

Dimensionierung von Wechselrichtern

Richtiges Lesen und Verstehen von Datenblättern entscheidet über den Ertrag

Dipl.-Ing. (BA) Matthias Haag, Leiter Geschäftsbereich Netzgekoppelte Systeme



Abb.1 Innenansicht Powador 3500xi

Für die Rentabilität von PV-Anlagen spielen Wechselrichter eine zentrale Rolle, Abb.1. Ihre Aufgabe ist es, den von einer Solaranlage erzeugten Gleichstrom in Wechselstrom umzuwandeln und die maximal mögliche Leistung ins Netz einzuspeisen. Bei ihrer Auslegung sollte man daher sorgfältig vorgehen. Dabei bieten Datenblätter nicht immer die nötigen Angaben. In puncto Effizienz ist der maximale Wirkungsgrad nur ein erster Anhaltspunkt. Außerdem arbeitet eine Anlage erst dann vollständig rentabel, wenn das Gerät über Jahre störungsfrei funktioniert.

EINGANGSKENNGRÖSSEN AUF DER GLEICHSTROMSEITE FÜR DIE AUSLEGUNG EINES WECHSELRICHTERS

1. Die Leistung des PV-Generators bzw. die addierte Leistung aller Module darf die maximal am Wechselrichter anschließbare Generatorleistung nicht überschreiten. Üblich in der Branche ist, dass sich die Angabe zur maximalen Generatorleistung auf nicht ideale Dächer bezieht. Bei idealen Dächern (Süden, 30° Neigung, keine Verschattung) und fest installierten Anlagen empfiehlt KACO einen Auslegungsfaktor zwischen 0,9 und 1,20. Er gibt das Verhältnis der PV-Generatorleistung zur AC-Nennleistung des Wechselrichters wieder. Eine exemplarische Berechnung zeigt Abb.2.
2. Die größtmögliche Modulzahl in einem Strang ist abhängig von der DC-Eingangsspannung des Wechselrichters. Unabhängig von der Anzahl der Stränge ergibt sich die Höhe der Spannung am Wechselrichter aus der Summe der zu Strängen in Reihe geschalteten Module. Bei niedrigen Temperaturen steigt die Spannung der Module an; bei hohen sinkt sie. Die höchste Spannung, die in einem Betriebszustand auftreten kann, ist die Leerlaufspannung. Diese darf in einem Strang die zulässige Eingangs-

spannung des Wechselrichters auch bei -10° C nicht übersteigen.

3. Die kleinstmögliche Modulanzahl in einem Strang ist abhängig von der minimalen MPP-Spannung des Wechselrichters. Die MPP-Spannung des PV-Generators bzw. eines Stranges muss daher auch bei einer Temperatur von 60 oder 70° C über der minimalen MPP-Spannung des Wechselrichters liegen. Der Maximum-Power-Point (MPP) ist der Punkt, an dem ein Solargenerator mit maximaler Leistung arbeitet. Dieser Punkt variiert in Abhängigkeit von Tem-

peratur und Sonneneinstrahlung. Im Wechselrichter sorgt ein MPP-Tracker dafür, dass die angebotene Generatorleistung so effizient wie möglich abgenommen wird.

4. Die mögliche Anzahl parallel verschalteter Stränge bemisst sich nach dem maximalen Eingangsstrom des Wechselrichters. Der PV-Generatorstrom ist die Summe aller Strangströme und sollte nicht über dem maximalen Eingangsstrom des Wechselrichters liegen. Der Strom eines Stranges entspricht dem MPP-Strom eines Moduls.

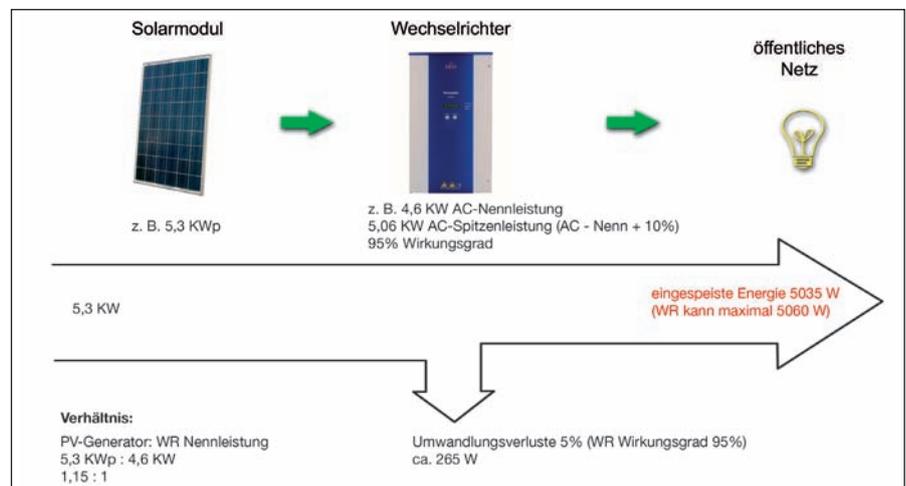


Abb.2 Exemplarische Leistungsauslegung eines Wechselrichters anhand des Powador 4500xi



Abb.3 Wechselrichter Powador mit Eiszapfen. Klimawechseltests garantieren eine hohe Lebensdauer.

Die vier Eingangskenngrößen bestimmen den Aufbau einer PV-Anlage, d. h. wie viele Solarmodule zu einem einzelnen Strang in Reihe verschaltet und wie viele parallel geschaltete Stränge an einen Wechselrichter angeschlossen werden können. Die Arbeit erleichtern Auslegungsprogrammewie z. B. KACOCalc pro¹. Bei den meisten Anlagen ist mehr als ein Strang an einem Wechselrichter angeschlossen. Lediglich bei kleinen Anlagen im Bereich von 3–4 kW peak arbeitet ein einzelner Wechselrichter mit nur einem Strang.

ZENTRALWECHSELRICHTER BEI GROSSANLAGEN

Mit zunehmender Anlagengröße steigt auch der Einsatz großer Zentralwechselrichter. Einige dieser Geräte arbeiten mit einer Vielzahl parallel verschalteter Stränge und nur einem DC-Eingang. Der Nachteil dabei: Fällt ein Strang aus, bleibt das unbemerkt, da die Einbuße von nur wenigen Prozentpunkten der Gesamtleistung innerhalb der Einstrahlungs-Schwankungen liegt. Abhilfe verschaffen nur aufwändig zu installierende Strangüberwachungen.

Besser als eine 100-kW-Anlage an nur einem DC-Eingang eines Wechselrichters anzuschließen, ist die Aufteilung der Anlage in drei Teilgeneratoren auf drei Wech-

selrichter wie z. B. drei Powador 30000xi mit jeweils 37,5kW maximaler PV-Generatorleistung. Bei einer Verteilung von 3–5 Strängen auf jedem der insgesamt 9DC-Eingänge ist der Ausfall eindeutig über die Anlagenüberwachung festzustellen. Eine Besonderheit der KACO-Zentralwechselrichter ist außerdem, dass jeder DC-Eingang über einen eigenen MPP-Tracker verfügt, der für den Betrieb im Leistungsmaximum sorgt.

DATENBLÄTTER RICHTIG LESEN

Wie oben dargestellt ist der Spannungsbereich des Wechselrichters für die Anlagenauslegung entscheidend. Dabei macht ein großes Spannungsfenster die Anlagenplanung variabel. Doch nicht immer bieten Datenblätter verlässliche Angaben, Abb.4. Einige Hersteller geben eine maximale MPP-Spannung an, die nahe an der maximal zulässigen Eingangsspannung liegt. Da die MPP-Spannung eines PV-Generators um etwa 80 % unter der Leerlaufspannung liegt, sind solche Angaben für die Wechselrichter-Dimensionierung ungeeignet. Ein Beispiel:

Bei einer Angabe des MPP-Bereiches zwischen 125–500V und einer zulässigen Spannung mit 550V würde die Leerlaufspannung eines PV-Generators, der mit 500V MPP-Spannung arbeitet, über der maximalen Eingangsspannung des Wechselrichters liegen.

Auch bei der unteren Spannungsgrenze enthalten Datenblätter gelegentlich irreführende Angaben. Verschwiegen wird, dass die Wechselrichter ihre volle Nennleistung ab einer bestimmten Spannungsgrenze nicht mehr einspeisen können, was zu Ertragseinbußen führt. Grund für die Leistungsreduzierung ist die Begrenzung durch den maximalen Eingangsstrom des Wechselrichters. Ein Beispiel:

Ein Wechselrichter mit 4,6kW Nennleistung kann bei einer Spannung von 90V nur noch 2kW Leistung bringen ($90V \times 22A = 2,0kW$), also weniger als die Hälfte seiner Nennleistung.

Ähnlich verhält es sich mit den angegebenen Temperaturen. Heißt es im Datenblatt, ein Wechselrichter arbeitet bis 65°C Umgebungstemperatur, ist damit noch

Wollen Sie sich erfolgreich abheben?

Dann werden Sie WESTFA-Partner

und genießen die entscheidenden Vorteile:

- **Komplettsysteme für regenerative Heiztechnik**
- **Solaranlagen, solare Wärmepumpen, Wärmepumpen, Biomasseöfen**
- **Planung und Beratung, auch vor Ort**
- **24-Stunden-Lieferservice**

Informieren Sie sich unter:

www.westfa.de oder
 01801/47 11 47 (zum Ortstarif)

nicht gesagt, ob er dann noch seine volle Nennleistung einspeist. So kann es vorkommen, dass ein Gerät mit höherer Temperaturangabe früher in die Leistungsbegrenzung geht als ein Gerät mit geringerer Angabe.

Der Wirkungsgrad gibt an, wie gut ein Wechselrichter den vom PV-Generator angebotenen Gleichstrom in Wechselstrom umwandelt. Er ist abhängig von der Eingangsspannung und -leistung, die mit der Sonneneinstrahlung variieren. Da der maximale Wirkungsgrad nur das Umwand-

	KACO Powador 4500xi mit 4,6 kW AC Nennleistung	Beispiel 1 WR mit 4,6 kW AC Nennleistung	Beispiel 2 WR mit 4,6 kW AC Nennleistung	Beispiel 3 WR mit 4,6 kW AC Nennleistung	Beispiel 4 WR mit 5,0 kW AC Nennleistung	Beispiel 5 WR mit 4,6 kW AC Nennleistung
MPP-Bereich (Herstellerangabe)	350 – 600 V	125 – 500 V	90 – 560 V	220 – 680 V	350 – 750 V	100 – 350 V
Leerlaufspannung (Herstellerangabe)	800 V	550 V	600 V	800 V	850 V	450 V
Maximaler Eingangsstrom (Herstellerangabe)	22 A	2 x 15 A	22 A	16,2 A	18 A	13x10 A
Realistischer MPP-Bereich	350 – 600 V	160 – 440 V	220 – 480 V	300 – 640 V	350 – 680 V	180 – 350 V

Abb.4 Tabelle zu Herstellerangaben. Nicht immer sind Herstellerangaben zum Spannungsbereich ihrer Geräte für die Anlagenauslegung tauglich.

ORCA **AVA**

kostenlose Testversion einfach anfordern!

- Ausschreibung
- Vergabe
- Abrechnung

www.orca-software.com

ORCA Software GmbH • Telefon +49(0)8031-40688-0
Kunstmühlstraße 16 • D-83026 Rosenheim

lungsoptimum zu einer bestimmten Spannung und Leistung beschreibt, ist er nur begrenzt aussagekräftig. Entscheidend ist ein konstant hoher Wirkungsgradverlauf im gesamten Leistungs- und MPP-Bereich. Auch der europäische Wirkungsgrad, der die unterschiedliche Auslastung im Jahresverlauf berücksichtigt, hat den Nachteil, dass er in der Regel bei einer Spannung ermittelt wird, bei der sich ein maximaler Verlauf einstellt. Mit der tatsächlichen Auslegung muss das nichts zu tun haben. Für die optimale Auslegung werden daher Angaben zur Spannungsabhängigkeit benötigt?, Abb.5.

UMFANGREICHE PRÜFVERFAHREN ZUR QUALITÄTSSICHERUNG

Auch wenn der Anteil eines Wechselrichters an den Gesamtkosten unter zehn Prozent liegt, wirkt sich die Lebensdauer eines Gerätes auf die Rendite aus.

Der Neckarsulmer Wechselrichterhersteller KACO etablierte umfangreiche Prüfverfahren, durch die eine lange Nutzungs-

zeit der ausgelieferten Geräte gewährleistet wird und konstruktive Mängel, aus denen Ertragseinbußen entstehen können, vermieden werden. Beim In-Circuit Test werden alle Leiterplatten vollautomatisch elektrisch untersucht. Prüfspitzen vermessen statisch und dynamisch jede Lötstelle eines Bauteiles. Funktion und Einhaltung der Toleranzwerte können so auch im montierten Zustand überprüft und fehlerhafte Bauteile beseitigt werden. Der Burn-In-Test setzt alle Platinen mehreren Temperaturzyklen aus, wodurch thermische Schwachstellen bei den Kontakten frühzeitig erkannt wer-

den. Alle fertigen Powador-Wechselrichter durchlaufen außerdem einen Klimawechseltest, bei dem sie zweimal einem Temperaturzyklus zwischen 0 und 70° C ausgesetzt werden, Abb.3.

*Autor
Dipl.-Ing. (BA) Matthias Haag,
Leiter GB Netzgekoppelte Systeme
KACO Gerätetechnik Neckarsulm
Bilder und Grafiken: KACO Gerätetechnik
www.kaco-geraetetechnik.de*

- 1 Kostenloses Auslegungsprogramm unter: www.kaco-geraetetechnik.de
- 2 Angaben zur Spannungstätigkeit: www.pvtest.ch. Wirkungsgradkennlinien auf Anfrage bei KACO.

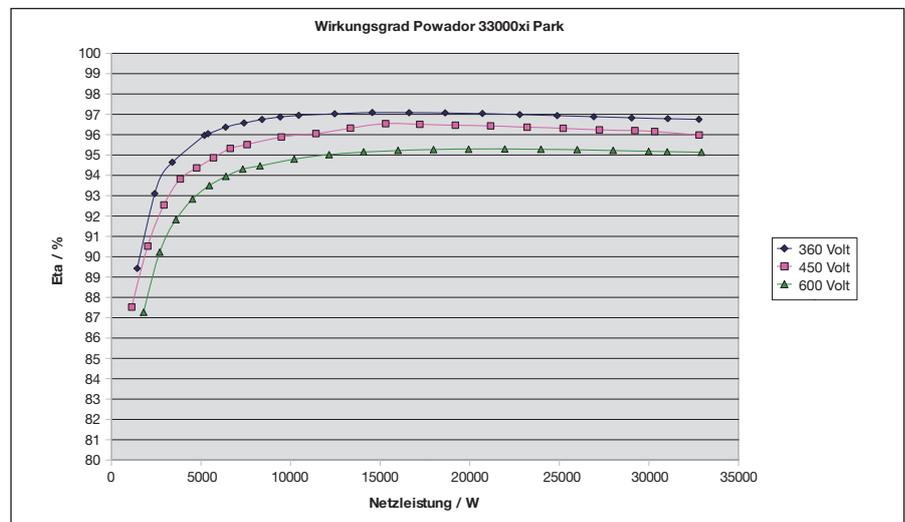


Abb.5 Wirkungsgradkennlinie Powador 33000xi Park. Wirkungsgradverlauf in Abhängigkeit dreier Spannungen



TOP-MODUL



PHOTON MODUL-TEST
2006 - 2007

Die unabhängige PHOTON-Redaktion bestätigt: Mit SolarWorld®-Modulen bekommen Sie mehr Leistung. Zehn Module im Test. Zwei der Top-Drei-Module stammen von SolarWorld®.

Willkommen in der Schwieriglosigkeit

messen, montieren, fertig



Sunkits® – die maßgefertigten PV-Kompletanlagen für den Fachhandwerker

SolarWorld® plant und konfektioniert jeden Bausatz individuell. Alle Einzelkomponenten werden dabei ideal aufeinander abgestimmt.

Abgerundet wird das System mit den prämierten Hochleistungsmodulen Sunmodule Plus®. Das Ergebnis: Mehr Leistung, hohe Ertragssicherheit auf Jahre und eine Montage wie im Flug.

Willkommen in der Schwieriglosigkeit.



SolarWorld. And EveryDay is a SunDay.

www.solarworld.de

Die Welt ist keine Scheibe - Ihre Anzeigen auch nicht [...]



innovatools

Werkzeuge für den Erfolg

Fach.**Journal**

Fachzeitschrift für Erneuerbare Energien & Technische Gebäudeausrüstung

[Hier mehr erfahren](#)



innovapress

*Innovationen publik machen
schnell, gezielt und weltweit*

Filmproduktion | Film & Platzierung | Interaktive Anzeige | Flankierende PR | Microsites/Landingpages | SEO/SEM | Flashbühne