EKZ-Referenzanlage bestätigt Qualität von Solarmodulen

Autor(en): **Baumann, Thomas / Carigiet, Fabian / Pezzotti, Manuel**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES**

Band (Jahr): **106 (2015)**

Heft 11

PDF erstellt am: **28.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-856744

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

TECHNOLOGIE **PANORAMA**

EKZ-Referenzanlage bestätigt Qualität von Solarmodulen

Erkenntnisse aus sechs Jahren EKZ-Testanlage in Dietikon

Die Fotovoltaik ist dann ein tragfähiger Pfeiler der Schweizer Energiestrategie 2050, wenn die Investitionskosten pro Nennleistung sinken. Zudem muss die Modulqualität einen Betrieb über 20 Jahre erlauben – bei geringsten Wirkungsgradabnahmen pro Jahr. Mit ihrer Solar-Referenzanlage untersuchen deshalb die EKZ gemeinsam mit der ZHAW, Winterthur, die Langzeitstabilität. Die Solarmodule stammen aus Fabriken, in denen auf dem heutigen Stand der Technik produziert wird. Die Ergebnisse zeigen nach sechs Betriebsjahren den Herstellerangaben entsprechende Leistungsdaten.

Thomas Baumann et al.

Fünf Solarmodultechnologien – von Dünnschicht bis standardkristallinen Solarmodulen – sind seit 2009 auf dem Betriebsgebäude der EKZ in Dietikon auf dem Prüfstand.[1] In einem Test werden im Minutentakt die elektrischen Kenngrössen auf der DC- und AC-Seite sowie die Solareinstrahlung und die Modultemperaturen auf der Modulrückseite möglichst präzise gemessen und so der Ertrag in kWh pro eingestrahlter Solarenergie und pro STC-Leistung des Moduls ermittelt.

Ein zweiter, unabhängiger Test erfolgt einmal im Jahr, wenn alle rund 100 Module demontiert und unter Standardtestbedingungen (STC 1000 W/m², 25 °C, AM 1.5) mit dem mobilen Solarlabor der EKZ [2] getestet werden. Dabei werden alle Module mit einem Solarsimulator überprüft und die exakte Nennleistung bestimmt. Durch den Vergleich der jährlichen Messungen kann so die Degradation (alterungsbedingte Leistungsminderung) bestimmt werden. Die Module von Trina Solar und TEL Solar wurden gemäss der Tabelle zu einem späteren Zeitpunkt in Betrieb genommen.

Polykristalline Module

Bild 2 zeigt, dass die beiden Vertreter der am Markt dominanten polykristallinen Siliziummodule (von Trina Solar und Sunways) bessere Degradationswerte aufweisen, als diese der Hersteller garantiert. Auch zeigt **Bild 2** den Verlauf der Ergebnisse der gemittelten gemessenen Modulleistungen jedes Modultyps in Abhängigkeit der Betriebsjahre, dargestellt relativ zur Nennleistung (P_N) des Herstellers unter Standardtestbedingungen STC.

Die multikristallinen Sunways-Module liegen im 6. Betriebsjahr 2,3 % unter der Anfangsnennleistung, wobei die Herstellergarantie für die ersten zwölf Betriebsjahre sogar 10 % Wirkungsgradabnahme festgelegt hat. Rechnet man diese Zehnjahresgarantie auf das 6. Betriebsjahr um, ist die Leistungsabnahme des getesteten Moduls nur halb so gross. Diese untersuchten c-Si Standardmodule sind aus sechzig 6-Zoll-Solarzellen aufgebaut, was auch heute noch dem industriellen Standard entspricht, allerdings mit minimal höheren Werten der Anfangsnennleistung. Dies bestätigt, dass die Verkapselung der Siliziumzellen im Modul sehr hochwertig ist, so dass z.B. kein Wasserdampf zwischen Zelle und Glas eindringt.

Heterojunction-Module

Die HIT-Module (Heterojunction-Technologie, basierend auf monokristallinen und dünnen amorphen Siliziumdeckschichten) von Sanyo haben sich seit den Messungen von 2012 auf etwa –3 % unter der STC-Nennleistung stabilisiert und liegen damit ebenfalls deutlich innerhalb der Garantiegrenze von –6 % (Linearisierung der Herstellerleistungsgarantie). Die Heterojunction-Technologie wird auch von der Schweizer Firma Meyer Burger angeboten und hat eine

Bild 1 EKZ-Testanlage in Dietikon.

TECHNOLOGIE **PANORAMA**

Bilder: EKZ

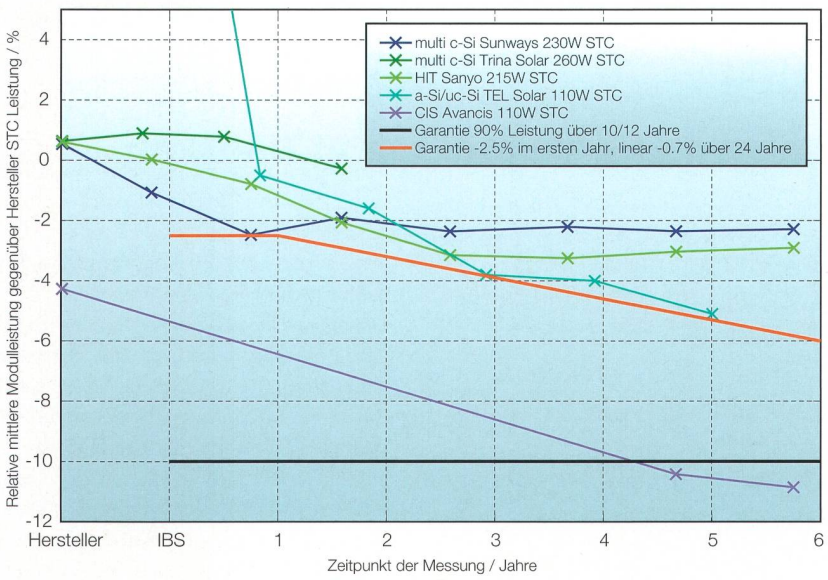

Bild 2 Mittlere gemessene Modulleistungen unter Standard-Testbedingungen STC in Abhängigkeit der Anzahl Jahre nach Inbetriebsetzung (IBS). Die rote Garantiekurve gilt für die Module von Trina Solar, die schwarze für die Module von Sunways, Sanyo, TEL Solar und Avancis.

etwas höhere Ausbeute pro Modulfläche. Die Leistungen der polykristallinen Silizium-Solarmodule des Herstellers Trina Solar, die im November 2013 installiert wurden, sind dieses Jahr zum ersten Mal im Mittel um 0,3 % unter die Herstellernennleistung von 260 W gefallen. Die untersuchten Module sind dennoch klar innerhalb der vom Hersteller genannten Garantieleistungsangaben. In den nächsten Jahren wird sich die weitere Entwicklung der Modulleistungen zeigen.

Dünnschichtmodule

In der EKZ-Referenzanlage wurden vor sechs Jahren auch neue Dünnschichtmodultypen untersucht, deren Verhalten komplexer ist. So zeigen die Silizium-Dünnschichtmodule der TEL Solar den bekannten Effekt der lichtinduzierten Degradation, verbunden mit einer gemessen Leistungsabnahme von zirka 12 % im ersten Betriebsjahr. Der aktuelle Leistungswert der mikromorphen Tandem-Dünnschichtmodule liegt aktuell im Mittel 5,1 % unter dem Anfangs-STC-Nennwert und hat sich noch nicht vollständig stabilisiert, erfüllt aber gerade noch die Garantiebestimmung.

Bei der Vermessung der CIS-Module von Avancis, der zweiten Dünnschichttechnologie, ist eine aufwendige Vorbehandlung mittels Vorspannung nötig, um die STC-Nennleistung zuverlässig zu ermitteln.[3] Die jetzt ermittelte Modulleistung hat sich gegenüber dem letzten Jahr geringfügig um 0,5 W verringert und liegt somit nahezu 1 % unterhalb der Garantiekurve, die Hersteller allerdings nicht für sechs, sondern für zehn Betriebsjahre versprechen.

Diese Momentaufnahme mit dem mobilen Solarlabor, die durch die nötige Vorbehandlung der CIS-Module eine erhöhte Messunsicherheit aufweist, kann mit der zweiten davon unabhängigen Messmethode, der Outdooranalyse über ein einzelnes Betriebsjahr, verglichen werden.

Die so gemessenen Energieerträge des CIS-Moduls im Outdoortest haben von den analysierten Technologien, bezogen auf die Nennleistung, mit einer Performance Ratio von 89 % am schlechtesten abgeschnitten. So sind sie beispielsweise im aktuellen Betriebsjahr um 8 % schlechter als die Trina-Module, wie die Tabelle zeigt. Mit dieser präzise ermittelten Performance Ratio PR kann die jährlich erzeugte Elektrizitätsmenge des PV-Moduls für diesen Standort und diese Modulorientierung auf einfache Weise angegeben werden.[4]

Die EKZ und die ZHAW möchten diese Langzeitmessreihe in den kommenden Jahren weiterführen und die Erkenntnisse weiterhin der Öffentlichkeit zur Verfügung stellen. Auch wenn die notwendige Messgenauigkeit technisch aufwendig ist, lohnt es sich, die Lebensdauer von Standardsolarmodulen über 20 Jahre zu erforschen.

Referenzen

[1] F.P. Baumgartner et. al., «Energieertrag unterschiedlicher Solarmodultechnologien», Bulletin SEV/VSE 7/2011.

[2] F.P. Baumgartner, J. Haller, «Mobiles Messlabor für PV-Module»; ep Fotovoltaik – 1/2-2011; sowie EUPVSEC in Hamburg 2009 und Valencia 2010 (download unter www.zhaw.ch/~bauf), siehe auch www.ekz.ch/solarlab.

[3] A. Avellán, P. Borowski, M. Grünerbel, F. Karg, «Challenges in measuring the true efficiency of CIGS Modules»; EUPVSEC in Paris 2013.

[4] Dazu wird die PR multipliziert mit der Solareinstrahlung in kWh/m² und mit der Modulnennleistung in kW und geteilt durch 1 kW/m².

Autoren

Thomas Baumann ist wissenschaftlicher Mitarbeiter der Fotovoltaiksystemabteilung am Institut für Energie und Fluid Engineering (IEFE) der ZHAW.
ZHAW, 8400 Winterthur, thomas.baumann@zhaw.ch

Prof. Dr. **Franz Baumgartner** ist Dozent für erneuerbare Energie und Leiter der Fotovoltaiksystemabteilung am IEFE.
bauf@zhaw.ch

Fabian Carigiet ist wissenschaftlicher Mitarbeiter der Fotovoltaiksystemabteilung am IEFE.
fabian.carigiet@zhaw.ch

Manuel Pezzotti ist Leiter Contracting Netzdienstleistungen und EKZ-Projektleiter für die EKZ-Referenzsolaranlage.
EKZ, 8002 Zürich, manuel.pezzotti@ekz.ch

Jörg Haller ist Leiter Öffentliche Beleuchtung bei den EKZ und verantwortlich für das mobile EKZ-Solarmesslabor.
joerg.haller@ekz.ch

Hersteller	Sunways	Trina Solar	Sanyo	TEL Solar	Avancis
Modell	SM210 UA65	TSM-260 PC05A/ 05A.08	HIP-215 NKHE	micromorph	PowerMax 110
Technologie	multi c-Si	multi c-Si	c-Si / a-Si HIT	a-Si / µc-Si TF	CIS TF
Modul-Effizienz	14 %	16 %	17 %	8 %	10 %
Inbetriebsetzung	Sep 2009	Nov 2013	Sep 2009	Jun 2010	Sep 2009
P_N STC Herstellerangabe	230 W	260 W	215 W	110 W	110 W
P STC Flashermessung 2015	225 W	259 W	209 W	104 W	98 W
DC-seitige Jahres-Outdoor-PR bezogen auf Hersteller STC Nennleistung	95%	97 %	94 %	94 %	89 %

Kenndaten der Module aus den Datenblättern der Hersteller mit Inbetriebsetzungszeitpunkt und gemessener STC-Modulleistung im Jahr 2015 sowie DC-seitige Jahres-Outdoor-Performance-Ratio PR vom Betriebsjahr 2014/2015.