

Planungstipps für Photovoltaik-Anlagen

Für die Auslegung und Planung von PV-Anlagen sind viele Faktoren zu berücksichtigen. Aus elektrotechnischer Sicht gelten vor allem die Abstimmung von Wechselrichtern und Modulen sowie die Berücksichtigung von Schutz- und Sicherheitsvorschriften als zentrale Themen.

Die Anzahl der Möglichkeiten bei der Anlagenplanung ist unüberschaubar: Es gibt verschiedene Modultypen, verschiedene Wechselrichter, Dachneigungen, Standorte – und das ist noch längst nicht alles. Dabei ist die richtige Auslegung einer Solar-Anlage entscheidend für den späteren Ertrag. Die wichtigsten Entscheidungen lassen sich in einigen Schritten zusammenfassen. Sie berücksichtigen die wesentlichen technischen Zusammenhänge,



Bild 4: Sunny Mini Central 8000TL für dezentrale Konzepte

Faustregeln für die Auslegung einer Standard-PV-Anlage im Netzparallelbetrieb. Bei Abweichungen von den hier vorausgesetzten Standardbedingungen müssen die aufgeführten Richtlinien sinngemäß modifiziert werden.

Module und Wechselrichter abstimmen

Neben konventionellen PV-Modulen finden sich seit einiger Zeit neue Zelltechnologien sowie Weiterentwicklungen auf dem Markt, von denen einige nur unter bestimmten Bedingungen betrieben werden sollten. Deshalb müssen beim Einsatz von PV-Modulen die Applikationshinweise der Hersteller unbedingt beachtet werden.

Durch unterschiedliche Topologien sind Wechselrichter – in Kombination mit dem passenden Erdungsset – so flexibel einsetzbar, dass für jede Modultechnik ein Gerät zur Verfügung steht. Darüber hinaus stehen Wechselrichter und Modulhersteller in engem Kontakt. Die aktuellen Installationsempfehlungen können daher immer berücksichtigt werden. Für die Auswahl eines Wechselrichters, der die speziellen Anforderungen der PV-Module erfüllt, muss das Generatorpotenzial im Betrieb der verschiedenen Wechselrichter-Topologien berücksichtigt werden. In Bild 1 ist der zeitliche Potenzialverlauf der Generatoranschlüsse beim Betrieb mit unterschiedlichen Wechselrichtern erkennbar.

Modultyp lassen sich einige Empfehlungen geben. So muss überprüft werden, ob der Hersteller der PV-Module Empfehlungen zur Erdung des Generators oder zur Topologie des zu verwendenden Wechselrichters abgibt. Beispiel: Die Firma Sunpower empfiehlt für PV-Generatoren aus Modulen mit dem Zellentyp A-300 den positiven Anschluss zu erden (Bild 2).

Macht der Hersteller der PV-Module keine Vorgaben für den Einsatz seiner Produkte, empfiehlt sich die Wahl des Wechselrichters nach den Eigenschaften der PV-Module. Bild 3 zeigt günstige Kombinationen von SMA-Wechselrichtern für eine Reihe unterschiedlicher Zelltechnologien.

Grenzwerte des Wechselrichters beachten

Die Spannung des Generators muss zum Wechselrichter passen. Die Grenzen werden hier durch die MPP-Spannung bei der höchsten Zelltemperatur (Standard: 70°C) und die Leerlaufspannung bei der niedrigsten Zelltemperatur gebildet (Standard: -10°C). Die Leerlaufspannung des Generators kann außerdem durch die maximal erlaubte Systemspannung der PV-Module beschränkt werden.

Wirtschaftlichkeit oder Ertrag optimieren

Das Leistungsverhältnis (Verhältnis der maximalen Eingangsleistung des Wechselrichters zur Spitzenleistung des PV-Generators) liefert eine Aussage über eine Unter- oder Überdimensionierung der Wechselrichterleistung. Um jederzeit die komplette Leistung des PV-Generators nutzen zu können, müsste der Wechselrichter leicht überdimensioniert werden (Leistungsverhältnis 110%). Das wirtschaftliche Optimum ist jedoch eher bei einer leichten Unterdimensionierung zu finden. In Deutschland liegt dieses Optimum bei einem Leistungsverhältnis von 90% bis 100%. Da hier jedoch der energetische bzw. finanzielle Ertrag dem finanziellen Aufwand gegenüber steht, ist dieser Wert stark von den wirtschaftlichen Betriebsbedingungen am Anlagenstandort abhängig.

Maximalen Wirkungsgrad nutzen

Jeder Wechselrichter hat eine Eingangsspannung, bei der sein Umwandlungswirkungsgrad maximal ist. Ob diese Spannung eher im unteren oder oberen Teil des Arbeitsbereichs liegt, hängt vom internen Aufbau ab und geht aus dem jeweiligen Datenblatt hervor. Wenn möglich, sollte die MPP-Spannung bei der NOCT (Normal Operation Cell Temperature) des verwendeten Solar-Moduls in der Nähe dieser Spannung liegen. Schutzkonzepte für Installation und Wartung

Sicherheit ist bei der Planung von Photovoltaik-Anlagen in zentrales Kriterium. Eine ganze Reihe von Vorschriften und Normen soll Bediener, Wartungspersonal und den normalen Benutzer vor Stromunfällen schützen. Netzschnittstelle für den weltweiten Einsatz

Die meisten PV-Anlagen speisen die Sonnenenergie über einen Wechselrichter direkt in das öffentliche Verbundnetz ein. Die Verantwortung für dieses Netz trägt der für die Region zuständige Versorgungsnetzbetreiber: Er sorgt dafür, dass die vorgeschriebenen Grenzwerte für Spannung und Frequenz eingehalten werden, das Stromnetz effektiv genutzt und im Falle einer Störung problemlos gewartet werden kann. Selbstverständlich gelingt dies nur, wenn alle Netzeinspeiser definierte Regeln einhalten und auch gezielt vom Netz getrennt werden können. Eine selbsttätige Netzfreeschalteinrichtung verhindert die unbeabsichtigte Einspeisung bei abgeschaltetem Versorgungsnetz (Inselnetzbetrieb) sowie bei Über- und Unterschreitung der Normwerte für Spannung und Frequenz. Damit bietet sie maximalen Schutz für Wartungspersonal und Verbraucher gegen unzulässige Spannungen und Frequenzen.

DC-Lasttrenner für Solar-Wechselrichter

Arbeiten an einer elektrischen Anlage erfordern grundsätzlich deren Trennung von der Energiequelle. Ein DC-Lasttrenner, also eine auch unter Last funktionierende Trennvorrichtung zwischen Solar-Generator und Wechselrichter, ist deshalb in den meisten Ländern zwingend vorgeschrieben. Eine Freischalteinrichtung verursacht keinen zusätzlichen Installationsaufwand und hat keinerlei Einfluss auf den Wirkungsgrad der PV-Anlage.

Der patentierte Electronic Solar Switch (ESS) besteht aus einer Griffleiste, die alle Generatorsteckverbindungen vollständig abdeckt und damit deren Betätigung unter Last

verhindert. Zum Trennen des Generators vom Wechselrichter muss die komplette Griffleiste zunächst gezogen werden. Dabei wird eine elektronische Schaltung aktiviert, die die Entstehung eines Lichtbogens sicher verhindert. Diese Elektronik funktioniert auch unter Last und bietet damit maximalen Schutz bei fehlerhaften Geräten oder unsachgemäßer Trennung der elektrischen Komponenten. Erst jetzt sind die nun stromlosen Steckverbindungen erreichbar und können gefahrlos getrennt werden.

Der ESS arbeitet im passiven Zustand, d.h. bei normalem Netzeinspeisebetrieb, verlustfrei und hat somit keinen Einfluss auf den Wirkungsgrad des Wechselrichters. Der ESS gewährleistet auch den weiteren Einsatz der bewährten PV-Steckverbinder und damit den hohen Standard des Berührungsschutzes in einer Generatorverkabelung nach Schutzklasse II.

Zentral oder dezentral?

Die Entscheidung für eine zentrale oder dezentrale Anlagenstruktur sollte insbesondere auch den Aufwand bei der Installation und dem Betrieb der Anlage berücksichtigen. Hier zeigt sich, dass ein dezentraler Aufwandsaufbau – unter entsprechenden Voraussetzungen – eine ganze Reihe an Vorteilen gegenüber dem zentralen Konzept bietet. Einige wichtige Aspekte, die für die Leistungsklasse oberhalb von 100kWp charakteristisch sind, sollen hier beispielhaft aufgeführt werden.

Dezentrale Systemauslegung: präzise und effektiv

Der Energieertrag einer PV-Anlage wird durch eine Über- oder Unterdimensionierung ebenso beeinflusst wie durch den Wirkungsgrad des Wechselrichters. Eine konkrete Anlagenleistung kann mit kleinen Wechselrichter-Einheiten zielgenau eingestellt werden. Zusammen mit einem hohen Wirkungsgrad stellen mehrere kleinere Geräte deshalb oft die bessere Alternative gegenüber dem zentralen Großgerät dar.

Ein Zentral-Wechselrichter arbeitet am effektivsten mit einem homogenen Solar-Generator. Dezentrale Konzepte, z.B. mit den Sunny Mini Central-Wechselrichter (Bild 4), sind deshalb immer dann vorteilhaft, wenn sich Generatorteile voneinander unterscheiden und deshalb besser separat betrieben werden. Ursachen hierfür können sein: Mismatching durch den Einsatz unterschiedlicher PV-Module oder solcher mit hoher Fertigungstoleranz sowie unterschiedlich ausgerichtete oder nachgeführte Teilgeneratoren. Die Wartungsarbeiten bei dezentralen Anlagen sind im Vergleich zu zentral aufgebauten Systemen deutlich unkomplizierter und preiswerter, da im Zweifelsfall komplette Wechselrichter ausgetauscht werden können. Bei eingeschränkter Bodenbelastbarkeit oder Zugänglichkeit kann die Installation kleiner und leichter Geräte zudem kostengünstiger gegenüber einer großen und schweren Betonstation sein. Die Überwachung einer Anlage mit einem Zentral-Wechselrichter ist dagegen einfach einzurichten und bereits durch die Standard-Hardware abgedeckt. Die von Großanlagen geforderte Beteiligung am Netzmanagement lässt sich damit ebenfalls realisieren. Ab einer gewissen Anlagengröße werden schon aufgrund von Skaleneffekten hauptsächlich Zentral-Wechselrichter eingesetzt.

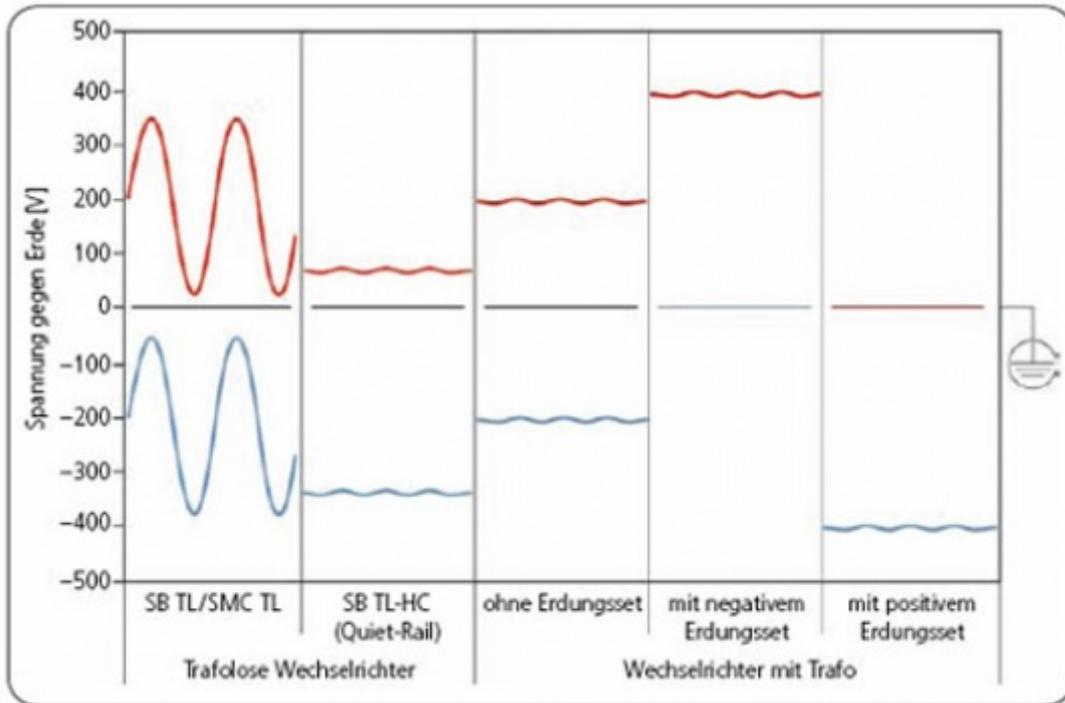


Bild 1: Generatorpotenzial bei unterschiedlichen Wechselrichter-Topologien und Erdungsvarianten

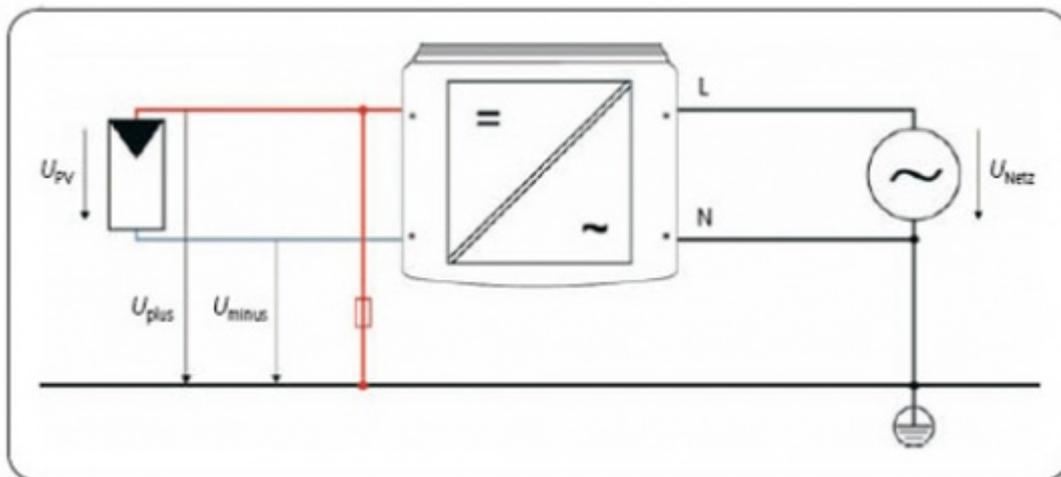


Bild 2: Prinzipschaltbild einer Solarstromanlage mit positiver Generatorerdung

Zelltechnologien / Modulbau	traflose Wechselrichter		Wechselrichter mit Trafo		
	SB XXXXTL SMC XXXXTL	STP XXXXTL	Seriengerät SB XXX, SMC XXX	mit negativem Erdungs-Set	mit positiven Erdungs-Set
monokristallines Si	●	●	●	○	○
polykristallines Si	●	●	●	○	○
CdTe	-	-	-	●	-
amorphes Si (Superstrat)	-	-	-	●	-
amorphes Si (Substrat)	●	●	●	○	○
CIS / CIGS	●	●	●	○	○
monokristallines Si (A-200)	-	-	-	-	●
Metallfolie als Substrat oder im Modulbau	-	●	●	●	●

Legende ● empfehlenswert, ○ eingeschränkt empfehlenswert, - nicht empfehlenswert

Bild 3: Empfohlene Kombinationen von SMA-Wechselrichtern und Zelltechnologien