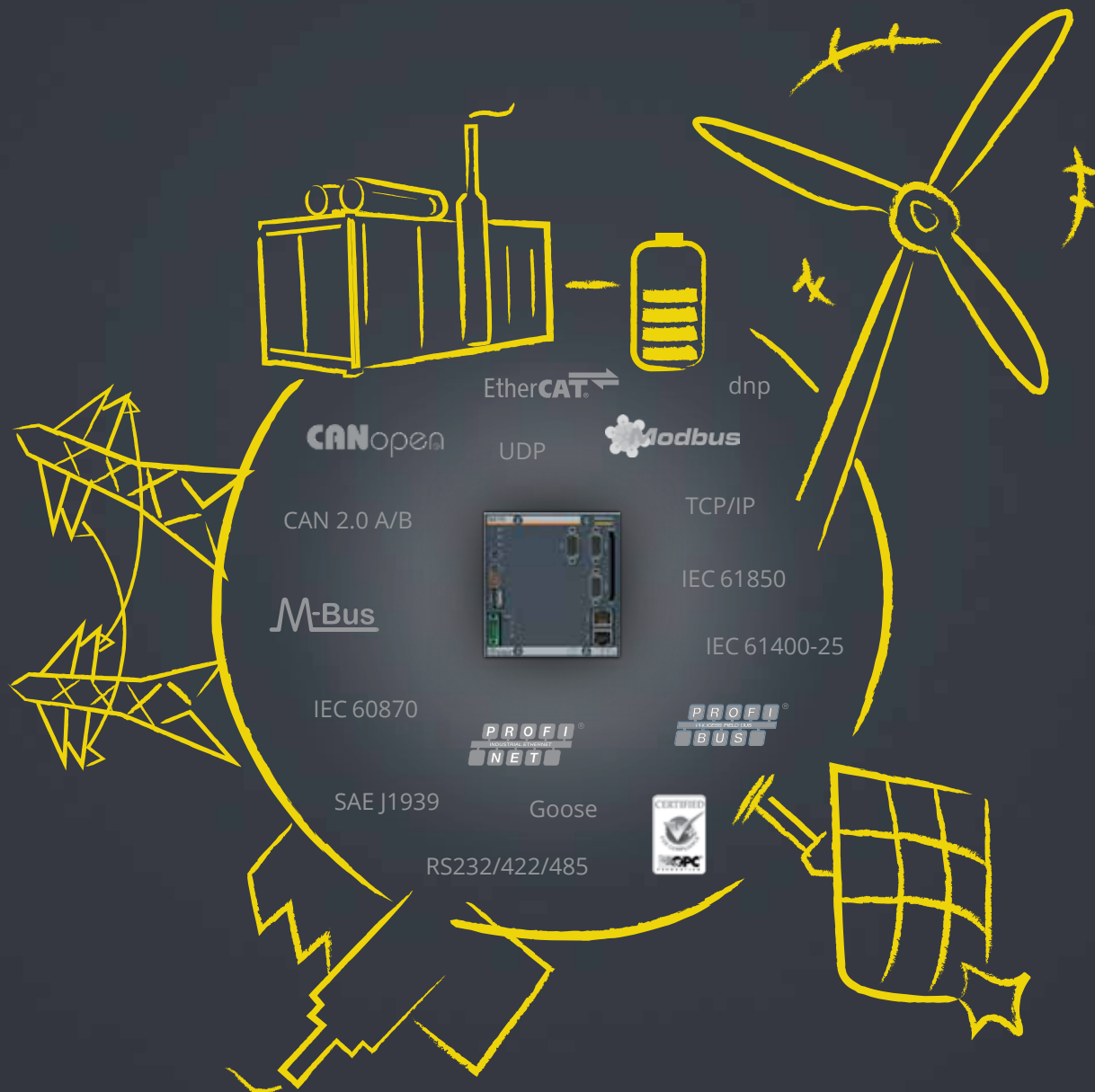
Wechselrichter digital

Wechselrichter sind heute Allrounder: Statt nur Gleichstrom in Wechselstrom umzuwandeln, analysieren und steuern sie PV-Anlagen, Batterien, Power-to-Heat- oder Smart-Home-Lösungen und integrieren darin sogar E-Autos. Zu verdanken haben sie ihr wachsendes Portfolio vor allem der Digitalisierung. Einen Überblick liefert die Session „Wechselrichter und Digitalisierung“ am 21. Juni (Intersolar-Forum, Halle A2).



LÖSUNGEN FÜR ENERGIESPEICHER

Offen, modular und sicher





Am Stand C1.318 der electrical energy storage ees (20.-22. Juni, München) demonstrieren wir Ihnen gerne unsere Lösungskompetenz für eine umfassende Integration der verschiedenen Speichertechnologien in komplexe Energiesysteme. Denn Automatisierung für dezentrale Energiespeicher muss nach unserer Überzeugung drei Dinge erfüllen: Sicherheit der Anlage und der Daten, Offenheit bezüglich der Kommunikationsschnittstellen und Modularität in der Hardware und Software.

OFFENE SCHNITTSTELLEN – FELDBUSSE UND PROTOKOLLE

Durch die Offenheit des Gesamtsystems ist es problemlos möglich, Fremdsysteme und Komponenten einzubinden. Hierzu stehen diverse Feldbusse und Fernwirkprotokolle zur Verfügung.

- Problemlose Einbindung fremder Systeme und Komponenten
- Einfache Erweiterung der Funktionalität durch »eclipse market place«
- Weiterverwendbarkeit bestehender Funktionen durch offenes Betriebssystem
- Freie Wahl des Protokolls, ohne Änderung der Automatisierung
- Anlagenweite Datentransparenz in Echtzeit

LÖSUNGEN FÜR DIE ENERGIEVERSORGUNG

Durch die direkte Integration der Module für die Netzerfassung in das M1-Automatisierungssystem, ist eine schnelle und zuverlässige Erfassung, Überwachung und Synchronisation der wesentlichen Netzgrößen garantiert und zertifiziert.

SECURITY IM M1 SYSTEM INTEGRIERT

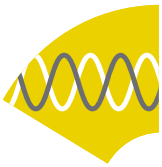
Gerade in Energieanwendungen ist der Schutz von unberechtigter Manipulation sehr bedeutend. Deshalb gehören Security-Funktionen zur Basis-Funktionalität des M1-Systems.

WORLD OF VISUALIZATION

Durchgängigkeit der Anforderungen an eine Visualisierung von webMI pro über atvise® scada bis zum atvise® portal.

APPLIKATIONSENTWICKLUNG IN ALLEN SPRACHEN

Das SolutionCenter und die M1-Steuerung von Bachmann unterstützen zahlreiche Programmiersprachen: IEC 61131-3, C/C++ sowie MATLAB®/ Simulink®.



LÖSUNGEN FÜR DIE ENERGIEVERSORGUNG

Power Management

Die fortschreitende Elektrifizierung aller Arbeits- und Lebensbereiche schafft viele Vorteile und erhöht Komfort und Lebensqualität. Zur Sicherstellung energieoptimaler Lösungen in Produktion, Gebäuden und Infrastruktur steigt der Bedarf an geeigneten Erfassungssystemen als Grundlage. Gleichzeitig erfordert die Aufrechterhaltung der Versorgungssicherheit integrierte Lösungen für den Betrieb der Netze und das konforme Management der Erzeugungseinrichtungen. Bachmann electronic bietet sowohl Synergien durch die direkte Integration in die Steuerungswelt als auch zertifizierte Konformität zu aktuellsten Vorschriften.



Einsatzbereiche	GM260	GMP232/x	GSP274
Betriebsmessung	✓	✓	✓
Energie-Monitoring	✓	✓	✓
Power-Quality	-	✓	✓
Überwachung/Netzanschluss	-	✓	✓
Schutzfunktion	-	✓	✓
Online Störungsdiagnostik	-	✓	✓
Erzeugeranschluss (Synchronisation)	-	-	✓





WORLD OF VISUALIZATION

Eine Software für alle Anwendungen

atvise® web.MI

Mit M1 webMI pro bringt Bachmann ein neues Produkt auf den Markt, das die Welt der Visualisierung revolutioniert. Über gängige Kommunikationstechnologien, wie z. B. einen sicheren Web-server, der direkt auf der M1-Steuerung installiert ist, können beliebige Visualisierungsgeräte, wie Smartphones und Tablets aber auch leistungsstarke Bedienterminals angekoppelt werden.

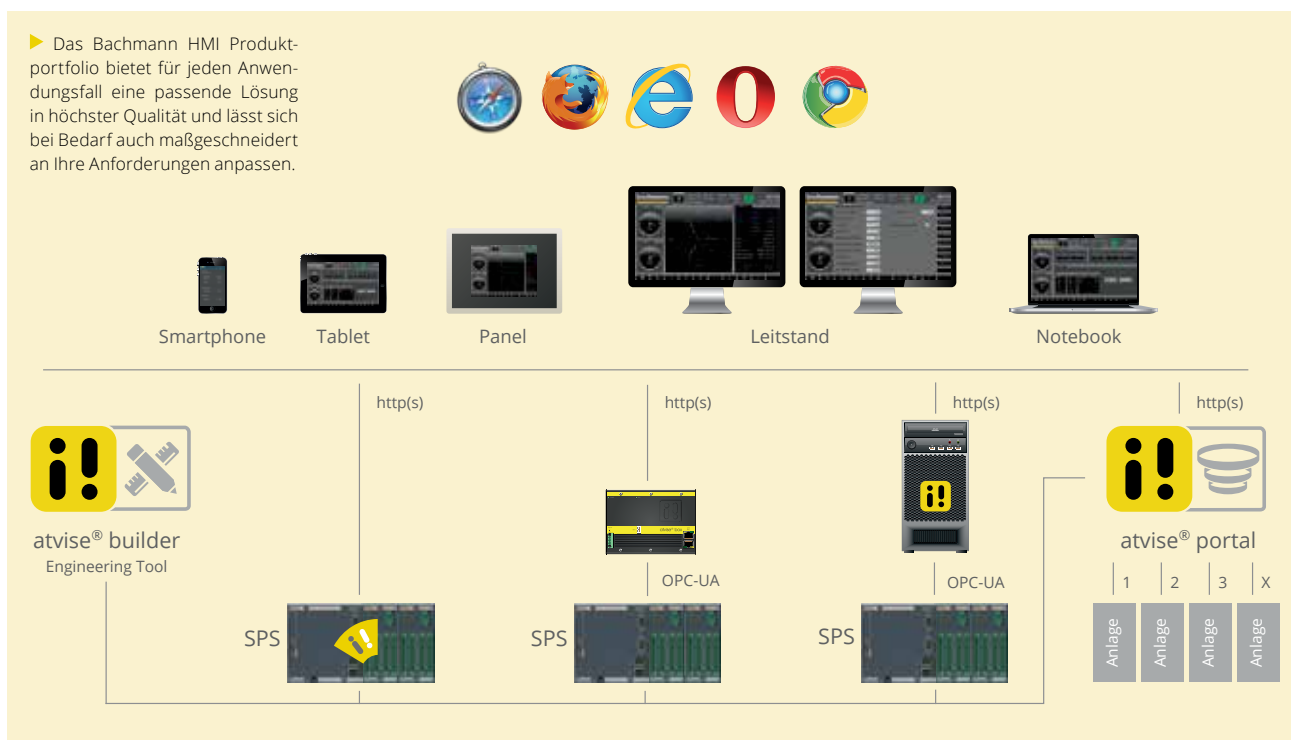
atvise® scada

Das SCADA-System von Bachmann bietet eine komfortable und durchgängige Systemlösung für webbasierte Visualisierungsprojekte. Höchste Flexibilität und Offenheit sorgen für eine schnelle Umsetzung, gute Wartbarkeit und eine effiziente Erweiterbarkeit. Beispielhaft können z. B. die Prozesswerte nach der Schnittstelle IEC 61400-25 durchgängig abgebildet werden.

Dies vereinfacht nicht nur die interne Kommunikation, sondern bietet auch externen Betreibern und Energieunternehmen einen vereinheitlichten Zugriff auf die Kennwerte.

atvise® portal

Informationen zählen zu unseren wertvollsten Ressourcen. Es gilt, Daten zu veredeln, um Prozesse zu optimieren. Der Weg in die zukunftsfähige Nutzung von Daten ist die Private Cloud: Mit atvise® portal und angeschlossenen M1 Steuerungen wählen Sie einen Einstieg, der ohne große Investitionen in die Netzwerk-Infrastruktur oder jahrelange Produktentwicklungen zu realisieren ist. Mit einer Private Cloud-Lösung gestalten Sie Ihre Remote-Monitoring-Anwendungen effizienter – einfach durch Übernahme bestehender atvise® Visualisierungen mit nur einem Klick.



Finanzieller Rückenwind für Speicher

Großspeicher behaupten sich

Energie für den Heimgebrauch speichern – das kennen die meisten schon. Diese Speicher hochskalieren und für gewerbliche Zwecke nutzen können die wenigsten. Ein Hersteller hat dafür eine Produktlinie auf den Markt gebracht, die sogar finanziell attraktiv ist.

TEXT + BILD: VARTA

Energiespeicher sind derzeit auf dem Vormarsch. Zunehmend werden in Deutschland auch Großspeicher in Betrieb genommen. Der Hersteller VARTA Storage präsentierte seine Energiespeicherlösungen auf der diesjährigen Energy Storage Europe. VARTA Flex Storage heißen die großen Speicher des bekannten Batterieunternehmens. Neue Förderangebote in Nordrhein-Westfalen und Baden-Württemberg machen sie jetzt noch wirtschaftlicher. Die Produktlinie von VARTA Storage ist für die Förderung zugelassen und lässt sich entsprechend den Förderbedingungen konfigurieren.

Von Peak Shaving bis Mieterstrom

Groß und dennoch flexibel – dieses Motto gilt immer mehr auch bei Energiespeichern. Das AC-gekoppelte Flex-Storage-System bietet eine nominale Systemleistung von 20 bis 600 kW und eine nutzbare Kapazität von 26 kWh bis 1 MWh. Die Großspeicher lassen sich dadurch vielseitig einsetzen: zur Eigenverbrauchserhöhung, für Peak Shaving und Mieterstromlösungen sowie Notstromversorgungen. „Durch die Modularität der Produktreihe können wir flexibel auf jede Kundenanforderung reagieren und somit maßgeschneiderte Lösungen für Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft umsetzen“, sagt



Reiko Stutz, General Manager Commercial Storage Solutions bei VARTA Storage.

Staatliche Förderprogramme machen die Energiespeicher noch wirtschaftlicher. Batteriesysteme in Verbindung mit Photovoltaikanlagen über 30 kWp werden auf Bundesebene bislang zwar nicht gefördert. Neue Landesförderprogramme aus Nordrhein-Westfalen und Baden-Württemberg wollen diese Lücke jedoch schließen und bieten hohe Zuschüsse für stationäre Energiespeicher in Verbindung mit einer neu zu errichtenden Photovoltaikanlage. Nordrhein-Westfalen fördert Batteriespeicher in Verbindung mit Photovoltaikanlagen über 30 kWp mit bis zu 50 Prozent, maximal 75.000 Euro. Die neue Förderperiode startete im März 2018.

Auch Baden-Württemberg bietet für die Jahre 2018/2019 ein neues Förderprogramm für netzdienliche Batteriespeicher in Verbindung mit einer neu zu errichtenden Photovoltaikanlage an. Um die Errichtung größerer Anlagen zu fördern, bietet das Landesprogramm für Batteriesysteme bei Anlagen über 30 kWp sogar höhere Zuschüsse als für Heimspeicher. Netzdienliche Speicher an größeren Photovoltaikanlagen werden mit bis zu 30 Prozent, maximal 60.000 Euro, gefördert. □

Überspannungsschutz für Wechselrichter

PV-Wechselrichter und Überspannungsschutz – kann das funktionieren?

In vielen PV-Anlagen müssen PV-Wechselrichter nicht nur eingangsseitig, sondern auch ausgangsseitig vor Überspannungen geschützt werden. Aber „einfach“ ein Standard-Überspannungsschutzgerät zu installieren – das funktioniert aufgrund der Leistungselektronik in Stromrichtern oftmals nicht. Speziell für diese Anwendung entwickelte Überspannungsschutzgeräte lösen das Problem.

TEXT: Julian Saele, Phoenix Contact **BILDER:** Phoenix Contact; iStock, LukaTDB

PV-Wechselrichter nutzen Leistungselektronik, um aus der eingangsseitigen Gleichspannung die sinusförmige Ausgangsspannung zu erzeugen. Dazu wird die Leistungselektronik in einer bestimmten zeitlichen Abfolge ein- und ausgeschaltet, sodass ein sinusförmiger Spannungsverlauf entsteht. Aufgrund dieser Taktung ist die Ausgangsspannung jedoch mit Spannungsspitzen überlagert. Dieser Effekt fällt in den Bereich der Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV).

Normative Situation

Elektrische und elektronische Geräte, die in Europa vertrieben oder nach Europa eingeführt werden, müssen aber die Vorgaben der EMV-Richtlinie (2014/30/EU) erfüllen. Diese Richtlinie schreibt vor, dass diese Geräte robust gegen eingehende Störungen sein müssen (Störfestigkeit) und Störungen nur in einem begrenzten Maße verursachen dürfen (Störaussendung). Damit soll eine ungeplante, gegenseitige Beeinflussung verhindert werden.

Die in der Richtlinie enthaltenen Fachgrundnormen zur Störaussendung geben Grenzwerte in Abhängigkeit der Frequenz an. In beiden Normen werden Frequenzen größer 150 kHz betrachtet, in zusätzlich Frequenzen von 0 ... 2 kHz. Um Störungen in diesen Frequenzbereichen zu reduzieren, werden verschiedene Maßnahmen getroffen, beispielsweise der Einsatz von Filtern.

Die Taktfrequenzen von Wechselrichtern liegen jedoch im „Wilden Westen der EMV“ – nämlich im einstelligen und un-

teren zweistelligen kHz-Bereich. Folglich unterliegen Störaussendungen, die durch die Taktung der Leistungselektronik hervorgerufen werden, keiner normativen Beschränkung.

Auswirkungen auf Überspannungsschutzgeräte

Es muss also damit gerechnet werden, dass Störungen in Form von Überspannungen vorkommen können. Sie sind schaltungsbedingt zwischen aktiven Leitern und Schutzleiter/Erde deutlich höher als zwischen aktiven Leitern. Je nach Topologie des Wechselrichters, der Eingangsspannung, der Filtertypen usw. können sie Amplituden von 1000 V und mehr erreichen.

Überspannungsschutzgeräte – nachfolgend auch SPD (Surge Protective Device) genannt – begrenzen solche Überspannungen. Sie sind darauf ausgelegt, hohe transiente Überspannungen mit einer Dauer von bis zu einer Millisekunde zu begrenzen. Dies können sie jedoch nicht permanent: Sie erwärmen sich bei jedem Begrenzungsvorgang und müssen danach wieder abkühlen. Wird nun ein Standard-SPD auf Varistorbasis den beschriebenen repetierenden Spannungsspitzen ausgesetzt, begrenzt er sie unentwegt, wodurch er nicht mehr ausreichend abkühlen kann. Die Folge ist eine schnelle Alterung und ein möglicher Ausfall des SPD innerhalb von Tagen bis Monaten anstelle von vielen Jahren.

Damit ein SPD an einem Wechselrichter betrieben werden kann, muss er also diesen repetierenden Spannungsspitzen standhalten. Im Fall einer eingekoppelten Überspannung je-

Überspannungsschutz, der für den Ausgang von PV-Wechselrichtern entwickelt wurde, erhöht langfristig die Verfügbarkeit von PV-Anlagen.



doch muss er die Spannung auf ein Niveau begrenzen, das die zu schützenden Geräte nicht beschädigt. Dieser Spagat wird von zwei SPDs aus dem Hause Phoenix Contact bewältigt. Beide sind so aufgebaut, dass sie erst ab einer gewissen Spannung ansprechen. Diese dynamischen Ansprechspannungen sind so gewählt, dass die SPDs bei den typischerweise auftretenden Spannungsspitzen bei gegebener Nennspannung isolierend wirken. Es tritt demnach keine Erwärmung und keine vorzeitige Alterung der SPDs ein. Bei eingekoppelten Überspannungen aber leiten die SPDs ab – und begrenzen die Spannung auf ein anlagenverträgliches Niveau.

Anwendungsspezifische Eigenheiten

In der Photovoltaik geht es um hohe Leistungen. Um die Ströme möglichst gering zu halten, wird eine hohe PV-Spannung gewählt – und zwar ≥ 1000 V DC. Je nach Erdung der PV-Anlage und Topologie des Wechselrichters können sich hohe repetierende Spannungsspitzen auf der Ausgangsspannung ergeben. Hiervon sind besonders PV-Wechselrichter ohne galvanische Trennung, also ohne Transformator, betroffen, da die dämpfende Wirkung des Transformators ausbleibt.

In Kombination mit einem PV-System mit geerdeter DC-Leitung, etwa bei Dünnschichtmodulen, wird die sinusförmige Ausgangsspannung des Wechselrichters mit Spannungsspitzen überlagert, deren Amplitude der vollen PV-Spannung entsprechen kann. Der höchste Augenblickswert der Ausgangsspannung kann also dem Spitzenwert der sinusförmigen Ausgangsspannung (L-PE) plus der getakteten DC-Spannung der PV-Anlage entsprechen.

In Kombination mit einem PV-System ohne geerdete DC-Leitung kann die Amplitude der Spannungsspitzen der der halben DC-Spannung entsprechen. Der Grund ist eine

„indirekte Erdung“ der DC-Leitungen durch kapazitive Effekte – wie lange Leitungen, DC-Filter oder Überspannungsschutz.

Lösungen für den Überspannungsschutz

Bei einer PV-Spannung von 1000 V DC und einer Ausgangsspannung von 230/400 V ergibt sich ein Spitzenwert (L-PE) von bis zu 1.324 V bei Anlagen mit geerdeter DC-Leitung sowie 824 V bei Anlagen ohne geerdete DC-Leitung. Hier kann das Überspannungsschutzgerät vom Typ VAL-MS 400/3+0/VF-FM von Phoenix Contact mit einer dynamischen Ansprechspannung von mindestens 1,5 kV bedenkenlos eingesetzt werden.

Bei leistungsstärkeren Anlagen mit PV-Spannungen von 1500 V DC und Ausgangsspannungen von 400/690 V erhöhen sich auch die Spitzenwerte (L-PE) auf bis zu 2123 V bei Anlagen mit geerdeter DC-Leitung und 1373 V bei Anlagen ohne geerdete DC-Leitung. Für diesen Zweck ist das Überspannungsschutzgerät VAL-MS 800/30 VF/FM mit einer dynamischen Ansprechspannung von mindestens 2,2 kV gut geeignet. In diesen Anwendungen isoliert der jeweilige SPD und wird durch die Spannungsspitzen nicht beeinflusst, wodurch eine vorzeitige Alterung verhindert wird.

PV-Wechselrichter und Ü-Schutz funktioniert

Die Störaussendung ist im Frequenzbereich der Taktfrequenzen von Wechselrichtern normativ nicht geregelt. Sie zu reduzieren wird in den meisten Fällen nur schwer möglich oder wirtschaftlich nicht sinnvoll sein. Die hier vorgestellten Überspannungsschutzgeräte können jedoch ohne Bedenken in diesen Applikationen eingesetzt werden. Um den Schutz zu vervollständigen, sollte zusätzlich die PV-Seite des Wechselrichters mit SPDs versehen werden. □

Der begehrte Restbestand

Lithium ist eine Grundlage moderner Akkus, aber auch ein rares Gut. Die Karte zeigt, wo die größten Lithium-Reserven lagern.

(Quelle: Gevestor)

Chile

Die größten Lithium-Reserven der Welt lagern in Chile. Mit satten 7,5 Millionen Tonnen belegt das schmale Land Platz eins im weltweiten Ranking. Die drei Salzseen der Atacama-Wüste bilden ein riesiges Lithium-Reservoir. Rund 27 Prozent des weltweiten Vorkommens befinden sich hier im Salar de Atacama, im Norden Chiles. Das Land gehört zum sogenannten „Lithium-Dreieck“. Damit werden die drei südamerikanischen Staaten Chile, Argentinien und Bolivien bezeichnet, die über große Reserven an dem raren Metall verfügen.

Argentinien

Neben Chile verfügt auch Argentinien als zweites südamerikanisches Land über große Vorkommen an Lithium. 2 Millionen Tonnen sollen sich abbauen lassen. Am Salzsee Salar del Hombre Muerto befindet sich eine der größten Lagerstätten der Welt. Auch Unternehmen entdecken zunehmend das Potential des Standorts für sich. Zum Beispiel wird voraussichtlich 2019 das Joint Venture Cauchari-Olaroz gestartet. Dieses soll 25 Tonnen des Salzes Lithiumcarbonat produzieren. Dabei handelt es sich um eine der wichtigsten chemischen Lithiumverbindungen.

Portugal

Nur 60.000 Tonnen an Lithium-Reserven besitzt Portugal. Im europaweiten Vergleich kann jedoch kein anderes Land mithalten. Aus diesem Grund ist es gerade für europäische Autobauer ein wichtiger Bezugsort, denn lange Transportwege entfallen damit.

China

Auf Platz zwei der Länder mit den größten Lithiumvorräten steht China, jedoch mit weitem Abstand zu Chile. In China werden 3,2 Millionen Tonnen vermutet, also ganze 4,3 Millionen weniger als in Chile. Abgebaut wird Lithium vor allem im 243 km² großen und nur zwei Meter tiefen Zhabuye-Salzsee in Tibet.

Simbabwe

Die größten Lithiumreserven Afrikas lagern in Simbabwe. Der im Süden des Kontinents gelegene Staat besitzt mit 23.000 Tonnen 326 mal weniger als der Spitzenreiter Chile.

Australien

Seit dem Boom der Elektromobilität ist für die australische West Coast Lithium-Förderung ein großes Thema. Zahlreiche Firmen schossen seitdem aus dem Boden. Die Australier sitzen insgesamt auf 1,5 Millionen Tonnen des kostbaren Rohstoffs. Und immer noch werden weitere Lagerstätten gefunden.



Photovoltaik-Projekte in Sambia

Die Sonne Afrikas nachhaltig nutzen

Kein Kontinent hat mehr Potenzial für Photovoltaik als Afrika. Die Dezentralität der Erneuerbaren bietet neue Möglichkeiten und ermöglicht eine flächendeckende Stromversorgung auch in abgelegenen Regionen.

TEXT: Tobias Kriete, Baywa R.E. Solar Projects **BILDER:** Baywa R.E. Solar Projects

Die Stromerzeugung auf dem afrikanischen Kontinent könnte bereits im Jahr 2050 fast ausschließlich über erneuerbare Energien erfolgen – ohne negative Folgen für das Wirtschaftswachstum. Das geht aus einer neuen Studie des Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change (MCC) hervor. Voraussetzung dafür ist, dass die Staaten beim internationalen Stromnetzausbau und Stromhandel kooperieren, die vorhandene Wasserkraft zum Ausgleich der Schwankungen genutzt und frühzeitig lokales Know-how im Umgang mit der neuen Technologie aufgebaut wird.

Erste derartige Leuchtturmprojekte gibt es bereits: Das vom deutschen und sambischen Landwirtschaftsministerium betriebene Agriculture Knowledge & Training Centre (AKTC) verfügt seit Kurzem über eine PV-Batteriespeicher-Anlage, die die Farm bis zu 13 Stunden am Stück mit 450 kWh erneuerbarer Energie versorgt. Die Vorteile einer solchen Anlage erschließen sich bei einem Blick auf die Bevölkerungs- und Beschäftigungsstruktur im Süden Afrikas: In Sambia lebt der überwiegende Teil der 16 Millionen Einwohner auf dem Land und von der Landwirtschaft. Doch 50 bis 80 Prozent der landwirtschaft-

lich nutzbaren Flächen liegen brach. Der Grund: unzureichende Bewässerungsmöglichkeiten. Zwar ist das Land für südafrikanische Verhältnisse sehr wasserreich, ohne künstliche Bewässerung können dennoch fast keine Ernten eingefahren werden. Der dafür notwendige Strom ist aber nicht dauerhaft verfügbar. Sambia leidet wie viele Staaten des südlichen Afrikas unter einer unzuverlässigen Stromversorgung mit stundenlangen Ausfällen. In der Folge werden häufig größere Teile der Ackerflächen nicht genutzt oder die Erträge fallen deutlich geringer aus.

Projekte in Sambia

Die auf dem Gelände des AKTC in der Provinz Chisamba errichtete PV-Anlage mit Speichersystem versorgt die Farm von 7 bis 19 Uhr kontinuierlich mit PV-Strom. Dieser wird für die Bewässerung eines 90.000 Quadratmeter großen Getreidefelds verwendet. Der Rotor des Pivot-Beregnungssystems, das innerhalb von 24 Stunden einmal über die gesamte kreisförmige Ackerfläche läuft, besitzt nur eine Zentralpumpe. Wenn diese aufgrund eines Stromausfalls, welcher bis zu zehn Stunden dauern kann, vom Netz abgeschnitten ist, kann das verheerende Folgen für das



Mit durchschnittlich 2.000 bis 3.000 Sonnenstunden pro Jahr ist Sambias natürliches Potenzial für Solarenergie sehr gut.

gesamte Getreidefeld haben. Die PV-Anlage auf dem Gelände der AKTC-Farm besteht aus 260 in ostwestlicher Richtung aufgeständerten Solarmodulen mit einer Gesamtleistung von 86 kWp. Um den hohen Sonnenstand bestmöglich zu nutzen, wurden die Module in einem Winkel von sechs Grad installiert und alle Komponenten des Systems auf einen reibungslosen Betrieb bei hohen Temperaturen ausgelegt. Produziert die Anlage mehr Energie als unmittelbar verbraucht werden kann, wird die Energie mittels eines 160-kWh-Batteriespeichers zwischengespeichert. Auch das zur Farm gehörende Wasserreservoir wird als zusätzlicher Speicher genutzt. Das intelligente Kontrollsystem zur gezielten Steuerung der Pumpen erfasst dafür den Wasserstand im Reservoir und den Ladezustand des Batteriesystems.

Das Projekt auf der AKTC-Farm zeigt: Anwendungsfälle für die Nutzung erneuerbarer Energien sind in Sambia vorhanden und lassen sich wirtschaftlich sinnvoll umsetzen. Das gilt auch für die Integration von PV-Anlagen in das öffentliche Netz. Im April 2018 hat Baywa R.E. innerhalb von drei Wochen die mit 1 MWp bislang größte PV-Anlage in Sambia installiert und in Betrieb genommen. Ein zentraler

Bestandteil dieses Projekts ist das Schulungsprogramm in den Bereichen Projektentwicklung, Instandhaltung der Anlage sowie Betriebsführung. Baywa R.E. deckt alle Belange rund um den Betrieb und die Wartung der Anlagen ab.

PV gewinnt an Bedeutung

Beide Projekte, sowohl der Solarpark als auch der Speicher, sind Beispiele dafür, dass der afrikanische PV-Markt auch für internationale Anbieter immer wichtiger wird – nicht zuletzt, weil viele der bestehenden Off-Grid-Lösungen, die bislang mit Dieselgeneratoren betrieben wurden, langfristig durch Photovoltaik ersetzt werden können. Nach Schätzungen von Greenpeace werden bis 2030 zwei Milliarden Menschen weltweit über Off-Grid-Systeme mit Strom versorgt. Gerade in Schwellenländern kommen diese Lösungen häufig zum Einsatz, da die Menschen dadurch nicht mehr auf das teilweise nicht vorhandene oder oft unzuverlässige öffentliche Stromnetz angewiesen sind.

Die Off-Grid-Lösung auf der AKTC-Farm hätte sogar das Potenzial für ein Upgrade zu Net Metering. Bei einer PV-Anlage mit Net Metering wird die

Energie, die über den Eigenverbrauch und die Kapazität der Batterie hinausgeht, ins Netz eingespeist und von dem Energieversorger bilanziell zu einem späteren Zeitpunkt wieder zur Verfügung gestellt. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass der staatliche Netzbetreiber grünes Licht für dieses im südlichen Afrika neue Instrument gibt. Dieses Thema wird nicht nur in Deutschland, sondern auch in afrikanischen Ländern heiß diskutiert. Die Netzbetreiber fürchten durch den eingespeisten Solarstrom eine steigende Netzinstabilität. Viele Studien und Praxisbeispiele widerlegen diese Befürchtungen und zeigen, dass die dezentrale Stromerzeugung zur Netzstabilität beitragen kann.

Auch wenn die Chancen für die Einführung von Net Metering derzeit sehr gut stehen, ist es noch ein weiter Weg zur flächendeckenden Implementierung. Trotzdem: Die Voraussetzungen für den weiteren Ausbau des Anteils an erneuerbaren Energien am sambischen Strommix stimmen. Die Regierung hat für die Photovoltaik einen Zielkorridor von 800 bis 1.000 MW ausgegeben. Mit durchschnittlich 2.000 bis 3.000 Sonnenstunden pro Jahr ist Sambias natürliches Potenzial für Solarenergie sehr gut. □

Batteriespeicher puffern Erneuerbare

STABILE STROMVERSORGUNG IN DER CITY

Gerade wenn erneuerbare Energien im Einsatz sind, müssen Maßnahmen für eine stabile Stromversorgung getroffen werden. Ein schlaues Energiemanagement mit dezentralen Batteriespeichern regelt nicht nur das Niederspannungsnetz, sondern ermöglicht auch die Einbindung von kundenspezifischen Schnittstellen.

TEXT: Stephan Wild für Fenecon BILD: iStock, panimoni

Im neu entwickelten Wiener Stadtteil Seestadt Aspern ist eine zuverlässige und stabile Stromversorgung eine Grundvoraussetzung. Die Spezialisten der Aspern Smart City Research (ASCR) führen aktuell ein nachhaltiges Energieeffizienz-Demonstrationsprojekt durch: Der Blick richtet sich nicht nur auf Einzelelemente des Energiesystems, sondern auf komplexe Zusammenhänge. Zentraler Bestandteil des Projekts ist ein Smart-Grid-Testfeld. Dort sind fünf Einheiten vernetzter Stromspeicher in verschiedenen Transformatorstationen untergebracht. Diese Akku-Lösung ist über die Niederspannungsschiene der Trafos an das Verteilungsnetz angeschlossen. Die Systeme sind primär für den Einsatz im Netzmanagement als Energiespeicher konzipiert, sollen künftig aber auch für die Energiemarktteilnahme eingesetzt werden.

Ziel war zum einen die Bereitstellung von Batteriestrom für das Verteilungsnetz mit einer vorgegebenen Steuerungsaufgabe, zum anderen eine mögliche Vermarktung von überschüssigen Energiemengen. Zu diesem Zweck arbeiten die Batteriespeicher jeweils lokal unabhängig voneinander, um Steuerungsaufgaben im Niederspannungsnetz anhand eigener dezentraler Messsensorik durchzuführen. Außerdem ist eine Vernetzung der Batteriespeicher über ein übergeordnetes Steuersystem vorgesehen. Weiterhin gibt es eine Schnittstelle für den Energieversorger zur Realisierung von Multi-Use Anwendungen.

Herausforderung: Stabile Stromversorgung

Mit der zunehmenden Dezentralisierung der Energieversorgung und der damit verbundenen Einspeisung in das Nie-

derspannungsnetz durch eine Vielzahl von einzelnen Stromerzeugern ergeben sich auch in Wien zunehmend Herausforderungen bei der zuverlässigen und stabilen Bereitstellung des Stroms. Darüber hinaus steigt die Zahl einphasiger Lademöglichkeiten zum Beispiel an Laternenpfählen oder Tiefgaragen, um Elektrofahrzeuge „betanken“ zu können.

Die genannten Aspekte führen zeitweilig zu einer hohen asymmetrischen Belastung des Außenleiters im Niederspannungsnetz. Das verursacht wiederum eine erhebliche Belastung der Niederspannungsnetze. Um diesem Problem vorzubeugen, hatten die Projektverantwortlichen um Dr. Andreas Schuster und Dipl.-Ing. Roland Zoll beschlossen, ein effizientes Energiemanagementsystem einzuführen. Eine weitere Anforderung war, dass das Speichersystem von seiner Größe in eine Trafokoje passt. „Unser Ziel für das Stromnetz war von Anfang an eine Synthese aus Stabilität und Innovation. Dadurch ergibt sich die Chance, mit einem Speichersystem mehreren Anforderungen – Netz und Energiemarkt – gerecht zu werden“, erläutert Dr. Schuster.

Lösung mit Stromspeichern

Nach einer Recherche samt Prüfung unterschiedlicher Optionen stieß das Team rund um Dr. Schuster auf Fenecon, die schließlich auch den Zuschlag für die Lieferung von Stromspeichern erhielten. Nach intensiven Abstimmungsrunden der Projektpartner wurde das von Fenecon entwickelte batteriespeicherbasierte Netzmanagement als lokale sowie zentrale Plattform für die Steuerungsaufgaben im Niederspannungsnetz eingeführt. Das Batteriesystem regelt dabei die Ausgangs-



leistung auf einen dynamischen oder konstanten Leistungs-, Blindleistungs-, Strom- oder Leistungsfaktor-Sollwert. Die Regelung kann phasensymmetrisch oder phasenasymmetrisch erfolgen. Basierend auf definierten einstellbaren Regelkennlinien erfolgt eine dynamische Anpassung von Wirkleistung, Blindleistung oder Leistungsfaktor anhand der im Niederspannungsnetz verbauten lokalen Messsensorik sowie durch lokale Messungen auf der Niederspannungsseite des Transformators. Die Regelung kann nun phasensymmetrisch oder phasenasymmetrisch erfolgen.

Zudem besteht jetzt eine dynamische P-, Q- oder I-Regelung am Anschlusspunkt des Transformators sowie eine Regelung der Einspeisung oder Einhaltung eines bestimmten Leistungsbandes. Des Weiteren besteht mittels Blindleistungsmanagement die Möglichkeit zur Bandregelung und bei Bedarf auch zur Lastspitzenkappung. Im phasensymmetrischen Betrieb werden Phasenverschiebungen durch eine unausgeglichene Leistungsaufnahme oder -abgabe auf der Niederspannungsseite im Netz kompensiert. Der Phasenausgleich erfolgt dabei direkt durch trafolose Refu-Wechselrichter.

Technologie für Netzmanagement

In der Seestadt Aspern wurden insgesamt fünf Akkupacks auf Basis der langlebigen und leistungsfähigen Lithium-Eisen-Phosphat-Technologie von BYD installiert. Jede Systemeinheit hat eine Speicherkapazität von 120 kWh und ist mit einem 100-kVA-Wechselrichter kombiniert. Über die speziell entwickelte Steuerungstechnik werden die Speicher optimal für den Netzbetrieb geregelt. Die Funktionsgruppen

sind unabhängig voneinander aktivierbar und können durch Netzmessungen oder durch die Netzleitstelle automatisch angetrieben werden. Die Systeme in den jeweiligen Trafostationen sind über Lichtwellenleiter miteinander verbunden und an ein zentrales System angeschlossen. Das zentrale System ermöglicht die Überwachung und Steuerung aller im Netzwerk verteilten Batteriezellen. Gleichzeitig bildet das zentrale System die Schnittstelle zur übergeordneten Systeme- beziehungsweise Netzleittechnik und ermöglicht die Anbindung an die Energiemärkte.

„Unsere Lösung bietet für die ASCR und damit für die Bürgerinnen und Bürger des Stadtteils den Vorteil, dass sie Speicher und Regelung beziehungsweise Netzmanagement aus einer Hand bietet“, erklärt Fabian Eckl, Leiter Technik F&E bei Fenecon. „Die integrierte Lösung verfügt zudem über kundenspezifische Schnittstellen und Anbindungen, was ein großes Maß an Flexibilität im Umgang mit anderen Komponenten und dem Grid als Ganzem gewährleistet.“

Smart-City-Lösung

In Summe konnten die ASCR und Fenecon so das große Ziel erreichen: Eine stets stabile Stromversorgung unter Einbeziehung erneuerbarer Energien. Die Speicherlösungen kommen dabei voll netzdienlich zum Einsatz und leisten so einen essenziellen Beitrag zum Gelingen des Projektes – das auch noch Potenzial für die Zukunft bietet: Schnittstellen zum Energieversorger ermöglichen wie erwähnt eine aktive Marktteilnahme, so dass die Batteriesysteme je nach Marktsituation aufgeladen oder entladen werden können. □



Charger mit gutem Draht zum Energiesystem

Schnell und sicher aufgeladen

Der Durchbruch für das Elektroauto lässt auf sich warten. Neben den hohen Preisen sind es vor allem die fehlenden Schnellladestationen und die damit verbundene Reichweitenangst, welche die Menschen zögern lassen. Dabei finden 90 Prozent der Ladevorgänge zu Haus statt. Genau hier setzt ein Charger an, der bequemes und intelligentes Laden ermöglicht.

TEXT: Michael Konder, Sonnen BILDER: Sonnen

Wer seinen Strom mit einer Photovoltaikanlage selbst erzeugt, möchte auch möglichst viel davon haben. Mit einem Stromspeicher lässt sich ein Haushalt in Deutschland bereits zu rund 75 Prozent im Jahr mit selbst erzeugtem Solarstrom versorgen. Wer diesen Gedanken weiterdenkt, wird automatisch auch beim Elektroauto landen. Die Vorstellung, nicht mehr von Benzin und Diesel abhängig zu sein und stattdessen mit selbst erzeugtem, sauberen Strom zu fahren, fasziniert die Menschen. Elektroauto und Eigenverbrauch passen also gut zusammen. Kein Wunder, dass zehn Prozent der Kunden von Sonnen bereits heute schon ein Elektroauto haben. Zum Vergleich: Deutschlandweit dürf-

ten Elektroautos einen Anteil von weit unter einem Prozent ausmachen. Dazu kommt, dass sich ein Großteil der restlichen Kunden in den nächsten zwei bis drei Jahren ein Elektroauto zulegen will. Für Sonnen war es daher folgerichtig, diesen Kunden etwas anzubieten.

Wallboxes für zu Hause gibt es bereits in großer Zahl. In der Regel handelt es sich dabei aber nur um eine große Steckdose, die eben nicht mehr kann als laden. Dazu kommt, dass die klassische Wallbox nur eine einzelne Komponente ist, die keinerlei Verbindung zur PV-Erzeugung, zum Hausverbrauch oder zum Speicher hat. Aber erst eine Systemeinbindung des Ladegeräts ist sinnvoll, da-

mit es sich mit den anderen Komponenten absprechen kann. Um den Kunden jedoch den maximalen Eigenverbrauch zu ermöglichen, muss die Wallbox in das eigene Energiesystem integriert und intelligent sein. Nur deshalb kann der SonnenCharger das Auto in zwei Varianten laden.

Der Lademodus *Power* entspricht der Funktion der überwiegenden Anzahl an Ladestationen, die derzeit auf dem Markt verfügbar sind. Hierbei wird das Auto schnellstmöglich vollgeladen. Ausschlaggebend für die Ladedauer ist neben der Kapazität des Akkus des Elektroautos ausschließlich die maximale Ladeleistung, die vom Elektroauto

In einer App lässt sich die gewünschte Abfahrtszeit einstellen. Dazu gibt es Infos über die Ladegeschwindigkeit oder die eigene Stromerzeugung.



selbst oder auch vom Charger beschränkt sein kann. Die maximale Ladeleistung des SonnenChargers beträgt 22 kW.

Im Lademodus *Smart* wird das Auto intelligent geladen. Um dies zu ermöglichen, muss der Kunde zu Beginn des Ladevorgangs die Uhrzeit angeben, zu der er voraussichtlich das Auto wieder nutzen möchte. Anhand verschiedener Kriterien wie beispielsweise der erwarteten PV-Erzeugung innerhalb des Zeitraums, der Wetterprognose oder auch des üblichen Haushaltsstromverbrauchs zu dieser Zeit, berechnet der Charger die Zeitpunkte, die eine maximale Ausnutzung der Sonnenenergie ermöglichen. Zu diesen Zeitpunkten wird dann mit einer vorher berechneten Leistung geladen. Über die üblichen Funktionen wie Lastmanagement und PV-Überschussladung hinaus sorgt der Lademodus *Smart* dafür, dass der Eigenverbrauch maximiert wird.

Einbindung in die Community

Die Funktion reicht aber weit über das intelligente Laden hinaus. Spätestens hier wird klar, dass das Elektroauto eben nicht nur ein Auto mit Elektro- statt Benzinmotor ist. Es ist ein flexibler Teil des Energiesystems, das in Zukunft hauptsächlich auf Strom aus erneuerba-

ren und Millionen dezentralen Erzeugern und Prosumern basiert.

Über eine spezielle Software lässt sich der SonnenCharger und damit das Elektroauto in die SonnenCommunity einbinden, die zahlreiche Haushalte und deren Speicher miteinander vernetzt. So kann es auf die Energie anderer Mitglieder der Community zurückgreifen, wenn nicht genügend eigener Solarstrom bereitsteht. Damit wird das Fahren wirklich sauber und es entfällt ein wichtiger Kritikpunkt bei den E-Autos: Nämlich, dass sie mit Kohlestrom geladen werden und die Ökobilanz daher ähnlich schlecht ist wie von Benzinautos.

Flexibles Element im Stromnetz

Auch die Übernahme von Netzdienstleistungen wird durch den Lademodus *Smart* ermöglicht. Durch die Vernetzung der Elektroautos entsteht ein eigener Speicherpool, der groß genug ist, um zum Beispiel Windkraftüberschüsse aufzunehmen und so das Netz zu stabilisieren. Bei einem prognostizierten Überschuss an Windstrom lässt sich der Ladezeitpunkt der Autos also so verschieben, dass sie diese Energie zielgerichtet aufnehmen können. Diese Netzdienstleistungen können heute allein in eine Richtung erfolgen, also unidirekti-

onal. Ein Grund ist, dass kaum ein Hersteller bidirektionales Laden unterstützt. Noch stärker ins Gewicht fällt aber, dass heutige Autobatterien noch nicht zyklensfest genug für eine Doppelbelastung sind. Damit diese Netzdienstleistungen keinerlei Auswirkungen auf die Lebensdauer der Batterien haben, wird das Auto also nur geladen, wenn es ohnehin geladen werden muss, nur dass sich der Zeitpunkt etwas verschiebt.

Nicht zuletzt kann sich der SonnenCharger durch die Vernetzung auch den Anforderungen der Ortsnetze anpassen. Denn fest steht: Wenn es in Zukunft immer mehr Elektroautos gibt, werden diese eine Herausforderung für das Ortsnetz, das nur für eine überraschend geringe Zahl von Elektroautos ausgelegt ist. Laut einer Studie von Oliver Wyman reichen bereits drei Dutzend Elektroautos aus, um Ortsnetze an den Rand des Zusammenbruchs zu bringen, wenn sie gleichzeitig laden. Auch hier setzt der SonnenCharger an. Durch seine intelligente Steuerungsmöglichkeit kann er das Auto netzdienlich laden. Laden beispielsweise zu viele Autos zur gleichen Zeit, kann er die Ladeleistung anpassen oder das Laden mehrerer Autos so abstimmen, dass sie in kurzen Intervallen nacheinander laden und die Last somit nicht zu hoch wird. □



Solar mal anders ...

REKORDHALTER DER LÜFTE

Mauersegler haben großes Stehvermögen bewiesen ... Na ja, eher Fliegevermögen. Sie schaffen es, zehn Monate lang zu fliegen, ohne dabei einmal den Boden zu berühren. Aber nicht nur die Dauergleiter schaffen das – auch andere Flugobjekte haben ein starkes Durchhaltevermögen.

TEXT: Jessica Schuster, Energy 4.0 BILD: iStock, avs_It

Durch die Lüfte gleiten wie ein Vogel – für viele der Inbegriff von Freiheit. Einfach abheben und dem Alltag davonfliegen. Herrlich. Aber zehn Monate? Ohne Unterbrechung? Immer an einem anderen Ort? Was klingt wie eine ausschweifende Geschäftsreise ohne sichtbares Ende, ist für Mauersegler beinahe schon Alltag. Fast das ganze Jahr segeln, gleiten und fliegen sie in der Luft herum und wollen gar nicht nach Hause. Nur in der Brutzeit verschlägt es die Dauereflieger in ein Nest, wo sie ihre Nachkommen großziehen.

Um das Verhalten der Vögel weiter zu erforschen hatten Biologen 13 Mauersegler mit Datenloggern ausgestattet und teilweise über zwei Jahre verfolgt. Wie eingangs beschrieben, verbringen die Vögel während der zweimonatigen Brutphase Zeit am Boden. Ansonsten pendeln die Flieger von und nach West- oder Zentralafrika, wo sich ihr Winterquartier befindet. Nun stellt sich natürlich die Frage nach dem Schlafverhalten der Tiere. Bei Erschöpfung die Augen zu schließen, aber

trotzdem weiterfliegen ist reichlich riskant. Laut der Aufzeichnung der Datenlogger steigen die Vögel zwei Mal am Tag bis auf rund 3.000 Meter Höhe und haben danach eine gesunkene Flugaktivität. Die Wissenschaftler nehmen an, dass die gefiederten Flieger dann schlafend nach unten gleiten. Sicher sind sie sich dessen jedoch nicht.

Aber nicht nur Mauersegler sind ausdauernde Flieger – das Solarflugzeug Solar Impulse hat es ausschließlich mit Hilfe von Solarmodulen auf den Tragflächen geschafft, die Erde zu umrunden. Nach knapp 510 Stunden und mehr als 40.000 Kilometern in der Luft landete das Flugzeug vor ein paar Jahren wieder in Abu Dhabi. Die längste am Stück zurückgelegte Strecke war die 8.300 Kilometer lange Reise von Japan nach Hawaii. Damit stellte das Team um die beiden Schweizer Wissenschaftler Bertrand Piccard und André Borschberg einen neuen Streckenweltrekord für Solarflugzeuge auf.

Bei solchen Distanzen kann der Mauersegler nur müde lächeln. Jedoch würde sich das Tier bestimmt über energiebringende Solarzellen auf den Flügeln freuen, um endlich mal wieder in Ruhe durchzuschlafen zu können. □

energy^{4.0}

EIN WEB-MAGAZIN VON PUBLISH-INDUSTRY.



Die Faszination **ENERGIE**
im Fokus. Der Blick in andere
Branchen als Inspiration.



INDUSTR.com/E40: Das neue Energy 4.0-Web-Magazin liefert relevante News, Artikel, Videos und Bildergalerien und macht die Faszination der Energie der Zukunft lebendig.

Vernetzt mit den anderen Web-Magazinen von publish-industry unter dem Dach des Industrie-Portals **INDUSTR.com** ist es Ihre Eintrittspforte in eine faszinierende Technik-Welt. Gehen Sie online und werden Sie kostenfrei Mitglied der **INDUSTR.com**-Community: **INDUSTR.com/E40**.



Besuchen Sie uns
auf der Intersolar:
Stand B1.310



Qualität vom Marktführer!

Als weltweiter Marktführer für Lithium-Solarstromspeicher bieten wir nicht nur höchste Qualität Made in Germany. Denn durch die intelligente Vernetzung aller sonnenBatterien zu unserer sonnenCommunity versorgen wir bereits über 120.000 Menschen mit dezentral erzeugter, sauberer und bezahlbarer Energie. So funktioniert die Energieversorgung der Zukunft – sichern Sie sich diese Spitzentechnologie schon heute.

- 100 % Unabhängigkeit vom Energieversorger
- Bereits über 30.000 verkaufte Systeme
- Intuitives, anschlussfertiges Komplettsystem
- Sichere und langlebige Zelltechnologie
- Smart-home-ready mit intelligentem Zubehör
- Strom-Sharing in der sonnenCommunity
- sonnenFlat mit 0 Euro Stromkosten*
- Saubere E-Mobilität mit dem sonnenCharger

Weitere Informationen erhalten Sie unter 0800/929 33 40 oder auf [sonnen.de](https://www.sonnen.de)

* Für Mitglieder der sonnenCommunity. Begrenztes Kontingent.