

Balkonkraftwerk und Smart Grid

Die Energiewende selbst in die Hand nehmen

Klaus-Uwe Gollmer u. Joachim Brinkmann



Disclaimer

- Diese Präsentation wurde mit größter Sorgfalt erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte kann jedoch keine Gewähr übernommen werden.
- Die Präsentation stellt keine technische, Rechts- oder Steuerberatung dar. Diese muss individuell unter Berücksichtigung des Einzelfalls erfolgen.
- Die Rahmenbedingungen und die Empfehlungen beruhen auf dem Kenntnisstand zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Präsentation.

Stand:01.12.23

IoT² Werkstatt

iBT

Institut für Betriebs- und
Technologiemanagement
Institute for Operations and Technology Management



Umwelt-Campus
Birkenfeld

H O C H
S C H U L E
T R I E R

Wer sind wir?



Prof. Dr.-Ing. Klaus-Uwe Gollmer

Professor für Modellbildung und Simulation
IoT²-Werkstatt am UCB, Makerspace INNODIG

Tel.: +49 6782 17-1223

k.gollmer@umwelt-campus.de

www.umwelt-campus.de/k.gollmer



Joachim Brinkmann, M.Sc.

Doktorand, Lehrkraft für erneuerbare Energien,
wissenschaftlicher Mitarbeiter

Schwerpunkte: additive Fertigung, Energieeffizienz,
Ressourcenmanagement

Tel.: +49 6782 17-1900

j.brinkmann@umwelt-campus.de



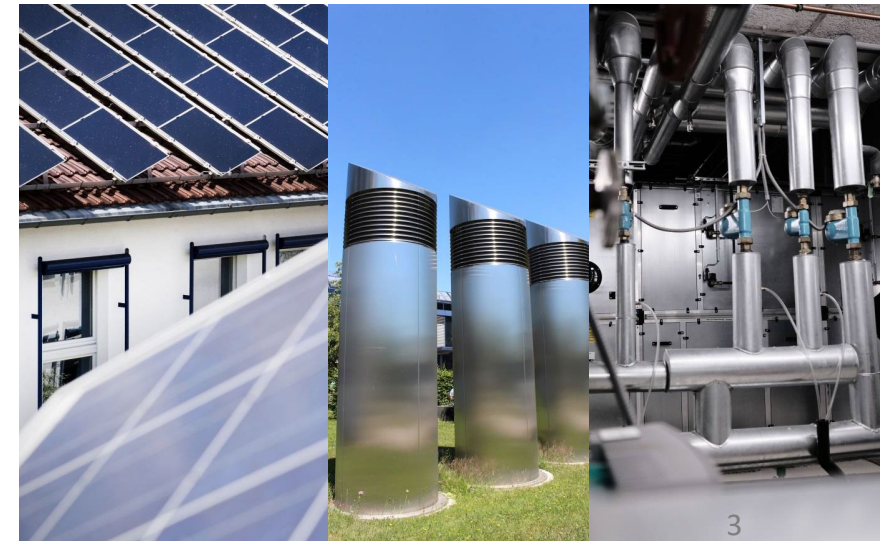
Umwelt Campus Birkenfeld

- Zero Emission - 100%
 - Photovoltaik
 - Biomasse
 - Wärmerückgewinnung
- Regenwassernutzung
- Nachhaltigkeit
- Campusbiotop

DIE GRÜNSTE HOCHSCHULE DEUTSCHLANDS
#6 der Weltrangliste im Green Metric Ranking



- Hochschulranking zur Nachhaltigkeit
- 2022: International Platz 6, national 1. Platz
 - > 1000 Hochschulen
- Weltweit Platz 3 beim Sektor Klima- und Energiewende



Agenda

- „Stromverbrauch“ im Haushalt und was ist mit Leistung, Arbeit, Stromkosten?
- Balkonkraftwerk – technische Grundlagen
- Was kann ich selbst nutzen?
- Planung und Installation
- Rechtliche Randbedingungen

- Workshop – Live Zusammenbau



Schritt 1: Theorie, Begriffe – was muss ich eigentlich bezahlen?
-> **Elektr. Leistung, Arbeit, Strom, Grundlast**

(Elektrische) Helfer im Haushalt



Mr. Bean hat eine kleine **Leistung** (z.B. 10 Watt)



Supermann hat eine große **Leistung** (z.B. 1000 Watt) und kann so viel mehr Arbeit pro Stunde leisten

Angenommen, ich möchte mein Dach neu decken (d.h. eine bestimmte Arbeit verrichten lassen):

- > Mr. Bean braucht 100 Stunden (10 Watt mal 100 Stunden)
- > Supermann wäre in 1 Stunde fertig (1000 Watt mal 1 Stunde)
- > Beide verrichten aber die gleiche Arbeit

-> **Arbeit ist also Leistung mal Zeit** ($E = P \cdot t$), Einheit: Watt mal Stunden, Wh

Leistung typischer Geräte im Haushalt

| | |
|-------------------|-----------|
| Herd: | 4000 Watt |
| Elek. Heizlüfter | 1000 Watt |
| Föhn: | 1000 Watt |
| Wasserkocher: | 1000 Watt |
| TV: | 100 Watt |
| Notebook: | 50 Watt |
| Handyladegerät: | 5 Watt |
| Ladegerät Standby | 0.5 Watt |

Was kostet mich denn ein Gerät mit einem Watt im Jahr?



=



<https://www.craiyon.com/>

Abgerufene Arbeit (Leistung mal Zeit) mal Tarif = zu zahlender Rechnungsbetrag

1 W * 24 Stunden/Tag * 365 Tage/Jahr = 8760 Wh/Jahr -> Mit 40 ct pro kWh sind das 3.50 € pro Jahr

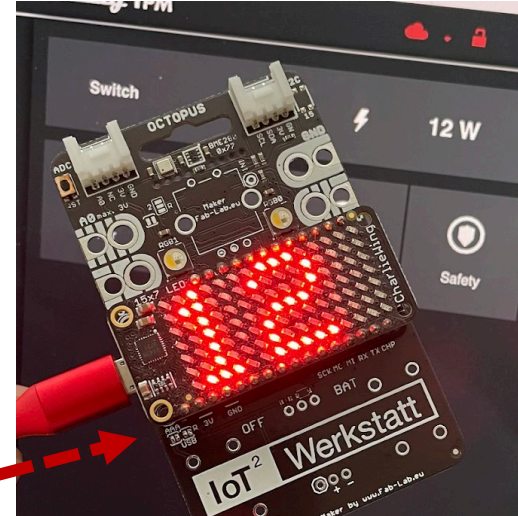


Das Internet der Dinge und des Denkens (IoT²) hilft bei der Analyse
-> **Jede eingesparte kWh ist wichtig**

Grundlast analysieren: Shelly Smart Meter



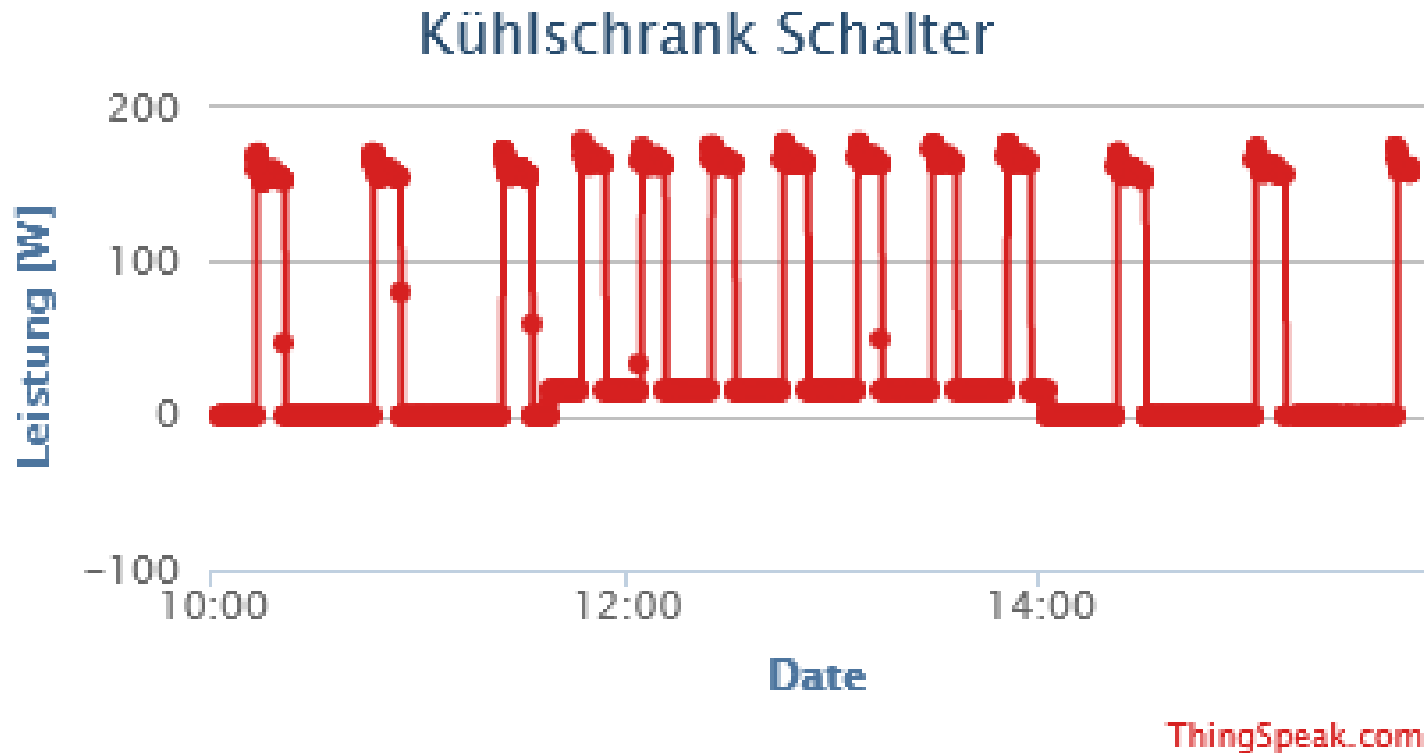
WiFi-Access Point
SSID: shellyplug-s-442A8B
Pass:



WiFi-Access Point
SSID: hackathon
Pass: IoTWerkstatt

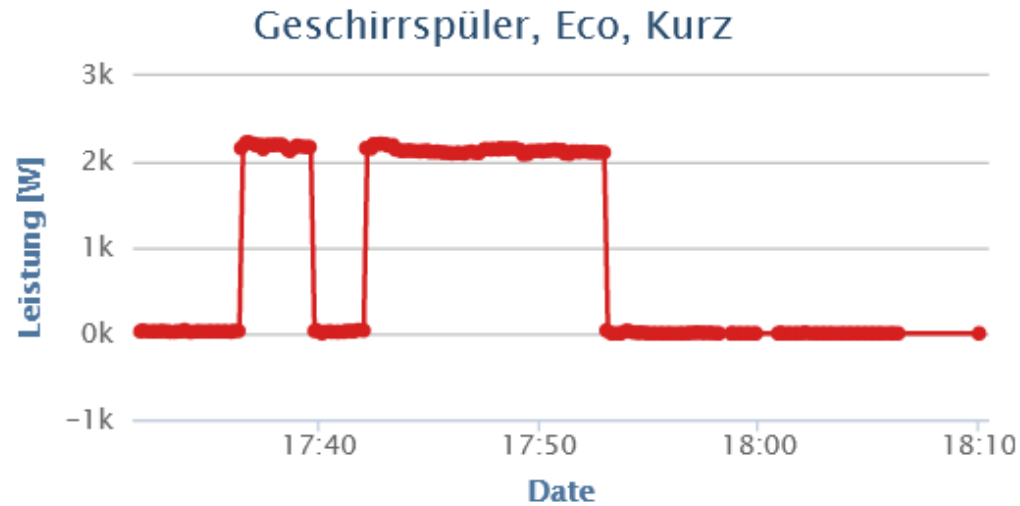


Verschiedene Programme (Arbeitsabläufe)

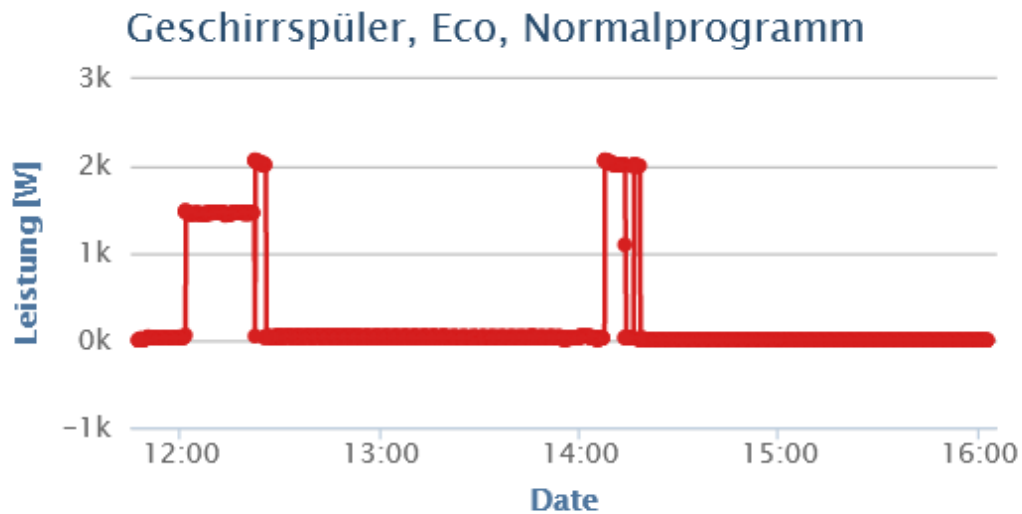


- Manche (ältere) Kühl-/Gefrierkombination hat „Schnellfrost“ Betrieb (orangener Schalter im Bild)
-> der wird oft nicht zurückgesetzt („vergessen“)
-> Konsequenz: Zusätzliche 10 Watt im Standby und häufigerer Kompressorlauf
-> Mindestens 20 Watt höherer Leistungsbedarf (10 W Heizung, im Kühlschrank, unglaublich)
-> **Zusätzliche Kosten:** 20 Watt mal 3,50 €/Watt = **70 € im Jahr**

Verschiedene Programme (Arbeitsabläufe)



Kurzprogramm
1.180 Wh -> 47 ct pro Durchlauf



Normalprogramm
960 Wh -> 38 ct pro Durchlauf

-> Unterschied ca. 30 € im Jahr
(bei täglicher Nutzung)



Schritt 1

-> **Balkonkraftwerk: Vom Konsumenten zum Produzenten**

Balkonkraftwerk – was ist das?

Photovoltaikanlagen

- Dachanlagen, Freiflächenanlagen
- Bis $10 \text{ kW}_{\text{peak}}$ privat
- Einspeisevergütung, Steuerpflicht
- Genehmigungspflichtig

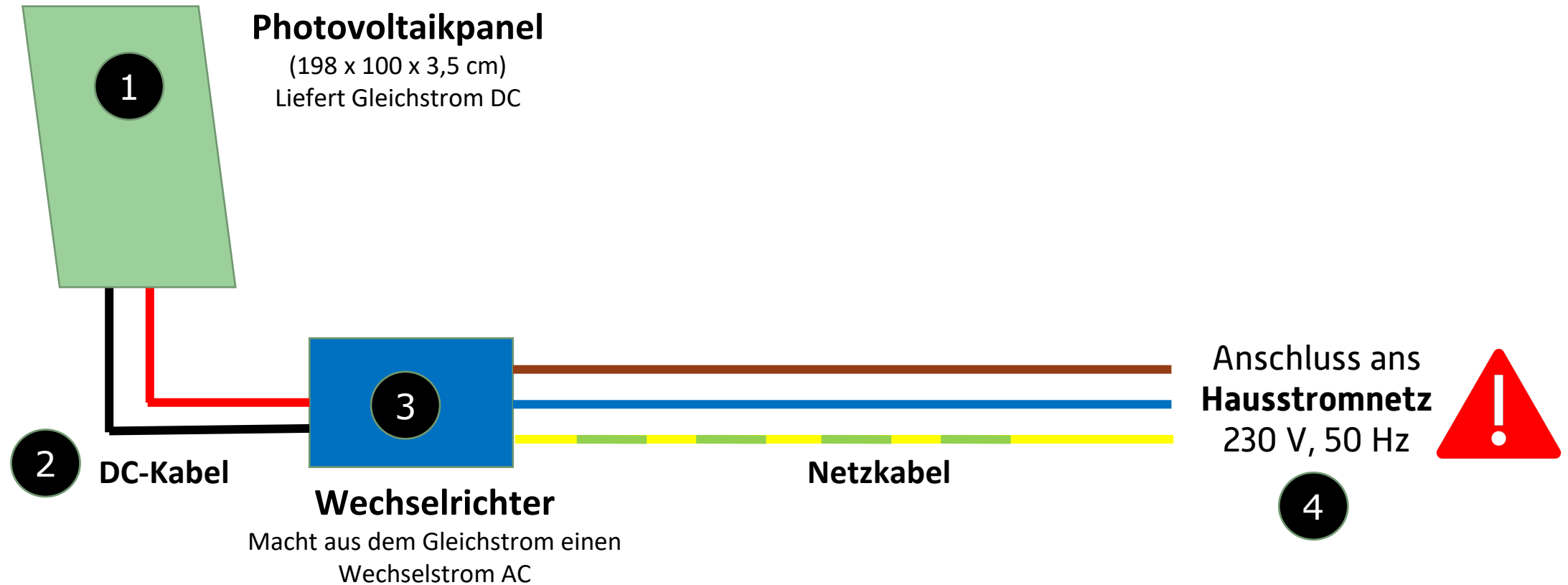


Balkonkraftwerk

- Mikroanlage: Balkon, Garage, Tisch, ...
- max. $800 \text{ W}_{\text{peak}}$ (max. 2000 W Modulleistung)
- Weder Einspeisevergütung, noch Steuerpflicht
- Nur anmelden, keine Genehmigungspflicht



Balkonkraftwerk – was ist das?

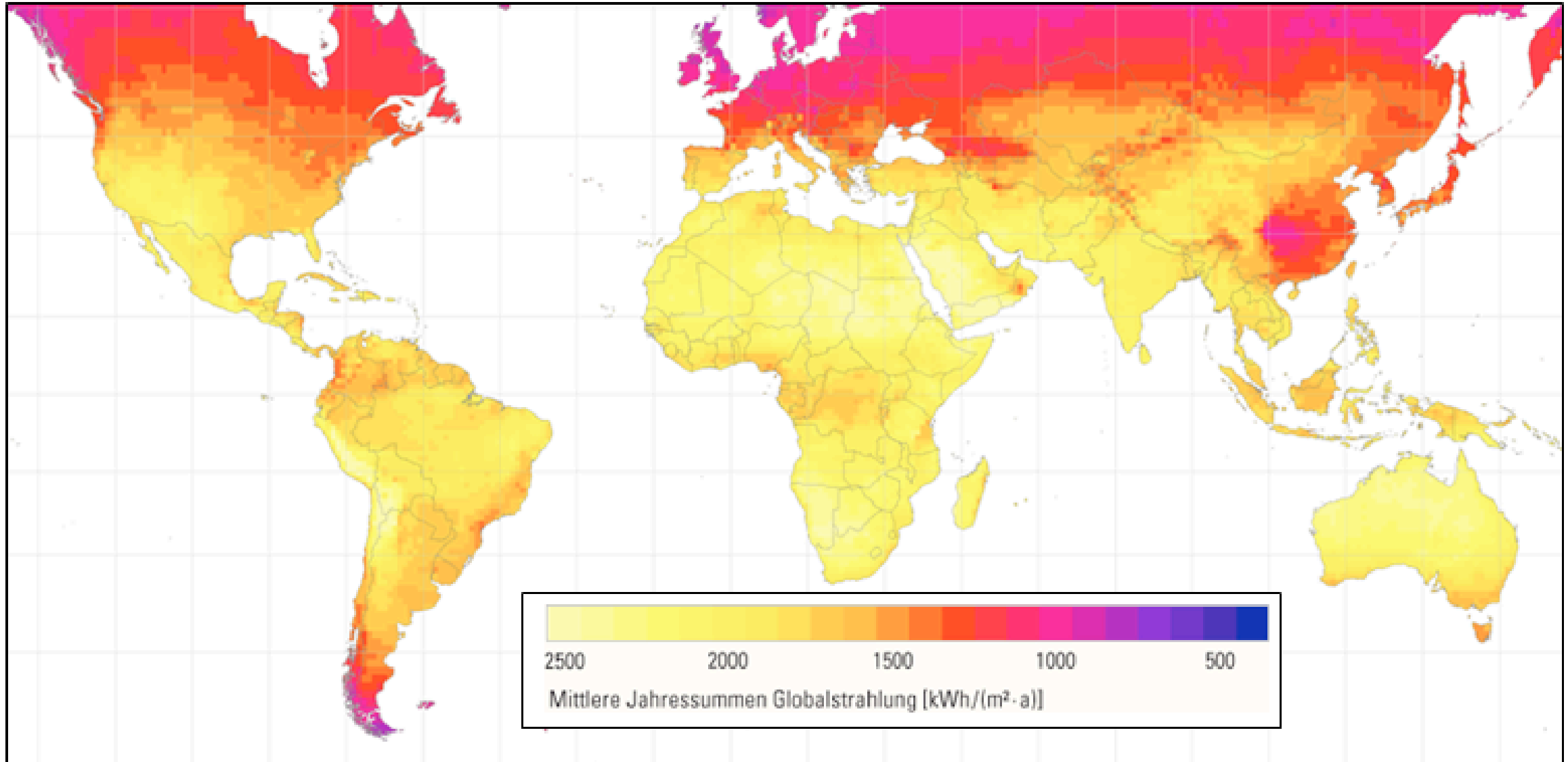




Schritt 2

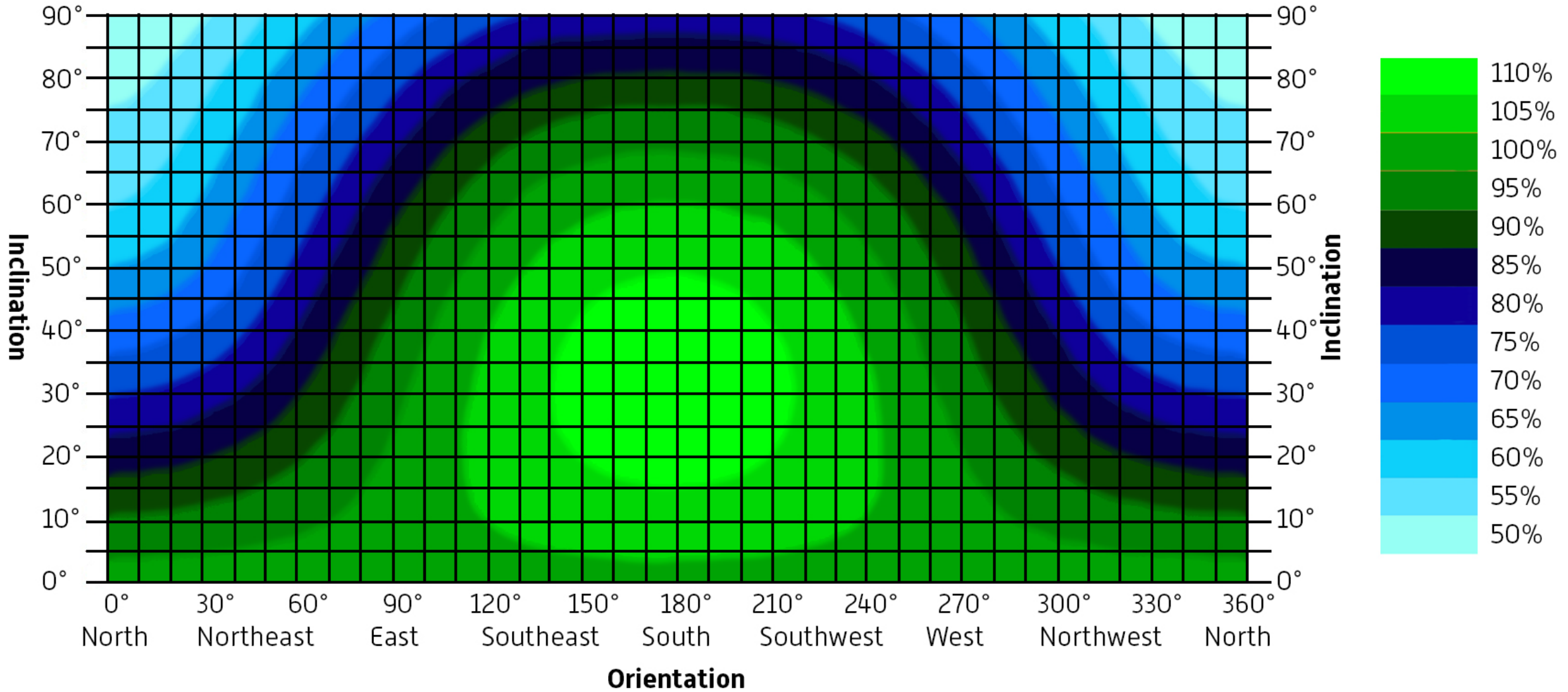
-> **Funktionsweise von Photovoltaikanlagen**

Theoretisches Potential der Sonne

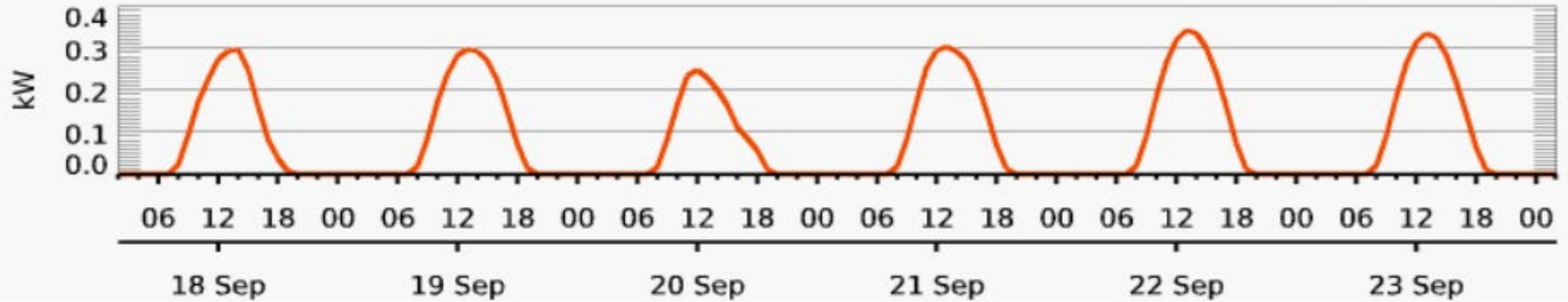


Source: Mertens. Photovoltaik. P. 44

Einstrahlungsgewinn durch Modulausrichtung und -neigung

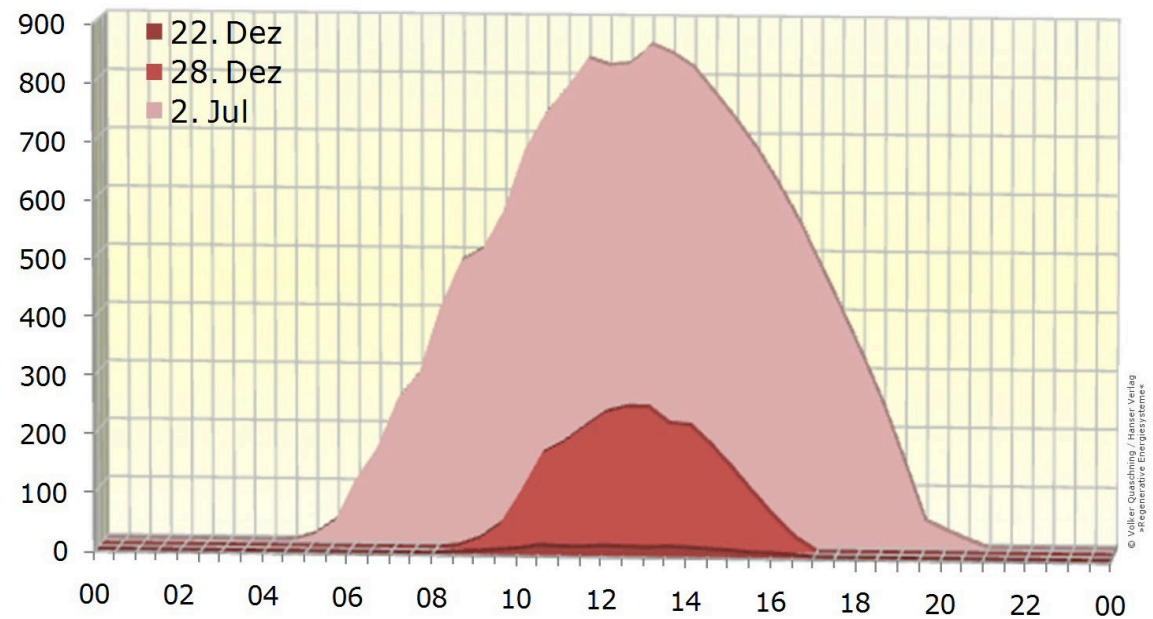


Leistungssimulation



Die momentane Leistung schwankt je nach

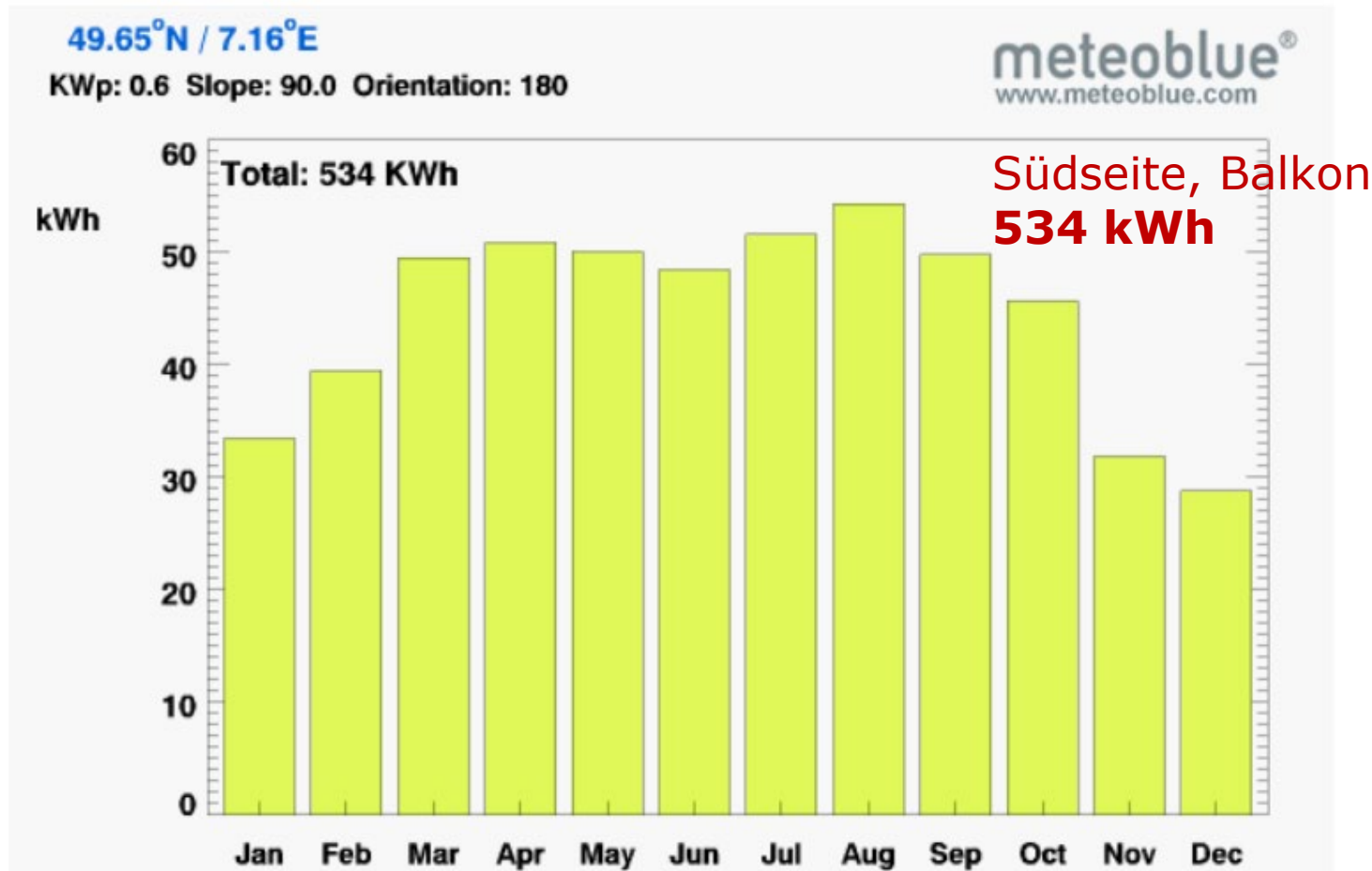
- Tageszeit
- Wetter
- Jahreszeit



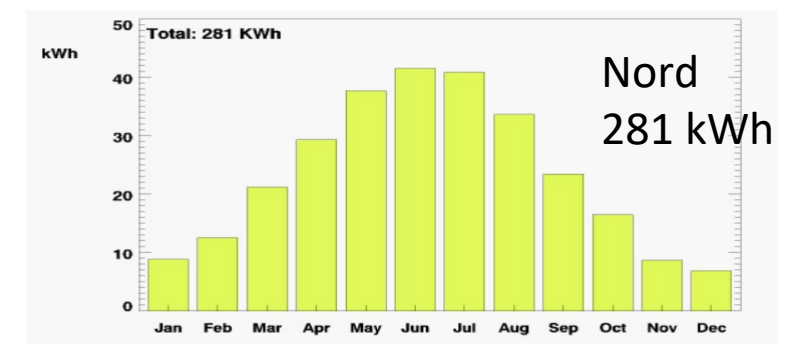
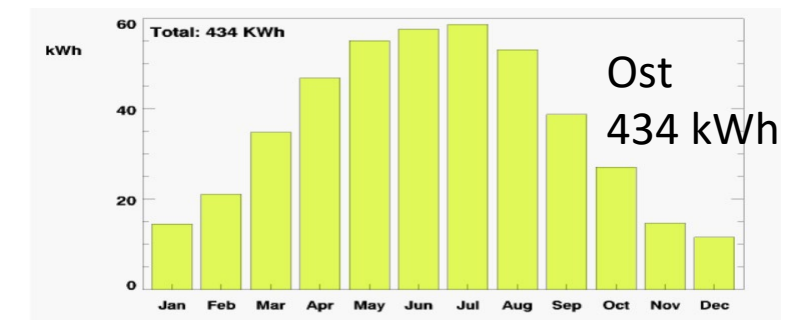
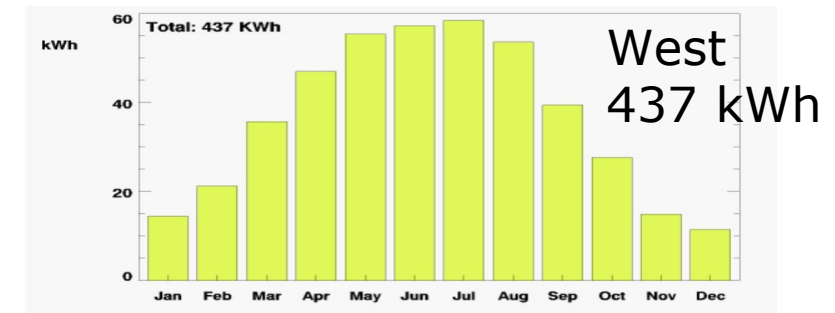
Source: Quaschnig. Renewable Energy Systems. P. 58

Theoretische Ertragssimulation

Ertragsberechnung Ihrer Photovoltaik-Anlage



<https://www.solarserver.de/pv-anlage-online-berechnen/>





Fazit: Schritt 2

- > **Momentanleistung zwischen 0 und 500 Watt**
- > **Theoretisch nutzbare Arbeit: ca. 530 kWh / Jahr**



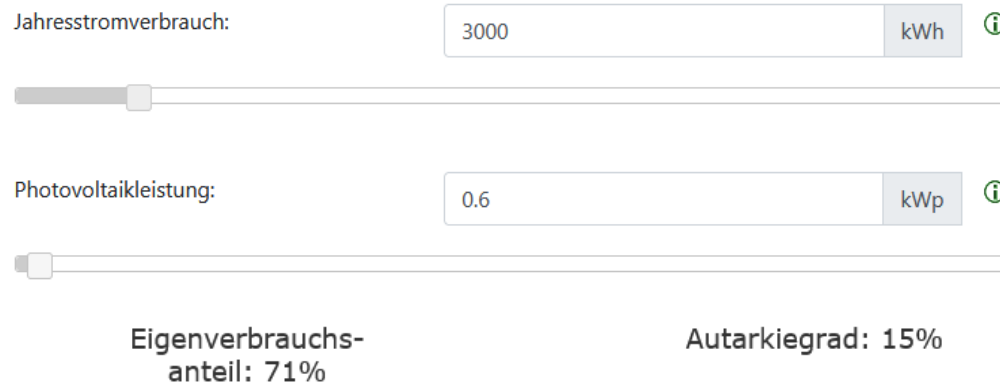
Schritt 3

-> **Was kann ich davon wirklich nutzen?**

PV-Leistung, nutzen wenn sie verfügbar ist!

Die Solarenergie kann im einfachen Fall nicht gespeichert werden.
Wir müssen die **Leistung der Sonne sofort selbst nutzen**, sonst verschwindet sie im Stromnetz (und hilft den Nachbarn).

Grobe Abschätzung: per Simulation (oder Messung der Grundlast)



71 % der Arbeit wird selbst genutzt

<https://www.volker-quaschnig.de/software/unabhaengig/index.php>

Wirtschaftlichkeit, Amortisation

4 Personenhaushalt, Jahresverbrauch 3000 kWh/Jahr
Balkonkraftwerk 2 Module (600 Watt), 530 kWh/Jahr

Eigennutzung 71 % = 376 kWh/Jahr

Strompreis 0.4 € / kWh

Einsparung $376 * 0.4 = 150$ €/Jahr

Investition Kraftwerk ~ 600 € (aktuell auch günstiger, Nebensaison)

-> **Amortisation nach 4 Jahren**



Fazit Schritt 3

-> Hohe Eigennutzung anstreben

Amortisation bereits nach ca. 4 Jahren möglich.

Bei steigenden Energiekosten und höherer Eigennutzung natürlich schneller.



Schritt 4

-> **Planung, Anmeldung und Installation**



Schritt 4

-> **Planung, Anmeldung und Installation**

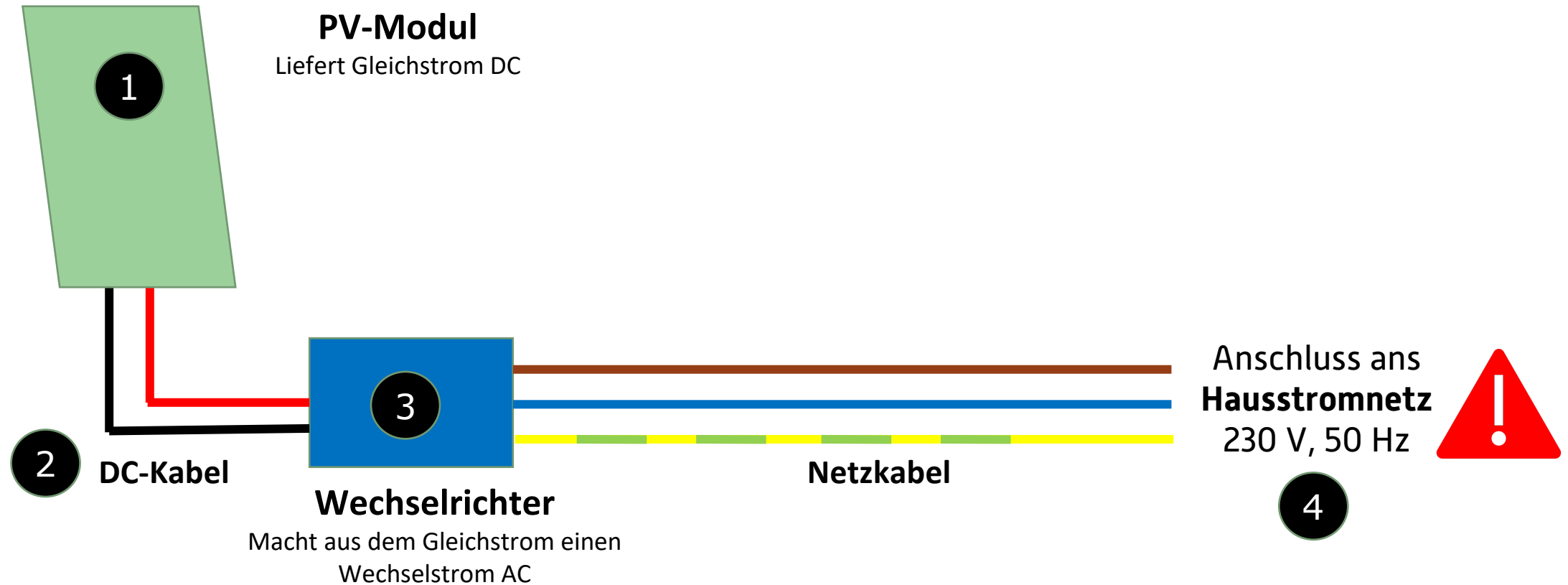
Planung

- Balkon (Beschaffenheit des Geländers)
- Garage
- Gartenhütte/Verschlag
- Ungenutzte Fläche
- Einfach erreichbare Dachflächen
- Fläche

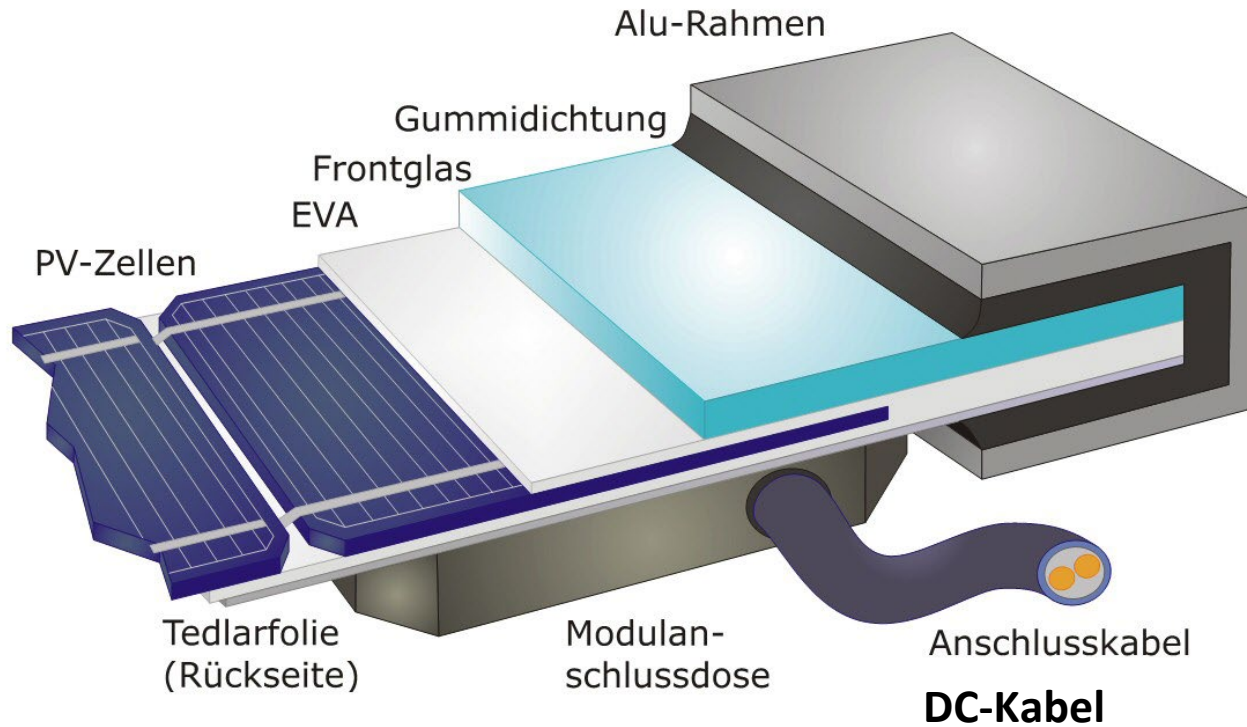


- Montage
- Elektrische Versorgung
- Witterungsverhältnisse
- Ausrichtung

Balkonkraftwerk - Bestandteile



Aufbau eines PV-Moduls

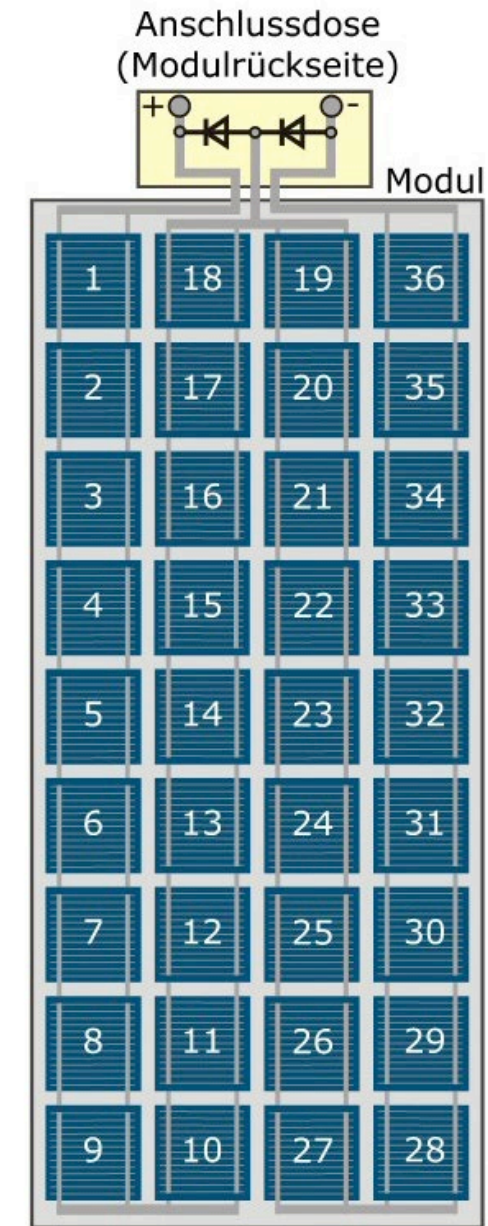


Abmessung: ca. 1980x1002x40mm

Gewicht: ca. 20 kg

Leistung: 330-410 Wpeak

© Volker Quaschnig / Hanser Verlag
»Regenerative Energiesysteme«



© Volker Quaschnig / Hanser Verlag
»Regenerative Energiesysteme«

Quelle: Quaschnig, Regenerative Energiesysteme, S. 180/198

Varianten

| | Polykristallin | Monokristallin | Dünnschicht- module | Bifaciale Module |
|--------------|----------------|-----------------------|---|-----------------------------|
| Farbe | Blau | Schwarz (beliebig) | Blau, schwarz | Schwarz (monokristallin) |
| Wirkungsgrad | Bis ca. 19 % | Bis ca. 23 % | Bis ca. 15 % | Bis ca. 22 % |
| Kosten | Geringer | Höher | Sehr hoch | Höher (auch Konstruktiv) |
| Bauform | Klassisch | Klassisch | Ca. 1/10, flexible möglich | Beidseitig, transparent |
| Vorteile | Günstiger | Efizienter | Besonders bei diffusem Licht gut, sehr leicht | 5 – 30 % Mehrertrag |

Richtige Wahl beim Balkonkraftwerk:

- Verfügbarkeit
- Wirkungsgrad nicht so relevant wegen der Überdeckung (400W Modul, 300 W WR)
- Möglichkeit der Befestigung
- Vorsicht bei Überkopfmontage und ab 4 m Höhe

→ hier Glas/Glas oder Überkopffertifizierte Module nutzen

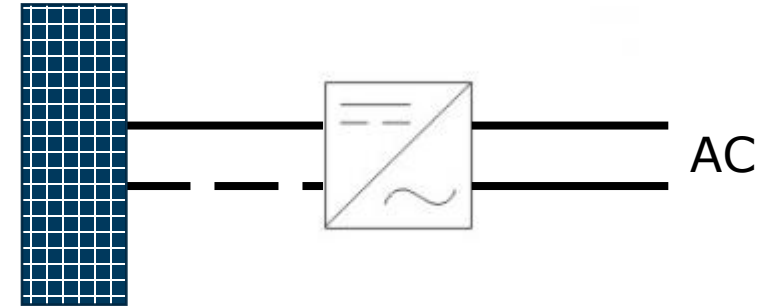
Aktuelle Entwicklungen:

- Halbzellentechnologie
- Flexible Solarfolien
- Durchsichtige Solarfolien

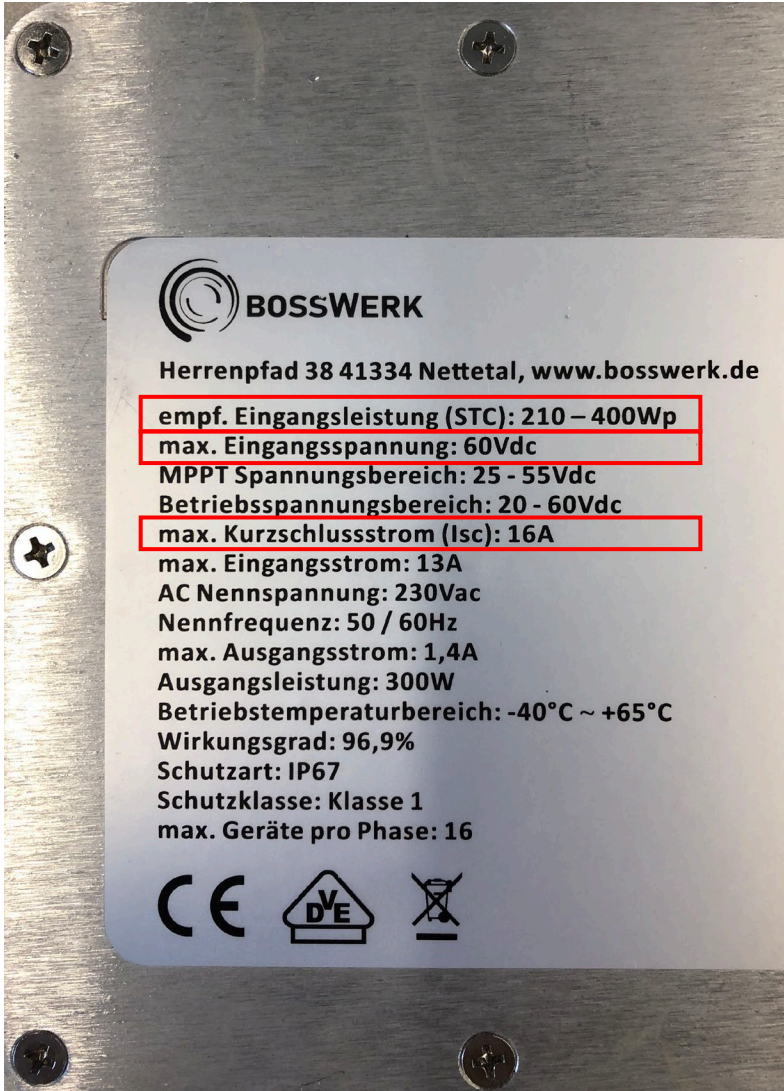
Wechselrichter

Wechselrichter transformiert den Gleichstrom DC des Moduls in Wechselstrom AC.

- Maximalleistung 600 W
- Abschaltvorrichtung nach VDE-AR-N 4105
- Installation nach VDE 0100-551-1
- Montage Witterungsoptimiert
- Möglichst belüftet und schattig
- Wlan vorteilhaft für das Monitoring



Kompatibilität zwischen WR und Modul



Modulspannung V_{OC}
 $<$
 Maximalspannung WR
 V_{max}

Kurzschlussstrom I_{SC}
 $<$
 Maximalstrom WR
 I_{max}

Bewertung von Modulen:
 Wirkungsgrad (17-25 %)
 Temperaturkoeffizient (-0.390%/°C)

risen solar technology
 THE POWER OF RISING VALUE

Polycrystalline
 Photovoltaic Module

| ITEM NO. | RSM72-6-330P |
|---------------------------------------|--------------------------|
| Rated Maximum Power(Pmax) | 330W |
| Power Sorting | 0~4.99W |
| Voltage at Pmax | 37.55V |
| Current at Pmax | 8.80A |
| Open-Circuit Voltage(Voc) | 45.70V |
| Short-Circuit Current(Isc) | 9.30A |
| Open Circuit Voltage tolerance | ±3% |
| Short Circuit Current tolerance | ±4% |
| Maximum System Voltage | DC1500V |
| Designed Mechanical Load | 3600Pa*1.5 |
| Weight | 22 Kg |
| Dimensions | 1956x992x40mm |
| All technical standard test condition | AM1.5 E=1000W/m² Tc=25°C |
| Safety class | Class II |

TUV SUD, PV CYCLE, CE, and other certification logos are shown.

Maximum series fuse rating 20A
 Power production tolerance ±3%
 This module produces electricity when exposed to light.
 Follow all applicable safety precautions.
 Only qualified personnel should install or perform maintenance work on these modules.
 Be careful not to touch the front surface of the modules with your hands.
 Do not damage or scratch the rear surface of the modules.
 Do not handle or install modules when they are wet.
 Follow the battery manufacturer's recommendations if batteries are used with modules.

STC – standard test conditions:
 $T = 25^{\circ}\text{C}$
 $P = 1000 \text{ W/m}^2$
 $\text{AM} = 1,5$

Risen Energy Co., Ltd.
 Website: www.risenenergy.com E-mail: info@risenenergy.com
 Add: Meilin, Ninghai, Ningbo, Zhejiang 315609, P.R.China.
 According to IEC61215:2016 and IEC61730-1/2:2016
 Made in China

Montagearten

- Geländerhaken oder Profile verwenden
- Absturzsicher montieren,
- Windsicher (ggf. mit Gehwegplatten beschweren), Windlast prüfen
- Auf Hinterlüftung achten,
- Zustimmung des Eigentümers, der Eigentümergeinschaft ist erforderlich.



Anschluss an das Hausnetz

- Schukostecker (Typ F)
- Wielandsteckdose (RST203i3)
- Festverkabelung

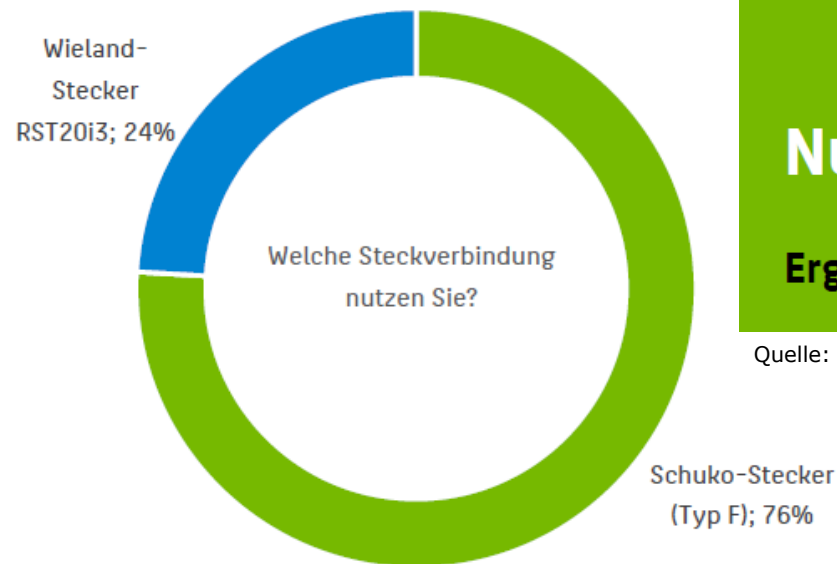


Abbildung 22: Angaben zur Steckverbindung des Steckersolargerätes.
Eigene Darstellung; n=1547.

htw. Hochschule für Technik
und Wirtschaft Berlin
University of Applied Sciences

Nutzung von Steckersolargeräten 2022

Ergebnisse einer Umfrage zu kleinsten Photovoltaik-Geräten

Quelle: <https://solar.htw-berlin.de/wp-content/uploads/BERGNER-2022-Nutzungs-Studie-Steckersolar.pdf>

Rechtliche Rahmenbedingungen

- 1. Anmeldung beim Netzbetreiber (online), am Besten vorher informieren
 - > Austausch des Zählers → digital, saldierend mit Rücklaufsperrung oder Zweirichtungszähler, wird vom Netzbetreiber initiiert, falls notwendig.
- 2. Registrierung im Marktstammdatenregister (Bundesnetzagentur)

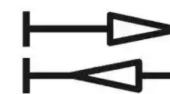
Tabelle 6: Angaben der Meldung beim Netzbetreiber und Marktstammdatenregister nach Erfahrungsniveau.

| | Nutzer:innen |
|--------------------------------------|--------------|
| Vollständige Anmeldung | 37 % |
| Anmeldequote Netzbetreiber | 45 % |
| Anmeldequote Marktstammdatenregister | 42 % |
| Unentschiedene | 7 % |
| Nicht angemeldet | 42% |



Nutzung von Steckersolargeräten 2022
Ergebnisse einer Umfrage zu kleinsten Photovoltaik-Geräten

Rücklaufender Zähler kann als Manipulation/Betrug oder auch Steuerhinterziehung ausgelegt werden



Symbole für Rücklaufschutz

Eigene Darstellung; Nutzer:innen n=931, Interessierte: n=648.

<https://solar.htw-berlin.de/wp-content/uploads/BERGNER-2022-Nutzungs-Studie-Steckersolar.pdf>

VDE Positionspapier, Petition, BMJ → Solarpaket 1

Änderungen ab 01.01.2024

- ✓ 1. Anhebung der Einspeiseleistung von 600 W auf 800 W (europäischer Vereinheitlichung)
Anpassung der VDE AR 4105, DIN VDE V 0126-95 (Entwurf)
- ✓ 2. Duldung Rücklaufender Ferrariszähler
Anpassung Messstellenbetriebsgesetz, Stromzugangsverordnung,
Stromnetzentgeltverordnung
- ✓ 3. Vereinfachte Anmeldung
- ✓ 4. Duldung des Schukosteckers
Anpassung VDE AR 4105
5. Richtlinie zur sicheren Installation und Betrieb von MiniPV Anlagen

Gesetzesentwurf des Bundesjustizministeriums:

Erweiterung der Forderungen der VDE im BGB und WohnGB – Gleichstellung von MiniPV und Wallboxen

Quellen:

<https://www.vde.com/de/presse/pressemitteilungen/2023-01-11-mini-pv>
https://epetitionen.bundestag.de/content/petitionen/_2023/_02/_17/Petition_146290.html
https://www.bmj.de/SharedDocs/Gesetzgebungsverfahren/DE/2023_Online-Versammlungen_Steckersolargeräte_Dienstbarkeiten.html?nn=110490

Ertragssimulation 600 W vs. 800 W

2x Axitec 425 W, Azimut - Ausrichtung Süden, Neigungswinkel 90° (senkrecht)

Hoymiles HM-600

| | | |
|---|-------------------|---------|
| PV Nennenergie | 724,72 kWh | |
| Schwachlichtverhalten | -10,13 kWh | -1,40 % |
| Abweichung von der Nenn-Modultemperatur | -1,95 kWh | -0,27 % |
| Dioden | -3,56 kWh | -0,50 % |
| Mismatch (Herstellerangaben) | 0,00 kWh | 0,00 % |
| Mismatch (Verschaltung/Abschattung) | 0,00 kWh | 0,00 % |
| PV-Energie (DC) ohne Wechselrichter-Abregelung | 709,08 kWh | |
| Unterschreitung der DC-Startleistung | -0,03 kWh | 0,00 % |
| Abregelung wegen MPP-Spannungsbereich | 0,00 kWh | 0,00 % |
| Abregelung wegen max. DC-Strom | 0,00 kWh | 0,00 % |
| Abregelung wegen max. DC-Leistung | 0,00 kWh | 0,00 % |
| Abregelung wegen max. AC-Leistung/cos phi | -1,72 kWh | -1,65 % |
| MPP Anpassung | -1,30 kWh | -0,19 % |
| PV-Energie (DC) | 696,05 kWh | |
| Energie am WR-Eingang | 696,05 kWh | |
| Abweichung der Eingangs- von der Nennspannung | 0,00 kWh | 0,00 % |
| DC/AC-Wandlung | -34,16 kWh | -4,91 % |
| Standby-Verbrauch (Wechselrichter) | -0,72 kWh | -0,11 % |
| Kabelverluste Gesamt | 0,00 kWh | 0,00 % |
| PV-Energie (AC) abzgl. Standby-Verbrauch | 661,16 kWh | |
| PV-Generatorenergie (AC-Netz) | 661,88 kWh | |

Hoymiles HM-800

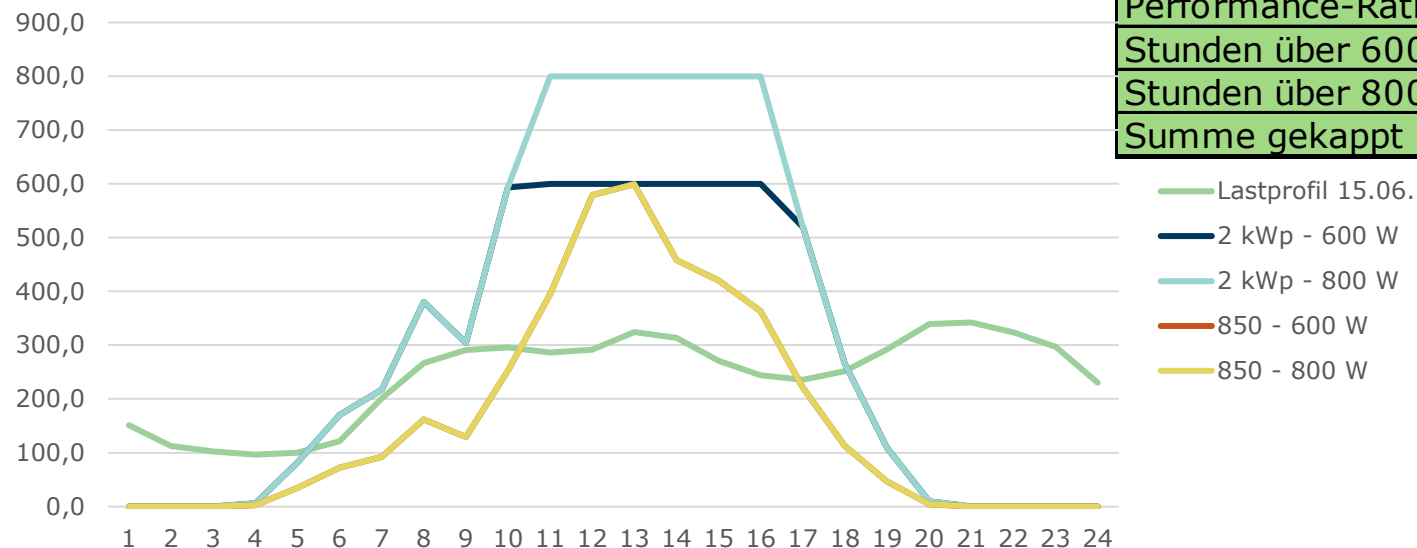
| | | |
|---|-------------------|---------|
| PV Nennenergie | 724,72 kWh | |
| Schwachlichtverhalten | -10,13 kWh | -1,40 % |
| Abweichung von der Nenn-Modultemperatur | -1,95 kWh | -0,27 % |
| Dioden | -3,56 kWh | -0,50 % |
| Mismatch (Herstellerangaben) | 0,00 kWh | 0,00 % |
| Mismatch (Verschaltung/Abschattung) | 0,00 kWh | 0,00 % |
| PV-Energie (DC) ohne Wechselrichter-Abregelung | 709,08 kWh | |
| Unterschreitung der DC-Startleistung | -0,03 kWh | 0,00 % |
| Abregelung wegen MPP-Spannungsbereich | 0,00 kWh | 0,00 % |
| Abregelung wegen max. DC-Strom | 0,00 kWh | 0,00 % |
| Abregelung wegen max. DC-Leistung | 0,00 kWh | 0,00 % |
| Abregelung wegen max. AC-Leistung/cos phi | -0,63 kWh | -0,09 % |
| MPP Anpassung | -1,54 kWh | -0,22 % |
| PV-Energie (DC) | 706,88 kWh | |
| Energie am WR-Eingang | 706,88 kWh | |
| Abweichung der Eingangs- von der Nennspannung | 0,00 kWh | 0,00 % |
| DC/AC-Wandlung | -39,06 kWh | -5,53 % |
| Standby-Verbrauch (Wechselrichter) | -0,72 kWh | -0,11 % |
| Kabelverluste Gesamt | 0,00 kWh | 0,00 % |
| PV-Energie (AC) abzgl. Standby-Verbrauch | 667,10 kWh | |
| PV-Generatorenergie (AC-Netz) | 667,82 kWh | |

Warten lohnt sich nicht!

Was ist mit größeren dafür gedrosselten Wechselrichtern?

Beispiel:

- Hm-1500 mit 4 Modulanschlüssen
- Softwareseitig auf 800 W gedrosselt
- 4 Module à 400 W
- Nachteil niedrige Eigenverbrauchsquote und somit eine längere Amortisation.
- höhere Anschaffungskosten



| Annual values | | |
|-------------------------------------|--------------------|-------|
| Parameter | Unit | Value |
| Yield | kWh | 1.920 |
| Direct radiation in module plane | kWh/m ² | 824 |
| Diffuse radiation in module plane | kWh/m ² | 521 |
| Reflected radiation in module plane | kWh/m ² | 23 |
| Global radiation in module plane | kWh/m ² | 1.368 |
| Specific yield | kWh/kWp | 1.130 |
| Annual efficiency | % | 12,9 |
| Performance-Ratio | % | 1 |
| Stunden über 600 W | | 1.364 |
| Stunden über 800 W | | 888 |
| Summe gekappt | kWh | 1.706 |

Anmeldung beim Netzbetreiber

Westnetz – bereits aktualisiert über ein Onlineformular

Bielefelder Netze – nach aktuellen Vorgaben

Hausrats- Gebäudeversicherung

Ob und unter welchen Bedingungen die Anlage abgedeckt wird und welche Kosten damit verbunden sind, muss individuell erfragt werden.

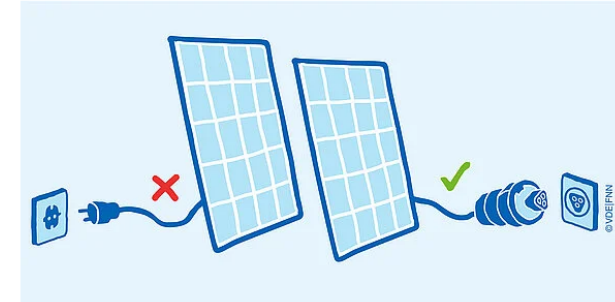
Einer der größeren Versicherer übernimmt die Anlage nach einer kurzen Information kostenlos mit in den Versicherungsschutz.

Plug-in Photovoltaik-Anlagen

Hinweise zur Nutzung steckerfertiger PV-Erzeugungsanlagen

Immer mehr Menschen beschäftigen sich privat mit der Energiewende. Eine Möglichkeit, diese umzusetzen, sind zum Beispiel steckerfertige Photovoltaik-Anlagen für den Balkon (ugs. Balkonkraftwerke). Eine Lösung, die die Chance bietet, einen aktiven Beitrag zur Energiewende zu leisten.

Auch am Niederspannungsnetz der Bielefelder Netz GmbH können steckerfertige Erzeugungsanlagen, sogenannte Plug-in-Anlagen, mit einer Gesamtleistung bis zu 600 Watt unter bestimmten Anschlussbedingungen betrieben werden. Diese müssen gemäß den allgemein anerkannten Regeln der Technik, die im VDE-Vorschriftenwerk festgehalten sind, ausgeführt, installiert, angeschlossen und betrieben werden (DIN VDE V 0100-551 und DIN DVE V 0100-551-1). So wird ein sicherer Anschluss und Betrieb in jeder Situation gewährleistet.



Anmeldeverfahren

Sofern die technischen Voraussetzungen erfüllt sind, kann für Anlagen bis 600 Watt, die ausschließlich der Eigenversorgung dienen, eine Anmeldung über den Kundenmarktplatz (Einspeiseportal) erfolgen.

Hier gelangen Sie direkt zur Anmeldung:

(funktioniert nicht über mobile Endgeräte und den Browser Safari)

[> Zum Kundenmarktplatz](#)

Lohnt sich eine Einspeisung?

- Einspeisevergütung EEG 2023:
 - 8,2 cent/kWh bei Überschusseinspeisung
 - 13 cent/kWh bei Volleinspeisung
- Bürokratisch einfacher seit 2023
- Im Beispiel: Einspeisung von 29 % des Ertrags (nicht steuerlich bereinigt):

$$Einspeisevergütung_{\text{Überschuss}} = 29 \% \cdot 530 \text{ kWh} \cdot 0,082 \text{ €} = 12,60 \text{ €}$$

Planungscheckliste

- ✓ Fläche mit nutzbarer Ausrichtung gefunden
 - ✓ Auf Verschattung geprüft
 - ✓ Genügend Montageplatz für 1 bzw. 2 Module
 - ✓ Geeignete Montageart: Aufständerung, Dachhalter, Haken, Beschwerung
 - ✓ Montage: Windlast, Absturzsicherung und Statik geprüft
 - ✓ Elektrische Anschluss (Fachkundiger Anschluss nach Norm)
 - ✓ Module und Wechselrichter sind kompatibel (I_{sc} , U_{oc} , P_{max})
 - ✓ Montage der Module
 - ✓ Wechselrichter sollte Witterungsgeschützt (schattig) montiert werden
-
- ✓ Anmeldung beim Netzbetreiber (Pfalzwerke, SWK)
 - ✓ Anmeldung im Marktstammdatenregister
 - ✓ Anschluss an das Hausnetz

Fazit und Motivation

„Strom kommt ab sofort auch **in** die Steckdose“

Bitte bauen Sie ihr Balkonkraftwerk gemeinsam mit Kindern, Enkelkindern oder der Nachbarschaft

