

# **Einfluss einiger Prüfparameter auf das Kollektor-Messergebnis**

Christian Müller-Schöll, Ueli Frei  
SPF-HSR

Oberseestrasse 10, CH-8640 Rapperswil  
Tel +41 (055) 222 48 21, Fax +41 (055) 222 48 44  
Email: [cms@solarenergy.ch](mailto:cms@solarenergy.ch), Internet: [www.spf.ch](http://www.spf.ch)

## **Einführung**

In letzter Zeit tauchen in Inseraten und Händlerprospekten vermehrt Prüfergebnisse auf, die gegenüber den Vorjahren einen bedeutenden Schritt zu mehr Wirkungsgrad aufweisen und den Grenzen des physikalisch Machbaren nahe kommen, ja sie sogar manchmal überschreiten. Gleichzeitig gelingt es aber vielen anderen Herstellern nicht, die magische Schwelle von 80% Wirkungsgrad ( $\eta_0$ ) zu überwinden. Im Folgenden soll untersucht werden, welche Randbedingungen der Prüfung solche Ergebnisse beeinflussen können.

## **Untersuchung**

### **Ausgangszustand**

Ein herkömmlicher hochselektiver Flachkollektor soll untersucht werden. Im Folgenden wird aufgezeigt, welche Parameter Einfluss auf Unterschiede zwischen gemessenen Leistungswerten und tatsächlicher Performance im Felde haben können. Hierzu werden jeweils zwei Extremfälle „A“ und „B“ betrachtet.

### **Einfluss einzelner Parameter**

#### 1. Parameter: Glasqualität

Im Fall A sei der Kollektor ausgerüstet mit sogenanntem „Photovoltaikglas“, im Fall B mit „Thermieglas“. Beides wird heute unter der Bezeichnung „Solarglas“ angeboten, in der Vergangenheit wurden die beiden Qualitäten aber häufig vermischt eingesetzt. (Vgl. separaten Beitrag zum Thema Solarglas-Zertifizierung.)

Im Fall A wird die in den Normen vorgeschriebene 5-h-Exposition „vergessen“ oder mit einem Simulator durchgeführt. Mangels energiereicher UV-Strahlung bleibt die Transmission im Originalzustand.

Im Fall B wird der Kollektor durch die vorgeschriebene Kurz-Exposition für mindestens 5 Stunden der Sonne ausgesetzt, was zu einer „Solarisierung“ (ein Degradationseffekt) des Photovoltaikglases führt: Die Transmission sinkt dadurch um ca. 2%, somit auch der Wirkungsgrad.

Fall A: Simulator oder keine Exposition	Fall B: seriöse Exposition
--	- 2 %

Der Zustand eines Kollektors, der in einer realen Solaranlage eingebaut ist, wird repräsentiert durch Fall B.

#### 2. Parameter: Glasspezifikation

Kollektoren werden ausschließlich mit eisenarmem Glas zum Test gebracht. In der Produktion kommen aber häufig eisenhaltige Gläser zum Einsatz.

Kollektor A wird mit eisenarmem Glas gemessen. Der Wirkungsgrad kann auf diese Weise um ca. 5% verbessert werden.

Kollektor B ist aus der Serienfertigung und ist mit eisenhaltigem Glas ausgerüstet.

Fall A: Eisenarmes Glas	Fall B: Eisenhaltiges Glas, Serie
+ 5%	--

Der Zustand eines Kollektors, der in einer realen Solaranlage eingebaut ist, wird repräsentiert durch Fall B.

#### 3. Parameter: Beschichtung

Auf Nachfrage liefern nahezu alle Hersteller von Absorberbeschichtungen „Testbleche“. Hierbei handelt es sich um Absorberbleche von ausgesuchter Qualität, die aber nicht den Durchschnitt der Serienfertigung repräsentieren.

Kollektor A kommt mit „Testblech“ zum Test, Wirkungsgradverbesserungen gegenüber normal produzierten Beschichtungen von rund 2% sind möglich.

Kollektor B sei ausgerüstet mit beschichtetem Blech aus der Serienfertigung.

Fall A: „Testblech“	Fall B: Serienfertigung
+ 2 %	--

Der Zustand eines Kollektors, der in einer realen Solaranlage eingebaut ist, wird repräsentiert durch Fall B.

#### 4. Parameter: Messfluid

Obwohl Kollektoren fast ausnahmslos mit Glykollösungen betrieben werden, finden die Wirkungsgrad-Messungen nahezu ausschließlich mit Wasser statt, da dieses Fluid messtechnisch leichter beherrschbar ist.

Kollektor A wird mit Wasser gemessen. Es stellt sich ein turbulenter Strömungszustand ein. Dies kann zu ca. 2% mehr Wirkungsgrad führen.

Kollektor B wird mit Glykol gemessen. Aufgrund der höheren Viskosität von Glykol stellt sich ein laminarer Strömungszustand ein.

Fall A: Wasser	Fall B: Glykol
+ 2 %	--

Der Zustand eines Kollektors, der in einer realen Solaranlage eingebaut ist, wird repräsentiert durch Fall B.

#### 5. Parameter: Durchflussrate

Hohe Durchflussraten führen zu turbulenter Strömung und allgemein zu besserer Wärmeübertragung. Vielfach werden Kollektoren mit unverhältnismässig hohen Durchflussraten gemessen, oder die Absorberverschaltung wird für die Prüfung anders gefertigt als in der Serie.

Kollektor A wird mit hoher Durchflussrate gemessen.

Kollektor B wird mit einer angemessenen Durchflussrate gemessen. Dies kann zu 1% weniger Wirkungsgrad führen.

Fall A: zu hohe Durchflußrate	Fall B: realistischer Betriebszustand
+ 1 %	--

Der Zustand eines Kollektors, der in einer realen Solaranlage eingebaut ist, wird repräsentiert durch Fall B.

#### 6. Parameter: Schichtdegradation

Einige spektral selektive Schichten gehen mit Stoffen, die bei der Fertigung von Kollektoren verwendet werden, chemische Reaktionen ein und degradieren vorzeitig. Wird die 5-h-Exposition seriös durchgeführt, oder sogar verlängert (oder wird eine komplette Qualitätsprüfung vor der Leistungsmessung durchgeführt, so wie es in EN 12975 eigentlich vorgeschrieben ist), können Schichten bereits nach kurzer Zeit wesentlich an Absorptionsvermögen verlieren.

Im Fall A wird die vorgeschriebene 5-h-Exposition vergessen oder minimal durchgeführt Oder der Kollektor wird innerhalb kürzester Zeit indoor vermessen

Im Fall B wird großzügig exponiert oder der Kollektor wird über Wochen hinweg outdoor vermessen. Die Schichtdegradation kann bis zur vollständigen Zerstörung der Schicht fortschreiten. Für das Rechenbeispiel soll eine Degradation von 3 Wirkungsgrad-% angenommen werden.

Fall A: keine Degradation	Fall B: Schichtdegradation
--	- 3%

Der Zustand eines Kollektors, der in einer realen Solaranlage eingebaut ist, wird repräsentiert durch Fall B. (Kollektoren stehen häufig schon beim Aufbau des Feldes lange Zeit in Stagnation.)

#### 7. Parameter: Strahlungsquelle

Kollektoren können unter Solarstrahlung oder unter einer künstlichen Strahlungsquelle vermessen werden. Bei künstlichen Strahlungsquellen muss die Messung abhängig vom Spektrum der Lampen und vom spektralen Verlauf von Transmission  $\tau$  und Absorption  $\alpha$  auf Solarstrahlung normalisiert werden.

Im Fall A wird mit dem Simulator gemessen und die spektrale Korrektur wird vergessen oder ihre Bedeutung unterschätzt. Eine Über-Bewertung des Wirkungsgrades von 5% ist möglich.

Im Fall B wird mit natürlicher Solarstrahlung gemessen.

Fall A: Simulator	Fall B: Sonnenmessung
+ 5%	--

Der Zustand eines Kollektors, der in einer realen Solaranlage eingebaut ist, wird repräsentiert durch Fall B.

#### **Summe aller Effekte**

Berücksichtigt man alle genannten Effekte gleichzeitig (was zugegebenermaßen unwahrscheinlich ist), so ergibt sich eine möglicher Leistungsunterschied zwischen Prüfkollektor und Serienprodukt von 20 % (Wirkungsgrad).

#### **Diskussion**

Wenn man alle oben angeführten Effekte summiert, ergibt sich also insgesamt eine mögliche Differenz der Messungen von 20% Wirkungsgrad an einem Kollektortyp! So lange derartige Unterschiede möglich sind, erübrigen sich Diskussionen um messtechnische Unsicherheiten im Bereich einzelner Prozente.

Geht man davon aus, dass Fall B den realistischen Durchschnittskollektor repräsentiert, so wie man ihn auf den Dächern tatsächlich vorfindet, so ergibt Fall A ein um 20% zu gutes Bild. Das heißt aber auch, dass Ertragsberechnungen und Anlagensimulationen, die auf der Basis der Werte von Kollektor A gewonnen werden, 20% überschätzt sind und die Anlagen in der Realität 20% zu wenig Ertrag liefern. Dies, obwohl genau diese Kollektoren in der Werbung mit schier unglaublichen  $\eta_0$ -Werten glänzen.

Dies verzerrt natürlich zudem den Wettbewerb: Genau die Kollektoren, die sich im Wettbewerb durch ausgezeichnete Messergebnisse präsentieren, sacken im realen Fall gegenüber der Auslegung deutlich in der Leistung ab.

## **Lösungsansätze**

Folgende Lösungsansätze werden zur Diskussion gestellt:

Glas: Rechtlicher Schutz des Begriffes „Solarglas“. Solarglas darf keine signifikant alterungsabhängige Transmission aufweisen. (Siehe Vortrag zu diesem Thema.)

Prüfkollektoren müssen aus der Serienfertigung stammen. Schichthersteller, die „Testbleche“ produzieren und Kollektorhersteller, die solche ordern, oder Hersteller, die für Test und Serie unterschiedliche Gläser verwenden, handeln unseriös und schaden letztendlich ihrer eigenen Branche.

Strömung und Fluid: Wenn schon keine Einigung über das Testfluid erzielt werden kann, müssen Kollektoren in dem Strömungszustand geprüft werden, in dem sie auch betrieben werden. Ein Kollektor, der in der Anlage mit zähflüssigem Glykol laminar gefahren wird, muss im Test mit Wasser (bei dann entsprechend verringerter Durchflussrate) ebenfalls laminar gefahren werden.

Kurzexposition: Die Kurzexposition (5 Stunden) muss seriös und outdoor durchgeführt werden.

Simulatorprüfungen: Simulatorprüfungen erfordern großes Know-How. Mindestens die Normanforderungen bezüglich Strahlungskorrektur müssen eingehalten werden.

## **Zusammenfassung**

Im Hinblick auf eine Kollektor-Wirkungsgradmessung werden verschiedene Aspekte der Fertigung, der eingesetzten Materialien und der Testparameter von thermischen Flachkollektoren untersucht. Treffen ungünstige Voraussetzungen zusammen, können selbst bei bester Messtechnik Unterschiede von bis zu 20% auftreten.

Ursachen:

- Nicht ausreichende Prüfvorschriften.
- Nicht korrekte Anwendung der Prüfvorschriften.
- Durch den Auftraggeber falsch vorgegebene Test-Randbedingungen.
- Nicht serienmäßige Fertigung der Prüfkollektoren.