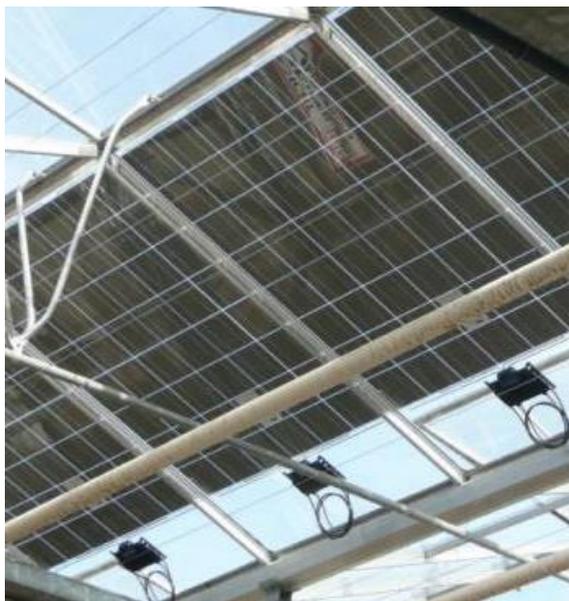




Photovoltaikanlagen im Gartenbau

Eine Betrachtung im Rahmen des Projektes *LandSchafttEnergie*



www.lwg.bayern.de

INHALT

1	Standort	3
2	Photovoltaikanlagenarten, Komponenten	3
2.1	Eigenverbrauchsanlagen	3
2.2	Inselanlagen	4
3	Verschattung	6
4	Gesetzliche Rahmenbedingungen	7
5	Kosten und Einspeisevergütung	7
6	Reinigung, Wartung	8
7	Entsorgung	8

Photovoltaikanlagen

Eine Photovoltaikanlage wandelt Sonnenlicht unter Ausnutzung des photoelektrischen Effekts unmittelbar in umweltfreundliche elektrische Energie um. Kernbestandteil einer Photovoltaikanlage ist die Solarzelle. In ihr findet die Umwandlung des Sonnenlichts in Strom statt. Die Leistung einer einzelnen Zelle ist gering, deshalb werden mehrere Solarzellen in Reihe zu sogenannten Photovoltaikmodulen geschaltet. Es gibt unterschiedliche Solarzellenausführungen: monokristallin, polykristallin und Dünnschichtmodule. Diese unterscheiden sich durch den Wirkungsgrad, Stromertrag, optische Erscheinung und Herstellungskosten.



Abbildung 1: Photovoltaikmodul

1 Standort

Photovoltaikanlagen können auf Gebäudedächern angebracht, an Gebäudewänden befestigt oder auf Freiflächen aufgebaut werden. Sonnennachgeführte Systeme sind weniger verbreitet. Die ideale Dachneigung beträgt 30° bis 45°, die beste Ausrichtung des Daches ist Südost bis Südwest. Hierbei eignen sich am besten Dachflächen von Verkaufsgewächshäusern, Arbeitshallen, Verbindern, über Kühlanlagen und Arbeitswegen. In Unterglasbetrieben besteht die Möglichkeit, PV-Anlagen direkt in das Dach zu integrieren. Die Scheiben werden dabei durch Photovoltaikmodule ersetzt. Bei Gewächshäusern die der Produktion dienen, ist der Einbau integrierter Systeme abhängig von der zu produzierenden Kultur. Bei Aufdachmontage ist die Belastung der Dachkonstruktion zu beachten.

2 Photovoltaikanlagenarten, Komponenten

2.1 Eigenverbrauchsanlagen

Diese Anlagen eignen sich für Gartenbaubetriebe, die über einen ausreichenden Netzanschluß verfügen. Wird mehr Strom erzeugt, als in diesem Moment im Betrieb gebraucht wird, speist die Anlage ins öffentliche Netz ein. Wird nicht genügend Energie selbst erzeugt – nachts und bei schlechtem Wetter – wird der benötigte Strom aus dem Netz bezogen. Für den eingespeisten Strom erhält der Betreiber der Anlage eine Einspeisungsvergütung.

Die Anlage besteht aus den in der Abbildung 2 dargestellten Komponenten.

Abbildung 2: Netzgekoppelte Photovoltaikanlage

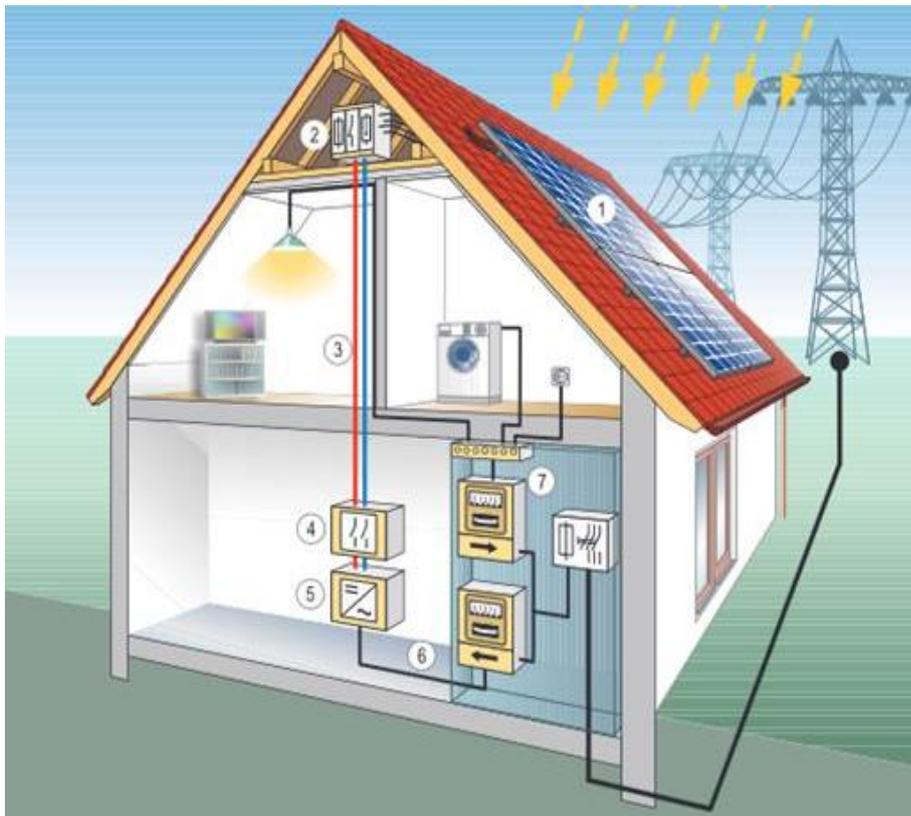


Abbildung 2 Netzgekoppelte Photovoltaikanlage bestehend aus Solargenerator (1), Generatoranschlusskasten (2,4), Verkabelung (3,6), Wechselrichter (5), Einspeisezähler (7),
Quelle: DGS Berlin

2.2 Inselanlagen

In Gegenden mit unsicherer oder nur zeitlich begrenzter Stromversorgung können PV-Anlagen mit Batteriespeicher die Versorgung unterstützen bzw. sicherstellen. Wenn keine externe Infrastruktur vorhanden ist und die Elektrizität nur durch Solarenergie und beispielweise einen Batteriespeicher bereitgestellt wird, handelt es sich um ein autarkes System, ein sog. „Inselnetz“ oder eine „Inselanlage“ (Abb. 3).

Abbildung 3: Inselanlage

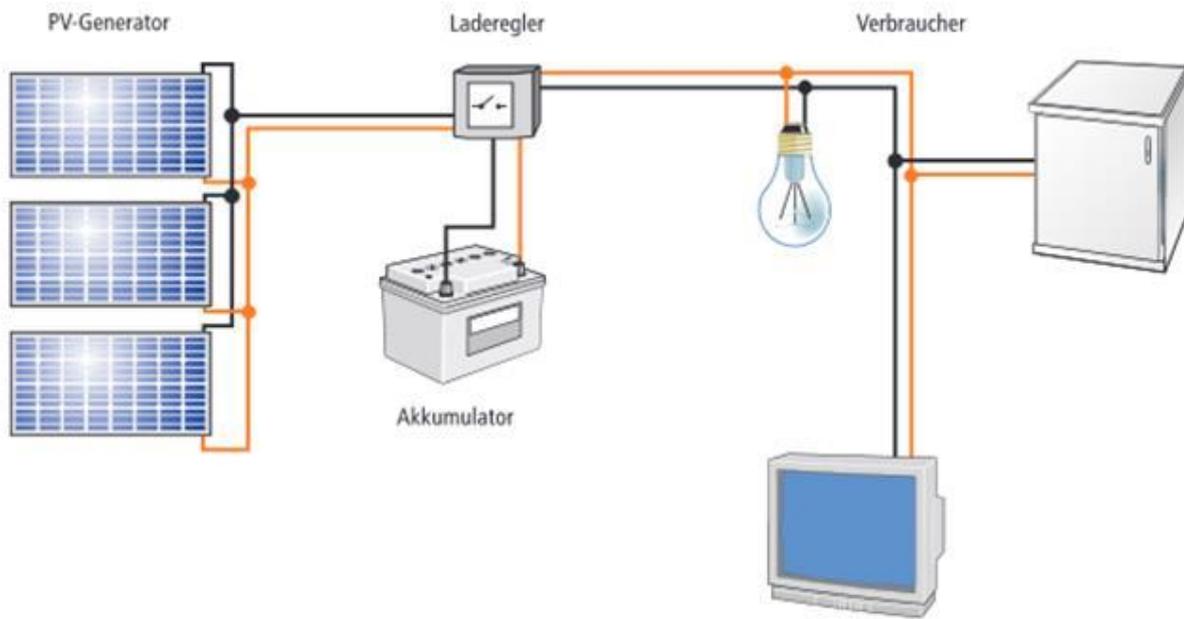


Abbildung 3 Inselanlage mit den Komponenten Solar(PV)-Generator, Laderegler, Akkumulator, Quelle: DGS Berlin

Welche Speicherkapazität sollte ein Solarstromspeicher haben?

- die Speicherkapazität ist abhängig vom Stromverbrauch in der Zeit von Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang (sonnenscheinfreie Zeit)
- der Wert entspricht der nutzbaren Batteriekapazität
- Gesamtkapazität (GK) ist die nutzbare Kapazität dividiert durch die Entladetiefe:
 $GK = \text{Nutzbare Kapazität} / \text{Entladetiefe}$
- die Entladetiefe gibt an wieviel Prozent der Gesamtkapazität genutzt werden kann, ohne die Lebensdauer der Batterie negativ zu beeinflussen

Praxisbeispiele

Bei einem Speicher von 12 kWh Gesamtkapazität beträgt die Nutzbare Kapazität 9,6 kWh bei einer Entladetiefe von 80 %. Um diesen Speicher aufzuladen, benötigt eine ca. 6,5 m² große Solaranlage (ausgehend von 1000 kWh/Jahr und täglich gleicher Sonneneinstrahlung) 3,5 Tage (1000 kWh/Jahr = 2,74 kWh/Tag, 9,6 kWh/2,74 kWh/Tag = ca. 3,5 Tage). Mit dieser Energiemenge arbeiten folgende aufgeführte Geräte je:

Tabelle 1: Energiemenge - Geräte

Stunden/Energie	Gerät
8,7 Stunden, ca. 1100 W	Staplerladegerät, Pflanzenschutzmittelspritze
4,6 Stunden, 2080 W	Saugpumpe
2,8 Stunden, 3400 W	Hockdruckreiniger
29 Stunden, 330 W	Akkuladegerät
24 Stunden, 400 W	Halogennatriumdampflampe
80 Stunden, 120 W	LED Lampe Grow Light

Aufgrund der positiven Eigenschaften hat sich in den letzten Jahren die Lithium-Technologie am Markt durchgesetzt. Lithiumbatterien sind bei sachgerechter Handhabung als sicheres Speichermedium anzusehen. Um die Batterie im thermisch unkritischen Zustand zu halten, ist ein leistungsfähiges Thermomanagement (Überwachung des Batteriezustands mittels Sensoren, Widerständen) erforderlich. Der „Bleiakku“ wird weiterhin als sehr einfache und robuste Technik eingesetzt. Weitere Batterietypen, z. B. Aluminium-Ionen- oder Natrium-Ionen-Akkus sind in der Entwicklung aber von einer Markteinführung noch weit entfernt.

Tabelle 2: Vergleich Blei-Akku - Lithium-Ionen-Akku

Blei-Akku	Lithium-Ionen-Akku
Elektroden aus Blei und Bleidioxid	freie Lithiumionen zwischen den Elektroden
Elektrolyt, verdünnte Schwefelsäure	enthält auch andere Materialien, dadurch unterschiedliche Eigenschaften
geringe Energiedichte	hohe Energiedichte ¹
zuverlässig, preisgünstig, wiederaufladbar	preiswerte Herstellung
Wartung erforderlich	praktisch wartungsfrei
gutes Recycling	gutes Recycling
hohes Gewicht	geringes Gewicht, fast kein Memory-Effekt
Lebensdauer 3-5 Jahre	lange Lebensdauer (bis 10 Jahre Garantie)
Preis 900 - 1350 €/kWh	Preis 1200 - 1850 €/kWh
Wirkungsgrad 70 - 80 %	hoher Wirkungsgrad (≥ 95 %)
Entladetiefe 50 %	Entladetiefe 90 %

¹ Energiedichte (Brennwert) ist das Maß für die Energie pro Masse/Volumen gemessen in Wh/kg
Bleiakku 30 - 40 Wh/kg, Lithium-Ionen-Akku bis 200 Wh/kg (Wattstunde pro Masse/Volumen)

Nutzen für Gartenbaubetriebe

Photovoltaik ist eine umweltfreundliche und nachhaltige Energieerzeugung:

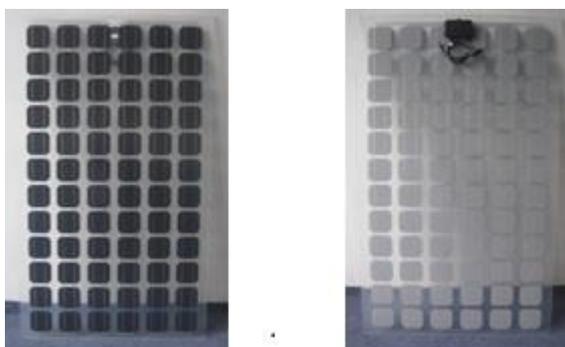
- integrierbar im Gewächshausdach (dauerhafte Schattierung)
- Reduzierung der CO₂-Emissionen
- keine Lärm- und Geruchsbelästigung
- Anlagen sind wartungsarm, mit langer Laufzeit (bis zu 25 Jahre)
- Solarnutzung hat ein positives Image bei Kunden (bei der Vermarktung hervorheben)
- Stromkosten durch deren Einsatz senken

Dem Betreiber der Anlage wird über einen Zeitraum von 20 Jahren die Abnahme des eingespeisten Stroms zu einem festen Preis garantiert. Der Ertrag einer Photovoltaikanlage kann sehr genau über die Nutzungsdauer von 25 Jahren ermittelt werden. Bei Nutzung eines Batteriespeichers kann ein hoher Eigenstromverbrauch erzielt werden und Schwankungen im Stromertrag werden reduziert. Bei entsprechendem Batteriespeichereinsatz kann daher ein Eigenstromverbrauch von 65 - 70 % realisiert werden.

3 Verschattung

Der Einbau von Photovoltaikmodulen in das Gewächshausdach ist abhängig von den zu kultivierenden Pflanzen. Denn der verringerte Lichteinfall kann das Pflanzenwachstum und den Ertrag negativ beeinflussen. Hier ist es entscheidend, den Lichtbedarf bei der Kulturplanung zu berücksichtigen. Geeignet sind hierfür transparente und semitransparente Solarmodule für Gewächshäuser. Die Lichtdurchlässigkeit (Transparenz) dieser Module kann dem Bedarf des Anlagenbetreibers angepasst werden, z. B. 80 W/m², 50 % Transparenz; 150 W/m², 5 % Transparenz. Zu berücksichtigen ist, dass durch eine Verringerung der Zellenanzahl zum einen die Transparenz erhöht und zum anderen die elektrisch wirksame Gesamtfläche verringert wird. Anhand der erforderlichen Strommenge in kWh und der Transparenz in Prozent wird die entsprechende Modulanzahl und -leistung in W (Watt) für die verfügbare Dachfläche berechnet. Der Preis der Module ist abhängig von der Leistung und der benötigten Stückzahl.

Abbildung 4: Transparente Solarmodule



4 Gesetzliche Rahmenbedingungen

Für Solaranlagen auf Satteldachflächen, an Gebäudewänden und auf Flachdächern ist keine Genehmigung erforderlich. Genehmigungspflichtig hingegen sind gebäudeunabhängige Anlagen (bspw. Freiflächenanlagen) mit mehr als 3 m Höhe und 9 m Länge. Bei denkmalgeschützten Bauten gibt es Ausnahmen, die bei der zuständigen Denkmalschutzbehörde erfragt werden können.

Photovoltaikanlage in Zahlen

- kWPeak (kWp) ist die Maßeinheit für die maximale Leistung einer Photovoltaikanlage
- pro kWp ist eine Fläche von 5,5-7,5 m² erforderlich
- eine 1 kWp-PV-Anlage kann maximal 1 kW Leistung erzeugen
- 1 kWp erzeugt pro Jahr in Deutschland 800-1000 kWh
- Zusatzbelastung für Gewächshausdach 16-24 kg/m² abhängig von der Art der Module, Montagegestell, Spezialsprossen

5 Kosten und Einspeisevergütung

Kauf: Je nach Art der Module (mono-, polykristallin), Dünnschichtmodule, Ausstattung (z. B. Speichergröße, Erweiterbarkeit, Aufständigung) und Größe (installierte Leistung in kWp) der Anlage sind die Kosten unterschiedlich. Für eine optimale Funktion ist eine fachgerechte Planung und Installation notwendig. Anhand einer aktuellen Auswertung von mehr als 250 Angeboten von Solarteuren (Fachkraft für den Bau und die Instandhaltung von Solaranlagen) sind in der anschließenden Tabelle die konkreten Kosten für eine Photovoltaikanlage aufgelistet.

Die Einspeisevergütung ist abhängig von der Nennleistung der Anlage und dem Ort, an dem sich die Anlage befindet: auf Gebäuden (Aufdachmontage) bzw. Freiflächen. Der Eigenverbrauch von Solarstrom wird nicht vergütet (Ausnahme sind Anlagen, die zwischen dem 01.01.2009 und 31.03.2012 den Betrieb aufgenommen haben). Auf jede eigenverbrauchte Kilowattstunde muss jedoch eine Abgabe in Höhe von 40 % der EEG-Umlage (EEG-Umlage 2017 beträgt 6,88 Cent/kWh) bezahlt werden. Diese Abgabe betrifft Anlagen mit einer Nennleistung über 10 kWp. Inselanlagen und Neuanlagen unter 10 kWp Nennleistung sind von der Abgabe befreit.

Tabelle 3: Kosten für eine Photovoltaikanlage Stand 2017, Angaben in € netto

Anlagengröße in kWp	3	4	5	6	7	8	9	10	>= 10
durchschnittl. Kosten pro kWp	1730	1570	1530	1490	1470	1370	1430	1340	<= 1240

Quelle: DAA, Deutsche Auftragsagentur Solaranlagen-Portal.com

6 Reinigung, Wartung

Um den optimalen Ertrag der PV-Anlage zu gewährleisten, sollte diese regelmäßig gereinigt und gewartet werden. Bei den dachintegrierten Systemen wird der Schnee wie bei der herkömmlichen Eindeckung abgetaut und die Dachwaschanlage (wenn vorhanden) kann weiter genutzt werden. Die Häufigkeit der Reinigung richtet sich nach dem Standort der Anlage. In landwirtschaftlich bewirtschafteten Regionen sollte öfter gereinigt werden als im Stadtgebiet. Die Angaben zu Reinigungsintervallen schwanken zwischen 1-5 Jahren. Eine gewisse Selbstreinigung der Anlage im mitteleuropäischen Raum findet ab einer Dachneigung von 12 Grad statt. Die Reinigungskosten sind leistungsabhängig und werden mit 1,00-2,80 €/m² angegeben. Bei der Wartung der Anlage sollte ein 1-2-jähriger Rhythmus eingehalten werden. Hier entstehen Kosten je nach Anbieter und Leistung zwischen 10,00 - 20,00 €/kWp. Alle genannten Preise verstehen sich zzgl. Mehrwertsteuer. Eine einfache regelmäßige Kontrolle mittels des Statuslämpchens am Wechselrichter sollte darüber hinaus durch den Betreiber monatlich und in den Sommermonaten besser wöchentlich erfolgen. Denn nur eine einwandfrei funktionierende Anlage erwirtschaftet auch einen guten Ertrag.

7 Entsorgung

Seit 01.02.2016 gibt es die gesetzliche Regelung, dass Hersteller die produzierten Elektronikgeräte zurücknehmen müssen. Was heißt das für PV-Anlagen? Auch bei PV-Anlagen müssen die bei der Stiftung Elektro-Altgeräte (*stiftung aer*) registrierten Hersteller und Erstinverkehrbringer für Rücknahme und Entsorgung von Altgeräten sorgen. Durch ein existierendes Rücknahmesystem (gewerbliche Sammelstellen) werden die verwendeten Materialien nach Ende der Nutzung der Wiederverwertung zurückgeführt. Beim Abbau der Anlage sollte fachkundige Unterstützung in Anspruch genommen werden. Die Abgabe der Altmodule ist kostenfrei. Kosten können für den Abbau der Module und den Transport zur Sammelstelle entstehen.

Impressum

Herausgeber:	Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
Redaktion & Gestaltung:	Institut für Erwerbs- und Freizeitgartenbau Tel. 0931 9801-0, Fax 0931 9801-100, ief@lwg.bayern.de
Auflage/Stand:	1. Auflage, Juni 2018
Bild-/Grafiknachweis:	Kirchner/AELF Kitzingen, Olschowski/LWG, DGS Berlin
Quellen:	Bayerische Bauordnung (BayBO), Erneuerbare Energie Gesetz (EEG), www.solaranlagen-portal.de , www.solar-constructions.com

Diese Arbeit wurde im Rahmen des Projektes „LandSchafttEnergie“ erstellt. Mehr dazu auch unter: www.LandSchafttEnergie.bayern.de