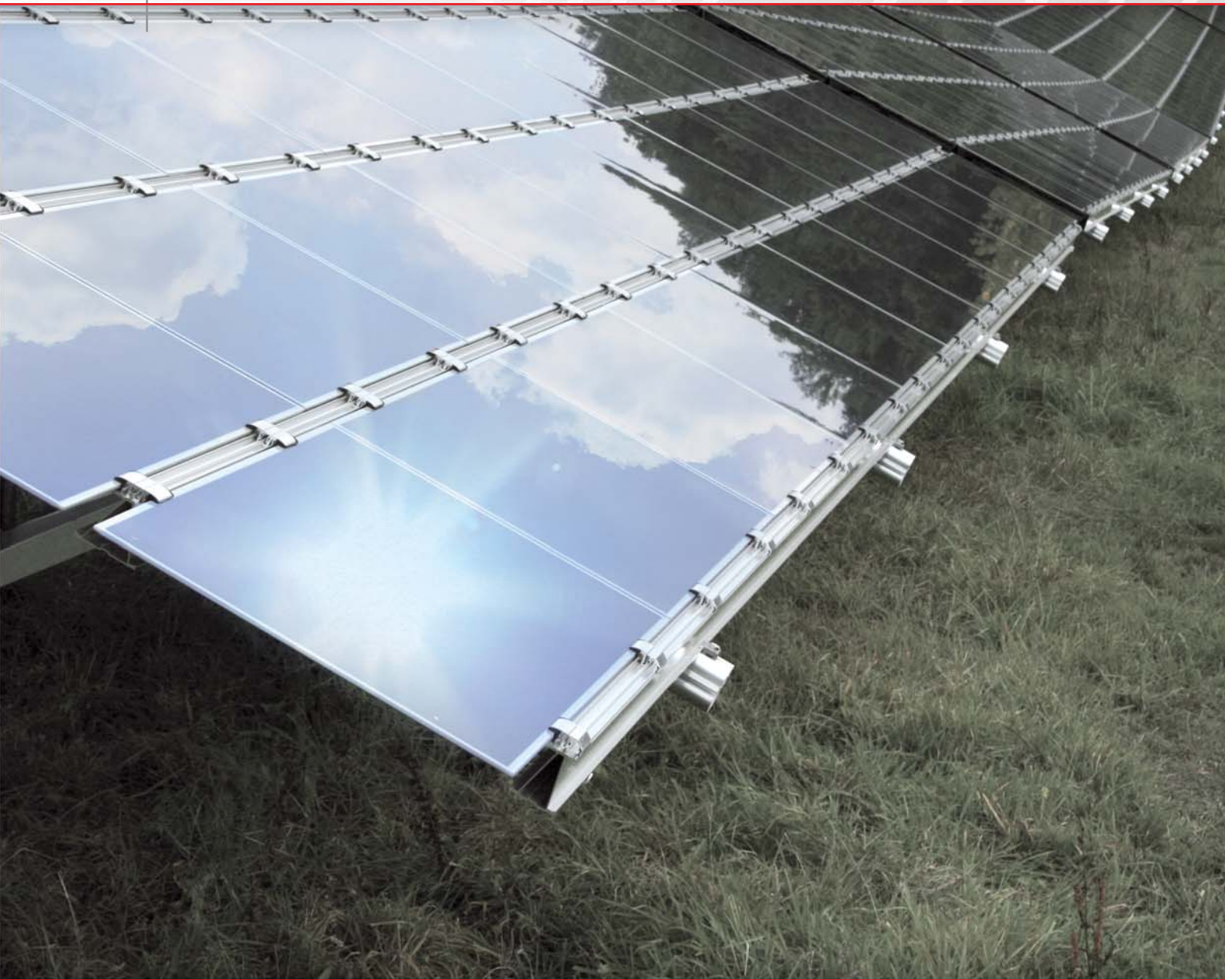


März 2010

# REPORT



## Dünnschichtmodule überbewertet?

Aussagekräftige Untersuchungsergebnisse beim Vergleich von Dünnschicht- und kristallinen Modulen

## Energie-Erträge von kristallinen und Dünnschicht-Modulen im Vergleich

Im Rahmen verschiedener technischer Untersuchungen an Photovoltaik-Systemen (PV-Systemen), untersuchte das TEC-Institut für technische Innovationen die Energie-Erträge von kristallinen und Dünnschicht-Modulen. In der Öffentlichkeit und auch in verschiedenen Fachpublikationen wird besonders der Energie-Ertrag von Dünnschichtmodulen bei Schwachlicht höher eingeschätzt, als der Energie-Ertrag von kristallinen Modulen.

Dies erwies sich bei den Tests – zumindest für unsere mitteleuropäischen Breitengrade – als nicht zutreffend.

Die aktuellen Untersuchungen, die diesem TEC-Report zugrunde liegen, wurden mit handelsüblichen Modulen im Netz-Einspeisebetrieb durchgeführt. Der Untersuchungszeitraum erstreckte sich über ein ganzes Jahr.

Da die meisten Interessenten an einer PV-Anlage nur über eine begrenzte (Dach)-Fläche verfügen, bezogen sich unsere Untersuchungen bei allen Modulen auf die gleiche Flächeneinheit von 1 m<sup>2</sup>.

## Die Module für die Testreihen

Es wurden als Dünnschichtmaterialien amorphes Silizium (a-Si) und Cadmium-Tellurid (CdTe) verwendet.

monokristallin:	polykristallin:	Dünnschicht:
Sharp NU-180 E1 180 Wp	aleo S16 180 Wp	Kaneka Z-EA075 (a-Si) 75 Wp
Yunnan Tianda TD 175 M5 175 Wp	Kyocera KC 175 GHT-2 175 Wp	Solartechnics SN- GS40D (a-Si) 40 Wp
ANTARIS ASM 175 175 Wp	Tynsolar TYN-180 PC 180 Wp	First Solar FS 270 (CdTe) 70 Wp

## Die Vorgehensweise

Bei den aktuellen Testreihen wurden jeweils zwei Module gleichen Typs in Reihe zu einem String geschaltet und über dazu passende Wechselrichter an das Stromnetz angeschlossen. Bei den Wechselrichtern wurde darauf geachtet, dass die Module die Wechselrichter „satt“ im Mpp-Bereich betreiben konnten.

Die Ausnahme machten die Module von Solartechnics – hier mussten drei Module in Reihe zum String verschaltet werden, um in den Mpp-Bereich zu gelangen.

## Die Tests aller Module erfolgten unter gleichen Bedingungen:

- Unter Realbedingungen auf dem Dach
- Gleiche Ausrichtung nach Süden
- Gleicher Neigungswinkel (25°)
- Gleiche Kabellängen
- Montage auf dem gleichen Gebäude
- Über den Zeitraum von einem Jahr

## Das Messverfahren

Von jedem Modultyp wurden am Eingang des zugehörigen Wechselrichters sowohl Gleichstrom als auch Gleichspannung messtechnisch erfasst und über einen Messrechner auf Festplatte gespeichert. Aus gemessenem Gleichstrom und gemessener Gleichspannung konnte für jeden Modultyp die elektrische Leistung und der elektrische Energieertrag berechnet werden. Der Messtakt betrug 1 Minute. Die Messungen liefen rund um die Uhr über den Zeitraum vom 01. Oktober 2008 bis zum 30. September 2009, also genau ein Jahr. Somit konnte das Verhalten der Modularten über alle 4 Jahreszeiten hinweg gut beobachtet werden.

## Fotos von verwendeten Modulen



Abb. 1: Solartechnics-Module



Abb. 2: First Solar-Module



Abb. 2a: Kaneka-Module



Abb. 3: rechte Reihe: 1. + 2. Modul von hinten: Yunnan Tianda-Module  
5. + 6. Modul von vorne: ANTARIS-Module

## Die Messergebnisse

Vor den Auswertungen der Messreihen sind einige Vorüberlegungen nötig: Jedes Hersteller-Datenblatt eines PV-Moduls enthält u. a. die Angabe der Nennleistung und die Außenmaße des Moduls. Daraus lässt sich die Nennleistung pro m<sup>2</sup> berechnen (siehe Abb. 4).

## Datenblatt-Nenn-Leistung pro Quadratmeter

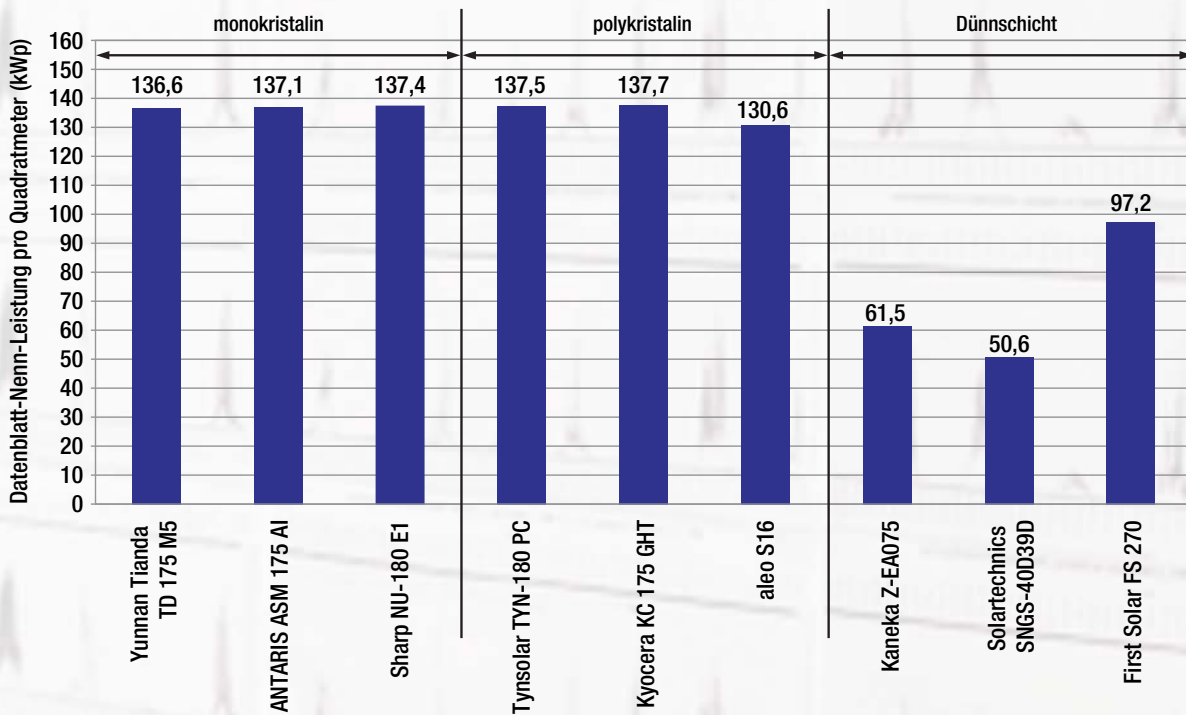


Abb. 4: Datenblatt-Nenn-Leistung pro Quadratmeter

Sowohl von den monokristallinen als auch von den polykristallinen Modulen wurde in einigen der folgenden Betrachtungen der Mittelwert gebildet, da jede Gruppe untereinander einen relativ kleinen Streubereich hat. Die Dünnschichtmodule wurden aufgrund der

höheren Streuung weiterhin einzeln betrachtet. Daraus ergab sich Abb. 5, in welcher der Mittelwert der monokristallinen Module als Bezugswert (also 100%) für die anderen Module genommen wird.

### Prozentuale Datenblatt-Nenn-Leistungsanteile der verschiedenen Zellenarten, pro Quadratmeter, bezogen auf monokristallin

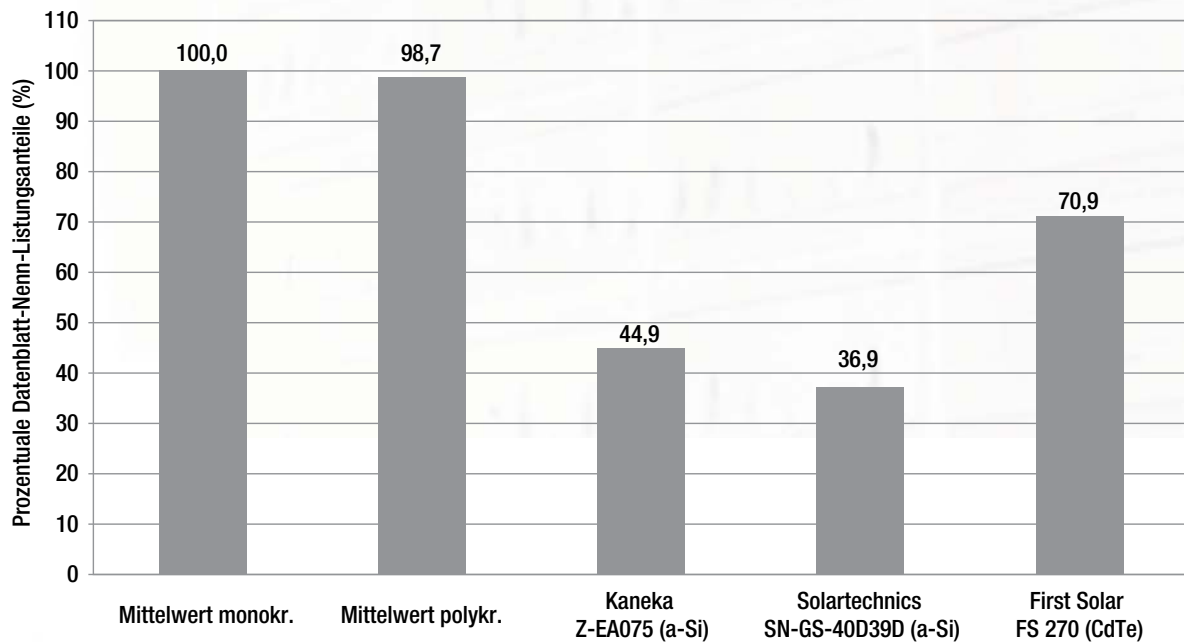


Abb. 5: Prozentuale Datenblatt-Nenn-Leistungsanteile der verschiedenen Zellenarten, pro m<sup>2</sup>, bezogen auf monokristallin

## Ergebnisse der Messreihen

Abb. 6 zeigt die absoluten elektrischen Energieerträge pro m<sup>2</sup> aller beteiligten Modultypen im Zeitraum vom 01.10.2008 bis zum 30.09.2009

### Pro Quadratmeter gelieferte elektrische Energie, absolut (kWh) vom 01.10.08 bis 30.09.09

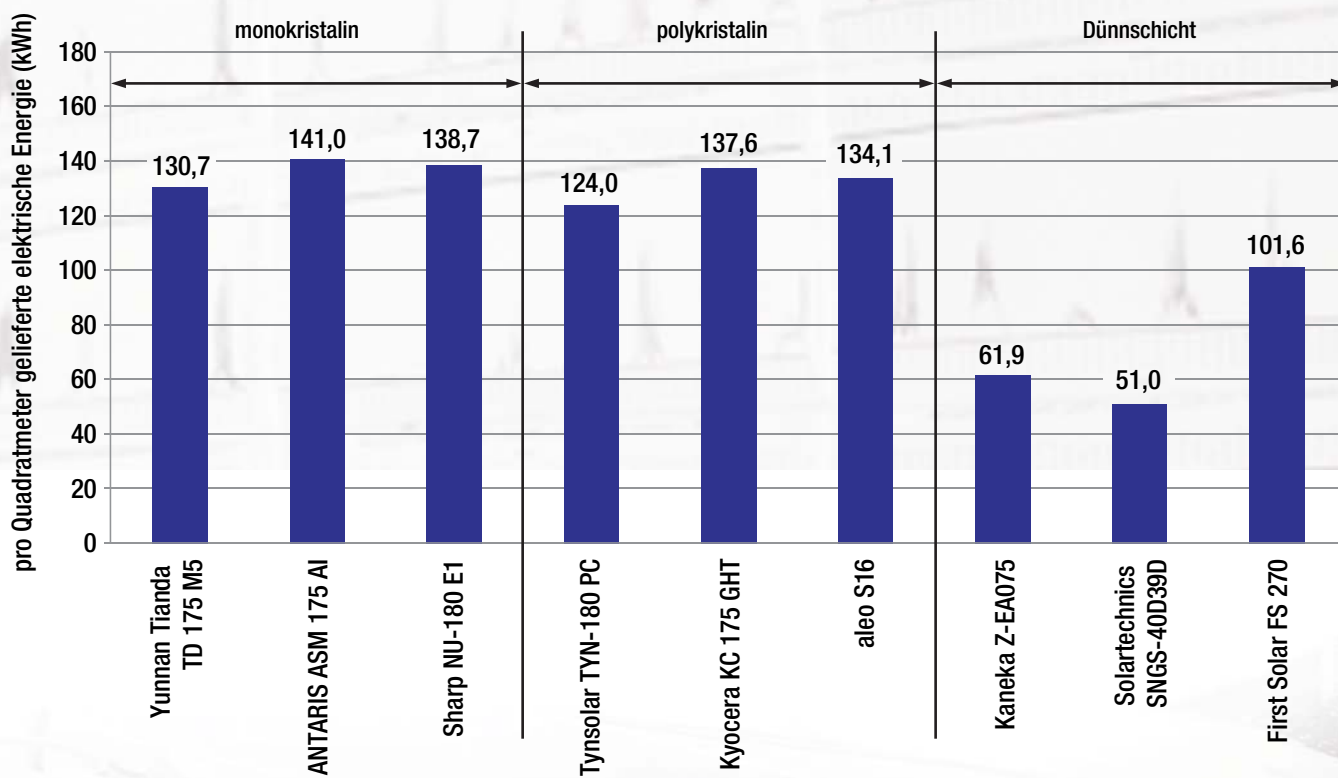


Abb. 6: Pro m<sup>2</sup> gelieferte elektrische Energie, absolut (kWh) vom 01.10.08 bis 30.09.09

Fasst man die mono- und polykristallinen Modultypen jeweils wieder als Mittelwerte zusammen, so ergibt sich Abb. 7.

**Absolut-Erträge der verschiedenen Zellenarten (kWh), pro Quadratmeter, 01.10.2008 bis 30.09.2009**

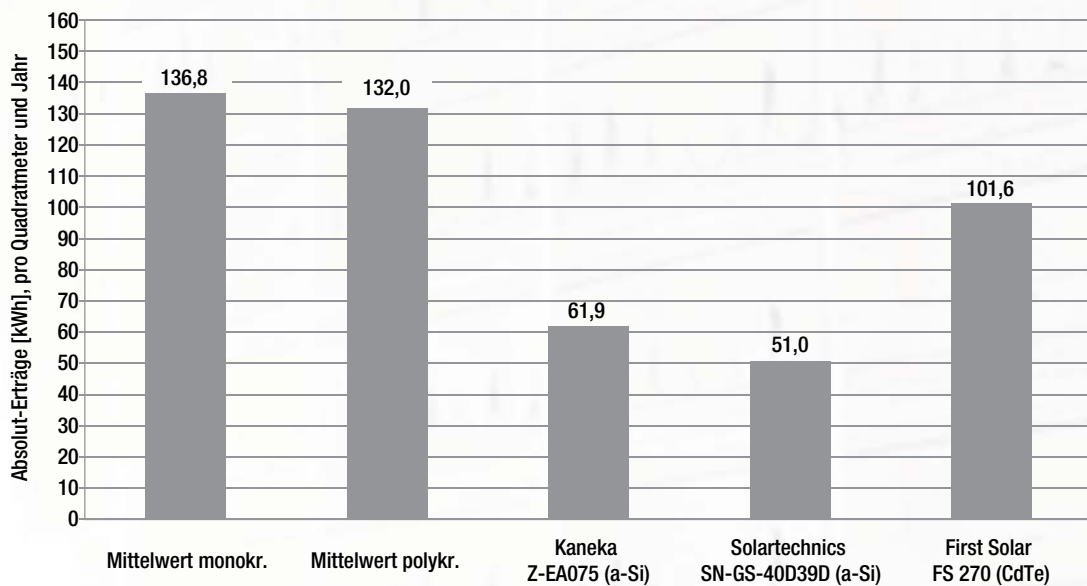


Abb. 7: Absolut-Erträge der verschiedenen Zellenarten (kWh), pro m<sup>2</sup>, 01.10.2008 bis 30.09.2009

Die zugehörige prozentuale Betrachtung pro m<sup>2</sup>, bezogen auf monokristallin, ist aus Abb. 8 zu ersehen.

**Prozentuale Erträge der verschiedenen Zellenarten (%), pro Quadratmeter, bezogen auf monokristallin 01.10 2008 bis 30.09.2009**

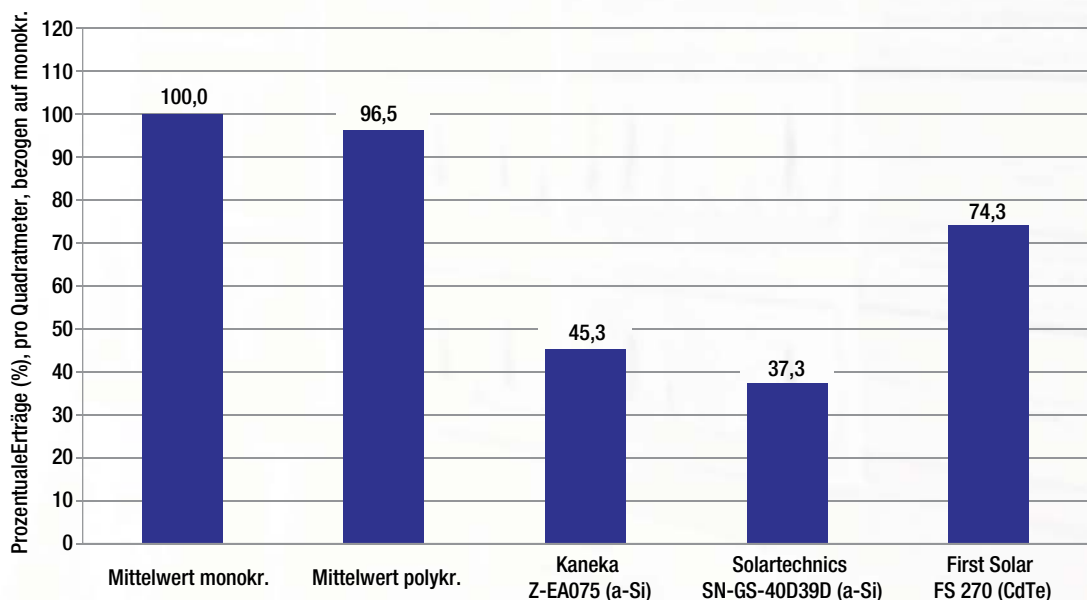


Abb. 8: Prozentuale Erträge der verschiedenen Zellenarten (%), pro m<sup>2</sup>, bezogen auf monokristallin im Zeitraum 01.10 2008 bis 30.09.2009

Den Verlauf der absoluten Energieerträge pro m<sup>2</sup> demonstriert Abb. 9.

### absoluter Energie-Ertrag pro Quadratmeter und Monat (kWh)

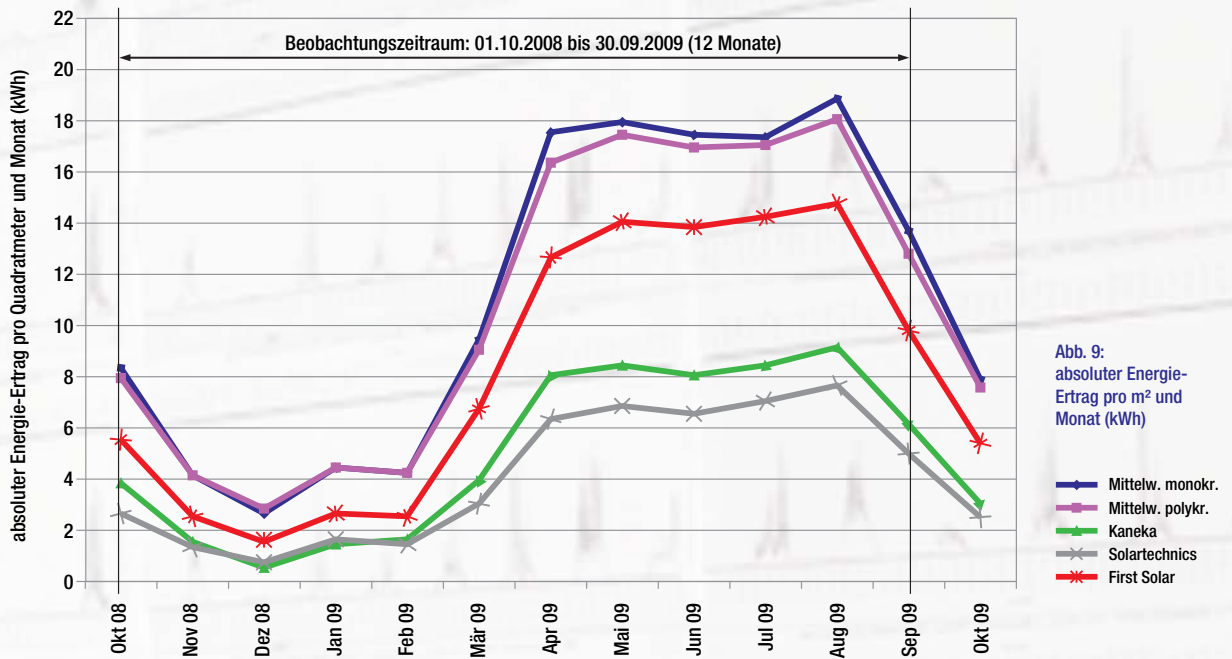


Abb. 9: absoluter Energie-Ertrag pro m<sup>2</sup> und Monat (kWh)

Wählt man nun wieder monokristallin als Bezugswert (100%) so ergibt sich Abb. 10.

### prozentualer Energie-Ertrag pro Quadratmeter und Monat (%), bezogen auf monokristallin

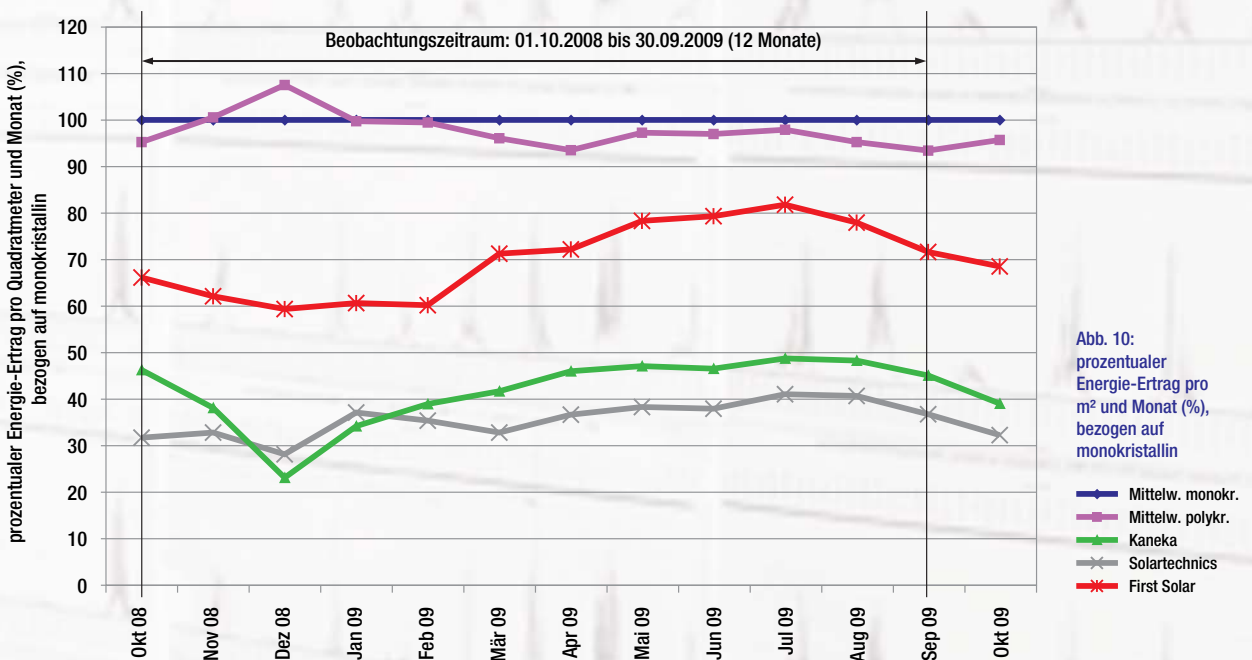


Abb. 10: prozentualer Energie-Ertrag pro m<sup>2</sup> und Monat (%), bezogen auf monokristallin

## Die Bewertung

In keiner Situation konnten wir bei den Tests unter Realbedingungen auf dem Dach, bezogen auf die jeweils gleiche Flächeneinheit (1 m<sup>2</sup>) und bei einer gemeinsamen Ausrichtung nach Süden sowie dem Neigungswinkel von 25°, einen Vorteil bei den amorphen oder bei den CdTe – Dünnschichtmodule gegenüber den kristallinen Modulen im Energieertrag feststellen.

Die Jahres-Energieerträge (Abb. 8) verhielten sich nahezu exakt so, wie es aus den prozentualen Datenblatt-Nennleistungsanteilen (Abb. 5) zu erwarten war.

In den Monaten mit Schwachlicht (Spätherbst, Winter, zeitiges Frühjahr) lagen die Dünnschichtmodule prozentual sogar noch weiter hinter den kristallinen Modulen als im Sommer (siehe Abb. 10).

## Wir bleiben am Ball

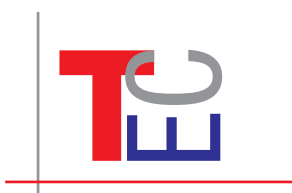
Derzeit finden weitere Messreihen statt, wobei sowohl Dünnschicht- als auch kristalline Module unter einem Neigungswinkel von 25° nach Westen ausgerichtet werden. Aussagekräftige Ergebnisse werden Mitte des Jahres 2010 vorliegen.



Dipl.-Ing. (FH)  
**Eberhard Zentgraf**

TEC-Institut  
für Technische Innovation GmbH & Co. KG

Am Heerbach 5  
63857 Waldaschaff  
Tel.: +49 (0) 6095 999-666  
info@tec-institut.de



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

Am Heerbach 5  
63857 Waldaschaff  
Tel.: +49 (0) 6095 999-666  
Fax: +49 (0) 6095 999-197  
Email: info@tec-institut.de  
Internet: www.tec-institut.de