



Mach's selber – PV für alle!

Vortrag PV-Inselanlagen

27.10.2023

Masterprojekt „Mach's selber“ – PV für alle!

CIRE – Cologne Institute for Renewable Energy

Seite 1

Nils Keller, Max Pazda, Daniel Ravenstein, Hendrik Klein, Lucas Nitsche

Technology
Arts Sciences
TH Köln

Online Umfrage



<https://www.umfrageonline.com/c/3pcfxbwg9>

Inhaltsverzeichnis

- Photovoltaik-Technologie
- Funktionsweise einer Inselanlage
- Mögliche Anwendungsfälle
- Finanzieller Aspekt
- Aufbau unserer Inselanlagen

Inhaltsverzeichnis

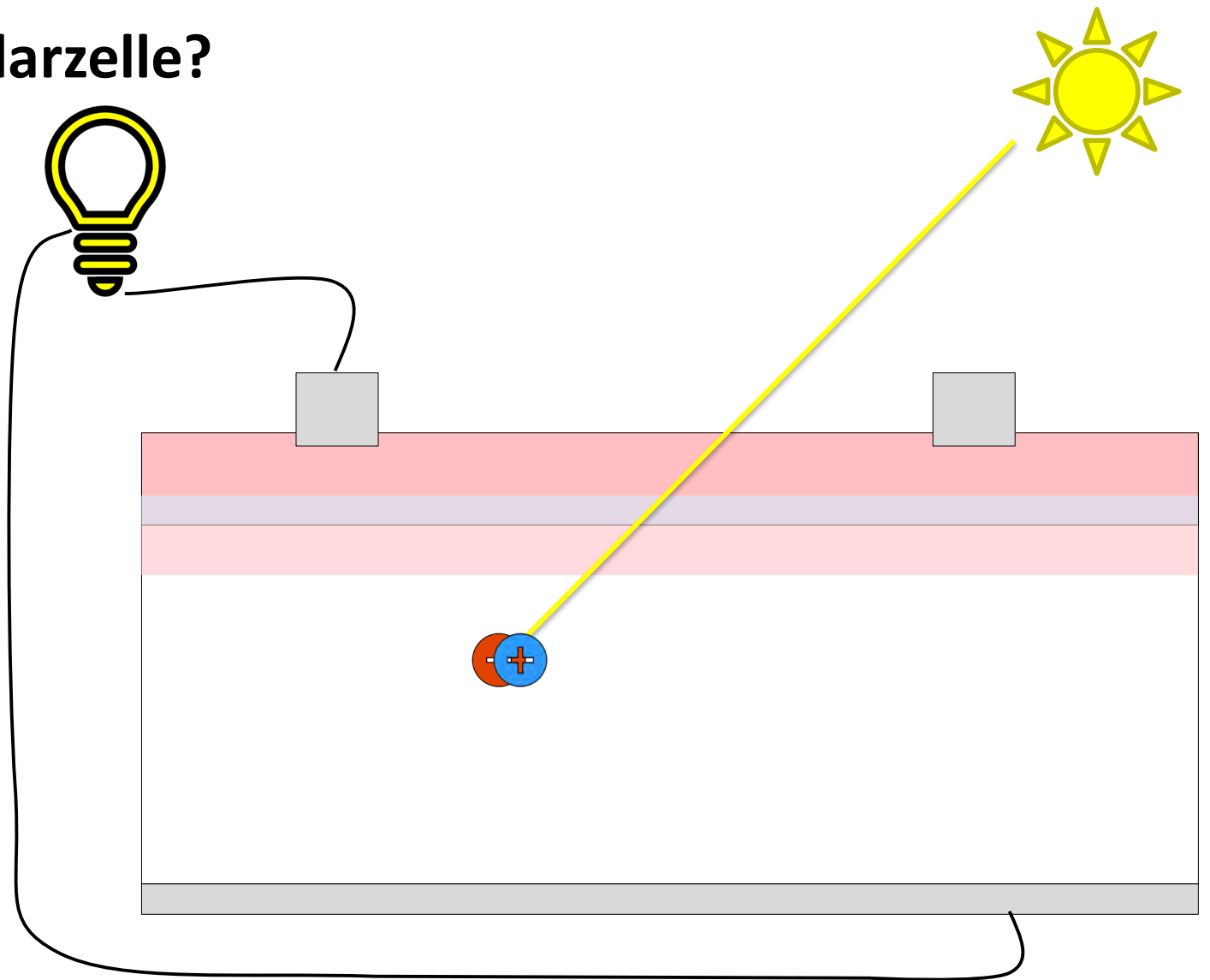
- Photovoltaik-Technologie
- Funktionsweise einer Inselanlage
- Mögliche Anwendungsfälle
- Finanzieller Aspekt
- Aufbau unserer Inselanlagen



solarenergie.de/solarmodule/wirkungsgrad-von-solarzellen

Wie funktioniert eine Solarzelle?

- Halbleiter (z.B. Silizium)
 - Kristallgitter
 - N-dotierter Bereich
 - P-dotierter Bereich
- PN-Übergang entsteht
- Licht trifft auf den Halbleiter
 - Ladungsträger-Paar entsteht
 - Elektron "wandert" zur negativen Frontelektrode
 - Loch "wandert" zur positiven Rückelektrode
- Stromfluss entsteht



Unterschiedliche Zelltypen

Monokristalline Solarzellen:

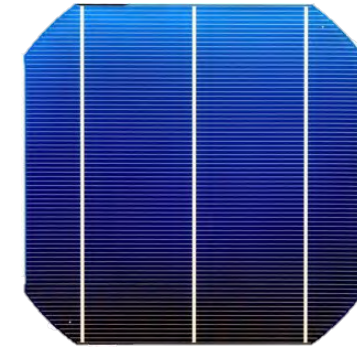
- Wafer aus einem zusammenhängend „gezüchtetem“ Siliziumkristall
- Höchster Wirkungsgrad
- Teurer

Multi-/Polykristalline Solarzellen:

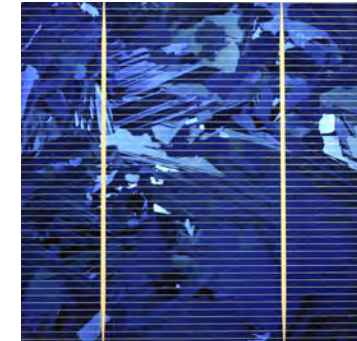
- Wafer aus mehreren, unterschiedlich ausgerichteten Siliziumkristallen
- Niedrigerer Wirkungsgrad als monokristalline
- Etwas günstiger

Dünnschicht Solarzellen:

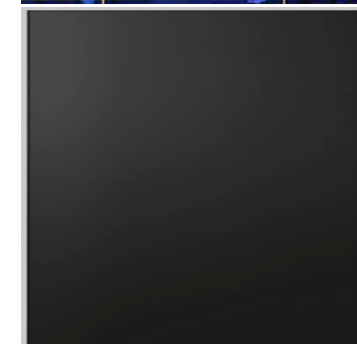
- Keine Wafer nötig, Trägermaterial (Glas, Metall oder Kunststoff) wird mit Halbleitermaterial beschichtet
- Niedrigere Produktionskosten (weniger Material, einfachere Produktion)
- Deutlich geringerer Wirkungsgrad
- Deutlich günstiger



Institut für
Solarenergieforschung
Hameln



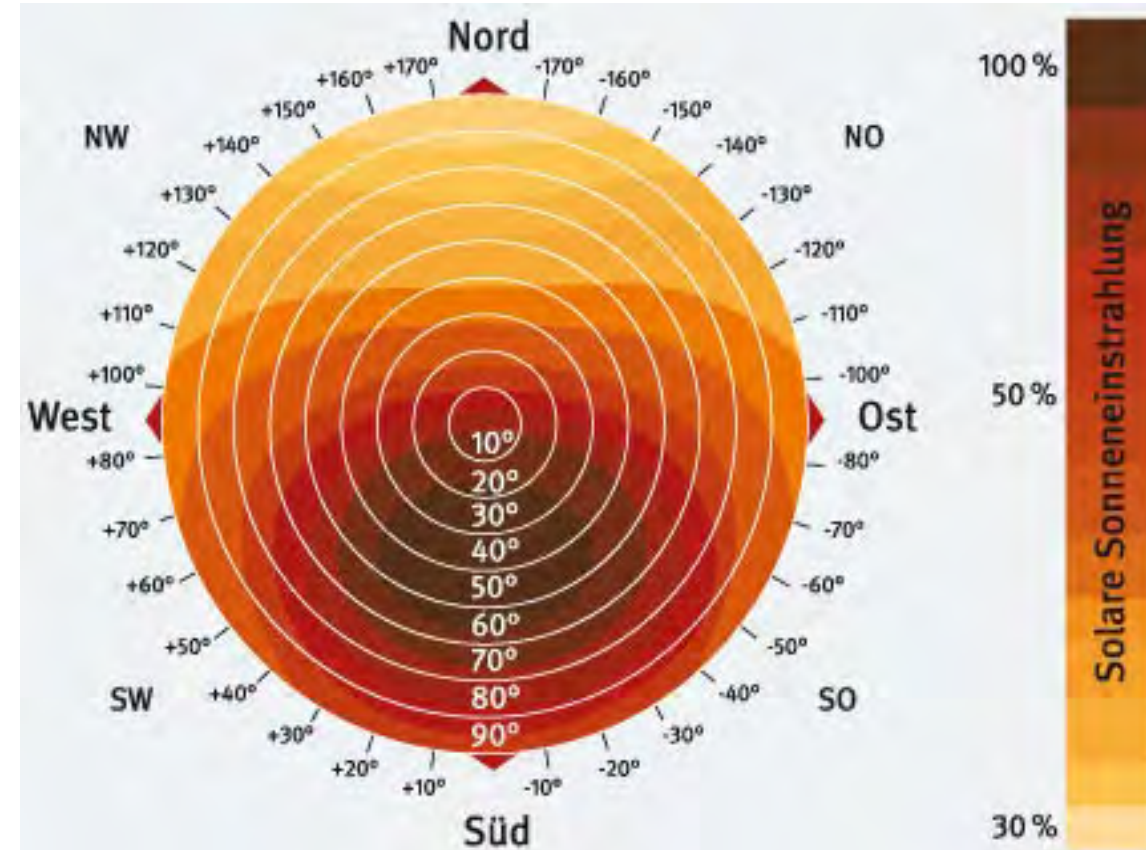
Entwicklung PV -
Ulf Blieske



AVANCIS GmbH

Einfluss des Sonnenstandes auf den Ertrag

- Nutzbare Einstrahlungsleistung hängt von der Ausrichtung und Neigung der PV-Anlage ab
- 0° Richtung Süden ist die optimale Ausrichtung
- Zwischen 20° und 60° liegt die optimale Neigung

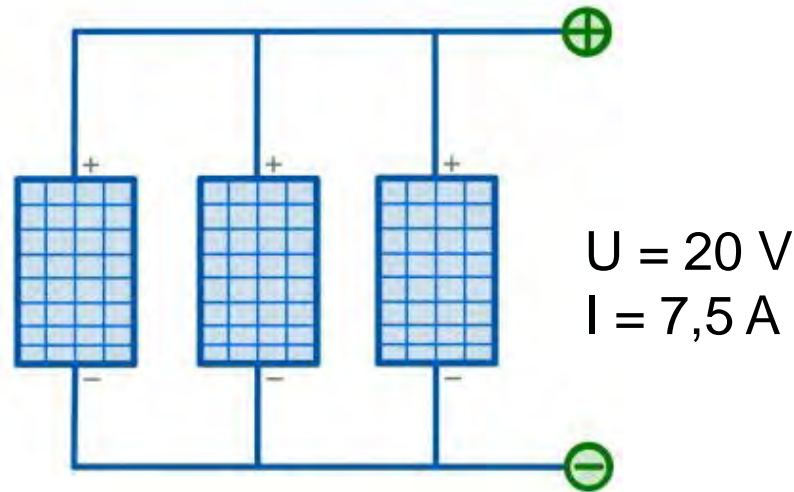


<http://www.photovoltaik-dobler.de/assets/images/ausrichtung.jpg>

Unterschied Parallel- und Reihenschaltung

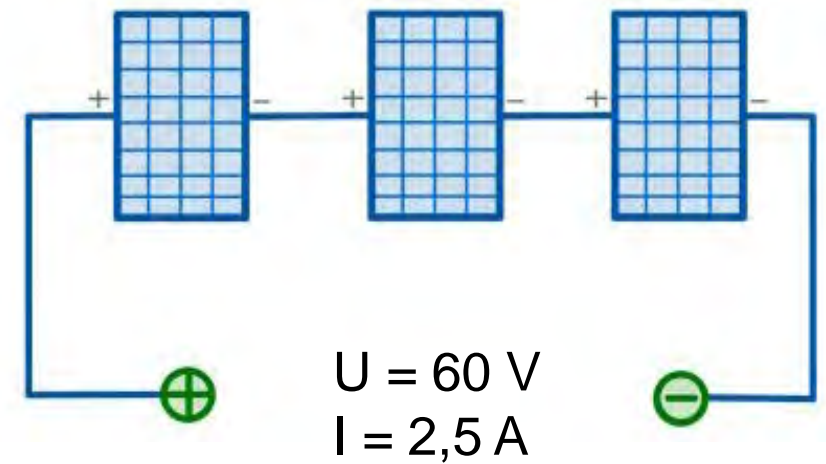
Daten pro Modul	
Spannung	20 V
Strom	2,5 A

Parallel



- Spannung bleibt gleich
- Stromstärke addiert sich

Reihe



- Spannung addiert sich
- Stromstärke bleibt gleich

<https://www.xplore-dna.net/GrundlagenSolarzellen>

Inhaltsverzeichnis

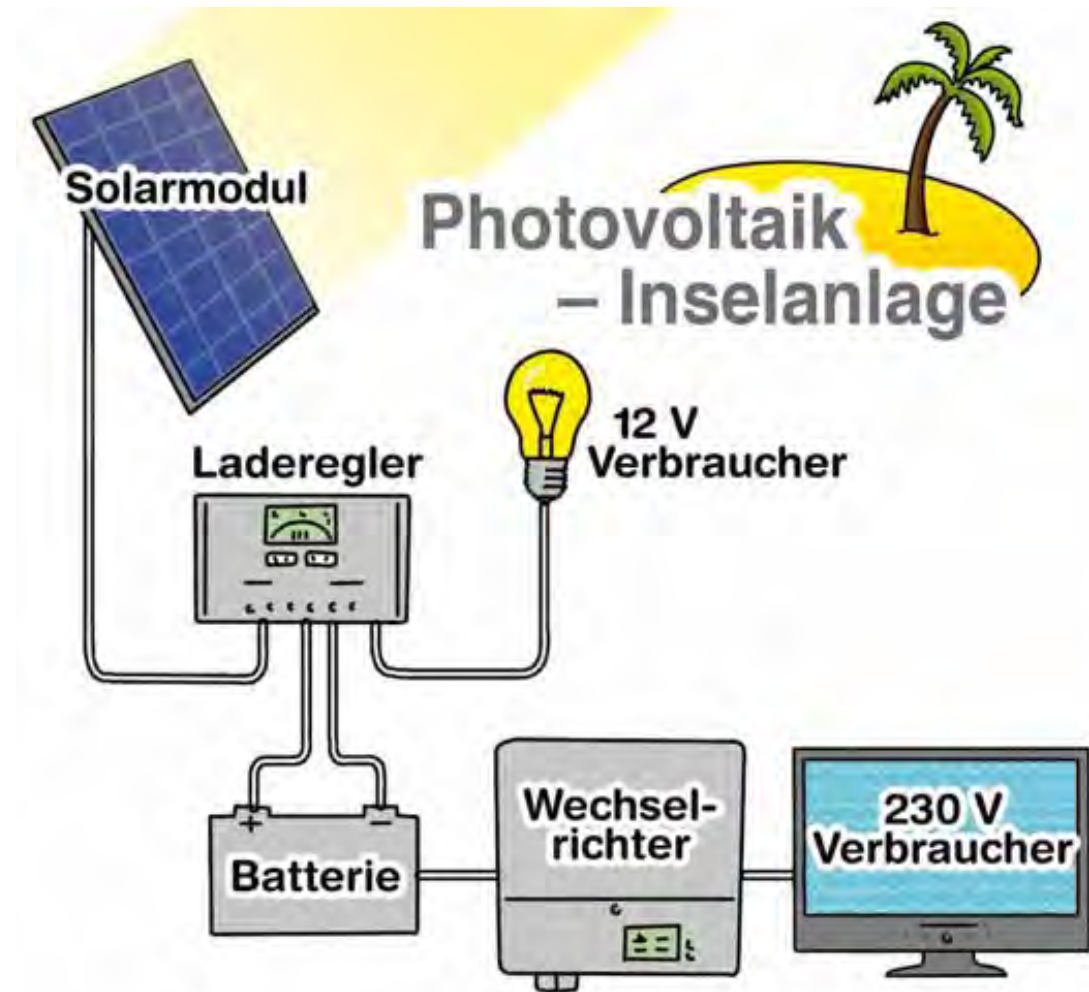
- Photovoltaik-Technologie
- Funktionsweise einer Inselanlage
- Mögliche Anwendungsfälle
- Finanzieller Aspekt
- Aufbau unserer Inselanlagen



solaranlage-ratgeber.de/inselanlage

Komponenten einer Insel-Photovoltaikanlage

1. Solarmodul
2. Laderegler
3. Batterie
4. Wechselrichter
5. Kabel
6. Verbraucher



solaranlage-ratgeber.de/inselanlage

Komponenten einer Insel-Photovoltaikanlage

1. Solarmodul

- Besteht aus mehreren Zellen
- Erzeugt den Gleichstrom für das System



- Für unser 12 V System:
 - Siemens SM 50
 - Spannung $U_{MP} = 17 \text{ V}$
 - Nennleistung $P = 50 \text{ W}$

Komponenten einer Insel-Photovoltaikanlage

2. Laderegler

- Regelt die Ladung der Batterie
 - Kontrolliert Eingangsspannung
 - Schützt vor Überladung

Unterschiedliche Technologien

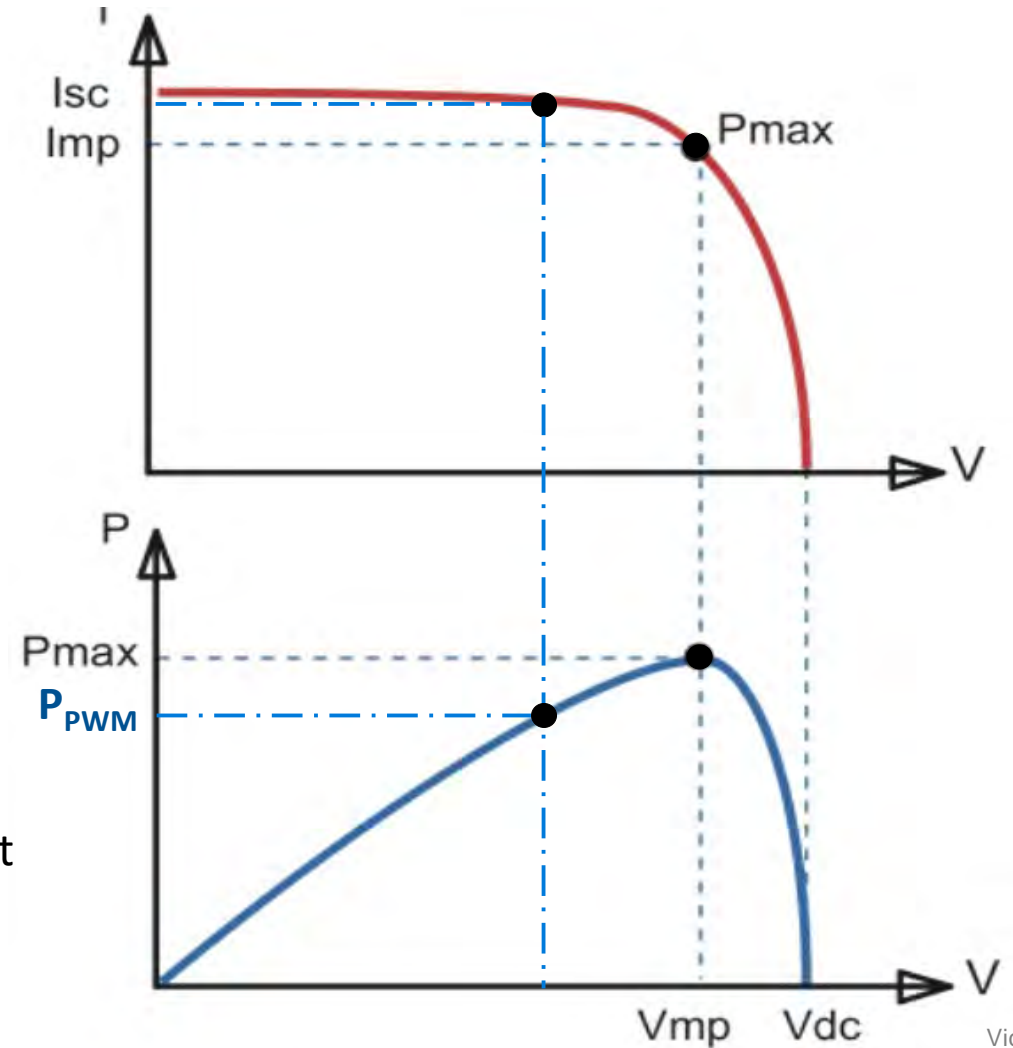
PWM:

- Reduziert Spannung auf Ladespannung der Batterie
- Günstig

MPPT:

- Wandelt Strom DC/DC um und arbeitet im Max. Power Point
- Teuer

→ **Leistungsunterschied von ca. 10 – 20 %**



VictronEnergy

Komponenten einer Insel-Photovoltaikanlage

2. Laderegler

Für unsere 12 V Systeme:

Victron Energy

SmartSolar

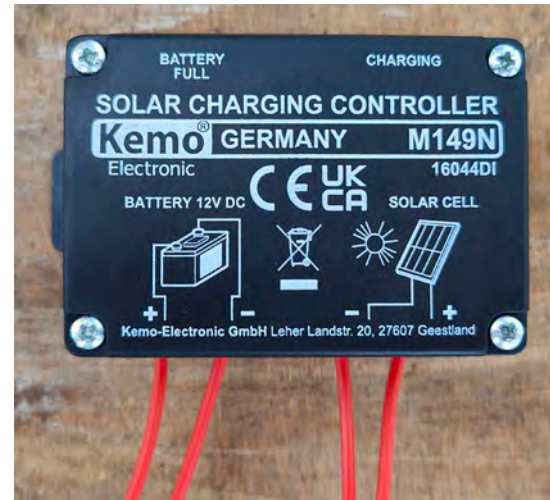
MPPT 75 V, 15 A



Kemo

M149N

PWM 12 V, 10 A



Victron Energy

BlueSolar

PWM 12 V, 10 A



Steca

Solsum 0808

PWM 12 V, 8 A



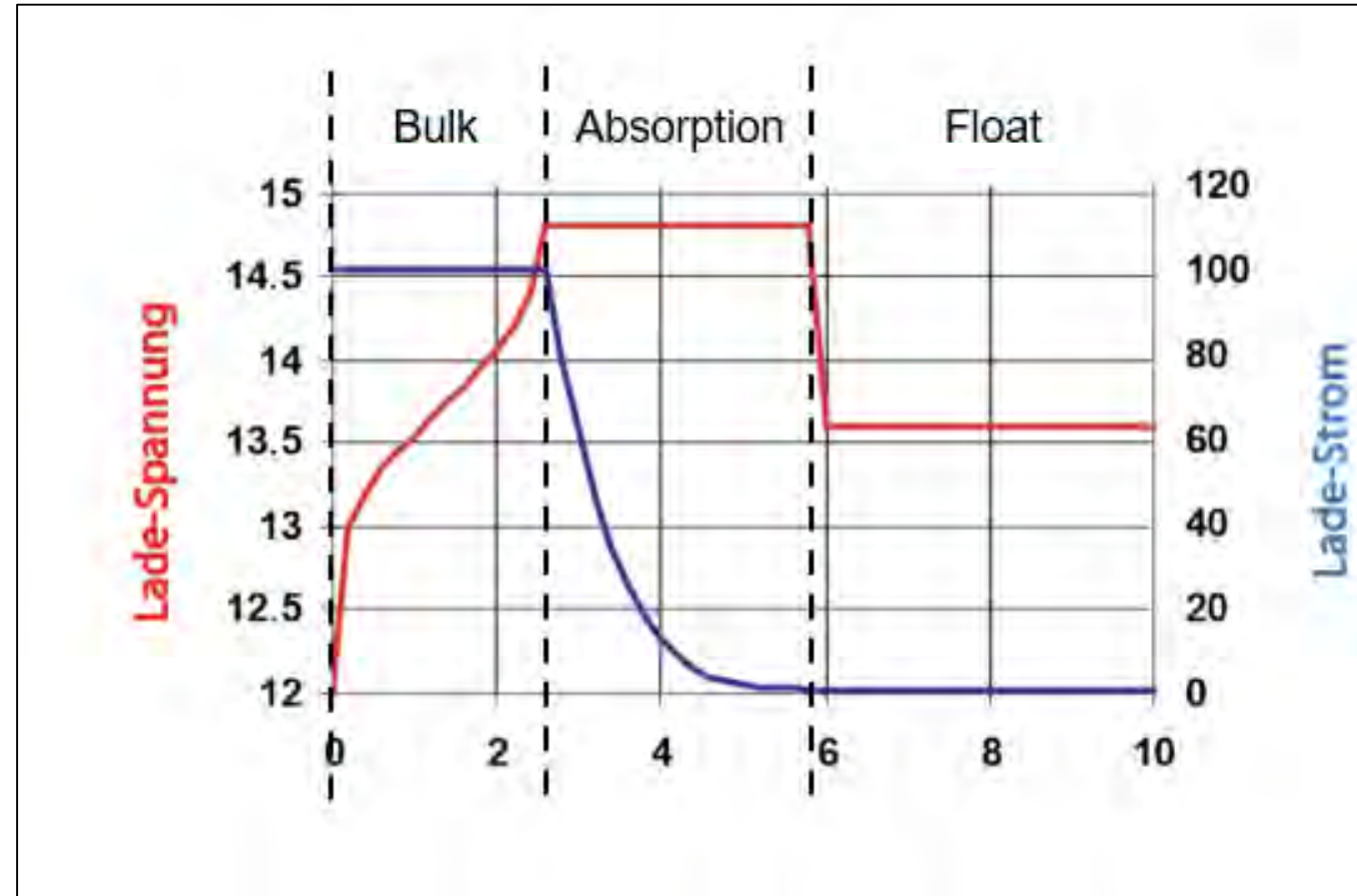
Komponenten einer Insel-Photovoltaikanlage

3. Batterie

Unterschiedliche Lademodi:

- *Bulk:*
 - schnelle Hauptladephase
 - Ladestrom 100% von I_{\max}
- *Absorption:*
 - Ab 90 % Ladezustand
 - Batteriespannung konstant
- *Float:*
 - Ab 100 % Ladezustand
 - Mit geringerer Spannung wird

Batteriekapazität erhalten



VictronEnergy

Komponenten einer Insel-Photovoltaikanlage

3. Batterie



- Für unser 12 V System:
 - Blei-Gel
 - Spannung $U = 12\text{ V}$
 - Kapazität 9 Ah
 - 108 Wh

Komponenten einer Insel-Photovoltaikanlage

4. Wechselrichter

- Wandelt 12 V DC in 230 V AC
 - 2 x Schuko Ausgang, 1 x USB-Ausgang
 - Normale 230V Verbraucher nutzbar
- Für unser 12 V System:
 - $U_{\text{Eingang}} = 12 \text{ V}$
 - $U_{\text{Ausgang}} = 230 \text{ V}$
 - $P_{\text{max}} = 1.000 \text{ W}$

Inhaltsverzeichnis

- Photovoltaik-Technologie
- Funktionsweise einer Inselanlage
- **Mögliche Anwendungsfälle**
- Finanzieller Aspekt
- Aufbau unserer Inselanlagen



<https://www.gartenhausfabrik.de/magazin/die-solaranlage-auf-dem-gartenhaus/>

Mögliche Anwendungsfälle

- Stromversorgung für:
 - Externe Garage
(Elektr. Garagentor, Beleuchtung)
 - Campingwagen
 - Feier im Grünen
 - Gartenhäuschen



<https://solar-experten.info/rechtliche-aspekte-bei-privaten-photovoltaikanlagen/#>

Mögliche Anwendungsfälle

- Stromversorgung für:
 - Externe Garage
 - Campingwagen
(Campingkocher, Beleuchtung, ...)
 - Feier im Grünen
 - Gartenhäuschen



<https://www.solaranlage-ratgeber.de/photovoltaik/photovoltaik-voraussetzungen/photovoltaikanlage-aufstellmoeglichkeiten/photovoltaik-fuer-das-wohnmobil>

Mögliche Anwendungsfälle

- Stromversorgung für:
 - Externe Garage
 - Campingwagen
 - Feier im Grünen
(Musikboxen, Beleuchtung, ...)
 - Gartenhäuschen



miniJOULE GmbH & Co. KG

Mögliche Anwendungsfälle

- Stromversorgung für:
 - Externe Garage
 - Campingwagen
 - Feier im Grünen
 - Gartenhäuschen
(Kühlschrank, Werkstatt, ...)



<https://www.youtube.com/watch?v=2t5EuMqiXWA>

Formalitäten

- Es bedarf keiner Anmeldung beim Marktstammdatenregister
 - Für den Anschluss ist rechtlich kein Elektromeister notwendig
- keine gesetzliche Hürde für die Nutzung

Inhaltsverzeichnis

- Photovoltaik-Technologie
- Funktionsweise einer Inselanlage
- Mögliche Anwendungsfälle
- **Finanzieller Aspekt**
- Aufbau unserer Inselanlagen



<https://uih.zdh.de/weitere-projekte/beispiele-aus-dem-werkzeugkoffer/2-finanzielle-aspekte/>

Finanzieller Aspekt

- Kosten sind stark abhängig von der
 - Anzahl und Leistung der PV-Module
 - Größe des Speichers
 - Leistung des Wechselrichters
 - Funktionalität des Ladereglers
- Unterschiedliche Anforderungen für verschiedene Anwendungen
- Frage der Rentabilität → Wirtschaftlichkeit steht nicht im Vordergrund

Finanzielles (kleines System, 60Wh, 50W Solarmodul)

Bauteil	Preis			
PV-Module	0 € (im Internet ab 30 €)			
Batterie	20 €			
Laderegler	15 € (günstig PWM)	35 € (PWM)	50 € (PWM)	100 € (MPPT)
Wechselrichter	65 €			
Kabel (10m)	15 €			
Gesamtkosten	115 €	135 €	150 €	200 €

Finanzielles (großes System, 1.200 Wh, 200W Solarmodul)

Bauteil		Preis
PV-Module	200 W	120 - 150 €
Batterie	12V, 100Ah, 1.200 Wh	100 €
Laderegler	MPPT, konfigurierbar je nach Batterietyp	100 €
Wechselrichter	1.000 W	65 €
Kabel (10m)		15 €
Gesamtkosten		~ 400€

Vergleich Selbstgebaut und Powerstation

- Powerstation beinhaltet sämtliche Komponenten (Laderegler, Wechselrichter, Batterie)

- Vorteile:

- Gesamtpaket
- Einfach zu transportieren

- Nachteile:

- Nicht frei konfigurierbar
- Sehr teuer

→ Anker PowerHouse 555 mit 1024 Wh und 1000 W: **1.199 €**

→ Anker PowerHouse 555 mit 1024 Wh und 1000 W inklusive 2x 100W Solarpanel: **1.699 €**



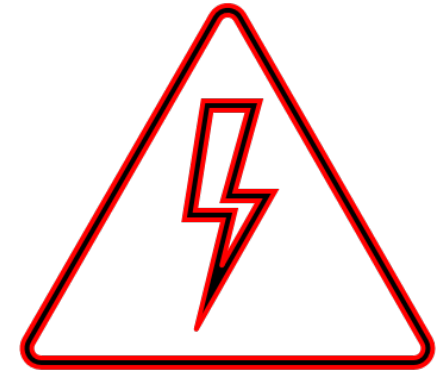
https://www.anker.com/eu-de/products/b1760?ref=naviMenu_pps&variant=42930257461411&discount=WSCPHZJOOI

Inhaltsverzeichnis

- Photovoltaik-Technologie
- Funktionsweise einer Inselanlage
- Mögliche Anwendungsfälle
- Finanzieller Aspekt
- **Aufbau unserer Inselanlagen**

ACHTUNG !!!

- Gefahr von Stromschlag
- Gefahr von Kurzschluss
- Batterie:
 - Gefahr von giftigen Dämpfen
 - Gefahr von Brand



→ System stellt keine Vorlage zum Nachbau dar

Praktischer Teil

Viel Spaß mit dem praktischen Ausprobieren der PV-Systeme!

Bei sämtlichen Fragen stehen wir gerne zur Verfügung.



Interessante Informationsquellen und Newsletter

- Erneuerbare Energien in Deutschland
 - www.erneuerbare-energien.de (BMU)
 - www.wind-energie.de (Wind, BWE)
 - www.bsw-solar.de (Solar, BSW)
- Erneuerbare Energien in Europa und weltweit
 - www.ren21.org
 - www.irena.org
 - www.res-legal.de (Förderinstrumente und Gesetzgebung)
- Energiespeicherung und Elektromobilität
 - www.bves.de
 - www.electrive.net