

Langzeitstabilität und Modul-Alterung im Test

Das Testlabor Solab des ZSW in Stuttgart bietet spezialisiertes Know-how im Bereich der Dünnschichttechnologien. Hier und im Außen-Testfeld Widderstall werden Solarmodule normenkonformen Tests unterzogen. Zum Dienstleistungsangebot zählen aber auch Prüfungen mit Werten, die über den Rahmen der Norm hinausgehen.

Normen allein reichen nicht

„Unser Modul erfüllt die Norm, also können wir auch 20 Jahre Garantie geben.“ Diese Überzeugung sei immer noch anzutreffen, sagt Dipl.-Ing. Dieter Geyer vom Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden Württemberg (ZSW). Besonders kleinere Hersteller, die über kein eigenes Testlabor verfügen und keine regelmäßigen Prüfungen vornehmen, hingen diesem Glauben an. „Sie denken“, so Geyer weiter, „ihr Produkt ist jetzt einmal erfolgreich beim TÜV durchgekommen, jetzt kann ihnen nichts mehr passieren. Aber das ist ein Irrtum. Das TÜV-Zertifikat bescheinigt nämlich lediglich, dass das vorgelegte Modul nach

den einschlägigen Normen getestet wurde und die vorgesehenen Prüfungen bestanden hat. Es sagt aber nichts über die Langzeitstabilität und das Alterungsverhalten aus.“

Langzeitstabilität und Alterungsverhalten von Modulen sind Themen, mit denen sich Dieter Geyer und seine Kollegen (Bild 1) im Fachgebiet „Photovoltaik: Module Systeme Anwendungen“ (MSA) des ZSW beschäftigen (Tafel 1).

Langzeit-Garantie-Produkte

Es gibt sicher nur wenige Alltagsprodukte, von denen über einen Zeitraum von mehr als 20 Jahren die volle Leistungsfähigkeit erwartet und von den Herstellern

in der Regel auch garantiert wird. Photovoltaikmodule sind solche „Langzeit-Garantie-Produkte“, aber wohl nur deshalb, weil die Laufzeit der Subvention aus dem EEG ebenfalls bei 20 Jahren liegt und der Hersteller sicherstellen muss, dass in dieser Zeit die Photovoltaikanlage als lukrative Einnahmequelle ohne schadensbedingte Unterbrechung sprudelt. Aber sind die heute üblichen Garantiezeiten überhaupt realistisch? Das ist die erste Frage, die in diesem Kapitel beantwortet werden soll. Damit verbunden ist die Frage, was zu den normenkonformen Prüfungen zur Langzeitstabilität und Alterung von Modulen noch hinzukommen muss, um bedenkenlos eine so lange Garantiezeit einräumen zu können. Außerdem sollen das Testlabor Solab und das im Freien liegende Testfeld Widderstall vorgestellt werden, in denen die Mitarbeiter des MSA Normentests, aber auch nicht normenkonforme Prüfungen durchführen können.

Hersteller in der Pflicht

„Es ist ja nicht besonders schwer, eine Modulproduktion aufzubauen“, erläutert Dieter Geyer das Engagement vieler kleiner „Garagenfirmen“. „Sie kaufen sich das Equipment zusammen, kaufen Zellen, Glas, Folien und alles, was sonst noch so dazu gehört. Sie stellen dann die notwendigen Leute ein, schulen sie – und schon kann die Anlage in Betrieb gehen.“ Die irgendwann fällige Zertifizierung eines Moduls dürfe auch nicht allzu schwierig sein, wenn gutes Material verarbeitet werde, fährt Geyer fort. „Das Problem beginnt, wenn die ersten Module auf dem Dach des Kunden nach fünf oder zehn Jahren ihren Geist aufgeben, weil das verarbeitete Material bereits das Ende seiner Lebensdauer erreicht hat, und der Unternehmer – weil er 20 Jahre Garantie gegeben hat – kostenlos Ersatz liefern muss. Das kann dann unter Umständen schnell in einem finanziellen Desaster enden.“



1 Das Team des Fachgebiets MSA
v.l.n.r.: Martin Kreutzer, Günther Reichert, Dieter Geyer, Hans-Dieter Mohring, Olaf Schanz und Dirk Stellbogen
Fotos: ZSW

Tafel 1 Arbeitsfelder des Fachgebiets „Photovoltaik: Module Systeme Anwendungen“ (MSA) sowie Ziele des Arbeitsfeldes „Modul- und Anlagencharakterisierung“

Arbeitsfelder des Fachgebiets MSA

Modultechnologie

- Entwicklung von Modultestverfahren
- Arbeiten im Bereich Spezialmodule

Systemtechnik

- Gebäudeintegration
- Ertrags- und Anlagengutachten
- Netzgekoppelte PV-Batteriesysteme

Modul- und Anlagencharakterisierung

- Indoor im Dünnschichttestlabor (Solab)
- Outdoor im Solartestfeld Widderstall

Ziele des Arbeitsfeldes

„Modul- und Anlagencharakterisierung“

- Charakterisierung von Langzeitstabilität bzw. Alterung
- Leistungsbestimmung bei Standard Testbedingungen (STC)
- Energieertragsbestimmung an gegebenem Standort
- Parameterbestimmung zur Voraussage des Energieertrags für beliebigen Standort



WAREMA climatronic® steuert
mehr als **Licht** und **Schatten**

Konzipiert für die Anforderungen moderner Gebäude kann das System bis zu 1.200 Verbraucher steuern. Egal zu welcher Jahreszeit - die WAREMA climatronic® reduziert den Energieverbrauch und schafft ein Wohlfühlambiente. www.warema.de/climatronic



Sonne. Licht. WAREMA

Der mögliche Einwand, man könne ja bei den Lieferanten der fehlerhaften Komponente Regressansprüche geltend machen, führt nicht unbedingt weiter, denn die Garantieansprüche werden erst einmal gegen Modulhersteller geltend gemacht. Das Risiko des Herstellers ist also größer als das des Material- oder Komponentenlieferanten; er kann in der Regel nicht einfach defekte Zellen oder marode Folien auswechseln, sondern muss neue Module liefern.

Wenn Hersteller für Solarmodule eine Lebensdauer von 20 oder mehr Jahren garantieren, geschieht das meist ausschließlich im Vertrauen auf die entsprechende Norm mit ihren Lebensdauersimulationen und Verfahren zur Beschleunigung der Alterung der Module. Die in den Normen vorgesehenen Prüfungen sind aber immer nur eine Moment- und Detailaufnahme. Schon die nächsten Module können fehlerhaft sein, wenn beispielsweise einige der verwendeten Materialien oder Komponenten nicht mehr die vom Lieferanten ursprünglich zugesagten Eigenschaften besitzen. Dann ist das Zertifikat Makulatur. Kleinere Unternehmen ohne ein eigenes Prüflabor und ohne Qualitätssicherungsmaßnahmen werden solche Fehler kaum bemerken. Die Folge: Die Qualität des Moduls sinkt und mit ihr die Langzeitstabilität, die man dem Kunden

mit dem Garantieverprechen zugesichert hat. Dazu *Dieter Geyer*: „Ich denke, da ist eine zehnjährige Garantielaufzeit schon realistischer als eine von 20 Jahren.“

Große Hersteller sind häufig in einer besseren Position. Sie haben meistens nicht nur das dickere Finanzpolster und können deshalb für den Fall von Garantieleistungen Rücklagen bilden, sondern führen in der Regel auch aufwendige Qualitätssicherungsmaßnahmen durch und leisten sich ein eigenes Prüflabor, um ihr Risiko zu minimieren. So überprüfen sie beispielsweise das von Fremdfirmen eingehende Material und können schon damit weitgehend sicherstellen, dass ihre Module die in der Garantie zugesagte Lebensdauer erreichen.

Beschleunigte Alterung im Labor

„Bei uns konzentriert sich die Prüfung von Langzeitstabilität und Alterung auf Dünnschichtmodule. Dafür und auch für andere Aufgaben haben wir ein Dünnschichttestlabor, unser Solab, und ein Solartestfeld mit dem Namen Widderstall eingerichtet“, erläutert Geyer. Damit habe man die Möglichkeit, sowohl Indoor als auch Outdoorvermessungen von Modulen durchzuführen. „Beide Einrichtungen ergänzen sich ideal“, so Geyer weiter, „denn Indoortests sind zwar un-

erlässlich, sie allein aber sagen nichts über das spätere Modulverhalten im Freien aus.“

Die Prüfungen, die die Mitarbeiter des Fachgebiets MSA in ihrem Testlabor Solab durchführen können, decken sich mit denen, die in den Modulnormen beschrieben sind, also Temperaturwechsel-, Feuchte-Frost- und Feuchte-Wärme-Prüfung sowie Prüfung mit UV-Beleuchtung, durch Belastung mit Strom oder Spannung durch mechanische Belastung (Tafel 2). Aber anders als in den Labors der akkreditierten Zertifizierer, wo es der kommerzielle Betrieb kaum zulässt, über die in den Normen vorgesehenen Belastungen hinauszugehen, können im Solab auch Prüfungen mit **erhöhten Einzelbelastungen** durchgeführt werden, um eine Alterung des Moduls zu beschleunigen. Ein Unternehmen könnte also beispielsweise den Auftrag geben, ihr Modul im Rahmen der Feuchte-Wärme-Prüfung mit 90 °C testen zu lassen statt mit dem Normenwert von 85 °C.

Doch nicht nur erhöhte, sondern auch **kombinierte Einzelbelastungen** gehören zum Dienstleistungsangebot des Labors, so beispielsweise die Belastung eines Moduls in der Klimakammer durch Strom und Spannung gleichzeitig. „Das ist eine Kombination, die sich als recht ergiebig erwiesen hat“, freut sich Geyer. Eine weitere vielversprechende Möglichkeit sei die Kombination

von Hochspannung und Feuchte-Wärme-Prüfung in der Klimakammer, wobei man dann 1.000 V ans Modul lege.

Neben den Prüfungen mit erhöhten Einzelbelastungen und kombinierten Belastungen sind spezielle **Tests für flexible Module** ein weiteres Beschäftigungsfeld der MSA-Mitarbeiter. Denn beim Glasmodul ist alles starr und steif; wenn es überfordert wird, bricht es. Bei den flexiblen Modulen hingegen gibt es nichts, was das Ganze in Form hält. Sie lassen sich dehnen und rollen; beim Verlegen werden sie in Position gezogen. Da aber das Halbleitermaterial äußerst spröde ist, sind bei solchen Belastungen viele kleine Risse zu erwarten. Das heißt, schlechtes Handling bei der Montage, aber auch Wärmeschwankungen können zu Schäden an der Zelle und zu großen Leistungsverlusten führen. Da scheint es natürlich geboten, die bestehenden Modulnormen dahin gehend zu erweitern, dass auch die speziellen Belastungen bei flexiblen Modulen berücksichtigt werden. Bisher ist das leider noch nicht der Fall.

Für erfolgreiches Arbeiten im Labor ist eine entsprechende **Ausstattung** (Tafel 3, Bilder 2 bis 4) unerlässlich. Und so ist auch das Solab, seinen Ansprüchen folgend, bestens versorgt. Beispielsweise stehen für die Klimatests und die beschleunigten Alterungstests zwei Klimaschrän-

Tafel 2 Normenprüfungen im Testlabor Solab

Prüfungen, die für die Langzeitstabilität von Dünnschichtsolarmodulen von Bedeutung sind, finden sich in der DIN EN 61646 „Terrestrische Dünnschicht-Photovoltaik- (PV-)Module – Bauartegnung und Bauartzulassung“. Diese Norm besteht aus mehreren Einzeltests, die größtenteils auch in der DIN EN 61215 „Terrestrische Photovoltaik- (PV-)Module mit Silizium-Solarzellen – Bauartegnung und Bauartzulassung“ enthalten sind. Die folgenden lassen sich im Testlabor Solab des ZSW durchführen:

- Feuchte-Wärme-Prüfung (Damp Heat)
- Temperaturwechselprüfung (Thermal Cycling)
- Feuchte-Frost-Prüfung (Humidity Freeze)
- UV-Prüfung (UV Exposure)
- Isolationsprüfung (Insulation)
- Kriechstromprüfung unter Benässung (Wet Leakage Current)
- mechanische Belastungsprüfung (Mechanical Load)

Stabilitätsuntersuchungen können sowohl an kompletten Solarmodulen (unverkapselt und verkapselt) als auch an Einzelschichten durchgeführt werden. Darüber hinaus bietet das MSA weitere Messungen wie Rasterelektronenmikroskopie oder Oberflächenanalyse, um den Einfluss der beschleunigten Alterungstests noch genauer zu untersuchen.



2 Dünnschicht-Solarmodule in der Klimakammer



3 Klimaschränke für Klimatests und beschleunigte Alterungstests



4 Lichttisch zur optischen und thermischen Vorbehandlung von Modulen

Tafel 3 Ausstattung des Testlabors Solab

Das Testlabor Solab bietet spezialisiertes Know-how insbesondere im Bereich der Dünnschichttechnologie. Die technische Ausrüstung genügt allen Ansprüchen:

- Sichtprüfung vor und nach Tests gemäß DIN EN 61215 und DIN EN 61646 und bei kundenspezifischen Versuchen
- Klimakammer für statische Langzeittests: Temperaturbereich von +20 °C bis +95 °C; 10 % bis 95 % rel. Feuchte
- Klimakammer für die Kombination von dynamischen klimatischen Belastungen, Vorwärtsbestromung und elektrischer Hochspannung: 50 °C bis +100 °C, 10 % bis 95 % rel. Feuchte, Hochspannung bis 15 kV, AC bis 250 V_{eff}, DC bis 80 V/9,5 A
- Teststand zur Konditionierung von Dünnschicht-Solarmodulen vor der Kennlinienmessung mit Hilfe von Leuchtstofflampen
- Teststand zur optischen und thermischen Vorbehandlung (Light-Soaking) von Dünnschicht-Solarmodulen
- Sonnensimulator zur Bestimmung der charakteristischen Modulparameter vor und nach Stresstests: Klasse AAA; Moduldiagonale max. 3,4 m; multiflash-fähig
- HV-Impulsgenerator für Hochspannungstests bis 12,5 kV
- UV-Alterungsprüfstand für Module bis 2,4 m x 2,8 m
- mechanische Belastungsprüfung (Druck- und Zugtests) für Module bis 2,2 m x 2,6 m
- IR-Kamera für Rückstromtests
- Elektrolumineszenz-Messungen
- OBIC-Messplatz zur ortsaufgelösten Defekt-Charakterisierung



5 Zweiachsig nachgeführter Solar-Tracker mit vier großen Spiegeln auf dem Testfeld Widderstall

ke zur Verfügung. Der eine wird standardmäßig für die Feuchte-Wärme-Prüfung verwendet und ist das ganze Jahr hindurch in Betrieb. Der zweite ist für die Temperaturwechsel- und Feuchte-Frost-Prüfung vorgesehen. Bei der UV-Prüfung kommt ein Strahler mit einer Fe-dotierten Metallhalogenid-Lampe zum Einsatz, mit der sich Solarmodule und Einzelschichten über mehrere Tage hinweg bestrahlen lassen. Anschließend wird die Veränderung der optischen und elektrischen Schichteigenschaften untersucht.

sen führen können. Deshalb hat das ZSW auf der Schwäbischen Alb das Testfeld Widderstall aufgebaut, das zu den größten Anlagen dieser Art in Europa zählt. Für beschleunigte Alterungstests wurde ein zweiachsig nachgeführter Solar-Tracker installiert (Bild 5). Durch vier große Spiegel konzentriert er das Sonnenlicht in der Modulebene um den Faktor drei und erreicht damit eine 3-fache Einstrahlung.

W. Wilming

Beschleunigte Alterungstests im Freifeld

Qualität, Lebensdauer und Effizienz von Photovoltaikanlagen hängen von vielen Faktoren ab. Sie zu untersuchen, erfordert Messungen, die im Freien durchgeführt werden müssen, da sie nur dann zu optimalen Ergebnissen

Fortsetzung

- Untersuchungen im Freifeld
- Leistungsbestimmung unter Standard-Testbedingungen
- Energieertragsbestimmung an gegebenem Standort
- Parameterbestimmung zur Voraussage des Energieertrags für beliebigen Standort

Impressum



Fachzeitschrift für die Elektrofachkräfte in Handwerk und Industrie
www.elektropraktiker.de

huss

HUSS-MEDIEN GmbH
Ein Unternehmen der Huss-Verlagsgruppe
Berlin · München

Postanschrift:
10400 Berlin
Hausanschrift:
Am Friedrichshain 22
10407 Berlin
Telefon: 030 42151-0
Telefax: 030 42151-251

Herausgeber: Dipl.-Ing. (FH) Christoph Huss

Redaktion:
E-Mail: redaktion@elektropraktiker.de

Dipl.-Ing. Rüdiger Tuzinski, verantwortlich
Chefredakteur
Telefon: 030 42151-304

Dipl.-Ökon. Marion Buchheister
stellv. Chefredakteurin
Telefon: 030 42151-397

Dipl.-Ing. (FH) René Drescher
Telefon: 030 42151-359

Dipl.-Ing. (FH) Holger Kötzsch
Telefon: 030 42151-418

Dipl.-Ing. (FH) Sascha Richter
Telefon: 030 42151-236

Stefan Winterfeldt, M. A.
Telefon: 030 42151-248

Lana Geißler, Sekretariat
Telefon: 030 42151-378

Ständige Mitarbeiter:

Dipl.-Ing. Hein Elster
Dipl.-Ing. (FH) Heino Hackbarth

Beirat:

Dipl.-Ing. Klaus Bödeker, Fachautor
Dr.-Ing. Manfred Hegner, Fachautor
Elektromeister Ralf Keller, LIV Sachsen
Dr.-Ing. Horst Möbus, Unternehmensberater
Obering. Dipl.-Ing. Rolf Müller, Fachautor
Dr.-Ing. Jens Jühling, BG ETEM
Elektromeister Ing. Hans-Joachim Slischka, Fachautor
Norbert Wittke, Vertreter der VEG

Anzeigen:

E-Mail: media@elektropraktiker.de
Torsten Ernst, verantwortlich
Objektleitung
Telefon: 030 42151-262
Telefax: 030 42151-293

Monika Fleischer, Anzeigenverwaltung
Telefon: 030 42151-259

Stephan Köhn
Telefon: 030 42151-402

Angelika Baldau
Telefon: 030 42151-420

Monika Heindl
Telefon: 030 42151-682

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 20 vom 1.1.2009



Vertrieb:
E-Mail: ep.vertrieb@hussberlin.de

Olaf Weinert
Telefon: 030 42151-274
Telefax: 030 42151-232

Leserservice:
E-Mail: abo@elektropraktiker.de

Sandra Pirl
Telefon: 030 42151-404
Telefax: 030 42151-232



Erscheinungsweise: monatlich

Bezugsinweise:

- Jahresabonnement Inland: € 64,20 (inkl. Mehrwertsteuer, zzgl. € 9,60 Porto- und Versandkosten);
- ep^{PLUS}-Paket: zzgl. € 34,20
- Jahresabonnement Ausland: € 87,- (inkl. Porto- und Versandkosten)
- Einzelheft: € 7,50 (inkl. Mehrwertsteuer, zzgl. € 1,80 Porto- und Versandkosten)



Erscheinungsweise: zweimonatlich

Bezugsinweise:

- Jahresabonnement Inland: € 36,- (inkl. Mehrwertsteuer, zzgl. € 6,- Porto- und Versandkosten)
- Jahresabonnement Ausland: € 48,- (inkl. Porto- und Versandkosten)
- Einzelheft: € 6,50 (inkl. Mehrwertsteuer, zzgl. € 1,80 Porto- und Versandkosten)

Koppelabonnement ep Elektropraktiker + ep Photovoltaik

- Jahresabonnement Inland: € 108,- (inkl. Porto- und Versandkosten)

Im Koppelabonnement ist die Nutzung des ep^{PLUS}-Pakets mit Online-Datenbanken, Normendienst und Gesamtarchiv kostenfrei enthalten.

Preise für Sammelbezug, Studenten-Abo und Kombinationsrabatte auf Anfrage.

Abonnementgebühren sind im Voraus zu entrichten. Der Abonnementpreis erhöht sich für das Ausland um die Zustellgebühren und um evtl. Differenzen aus dem Mehrwertsteuerrecht.

Das Abonnement verlängert sich automatisch um ein Jahr, wenn es nicht 6 Wochen vor Jahresende beim Verlag schriftlich gekündigt wurde. Höhere Gewalt entbindet den Verlag von der Lieferungspflicht, damit verbundene Ersatzansprüche werden nicht anerkannt.

Preis Anpassungen an die Teuerungsrate wegen steigender Kosten bei Einkauf, Herstellung und Versand bleiben vorbehalten. Das Recht zur Kündigung innerhalb der vereinbarten Kündigungsfrist bleibt hiervon unberührt.

Herstellung:

Susanne Reid
Telefon: 030 42151-239

Layout, Satz und Reproduktion:
HUSS-MEDIEN GmbH
10400 Berlin

ISDN-Leonardo: 030 42807-490, -479
ISDN-Fritz: 030 42161800

E-Mail: layout@hussberlin.de

Druck:

Möller Druck GmbH, Ahrensfelde OT Blumberg

Alle Rechte vorbehalten
© by HUSS-MEDIEN GmbH

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Jeder Nachdruck – auch auszugsweise – sowie jede andere Verwertung bedarf – sofern sie nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist – der Zustimmung des Verlages.

Darunter fällt insbesondere die gewerbliche Vervielfältigung jeder Art und die Aufnahme in elektronische Datenbanken.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte und Einsendungen übernimmt der Verlag keine Haftung. Anspruch auf Ausfallhonorare, Archivgebühren und dergleichen besteht nicht.

Die mit dem Namen des Verfassers gekennzeichneten Abhandlungen stellen in erster Linie die persönliche Meinung des Verfassers dar.

Warennamen werden in dieser Zeitschrift ohne Gewährleistung der freien Verwendbarkeit benutzt. Texte, Abbildungen, Programme und technische Angaben wurden sorgfältig erarbeitet. Verlag und Autoren können jedoch für fehlerhafte Angaben und deren Folgen weder eine juristische Verantwortung noch eine Haftung übernehmen.

Für alle Preisausschreiben und Wettbewerbe in der Zeitschrift ist der Rechtsweg ausgeschlossen. Die Redaktion behält sich vor, Leserbriefe gekürzt zu veröffentlichen.

Erfüllungsort und Gerichtsstand ist Berlin.

ISSN 0013-5569