

Optimierte Photovoltaik-Anlagen

Autonome Anlagen für netzferne Gebäude

Bei der Erstellung von Solarstromanlagen für netzferne Gebäude können Probleme auftreten. Das betrifft besonders Wochenend- und Ferienhäuser (Bild 1) sowie kleinere Berghütten. Für die Anlagenplanung sind die drei Kriterien Leistung, Spannungsart und Nutzungszeitraum mit dem Kunden festzulegen. An Hand dieser Vorgaben werden die Generatorgröße, Batteriekapazität und ggf. der Inselwechselrichter dimensioniert.

Dimensionierung

Die meisten Kunden bevorzugen aus Kostengründen den 12-V-Gleichstrombetrieb. Dazu reicht im Prinzip ein 50-W_p-Solarmodul. Hat sich der Kunde an den Luxus der Elektrifizierung gewöhnt, wird meist eine Nachrüstung auf eine höhere Generatorleistung gewünscht. So ist es sinnvoll, den Kunden zu überzeugen, bereits bei der Erstinstallation ein 100-W_p-Modul oder einen noch größeren Generator zu installieren. Wird das zu versorgende Gebäude vorwiegend im Sommer genutzt, lassen sich 12-V-Geräte (Radio, TV-Gerät und Beleuchtungseinrichtungen) täglich mehrere Stunden betreiben. Ein Gleichstromsystem für 12-, 24-, 48- oder 60 V besteht aus den Komponenten Solargenerator, Laderegler und Batterie. Sollen Geräte mit höherem Verbrauch betrieben werden, ist es erforderlich, zusätzlich einen sog. Inselwechselrichter in das System zu integrieren. Das wiederum bedingt einen leistungsstärkeren Solargenerator, etwa in der Größenordnung von 250 bis 1000 W_p, und einen oder mehrere Akkus mit großer Kapazität.

Akkumulatoren

Bemessung. Die meisten Fehler werden bei der Bemessung der benötigten Akkukapazität gemacht. Diese wird in Amperestunden angegeben. Zu deren Bestimmung sind drei Faktoren zu berücksichtigen:

- benötigte Energiemenge (der Verbrauch) angegeben in Ah,
- zulässige Entladetiefe des Akkus, angegeben in Prozent und
- Anzahl sonnenarmer Tage, die sog. Autonomietage.

Die Berücksichtigung dieser Faktoren ist notwendig, um eine weitgehende Versorgungssicherheit zu gewährleisten. Die Praxis zeigt, dass eine 90%ige Sicherheit bei Berücksichtigung von 10 Autonomietagen (im Sommer 4 bis 6 Tage) zu erreichen ist.

Für die Ermittlung der Akkukapazität muss zunächst der Gesamtverbrauch in Ah umgerechnet werden. Dieser ist mit der veranschlagten Zahl der Autonomietage zu multiplizieren und durch die zulässige Entladetiefe als Dezimalwert zu dividieren. **Beispiel:** 25 Ah Verbrauch, vier Autonomietage und 50 % Entladetiefe. Die erforderliche Akkukapazität beträgt dann:

$$25\text{Ah}/\text{Tag} \cdot 4 \text{ Autonomietage} / 0,50 = 200 \text{ Ah.}$$

Akku-Typen. Für die Speicherung des Solarstroms werden Spezialakkumulatoren benötigt. Sie zeichnen sich durch einen hohen Ladewirkungsgrad, eine geringe Selbstentladung und eine lange Lebensdauer im Zyklusbetrieb aus. Liefert die „Starterbatterie“ beim Anlassen eines Autos einen hohen Strom, so muss die „Solarbatterie“ die Bereitstellung von kleinen bis mittleren Energiemengen über einen langen Zeitraum gewährleisten. Für Wochenend- und Gartenhäuser wird man bevorzugt im stationären Betrieb Blei-Säure-Akkus einsetzen. Für mobilen Betrieb, oder wenn größere Strommengen zu speichern sind, wird man wartungsfreie und gasarme Gel-Akkumulatoren verwenden. Diese sind bis zu mehreren Tausend Ah auf dem Markt.

Autor

Prof. Dr.-Ing. Hans-Friedrich Hadamovsky arbeitet als freier Fachjournalist auf dem Gebiet Solarstromtechnik, Kleinmachnow.

Tafel 1 Kabelquerschnitte im Gleichstrombetrieb bei 1 V Spannungsabfall, bezogen auf Modulleistung [A] und verschiedene Leitungslängen (Quelle: Zenith)

Leitungsquerschnitt in mm ²										
Modulleistung in A/Leitungslänge in m										
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
3	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
6	1,5	1,5	2,5	2,5	4,0	4,0	4,0	4,0	6,0	6,0
9	1,5	2,5	4,0	4,0	4,0	6,0	6,0	6,0	10,0	10,0
12	2,5	4,0	4,0	6,0	6,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
15	2,5	4,0	6,0	6,0	10,0	10,0	10,0	10,0	16,0	16,0
18	4,0	4,0	6,0	10,0	10,0	10,0	16,0	16,0	16,0	16,0
21	4,0	6,0	10,0	10,0	10,0	16,0	16,0	16,0	25,0	25,0
24	4,0	6,0	10,0	10,0	16,0	16,0	16,0	16,0	25,0	25,0
27	4,0	6,0	10,0	10,0	16,0	16,0	16,0	16,0	25,0	25,0
30	6,0	10,0	10,0	16,0	16,0	16,0	25,0	25,0	25,0	25,0

Tafel 2 Technische Daten von UV-beständigen Solarkabeln (Quelle: Shell Solar)

Typ	H07RN-F 1 x 2,5 mm ²	H07RN-F 2 x 2,5 mm ²	H07RN-F 1 x 4 mm ²	Kupferlitze 2 x 2,5 mm ²
Leitungsanzahl	1	2	1	2
Querschnitt	2,5 mm ²	2,5 mm ²	4 mm ²	2,5 mm ²
Außenisolierung	Ozoflex-Gummi	Ozoflex-Gummi	Ozoflex-Gummi	PVC
Temperaturbereich	- 25 bis + 60 °C	- 25 bis + 60 °C	- 25 bis + 60 °C	- 25 bis + 70 °C
Außendurchmesser	8,0 mm	13,5 mm	6,8 mm	2,5 x 7,4 mm



1 0,5-kW_p-Solargenerator auf dem Dach eines versorgungsnetzfernen Gartenhauses (Quelle: Solinus)

Verbindungsleitungen

Querschnitt. Beim Betrieb von Niederspannungsanlagen werden bezüglich der Wahl des erforderlichen Kabelquerschnitts häufig Fehler gemacht. Zu kleine Querschnitte verursachen einen zu großen Spannungsabfall. Dieser sollte maximal 1 % betragen. Zu große Querschnitte verursachen unnötige Materialkosten. Tafel 1 gibt (bezogen auf 1 V Spannungsabfall) für unterschiedliche Leitungslängen und Modulleistungen die notwendigen Kabelquerschnitte für die Verbindung vom Modul zum Akkumulator und vom Akku zu den Verbrauchern an.

Material. Um eine lange Lebensdauer der Anlage zu erreichen, müssen die Kabel UV- und witterungsbeständig sein. Man verwendet deshalb feindrähtige, flexible Gummischlauchleitungen vom Typ H07RN-F, die auch im Freien verlegt werden können. Der Chloropren-Kautschukmantel gewährleistet von - 45 bis + 80 °C eine gute Temperaturbeständigkeit. Tafel 2 fasst einige Garantiedaten dieser Kabelsorte zusammen.

Kabelaufbau. Der Kabelaufbau besteht aus einem verzinnnten, feindrähtigen Kupferleiter, einer Isolierhülle aus vulkanisierter Gummimischung, einem inneren Gummi-

mantel und darüber einem zweiten Mantel aus schwer entflammaren und ölbeständigen Chloropren-Kautschuk.

Solarkabel. Für ein rationelles Arbeiten empfiehlt es sich, die auf dem Markt angebotenen vorkonfektionierten Solarkabel zu benutzen. Wird ein Komplettsystem verwendet, geben die Hersteller für die jeweilige Anlage Richtlinien vor, welche Kabelsorte und Querschnitte bei der Installation zu verwenden sind. Diesen Vorgaben ist unbedingt zu folgen und auf Experimente zu verzichten.

Sonderfall. Für trockene, feuchte und nasse Räume sowie im Freien, jedoch nicht im Erdboden, können auch Mantelleitungen vom Typ NYM mit Isolierhülle aus PVC Verwendung finden.

Kabelverbinder. Zur sichern Verbindung sind Kabelenden bis 10-mm²-Querschnitt mit Adernendhülsen, bis 6 mm² mit Flachsteckhülsen und bis 2,5 mm² mit KFZ-Steckern zu versehen.

Gefahr durch brennende Lichtbögen

Ein Gefahrenpunkt bei Gleichstrom-Niederspannungsanlagen stellen entstandene und dann meist kontinuierlich brennende Lichtbögen dar. Die Ursachen dafür können sehr vielfältig sein, wobei oft schadhafte Isolierungen der Auslöser sind. Durch folgende Maßnahmen lässt sich die Gefahr der Lichtbogenentstehung vermeiden:

- Wackelkontakte werden durch Verwendung guten Klemmmaterials und gut angepasster Adernendhülsen und Kabelschuhe vermieden.
- Kabel müssen einen hinreichend großen Querschnitt und eine witterungs- und temperaturbeständige Isolation besitzen.
- Plus- und Minusleitung sind in getrennten Kanälen zu verlegen, wenn sie nicht gegen Kurzschluss gesondert abgesichert sind.

Laderegler

Die Optimierung des Betriebs einer Inselanlage erfolgt durch den Laderegler. Dieser begrenzt die Spannung auf die Höhe der vorgegebenen Ladespannung des Akkus. Je nach Akkutyp sind das 13,8 bis 14,4 V. Diese Einstellung verhindert das Gasen als Folge der elektrolytischen Zersetzung der Batteriesäure. Bei Erreichen der Entladeschlussspannung trennt der Laderegler den Akku vom Generator, bis die Akkuspan-

nung auf einen vorgegebenen Wert wieder gefallen ist.

Bei der Auswahl des Ladereglers sind folgende Gesichtspunkte unbedingt zu beachten:

- Der Regler muss für den maximalen Generatorstrom ausgelegt sein und der Generatorspannung entsprechen.
- Die Einstellung der Ladeschluss- und Entladeschlussspannung muss genau mit den Akkudaten übereinstimmen.

Standardregler. Für Systemspannungen von 12 oder 24 V und Ladeströme von 8 bis 30 A lassen sich die Laderegler der Typenreihe Solarix für Inselnetze mit 230 bzw. 115 V verwenden (Bild 2). In diesem Gerät sind Solarladeregler und Sinuswechselrichter vereint. Die Geräte sind einfach zu installieren (Bild 3), weil nur ein Batterieanschluss notwendig ist. AC- und DC-Verbraucher können gleichzeitig betrieben werden. Zwischen Laderegler und Wechselrichter erfolgt eine optimale Abstimmung. Die Nennleistung beträgt maximal 900 W, die Überlastbarkeit 250 bzw. 300 %.

Regler für geringe Leistungen. Für niedrigere Leistungen, bis 500 W Nennleistung, lassen sich die Inselwechselrichter mit integriertem Laderegler vom Typ Pico oder Domino verwenden (Bild 4).

Vielfältiger Regler. Zur Erzeugung von 230V/50Hz-Sinus-Wechselspannung direkt aus 12-V-, 24-V-, 48-V- oder 60-V-Batterien können die Wechselrichter der Serie Top Class und Top Class/NL verwendet werden (Bild 5), deren Typenreihe Nennleistungen von 150 W bis 105 000 W aufweisen.

Solargenerator

Eine bedeutende Fehlerquelle ist der Solargenerator, der meist aus mehreren Modulen besteht. Drei hauptsächliche Fehlerquellen können auftreten:

- Zwischen den Zellen sind durch unsachgemäße Montage oder falsche Installation Leitungsunterbrechungen oder Massekurzschlüsse im Modul entstanden. Diese Fehler sind nicht behebbar.
- Isolationsfehler zwischen Zellen und Metallrahmen, entstanden durch eingedrungene Feuchtigkeit oder verborgene Herstellungsfehler der Zellen und des Moduls.
- Verschattung beim Betrieb, ist bei sorgfältiger Wahl des Montageortes vermeidbar. Die Verschattung einer oder mehrerer Zellen oder des ganzen Moduls kann zur Zerstörung des Moduls führen.



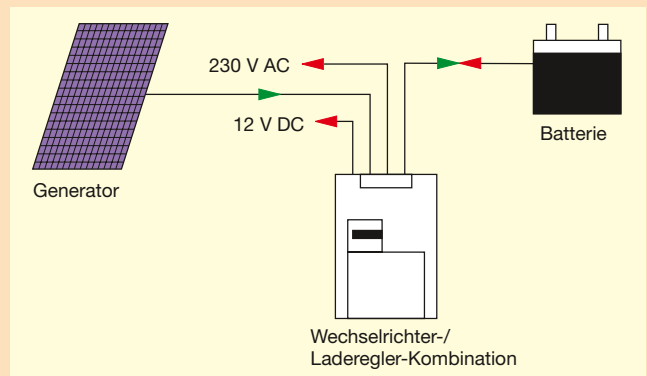
2 Solarix Sinuswechselrichter/Laderegler Kombination für Inselnetze

Quelle: Steca Fronius



5 Inselwechselrichter der Serie Top Class und Top Class/NL

Quelle IBC



3 Schaltschema des Sinuswechselrichters/Ladereglers für 12-V-Gleichstrombetrieb und 230-V-Wechselstrom

Quelle: Steca



4 Inselwechselrichter für kleine Leistungen

- a) Pico mit 150-W-Nennleistung
b) Domino mit 500-W-Nennleistung

Quelle: Shell Solar

Modulstandort und Verschattung

Die Praxis zeigt, dass starke Abweichungen von der projektierten Leistung fast immer auf Probleme durch Verschattung einzelner Module zurückzuführen sind. Für den Aufstellungsort gelten deshalb folgende Regeln:

- In den Mittagsstunden darf grundsätzlich keinerlei Verschattung auftreten.
- In den Morgen- und Abendstunden wirkt sich eine Verschattung nicht sehr wesentlich aus.

- In den sonnenarmen Monaten Oktober bis März muss der Generator mindestens vier Stunden in der Mittagszeit voll bestrahlt werden. Ist das nicht der Fall, ist ein anderer Standort zu suchen.

Fortsetzung  ELEKTRO PRAKTIKER

Netzgekoppelte Anlagen