

SolarEnergy und Intersolar 2002

Erneuerbare Energien in Berlin und Freiburg

Messen, die vorwiegend über gebäudenähe Zukunftsenergien informieren, gibt es in jedem Bundesland. Zu den größten und bedeutendsten zählten in diesem Jahr wiederum die Berliner SolarEnergy und die Freiburger Intersolar. Der nachstehende gemeinsame Messerückblick behandelt insbesondere die Schwerpunkte solare Wärmeengewinnung und -nutzung, Photovoltaik und Wechselrichter sowie Wärmepumpen.

■ Unterschiedliche Schwerpunkte

Nach der vom 13. bis 15.06. durchgeführten Berliner Messe folgte vom 28. bis 30.06. die Intersolar in Freiburg/Breisgau. Die Standorte liegen weit auseinander, so dass wohl nur wenige Besucher beide Veranstaltungen besuchten.

Der Schwerpunkt in Berlin ergab sich schon aus dem Untertitel: „Weltmesse für Erneuerbare Energien“. Diesen Anspruch konnte sie aber nur begrenzt erfüllen, da die Windenergie nur am Rand in Erscheinung trat, die angekündigte Wasserkraft fehlte, die Biomasse unterrepräsentiert war und die Brennstoffzellen-Technologie erst für das nächste Jahr angekündigt ist.

Dennoch waren die Komplexe Wärmepumpe und Solartechnik gut besetzt und für Fachbesucher und Interessierte eine gute Informationsquelle. So waren die Großen der Branche wie Shell, Siemens, BP, RWE-Solar, SMA, Kyocera und nahezu alle einschlägigen Verbände vertreten. Die internationalen Aktivitäten konzentrierten sich in Berlin auf das parallel stattfindende „Weltforum über Erneuerbare Energien“, an dem lt. Messeleitung etwa 400 Vertreter von Wirtschaft, Forschung, Politik und Nicht-Regierungsorganisationen aus allen Erdteilen teilnahmen – unter etwa 260 Ausstellern kamen dagegen lediglich 5 aus dem Ausland. Im Ergebnis der dreitägigen Veranstaltung verabschiedeten die Delegierten einen „Aktionsplan für die weltweite Verbreitung Erneuerbarer Energien“ (EE), der mehrere Empfehlungen für die politische Durchsetzung einer nachhaltigen Energieversorgung enthält und damit gleichzeitig einen Beitrag für die in Kürze stattfindende Klimakonferenz in Johannesburg leisten soll.

Im Unterschied zur SolarEnergy profilierte sich die 3. Intersolar endgültig als Deutschlands Solarmesse Nr. 1. Insgesamt ist dort das in die Schwerpunkte Solarwärme, PV und Solarbau einbezogene Potenzial größer. Das betrifft sowohl Aussteller und Fachbesucher aus der Schweiz und aus Österreich als auch aus der Region Freiburg. Dazu zählen einmal das sehr praxisnah arbeitende Institut für Solare Energiesysteme (ISE) und andere wissenschaftliche Einrichtungen bzw. Ausgründungen. Zum anderen gibt es inzwischen in Freiburg über 450 Unternehmen mit mehr als 10000 Beschäftigten, die im Bereich Umwelt und Energie tätig sind und jährlich weit über eine Milliarde Euro Umsatz erwirtschaften. Während die internationalen Aktivitäten unter dem Berliner Funkturm auf die Bündelung der Kräfte beim Übergang auf eine weltweit umweltfreundliche Energie- und Wasserversorgung gerichtet waren, bot die Intersolar innerhalb ihrer Sonderschau „Weltmarkt Solartechnik“, unterstützt durch die Fachtagung „EE in der Entwicklungszusammenarbeit“, einen Überblick über autarke Stromversorgungssysteme in netzfernen oder unterversorgten Weltregionen. Sie sind praktischer Teil einer Entwicklungspolitik, mit der „auf dem Weg zum Aufbau erster Stromversorgungssysteme Handelsbeziehungen zum gegenseitigen Vorteil entwickelt werden können“, wie die Ministerin für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklungshilfe in Berlin forderte. Das schafft Arbeitsplätze, leistet einen Beitrag zur nachhaltigen Energieversorgung und unterstützt langfristig eine hochautomatisierte Massenproduktion von immer effektiveren Solarkomponenten (s. **ep** 9/01, LuK, S. 1-3 u. **ep** 8/02, LuK, S. 1-3).

■ Solarwärme für die Gebäudetechnik

Solarwärme ist gegenwärtig die am meisten genutzte Zukunftsenergie. Ihre Planung beginnt beim Neubau schon mit der Auswahl des zu bebauenden Grundstücks und dem Gebäudeentwurf und schließt immer öfter die Raumklimatisierung z. B. durch den Einsatz von Wärmepumpen ein. Solarbauten sind nicht neu und wurden bereits vor mehr als einem Jahrzehnt mit Niedrigenergiehausniveau errichtet. Dazu gehörte bereits damals die transparente (lichtdurchlässige) Wärmedämmung (TWD), die auf das Gebäude auftreffende Strahlungsenergie der Sonne durch die Gebäudestruktur ohne Hilfsenergie in Wärme umwandelt (s. **ep** 5/02, S. 407-408). Nachteilig bei dieser Art der passiven Solarenergienutzung war bisher die Überhitzung des Gebäudes im Hochsommer, so dass verstellbare Verschattungselemente notwendig wurden. Das Institut für Solarenergieforschung in Hameln/Emmerthal (ISFH) stellte eine Neuentwicklung mit Latentspeicher und sommerlichem Überhitzungsschutz vor, die je nach Einbausituation ein Einsparpotenzial an Heizenergie von mehr als 100 kWh/m²a erschließt, ohne den Wohnkomfort im Sommer zu beeinträchtigen.

Von noch größerer Bedeutung sind Solarkollektoren, die die Sonnenenergie aktiv zur Erwärmung von Brauchwasser und zur Heizung nutzen. Mit jährlichen Steigerungsraten von etwa 30 % sind sie auf dem besten Weg, um mittelfristig auch ohne finanzielle Förderung mit konventionellen Wärmelieferanten konkurrieren zu können. Im Vordergrund der Messepräsentationen standen die preisgünstigen Flachkollektoren, deren Effizienz durch verbesserte Fertigungstechnologien und neue Materialien wiederum gesteigert wurde. Das gilt nicht zuletzt für den C 20-AR – dem nach Aussage des Lieferanten Wagner & Co leistungsstärksten Flachkollektor Deutschlands. Durch Einsatz von Antireflexglas wurde der Jahresertrag um 8 % auf 546 kWh/m²a erhöht – nachgewiesen durch das neutrale ISFH.

Im Unterschied zum Flachkollektor stagniert gegenwärtig der Absatz von Vakuumröhrenkollektoren. Ihre Wärmeverluste sind geringer, so dass sie vor allem auch im Winterhalbjahr und in den Übergangsphasen Wärme zur Raumheizung liefern können. Als Neuheit wurde von Paradigma ein erster Kollektor dieses Typs vorgestellt,

der in die Dachfläche integriert werden kann. Nicht weniger umfangreich war das Angebot an Kombisystemen, die die effektive Nutzung der Sonnenenergie in Verbund mit einem Pufferspeicher und mindestens einer zusätzlichen Wärmequelle sichern. Bevorzugte Zusatzheizungen sind Brennwertgeräte nahezu aller bekannten Hersteller. Ihre Anwendung wird vielfach durch die örtlichen Gasversorgungsunternehmen finanziell unterstützt. Neu ist die Nutzung von Heizöl und Biomasse. Solvis erweiterte sein einschlägiges Angebot um einen „SolarHeizkessel“, in dem Heizöl verbrannt wird und ein zweites Kombisystem, das mit Verbrennung von Holz in Form von Pellets CO₂-neutral und damit förderungsfähig zusätzlich Wärmeenergie liefert.

Im Vergleich zu den dominierenden dachmontierten Kollektoren weisen die erst vereinzelt in Gebäudefassaden integrierten Kollektoren einige Vorteile und Besonderheiten auf, die ihren Einsatz trotz der im Vergleich zu optimal geneigten Süddachflächen reduzierten jährlichen Einstrahlungssumme attraktiv machen (Mehrfachnutzung von Bauteilen, Verringerung thermischer Verluste, gleichmäßigeres jahreszeitliches Ertragsprofil). Die Fa. Energietechnik Müller stellte eine neuentwickelte Solarfassade in architektonisch ansprechender Gestaltung für große Fassadenflächen (Mehrfamilienhaus etc.) vor, in die Solarkollektoren und ein Fassadendämmsystem integriert sind. Das auf einen „Standard“-Kollektor abgestimmte modulare Solar-system ermöglicht bis zu 57 Varianten und ist seit einigen Monaten in Eberswalde, Frankfurt/Main und Mainburg in Betrieb.

■ Wärmepumpen, Kombigeräte und BHKW

Ein den Wärmebereich insgesamt bestimmendes Thema war wiederum die seit dem 1.2.02 im Gebäudebereich verbindliche Energieeinsparverordnung. Erstrangiges Ziel ist die Reduzierung der bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe entstehenden klimagefährdenden CO₂-Emissionen (s. **ep** 4/02, S. 237-238). Das bedeutet die Auswahl geeigneter Energiewandler sowie eine sachgerecht geplante, errichtete und betriebene Heizungsanlage. Dabei gehören elektrisch angetriebene Wärmepumpen (WP), die gegenüber einer in der Wärmeleistung gleichen elektrischen Heizung oder

auch Gasheizung in Brennwerttechnik die CO₂-Emissionen deutlich reduzieren, zu den bevorzugten Lösungen. Sie ist sowohl im Alt- wie im Neubau eine Alternative zu den ebenfalls vorgestellten Mini-BHKW (s. **ep** 5/02, S. 407-408 u. **ep** 6/02, S. 496-504). Im sanierungsbedürftigen Altbau kann im Rahmen der Heizungsmodernisierung die Installation einer WP durch zinsgünstige Kredite gefördert werden. Zusätzliche Hilfen, beispielsweise durch Energieversorger, sind möglich. So bietet die Bewag eine Kombination aus WP und 300-Liter-Wasserspeicher an. Voraussetzung ist der Bezug von Strom für mindestens 2 Jahre (Bild 1). Als Wärmequelle dient die Abwärme von Waschmaschine, Trockner, Bad, Küche etc. und zur Deckung von Bedarfsspitzen eine integrierte elektrische Zusatzheizung. Warmwasserlieferanten der gezeigten Bauform kann bei Bedarf auch über Solarkollektoren gewonnene Wärmeenergie zugeführt werden. Ähnlich aufgebaut sind die Kompaktgeräte – häufig als Integralgeräte oder Kompaktheizzentralen bezeichnet. Sie versorgen Einfamilienhäuser mit

Frischlufte und sichern meistens mit einer Luft-WP die Wärmehückgewinnung, liefern gleichzeitig aber auch Wärme zur Heizung und Warmwasseraufbereitung. Auch hier kann eine elektrische Zusatzheizung helfen. Sie setzen gut wärmegeämmte Einfamilienhäuser oder gleichwertige Etagenwohnungen voraus – d. h. in der Regel einen Neubau, der mindestens das in der Energieeinsparverordnung vorgegebene Niveau sichert. Entspricht der Bau den Anforderungen an ein 3-Liter- oder Passivhaus, kann die Zahl der

Wärmequellen reduziert werden. Da auch die Größe der Wohnfläche den Wärmebedarf bestimmt, stehen verschiedenartige Varianten von Stiebel Eltron, Siemens, Paul, Fresh, Maico und anderen zur Auswahl.

Solarstromanlagen in der Gebäudetechnik

Die PV-Branche boomt. So wuchs die in Deutschland installierte Leistung netzgekoppelter PV-Anlagen von 1998 – dem Jahr vor Beginn der

Förderung im Rahmen des Erneuerbare-Energie-Gesetzes (EEG) – bis Ende vergangenen Jahres jährlich von 12 auf 79 MW. Um diese Entwicklung auch in den nächsten Jahren zu sichern, wurde zur Messzeit die laut EEG geltende Begrenzung der Förderung von 350 auf nunmehr 1000 MW gesetzswirksam erhöht. Damit bleibt die PV vor allem für das Elektrohandwerk zumindest mittelfristig eine reale Geschäfts-Chance, sofern nicht eine neue Regierung die Förderbedingungen verschlechtert. Der Trend zur heimischen PV-Anlage wird auch durch die Preisentwicklung unterstützt. Zwar wurde die Einspeisevergütung für neue Installationen ab 01.01.02 planmäßig um 5 % reduziert. Das wird aber durch die von den Solarverbänden ermittelte Senkung der Anlagenpreise um 5 bis 10 % mehr als ausgeglichen.

Auch der PV-Weltmarkt wächst überdurchschnittlich schnell. An der Spitze steht Japan, das aber schon bald durch Europa verdrängt werden könnte. Dafür sorgen auch außerhalb Deutschlands Förderprogramme, die sich zunehmend am deutschen EEG orientieren



1 Intensive Kundenberatung am Stand der Berlin Bewag. Stromkunden erhalten die rechts im Bild sichtbare Warmwasseraufbereitung mit WP ca. 500 Euro günstiger.

Foto: Kabisch

und damit zur Verdrängung der USA vom 2. Platz bereits im Jahr 2001 einen Beitrag leisteten. Verbunden damit war und ist in Deutschland eine bemerkenswerte Zunahme an Investitionen in die Produktion. Nach Information des Bundesverbandes für EE wurden im vergangenen Jahr etwa 100 Mio Euro investiert. Bis 2004 sollen weitere 500 Mio Euro folgen, um nicht zuletzt den Import der letzten 2 Jahre zu reduzieren und den Export von PV-Inselsystemen in die 3. Welt steigern zu können. BP-Solar, einer der weltweit größten und in Deutschland erfolgreichsten PV-Produzenten, investiert in Hameln in eine automatisierte Modul-Fertigung mit einer jährlichen Kapazität von 34 bis 40 MW rund 15 Mio Euro. Zum Einsatz kommen dabei die bekannten hocheffektiven Solarzellen mit einem Wirkungsgrad von 17 bis 18 %. Um den steigenden Bedarf zu decken, wird zurzeit in Spanien mit einem Investitionsaufwand von nochmals 100 Mio Dollar eine zweite BP-Solarzellenfabrik errichtet. Das Unternehmen schätzt, dass durch die bei beiden Objekten realisierten technologischen Verbesserun-

gen die Kosten in den nächsten 5 Jahren halbiert werden können.

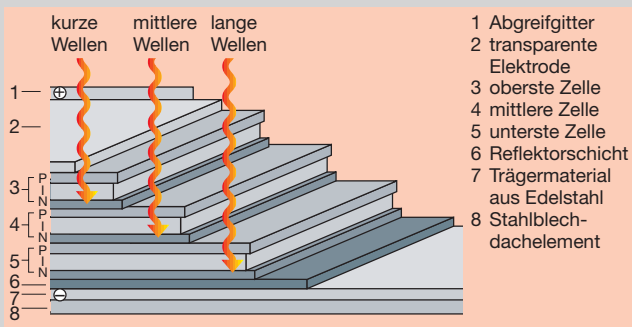
Dünnschichttechnologien in den Startlöchern

Der Schwerpunkt zahlreicher Solar-Investitionen liegt eindeutig bei Kapazitätserweiterungen auf dem Gebiet der kristallinen Siliziumtechnologie und ist bei weitem noch nicht abgeschlossen. Sie zielen auf rationelle Fertigungstechnologien, Material- und Energieeinsparung sowie Verbesserung der Produktqualität, verbunden mit moderaten Wirkungsgraderhöhungen. Letztlich dreht es sich darum, die weitgehend noch ungenutzten Entwicklungsreserven dieser ersten PV-Generation beim Übergang auf eine Massenproduktion in den nächsten Jahren voll zu nutzen. Trotzdem war die auf mehrere dünne Schichten (ein Zehntel der Stärke eines Haares) basierende Solartechnik der zweiten Generation stärker als in den Vorjahren nicht nur durch Institute und Anbieter von langzeiterprobten Dünnschichtmodulen mit amorphem Silizium vertreten. Darüber hinaus wurden – wie noch gezeigt wird – auch neuere Systeme vorge-

stellt (s. **ep** 6/02, S. 492-494). Bisher liegt die Leistungsgrenze bei rund 60 W und auch die erzielten Wirkungsgrade erreichen noch nicht das Niveau der ersten Generation. Die Anbieter betonen aber, dass mit neuen Montageverfahren der Mehraufwand bei der Installation von Solargeneratoren, welcher durch die leistungsschwächeren Module verursacht ist, reduziert werden kann. Auch die niedrigen Wirkungsgrade sind nach Meinung von Produzenten und Anbietern kein Grund, diese Module nicht in der Gebäudetechnik wie bisher üblich zu verwenden. Sie verweisen darauf, dass Wirkungsgrade allein keine Aussage über den jährlichen Energieertrag – die entscheidende Größe für den Betreiber – zulassen. Unterstützt beispielsweise durch ein TÜV-Gutachten vertreten sie die Auffassung, dass Dünnschichtmodule mit geringer werdender Einstrahlung ihren Wirkungsgrad gegenüber kristallinen Zellen verbessern. Da auch das unterschiedliche Temperaturverhalten den Ernteertrag erhöht, erwarten sie schon heute eine Überlegenheit der Dünnschichtzellen.

Allerdings sind die firmenspezifischen Angaben in Datenblättern

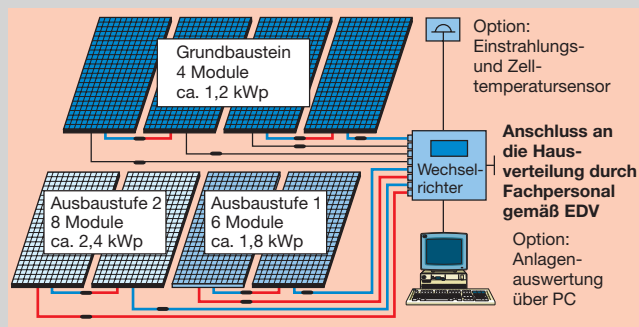
etc. wenig aussagefähig; teilweise fehlen sogar Wirkungsgradangaben. Vertrieb und Elektroinstallateur haben zurzeit nur einen geringen Spielraum, um den Betreiber von der Effektivität der PV-Anlage mit Dünnschichtzellen zu überzeugen. Sie können kaum einen durchschnittlichen Energieertrag garantieren oder messtechnisch verbindlich nachweisen. Spezialisten wie der langjährige Chef des ISFH Prof. Dr. *Hezel* bestätigen ohne Quantifizierung prinzipiell höhere Energieerträge. Bei leistungsstärkeren Modulen erwartet er allerdings keine gravierenden Unterschiede. Zu den auf den Messen vorgestellten einschlägigen Angeboten gehört u. a. das aus den USA stammende Uni-Solar-Konzept (Triple Junction Technology – eine dreischichtige Solarzellen-Struktur aus nanokristallinem Silizium (Bild 2)). Module in Sonderabmessungen werden für 32, 42 und 60 W angeboten. Das bekannteste Ergebnis sind Metallsegmente eines Daches, auf denen die Module laminiert werden (Verschmelzung Dachoberfläche mit Modulboden) (s. **ep** 6/02, S. 492-494).



2 Aufbau der Dreischichtszelle aus nanokristallinem Silizium mit einem bis zu 20 % höheren Jahresstromertrag, da u. a. bei diffusum Licht mehr Strom erzeugt wird
Quelle: Thyssen



3 Eine der zwei bereits 2001 errichteten Anlagen mit CIS-Modulen mit einer Gesamtleistung von 17 kW
Quelle: Würth Solar



5 Ausbaufähige Solaranlage mit Zentralwechselrichter für 4, 6 oder 8 Module. Bei Anlagenerweiterung ist nur eine kleine Modifikation des Wechselrichters notwendig
Quelle: RWE Solar



4 Ungerahmtes Glaslaminat kann Dachziegel ersetzen. Gerahmte CdTe-Module können auch als konventionelle Aufdachlösung montiert werden
Quelle: Antec



6 Auch in Kobe City (Japan) wurden Gebäudefassaden mit teils dreieckförmigen PV-Modulen aus Dresden bestückt (ca. 1000 m² mit 78,3 kW).
Quelle: Solarwatt

Bereits 1998 stellte Siemens die ersten, im kalifornischen Camerillo gefertigten CIS-Dünnschichtmodule in den Leistungsklassen 5, 10, 20 und 40 W vor (inzwischen Teil von Shell). Deren Wirkungsgrad von über 11 % liegt nach Herstellerangaben nunmehr „deutlich über dem entsprechenden Konkurrenzprodukte“. Seit 2001 bietet die Würth Solar in Marbach auf gleicher technologischer Basis ein ähnliches Sortiment an. Allerdings konnten in der Vergangenheit die Module der oberen Leistungsklasse (etwa 60 W) im stationären Bereich preislich kaum mit der eingeführten Siliziumtechnik konkurrieren (Bild 3). Hauptbedarfs-träger waren deshalb bisher die Gerätetromversorgung oder andere Kleinanwendungen. Im lau-

fenden Jahr will das Unternehmen die Pilotanlage auf 1 MW erweitern, den Wirkungsgrad dauerhaft auf mehr als 10 % stabilisieren und das vorgegebene technologische Niveau erreichen. Erst dann soll die seit Jahren geplante 10-MW-Fabrik realisiert werden, denn sie ist die Voraussetzung, um mit der Siliziumtechnik auf allen Gebieten konkurrieren zu können. Forschergruppen aus Berlin/Frankfurt (Oder), Leipzig und Hamburg bemühen sich darüber hinaus, mit neuen Fertigungstechnologien mittelfristig vor allem die Kosten erheblich zu senken. Auch die Antec Solar GmbH setzt auf eine 10-MW-Produktionsanlage, will aber die volle Auslastung schon bis Jahresende erreichen. Das Unternehmen fertigt 1200 x

600 mm² große CdTe-Module (Cadmium Tellurid) für 50 bzw. 43 W und erreicht Wirkungsgrade von 6-7 % (Bild 4). Der Wirkungsgrad könnte bis Jahresende auf 8 % und mittelfristig auf 14 % gesteigert werden. Langfristig werden auch 18,5 % für möglich gehalten. Als Vertriebspartner stellte sich die Fa. Nau aus Moosburg-Pfromberg mit einer nicht überprüfaren Beispielrechnung vor. Dabei geht sie (heute schon) von einer Jahresernte von etwa 850 kWh pro installiertem kW aus.

PV-Systeme auf Basis kristallinen Siliziums

Bei Shell Solar erfährt der Besucher weniger über neue Produkte, aber viel über Veränderung der Vertriebswege. Mit Übernahme der

restlichen Geschäftsanteile am Solarenergie-Joint-Venture mit Siemens hat sich das Angebot an poly- und monokristallinen Modulen mit unterschiedlichen Oberflächen vergrößert und um CIS-Module erweitert. Weitgehend geblieben ist der nunmehr als „direkt“ bezeichnete Vertriebsweg für komplette PV-Systeme über die bisherigen Shell-Solarzentren und ihre Agenten. Auf diesem Weg will Shell in direkten Kontakt mit Endverbrauchern treten, Ideen testen und mehr über das Verbraucherverhalten auf dem PV-Markt erfahren. Nur diesen Kunden bietet Shell kostenlos das bewährte satellitengestützte System zur Überwachung der Erträge an. Der weitaus größte Teil der Kunden soll jedoch nach Siemensvorbild über den „indirekten“ Vertriebsweg versorgt werden. Der Vertrieb von Modulen erfolgt über Distributoren an Fachhändler, die den Verkauf und damit wohl auch die Zusammenstellung der Pakete und die Installation in Eigenregie übernehmen – sehr zum Nutzen des Elektrohandwerks.

Vier Jahre nach Gründung der jetzigen Ersol Solar AG präsentierten die Erfurter neben den bekannten Farbzellen ein innovatives Angebot mit polykristallinen Zellen und Modulen. Nur ein geringer Teil der für leistungsstarke PV-Anlagen eingesetzten Solarzellen, deren Produktion im vorigen Jahr von 5,5 auf rund 10 MW gesteigert wurde, wird im eigenen Werk zu PV-Modulen verarbeitet.

Vorgestellt wurde ein Typ für Nennleistungen von 150, 160 und 170 W (Fertigungstoleranz ± 5 %). Jede Variante ist mit 72 Solarzellen der Größe 125 x 125 mm² bestückt und in den Abmessungen 1600 x 800 mm² bzw. 1620 x 850 mm² verfügbar. Beim größeren Modul ist der Abstand zwischen Rahmen und äußerer Zellreihe größer und damit die Reinigung erleichtert (weitere Daten: Modulhöhe 42 mm, Gewicht 19 kg, 12/24 V, Leistungsgarantie 20 Jahre (-20 %), Produktgarantie 3 Jahre, Systemspannung max. 750 V).

Zu den herausragenden Angeboten des größten deutschen Solarzellenproduzenten RWE Solar zählen unterschiedliche Kits (Bausätze) mit dem leistungsstarken 300-W-Modul (Fertigungstoleranz der Leistung ± 4 %; Fläche 2,42 m²; selbsttragend; Alurahmen; Gewicht ca. 50 kg (!); Spannung ca. 50 VDC). „Mini-Kits für Einsteiger“ sind sowohl für Flachdach- als auch für Bodenmontage vorgesehen und bestreichen den Leistungsbereich von 0,3 bis ca. 5 kW. Jedem Modul

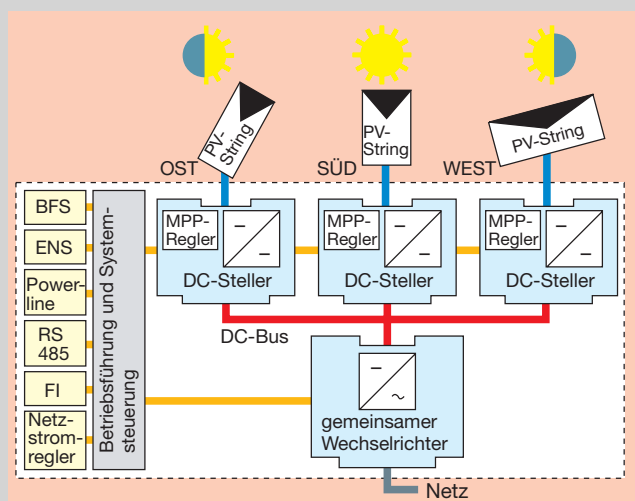
wird ein Wechselrichter für DC 50 V/AC 230 V zugeordnet. Durch die Parallelschaltung auf der Netzseite reduziert sich die Gleichstromverdrahtung auf ein mitgeliefertes, kurzes und steckbares Kabel. Wie alle anderen Systeme lässt sich die Solarstromanlage über eine Schnittstelle abfragen und grafisch aufbereiten. Der in Bild 5 umgesetzte Power-Kit ist für den schrittweisen Auf- und Ausbau einer Solarstromanlage auf dem Dach oder am Boden geeignet. Er unterscheidet sich vom erstgenannten 300-W-System insbesondere durch ein in Schritten realisierbares Konzept mit einem zentralen Wechselrichter und der Reihenschaltung von jeweils zwei 50-VDC-Modulen. Für größere Anlagen werden 5-kW-Maxi-Kits mit 2 Strings und jeweils 9 in Reihe geschalteten 50-W-Modulen empfohlen. Zum Bausatz gehören 6 Modul-Dreifachgestelle, denen bauseitig vorbereitete Betonfundamente eine stabile Verankerung sichern. Die bereits mehrfach langzeiterprobte Solartechnik ist vor allem für PV-Anlagen vorgesehen, die auf stillgelegten landwirtschaftlichen Flächen Platz finden und gleichzeitig z. B. als Schafweide nutzbar sind.

Auch in diesem Jahr war die Dresdener Solarwatt, ein innovativer Mittelständler, der auch in der Gebäudetechnik wesentliche Beiträge geleistet hat, auf beiden Messen vertreten (Bild 6). Von besonderem Interesse waren die neuentwickelten Doppelglas-Solarmodule, die für den universellen Einsatz optimiert wurden. Sie sind auf Grund der rahmenlosen Konstruktion und Teillichtdurchlässigkeit von ca. 18 % besonders geeignet für Dachintegrationen, Verschattungsanlagen, Verglasungen, Überdachungen, Vorhangfassaden, Vordächer und Aufdachanlagen. Zur Auswahl steht ein Modul in den Abmessungen 1390 x 675 mm², das mit 5 verschiedenartigen Solar kombinationen bestückt werden kann: 72 polykristalline Solarzellen in den Ausführungen dunkel- oder kristallblau, 48 ebenfalls polykristalline, dunkelblaue Solarzellen in den Abmessungen 150 x 100 mm² (alle anderen Ausführungen mit 100 x 100 mm²), 72 monokristalline, schwarze Solarzellen und 72 semitransparente Solarzellen. Die Nennleistung schwankt zwischen 105 und 112 Watt und erreicht bei der semitransparenten Variante immer noch 70 W. Als RWE-Vertragshändler fertigt Solarwatt auch ein Standardmodul mit multikristallinen Solarzellen vom Typ ASE-100-GT-FT/K, geeignet so-

wohl für 24-V-Anwendungen als auch für Netzkopplung (Nennleistung 100 W $\pm$ 5 %, Abmessungen 644 x 1282 mm², Spannung 34 V, Gewicht 8,5 kg).

Wechselrichter für jeden Solargenerator

Das Angebot an Wechselrichtern wächst. Nach einer Marktübersicht der Zeitschrift Photon gab es im Frühjahr bereits 175 Typen. Dennoch wurden diverse neu- und weiterentwickelte Wechselrichter, vorzugsweise für den netzgekoppelten Betrieb, vorgestellt. Wichtigstes Ziel bleibt die Bereitstellung von kommunikationsfähigen Wechselrichtern und Systemen, die mehr tun als Gleichstrom in weitgehend überschwingungsfreien sinusförmigen Wechselstrom zu wandeln. Um beispielsweise bei Netzausfall die gefährliche Rückspannung zu vermeiden, ist die Integration einer redundant arbeitenden Netzüberwachung (ENS) ein Quasi-Standard. Sie ist wie ein Personenschutz (Trenntrafo oder allstromsensitiver Fehlerstromschutzschalter) unverzichtbar. Nicht weniger wichtig sind Vorrichtungen zur Datenanzeige und zum Geräteschutz. Als verlustarme und inzwischen meist auch hochzuverlässige Energiezentralen sichern sie zusammen mit Solargeneratoren unterschiedlichster Systeme zu geringsten Kosten einen optimalen Stromertrag. Bereits im vorigen Jahr bezifferte SMA das bei Wechselrichtern immer noch nutzbare Preissenkungspotenzial auf 50 %. Wesentliche Kostensenkungspotenziale bietet die schon weitverbreitete dezentrale Wechselrichter-technik. Sie kann bei Bedarf auch mit einem Master-Slave-System kombiniert werden. Eine Symbiose aus dezentralisierten Stringwechselrichtern und – nach Zusammenschaltung aller DC-Ausgänge – dem Master-Slave-Betrieb vereinigt beide Konzepte und erlaubt damit ein Optimum an Energieerträgen (s. ep 8/02, LuK, S. 1-3). Bereits ab einer Nennleistung von etwa 700 W stehen sog. String-Wechselrichter zur Verfügung, die die verdrahtungsaufwändigere Parallelschaltung der Module durch eine einfachere Reihenschaltung ersetzen (String = Strang). Bei Bedarf werden mehrere der räumlich verteilten PV-Anlagen über das Wechselstromnetz parallel geschaltet. Sie können über PC oder eine gesonderte Bedien- und Anzeigeeinheit zentral gesteuert und überwacht werden und wie SMA zeigt, dazu die Daten aufwandsminimiert über die vorhandene Netzleistung



7 Optimaler Energieertrag mit 3 unabhängig voneinander arbeitenden MPP-Regelungen

Quelle: SMA

8 Wechselrichter für Einfamilienhäuser in 4 aktuellen Trendfarben



Quelle: SMA

austauschen. Zunehmend werden die Kommunikationseinrichtungen erweitert, um die Daten über Internetbrowser, Handy usw. abzufragen, bei Bedarf automatisch Servicedienste herbeizurufen und Strahlungswerte bzw. Energieerträge zu kontrollieren – ein Konzept, das nicht nur für String-Wechselrichter gilt. Aufbauend auf der vom gleichen Hersteller realisierten 5-kW-Klasse wurde der Sunny Boy 5000 TL Multi String für mittlere Anlagen entwickelt. Der Generator kann, wie Bild 7 zeigt, aus drei ggf. unterschiedlich konfigurierten und orientierten Strings bestehen. Dadurch lassen sich architektonische und geometrisch notwendige Gesichtspunkte berücksichtigen. Jedem String wird eine eigenständige Arbeitspunkt-Regelung (MPP) und ein DC/DC-Wandler zur Spannungsanpassung zugeordnet. Ein extrem großer Eingangsspannungsbereich des Wechselrichters von 125 bis 750 V gilt als der zurzeit größte am Markt der String-Wechselrichter. Dadurch wird eine Ausgangsnennleistung von 4,6 kW mit langen Strings bei weitgehendem Verzicht auf aufwändigere Parallelschaltung möglich.

Alternativ zum Sunny Boy 3000 für Außenaufstellung ist jetzt der String-Wechselrichter 2800i für Innenrauminstallation im Angebot (Bild 8). Mit einer Ausgangsnennleistung von 2500 W zielt er auf Unterbringung im Dachgeschoss eines Einfamilienhauses ab. Der zugehörige Solargenerator hat



9 Mastergerät mit 2 Slaves des Wechselrichtersystems SITOP Solar bietet umfangreiche Kommunikationsmöglichkeiten

Quelle: Siemens

eine Spitzenleistung von 3750 W und besteht aus max. 24 12-V-Modulen. Zwei Gründe sprechen für das neue Gerät: Die dem ausgebauten Dach entsprechende Form und Farbgebung sowie eine Senkung des spezifischen Preises pro Watt. Schließlich ist auch die neue Systemlösung nach Bild 9 erwähnenswert. Bei Bedarf kann das Mastergerät durch ein oder zwei Slaves ergänzt und damit die zulässige Solarleistung von 1800 W auf 3600 bzw. 5400 W erhöht werden. Das 430 x 175 x 135 mm große Gerät in IP 21 erlaubt das Realisieren von unterschiedlichen Stringlängen und Solargeneratoren bis zu einer Spannung von DC 550 V. Das modular aufgebaute System ist trafolos und verzichtet auf den bisher erforderlichen allstromsensitiven Fehlerstromschutzschalter. Die Besonderheit ist der auf der PV-Generatorseite „durchgeschaltete Nullleiter, so dass der Personenschutz trotzdem gewährleistet wird“. H. Kabisch, S. Schröder