

Messgenauigkeit

Energiewerte und Wirkungsgrad

für PV-Wechselrichter Sunny Boy und Sunny Mini Central



Inhalt

Jeder Betreiber einer Photovoltaikanlage möchte bestmöglich über die Leistung und den Ertrag seiner Anlage informiert sein. Zu diesem Zweck führen Anlagenbetreiber oft eigenständige Untersuchungen durch, mit dem Ziel, die vom Hersteller gemachten Angaben und die vom Wechselrichter angezeigten Werte zu überprüfen.

In diesem Zusammenhang sollen hier zwei Beispiele hervorgehoben werden:

1. Abweichungen der Energiewerte in den verschiedenen Anzeigen.
2. Ermittlung des Wirkungsgrads.

1 Abweichende Anzeigen für Energiewerte

Beim Betrieb einer Photovoltaikanlage stellt der Anlagenbetreiber gelegentlich fest, dass die Energiewerte, die einerseits auf dem Einspeisezähler und andererseits am Wechselrichter oder an den Datenloggern angezeigt werden, voneinander abweichen.

In diesem Kapitel werden die möglichen Gründen für diese Abweichungen beschrieben. Außerdem wird erläutert, welche Differenzen normal sind und welche auf eine Fehlfunktion deuten.

1.1 Werte des Einspeisezählers

Für den Ertrag einer Anlage ist der Einspeisezähler die alleingültige Referenz. Ein geeichter Einspeisezähler misst jedoch nicht absolut genau, sondern hier sind Toleranzen zulässig. Je nach der zugeordneten Fehlerklasse (üblicherweise Fehlerklasse 1 oder 2) darf er gemäß DIN EN 62053 einen Messfehler von bis zu $\pm 2\%$ (Klasse 2) aufweisen.

Mechanische Elektrizitätszähler erfüllen in der Regel die Klassengenauigkeit 2. Der Eigenbedarf des Einspeisezählers, der je nach Bauart und Ausführung zwischen 0,5 und 3 Watt liegen kann, sowie die Verluste durch den Anlaufstrom können in der Regel bei einem Vergleich mit den Wechselrichterdaten vernachlässigt werden, außer bei kleinen Anlagenleistungen oder bei sehr niedrigen Tagesenergiewerten.

1.2 Messeinrichtungen des Wechselrichters

Der Wechselrichter verfügt über Messeinrichtungen, die eine ordnungsgemäße Betriebsführung gewährleisten. Die Aufgabe des Wechselrichters besteht darin, den Arbeitspunkt mit dem maximalen Ertrag zu ermitteln, während ein Zähler eine präzise Energiemessung durchführen soll. Für eine maximale Umsetzung der Energie ist es daher für den Wechselrichter entscheidend, Änderungen von Kenngrößen wie Netzstrom oder PV-Spannung exakt zu erfassen. Hier ist eine hohe Reproduzierbarkeit wichtiger als eine hohe absolute Genauigkeit.

Im Vergleich zum geeichten Einspeisezähler können die Messkanäle des Wechselrichters eine Toleranz von bis zu $\pm 3\%$, bezogen auf den jeweiligen Messbereichsendwert unter Nennbedingungen, aufweisen. Bei einer niedrigen Einspeiseleistung kann die relative Abweichung deshalb auch entsprechend größer sein. Diese Abweichungen finden sich dann auch in abgeleiteten Größen wie der Einspeiseenergie anteilig wieder.

Außerdem sind Leitungsverluste der AC-Verkabelung hinzuzurechnen. Diese sollten, wie in der Gerätedokumentation empfohlen, bei Nennleistung ca. 1 % nicht überschreiten. Im Zweifelsfall ist zu prüfen, ob die installierte AC-Verkabelung mit den in der Gerätedokumentation empfohlenen Leitungslängen und den zugehörigen Kabelquerschnitten übereinstimmt.

1.3 Abweichungen und Fehlfunktionen

Unter Berücksichtigung der oben genannten Messtoleranzen und Einflussfaktoren kann es vorkommen, dass sich die Toleranzen der Messeinrichtungen addieren, wodurch Abweichungen zwischen einer Wechselrichteranzeige und dem Einspeisezähler auftreten können. Da der Toleranzbereich dieser Abweichungen insbesondere von der aktuellen Einspeiseleistung abhängt, ist die Angabe einer maximal erlaubten Abweichung nicht möglich. Eine Abweichung von mehr als 10 % im Nennbetrieb deutet jedoch auf eine Fehlfunktion von einer der Messeinrichtungen hin. In diesem Fall sollte eine genauere Untersuchung der gesamten Anlage stattfinden.

Rechenbeispiel prozentuale Fehlerangabe und absoluter Wert:

Messbereich Stromsensor (Skalenendwert): 50 A, zulässiger Fehler $\pm 2\%$ (entspricht absolut ± 1 A)

Zulässige Werte bei einem Strom von 20 A: 19 A ... 21 A (entspricht relativ $\pm 5\%$)

Zulässige Werte bei einem Strom von 2 A: 1 A ... 3 A (entspricht relativ $\pm 50\%$)

2 Ermittlung des Wirkungsgrads

Um sich von der Leistungsfähigkeit seines Wechselrichters zu überzeugen, vergleicht der Betreiber einer Photovoltaikanlage die Wirkungsgradangabe aus dem Datenblatt mit einem selbst errechneten Wirkungsgrad, der sich aus Messdaten und anderen Angaben zusammensetzt, die der Wechselrichter anzeigt bzw. liefert. Diese Vorgehensweise erweist sich jedoch als ungeeignet.

In diesem Kapitel werden die Gründe erläutert, warum eine durch den Anlagenbetreiber selbst durchgeführte Wirkungsgradermittlung zu nicht brauchbaren Ergebnissen führt.

2.1 Messeinrichtungen des Wechselrichters

Im Wechselrichter sind Messeinrichtungen integriert, die eine ordnungsgemäße Betriebsführung des Wechselrichters gewährleisten. Die Aufgabe des Wechselrichters ist die Ermittlung des Arbeitspunktes mit dem maximalen Ertrag. Für eine maximale Umsetzung der Energie ist es daher für den Wechselrichter entscheidend, Änderungen von Kenngrößen wie Netzstrom oder PV-Spannung exakt zu erfassen. Eine hohe Reproduzierbarkeit ist hierbei wichtiger als eine absolute Genauigkeit.

Bei den Messeinrichtungen des Wechselrichters handelt es sich nicht um eine geeichte Messtechnik.

Die Messkanäle des Wechselrichters können eine Toleranz von bis zu $\pm 4\%$ für die DC-Messungen und bis zu $\pm 3\%$ für AC-Messungen aufweisen (bezogen auf den jeweiligen Messbereichsendwert unter Nennbedingungen). Demzufolge kann bei einer niedrigen Einspeiseleistung die relative Abweichung (auch) entsprechend größer ausfallen. Diese Abweichungen wirken sich anteilig auf die abgeleiteten Größen aus.

2.2 Wirkungsgrad des Wechselrichters

Der für den Wechselrichter angegebene Wirkungsgrad wird über hochpräzise Messverfahren bestimmt und stellt das Verhältnis von Ausgangsleistung zu Eingangsleistung bei Nennbedingungen dar. Diese Angaben werden auch von unabhängigen Testinstituten bestätigt. Wird der Wechselrichter nicht unter Nennbedingungen, sondern anderen Bedingungen betrieben wie z. B. bei abweichenden Eingangsspannungen, im Teillastbetrieb oder bei erhöhter Umgebungstemperatur, ergeben sich abweichende Wirkungsgradwerte.

2.3 Bestimmung durch Messen der Strom- und Spannungswerte

Eine vom Betreiber durchgeführte Wirkungsgradbestimmung durch Messen der Strom- und Spannungswerte am Eingang und Ausgang mit handelsüblichen und größeren Toleranzen behafteten Messgeräten führt zu nicht verwertbaren Ergebnissen. Eine genaue Bestimmung des Wirkungsgrades ist nur mit hochpräzisen und sehr teuren Leistungsanalysatoren unter Laborbedingungen möglich, wodurch alle Eingangs- und Ausgangswerte gleichzeitig erfasst werden können.

2.4 Bestimmung über eine Verhältnisbildung

Eine Wirkungsgradbestimmung über eine Verhältnisbildung der am Wechselrichter angezeigten bzw. abgefragten Eingangs- und Ausgangswerte führt ebenfalls zu nicht gültigen Ergebnissen. Gründe hierfür sind die erwähnten Toleranzen (vgl. Kapitel 2.1) in der Messwerterfassung sowie ein geringfügiger Zeitversatz in der internen Kommunikation des Wechselrichters bzw. bei der Übertragung an einen Datenlogger. Diese Ursachen führen dazu, dass die Strom-, Spannungs- und Leistungswerte für die Anzeige und die Kommunikation nicht exakt übereinstimmen. Bei wechselhaftem Wetter, d. h. bei schnellem Wechsel der Einstrahlungsintensität, wird dieses Ergebnis durch eine Mittelwertbildung zusätzlich beeinträchtigt.

2.5 Testzentrum bei SMA Solar Technology

Die vorher erwähnten Punkte verdeutlichen, dass der tatsächliche Wirkungsgrad des Wechselrichters nur mit einer sehr aufwendigen Messelektronik ermittelt werden kann. SMA Solar Technology verfügt über ein hervorragend ausgestattetes Testzentrum. Darüber hinaus wird jeder SMA Wechselrichter vor Auslieferung einem Dauertest unterzogen und auf seine Leistungsfähigkeit geprüft.