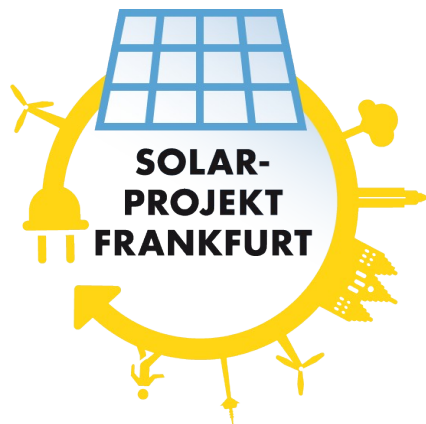


**SOLAR-
PROJEKT
FRANKFURT**

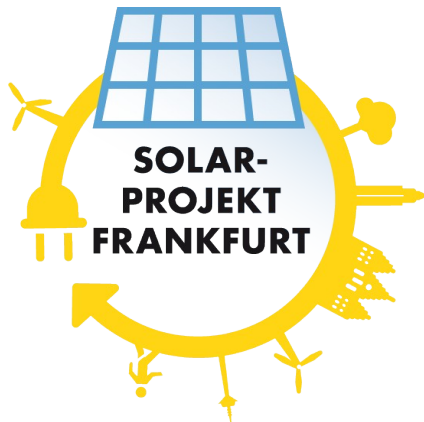
Was ist die beste Art der Energie?





Die Energie, die nie verbraucht wird

<https://www.co2online.de/service/energiesparchecks/stromcheck>



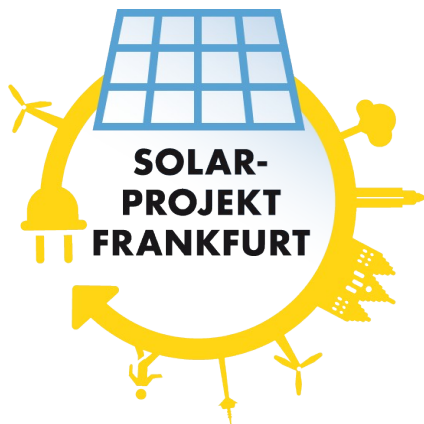
Übersicht

- Warum Photovoltaik?
- Stecker-/Balkon-Solar
 - Definition
 - Physikalische Grundlagen
 - Komponenten
 - Befestigung
 - Technische Vorgaben
 - Rechtliche Vorgaben
- Stromertragsprognose



Foto: <https://pixabay.com/photos/photovoltaic-photovoltaic-system-2138992/>

Warum Photovoltaik?





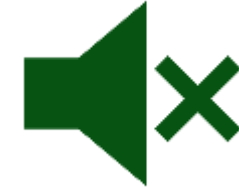
Klimaschutz!



Unabhängigkeit von
Energieimporten



Energiewende „selbst“ in
die Hand nehmen



Leise und dezentrale
Energieerzeugung

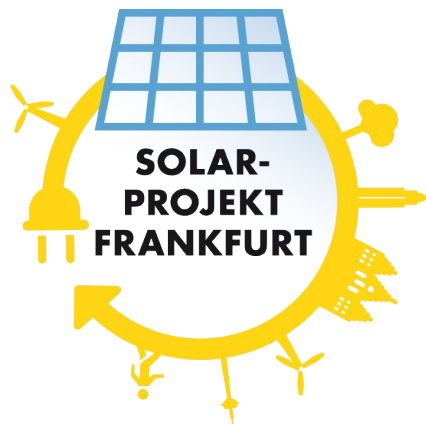


Die Sonne schickt keine
Preiserhöhungen



Bewährtes, langlebiges und
robustes Produkt

Stecker-Solar/ Balkonkraftwerk

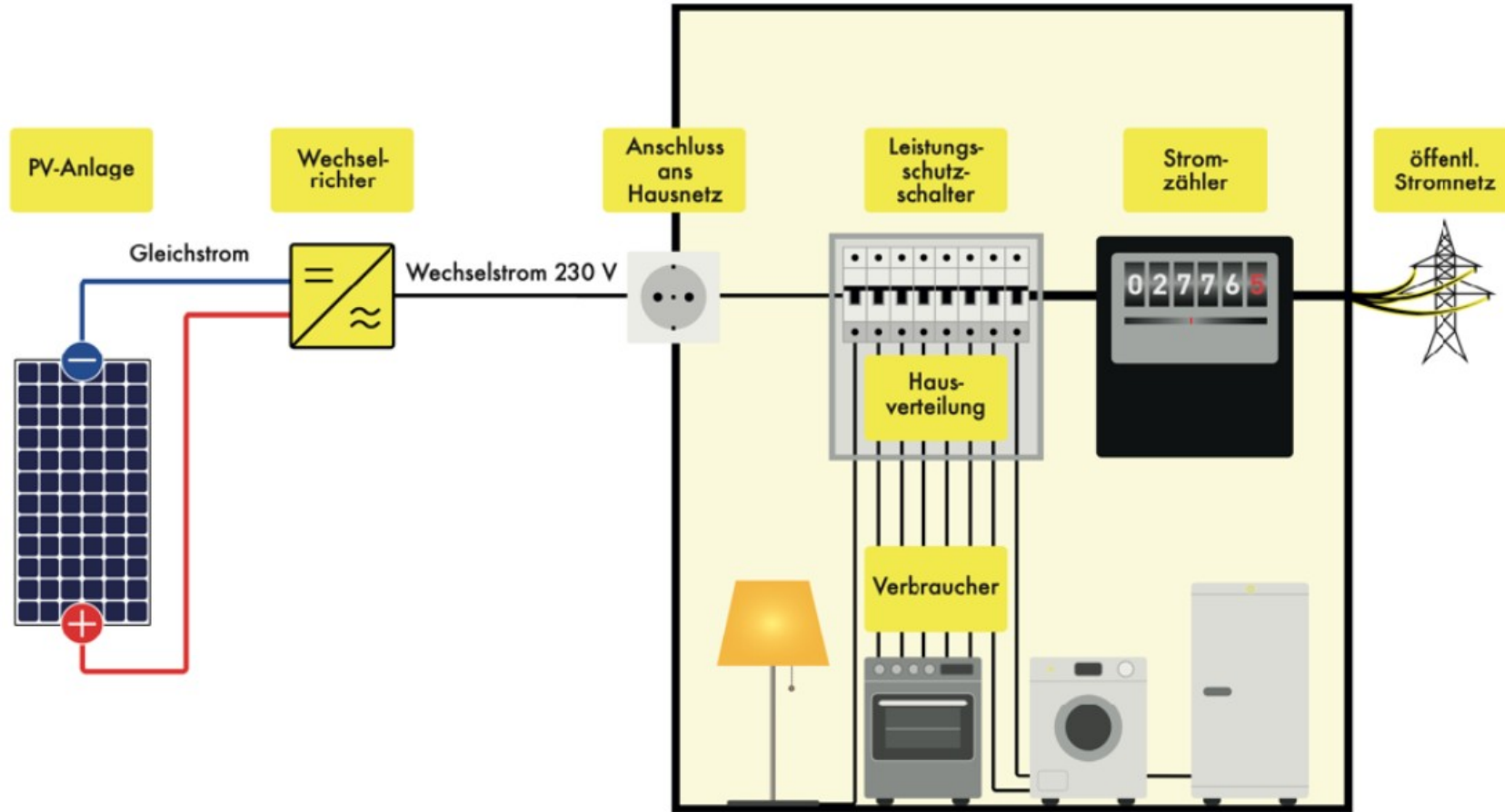


Definition



- Bezeichnung als Gerät, da es wie ein Staubsauger oder ein Wasserkocher in Steckdosen eingesteckt werden kann
- Einfache Montage am Balkon, Carport oder Garten möglich
- Anschluss an Stromnetz direkt, Energie- oder Schuko-Steckdose
- Keine Vergütung des eingespeisten Stroms
- Anmeldung aber keine Genehmigung erforderlich

Komponenten



Quelle: Balkon.solar

Solarmodule

Standardsolarmodule wie bei „großer“ Photovoltaik-Anlage

Gesamt-Modulleistung darf bis zu 2.000 Wp betragen, z.B. 5 x 400 Wp

Standardmodul

- Nennleistung: 400 – 450 Watt peak
- Maße: ca. 1,10 m x 1,70 m
- Gewicht: ca. 20 – 25 (30 kg)
- Material Vorderseite: Glas oder Kunststoff
- Empfehlung: Bifaziale Glas-Glas-Module
- "Energetische Amortisation" eines Moduls: 1-2 Jahre
- Leistungseinbuße nach 20 Jahren ca. 10%, nach 30 Jahren ca. 20%



Foto: Ulrich Böke

Solar modul-Datenblatt

Vertex S+

DOPPELGLAS N-Typ i-TOPCon MODUL

TrinaSolar

PRODUKT: TSM-NEG9R.2B
LEISTUNGSBEREICH: 425-450 W

450 W

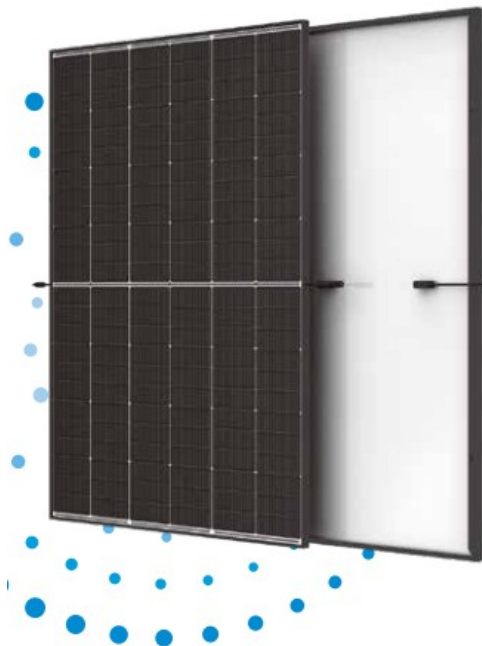
MAXIMALE NENNLEISTUNG

0/+5 W

POSITIVE LEISTUNGSTOLERANZ

22,5 %

MAXIMALER WIRKUNGSGRAD



Kleine Maße, große Leistung

- Bis zu 450 W Spitzenleistung, 22,5 % Modulwirkungsgrad mit High-Density-Zellverbindungstechnologie
- Multi-Busbar-Technologie für mehr Absorption, geringeren Serienwiderstand, verbesserte Stromableitung und erhöhte Zuverlässigkeit
- Geringere Montagekosten bei erhöhter Leistung und Effizienz



Doppelglas für max. Zuverlässigkeit

- Ausgezeichnete Beständigkeit gegen Feuer und bei schwierigen Umweltbedingungen
- 5.400 Pa Scheelast und 4.000 Pa Windlast (Testlasten)



Maximaler Ertrag

- 25 Jahre Produktgarantie auf die Verarbeitung und 30 Jahre Leistungsgarantie
- N-typ Technologie mit 1 % Degradation im ersten Jahr und 0,4 % in den Jahren 2-30



Universelle Lösung für Wohn- und Gewerbedächer

- Hohe Kompatibilität mit verfügbaren Wechselrichtern, Optimierern und Montagesystemen
- Leichte Handhabung durch perfekte Größe und geringes Gewicht. Optimierte Transportkosten
- Flexible Installationslösungen für den Systemeinsatz

Heutige Module sind deutlich weniger verschattungsanfällig und haben hohe Wirkungsgrade. Die Entwicklung der letzten Jahre war enorm!



Solarmodule - Hersteller

Europäische Hersteller



Asiatische Hersteller



Wechselrichter



- Umwandlung von Gleichstrom zu Wechselstrom
 - Modulen die maximal mögliche Leistung zu „entlocken“
 - Erzeugung einer definierten Ausgangsspannung, im vorliegenden Fall 230V
 - Bei Balkonkraftwerken kommen Mikro-Wechselrichter zum Einsatz:
 - Ausgelegt für meistens nur ein Modul
 - Montage meistens direkt am Modul
 - Leistung muss auf 800 W bzw. 800 VA begrenzt sein
- ➔ Abriegelung von größeren Wechselrichtern auf 800 W bzw. 800 VA erlaubt.

**Bei Kauf auf CE-
Zertifizierung achten!
Gerät muss die
VDE-4105 erfüllen!**

Wechselrichter - Hersteller

Empfohlen



≡ ECOFLOW

GROWATT



<https://www.akkudoktor.net/mikrowechselrichter-datenbank/>



Nicht empfohlen

WVC

/// PARKSIDE®

 **BOSSWERK**

Befestigung am Balkon



© Thomas Seltmann



© Entratek GmbH

Anforderungen

- dauerhaft tragfähig für Modulgewicht
- muss Wind- und Schneelasten Stand halten
- UV-Licht- und korrosionsbeständig
- CE-Kennzeichnung

Technische Vorgaben

- Maximal zulässig sind ein oder mehrere Wechselrichter mit einer Gesamtleistung von 800 W (entscheidend ist die Anschlussleistung des Wechselrichters) pro Endstromkreis (Hausstromzähler), mindestens Schutzklasse IP 65
- Leistung der Solarpanels auf 2000 Watt begrenzt
- Optimaler Aufstellwinkel: 30°-35° (bei 10°-60° nur geringe Einbußen)
- Optimale Himmelsausrichtung von eigenem Bedarfsprofil abhängig
- Selbst bei punktueller Verschattung erhebliche Ertragseinbußen
- Solarmodule sind gemäß Fachkommission Bautechnik keine Bauprodukte! Keine Vorgaben an Ausführung und Befestigung
- Je höher der Strom, desto geringer die Leitung!
➔ Leitungslänge auf DC-Seite möglichst kurz halten
- Einsatz von Verlängerungskabel möglich, allerdings darf dieses nicht auf Kabeltrommel aufgerollt sein

		Dachausrichtung																		
		Süd		Südost Südwest						Ost West		Nordost Nordwest						Nord		
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
Dachneigung	0°	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%	
	10°	93%	93%	93%	92%	92%	91%	90%	89%	88%	86%	85%	84%	83%	81%	81%	80%	79%	79%	79%
	20°	97%	97%	97%	96%	95%	93%	91%	89%	87%	85%	82%	80%	77%	75%	73%	71%	70%	70%	70%
	30°	100%	99%	99%	97%	96%	94%	91%	88%	85%	82%	79%	75%	72%	69%	66%	64%	62%	61%	61%
	40°	100%	99%	99%	97%	95%	93%	90%	86%	83%	79%	75%	71%	67%	63%	59%	56%	54%	52%	52%
	50°	98%	97%	96%	95%	93%	90%	87%	83%	79%	75%	70%	66%	61%	56%	52%	48%	45%	44%	43%
	60°	94%	93%	92%	91%	88%	85%	82%	78%	74%	70%	65%	60%	55%	50%	46%	41%	38%	36%	35%
	70°	88%	87%	86%	85%	82%	79%	76%	72%	68%	63%	58%	54%	49%	44%	39%	35%	32%	29%	28%
	80°	80%	79%	78%	77%	75%	72%	68%	65%	61%	56%	51%	47%	42%	37%	33%	29%	26%	24%	23%
	90°	69%	69%	69%	67%	65%	63%	60%	56%	53%	48%	44%	40%	35%	31%	27%	24%	21%	19%	18%

Quelle: <https://www.eqoh.de/blogs/balkonkraftwerke-grundlagen/fur-den-maximalen-ertrag-optimale-ausrichtung-und-neigung-fur-dein-balkonkraftwerk>

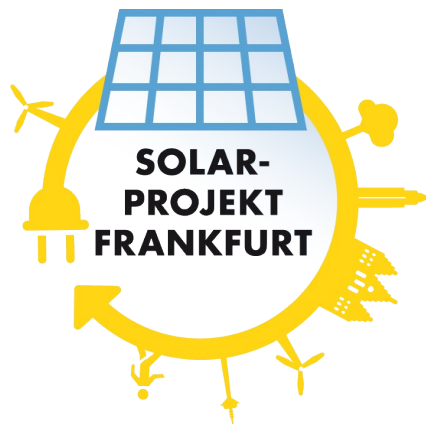
Rechtliche Vorgaben

- Anmeldung nur noch im Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur erforderlich, genehmigungsfrei:
<https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR>
 - ➔ *Wird das BKW nicht angemeldet, so kann dies nach § 21 der Marktstammdatenregisterverordnung (MaStRV) als Ordnungswidrigkeit mit einem Bußgeld in dreistelliger Höhe geahndet werden. Bisher noch kein Straffall bekannt*
- Seit Juli 2024 stehen Stecker-Solargeräte im Katalog der privilegierten Maßnahmen des Wohnungseigentumsgesetz (Bestätigung durch Bundesrat ausstehend)
 - Mieter als auch Eigentümer innerhalb einer WEG haben Anspruch auf Nutzung von Steckersolargeräten
 - Eine Genehmigung durch (Mit-)Eigentümer nicht mehr erforderlich
 - (Mit-)Eigentümer müssen jedoch informiert werden und können Vorgaben in Bezug auf die Optik machen
- Prüfen, ob eigene Privathaftpflichtversicherung Risiken absichert



Foto: balkon.solar

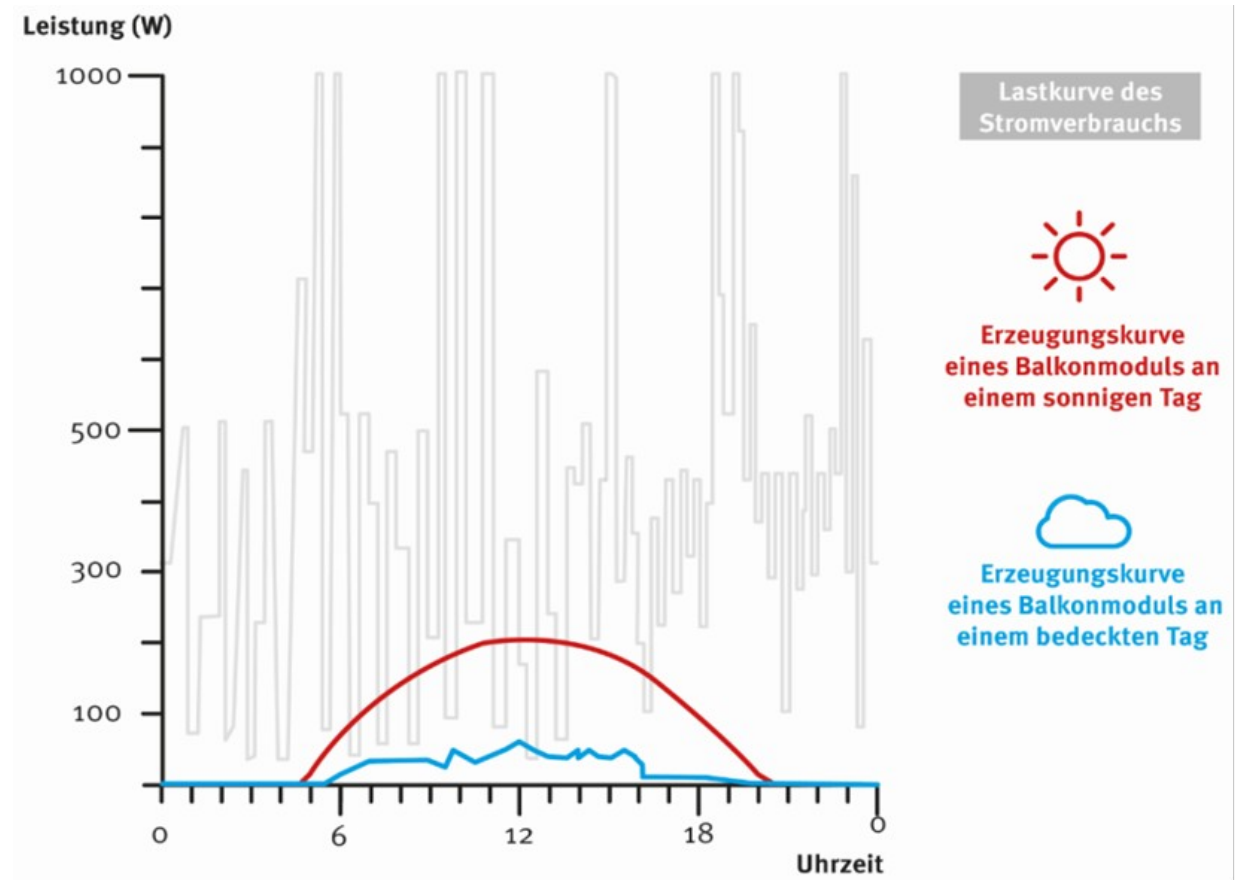
Stromertragsprognose



Nutzen Stromerzeugung

Stecker-Solargeräte decken vor allem die Grundlast

- Grundlast in Mieterhaushalten zwischen 50 und 100 Watt
- zeitweise 200 bis 600 Watt
- kurze Lastspitzen von 1.000 bis 3.000 Watt über Sekunden und Minuten



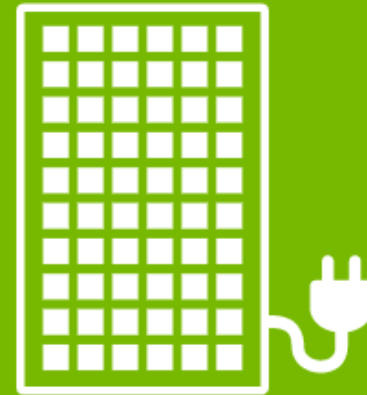
© Verbraucherzentrale NRW

Stecker-Solar-Simulator HTW Berlin



STECKER-SOLAR-SIMULATOR

Dieser Rechner zeigt Ihnen, wie viel Strom und Geld Sie mit einem Steckersolargerät am Balkon, an der Hauswand oder auf dem Dach einsparen.



htw.

- Ertragsprognose speziell für Balkonkraftwerke
- Einstellung von Montagewinkel und –ort möglich
- Einsparungen werden anhand von Verbrauchsprofil ermittelt



<https://solar.htw-berlin.de/rechner/stecker-solar-simulator/>

Berechnungsbeispiel ohne Speicher

- 2 x 445 Watt Solarmodule, 800 Watt Wechselrichter
<https://isolarpro.de/collections/balkonkraftwerke-und-mini-pv-anlagen2/products/58f2a090-0a9b-44cd-8237-f560693b1d47>
- Anschaffung: ca. 420 € inklusive Montagekomponenten
- Stromverbrauchsprognose: 2000 kWh
- Gemäß Rechner der HTW Berlin: 615 kWh
<https://solar.htw-berlin.de/rechner/stecker-solar-simulator/>
- Strom zur Eigennutzung, verminderter Energiebezug
- Mittlere Nutzung etwa 52% (abhängig von Verbrauchsprofil). Rest wird kostenlos eingespeist
- Damit jährliche Einsparung von 105€ (bei 0,33 €/kWh)
- Anlage macht sich nach 4 Jahren bezahlt



Foto: Helge Pflingst

Berechnungsbeispiel mit Speicher 1,92 kWh

- 2 x 445 Wp Solarmodule, 800 W Wechselrichter, 1.920 Wh Speicher

<https://isolarpro.de/collections/balkonkraftwerke-und-mini-pv-anlagen2/products/880w-balkonkraftwerk-set-trina-440w-bifazial-transparent-doppelglaszendure-hybrid-mikrowechselrichter192kwh-batterie>

- Anschaffung: ca. 1.020 € (870 € + 150 €) inklusive Montagekomponenten
- Stromverbrauchsprognose: 2000 kWh
- Gemäß Rechner der HTW Berlin: 615 kWh
- <https://solar.htw-berlin.de/rechner/stecker-solar-simulator/>
- Strom zur Eigennutzung, verminderter Energiebezug
- 89% des erzeugten Stroms werden selbst verbraucht
- Damit jährliche Einsparung von 209€ (bei 0,33 €/kWh)
- Anlage macht sich nach 6 Jahren bezahlt



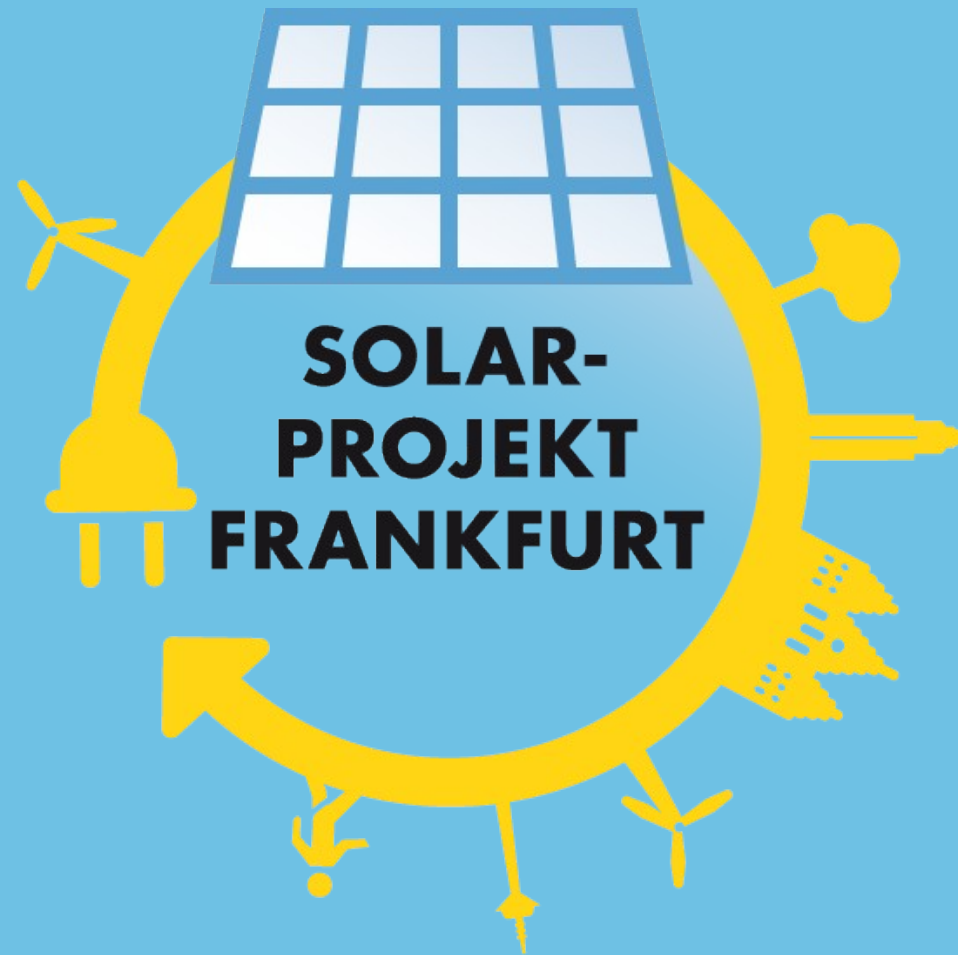
Foto: Helge Pflingst

Berechnungsbeispiel mit Power Station 2,4 kWh

- 2 x 415 Wp Solarmodule, 2400 Wh Powerstation
<https://isolarpro.de/collections/balkonkraftwerke-und-mini-pv-anlagen2/products/bundle-product-102>
- Anschaffung: ca. 1.150 € (1.000 € + 150 €) inklusive Montagekomponenten
- Stromverbrauchsprognose: 2000 kWh
- Gemäß Rechner der HTW Berlin: 873 kWh
<https://solar.htw-berlin.de/rechner/stecker-solar-simulator/>
- Strom zur Eigennutzung, verminderter Energiebezug
- 92% des erzeugten Stroms werden selbst verbraucht
- Damit jährliche Einsparung von 173€ (bei 0,33 €/kWh)
- Anlage macht sich nach 7 Jahren bezahlt
- Zusätzlicher Vorteil: Strom auch bei Netzausfall



Foto: Helge Pfingst

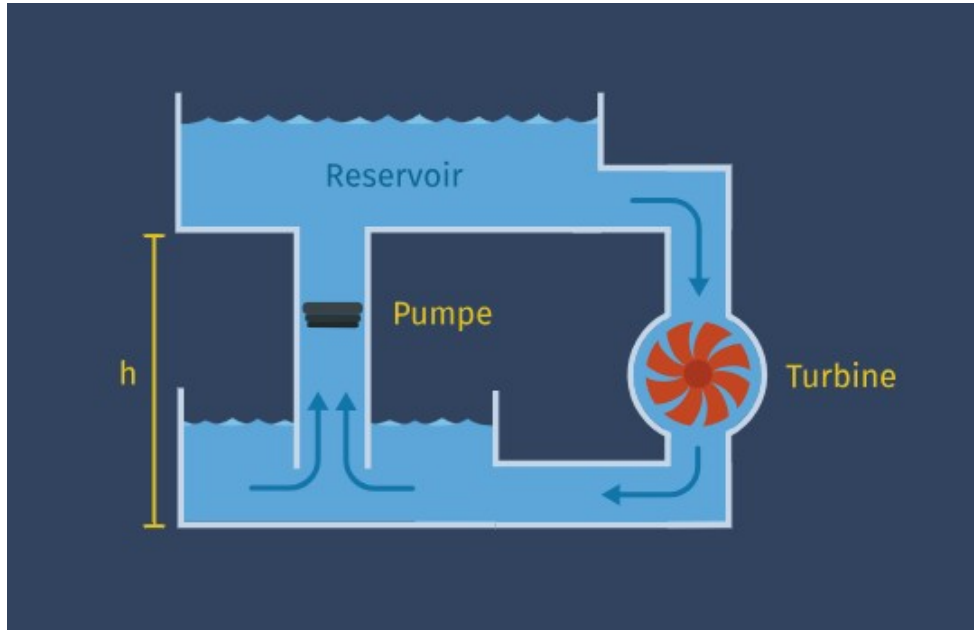


Kontakt

solarprojekt@riseup.net

<https://www.solarprojekt-frankfurt.org>

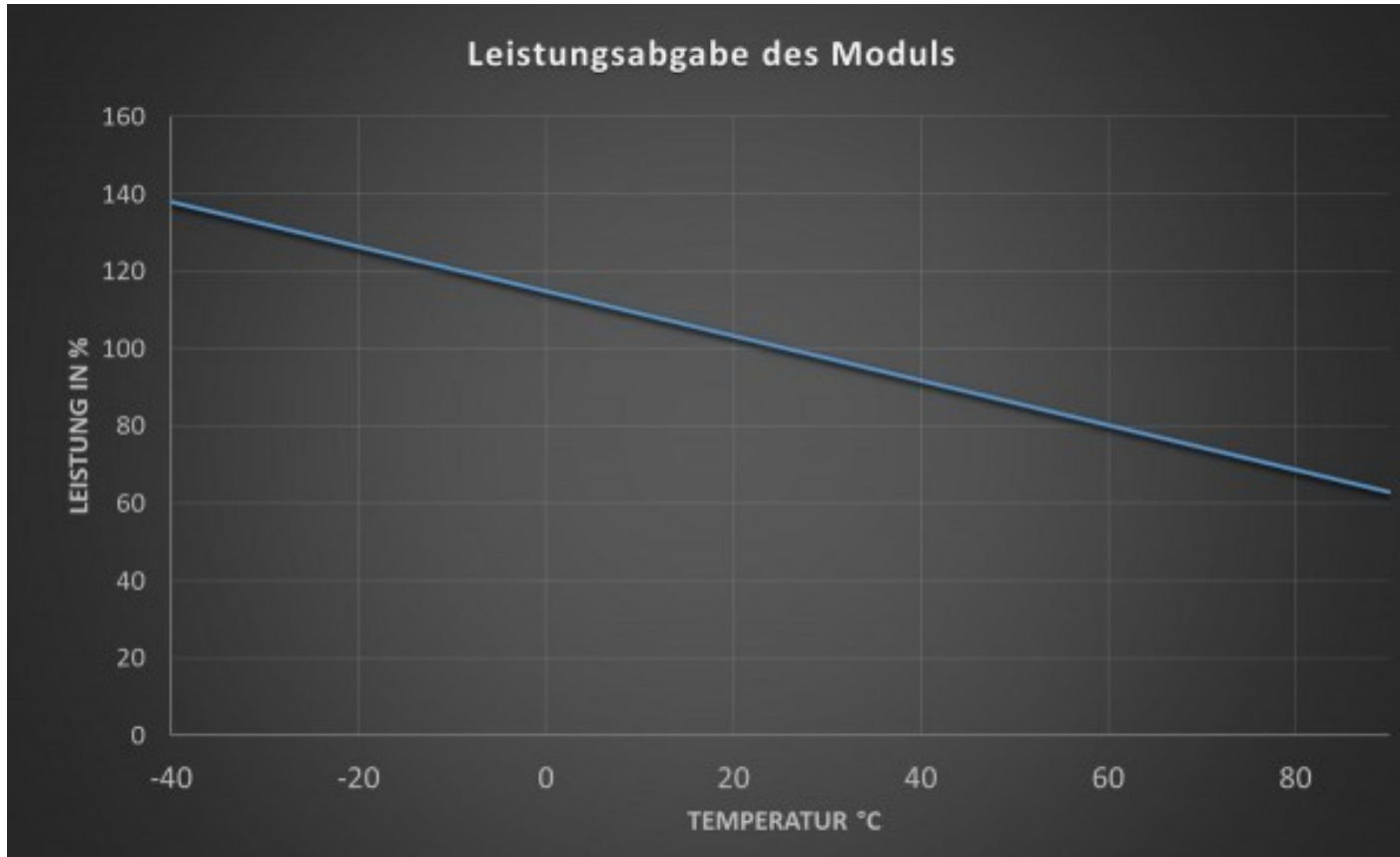
Physikalische Grundlagen



$$P = U \times I$$

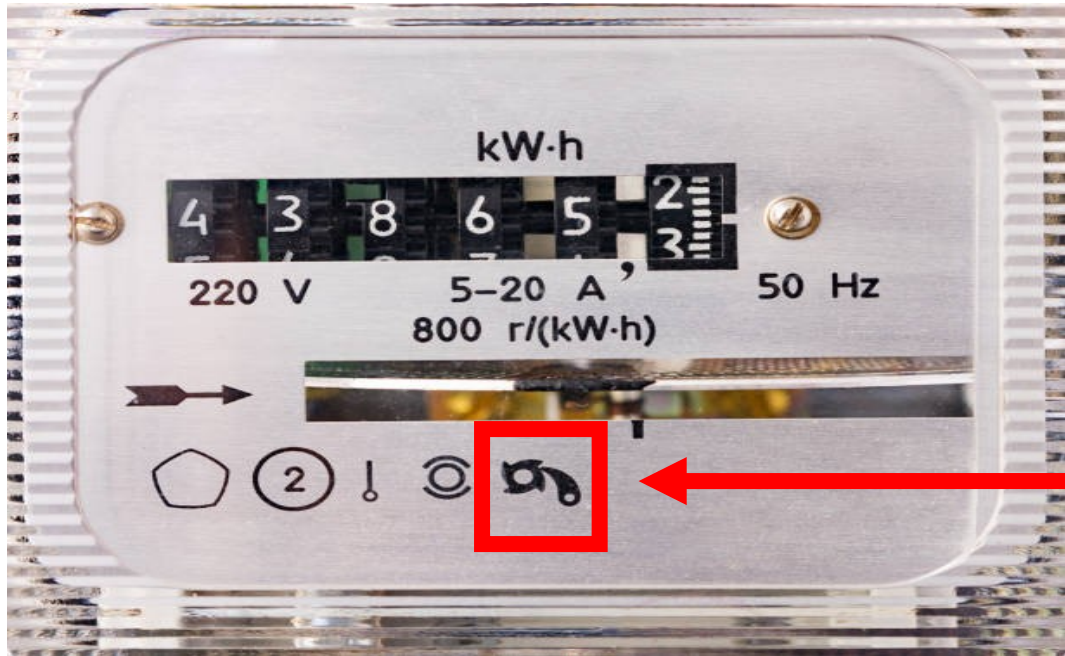
- Elektrischer Strom: Fluss bzw. gerichtete Bewegung von Elektronen.
Gemessen in Ampère [I], einer Basiseinheit
Je höher der Strom desto mehr Elektronen fließen pro Sekunde (z.B. in einem Leiter)
- Elektrische Spannung: Potentialdifferenz zwischen zwei Punkten im elektrischen Feld.
Gemessen in Volt [U]
Sie ist die treibende Kraft für die Ladungsbewegung. Je höher die Spannung, desto größer „der Druck“ auf der Leitung
- Elektrische Leistung: In einer Zeitspanne umgesetzte Energie bezogen auf diese Zeitspanne.
Gemessen in Watt [P]
- Elektrische Energie: Die in einem bestimmten Zeitraum umgesetzte elektrische Leistung. **Gemessen in kWh oder Joule [E]**

Solarmodule – Leistung in Abhängigkeit der Temperatur



- Allgemein: Je kälter desto besser und je wärmer desto schlechter für das Modul
- Herstellerseitig werden Betriebsgrenzen angegeben, die weder unter- noch überschritten werden dürfen (Beispiel: -20°C – 60°C)
- Angegebene Modulleistungen werden bei einer Einstrahlung von 1000 W/m^2 und 25°C erreicht

Digitale vs. Analoge Stromzähler



Fotos: badenova.de (links), istockphoto.com (rechts)

Ausrichtung und Verschattung

Südwest bis Südost optimal

Flachdächer sehr gut

Ost und West gut

Norrdächer möglichst flach

Verschattung vermeiden: auch
teilverschattete Module
reduzieren die Leistung
erheblich!



Auslegung des Speichers

sinnvolle Obergrenze der nutzbaren Speicherkapazität

PV-Generatorleistung in kW	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000
≥ 10	3,0 kWh	4,5 kWh	6,0 kWh	7,5 kWh	9,0 kWh	10,5 kWh	12,0 kWh
9	3,0 kWh	4,5 kWh	6,0 kWh	7,5 kWh	9,0 kWh	10,5 kWh	12,0 kWh
8	3,0 kWh	4,5 kWh	6,0 kWh	7,5 kWh	9,0 kWh	10,5 kWh	12,0 kWh
7	3,0 kWh	4,5 kWh	6,0 kWh	7,5 kWh	9,0 kWh	10,5 kWh	10,5 kWh
6	3,0 kWh	4,5 kWh	6,0 kWh	7,5 kWh	9,0 kWh	9,0 kWh	9,0 kWh
5	3,0 kWh	4,5 kWh	6,0 kWh	7,5 kWh	7,5 kWh	7,5 kWh	7,5 kWh
4	3,0 kWh	4,5 kWh	6,0 kWh	6,0 kWh	6,0 kWh	6,0 kWh	6,0 kWh
	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000
	Stromverbrauch in kWh/a						

© stromspeicher-inspektion.de

Bild 34 Empfohlene Obergrenze der nutzbaren Speicherkapazität in Einfamilienhäusern, die von der Größe der PV-Anlage und von der Höhe des jährlichen Stromverbrauchs abhängt.