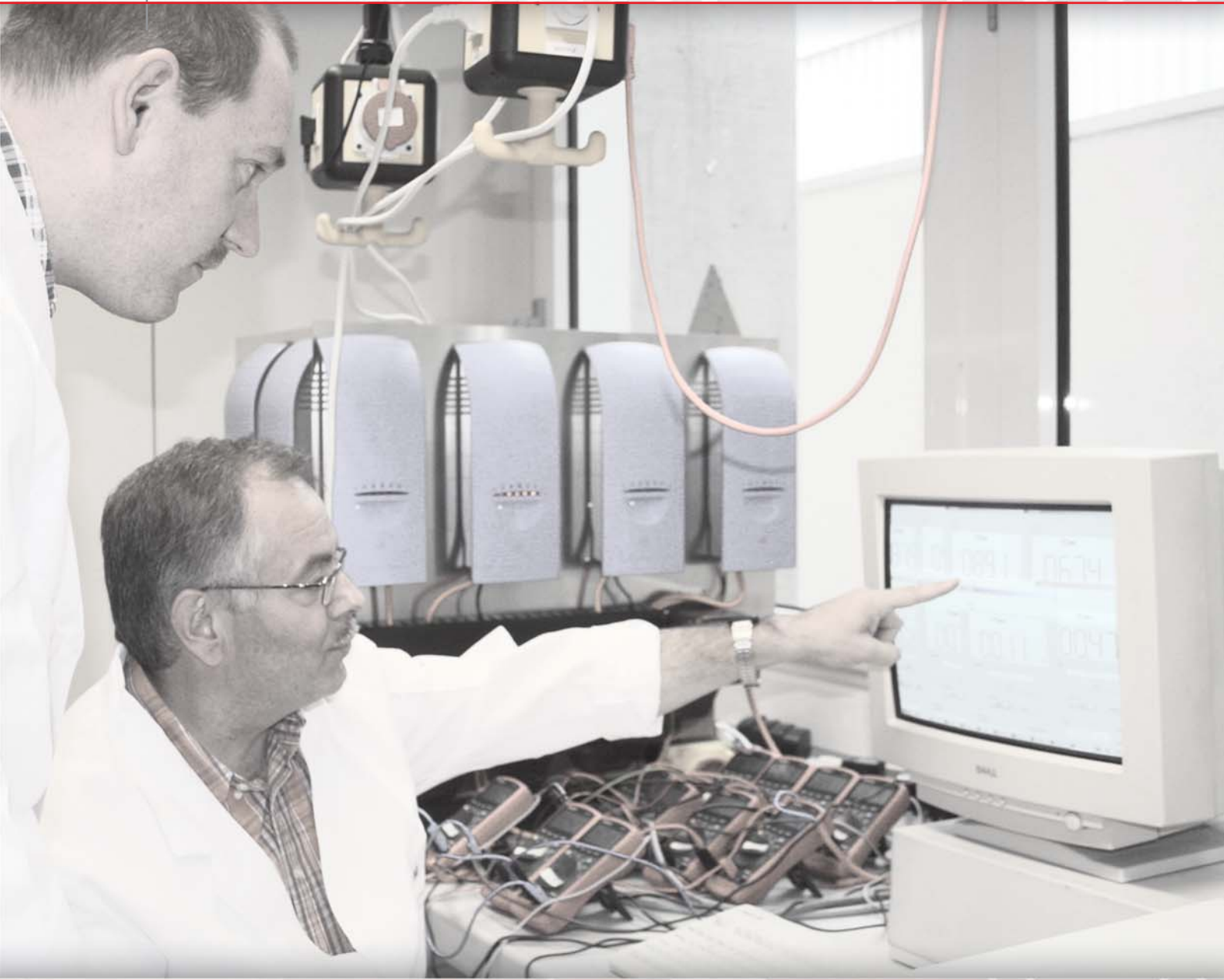




11/09

REPORT



Aufständigung bei Flachdächern unnötig?

Untersuchungen des TEC-Instituts lassen vermuten, dass sich eine Aufständigung bei Dächern mit geringer Neigung nicht rechnet



Die Messreihen der verschiedenen Modultypen werden über ein Jahr ausgewertet.

Über die Höhe der Energieerträge bei PV Modulen unter verschiedenen Ausrichtungen und Neigungswinkeln existieren auch in der Fachliteratur und in Fachkreisen oftmals unterschiedliche Ausrichtungen.

Allerdings ist man sich darüber einig, dass in der Nähe des 50. Breitengrades (also auch etwa im mittleren und südlichen Teil Deutschlands) der höchste Energieertrag des PV-Moduls bei einer Ausrichtung von etwa 0° Süd zu erwarten ist. Die Meinungen unterscheiden sich jedoch hinsichtlich des Neigungswinkels. Am häufigsten wird wohl ein Neigungswinkel von 30° zum Erreichen des höchsten Jahresenergieertrages angesehen. Auf

Wie hoch sind Energieerträge unter verschiedenen Neigungswinkeln tatsächlich?

der einen Seite mag dieser Winkel dazu dienen im Juni, dem Monat des Sonnenhöchststandes, durch die lotrechte Positionierung ein Maximum an Ertragsausbeute zu erreichen. Auf der anderen Seite jedoch erweist sich diese 30° Neigung in anderen Monaten wie beispielsweise Oktober und März (zu den Tag- und Nachtgleichen) als ein recht ungünstiger Winkel. Weiterhin ist zu beachten, dass an trüben Tagen ohne Sonnenschein, relativ flach aufgelegte Module einen deutlich höheren Energieertrag liefern als etwa um 30° geneigte und nach Süden ausgerichtete Module. Die flach aufgelegten Module nehmen diese diffuse Strahlung am besten auf.

Im Unterschied zu vielen Solaranlagen-Anbietern, die ihre Module mit dem sogenannten „Flashtest“ – einer punktuellen, sehr kurzfristigen Lichtbestrahlung – untersuchen, testet das TEC-Institut die Leistungsfähigkeit von Modulen unter Realbedingungen in erster Linie auf Dächern unter natürlich vorherrschenden Licht- und Wetterverhältnissen. Eine der aktuell laufenden For-

schungen ist das Experimentieren mit den verschiedenen Dachneigungswinkeln, um die Sonneneinwirkung auf eine Photovoltaikanlage optimal zu nutzen. Dabei wurden wichtige Erkenntnisse bei Energieerträgen von polykristallinen und Dünnschicht-Solarzellen unter verschiedenen Neigungswinkeln und Ausrichtungen auf Flachdächern gewonnen. Die bisherigen Messungen ergaben, dass sich zwar die polykristallinen Solarzellen so verhielten wie es nach den verschiedenen Einstrahlungsschablonen einschlägiger Institutionen zu erwarten war, jedoch ergaben sich bei amorphen Dünnschicht-Solarzellen deutliche Abweichungen, die weit ungünstiger ausfielen, als nach der gängigen Expertenmeinung bislang zu erwarten war. Die Ergebnisse sind als mögliche Entscheidungshilfen bei der Planung eventueller Aufständigungen auf schwach geneigten Dächern interessant. Es sieht ganz danach aus, dass man bei Dächern mit flacher Neigung auf eine kostspielige Aufständigung der Photovoltaik Anlage verzichten kann.

Im Versuch sind für die Testreihen als Bezugs- und Neigungswinkel eine Neigung von 45° bei einer Modulausrichtung von 0° Süd festgelegt. Weiterhin zeigt ein Blick auf die sogenannten Einstrahlungsschablonen, dass der Unterschied zwischen einer 30° und 45° Neigung bei 0° Süd als sehr gering genommen wird.



Im Langzeitversuch wird die Performance in verschiedenen Neigungswinkeln getestet

Vor Beginn der Messreihen wurden die (Klein-)Module kalibriert: Jedes der genutzten PV Module, sowohl polykristallin als auch Dünnschicht, wurde an seinen jeweiligen Nennwiderstand R_N angeschlossen. So erhielten die polykristallinen Module einen Widerstand von 50 Ω , die Dünnschicht Module einen von 100 Ω .

Alle Module wurden nebeneinander auf einer 45° geneigten und auf 0° Süd ausgerichtete Metallplatte befestigt. So war sichergestellt, dass für alle Module die gleichen Einstrahlungsverhältnisse vorhanden waren. Über Digitalmultimeter wurde die Spannung jedes einzelnen, an den Modulen angeschlossenen

Nennwiderstandes erfasst und im Mess-Rechner gespeichert. Der Mess-Zyklus betrug 60 Sekunden. Die Messungen liefen mehrere Tage. Die Digitalmultimeter wurden vor den Messungen untereinander auf mögliche Abweichungen untersucht. Bei der Auswertung wurden später die entsprechenden Korrekturfaktoren berücksichtigt. Das Gleiche galt für die Nennwiderstände. Jeder Widerstand wurde ohm-mäßig genau vermessen und ging mit dem gemessenen Wert in die Auswertung mit ein.

Es kamen jeweils acht polykristalline und acht Dünnschichtmodule zur Anwendung. Folgende Ausrichtungen und Neigungswinkel wurden festgelegt:

- Süd 0° 45°
- Süd 0° 90°
- West 90° 45°
- West 90° 90°
- Ost 90° 45°
- Ost 90° 90°
- Nord 180° 45°
- Flach 0°

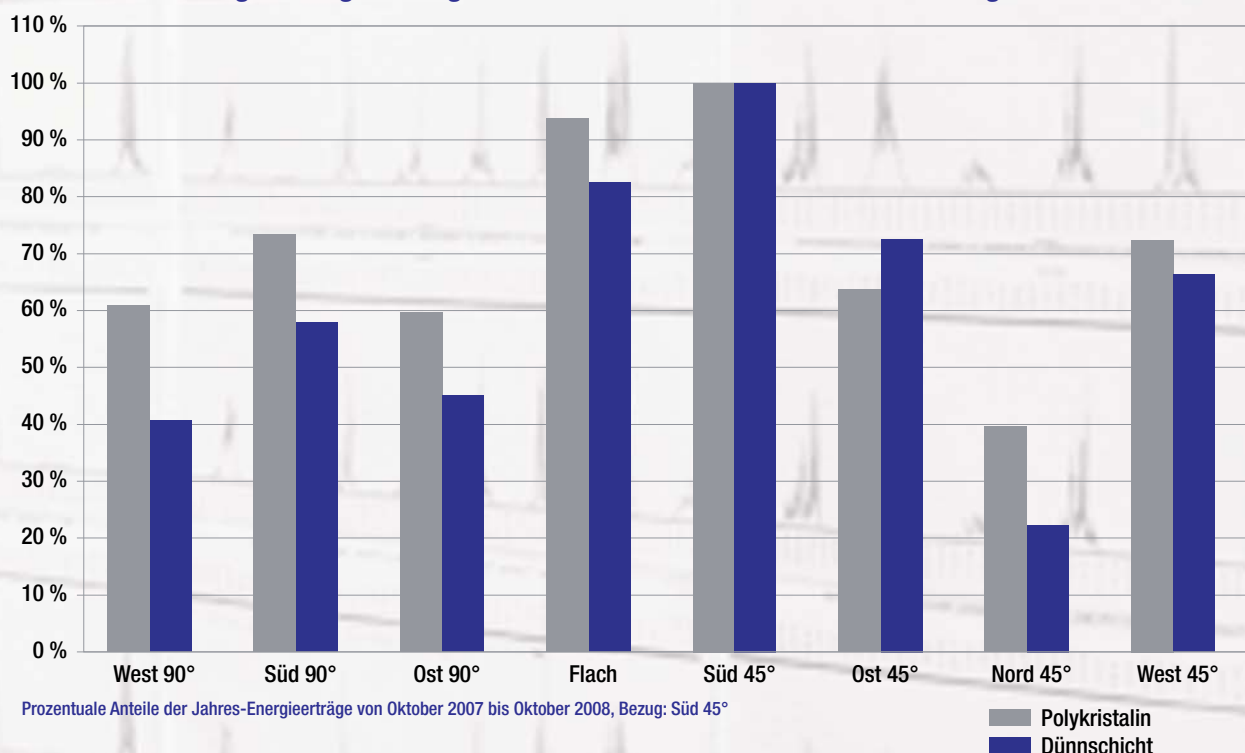
Als Verbraucher für die anstehenden Dauermessungen verwendeten wir für die Dünnschichtmodule die gleichen Lastwiderstände wie bei der Kalibrierung. Die Dünnschichtmodule wurden an

einer Nennlast von 100 Ω betrieben (nach STC). Wir wollten jedoch auch das Verhalten von Modulen im Teillast-Bereich bei halbem Nennstrom untersuchen. Daher wurden die polykristallinen Module mit doppeltem Nennwiderstand von 100 Ω belastet. Wir legten uns dabei auf folgende Vorgehensweise fest:

- Ein Jahr lang werden die Dünnschichtmodule mit einer Nennlast von 100 Ω betrieben.
- Für die gleiche Zeit werden die polykristallinen Module im Teillastbereich von jeweils 100 Ω (anstatt 50 Ω Nennlast) betrieben.
- Nach einem Jahr wird „gewechselt“, dann werden die polykristallinen Module mit einer Nennlast von 50 Ω und die Dünnschichtmodule im Teillastbereich von 200 Ω (doppelte Nennlast analog zu polykristallinen) betrieben.
- Das bedeutet, dass die Messungen unter umgekehrten Vorzeichen nach Abschluss dieses Berichtes fortgesetzt werden.

Die Spannungserfassung erfolgte über Messkarten. Die Messwerte, die von den Messkarte zur Spannungserfassung geliefert wurden, übernahm ein Visual Basic Programm, welches die Daten in eine ASCII Datei ablegte. Anschließend wurde diese ASCII Datei mit MS Excel ausgewertet.

Richtungsbedingte Energieausbeute 19.10.07 bis 20.10.08 / Bezug Süd 45°



Messreihen über ein Jahr

Damit die erhaltenen Messwerte richtig interpretiert werden konnten, lieferte parallel zu den Spannungsmessungen ein Globalstrahlungsmesser (Pyranometer) ständig die aktuelle Globalstrahlung.

Die jeweiligen prozentualen Energieerträge der einzelnen Module wurden festgehalten. Als Bezug dient immer das Modul mit 45° Süd Ausrichtung.

Der Grafik ist zu entnehmen, dass sich die polykristallinen und Dünnschichtmodule zwar tendenziell ähnlich verhalten, sich jedoch deutlich in der Höhe der Prozent-Balken unterscheiden, was daran liegen könnte, dass die polykristallinen Module mit Teillast und die Dünnschichtmodule mit Nennlast betrieben wurden. Um das zu klären, werden die Messungen für ein weiteres Jahr fortgesetzt, wobei künftig die polykristallinen Module mit Nennlast und die Dünnschichtmodule mit Teillast betrieben werden.

Der Vergleich mit verschiedenen Einstrahlungsschablonen zeigt: Die prozentualen richtungsabhängigen Jahresenergieerträge der polykristallinen Module aus der Grafik stimmen recht gut mit den Werten überein, welche aus der Einstrahlungsschablone ermittelt werden können. Auffallend ist der hohe prozentuale Energieertrag des flach aufliegenden Moduls, von mehr als 90%, bezogen auf 45° Süd. Bei den Dünnschichtmodulen weichen die gemessenen Werte in den meisten Fällen meist weit von den Schablonenwerten ab.

Aufständigung nicht zwingend nötig

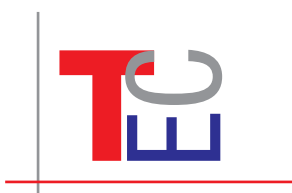
Für Dächer mit geringen Dachneigungen (Süd / Süd-West / Süd-Ost-Ausrichtungen) bedeutet dies, dass sich eine zusätzliche Aufständigung von Modulen, um optimale Neigungswinkel zu erhalten, nicht unbedingt rechnet. Wichtig ist jedoch, dass die Dachneigung mindestens ca. 6° betragen sollte, damit der Regen (und damit auch evtl. Verschmutzungen) gut ablaufen können. Vorteile haben auch Ost- bzw. West-Dächer mit geringen Neigungen gegenüber stärkeren Neigungen. Je flacher diese Ost- bzw. West-Dächer sind, desto höher ist der Energieertrag (bei direkter Auflegung der Module). Auf jeden Fall sollte sich jeder, der ein Flachdach besitzt und an der Anschaffung einer Photovoltaik-Anlage interessiert ist, sowohl eine Ertragsprognose und eine Wirtschaftlichkeitsberechnung für direkt aufgelegte Module, als auch für aufgeständerte Module erstellen lassen. Für die Photovoltaik-Kalkulationsprogramme, die derzeit existieren, ist dies eine Sache von weniger als einer Stunde. Derzeit laufen Folge-Messungen mit umgekehrtem Teillast / Nennlastverhalten. Mit Veröffentlichung der Ergebnisse ist Anfang 2010 zu rechnen.

Eberhard Zentgraf arbeitet seit nahezu zehn Jahren als Laborleiter in der Göde-Wissenschaftsstiftung bzw. als Leiter der Forschungsabteilung-Photovoltaik im TEC-Institut



Dipl.-Ing. (FH)
Eberhard Zentgraf

TEC-Institut
für Technische Innovation GmbH & Co. KG
Am Heerbach 5
63857 Waldaschaff
Tel.: +49 (0) 6095 999 196
info@tec-institut.de



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