

Der PHOTON-Wechselrichtertest



So testet PHOTON	Seite 2	Kostal Solar Electronic GmbH	7
Die Berechnung des PHOTON-Wirkungsgrades	3	Mitsubishi Electric Corporation	7
Die Testergebnisse im Überblick		Phoenixtec Power Co. Ltd.	7
Aros Srl	4	Power-One Spa	8
Conergy AG	4	Refu Elektronik GmbH	8
Delta Energy System GmbH	4	Riello UPS GmbH	8
Diehl AKO Stiftung & Co. KG	5	SMA Solar Technologie AG	9
Fronius International	5	Solon Inverters AG	10
Ingeteam S.A.	6	Sunways AG	10
Kaco New Energy GmbH	6	Xantrex Technology	11
		Angebote für Hersteller und Installateure	12

So testet PHOTON

Unser Ziel: Entscheidungshilfen für Anlagenbetreiber bei der Wahl des Wechselrichters



Heinz Neuenstein (links), Leiter des PHOTON-Testlabors, und Jochen Siemer, Chefredakteur von PHOTON Profi, bei der Firma Kostal Industrie Elektrik GmbH: Für den Test wird ein Gerät per zufälliger Wahl aus der laufenden Produktion entnommen

Die Auswahl an Solarwechselrichtern wächst beständig – und damit auch die Schwierigkeit für angehende Anlagenbetreiber, das beste Gerät zu finden. Mehr als zwei Jahre PHOTON-Wechselrichtertests haben hier zu mehr Transparenz auf dem Markt beigetragen. Dazu fasst das PHOTON-Testlabor die Ergebnisse in einer Note zwischen »sehr gut« und »mangelhaft« zusammen, die sich an einem von PHOTON definierten Gesamtwirkungsgrad orientieren. Auf den ersten Blick ist für Betreiber seitdem zu erkennen, ob ein Gerät etwas taugt oder nicht.

Seit Anfang 2007 prüft das PHOTON-Testlabor Wechselrichter auf ihre Arbeitsweise und veröffentlicht regelmäßig die Ergebnisse in PHOTON – das Solarstrom-Magazin und PHOTON Profi. Damit diese Resultate leicht zu erfassen sind, hat die Redaktion in Anlehnung an die Schulensuren ein Benotungssystem mitsamt einem Prüf-siegel eingeführt: von »sehr gut« bis »mangelhaft« (siehe Tabelle). Die Bestnote gibt es dabei gleich in dreifacher Ausführung: ohne und mit einem oder zwei Pluszeichen. Ein »Mangelhaft«

wird dagegen an Wechselrichter vergeben, deren Wirkungsgrad so schlecht ist, dass die Geräte ihren eigenen Geldwert praktisch wieder vernichten – weil sie vom produzierten Sonnenstrom so viel in Wärme umwandeln oder erst gar nicht annehmen, dass die entgangene Einspeisevergütung den Kaufpreis des Gerätes übersteigt. Diese Geräte sind geschenkt noch zu teuer. Um die Note vergeben zu können, muss aber zunächst einmal der Wirkungsgrad definiert werden, auf den sich die Note bezieht. Sowohl Spitzen-

Die Noten im Überblick

Note	sehr gut ++	sehr gut +	sehr gut	gut	befriedigend	ausreichend	mangelhaft
PHOTON-Wirkungsgrad	≥ 98 %	96,5 - < 98 %	95 - < 96,5 %	93,5 - < 95 %	92 - < 93,5 %	90 - < 92 %	< 90 %

wirkungsgrad als auch Europäischer Wirkungsgrad sind hierzu jedoch ungeeignet, weshalb PHOTON einen eigenen Wirkungsgrad definiert hat, dessen Aussagekraft weit über die bisher üblichen Wirkungsgradangaben hinausgeht (siehe Kasten). Ziel der Benotung ist darüber hinaus, die Messergebnisse der einzelnen Geräte besser miteinander vergleichen zu können. Die in der Übersicht ab Seite 4 vergebene Zensuren sind praktisch gleichzusetzen mit dem Nutzen der Geräte, der sich anhand der Angaben in den Datenblättern vieler Hersteller häufig leider nicht herausfiltern lässt, da wichtige Informationen zu den Betriebsparametern fehlen. Denn derzeit sind aus den technischen Angaben der Hersteller oftmals nicht die Abhängigkeiten des Wirkungsgrades vor allem von der Eingangsspannung zu erkennen. Ebenso wenig gibt es eine Angabe zum sinnvollen MPP-Arbeitsbereich des Wechselrichters. Der Einfluss der Eingangsstrombegrenzung auf den Arbeitsbereich und die Temperaturabhängigkeit des Umwandlungswirkungsgrades sind ebenfalls meist nicht zu finden. Die von PHOTON vergebene Note bezieht – über den PHOTON-Wirkungsgrad – alle diese Einflussfaktoren mit ein. Weitere Einzelwertungen, die einen Einfluss auf die Zensur haben, gibt es nicht. Die Parameter, die sich in der Note widerspiegeln, werden jährlich überprüft und mit den Herstellern erörtert (siehe Seite 12). Auch die konkreten Testergebnisse werden vor Veröffentlichung dem Hersteller mit der Bitte um Kommentar zur Verfügung gestellt.

Die Benotung

Die Gesamtnote baut auf zwei Kriterien auf: der Bewertung des PHOTON-Wirkungsgrades und der temperaturabhängigen Reduzierung des Umwandlungswirkungsgrades. Die Benotung dieses Wirkungsgrades erfolgt dabei ohne Differenzierung nach der Eignung des Wechselrichters für einen bestimmten Solargenerator. Am besten wird das Gerät mit dem höchsten Wirkungsgrad benotet, unabhängig davon, ob es ein Wechselrichter mit oder ohne Potenzialtrennung ist, ob er ausschließlich für den Innen- oder

auch für den Außenbereich geeignet ist oder ob es sich um ein Weitspannungsgerät handelt. Einzig die Temperaturabhängigkeit des Umwandlungswirkungsgrades hat einen relevanten Einfluss auf die Note. Dazu wird der Wirkungsgrad bei 25 Grad und bei der maximalen Temperatur ermittelt, bei der noch keine Leistungsreduzierung zu verzeichnen ist. Beide Werte werden voneinander subtrahiert. Erreicht oder überschreitet die daraus resultierende Wirkungsgradreduzierung die Differenz zur nächstschlechteren Notenstufe (zwischen »gut« und »befriedigend« wäre dies 1,5), so erhält das Gerät die schlechtere Note (also »befriedigend«).

Gemessen werden der Umwandlungswirkungsgrad und der MPPT-Anpassungswirkungsgrad, beide bezogen auf die vorgegebene P_{MPP} -Leistung. Das Produkt aus beiden ist der Gesamtwirkungsgrad. Aus diesem wird dann über alle gemessenen Eingangsspannungen der Durchschnitt in jeder Leistungsstufe gebildet. Dieser Durchschnitt wird danach europäisch und kalifornisch gewichtet und zur Bewertung herangezogen. Der neu definierte PHOTON-Wirkungsgrad für mittlere oder hohe Einstrahlung ist ein künstlicher Wert, der aber ein Abbild für die Spannungs- und Leistungsabhängigkeit des Wechselrichter-Wirkungsgrades repräsentiert. Durch die europäische oder kalifornische Gewichtung ergibt sich eine Abhängigkeit des durchschnittlichen Gesamtwirkungsgrades von der geografischen Breite des Installationsortes der Photovoltaikanlage. Relevant für den Standort Deutschland ist der Wert für mittlere Einstrahlung.

Bei der Berechnung des PHOTON-Wirkungsgrades werden alle Messwerte für Eingangsspannungen berücksichtigt, die im vom Hersteller angegebenen Eingangsspannungsbereich liegen, in dem der Wechselrichter arbeiten sollte – selbst wenn das Gerät in Teilen dieses Bereiches seinen Dienst nicht absolvieren kann, dort ist dann der Wirkungsgrad Null Prozent. Dies entspricht auch den Verhältnissen in einer realen Anlage: in diesem Arbeitsbereich angekommen, würde der Wechsel-

Fortsetzung: Seite 12

Der Weg zum PHOTON-Wirkungsgrad

Umwandlungswirkungsgrad: η

Der vom Hersteller angegebene MPP-Spannungsbereich wird in 20 Schritte und der DC-Leistungsbereich in 24 Schritte unterteilt. Daraus resultieren 480 verschiedene Solargeneratorkennlinien, sodass ein Messdurchlauf aus 480 Messungen besteht. Aus dieser Messreihe erhalten wir 480 Messwerte für den Umwandlungswirkungsgrad $\eta = P_{AC}/P_{DC} = f(P_{DC})$ mit U_{MPP} als Parameter, aufgetragen über die vorgegebene DC-Leistung P_{MPP} . Das Resultat ist ein dreidimensionales farbiges Diagramm.

MPPT-Anpassungswirkungsgrad: η_{MPPT}

In den oben genannten 480 Messpunkten wird bestimmt, wie viel der vorgegebenen DC-Leistung im MPP der PV-Generator-Kennlinie (P_{MPP}) der Wechselrichter statisch übernimmt, d.h. $\eta_{MPPT} = P_{DC}/P_{MPP}$ (P_{DC} = gemessene, effektiv vom Wechselrichter aufgenommene Leistung, kann von P_{MPP} abweichen).

Diese Werte werden in Funktion von P_{MPP} als Verhältnis von vorgegebener DC-Leistung (P_{MPP}) zu Wechselrichter DC-Eingangsnennleistung P_{DCN} dargestellt mit U_{MPP} als Parameter. Das Resultat ist ein dreidimensionales farbiges Diagramm.

Gesamtwirkungsgrad: η_{sum}

Multiplikation für alle 480 Messpunkte: $\eta_{sum} = \eta * \eta_{MPPT}$. Für die korrekte Berechnung des Gesamtwirkungsgrades müssen η_{MPPT} und η in Funktion von P_{MPP} (vom Solargenerator-Simulator angebotene Leistung im MPP) mit U_{MPP} als Parameter angegeben werden. Der Umwandlungswirkungsgrad η und der MPPT-Anpassungswirkungsgrad η_{MPPT} müssen gleichzeitig gemessen werden. Das Resultat ist ein dreidimensionales farbiges Diagramm.

maximaler Gesamtwirkungsgrad: η_{sumMax}

bei $x \% * P_{MPP}$, $xx \% * U_{MPP}$. Dies ist der maximale Wert des Gesamtwirkungsgrades bei einer bestimmten DC-Eingangsleistung P_{MPP} . Das Resultat ist ein einzelner Wert.

durchschnittlicher Gesamtwirkungsgrad: η_{AvgSum}

Zu einer Leistungsstufe werden alle Gesamtwirkungsgrad-ergebnisse aller Spannungsstufen aufaddiert und durch die Anzahl der Spannungsstufen geteilt. Das Resultat ist eine zweidimensionale Kennlinie.

Die Auswertung erfolgt über den gesamten vom Hersteller angegebenen U_{MPP} -Bereich inklusive der schraffierten Bereiche. Dies beinhaltet eventuell unmessbare MPP-Bereiche ebenso wie den Bereich der Strombegrenzung. Diese Bereiche sind schwarz gekennzeichnet und beinhalten den Wert null. Die Bildung des Durchschnitts erfolgt für die Leistungsstufen 5 bis 100 Prozent.

max. durchschnittlicher Gesamtwirkungsgrad: $\eta_{AvgSumMax}$

bei $x \% * P_{MPP}$, $xx \% * U_{MPP}$. Dies ist der maximale Wert des durchschnittlichen Gesamtwirkungsgrades bei einer bestimmten DC-Eingangsleistung P_{MPP} . Das Resultat ist ein einzelner Wert.

PHOTON Wirkungsgrad bei mittlerer Einstrahlung: η_{Pmed}

Europäische Gewichtung

$$\eta_{Pmed} = 0,03 * \eta_{AvgSum5} + 0,06 * \eta_{AvgSum10} + 0,13 * \eta_{AvgSum20} + 0,1 * \eta_{AvgSum30} + 0,48 * \eta_{AvgSum50} + 0,2 * \eta_{AvgSum100}$$
 Dabei kennzeichnet zum Beispiel $\eta_{AvgSum5}$ den durchschnittlichen Gesamtwirkungsgrad bei fünf Prozent der dem Wechselrichter vorgegebenen MPP-Nennleistung $P_{MPPNenn}$. Das Resultat ist ein einzelner Wert.

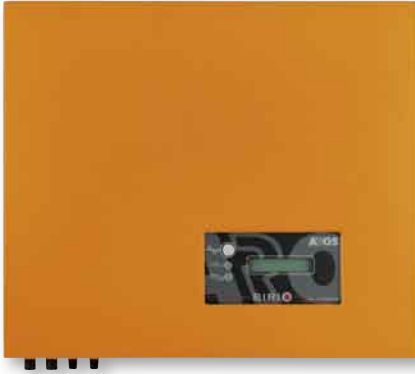
PHOTON Wirkungsgrad bei hoher Einstrahlung: η_{Phigh}

Kalifornische Gewichtung festgelegt durch die CEC: california energy comission

$$\eta_{Phigh} = 0,00 * \eta_{AvgSum5} + 0,04 * \eta_{AvgSum10} + 0,05 * \eta_{AvgSum20} + 0,12 * \eta_{AvgSum30} + 0,21 * \eta_{AvgSum50} + 0,53 * \eta_{AvgSum75} + 0,05 * \eta_{AvgSum100}$$
 Dabei kennzeichnet zum Beispiel $\eta_{AvgSum5}$ den durchschnittlichen Gesamtwirkungsgrad bei fünf Prozent der dem Wechselrichter vorgegebenen MPP-Nennleistung $P_{MPPNenn}$. Das Resultat ist ein einzelner Wert.

Übersicht der bis Ende Mai 2009 im PHOTON-Labor getesteten Wechselrichter

Aros Srl



Im Test: der Aros Sirio 4000

Photon DAS SOLARSTROM-MAGAZIN	
sehr gut	
95,1 % für mittlere Einstrahlung	12/2008
www.photon.de	

Arbeitsbereich des Aros Sirio 4000: 250 bis 450 Volt;
Nennleistung DC: 4,0 kW

Der Aros Sirio 4000 ist ein trafoloser Photovoltaikwechselrichter der Firma Aros Srl mit Sitz in Cormano, Italien. In Deutschland werden deren Produkte durch die Aros GmbH vertrieben.

Das Gerät mit einer Nennleistung von vier Kilowatt macht insgesamt einen aufgeräumten Eindruck, der aber durch die Vielzahl der Platinen und die mit zusätzlichen Ferritkernen versehenen Leistungskabel gestört wird. Wegen der geringen Abnahme des Umwandlungswirkungsgrades Richtung höherer MPP-Spannungen und der Abnahme um wenige Prozentpunkte bei höheren Leistungen fällt der PHOTON-Wirkungsgrad mit 95,1 Prozent entsprechend hoch aus. Für die Auslegung des MPPs einer PV-Anlage kann aber nur das mittlere Drittel des MPP-Spannungsbereiches gewählt werden.

Alles in allem ist das Gerät ein kleiner und leichter Wechselrichter mit einem sehr guten PHOTON-Wirkungsgrad.

PHOTON-Wirkungsgrad mittlere Einstrahlung: 95,1 %
Wert des nicht genutzten Solarstroms*):
1.685,60 Euro über 20 Jahre / 421,40 Euro je kW
Ausführlicher Testbericht: PHOTON 12-2008
www.aros.it

Conergy AG



Im Test: der Conergy IP 5000 vision

Photon DAS SOLARSTROM-MAGAZIN	
gut	
94,0 % für mittlere Einstrahlung	7/2007
www.photon.de	

Arbeitsbereich des Conergy IP 5000 vision: 300 bis
700 Volt; Nennleistung DC: 5,0 kW

Einzignach dem PHOTON-Wirkungsgrad beurteilt, gehört dieses Gerät zu den besseren, die bislang im Labor aufgetaucht sind. Der IPG 5000 vision erreicht mit einem Wirkungsgrad von 94 Prozent die Bewertung »gut«. Der maximale Wirkungsgrad wurde mit 96,1 Prozent gemessen. Bedenkliche ist, dass der Höchstwert bei einer MPP-Spannung von 679 Volt anlag. Dieser Wert befindet sich weit in jenem Bereich, in dem der Wechselrichter nicht arbeiten sollte, denn er würde sonst zerstört. Conergy hat den ursprünglich von 220 bis 750 Volt angegebenen Bereich für die MPP-Spannung nun auf die Spanne von 300 bis 700 Volt geändert, was allerdings noch nicht ausreicht. Im unteren Spannungsbereich beschränkte zudem eine Strombegrenzung die volle Leistungsverarbeitung des Geräts. Ausgelegt ist der IPG 5000 vision, beruhend auf einer Schaltung ohne Netztrenntrafo, für eine Leistung von fünf Kilowatt.

PHOTON-Wirkungsgrad mittlere Einstrahlung: 94,0 %
Wert des nicht genutzten Solarstroms*):
2.580 Euro über 20 Jahre / 516 Euro je kW
Ausführlicher Testbericht: PHOTON 7-2007
www.conergy.de

Delta Energy Systems GmbH



Im Test: der Delta Energy SI 3300

Photon DAS SOLARSTROM-MAGAZIN	
gut	
93,9 % für mittlere Einstrahlung	5/2008
www.photon.de	

Arbeitsbereich des Delta Energy SI 3300: 150 bis 435
Volt; Nennleistung DC: 3,6 kW

Der SI 3300 ist ein Photovoltaikwechselrichter der Delta Energy Systems GmbH. Sowohl für mittlere wie für hohe Einstrahlungswerte hebt sich der Wechselrichter wohltuend von der Konkurrenz ab, aber auch optisch hinterlässt das Gerät einen nachhaltig positiven Eindruck. Alle Herstellerangaben konnten bestätigt werden. Das PHOTON-Testlabor hat keinen Punkt gefunden, der an diesem Testkandidaten zu beanstanden wäre. Der PHOTON-Wirkungsgrad für mittlere Einstrahlung fällt mit 93,9 Prozent schon recht hoch aus. Die Auslegung des MPP einer Photovoltaikanlage kann gut im mittleren MPP-Spannungsbereich erfolgen. Der Wechselrichter besitzt allerdings keine Überlastreserven und muss daher genau auf die Erfordernisse des Photovoltaikgenerators ausgelegt werden, damit solare Leistungsspitzen nicht verloren gehen.

Alles in allem ein solides, gutes Gerät.

PHOTON-Wirkungsgrad mittlere Einstrahlung: 93,9 %
Wert des nicht genutzten Solarstroms*):
1.904,30 Euro über 20 Jahre / 524,60 Euro je kW
Ausführlicher Testbericht: PHOTON 5-2008
www.solar-inverter.com

*) Einspeisevergütung: 0,43 Euro/kWh, Ertrag des Generators: 1.000 kWh/Jahr, Nennleistung DC des Wechselrichters = Generatorleistung

Diehl AKO Stiftung & Co. KG



Im Test: der Diehl AKO Platinum 4600 S

Diehl AKO Stiftung & Co. KG



Im Test: der Diehl AKO Platinum 6300 TL

Fronius International GmbH



Im Test: der Fronius IG 30

Photon	
DAS SOLARSTROM-MAGAZIN	
befriedigend	
92,9 % für mittlere Einstrahlung	4/2008
www.photon.de	

Arbeitsbereich des Diehl AKO Platinum 4600 S: 320 bis 628 Volt; Nennleistung DC: 4,1 kW

Der Platinum 4600S des Herstellers Diehl AKO Stiftung & Co. KG reiht sich ins Mittelfeld der bislang getesteten Geräte ein. Sein PHOTON-Wirkungsgrad liegt für mittlere wie für hohe Einstrahlungswerte im befriedigenden Bereich. Für Dünnschichtmodule gibt es eine Einschränkung des MPP-Bereichs wegen der höheren Leerlaufspannungen dieser Module. Für die Auslegung des MPP einer Photovoltaikanlage sollte eher der untere MPP-Spannungsbereich gewählt werden. Der Wechselrichter besitzt mit nahezu 120 Prozent einen großen Überlastbereich und trägt damit, verbunden mit einer großen Temperaturzeitkonstante, zu einer einfacheren Auslegung einer Photovoltaikanlage im Hinblick auf Leistungsspitzen bei. Durch die Verwendung eines 50-Hertz-Ringkerntrafos gehört dieser Wechselrichter zu den schweren Vertretern. Alles in allem ein zufriedenstellendes Gerät.

PHOTON-Wirkungsgrad mittlere Einstrahlung: 92,9 %
 Wert des nicht genutzten Solarstroms^{*)}:
 2.503,46 Euro über 20 Jahre / 610,60 Euro je kW
 Ausführlicher Testbericht: PHOTON 4-2008
www.diehlako.de

Photon	
DAS SOLARSTROM-MAGAZIN	
sehr gut +	
96,8 % für mittlere Einstrahlung	2/2009
www.photon.de	

Arbeitsbereich des Diehl AKO Platinum 6300 TL: 350 bis 710 Volt; Nennleistung DC: 5,7 kW

Der Platinum 6300 TL, ein Gerät mit 5.500 Watt AC-Nennleistung sowie 5.700 Watt DC-Nennleistung und 6.300 Watt maximaler DC-Leistung, ist übersichtlich in Aufbau und Handhabung und verfügt über ein informatives Display.

Die Spannungs- und Leistungsabhängigkeit des Umwandlungswirkungsgrades ist sehr gering. Der Gesamtwirkungsgrad verläuft über den zulässigen Spannungsbereich mit hoher Konstanz. Das Resultat ist ein sehr hoher PHOTON-Wirkungsgrad. Ein großer Überlastbereich von 112 Prozent trägt ebenfalls zur einfachen Auslegung bei, die hohe Temperaturzeitkonstante des Kühlsystems tut ihr Übriges: Der Temperaturbereich des Wechselrichters ist sehr groß. Mit einem »sehr gut +« beim PHOTON-Wirkungsgrad in Kombination mit weiteren Vorzügen gehört der Platinum 6300 TL somit zum Spitzenfeld aller bisherigen Testkandidaten.

PHOTON-Wirkungsgrad mittlere Einstrahlung: 96,8 %
 Wert des nicht genutzten Solarstroms^{*)}:
 1.568,64 Euro über 20 Jahre / 275,2 Euro je kW
 Ausführlicher Testbericht: PHOTON Profi 2-2009
www.diehlako.de

Photon	
DAS SOLARSTROM-MAGAZIN	
ausreichend	
91,4 % für mittlere Einstrahlung	1/2007
www.photon.de	

Arbeitsbereich des Fronius IG 30: 150 bis 397 Volt; Nennleistung DC: 2,7 kW

Das erste Gerät in der PHOTON-Testreihe erfüllte im Großen und Ganzen alle Angaben des Herstellers. Konzipiert für Anlagen mit einer Leistung von 2,5 bis 3,6 Kilowatt gehört es zur Gruppe der Wechselrichter mit Transformator. Auffällig bleibt im Rückblick, dass der IG 30 drei Wirkungsgradspitzen aufweist, von denen eine 94 Prozent erreicht – in einem einzigen Spannungspunkt, nämlich bei 280 Volt. Da jedoch keine Solaranlage stets diese Spannung liefert, fällt das Gerät schnell in niedrigere Leistungsgrade. Der PHOTON-Wirkungsgrad liegt gerade einmal bei 91,37 Prozent. Eines ist diesem Gerät aber nicht vorzuwerfen: dass der MPP-Spannungsbereich zu großzügig ausgelegt wäre. Von 150 bis 400 Volt arbeitet der Wechselrichter zuverlässig. Auch nachträglich veränderte die Fronius AG nichts an dieser Spanne: »Der IG 30 wurde für den Einsatz in einem extrem breiten Spannungsbereich entwickelt«, schreibt das Unternehmen.

PHOTON-Wirkungsgrad mittlere Einstrahlung: 91,4 %
 Wert des nicht genutzten Solarstroms^{*)}:
 1.989,52 Euro über 20 Jahre / 739,60 Euro je kW
 Ausführlicher Testbericht: PHOTON 1-2007
www.fronius.de

Übersicht der bis Ende Mai 2009 im PHOTON-Labor getesteten Wechselrichter (Fortsetzung)

Fronius International GmbH



Im Test: der Fronius IG Plus 50

Photon	
DAS SOLARSTROM-MAGAZIN	
gut	
94,5 % für mittlere Einstrahlung	8/2008
www.photon.de	

Arbeitsbereich des Fronius IG Plus 50: 230 bis 500 Volt; Nennleistung DC: 4,2 kW

Der IG Plus 50 ist mit einem PHOTON-Wirkungsgrad von 94,5 Prozent unbestritten ein wirklich guter Wechselrichter. Über alle Spannungen und Leistungen hinweg fällt der Spitzenwert des Wirkungsgrades nur geringfügig ab. Insgesamt wirkt der IG Plus 50 konsequent durchdacht. Durch den modularen Aufbau und seine Flexibilität ist er für alle zurzeit vorstellbaren Anlagenkonfigurationen geeignet – ein großer Pluspunkt. Für die Auslegung des MPP einer Photovoltaikanlage können die oberen zwei Drittel des nutzbaren MPP-Spannungsbereichs gewählt werden, da hier der Wirkungsgrad am höchsten ausfällt. Keine Sorgen braucht sich der Anwender um ein mögliches Heißlaufen seines Wechselrichters zu machen – der Temperaturbereich des Wechselrichters ist sehr weit. Wer dieses Gerät kauft und korrekt auslegt, braucht sich keine Sorgen um seine Erträge zu machen.

PHOTON-Wirkungsgrad mittlere Einstrahlung: 94,5 %
Wert des nicht genutzten Solarstroms*): 1.986,60 Euro über 20 Jahre / 473,00 Euro je kW
Ausführlicher Testbericht: PHOTON 8-2008
www.fronius.de

Ingeteam S.A.



Im Test: der Ingeteam Ingecon Sun 3,3 TL

Photon	
DAS SOLARSTROM-MAGAZIN	
befriedigend	
93,4 % für mittlere Einstrahlung	8/2007
www.photon.de	

Arbeitsbereich des Ingeteam Ingecon Sun 3,3 TL: 159 bis 414 Volt; Nennleistung DC: 3,5 kW

Mit dem Ingecon Sun 3,3 TL der spanischen Ingeteam SA liegt ein Gerät vor mit einem befriedigenden PHOTON-Wirkungsgrad. Er ist für Anlagen der Größe 3,3 Kilowatt zu verwenden. Im Test konnten der maximale Wirkungsgrad von 96,5 Prozent fast nachgewiesen werden. Der Schwachpunkt dieses Wechselrichters ist, dass er seinen höchsten Wirkungsgrad von 96,3 Prozent bei einer MPP-Spannung von 380 Volt erreicht, ein Wert, der sich bereits an der Zerstörungsgrenze für das Gerät befindet. Ursprünglich hatte Ingeteam einen MPP-Spannungsbereich von 125 bis 450 Volt angegeben. Der Bereich, in dem der Wechselrichter sinnvoll betrieben werden kann, reicht allerdings im oberen Feld nur bis 370 Volt. Ingeteam hat daher inzwischen die Angabe für den Spannungsbereich abgeändert und damit auch die PHOTON-Bewertung positiv verändert – für 160 bis 415 Volt sollte der Wechselrichter nun ausgelegt werden.

PHOTON-Wirkungsgrad mittlere Einstrahlung: 93,4 %
Wert des nicht genutzten Solarstroms*): 1.986,60 Euro über 20 Jahre / 567,60 Euro je kW
Ausführlicher Testbericht: PHOTON 8-2007
www.ingeteam.com

Kaco New Energy GmbH



Im Test: der Kaco Powador 2500xi

Photon	
DAS SOLARSTROM-MAGAZIN	
befriedigend	
92,5 % für mittlere Einstrahlung	12/2007
www.photon.de	

Arbeitsbereich des Kaco Powador 2500xi: 350 bis 597 Volt; Nennleistung DC: 2,7 kW

Der Powador 2500xi arbeitet am besten bei kleineren MPP-Spannungen. Für den minimalen Wert von 350 Volt erreicht er auch fast den vom Hersteller angegebenen maximalen Wirkungsgrad von 95,6 Prozent. Beides sind gute Daten. Über den gesamten Spannungsbereich, der sich von 350 bis 600 Volt über einen großen Abschnitt erstreckt, fällt der Wirkungsgrad in weiten Teilen auf 93 und 92 Prozent ab, sodass es bei der Note nach PHOTON-Maßstab nur für ein »befriedigend« für mittlere wie hohe Einstrahlung reicht. An keinem Punkt besteht die Gefahr einer kritischen Annäherung der MPP-Spannung an die maximale Eingangsspannung. Kaco veränderte den MPP-Spannungsbereich auch nicht. Das Gerät ist zudem mit 114 Prozent gut überlastbar und nimmt auch Leistungsspitzen mit. Es ist Teil der Powador-Familie xx00xi, die mit ihren traflosen Geräten Eingangsleistung von 2,7 bis 5,7 Kilowatt abdeckt.

PHOTON-Wirkungsgrad mittlere Einstrahlung: 92,5 %
Wert des nicht genutzten Solarstroms*): 1.747,95 Euro über 20 Jahre / 645,00 Euro je kW
Ausführlicher Testbericht: PHOTON 12-2007
www.kaco-newenergy.de

*) Einspeisevergütung: 0,43 Euro/kWh, Ertrag des Generators: 1.000 kWh/Jahr, Nennleistung DC des Wechselrichters = Generatorleistung

Kostal Solar Electric GmbH



Im Test: Der Kostal Piko 10.1



Arbeitsbereich des Kostal Piko 10.1: 400 bis 850 Volt,
Nennleistung DC: 9,65 kW

Mit dem Piko 10.1 ging das erste Gerät der Kostal Solar Electric GmbH in den PHOTON-Wechselrichtertest. Der Testkandidat ist ein Multitracker-Wechselrichter mit drei MPP-Trackern, die unabhängig voneinander den MPP eines angeschlossenen Modulstrings ansteuern können. Die drei Tracker können also asymmetrisch belastet werden.

Der PHOTON-Wirkungsgrad wurde, wie bei allen getesteten Multitracker-Geräten, unter symmetrischer Belastung aller drei MPP-Tracker ermittelt. Mit 94,0 Prozent für mittlere Einstrahlung verdient der Piko sich hier die Note »gut«. Den guten Eindruck trübt eigentlich nur der vom Hersteller spezifizierte MPP-Spannungsbereich. Mit 400 bis 850 Volt ist er sehr weit, hat aber keinen ausreichenden Abstand zur maximalen DC-Spannung des Wechselrichters und ist deshalb selbst für kristalline Module, vor allem aber für Dünnschichtmodule nicht voll nutzbar.

PHOTON-Wirkungsgrad mittlere Einstrahlung: 94,0 %
Wert des nicht genutzten Solarstroms*):
4.979,40 Euro über 20 Jahre / 516,00 Euro je kW
Ausführlicher Testbericht: PHOTON Profi 7-2009
www.kostal-solar-electric.com

Mitsubishi Electric Corporation



Im Test: der Mitsubishi PV-PNS06ATL-GER



Arbeitsbereich des Mitsubishi PV-PNS06ATL-GER:
260 bis 650 Volt; Nennleistung DC: 4,8 kW

Der PV-PNS06ATL-GER ist ein Photovoltaikwechselrichter des japanischen Konzerns Mitsubishi Electric Corp. Das Gerät mit dem unsäglichen Namen arbeitet effizient und zuverlässig. Hervorzuheben ist vor allem der gute Anpassungswirkungsgrad des traflosen und verhältnismäßig leichten Wechselrichters. Nur einen Bruchteil der vom Generator gelieferten Leistung nutzt er nicht. So kommt es, dass sich die Werte für den Umwandlungs- und für den Gesamtwirkungsgrad nur geringfügig unterscheiden. Das Maximum des Umwandlungswirkungsgrades liegt bei 96,13 Prozent. Der PHOTON-Wirkungsgrad beträgt 93,9 Prozent. Für die Auslegung des MPPs einer Photovoltaikanlage sollte eher der mittlere MPP-Spannungsbereich gewählt werden. Der PV-PNS06ATL-GER ist ein gutes Gerät und liegt in der Reihe der bislang von PHOTON getesteten Wechselrichter im oberen Drittel.

PHOTON-Wirkungsgrad mittlere Einstrahlung: 93,9 %
Wert des nicht genutzten Solarstroms*):
2.507,59 Euro über 20 Jahre / 524,60 Euro je kW
Ausführlicher Testbericht: PHOTON 6-2008
www.mitsubishi-pv.de

Phoenixtec Power Co. Ltd.



Im Test: der Phoenixtec PVG 2800



Arbeitsbereich des Phoenixtec PVG 2800: 250 bis
450 Volt; Nennleistung DC: 2,9 kW

Ein alter Bekannter wurde nach einer ordentlichen Kur nochmals im PHOTON-Testlabor vorgestellt: Der PVG 2800 des Herstellers Phoenixtec Power Co. Ltd. Der Umwandlungswirkungsgrad weist nunmehr einen leicht verbesserten Wert von maximal 96,7 Prozent auf. Mit 94,4 Prozent fällt der PHOTON-Wirkungsgrad für mittlere Einstrahlung gut aus. Der PHOTON-Wirkungsgrad für hohe Einstrahlung liegt, bedingt durch den recht konstanten Verlauf der Gesamtwirkungsgradkurven bei höheren Leistungen und einer hier vorliegenden höheren Gewichtung, sogar bei sehr guten 95,1 Prozent. Die Differenz von circa zwei Prozentpunkten zwischen Umwandlungswirkungsgrad und PHOTON-Wirkungsgrad deutet auf die Spannungs- und Leistungsabhängigkeit des Wirkungsgrades hin. Für die Auslegung einer Photovoltaikanlage sollte daher eher der mittlere MPP-Spannungsbereich gewählt werden.

PHOTON-Wirkungsgrad mittlere Einstrahlung: 94,4 %
Wert des nicht genutzten Solarstroms*):
1.419,28 Euro über 20 Jahre / 481,60 Euro je kW
Ausführlicher Testbericht: PHOTON 5-2008
www.phoenixtec.com.tw/solar

Übersicht der bis Ende Mai 2009 im PHOTON-Labor getesteten Wechselrichter (Fortsetzung)

Power-One SpA



Im Test: der Power-One Aurora PVI-6000-OUTD-5

Photon DAS SOLARSTROM-MAGAZIN	
sehr gut	
95,4 % für mittlere Einstrahlung	3/2009
www.photon.de	

Arbeitsbereich des Power-One Aurora PVI-6000-OUTD-5: 180 bis 530 Volt; Nennleistung DC: 6,2 kW

Der trafolose Wechselrichter Aurora PVI-6000-OUTD-S, hergestellt von Power-One SpA, ist der erste Multitracker-Wechselrichter auf dem PHOTON-Prüfstand: Zwei unabhängige DC-Eingänge mit je einem MPP-Tracker zum Auffinden des optimalen Arbeitspunktes ermöglichen den Anschluss von zwei unterschiedlichen Teilgeneratoren. Diese können beim Aurora-Gerät zudem unterschiedlich groß ausfallen, der Wechselrichter lässt sich auch asynchron belasten. Der PVI-6000-OUTD-S eroberte sich dabei mit einem »sehr gut« für 95,4 Prozent den vierten Platz unter allen bislang getesteten Geräten.

Das Gerät arbeitet mit Konvektionskühlung. Bei der Wahl des Standortes eröffnet der Aurora PVI-6000-OUTD-S damit viele Optionen. Vor allem aber das Multitracker-Konzept in Kombination mit dem sehr guten Wirkungsgrad machen ihn zu einem ungemein vielseitig einsetzbaren Gerät.

PHOTON-Wirkungsgrad mittlere Einstrahlung: 95,4 %
Wert des nicht genutzten Solarstroms^{*)}: 2.452,72 Euro über 20 Jahre / 395,60 Euro je kW
Ausführlicher Testbericht: PHOTON Profi 3-2009
www.power-one.com/alternative-energy

Refu Elektronik GmbH



Im Test: der Refusol 11 K

Photon DAS SOLARSTROM-MAGAZIN	
sehr gut +	
96,9 % für mittlere Einstrahlung	9/2008
www.photon.de	

Arbeitsbereich des Refusol 11 K: 380 bis 800 Volt; Nennleistung DC: 11,0 kW

Ein Spitzenwirkungsgrad, eine kompakte Bauform, und eine außergewöhnlich stabile Arbeitsweise: Mit dem Refusol 11 K hat die Firma Refu Elektronik ein ausgezeichnetes Gerät vorgelegt. Es sollte eines nicht vergessen werden: Dieser PV-Wechselrichter ist der erste, den Refu Elektronik entwickelt hat. Welches Potenzial noch in der Firma schlummert, lässt sich anhand des gelungenen Debüts im Photovoltaikmarkt nur erahnen.

Der maximale Umwandlungswirkungsgrad beträgt glatt 98 Prozent. Solch ein Wert wurde zuvor im Testlabor nur einmal gemessen: Der SMC 8000TL von SMA weist ähnlich gute Werte auf. Es ergibt sich für den Refusol 11 K ein PHOTON-Wirkungsgrad von 96,9 Prozent, das Gerät erhält somit die Note »sehr gut +«. Der Wechselrichter ist ein Spitzengerät, von dessen Schlag sich die Redaktion noch viele weitere wünscht.

PHOTON-Wirkungsgrad mittlere Einstrahlung: 96,9 %
Wert des nicht genutzten Solarstroms^{*)}: 2.932,60 Euro über 20 Jahre / 266,60 Euro je kW
Ausführlicher Testbericht: PHOTON 9-2008
www.refu-elektronik.de

Riello UPS GmbH



Im Test: der Riello HP 4065REL

Photon DAS SOLARSTROM-MAGAZIN	
ausreichend	
91,7 % für mittlere Einstrahlung	9/2007
www.photon.de	

Arbeitsbereich des Riello HP 4065REL: 255 bis 435 Volt; Nennleistung DC: 4,0 kW

Beim Riello HP 4065REL ist die Eingangsspannung nicht optimal, denn wie die weißen Schraffuren im Diagramm deutlich machen, arbeitet der Wechselrichter in den hohen Spannungsbereichen unter Lebensdauerverkürzenden Bedingungen. Der PHOTON-Wirkungsgrad liegt mit fast 94 Prozent in einem guten Bereich.

Sehr gute Werte erzielte das Gerät bei der Messung des maximalen und des Europäischen Wirkungsgrads: Für ersteren zeigten die Messinstrumente statt 96 Prozent sogar 96,65 Prozent an. Der gleiche Fall trat für den Europäischen Wirkungsgrad ein, der im Test die Herstellerangabe von 94 Prozent um mehr als einen Prozentpunkt übersprang. Um dies in der Praxis nutzen zu können, muss man den Arbeitsbereich jedoch sinnvoll wählen. Alle Geräte der Helios-Familie beruhen auf einer Schaltung ohne Netztrenntrafo und können für Anlagen der Leistungsgröße 1,5 bis 4,6 Kilowatt ausgelegt werden.

PHOTON-Wirkungsgrad mittlere Einstrahlung: 91,7 %
Wert des nicht genutzten Solarstroms^{*)}: 2.855,20 Euro über 20 Jahre / 713,80 Euro je kW
Ausführlicher Testbericht: PHOTON 9-2007
www.riello-ups.de

^{*)} Einspeisevergütung: 0,43 Euro/kWh, Ertrag des Generators: 1.000 kWh/Jahr, Nennleistung DC des Wechselrichters = Generatorleistung

SMA Solar Technologie AG



Im Test: Der SMA SB 2100TL



Arbeitsbereich des SMA SB 2100TL: 200 bis 480 Volt,
Nennleistung DC: 2,0 kW

Der kleinste trafolose Wechselrichter der »Sunny Boy«-Familie stammt aus dem Jahr 2002, die Entwicklung basiert noch auf dem Konzept der 1999 eingeführten ersten traflosen SMA-Inverter. Der Umwandlungswirkungsgrad erreichte im Test seinen höchsten Wert von 96 Prozent in der oberen Hälfte des MPP-Spannungsbereichs. Die Spannungsabhängigkeit des Umwandlungswirkungsgrades ist relativ gering, die Leistungsabhängigkeit hingegen recht groß. Ähnliches gilt für den Gesamtwirkungsgrad (das Produkt aus Umwandlungswirkungsgrad und MPPT-Anpassungswirkungsgrad), der bei maximal 95,9 Prozent liegt.

Ein Schwachpunkt ist die Anzeige der Wechselrichterausgangsleistung: Sie weist besonders bei kleineren Leistungen eine große Ungenauigkeit auf.

Insgesamt fällt die Bewertung des Wechselrichters gut aus, er liegt im Mittelfeld der bisherigen Testkandidaten.

PHOTON-Wirkungsgrad mittlere Einstrahlung: 93,7 %
Wert des nicht genutzten Solarstroms*):
1.083,60 Euro über 20 Jahre / 541,80 Euro je kW
Ausführlicher Testbericht: PHOTON Profi 5-2009
www.sma.de

SMA Solar Technologie AG



Im Test: der SMA SB 3800



Arbeitsbereich des SMA SB 3800: 208 bis 395 Volt;
Nennleistung DC: 4,0 kW

Ursprünglich war der Wechselrichter wegen anderer Applikationen für Eingangsspannungen bis zu 500 Volt gedacht, durfte aber oberhalb von 450 Volt nur mit entsprechender Spannungsbegrenzung betrieben werden. SMA verfolgte mit diesem Wechselrichter mit Niederfrequenztrafo das Ziel, ein leistungsfähiges Gerät für einen weiten Eingangsspannungsbereich anzubieten. Durch die nunmehr getroffene praxistaugliche Angabe des MPP-Bereiches, hat sich diese Absicht zerschlagen, aber dafür kann der Wechselrichter mit den neuen Werten für den MPP-Bereich für alle kristallinen Module sicher betrieben werden; lediglich in Kombination mit Dünnschichtmodulen bewegt sich der Wechselrichter im oberen Spannungsbereich auf kritischem Terrain. Der PHOTON-Wirkungsgrad liegt mit 93,2 Prozent. Geeignet ist das Gerät aus der Familie der Sunny Boys für Eingangsleistungen von bis zu rund vier Kilowatt.

PHOTON-Wirkungsgrad mittlere Einstrahlung: 93,2 %
Wert des nicht genutzten Solarstroms*):
2.362,59 Euro über 20 Jahre / 584,80 Euro je kW
Ausführlicher Testbericht: PHOTON 2-2007
www.sma.de

SMA Solar Technologie AG



Im Test: Der SMA SB 5000TL-20



Arbeitsbereich des SMA SB 5000TL-20: 175 bis 440
Volt, Nennleistung DC: 4,8 kW

Der SMA SB 5000TL-20 ist das zweite Multitracker-Gerät auf den Wechselrichterprüfstand. Auf den beiden Gleichstromeingängen des SMA-Geräts sucht jeweils ein MPP-Tracker nach dem günstigsten Arbeitspunkt, und beide Eingänge können dabei unterschiedliche Belastung aufnehmen. Für die Bewertung wurde indes der symmetrische Arbeitszustand herangezogen. Der SB 5000TL-20, ein sehr übersichtlich und kompakt aufgebautes Gerät, erreicht hierbei einen Umwandlungswirkungsgrad von maximal 97 Prozent. Dieses Resultat ist nur sehr wenig von der Spannung und schon etwas mehr von der Leistung abhängig. Alles in allem aber erreicht das Gerät über den gesamten Arbeitsbereich eine sehr gute Anpassung an den MPP und damit auch hohe Gesamtwirkungsgrade. Daraus resultiert ein sehr guter PHOTON-Wirkungsgrad von 95,7 Prozent für mittlere Einstrahlung.

PHOTON-Wirkungsgrad mittlere Einstrahlung: 95,7 %
Wert des nicht genutzten Solarstroms*):
1.775,04 Euro über 20 Jahre / 369,80 Euro je kW
Ausführlicher Testbericht: PHOTON Profi 4-2009
www.sma.de

Übersicht der bis Ende Mai 2009 im PHOTON-Labor getesteten Wechselrichter (Fortsetzung)

SMA Solar Technologie AG



Im Test: der SMA SMC 8000TL

Photon DAS SOLARSTROM-MAGAZIN	
sehr gut +	
96,9 % für mittlere Einstrahlung	10/2007
www.photon.de	

Arbeitsbereich des SMA SMC 8000TL: 335 bis 487 Volt; Nennleistung DC: 8,3 kW

Bloß die Note »sehr gut« zu vergeben, wäre diesem Gerät nicht gerecht geworden. Mit einem PHOTON-Wirkungsgrad von fast 97 Prozent für mittlere und hohe Sonneneinstrahlung hebt sich der SMC 8000 TL so weit von der Konkurrenz ab, dass eine weiterführende Differenzierung der Bestnote mit einem und mit zwei Pluszeichen getroffen wurde. Der Wechselrichter arbeitet stabil und schöpft seinen gesamten MPP-Spannungsbereich von 335 bis 500 Volt aus. Die Auslegung des Geräts für eine Anlage gestaltet sich daher einfach, ist nur durch den schmalen Eingangsspannungsbereich eingeschränkt. Seine Anzeige ist exakt, der Temperaturbereich angenehm groß. In den Tests wurden die Spitzenwerte für den maximalen Wirkungsgrad von sage und schreibe knapp 98 Prozent auf den Punkt bestätigt. Es handelt sich um ein trafoloses Gerät, das für Anlagen ab etwa 20 Kilowatt im Dreierpack gedacht ist.

PHOTON-Wirkungsgrad mittlere Einstrahlung: 96,9 %
Wert des nicht genutzten Solarstroms^{*)}:
2.199,45 Euro über 20 Jahre / 266,60 Euro je kW
Ausführlicher Testbericht: PHOTON 10-2007
www.sma.de

Solon Inverters AG



Im Test: der Solon Satis 40/750 IT

Photon DAS SOLARSTROM-MAGAZIN	
befriedigend	
92,3 % für mittlere Einstrahlung	11/2008
www.photon.de	

Arbeitsbereich des Solon Satis 40/750 IT: 375 bis 575 Volt; Nennleistung DC: 4,0 kW

Bei dem getesteten Gerät handelt es sich laut Solon um ein Vorseriengerät, dass nur in geringen Stückzahlen verkauft wurde. Der Umwandlungswirkungsgrad weist seinen höchsten Wert von 95,8 Prozent bei kleinsten MPP-Spannungen auf. Der PHOTON-Wirkungsgrad für mittlere Einstrahlung fällt mit 92,3 Prozent niedrig aus. Für die Auslegung des MPPs einer Photovoltaikanlage sollte nur der untere Teil des nutzbaren MPP-Spannungsbereichs gewählt werden. Der Wechselrichter besitzt keinen Überlastbereich, sondern zeigt bei Nennleistung schon eine geringe Tendenz zur Abregelung der Leistung. Die gezeigte Empfindlichkeit bei kleinen Leistungen wirkt sich nicht sehr stark auf den Jahresertrag aus, jedoch sinkt durch unnötiges Aus- und Einschalten die Lebenserwartung des Geräts. Das sollten Interessenten bei Ihrer Kaufentscheidung berücksichtigen.

PHOTON-Wirkungsgrad mittlere Einstrahlung: 92,3 %
Wert des nicht genutzten Solarstroms^{*)}:
2.648,80 Euro über 20 Jahre / 662,20 Euro je kW
Ausführlicher Testbericht: PHOTON 11-2008
www.soloninverters.com

Sunways AG



Im Test: der Sunways AT 4500

Photon DAS SOLARSTROM-MAGAZIN	
gut	
94,6 % für mittlere Einstrahlung	7/2008
www.photon.de	

Arbeitsbereich des Sunways AT 4500: 250 bis 600 Volt; Nennleistung DC: 4,7 kW

Der AT 4500 ist ein trafoloser Photovoltaikwechselrichter der Sunways Photovoltaic Technology AG. Das getestete Gerät gehört zu den besten, die das Testlabor bislang untersucht hat. Der PHOTON-Wirkungsgrad – berechnet über alle Wirkungsgrade bei verschiedenen Spannungen und Leistungen – fällt mit 94,6 Prozent hoch aus. Für die Auslegung des MPPs einer Photovoltaikanlage sollte der mittlere MPP-Spannungsbereich gewählt werden. Und ein zweiter Tipp: Da der Wechselrichter keine Überlastfähigkeit besitzt, sollte die Leistung des Photovoltaikgenerators möglichst genau auf die des Wechselrichters angepasst werden. Die einzige erwähnenswerte Schwachstelle des AT 4500 sind die angezeigten Werte im Display. Dies ist zwar sehr informativ und übersichtlich, aber für einen genauen Vergleich der Ertragswerte der Anlage nicht geeignet, da zu ungenau.

PHOTON-Wirkungsgrad mittlere Einstrahlung: 94,6 %
Wert des nicht genutzten Solarstroms^{*)}:
2.182,68 Euro über 20 Jahre / 464,40 Euro je kW
Ausführlicher Testbericht: PHOTON 7-2008
www.sunways.de

^{*)} Einspeisevergütung: 0,43 Euro/kWh, Ertrag des Generators: 1.000 kWh/Jahr, Nennleistung DC des Wechselrichters = Generatorleistung

Sunways AG



Im Test: Sunways NT 2600 ¹⁾ oberer Spannungsbereich

Sunways AG



Im Test: Sunways NT 2600 ²⁾ unterer Spannungsbereich

Xantrex Technology SL



Im Test: der Xantrex GT5.0SP

Photon	
DAS SOLARSTROM-MAGAZIN	
befriedigend	
92,3 % für mittlere Einstrahlung	11/2007
www.photon.de	

Arbeitsbereiche des Sunways NT 2600 (oberer Spannungsbereich): 476 bis 749 Volt; Nennleistung DC: 2,6 kW

Photon	
DAS SOLARSTROM-MAGAZIN	
gut	
93,8 % für mittlere Einstrahlung	11/2007
www.photon.de	

Arbeitsbereich des Sunways NT 26000 (unterer Spannungsbereich): 350 bis 623 Volt; Nennleistung DC: 2,6 kW

Photon	
DAS SOLARSTROM-MAGAZIN	
gut	
94,1 % für mittlere Einstrahlung	1/2009
www.photon.de	

Arbeitsbereich des Xantrex GT5.0SP: 240 bis 550 Volt; Nennleistung DC: 5,3 kW

Mit dem NT 2600 hat die deutsche Sunways AG einen Wechselrichter erschaffen der heute die Grundlage einer vier Geräte umfassenden Familie bildet und der einen sehr guten Wirkungsgrad erzielt. Da das Gerät über einen Schiebeschalter verfügt, mit dem sich der Spannungsbereich »kleiner gleich 630 Volt« und »größer 630 Volt« einstellen lässt, wurde der Wechselrichter zweimal getestet – für den oberen Spannungsbereich von 476 bis 750 Volt und für den unteren mit 350 bis 620 Volt. Die Ergebnisse zeigen, dass das Gerät den besseren Wirkungsgrad im unteren Spannungsbereich erzielt. Das Gerät verfügt über keinen Netztrenntransformator und sollte mit Anlagen von 2,3 Kilowatt Leistung gekoppelt werden.

Der Wechselrichter GT5.0SP wird vom Hersteller Xantrex Technology Inc hergestellt. Mit einem PHOTON-Wirkungsgrad von 94,1 Prozent erreicht der GT5.0SP eine gute Platzierungen. Charakteristisch für das ohne Lüfter arbeitende Gerät ist der frontseitig montierte Kühlkörper. Schwächen zeigen sich bei hohen Spannungen und kleinen Leistungen. In der Summe erreicht der GT5.0SP ein recht homogenes Bild und eben deshalb – trotz seines nicht allzu hohen maximalen Umwandlungswirkungsgrades und des weiten Spannungsbereiches – auch einen guten PHOTON-Wirkungsgrad. Die Homogenität erleichtert auch die Auslegung einer Photovoltaikanlage, hier kann fast der gesamte MPP-Spannungsbereich gewählt werden. Die Leistung des Solargenerators sollte hingegen wegen der nur geringen Überlastfähigkeit genau auf diejenige des Wechselrichters angepasst werden.

¹⁾ PHOTON-Wirkungsgrad mittlere Einstrahlung: 92,3 %
Wert des nicht genutzten Solarstroms¹⁾:
¹⁾ 1.721,72 Euro über 20 Jahre / 662,20 Euro je kW
Ausführlicher Testbericht: PHOTON 11-2007
www.sunways.de

²⁾ PHOTON-Wirkungsgrad mittlere Einstrahlung: 93,8 %
Wert des nicht genutzten Solarstroms¹⁾:
²⁾ 1.386,32 Euro über 20 Jahre / 533,20 Euro je kW
Ausführlicher Testbericht: PHOTON 11-2007
www.sunways.de

PHOTON-Wirkungsgrad mittlere Einstrahlung: 94,1 %
Wert des nicht genutzten Solarstroms¹⁾:
2.689,22 Euro über 20 Jahre / 507,40 Euro je kW
Ausführlicher Testbericht: PHOTON Profi 1-2009
www.xantrex.com/german

richter seinen Dienst einstellen.

Der daraus resultierende Effekt auf die Note ist gewollt und eine Folge der Überlegungen zum tatsächlich nutzbaren MPP-Bereich des Wechselrichters: Nur wenn ein Wechselrichter tatsächlich im vom Hersteller angegebenen Spannungsbereich ohne Einschränkungen arbeiten kann, wird er auch eine gute Note im Test erhalten. In der Konsequenz bewirkt die herstellerseitige Angabe eines sinnvollen MPP-Bereichs eine Verbesserung der Note.

Im Ergebnis wird also der PHOTON-Wirkungsgrad häufig unter den Wirkungsgradangaben der Hersteller liegen, da diese in der Regel bei der »schönsten« Spannung gemessen und Fehlanpassungen und unzulässige Betriebsbereiche nicht berücksichtigt wurden. Das kann zwar dazu führen, dass der PHOTON-Wirkungsgrad einen Wechselrichter mitunter schlechter aussehen lässt als er in einer konkreten Anlage arbeitet, denn dieser berücksichtigt den gesamten vom Hersteller freigegebenen Eingangsspannungsbereich – unabhängig davon, welcher Bereich in einer konkreten Anlage tatsächlich genutzt wird. Der PHOTON-Wirkungsgrad macht somit eine Aussage darüber, wie gut ein Wechselrichter

mindestens ist – und zwar für alle Anlagenkonfigurationen, die den Bereich der vom Hersteller erlaubten Eingangsspannung einhalten.

Beispiele aus der Praxis

Betrachten wir einmal ein Fünf-Kilowatt-Gerät. Ein aktuell sehr gutes Modell zu einem Preis von rund 2.000 Euro kann 97 Prozent des produzierten Solarstroms in das Netz einspeisen. Drei Prozent des maximal möglichen Ertrags werden also verworfen. An guten Standorten können das jährlich 30 Kilowattstunden pro Kilowatt installierter Leistung sein, mithin 150 Kilowattstunden. Bei einer Vergütung von aktuell 43,01 Cent pro Kilowattstunde entspricht dies 64,52 Euro pro Jahr, im Laufe der Vergütungsperiode (20 Jahre plus dem Jahr der Inbetriebnahme) mithin mindestens 1.285 Euro (die entgangenen Zinsen nicht mitgerechnet). Dem Betreiber entstehen, so betrachtet, aus Anschaffung und Betrieb eines guten Wechselrichters Gesamtkosten von 3.285 Euro.

Zum Vergleich soll einer der schlechtesten der von PHOTON getesteten Wechselrichter, der (inzwischen vom Markt genommene) Siemens Sitop solar 1100 Master, mit

einem PHOTON-Wirkungsgrad von rund 90 Prozent betrachtet werden. Dieses Gerät verheizt also zehn Prozent des erzeugten Solarstroms, mithin jährlich 100 Kilowattstunden pro Kilowatt. Das sind 500 Kilowattstunden oder 215,05 Euro pro Jahr und somit mindestens 4.301 Euro über die gesamte Vergütungsdauer, die dem Betreiber an Einspeisevergütung verloren gehen. Vergleicht man diesen Posten mit den 1.285 Euro, die bei einem guten Wechselrichter verloren gehen, beträgt die Differenz rund 3.000 Euro (ohne Zinseszins effekte, die den Verlust noch vergrößern). Für einen derart schlechten Wechselrichter gilt im wahrsten Sinne des Wortes, dass er selbst geschenkt noch zu teuer ist. Genau genommen müsste der Anlagenbetreiber 1.000 Euro vom Hersteller des schlechten Wechselrichters erhalten, damit er diesen – anstelle des guten Gerätes – in seiner Anlage einsetzt.

Die Betreiber haben also ein großes Interesse daran, dass möglichst viel des vom Solargenerator erzeugten Solarstroms auch ins Netz eingespeist wird. Und das PHOTON-Labor wird dazu gern die passenden Tests liefern. Philippe Welter

Unser Angebot für Wechselrichterhersteller und Installateure

Aufnahme neuer Geräte

Am Anfang stand die Frage von angehenden Anlagenbetreibern, aber auch von Installateuren, welcher Wechselrichter wie gut arbeitet. Bei den Tests haben wir also vor allem die Interessen unserer Leser im Auge. Aus diesem Grund wird ein Teil der Geräte anonym auf dem freien Markt eingekauft. Wünsche seitens unserer Leser nehmen wir gern entgegen, eine formlose E-Mail an Martina Siebmanns, Geschäftsführerin der PHOTON Laboratory GmbH, genügt.

Auf der anderen Seite freuen wir uns, wenn Hersteller uns ihre Geräte – am liebsten natürlich die Neuentwicklungen – zur Verfügung stellen. Die Messungen sind für Hersteller selbstverständlich kostenlos. Wir benötigen lediglich ein Seriengerät, das der laufenden Produktion entnommen sein muss, und das natürlich nicht eigens für die Messung modifiziert werden darf. Die genauen Testkonditionen schicken wir Ihnen gerne zu. Die Ergebnisse der Messungen werden

dem Hersteller vor Veröffentlichung zugestellt; er erhält Gelegenheit zur Stellungnahme. Das gilt auch bei den anonym eingekauften Geräten.

Aufgrund der stark gestiegenen Nachfrage seitens der Hersteller gibt es bereits eine kleine Warteliste. Wir empfehlen Ihnen deshalb, bei Interesse möglichst bald Kontakt aufzunehmen. Parallel dazu wird das PHOTON-Testlabor derzeit erweitert, so dass künftig mehrere Geräte pro Monat getestet werden können.

Erfahrungsaustausch und Weiterentwicklung

Einmal im Jahr lädt PHOTON die Hersteller von Wechselrichtern zum Erfahrungsaustausch nach Aachen, um die Testbedingungen der aktuellen Entwicklung anzupassen. Das letzte Treffen fand im November 2008 statt, es nahmen Vertreter von 18 Unternehmen teil. Diskutiert wurde unter anderem die Frage, ob der MPP-Anpassungswirkungsgrad statisch oder dynamisch gemessen werden sollte, aber auch, wie das Testlabor künftig die Geräusch-

emissionen von Wechselrichtern bewerten kann. Im Anschluss an diese Tagungen gibt es ein Protokoll, das allen Teilnehmern zur Verfügung gestellt wird, und dem Testlabor zur Weiterentwicklung der Testkriterien dient.

Die Einladung erfolgt durch das PHOTON-Testlabor an alle uns bekannten Wechselrichterhersteller in der Regel etwa vier Wochen im Voraus. Auf Wunsch kümmern wir uns auch um eine englische Simultanübersetzung. Zum Programm gehört immer auch eine Besichtigung des Labors.

PHOTON Laboratory GmbH

Geschäftsleitung
Martina Siebmanns
Jülicher Straße 376
Tel. 0241 / 40 03 - 107
Fax 02 41 / 40 03 - 307
martina.siebmanns@photon.de