



12/09

# REPORT



## **Hohe Temperaturen: Auswirkungen auf die Leistungen unterschiedlicher Modulzellen**

**Dünnschichtmodule können ihre Vorteile gegenüber kristallinen Modulen nur bei höheren Temperaturen ausspielen. Das betrifft auch das Schwachlichtverhalten.**

## Unterschiedliche Solarzellentypen im Wärmetest

In der gängigen Fachliteratur sind immer wieder unterschiedliche Angaben zur Leistung der verschiedenen Photovoltaikzellen- bzw. Module in Verbindung mit der Modultemperatur zu finden. Daher beschlossen wir, diesen Sachverhalt durch eigene Labor-messungen zu untersuchen.

## Temperaturwirkung auf Kleinstmodule (herunter skalierte Modulgrößen)

Bei den Versuchsreihen wurden Module verschiedener Markenhersteller mit unterschiedlichen Zellentypen – von monokristallin, polykristallin über amorph (Glas) bis nanokristallin (Folie) – eingesetzt.

Dabei verwendeten wir sowohl Kleinstmodule (siehe Abb. 1) als auch größere (siehe Abb. 2 und Abb. 3). Um die Module zu erhitzen, wurden diese mit leistungsstarken Lampen, immer im gleichen Abstand von 20 cm, bestrahlt. Gleichzeitig fungierten diese Lampen als Lichtquelle für die Module.

sich zunächst, knickten jedoch bei ca. 68° ein.

Im Gegensatz dazu ist ein vergleichbarer Leistungs- und Spannungsknick beim amorphen Dünnschicht-Kleinstmodul nicht zu beobachten.

Nach Beendigung der ca. 40-minütigen Erwärmungsphase wurden beide Kleinstmodule über einen Lüfter schräg von unten gekühlt: die Temperatur der Moduloberfläche ging sofort zurück. Parallel dazu erhöhten sich Spannung und Leistung des polykristallinen Kleinstmoduls. Beim amorphen Dünnschicht-Kleinstmodul gingen Spannung und Leistung allerdings zurück (Temperatur- und Leistungskurve siehe Abb. 4).

Es zeigte sich, dass polykristalline Kleinstmodule im Nennlastbetrieb (ohmscher Nennwiderstand) bei Temperaturen oberhalb von 68°C sehr deutliche Spannungs- und Leistungsrückgänge verzeichnen. Dagegen zeigen die amorphen Kleinstmodule im Nennlastbetrieb bei sogar hohen Temperaturen von 93°C keinerlei temperaturbedingte Spannungs- und Leistungsrückgänge. Aus dem Diagramm in Abb. 4 ist deutlich zu erkennen, dass das



Abb. 1.: Herunter skaliertes Experiment: Kleinstmodule, links polykristallin, rechts amorphes Silizium (Dünnschicht).



Abb. 2: Größeres Modul, polykristallin

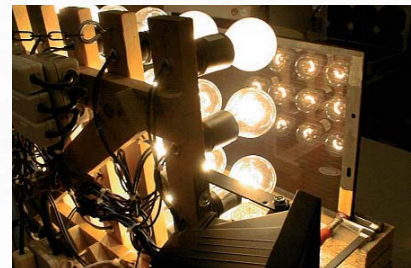


Abb. 3: Größeres Modul, amorphes Silizium (Dünnschicht)

Zum Erwärmen/Erhitzen der polykristallinen und amorphen Kleinstmodule wurde ein 500 W-Strahler eingesetzt (siehe Abb. 1). Jeweils in der Mitte eines Kleinstmoduls wurde ein zuvor kalibrierter Temperatursensor Pt100 mit optimaler Kontaktfläche aufgeklebt. Die Kleinstmodule wurden dann mit Nennlast betrieben, d.h. an jedes Modul wurde ein ohmscher Widerstand angeschlossen, der einen Verbrauch simulierte. Die Berechnungen ergaben:

- 100 Ohm für das amorphe Dünnschicht-Kleinstmodul
- 50 Ohm für das polykristalline Kleinstmodul

Nach dem Einschalten des 500 W-Strahlers stieg in einer ca. 40-minütigen Phase die Temperatur der Kleinstmodule an. Spannung und Leistung des polykristallinen Moduls erhöhten

ein kristallines Modul (in diesem Fall polykristallin) bei Temperaturen unterhalb von ca. 68°C, im Leistungsverhalten Vorteile aufweist.

## Temperaturwirkung auf größere Module

Die größeren Module aus monokristallinem, polykristallinem (siehe Abb. 2), amorphem (siehe Abb. 3) und Folien-Material wurden einem vergleichbaren Procedere unterzogen. Zum Erwärmen und Erhitzen verwendeten wir allerdings einen 3000 W-Strahler ebenfalls 20 cm vor dem Modul. Auch bei diesen Messungen wurde jeweils wieder ein kalibrierter Pt100-Temperatursensor in die Mitte jeder Moduloberfläche geklebt. Die größeren Module verhielten sich bei Nennbelastung der unterschiedlichen Zellentypen so wie es bereits der Versuchverlauf mit den Kleinstmodulen zeigte (siehe Abb. 5 und Abb. 6 auf der Rückseite).

## Dünnschicht (amorph) Schott ASI 30007, sowie polykr. Solarex MSX-01F, Nennbelastung

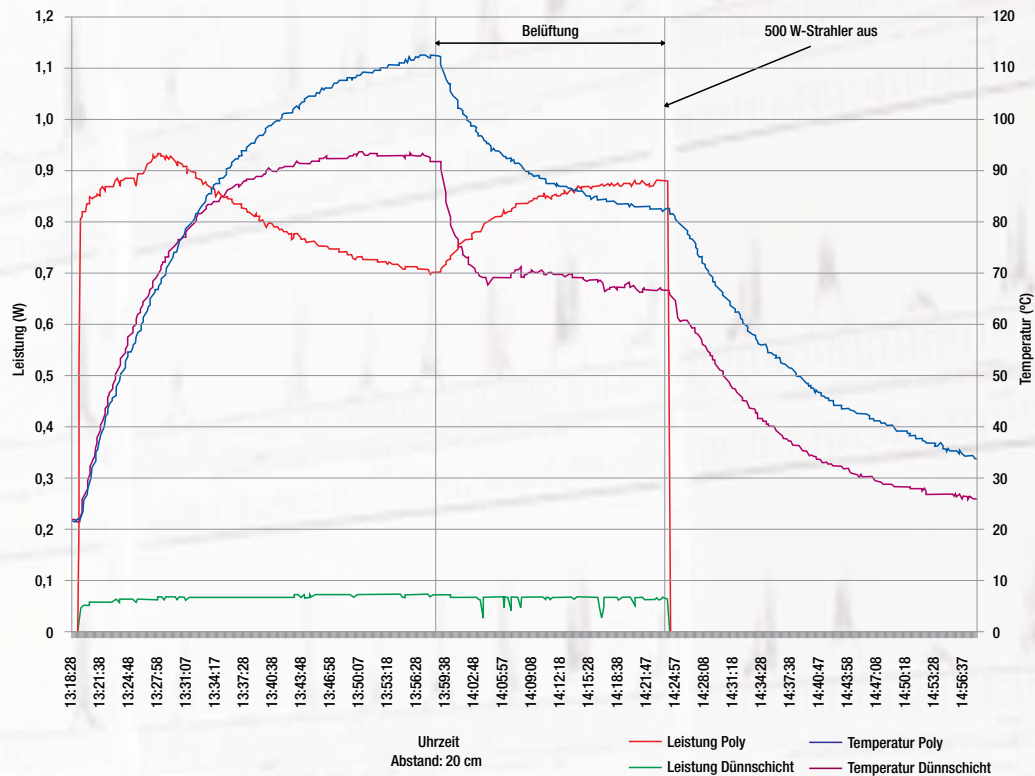


Abb. 4: Temperatur- und Leistungskurve des amorphen und des polykristallinen Kleinmoduls.

Im Teillastbereich relativieren sich die Vorteile der kristallinen Module. Dünnschichtmodule schneiden im Teillastbereich (in den Labor-Tests) tatsächlich besser ab als kristalline Module, was sich allerdings nicht auf die Realbedingungen auf deutschen bzw. mitteleuropäischen Dächern auswirkt. Das betrifft auch das Schwachlichtverhalten.

Gründe, welche für mitteleuropäische Verhältnisse gelten:

1. Bei Bewölkung (Schwachlicht) entstehen keine hohen Temperaturen, also auch keine Vorteile für Dünnschicht-Module.
2. Die Erträge bei Bewölkung sind sowohl bei Dünnschicht- als auch bei kristallinen Modulen gering.
3. Unsere Langzeitmessungen auf unserem Dach haben im Sommer Modultemperaturen ergeben, die 68 °C nicht überschreiten. Also auch keine Einbrüche im kristallinen Bereich.
4. Der Großteil des Energie-Ertrages entsteht bei sonnigem Wetter (nahe bei Nennlast, also bei Vorteilen der kristallinen Module).

5. Langzeitmessungen (auf dem Dach, im Einspeise-Betrieb über Wechselrichter) haben ergeben, dass besonders in der kalten Jahreszeit die Erträge der Dünnschichtmodule überproportional einbrechen. Doch dazu wird in Kürze ein weiterer TEC-Report erscheinen.

## Kristalline Module für mitteleuropäische Klimazone besser geeignet

So kann man abschließend sagen, dass kristalline Module in ihrer Ertragsleistung in den Gebieten Mitteleuropas vorteilhafter sind als Dünnschichtmodule, trotz deren besseren Schwachlichtausbeute. In Südeuropa, Nordafrika, Sahara, etc. dagegen verhielte es sich genau umgekehrt, da dort wesentlich höhere Temperaturen herrschen

Die genauen Versuchsphasen werden auf unserer Homepage detailliert beschrieben und bildlich dokumentiert: [www.tec-institut.de](http://www.tec-institut.de)

Wie bereits erwähnt, folgt in Kürze ein ausführlicher Bericht über den Vergleich von kristallinen und Dünnschicht-Modulen unter Realbedingungen im Langzeit-Test, im Einspeise-Betrieb.

### Poly BP SolarSX10U, Nennbelastung

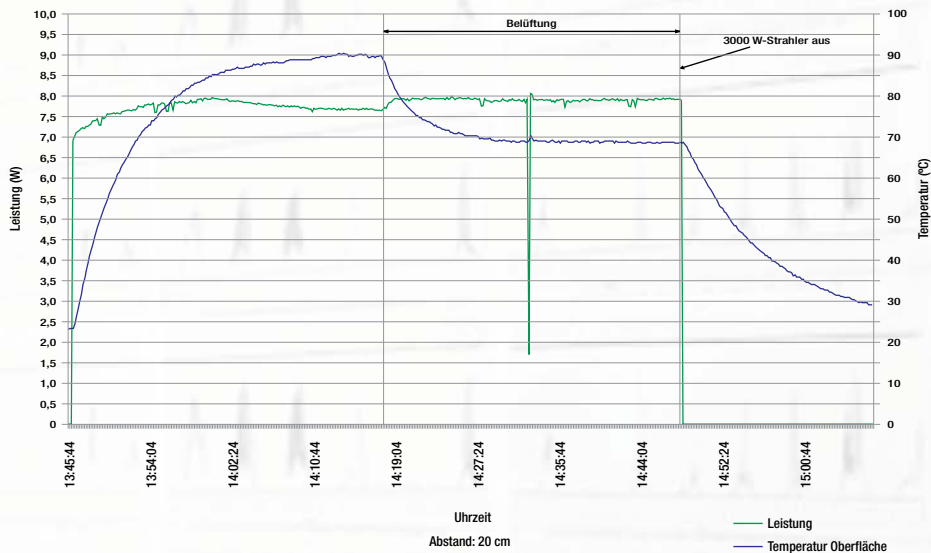


Abb. 5: Temperatur- und Leistungskurve, polykristallin

### Dünnschicht amorph, Nennbelastung

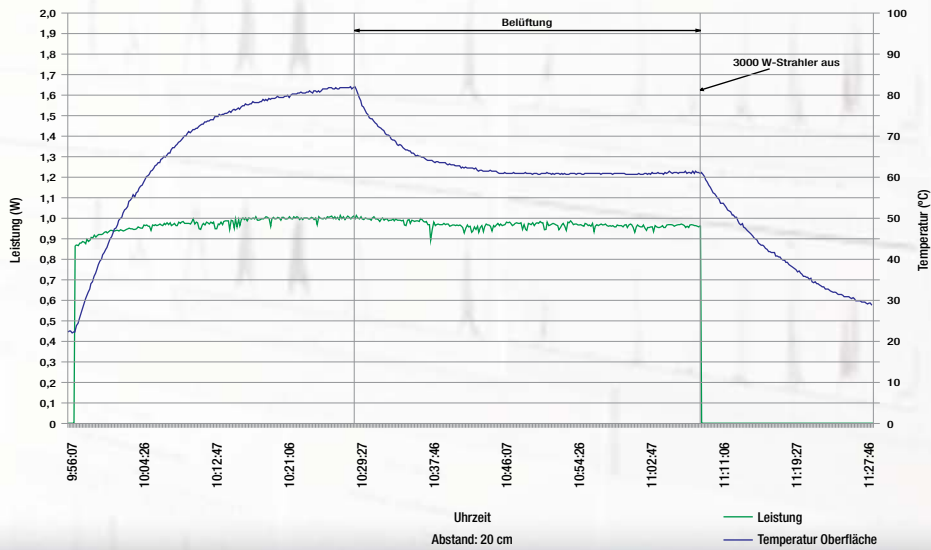
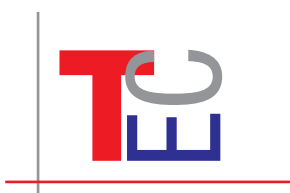


Abb. 6: Temperatur- und Leistungskurve, amorph (Dünnschicht)

**TEC – Institut für Technische Innovation GmbH & Co. KG**



Am Heerbach 5  
 63857 Waldaschaff  
 Tel.: +49 (0) 6095 999-196  
 Fax: +49 (0) 6095 999-197  
 Email: info@tec-institut.de  
 Internet: www.tec-institut.de