

# DÜNNSCHICHT IM KLOSTER

## TRENDS AUF DEM SYMPOSIUM FÜR DÜNNSCHICHT-PHOTOVOLTAIK



Bild 1: Das Kloster Banz auf dem Berge – der Tagungsort

**A**bgeschieden auf dem Berg zehn Kilometer vor dem fränkischen Bad Staffelstein, im Kloster Banz, fand zum vierten Mal das Anwenderforum Dünnschicht-Photovoltaik statt. Den Solartechnikern ist der Veranstaltungsort seit über 20 Jahren ein Begriff. Alljährlich pilgert die deutsche Solar-Gemeinde zu diesem Konferenzzentrum im ehemaligen Benediktinerkloster und findet sich zu ihren Jahrestagungen, den Symposien für Photovoltaische und Solarthermische Solarenergie, ein. Der Besucheransturm mit fast tausend Teilnehmern beim alljährlichen Symposium für Photovoltaische Solarenergie sorgt für Platzprobleme innerhalb der Klostermauern, so dass überlegt wurde, den Tagungsort zu wechseln.

Während allerdings das PV-Symposium auch im nächsten Jahr im Kloster stattfinden wird, plant Eckert Günther vom Veranstalter, dem Ostbayerischen-Technologie-Transfer-Institut (OTTI) für das kleinere Dünnschichtsymposium den Umzug nach Würzburg und damit in

annehmerer Entfernung eines internationalen Großflughafens. Platzprobleme gibt es beim Dünnschichtsymposium mit 300 Teilnehmern, davon immerhin 18 aus dem Ausland, noch nicht, aber eine gute Erreichbarkeit der Tagungsstätte für die internationalen Gäste ist nicht gegeben. Im Zuge der Internationalisierung des Photovoltaikmarktes soll die Tagung nächstes Jahr in englisch stattfinden.

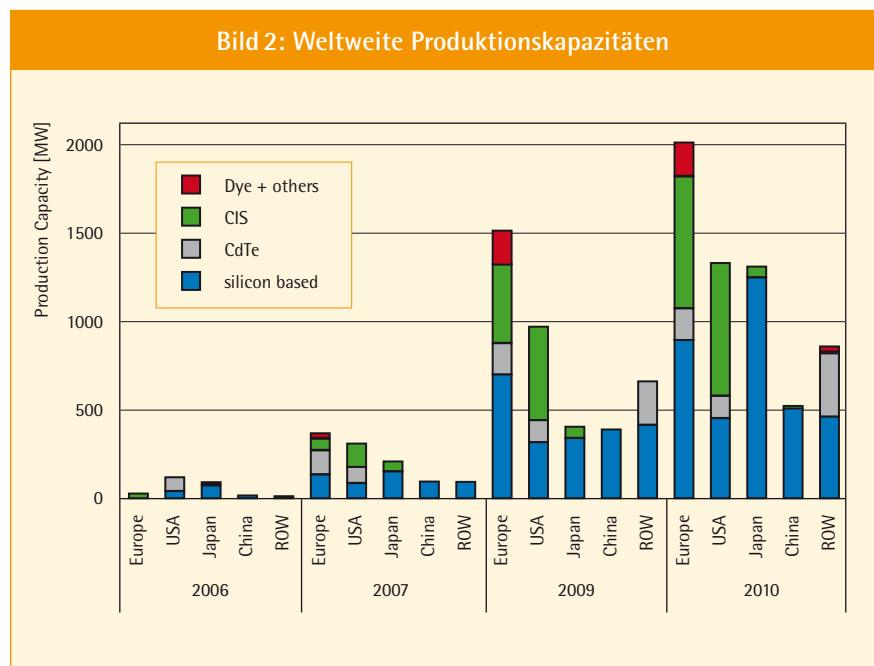
### Weltweit enormer Aufbau von Produktionskapazitäten

Die gegenwärtige Dynamik der Dünnschichtentwicklung verdeutlichte Michael Powalla vom Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW) und Leiter der Fachtagung am Eröffnungsvortrag. Allein in Deutschland errichten in den nächsten zwei Jahren fünfzehn Firmen weit über 600 MW Produktionskapazität. Hundertunddreißig Firmen engagieren sich im Dünnschichtbereich, darunter Großkonzerne wie Honda, Sharp und im Februar meldete sogar IBM seinen Einstieg in die Dünnschichtphotovoltaik.

Die Ankündigungen des Aufbaus von Produktionskapazitäten hinkt aber erfahrungsgemäß der tatsächlichen Produktion deutlich hinterher. So stand im letzten Jahr einer weltweiten Produktionskapazität von 775 MW eine tatsächliche Produktion von höchstens 300 MW gegenüber.

Gleichzeitig betrug die Jahresproduktion von kristallinen Siliziumsolarzellen zum Vergleich stolze 2,4 Gigawatt. Somit erreichten die Dünnschichtsolarmodule einen Marktanteil von immerhin 12,5% und legten erstmals seit Jahren deutlich zu. Verantwortlich dafür ist allen voran der Branchenprimus First Solar mit einer Jahresproduktion von etwa 200 MW. Dieser amerikanische Hersteller von Cadmium-Tellurid (CdTe)-Dünnschichtmodulen bietet den etablierten Anbietern von kristallinen Modulen mit seinen Kampfpreisen zunehmend ernsthaft Konkurrenz. So hat First Solar in ihrem Werk in Frankfurt/Oder ca. 120 MW produziert und lässt die anderen Dünnschichthersteller weit hinter sich. Es folgen dann im zweistelligen

Bild 2: Weltweite Produktionskapazitäten



Quelle: Jäger-Waldau, IES



Bild 3: Auf dem Podium der Entwickler der CdTe-Zellen: Dieter Bonnet

Megawattbereich weltweit vielleicht fünf Firmen: UniSolar Ovonic (USA), WürthSolar (D), Kaneka (J), Mitsubishi Heavy (J) und Sharp (J). Während alle anderen Firmen sich mit ihren Dünnschichtfabrikationsstätten weltweit erst in der Aufbau- und Pilotproduktionsphase befinden. Das ist insbesondere auf der begleitenden Fachausstellung ablesbar: Als einziger Dünnschichthersteller präsentierte sich WürthSolar mit einem Stand, während die anderen Aussteller aus dem Bereich Produktions- und Zuliefertechnologie, Systemtechnik, Großhandel und Anlagenbau angesiedelt waren. Derzeit gibt es scheinbar noch zu wenig Dünnschichtmodule zu verkaufen.

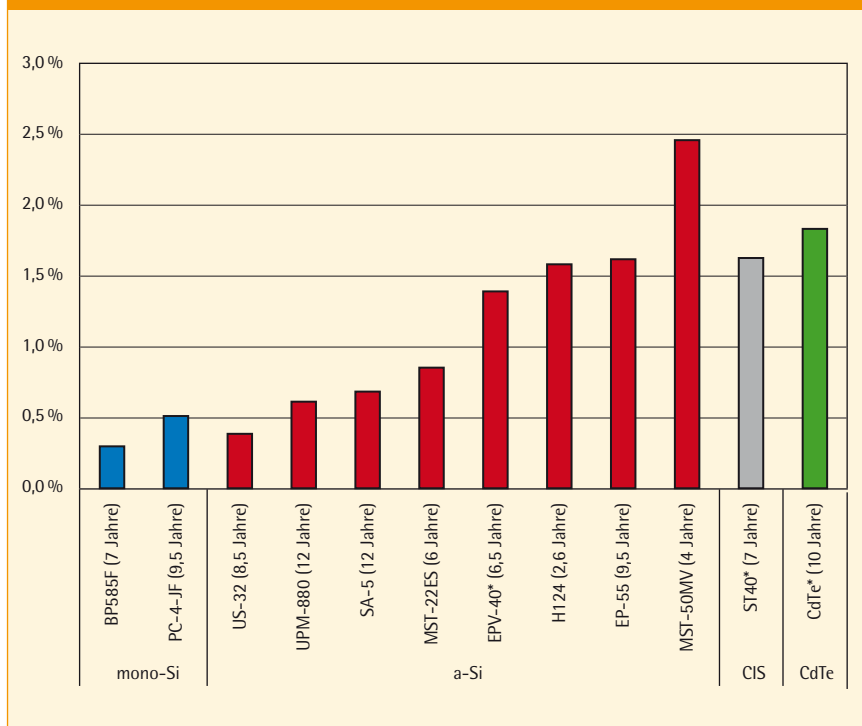
### Die Technologien

Die einzelnen Dünnschichttechnologien wurden in den anschließenden Vorträgen vorgestellt. So konnte man, den seit 1968 in der Solarzellenforschung aktiven Dieter Bonnet zu Grundlagen der CdTe-Technologien auf dem Podium erleben. Der Mitentwickler und einer der Väter der CdTe-Zellen erhielt 2006 die höchste internationale Auszeichnung für einen Photovoltaikforscher, den Becquerel-Preis 2006. Als kleine Sensation gab der immer noch sehr agile Bonnet auf der anschließenden Pressekonferenz bekannt, dass er mit finanzkräftigen Partnern eine 200 MW-Produktion für CdTe-Module plant. Da das ZSW erfolgreich auf dem Gebiet der Kupfer-Indium-Dieselenid-Zellen (CIS) forscht, erklärte PV-Forschungsleiter Michael Powalla den Stand dieser Technologien. Das ZSW eröffnet übrigens in Stuttgart ein neues Testzentrum für Dünnschichtmodule. Als dritter Forscher im Bunde machte Bernd Rech vom Berliner Hahn-Meitner-Institut die Technologievorstellungen mit seinem Vortrag zu siliziumbasierten Dünnschichtzellen – den amorphen zumeist Stapel-Zellen, den mikromorphen und den mikrokristallinen Zellen – komplett.

### Praxisempfehlungen für die Anlagenplanung

Für den Anlageninstallateur und Planer ging es dann anschließend thematisch in die Praxis. Insbesondere die Vorstellung der systemtechnischen Eigenschaften der

Bild 4: Durchschnittliche Leistungsdegradation pro Jahr von Dünnschichtmodulen – mit \* sind Prototypen gekennzeichnet



Datenquelle: C.F. Osterwald u.a. vom NREL 2005



Dünnschichttechnologien durch Werner Knaupp von PV-plan zeigte deutliche Unterschiede zum Anlagenbau mit kristallinen Solarzellen auf. Im Gegensatz zu kristallinen Solarmodulen zeigen Dünnschichtzellen gute Schwachlicht-Energieausbeuten und geringe Temperaturempfindlichkeit sowie höhere Verschattungstoleranz [1]. Bei der Auslegung muss der Planer auf größere Schwankungen der MPP-Spannung bis zu +/-15% und des MPP-Stromes von +/-10% achten. Dem entsprechend sollte die MPP-Regelung des Wechselrichters nicht nur die Änderung der MPP-Spannung, hervorgerufen durch die häufigsten Betriebstemperaturen, sondern auch diese Schwankungen beherrschen. Heribert Schmidt vom Freiburger Fraunhofer ISE sieht bei Beachtungen dieser Aspekte prinzipiell keine Probleme, moderne Wechselrichter mit Dünnschichtmodulen zu betreiben. Allerdings kann die Verwendung von Wechselrichtern mit bestimmten Schaltungstopologien bei einigen Dünnschichttechnologien (wie amorphem oder mikromorphem Silizium) eingeschränkt sein, da der negative Pol geerdet werden muss um eine starke Leistungsdegradation der Module zu verhindern (siehe auch [2] und [3]). Anschließend stellten Wechselrichterhersteller technisch detailliert ihre Dimensionierungsempfehlungen und Betriebserfahrungen mit Dünnschichtanlagen vor.

Betriebserfahrungen, Langzeitbetrieb und Degradation von Dünnschichtmodulen spielten auch im weiteren Verlauf der Tagung eine große Rolle. Relativiert wird die etwas höhere Langzeitdegradation der Dünnschichtmodule (siehe Bild 4) durch gute und teilweise höhere Erträge im Vergleich zu kristallinen Modulen. So zeigten sich bei der Auswertung der ersten Betriebsjahre von vielen Dünnschichtanlagen etwas höhere Erträge als bei vergleichbaren Anlagen mit kristallinen Modulen.

### Schwer zu bestimmende Leistung und Modulbrüche

Ulrike Seibert vom TÜV-Rheinland berichtete von den Schwierigkeiten bei der Leistungsbestimmung von Dünnschichtmodulen im Labor. So beeinflussen voraus gegangene Licht- und Temperatureinwirkung und die spektrale Zusammensetzung des Lichtes entscheidend die Messung. Die größten Abweichungen gab es bei der Messung von CIS-Modulen. Bei der STC-Leistungsmessung wurden Unterschiede zwischen unterschiedlichen Laboren von +/-6% ermittelt. Diesbezüglich besteht noch Forschungsbedarf an geeigneten Messprozeduren. Die Zertifizierungsnorm für Dünnschichtmodule

IEC 61646 – siehe Kasten – wird in diesem Jahr als überarbeitete Norm 2. Edition neu erscheinen. Allerdings werden einige Unsicherheiten bei der Leistungsbestimmung trotzdem bestehen bleiben. So sollte mit den Leistungsangaben bei Herstellern wie Anwendern vorsichtig umgegangen werden und Unsicherheiten einkalkuliert werden.

Neben vielen Beispielen für gelungene Gebäudeintegrationen waren die korrekte Modulmontage und statische Aspekte ein weiterer Schwerpunkt. So kam es bei relativ vielen Anlagen durch falsche Befestigung von ungerahmten Dünnschichtmodulen zu Modulbrüchen. Im Gegensatz zu kristallinen Standardmodulen handelt es sich beim Glas von vielen Dünnschichtmodulen herstellungsbedingt nicht um thermisch vorgespanntes Glas. Letzteres hat eine bessere thermische und statische Stabilität, so dass dieser Umstand bei der Modulklemmung von Dünnschichtmodulen zu beachten

#### Leistungsbestimmung bei der Zertifizierung

Die Norm nach der die Bauartzertifizierung für Dünnschichtmodule von Prüfinstituten vorgenommen und bei der u.a. die STC-Leistung bestimmt wird, ist die IEC 61646 „Thin-film terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval“. Diese Norm liegt derzeit als Entwurf (Final Draft 02/2008) in der 2. Edition vor. Im Unterschied zur bekannten Zertifizierungsnorm für kristalline Siliziummodule der IEC 61215 wird hier eine Lichtbehandlung am Ende der Zertifizierungsprozedur vorgenommen. Außerdem wird auf weitere vom Hersteller noch zu spezifizierende Stabilisierungsverfahren verwiesen. Die Lichtbehandlung wird mit 800 bis 1100 W/m<sup>2</sup> Bestrahlungsstärke über einen Zeitraum von drei Perioden mit jeweils 48 Stunden bzw. 43 kWh/m<sup>2</sup> und bei einer Temperatur von 50 °C mit +/-10 °C durchgeführt. Die Stabilisierung gilt als erreicht, wenn die gemessenen Leistungen in den Perioden maximal 2% von den Leistungsmittelwerten abweichen. Nach der Lichtbehandlung darf die Leistung nicht unter 90% der angegebenen STC-Mindestleistung absinken. Im Vergleich wird bei den kristallinen Modulen nach der IEC 61215 nur eine Verschlechterung um 5% bezogen auf den STC-Leistungswert zugelassen.

ist. Hersteller und Anwender sollten die Spannungsverteilung auf den Modulen bei den verschiedenen Befestigungsarten unbedingt beachten.

#### Fazit

Rundum eine gelungene informative Veranstaltung, die den Informationsaustausch zwischen Forschern, Herstellern und Anwendern und dem Fortschritt der PV-Dünnschichtbranche dient. Es bleibt abzuwarten, ob das Konzept der Tagung, Wissenschaft und Anwendung zu verbinden und damit einen hohen Nutzwert für Planer und Installateure zu bieten, auch künftig aufgehen wird. Insbesondere dann, wenn überforderte Installateure versuchen der Tagung in Englisch zu folgen und durch die Internationalisierung die Geheimniskrämerei der Firmen zunehmen wird. Die besondere Atmosphäre innerhalb der Klostermauern mit eingeschränktem Mobiltelefonempfang, was zur Konzentration auf das Tagungsgeschehen zwingt, die Abgeschiedenheit auf dem Berg sowie die bierseligen Klosterstubenabende sind dann Vergangenheit.

#### Quellen

- [1] R. Haselhuhn: „Dicker Fortschritt bei Dünnschichtzellen – Dünnschichttechnologien im Marktdurchbruch“ in Sonnenenergie Nov.–Dez. 2007
- [2] R. Haselhuhn: „Wechselrichter ohne Trafo in der Photovoltaik im Trend“ elektropraktiker 10/2007
- [3] H. Schmidt, B. Burger, K. Kiefer: „PV-Modulen und Wechselrichter – Wechselwirkung“ elektropraktiker 9/2007

Einige Vorträge stehen als Service für die Leser unter den Internetseiten

<http://energie.otti.de/duennschicht/> zum Download bereit.

#### ZUM AUTOR:

► *Dipl.-Ing. Ralf Haselhuhn*, Vorsitzender des Fachausschusses Photovoltaik der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS).

[rh@dgs-berlin.de](mailto:rh@dgs-berlin.de)