

Photovoltaik „Solar im Roßdorf“

Wolfgang Maier

Agenda



Grundlagen Photovoltaik, PV-Technologie und Komponenten

- Funktion
- Unterkonstruktion
- Photovoltaikmodul
- Freiflächen/Agri-Photovoltaik
- DC-Kabel und Verbindungen
- Wechselrichter
- Leistungsoptimierer



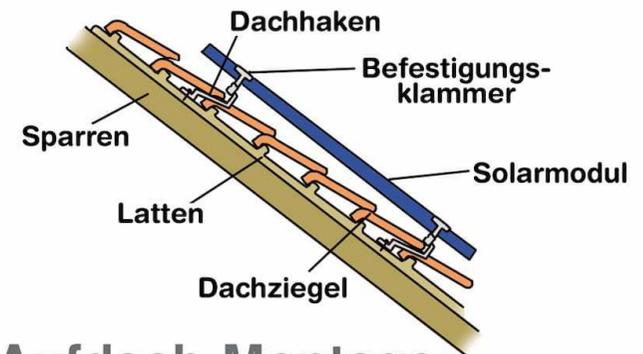
Funktion

- Sonnenlicht fällt auf Solarzelle
- In Solarzelle entsteht elektrische Spannung
- Elektrische Spannung wird in Gleichstrom umgewandelt
- Wechselrichter wandelt Gleichstrom in nutzbaren Wechselstrom um
- Überschüssiger Strom wird in Stromnetz eingespeist oder in Stromspeicher „eingelagert“



Unterkonstruktion

- Befestigung nach Art der PV-anlage
 - Aufdach Photovoltaikanlage
 - Indach Photovoltaikanlage
 - Flachdach Photovoltaikanlage
 - Fassadenintegrierte Photovoltaikanlage (BIPV)



Aufdach-Montage:
Die Dachhaken tragen
die Konstruktion



Unterkonstruktion

- Befestigung nach Art der PV-anlage
 - Aufdach Photovoltaikanlage
 - Indach Photovoltaikanlage
 - Flachdach Photovoltaikanlage
 - Fassadenintegrierte Photovoltaikanlage (BIPV)



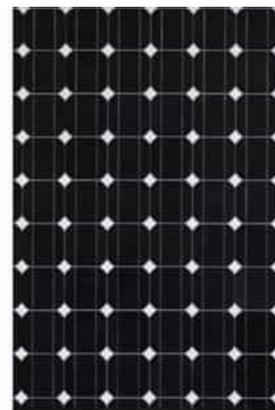
Balkonkraftwerke/Mini PV-Anlagen

- Für Mini-Solaranlagen/Balkonkraftwerke - gilt die Obergrenze von 600 Watt Einspeiseleistung
- Anmeldung bei Netzbetreiber und im Marktstammdatenregister
- Gem. Norm VDE-AR-N 4105 ist es jedem Nutzer und jeder Nutzerin gestattet, Solaranlagen mit einer Gesamtleistung von bis zu 600 Watt selbst anzumelden und anzuschließen
- Energiesteckdose erforderlich
- Keine Vergütung
- Zählertausch bei Zähler ohne Rücklaufsperr

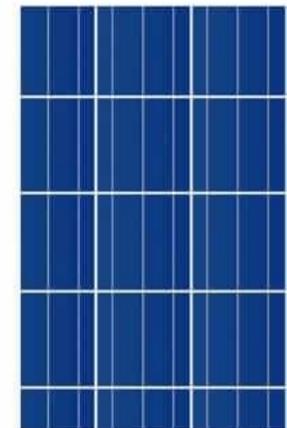


Photovoltaikmodul

- Herstellung und Material
 - Bifaziales Solarmodul
 - Dünnschicht Solarmodul
 - Dickschicht Solarmodul
 - Halbzellenmodul
 - Monokristaline / Polykristaline
 - Glas/Glas-Module



Monokristallin



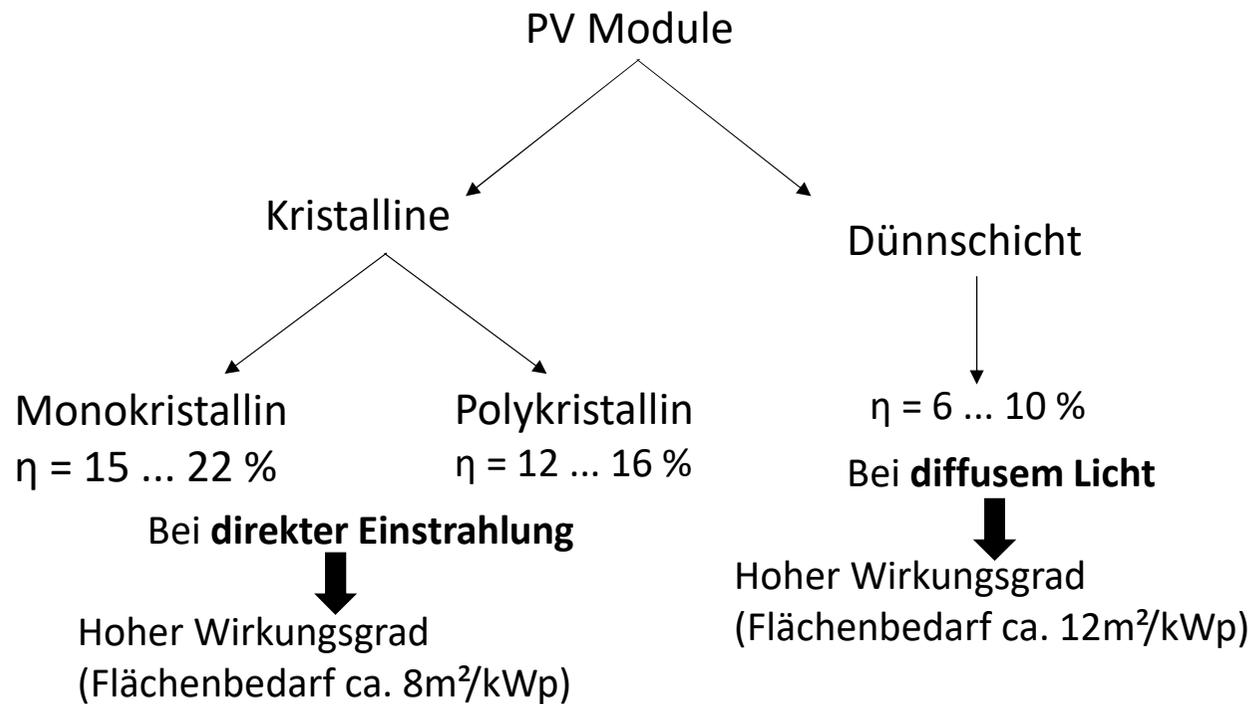
Polykristallin



Dünnschicht



Photovoltaikmodul



Freiflächen/Agri-Photovoltaik



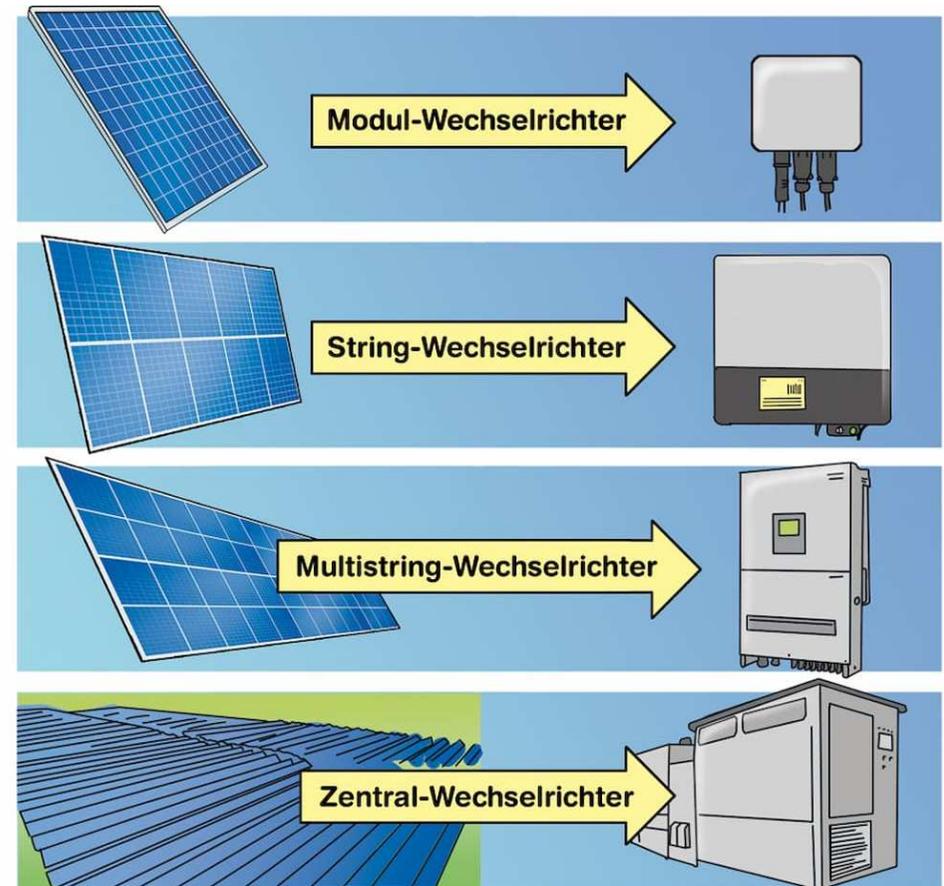
DC-Kabel und Verbindungen

- Steckverbinder
 - Normkonforme Verbindung in der in der PV-Technik sichere Übertragung der elektrischen Energie
- Solarkabel
 - Verbindung vom PV-Generator mit anderen elektrischen Komponenten
 - Sehr gute Eigenschaften zum Thema Isolierung und Wetterbeständigkeit



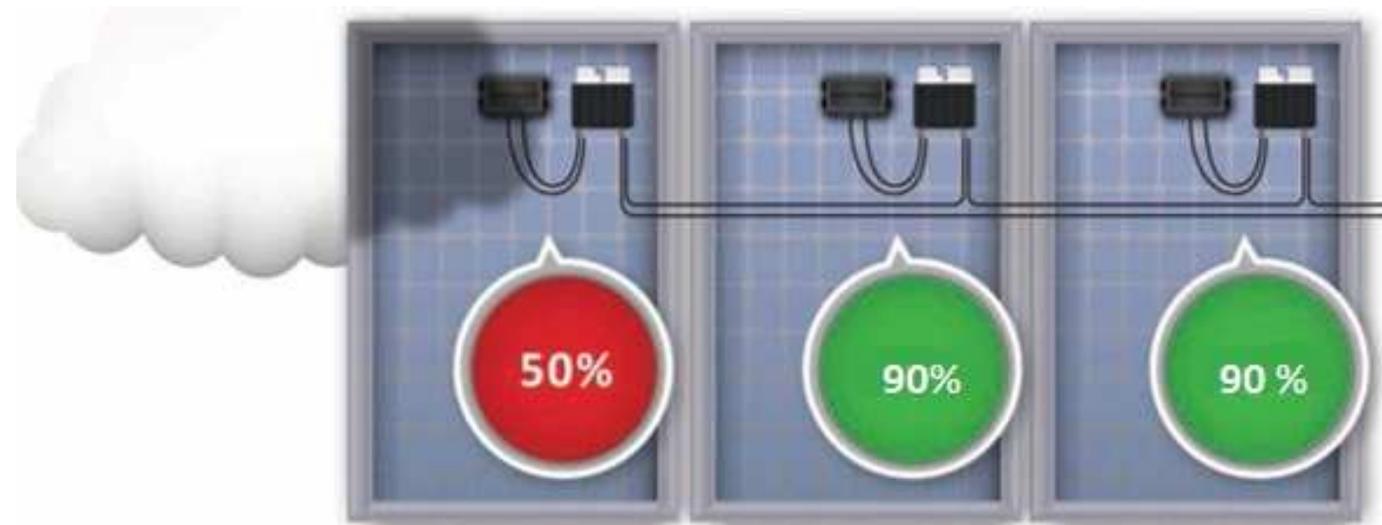
Wechselrichter

- Umwandlung
 - Wandelt Gleichspannung in Wechselspannung
 - Wird ausschließlich für Speicherung, Verbrauch u. Einspeisung genutzt



Leistungsoptimierer

- Funktion und Einsatz
 - Überwacht Leistung einzelner Module
 - sorgt dafür, dass MPP erreicht wird



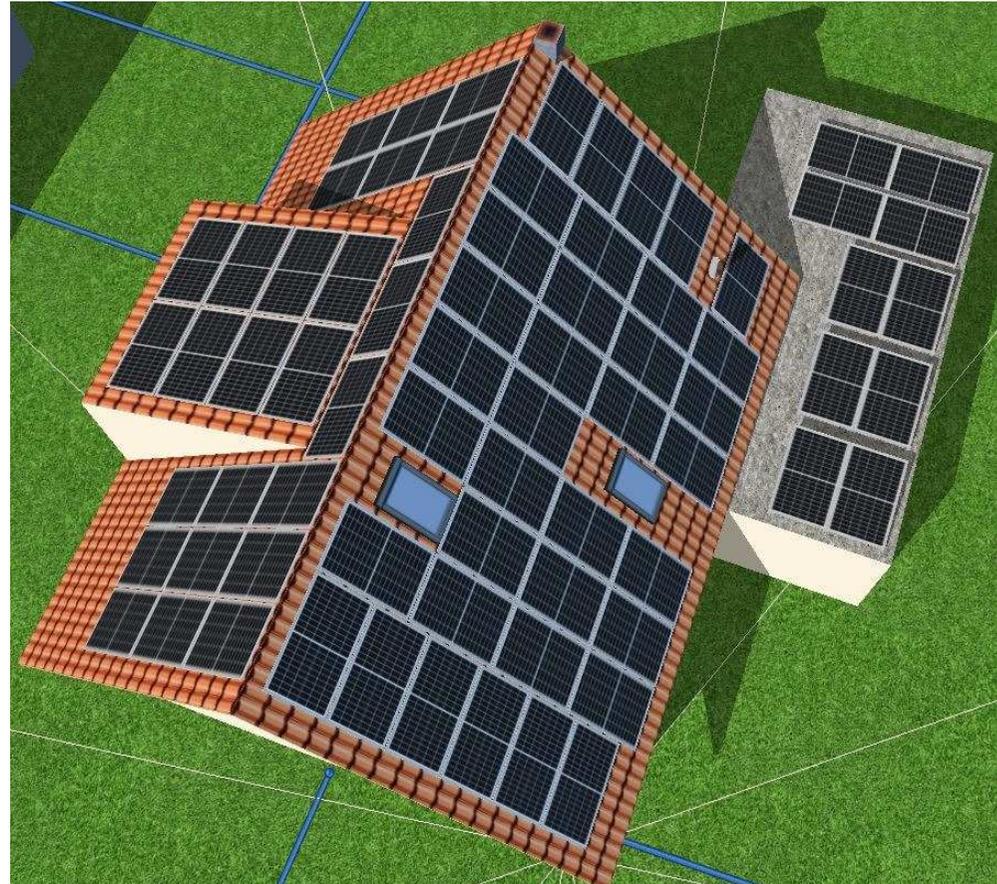
Leistungsoptimierer

- Ost / West / Süd
- Dachneigung 41 °
- Dachneigung Gauben 26 °
- Geländer 90 °



Leistungsoptimierer

- Süd / Nord Ausrichtung
- Schattenmanagement



Planung – Hinweise zur Planung

Baurechtliche Aspekte

- PV-Anlagen und solarthermische Anlagen auf oder an Gebäuden sowie eine damit verbundene Änderung der Nutzung oder der äußeren Gestalt der Gebäude sind nach §50 Abs. 1 LBO verfahrensfreie Vorhaben
- Gebäudeunabhängige Anlagen nur bis 3m Höhe und 9m Gesamtlänge
- Denkmalschutzvorgaben beachten
- Örtliche Baugestaltungssatzung / Altstadtsatzung beachten
- Freiflächen-Solaranlagen dürfen nur gebaut werden, wenn Geltungsbereich von Bebauungsplan im Sinne §30 Baugesetzbuch erfüllt ist



Planung – Hinweise zur Planung

Photovoltaik-Pflicht-Verordnung BW vom 11.10.2021

- Seit 1.1.22 (Bauantrag) Pflicht zur Installation von PV-Anlagen bei neuen Nichtwohngebäuden u. (neuen) großen, offenen Parkflächen mit > 35 Stellplätzen
- Seit 1.5.22 (Bauantrag) Pflicht zur Installation von PV-Anlagen bei neuen Wohngebäuden
- Ab 1.1.23 (Baubeginn) Pflicht zur Installation von PV-Anlagen bei grundlegender Dachsanierung



Planung – Hinweise zur Planung

PV-Pflicht-Verordnung BW

ungeeignete Dachflächen

- Unterirdische Bauten,
- Fliegende Bauten,
- Gebäude mit einer Nutzfläche von weniger als 50m²,
- Gebäude mit Dachflächen, die im Rahmen der notwendigen Nutzung temporär entfernt oder bewegt werden müssen,
- Gebäude nach der Störfall-Verordnung
- Gebäude, auf denen eine Solarnutzung eine Gefahr darstellt oder
- Bauvorhaben ohne Netzanschluss



Planung – Hinweise zur Planung

PV-Pflicht-Verordnung BW

Dachflächenbegrünung

- Besteht eine öffentlich-rechtliche Pflicht zur **Dachbegrünung** und ist diese auf einer zur Solarnutzung geeigneten Einzeldachfläche oder Teildachfläche zur erfüllen, verringert sich der Umfang der Mindestnutzung jeweils um die Hälfte

§5 Festlegung geeigneter Stellplatzflächen:

§5 (1) Stellplatzflächen sind zur Solarnutzung geeignet, wenn diese **ausschließlich für Personenkraftwagen** vorgesehen sind, eine Hangneigung von nicht mehr als 10° zur Waagrechten aufweisen und mindestens vier Stellplätze unmittelbar nebeneinander angeordnet sind.



Planung – Hinweise zur Planung

Websites des Umweltministeriums BW zur PV-Pflicht-Verordnung

Bislang publizierte Inhalte:

- [Flyer zur Kommunikation der Photovoltaik-Pflicht](#)
- [Befreiungsantrag Photovoltaikanlage](#)
- [FAQ Photovoltaikpflicht](#)
- [Photovoltaikpflicht: Hier finden Handwerkerinnen und Handwerker Unterstützung](#)



Planung – Hinweise zur Planung

Aufdachanlagen – was ist zu beachten?

- Tragfähigkeit des Daches / Statistik
- Dichtigkeit des Daches nach der Montage
- Brandschutz Unterkonstruktionen je nach Dach (Die Abstände zu Brandwänden und Gebäudetrennwänden sind einzuhalten)



Planung – Hinweise zur Planung

Aufdachanlagen – was ist zu beachten?

- Befestigungssysteme, spez. Dachhaken etc.



- Leitungsführung DC: Durchdringungen, Luftdichtheit



Planung – Hinweise zur Planung

Tipps aus der Praxis:

- Planungstools der Gestell- / Modul-Hersteller
- Alternativ Kaufprogramm (K2base, PVsol, ...)
- Solarkarte Stadt Nürtingen:
<https://geoportal.nuertingen.de/portal/apps/webappviewer/index.html?id=38e919d117b64879994d5e8f8d3f011a>
- Solarkataster: <https://www.energieatlas-bw.de/sonne/dachflächen>



Auslegung/Priese – Kalkulation

Betriebswirtschaftliche Eckdaten

- PV-Module: 0,55-1,00 € pro Watt, Module mit 300-400 Watt kosten 300€-400€
- Leistungsoptimierer (bei Verschattung), 70€ pro Modul
- WR-Kosten: variieren aktuell zwischen 1.500€ und 3.000€



Auslegung/Preise – Kalkulation

Tipps der PV-Unternehmer aus der Praxis: betriebswirtschaftliche Eckdaten

- Speicher-Kosten: die Preise von Stromspeicher für Privathäuser variieren 2022 zwischen 5.000 € und 15.000 €. Je nach Hersteller und Speichergröße können aktuell große Preisschwankungen auftreten.
- Elektroinstallation und Modulmontage: hängen stark von Bedingungen vor Ort und Größe der Anlage ab. Grob kann man bei einer 4-10 kWp großen Anlage mit 1.000 €-1.200 € für Elektroinstallation und 800 €-2.000 € für Modulmontage rechnen
- Durchschnittspreis pro Kilowattpeak: aktuell 1.500 € bis 2.500 €



Auslegung/Preise – Photovoltaik weiter denken

Technik III – PV-Anwendungen weiter denken



Augenmerk auf

- Wie orientiere ich mich am besten
 - Wenn die Wirtschaftlichkeit besonders wichtig ist
 - Es muss auf die Auslegung des Systems sowie Investitionskosten geachtet werden
 - Wenn die Autarkie besonders wichtig ist
 - Investieren sollte man hier möglichst in eine höhere Speicherkapazität und dadurch auch in eine größere Photovoltaikanlage
 - Not-Strom Funktion erhöht eventuell Standby-Verbrauch und somit die Gesamtperformance (Wirkungsgrad)



Auslegung und Wirtschaftlichkeit

- Auslegung
 - Dachgröße und Dachausrichtung
 - Flächenausnutzung bei Flachdach besser
 - Lastprofil
 - Berechnung und energetische Bewertung (Eigenverbrauchsanteil und Autarkiegrad)
 - Erste Anhaltspunkte für passende Speichergröße
 - Ansicht der einfließenden Faktoren in die Dimensionierung



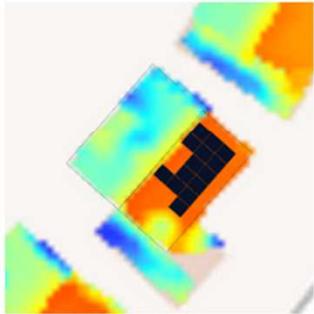
Auslegung und Wirtschaftlichkeit

- Wirtschaftlichkeit
 - Liefert einen Anhaltspunkt für Kosten
 - Hintergrund der Kostenrechnung sowie Rendite für Kunden
 - <https://www.pv-magazine.de/speicherrechner>



Auslegung und Wirtschaftlichkeit

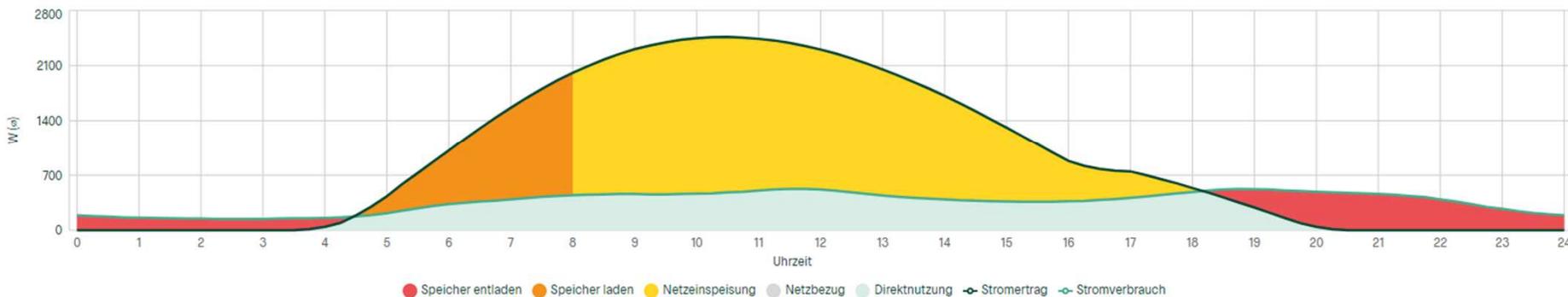
Ihre Photovoltaikanlage



Kosten	14.386 € (netto)
Belegungsvariante	Möglichst große Unabhängigkeit vom Strommarkt (Autarkie)
EEG-Vergütung	Überschusseinspeisung
Leistung	5,6 kWp
Ertrag/kWp	955,13 kWh
Gesamtertrag/Jahr	5.349 kWh
Speicher	4,5 kWh (Lithium-Ionen-Speichersystem)
Module	14 Module à 400 Wp

Ihr Stromverbrauch im nächsten Jahr

JAN FEB MÄR APR MAI JUNI JULI AUG SEP OKT NOV DEZ



Berechnung energieatlas-bw.de



Auslegung und Wirtschaftlichkeit



Eigenverbrauch

60,1 %



Autarkie

79,5 %



Rendite

8,3 %



Amortisationszeit

10 Jahre



Gewinn nach 20 Jahren

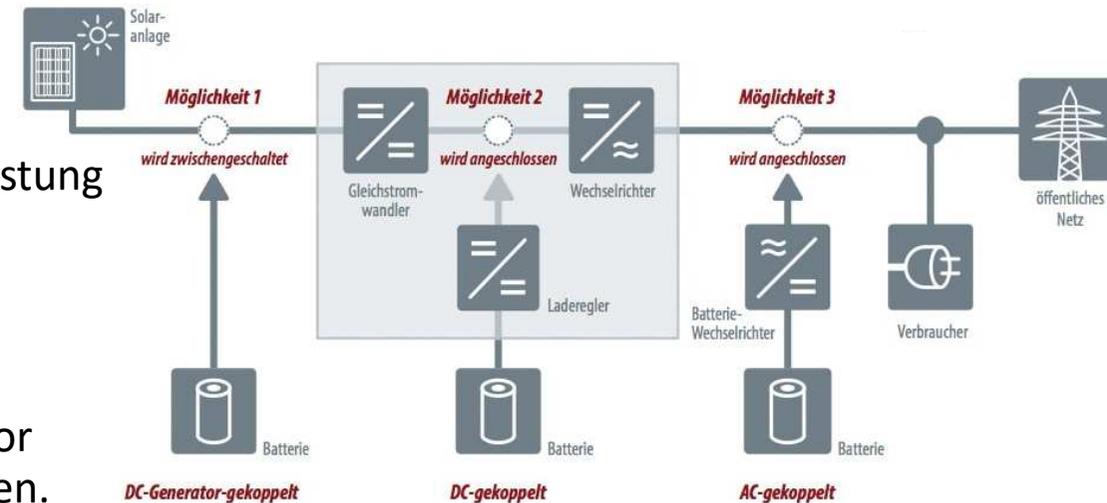
14.789 €

Berechnung energieatlas-bw.de



Speichersystemvarianten

- AC – System
 - Der Akkumulator wird auf der AC-Seite angeschlossen, die Möglichkeit der Nachrüstung ist nahezu immer möglich
- DC – System
 - Vorteil, der Strom welcher zum Akkumulator fließt muss nur einmal umgewandelt werden. Wirkungsgrad somit größer als bei AC-System.



Speichersystemvarianten

- Hochvolt – Batterie
 - Höheren Wirkungsgrad durch höhere Ausgangsspannung
 - Wechselrichter muss geringere Spannungsdifferenz überbrücken
 - Können tiefer Entladen werden, dadurch mehr nutzbare Speicherkapazität
- Niedervolt – Batterie
 - Batteriespannung beträgt max. 60V DC in den meisten Fällen 48 V
 - Klassische Variante PV-Speichertechnik
 - Zusätzlicher Wechselrichter



Anerkannte Regeln der Technik

- Die VDE-AR-N 2510-2
 - Anwendungsbereich
 - Hinweise zum Transport
 - Anforderungen an elektrische Energiespeichersysteme
 - Anforderungen an den Aufstellort
 - Kennzeichnung und Dokumentation
 - Inbetriebnahme, Betrieb und Deinstallation



TAB 2019



1 Anmeldung zum Netzanschluss (Strom) Pläne sind beizulegen		Eingangsvermerk (NB)																																			
2 Anschrift des Netzbetreibers (NB) Name des NB Straße und Haus-Nr. bzw. Postfach Postleitzahl Ort		Angaben zum Anschlussobjekt Straße, Haus-Nr., ggf. Etage Postleitzahl Ort Ortsteil / Gemarkung / Flur und Flurstück-Nr. Bei Neubaugebieten Name des Baugebietes Bei vorhandener Anlage: Zähler- bzw. NB-Kundennummer																																			
3 Angemeldet wird nach TAB: <input type="checkbox"/> Neuanschluss <input type="checkbox"/> Anschluss-/Anlagenveränderung <input type="checkbox"/> Erzeugungsanlagen (***) <input type="checkbox"/> Verstärkung Netzanschluss <input type="checkbox"/> Umliegung Netzanschluss <input type="checkbox"/> Notstromanlagen(***) <input type="checkbox"/> Mitverlegung weiterer Sparten <input type="checkbox"/> Leistungserhöhung **) <input type="checkbox"/> zeitlich befristeter Anschluss <small>(Baustrom, Schaustellerbetriebe...) voraussichtlich bis: _____</small> <input type="checkbox"/> Zustimmungspflichtige Geräte *) <input type="checkbox"/> Stilllegung <input type="checkbox"/> Wiederherstellung <input type="checkbox"/> <small>***) Datenblätter beifügen</small>																																					
<small>*) Bezeichnung des Gerätes u. ggf. Datenblätter beifügen</small>		<small>**) Bezeichnung des Gerätes</small>																																			
4 Für folgende Kundenanlagen																																					
Art/Anzahl a) Baustelle (zeitl. befristet) b) Wohnung c) Gewerbe m. Branche d) Gemeinschaftsanlagen e) Erzeugungsanlagen f)		Gleichzeitig benötigte Leistung [kVA] P_{max} [kVA]																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">P</th> <th colspan="3">im</th> <th rowspan="2">bisher</th> <th colspan="3">im</th> <th rowspan="2">bisher</th> <th rowspan="2">neu</th> <th rowspan="2">im</th> <th rowspan="2">Endausbau</th> </tr> <tr> <th>bisher</th> <th>neu</th> <th>Endausbau</th> <th>bisher</th> <th>neu</th> <th>Endausbau</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		P	im			bisher	im			bisher	neu	im	Endausbau	bisher	neu	Endausbau	bisher	neu	Endausbau													Zugeordnete Überstromschutzvorrichtung vor dem Zähler [A] <table border="1"> <thead> <tr> <th>bisher</th> <th>neu</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		bisher	neu		
P	im			bisher	im			bisher	neu					im	Endausbau																						
	bisher	neu	Endausbau		bisher	neu	Endausbau																														
bisher	neu																																				
erwarteter Jahresverbrauch [kWh] <table border="1"> <thead> <tr> <th>< 100.000</th> <th>≥ 100.000</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		< 100.000	≥ 100.000																																		
< 100.000	≥ 100.000																																				
Gleichzeitig benötigte Gesamtleistung am Netzanschluss in kVA:																																					
5 Elektrofachbetrieb: Firmenname _____ Ausweisnummer _____ Eingetragen bei _____ Straße und Haus-Nr. _____ Postleitzahl Ort _____ Telefon, E-Mail _____ Unterschrift (optional) _____																																					
<small>Antragsteller und Grundstückseigentümer erkennen an, dass Grundlage des Netzanschlussvertrages die "Verordnung über Allgemeine Bedingungen für den Netzanschluss und dessen Nutzung für die Elektrizitätsversorgung in Niederspannung (Niederspannungsanschlussverordnung - NAV)" ist. Dem Grundstückseigentümer obliegt es nach der NAV u. a., das Anbringen und Verlegen von Leitungen und Leitungsträgern zur Zu- und Fortleitung von Elektrizität und sonstiger Einrichtungen für die Zwecke der örtlichen Versorgung mit elektrischer Energie auf seinem Grundstück zu dulden (§§ 10, 12 NAV). Die NAV ist beim Netzbetreiber (NB) und im Internet auf der Homepage des NB erhältlich. Die Kundenanlage ist von einem in ein Installationsverzeichnis einer NB eingetragenen Installationsunternehmen unter Beachtung der anerkannten Regeln der Technik zu errichten und in Betrieb zu setzen. Datenschutz-Hinweis: Die in Zusammenhang mit dem Vertragsverhältnis anfallenden Daten werden nach den Vorschriften der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) zweckbezogen verarbeitet und genutzt.</small>																																					
6 Angaben zum Anschlussnehmer Name, Vorname bzw. Firmenname _____ Registergericht / Registernummer bei Firma _____ Geburtsdatum bei Privatpersonen _____ Straße und Haus-Nr. _____ Postleitzahl Ort _____ Telefon, Fax, E-Mail _____ Datum _____ Name in Druckschrift _____ Unterschrift (optional) _____		Zustimmung des Grundstückseigentümers <small>(wenn Anschlussnehmer nicht Grundstückseigentümer ist)</small> Name, Vorname bzw. Firmenname _____ Straße und Haus-Nr. _____ Postleitzahl Ort _____ Telefon, Fax, E-Mail _____ Datum _____ Name in Druckschrift _____ Unterschrift (optional) _____																																			
<input type="checkbox"/> Angebot an Anschlussnehmer <input type="checkbox"/> oder abweichend an Person/Firma _____																																					
7 gewünschter Fertigstellungstermin: _____		Bemerkungen: _____																																			

TAB 2019

Anmeldung einer steckerfertigen Photovoltaikanlage bis 600 W

Schon bald leisten Sie mit Ihrer PV-Anlage einen Beitrag zur Energiewende – alles was wir dafür von Ihnen benötigen, ist diese Anmeldung. Senden Sie uns diese einfach ausgefüllt an strom@sw-nuertingen.de. Anschließend erhalten Sie eine Bestätigung von uns.

Anlagenbetreiber/ Auftraggeber:

Name, Vorname bzw. Firmenname

Straße und Hausnummer

Postleitzahl und Ort

Telefon

E-Mail

Angaben zur Erzeugungsanlage:

Summenleistung der Module:

Modulanzahl-/leistung:

Falls von Modulleistung abweichend,

Wechselrichterennleistung:

Inbetriebnahme Datum:

Angaben zum Anlagenstandort:

Straße und Hausnummer

Ortsteil/ Flurstück-Nummer

Postleitzahl und Ort

Zählernummer der Verbrauchsstelle

_____ Wp
_____ Stück à _____ Wp

_____ W

Ich bestätige, dass

- 1) die Energiesteckdose nach DIN VDE V 0628-1 im Vorfeld durch einen Elektroinstallateur nach den anerkannten Regeln der Technik installiert wurde.
- 2) die Anlage die maximale Leistung von 600 W (Wechselrichterennleistung) nicht überschreitet und keine weiteren Stromerzeugungsanlagen an diesem Netzanschluss betrieben werden.
- 3) die Anlage den Bedingungen der „TAB Baden-Württemberg 2019 in der Niederspannung“ entspricht: Ein entsprechendes Einheiten- und NA-Schutz-Zertifikat bzw. eine Herstellererklärung zur Konformität nach DIN VDE AR-N 4105 kann ich auf Nachfrage vorlegen.
- 4) ich die Anlage im Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur fristgerecht innerhalb eines Monats nach Inbetriebnahme registrieren werde – diese Verpflichtung ergibt sich aus dem EEG bzw. der MaSIRV.
- 5) ich mich bezüglich Einspeisung und Messung für folgende Regelungen – entsprechend der von mir gewählten Option – entscheide (bitte entsprechend ankreuzen):

Es ist nicht sichergestellt, dass ich den erzeugten Strom vollständig verbrauche, deshalb speise ich den Überschuss ins Stromnetz der Stadtwerke Nürtingen GmbH ein. **Sollte bei mir bisher kein Zweirichtungszähler eingebaut sein, beauftrage ich die Stadtwerke Nürtingen GmbH meinen Zähler kostenpflichtig zu tauschen. Die Kosten dafür belaufen sich zurzeit auf 85,20 € inkl. MwSt.** Für eventuell in das Netz eingespeisten Strom beanspruche ich keine Vergütung gemäß EEG und verzichte ausdrücklich hierauf. Zur Erfüllung des Netzsicherheitsmanagements (§ 9 EEG), ist die maximale Wirkungsleistungseinspeisung meiner Anlage auf 70% der installierten Leistung begrenzt.

Es ist sichergestellt, dass keine Stromeinspeisung in das Netz der Stadtwerke Nürtingen GmbH erfolgt – der Einbau eines Zweirichtungszählers ist daher nicht notwendig. Mir ist bewusst, dass die Einspeisung ohne einen Zähler, der dies erfassen kann, einen Verstoß gegen die gesetzlichen Vorgaben zur Abführung von Steuern, Abgaben und Umlagen sowie zur Energiemengenbilanzierung darstellt und daher nicht zulässig ist.

Bei Nichteinhaltung der oben genannten Punkte werde ich die steckerfertige Erzeugungsanlage nicht betreiben und so dafür sorgen, dass sie keinen Strom erzeugt. Änderungen werde ich umgehend an die Stadtwerke Nürtingen GmbH und das Marktstammdatenregister melden.

Ort, Datum

Name des Anlagenbetreibers (Druckschrift)

Unterschrift des Anlagenbetreibers

Datenschutzhinweis:

Der Schutz Ihrer Daten ist uns sehr wichtig. Die im Zusammenhang mit dem Vertragsverhältnis oder gesetzlichen Anspruch anfallenden Daten werden nach den Vorschriften der europäischen Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) zweckbezogen verarbeitet und gespeichert. Weitere Datenschutzhinweise finden Sie hier: <https://www.sw-nuertingen.de/unternehmen/datenschutz.html>

Messkonzepte

- Komplexe Vergütungsregeln führen in der Praxis zu verschiedenen Messkonzepten
- Auswahl Messkonzept liegt grundsätzlich bei Anlagenbetreiber
- Netzbetreiber hat Verpflichtung Messkonzept auf Konformität mit EEG und TAB zu prüfen



Vergütung

Inbetriebnahme	Vermarktungsform	bis 10 KW	bis 40 KW	bis 100 KW
ab 30.07.2022	Überschusseinspeisung	8,20 ct/kWh	7,10 ct/kWh	5,80 ct/kWh
	Volleinspeisung	13 ct/kWh	10,90 ct/kWh	10,90 ct/kWh

ab dem 1. Februar 2024 halbjährliche Abschmelzung von 1 % gegenüber den in dem jeweils vorangegangenen Zeitraum geltenden Anzulegenden Werten!



Vergütung

Änderung EEG 2023

- PV-Anlagen, die ab dem 30.7.2022 in Betrieb genommen wurden erhalten die höheren Vergütungssätze (20 Jahre)
- 70 Prozent Regelung für Anlagen bis 25 kWp entfällt (PV-Nennleistung, die in das öffentliche Netz gespeist wird)
- Ab 01.01.2023
- Für Photovoltaik-Anlagen bis 30 kWp muss kein Gewinn mehr ermittelt und in der Einkommensteuererklärung angegeben werden. (Mehrfamilienhaus/Gewerbe 15 kWp/Einheit)
- Der Mehrwertsteuersatz beim Kauf einer PV-Anlage bis 30 kWp beträgt 0%. (Mobile Solarmodule – z. B. Camping sind davon ausgenommen).



Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!

Ich freue mich auf Ihre Fragen!