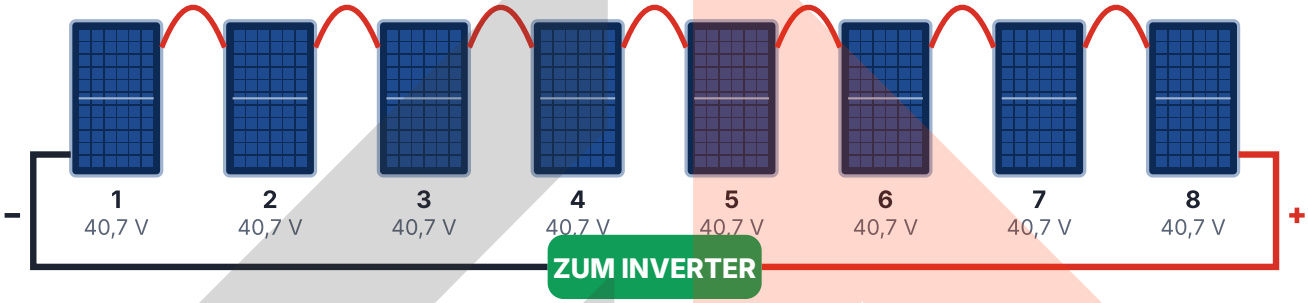
IN EINFACHEN WORTEN · FÜR DEN ANLAGENBESITZER

Anschluss von Solarmodulen

Wie Sie ein Solarfeld richtig aufbauen, die Spannung mit Frostreserve berechnen, den Schutz einbauen und die Batterie wählen. Eine Anleitung für alle unsere Wechselrichter.



Beispielfeld	Feldleistung	Strangspannung (Vmp)	Pro Jahr (Berlin, Süden)
8 × 630 W	5,04 kW	≈ 326 V	≈ 5.335 kWh

Inhalt

1. Was Modul, Strang und Feld sind — S. 2
2. Reihe oder parallel — S. 3
3. Strangspannung und 20 % Winterreserve — S. 4
4. Schatten, Ausrichtung und zwei Felder — S. 5
5. Schutz: Sicherungen, Überspannungsableiter, DC-Schutzschalter — S. 6
6. Montage und Verkabelung Schritt für Schritt — S. 7
7. Die Batterie muss dreimal größer sein — S. 8
8. 12, 24 oder 48 V: Was ist für Solar am besten — S. 9
9. 4, 6 oder 8 Module: Was wählen — S. 10
10. Solarertrag in Berlin nach Monaten — S. 11
11. Süd, Ost, West: der Unterschied — S. 12
12. Tabelle für Ihren Wechselrichter — S. 13
13. Prüfung vor dem Start und Fragen — S. 14

Drei Regeln, die Wechselrichter retten

- **Strangspannung mit 20 % Reserve** muss unter dem Maximum des Wechselrichters bleiben (meist 500 V).
- **Zwischen Modulen und Wechselrichter:** Sicherungen, Überspannungsableiter und DC-Schutzschalter.
- **Batterie (kWh) ≥ 3 × Module (kW).** Sonst kann die Solarenergie nirgendwohin.

Lebensgefahr

Ein Modulstrang erzeugt **über 300 V DC**, sobald Licht darauf fällt, auch bei bewölktem Wetter. Mit einem Schalter lässt er sich nicht abschalten. Installation nur durch eine Fachkraft.

Die Zahlen gelten für ein 630-W-Modul (monokristallin, bifazial). Bei anderen Modulen ist das Verfahren gleich: Nehmen Sie deren Voc und Vmp vom Typenschild.

minertech.org · Marke MinerTech® · © 2017–2026, alle Rechte vorbehalten
+38 093 293 93 93 · +38 099 054 40 38 · Spezialist Pavlo Leonidovych · strooks@gmail.com

1 Was Modul, Strang und Feld sind

Ein Solarmodul ist eine „Batterie“, die Gleichstrom liefert, wenn die Sonne darauf scheint. Allein liefert ein Modul nur ≈ 41 V, zu wenig für einen Wechselrichter. Deshalb werden Module zu einem **Strang** verbunden.

Strang

Mehrere Module **in Reihe** geschaltet: das „Plus“ des einen an das „Minus“ des nächsten, wie Batterien in einer Taschenlampe. Die Spannungen der Module addieren sich. Die beiden Endleitungen des Strangs gehen zum Wechselrichter.

Feld

Alle Module mit **gleicher Neigung und Ausrichtung** (zum Beispiel auf der Südseite des Dachs), die an **einen MPPT-Eingang** des Wechselrichters angeschlossen sind. In unseren Beispielen ist ein Feld ein Strang aus 8 Modulen.

Was auf dem Typenschild des Moduls steht (630 W)

Symbol	Was es ist	630 W
Pmax	Leistung unter Laborbedingungen (STC)	**630 W**
Vmp	Betriebsspannung, wenn das Modul sein Maximum liefert	**40,7 V**
Imp	Betriebsstrom	**15,48 A**
Voc	Leerlaufspannung: ohne Last, die höchste	**48,9 V**
Isc	Kurzschlussstrom	**16,18 A**
β Voc	Wie sich die Spannung mit der Temperatur ändert	**−0,275 %/ °C**
Maß	Länge × Breite × Dicke	2383 × 1133 × 30 mm
Sicherung	Max. Strangsicherung	35 A

Was MPPT ist

Der Solarladeregler im Wechselrichter. Er „sucht“ ständig die Strangspannung, bei der die Module die meiste Energie liefern, und wandelt sie in Batterieladung und Strom fürs Haus um. Jeder MPPT-Eingang arbeitet mit seinem eigenen Feld.

STC ist ein Labor

1000 W/m² Sonne und +25 °C am Modul selbst. Im Sommer erwärmt sich ein Modul auf +60…70 °C und liefert 10–15 % weniger; an einem klaren Frosttag ist es umgekehrt: Die Spannung steigt. Das ist für die Berechnung wichtig (S. 4).

Bifaziales Modul

Nimmt auch reflektiertes Licht auf der Rückseite auf: +5…10 % über einer hellen Fläche (Schnee, helles Dach, Kies). Der Strom erreicht dann ≈ 17,9 A.

Einheiten, die Ihnen unten begegnen

kW (kWp) Modulleistung. 8 × 630 W = 5 040 W = **5,04 kW.**

kWh Energie: wie viel in der Batterie „gespeichert“ ist oder pro Tag / Monat erzeugt wird. 1 kWh = ein 2-kW-Wasserkocher für 30 Minuten.

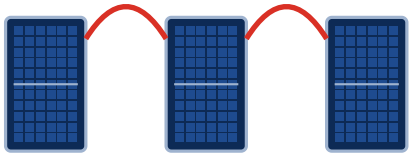
V / A Spannung und Strom. Leistung = Spannung × Strom: 326 V × 15,48 A ≈ 5 040 W.

minertech.org · Marke MinerTech® · © 2017–2026, alle Rechte vorbehalten
+38 093 293 93 93 · +38 099 054 40 38 · Spezialist Pavlo Leonidovych · strooks@gmail.com

2 Reihe oder parallel

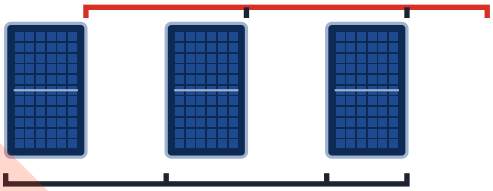
Module lassen sich auf zwei Arten verbinden. Für unsere Wechselrichter und 630-W-Module ist die richtige **in Reihe.**

IN REIHE Spannung addiert sich



40,7 + 40,7 + 40,7 = **122 V,** Strom 15,5 A

PARALLEL Strom addiert sich



Spannung 40,7 V, Strom 15,5 × 3 = **46 A**

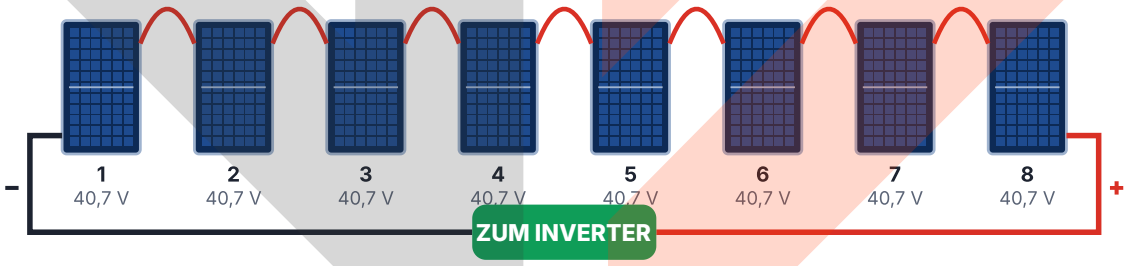
Warum in Reihe

- Der Wechselrichter braucht eine hohe Spannung: Sein Solareingang ist für **60–450 V** ausgelegt (bei manchen Modellen 40–500 V).
- Bei hoher Spannung ist der Strom klein (15,5 A), daher genügt ein normales Solarkabel **6 mm²**; die Leitungsverluste liegen unter 1 %.
- Jedes Modul bringt ≈ 41 V: 8 Module = **≈ 326 V,** genau im „Herzen" des MPPT-Bereichs.

Warum nicht parallel

- Ein 630-W-Modul liefert bereits 15,5 A. Zwei Stränge parallel ergeben 31 A, aber der Eingang unserer Wechselrichter nimmt **15–27 A.** Den überschüssigen Strom nutzt der Wechselrichter nicht, und die Steckverbinder erwärmen sich.
- Die Spannung eines Moduls (41 V) liegt unter der MPPT-Startspannung (60 V).
- Parallele Stränge brauchen eine eigene Sicherung pro Strang und exakt gleiche Stränge.

So verbinden Sie einen Strang aus 8 Modulen



1 **„+" von Modul 1 → „–" von Modul 2**
und so weiter bis Modul 8. MC4-Stecker rasten hörbar ein: bis zum Klicken einstecken.

2 **Freie Enden: „–" Modul 1, „+" Modul 8**
— das sind die Ausgänge des Strangs. Führen Sie sie zur DC-Box (S. 6).

3 **Gleiche Module in einem Strang**
Ein Modell, eine Leistung, eine Ausrichtung und Neigung. Nicht mischen: Ein Strang arbeitet wie sein schwächstes Modul.

4 **Mit dem Multimeter prüfen**
Spannung zwischen den Enden bei Sonne ≈ 8 × 48,9 = 391 V (Voc). Sind es ≈ 342 V, ist ein Modul verkehrt herum oder gar nicht angeschlossen.

Plus und Minus des Strangs nebeneinander verlegen, ohne große Schleife: Eine Schleife fängt bei Blitzen induzierte Spannung ein.

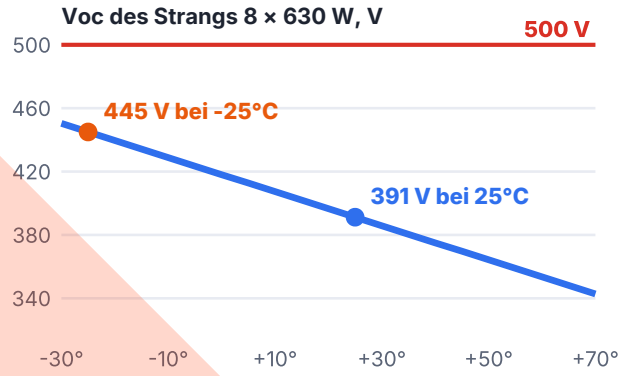
minertech.org · Marke MinerTech® · © 2017–2026, alle Rechte vorbehalten
+38 093 293 93 93 · +38 099 054 40 38 · Spezialist Pavlo Leonidovych · strooks@gmail.com

3 Strangspannung und 20 % Winterreserve

Die wichtigste Regel: **Die Leerlaufspannung des Strangs (Voc) darf nie die maximale Eingangsspannung des Wechselrichters überschreiten;** bei den meisten unserer Modelle sind das **500 V.**

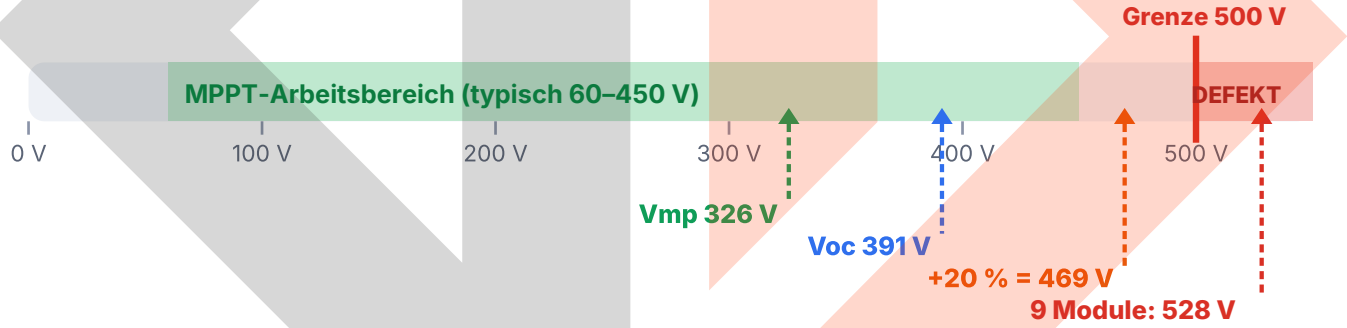
Strang aus 8 Modulen 630 W:
Betriebsspannung 8 × 40,7 = 326 V
Leerlauf 8 × 48,9 = 391 V
Frost −25 °C 391 × 1,137 = 445 V
unsere Reserve +20 % 391 × 1,2 = 469 V
Grenze des Wechselrichters 500 V ✓ OK

Strang aus 9 Modulen: 9 × 48,9 × 1,2 = 528 V × unzulässig



Warum die Spannung im Winter höher ist

Die Spannung einer Solarzelle steigt bei Kälte: Pro Grad unter +25 °C legt ein 630-W-Modul ≈ 0,275 % Spannung zu. Bei −25 °C sind das schon +**14 %.** Der schlimmste Moment ist ein **klarer Frostmorgen:** Die Sonne ist gerade aufgegangen, die Module sind kalt, die Batterie muss noch nicht laden oder der Wechselrichter schaltet sich gerade ein, deshalb liegt am Eingang die volle Voc ohne Last an.



Warum genau 20 %

14 % entstehen durch Frost von −25 °C. Berlin ist milder (die kälteste Stunde 2005–2023 lag bei −21,6 °C, ERA5), daher deckt der Rest der Reserve die Fertigungsstreuung der Module, vom Schnee reflektiertes Licht und Messfehler ab. 20 % sind eine einfache Reserve, mit der nichts neu berechnet werden muss.

Was, wenn es mehr ist

Schon wenige Sekunden über 500 V schlagen die Eingangstransistoren des MPPT durch. Der Wechselrichter fällt aus, und das ist **kein Garantiefall:** Der Hersteller sieht im Protokoll einen PV-Überspannungsfehler.

Und wenn es zu wenig ist

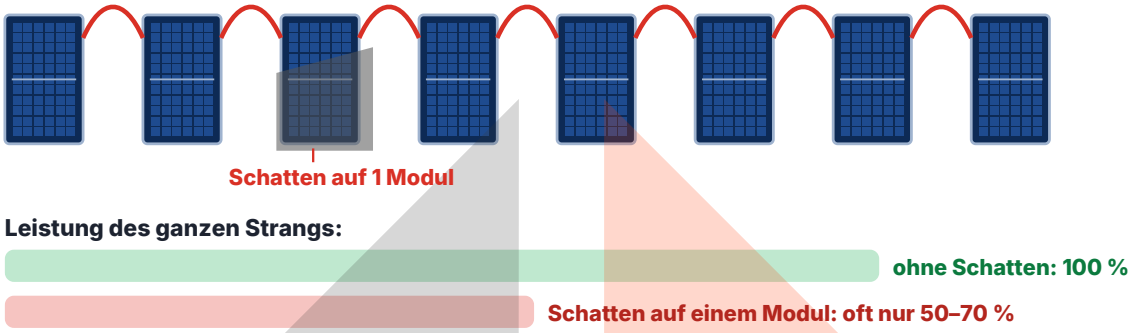
Die Untergrenze ist die MPPT-Startspannung (40–80 V je nach Modell). Ein Strang aus 2 Modulen funktioniert schon, am besten sind aber 6–8 Module: 240–330 V, höchster Wirkungsgrad und geringere Kabelverluste.

Einfache Prüfung für jedes Modul: Voc vom Typenschild × Anzahl der Module × 1,2 < Maximum des Wechselrichters. Für 630 W: **58,7 V pro Modul →** höchstens 8 im Strang bei 500 V, 7 bei 450 V, 1 bei 115 V.

minertech.org · Marke MinerTech® · © 2017–2026, alle Rechte vorbehalten
+38 093 293 93 93 · +38 099 054 40 38 · Spezialist Pavlo Leonidovych · strooks@gmail.com

4 Schatten, Ausrichtung und zwei Felder

In einem Strang fließt durch alle Module derselbe Strom, wie Wasser in einem Schlauch. Ein verschattetes Modul „klemmt den Schlauch ab“, für alle.



Warum schon Schatten auf einem Modul schlecht ist

- Ein verschattetes Modul liefert weniger Strom, und ein Reihenstrang kann nicht mehr durchlassen als sein schwächstes Glied.
- Bypassdioden in der Anschlussdose des Moduls schalten den verschatteten Teil ab, damit er nicht überhitzt, aber mit ihm verschwindet auch seine Spannung, und der MPPT „verirrt sich“ zwischen mehreren Spitzen.
- Schatten von Schornstein, Baum, Nachbarreihe oder Schnee am Rand, und der Strang verliert **30–50 %.**

Wie man das vermeidet

- Module dort aufstellen, wo von **9:00 bis 16:00** kein Schatten ist, auch im Winter (dann steht die Sonne tief).
- Zwischen Modulreihen auf dem Boden oder Flachdach Abstand lassen, damit die vordere Reihe die hintere nicht verschattet (S. 12).
- Keine unterschiedlich ausgerichteten Module in einem Strang mischen.

Wohin die Module zeigen sollten

Am besten ist **Süden** mit ≈ 36° Neigung (in Berlin liegt das Jahresoptimum bei 40°, 36° bringen praktisch dasselbe). Südost oder Südwest bringt ≈ 6 % weniger, Ost oder West ≈ 22 % weniger im Jahr, und im Winter weniger als die Hälfte des Südertrags (S. 12).

Hinweis: wenn der Wechselrichter zwei Solareingänge hat (2 MPPT)



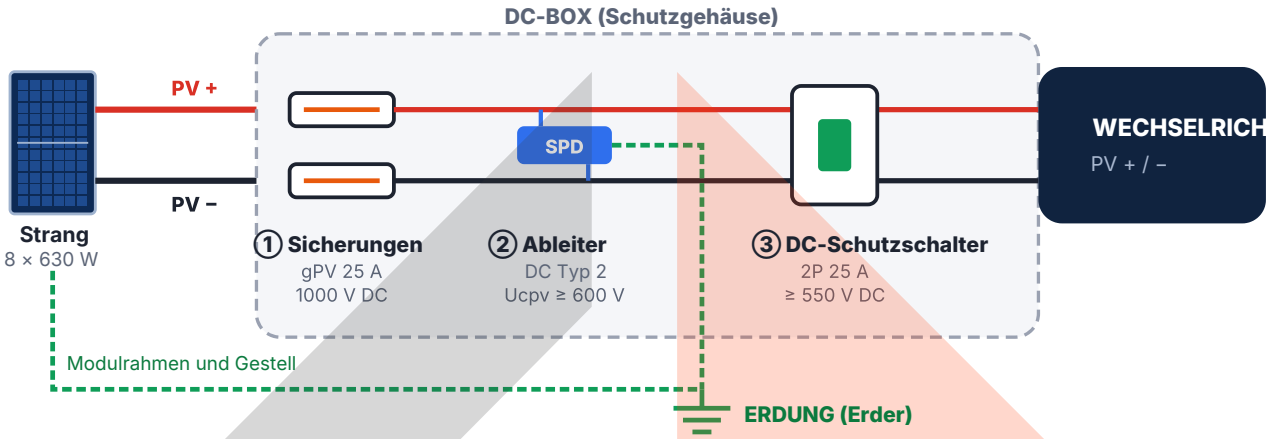
Zum Beispiel haben **GSIKE 11 kW** und **POWLAND SMS-12KW 12 kW** die Eingänge PV1 und PV2. Jeder Eingang „sucht“ sein Maximum getrennt, daher können Sie **zwei Felder aus 8 Modulen** in verschiedene Richtungen montieren: Ost + West, Süd + West, zwei Dachseiten.

Morgens Ost, abends West: Der Ertrag ist über den Tag gleichmäßiger, und das Haus läuft länger ohne Netz. Jedes Feld hat seine eigene DC-Box und seinen eigenen Schutzschalter. Bei Wechselrichtern mit einem Eingang: ein Feld, eine Ausrichtung.

minertech.org · Marke MinerTech® · © 2017–2026, alle Rechte vorbehalten
+38 093 293 93 93 · +38 099 054 40 38 · Spezialist Pavlo Leonidovych · strooks@gmail.com

5 Schutz: Sicherungen, Ableiter, DC-Schutzschalter

Zwischen Modulen und Wechselrichter muss eine **DC-Box** installiert werden: ein kleines Gehäuse mit drei Schutzgeräten. Sie schützt den Wechselrichter vor Blitz und Kurzschluss und ermöglicht das sichere Abschalten der Module.



Element	Warum	Was man für 8 × 630 W kauft
① **Sicherungen** an „+“ und „–“	Sie lösen bei Kurzschluss im Kabel oder bei Rückstrom aus. Pflicht bei mehreren Strängen; bei einem Strang bieten sie Schutz und eine bequeme Trennstelle für Reparaturen.	Halter für Hutschiene + Sicherungseinsätze **gPV 10×38, 25 A, 1000 V DC** (mindestens 1,25 × Isc und höchstens 35 A laut Typenschild).
② **Ableiter** (SPD)	Ein Blitz in der Nähe induziert in langen Leitungen Tausende Volt. Der Überspannungsableiter leitet den Impuls innerhalb von Mikrosekunden zur Erde ab, am Wechselrichter vorbei. Ohne Erdung funktioniert er nicht.	**DC-SPD Typ 2** (oder 1+2 bei einem Haus mit Blitzableiter), **Ucpv ≥ 600 V** (mit Reserve über 469 V), Imax ≥ 20–40 kA. Erdungsleiter 6–16 mm², so kurz wie möglich.
③ **DC-Schutzschalter** in der PV-Leitung	Schaltet die Module unter Last ab. Gleichstrom mit 300+ V erzeugt einen Lichtbogen, den ein gewöhnlicher Haushaltsschutzschalter nicht löschen kann, daher muss es ein polarisierter DC-Schutzschalter sein.	**2-poliger DC-Schutzschalter 25 A, ≥ 550 V DC** (besser 1000 V DC), angeschlossen wie auf dem Gehäuse abgebildet (Eingang „+“ / „–“).

Erdung

- Rahmen aller Module und Gestell: gelb-grüner Leiter 6 mm² zum Erder.
- Der Überspannungsableiter an denselben Erder (bis 10 Ω). AC-Ableiter im Hausverteiler: separat, empfohlen.
- **PV „+“ und PV „–“ nicht erden!** Unsere Wechselrichter sind trafolos: Das würde sie zerstören.

Kabel und Steckverbinder

- Nur Solarkabel **6 mm² (PV1-F, H1Z2Z2-K):** beständig gegen UV, Frost und +90 °C. 4 mm² nur bis 15 m.
- MC4-Stecker derselben Marke an beiden Enden, mit Spezialzange gecrimpt.
- Im Freien im UV-festen Schutzrohr, ohne Durchhängen und scharfe Kanten.

minertech.org · Marke MinerTech® · © 2017–2026, alle Rechte vorbehalten
+38 093 293 93 93 · +38 099 054 40 38 · Spezialist Pavlo Leonidovych · strooks@gmail.com

6 Montage und Verkabelung Schritt für Schritt

Diese Reihenfolge schützt Menschen und Geräte. Denken Sie daran: Die Module stehen den ganzen Tag unter Spannung.

1 Planung
Wählen Sie einen Platz ohne Schatten, berechnen Sie den Strang (S. 4 und 13), prüfen Sie, ob die Batterie dreimal größer als das Feld ist (S. 8).

2 Montage des Gestells
Halterungen für Module 2383 × 1133 mm, Neigung ≈ 36° nach Süden. Klemmen an den Rahmenkanten in den Herstellerzonen; Rahmen nicht anbohren.

3 Module montieren
Unten einen Lüftungsspalt lassen. Die Steckverbinder der Module noch nicht verbinden. Die Module können Sie mit lichtundurchlässiger Folie abdecken.

4 Erdung
Rahmen und Gestell an den Erder. Erdungswiderstand prüfen.

5 Montage der DC-Box
Neben dem Wechselrichter, im Innenraum oder in einem IP65-Gehäuse. Sicherungen herausgenommen, Schutzschalter aus.

6 Kabel verlegen
Von den Modulen zur DC-Box und von der DC-Box zum Wechselrichter: 6 mm², rot „+“ und schwarz „−“, beschriftet.

7 Strang zusammenstellen
Module in Reihe verbinden. Voc und Polarität an den Enden mit dem Multimeter prüfen; noch nicht an den Wechselrichter anschließen!

8 Anschluss an den Wechselrichter
Zuerst Batterie und Inbetriebnahme des Wechselrichters (laut seiner Anleitung), dann die Leitungen von der DC-Box an die Klemmen PV + / −. Polarität mit dem Multimeter prüfen.

9 Einschalten
Sicherungen einsetzen, DC-Schutzschalter einschalten. Auf dem Display des Wechselrichters erscheint die PV-Spannung, innerhalb einer Minute auch die Leistung.

10 Prüfung
PV-Spannung ≈ 280–340 V unter Last. Eine Leistung von 3,5–4,5 kW an einem klaren Mittag ist für 8 × 630 W normal.

MC4-Stecker nie unter Last trennen. Zuerst den DC-Schutzschalter aus. Ein Stecker mit 15 A bei 300 V zieht einen Lichtbogen, der Hände verbrennt und den Stecker schmilzt.

Ausschalten: PV-DC-Schutzschalter → Ausgang des Wechselrichters → Wechselrichter → Batterie. Einschalten in umgekehrter Reihenfolge: Batterie → Wechselrichter → PV.

Warum die Leistung unter 5 040 W liegt und das normal ist

630 W sind ein Laborwert. Auf dem Dach wird das Modul warm, die Sonne steht nicht immer senkrecht, Kabel und Umwandlung kosten Anteil. Mittags bei klarem Himmel sind von Mai bis August in Berlin real 3,8–4,5 kW aus 8 Modulen drin, im Dezember mittags 1,3–2,1 kW. Ist die Batterie voll und der Hausverbrauch gering, drosselt der Wechselrichter selbst: Er nimmt nur, was gebraucht wird.

minertech.org · Marke MinerTech® · © 2017–2026, alle Rechte vorbehalten
+38 093 293 93 93 · +38 099 054 40 38 · Spezialist Pavlo Leonidovych · strooks@gmail.com

7 Die Batterie muss dreimal größer sein

Die Batteriekapazität in kWh muss mindestens 3-mal so groß sein wie die Modulleistung in kW. 8 Module = 5,04 kW → Batterie ab ≈ 15 kWh.

Warum genau so

Tagsüber liefert die Sonne bis 4,5 kW. Ist der Verbrauch im Haus gering, geht alles in die Batterie. Eine LiFePO4-Lithiumbatterie lebt am längsten, wenn sie mit bis zu ≈ 0,3 ihrer Kapazität geladen wird (0,3 C). Die Regel „× 3“ sorgt genau dafür: Selbst wenn die ganze Sonne in die Batterie geht, ist der Strom für sie angenehm.
Außerdem liefern 8 Module an einem Sommertag in Berlin 20–22 kWh. Eine kleine Batterie ist bis Mittag voll, und danach kann die Sonnenenergie **einfach nirgendwohin:** Sie haben für Module bezahlt, die den halben Tag ungenutzt bleiben.

Was bei einer kleinen Batterie passiert

- Ein hoher Ladestrom erwärmt die Batterie und verschleißt die Zellen schneller; das BMS kann das Laden abschalten, und Fehler erscheinen.
- Man muss den Ladestrom im Menü des Wechselrichters begrenzen, und dann arbeiten die Module trotzdem nur zu einem Viertel.
- Das Ergebnis: Geld für Module ausgegeben, aber keine Energiereserve für den Abend.

Für ein kleines System (1–2,5 kWh) **lohnen sich Module also nicht**: Entweder gleich eine größere Batterie kaufen oder auf Solar verzichten.

Wie viel Batterie für 4, 6 und 8 Module

Feld	Leistung	Min. Batterie	bei 24 V	bei 48 V
4 Module	2,52 kW	**ab 7,6 kWh**	295 Ah	148 Ah
6 Module	3,78 kW	**ab 11,3 kWh**	443 Ah	221 Ah
8 Module	5,04 kW	**ab 15,1 kWh**	591 Ah	295 Ah

Und umgekehrt: Wie viele Module Ihre Batterie verkraftet

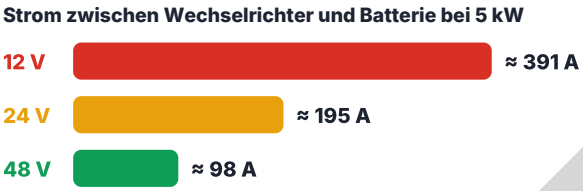
Batterie	kWh	Module bis (÷ 3)	Module 630 W
12 V 100 Ah	1,28	427 W	**Module lohnen nicht**
24 V 100 Ah	2,56	853 W	**bis 1** (630 W)
24 V 150 Ah	3,84	1 280 W	**bis 2** (1 260 W)
48 V 100 Ah	5,12	1 707 W	**bis 2** (1 260 W)
24 V 314 Ah	8,04	2 680 W	**bis 4** (2 520 W)
48 V 314 Ah	16,07	5 357 W	**bis 8** (5 040 W)
48 V 628 Ah	32,20	10 733 W	**bis 17** (10 710 W), mehrere Felder

Mehrere gleiche Batterien parallel erhöhen die Kapazität: 3 × 48 V 100 Ah = 15,4 kWh, genug für 8 Module. Der Ladestrom der Batterie wird ebenfalls im Menü des Wechselrichters eingestellt, laut Anleitung Ihres Wechselrichters und Ihrer Batterie.

minertech.org · Marke MinerTech® · © 2017–2026, alle Rechte vorbehalten
+38 093 293 93 93 · +38 099 054 40 38 · Spezialist Pavlo Leonidovych · strooks@gmail.com

8 12, 24 oder 48 V: Was ist für Solar am besten

Kurze Antwort: **Für Solarmodule ist ein 48-V-System am besten.** 24 V passt für ein kleines Feld (bis 4–6 Module). 12 V bedeutet nur 1–3 Module: ein System „für Licht und Router".



Für die Module egal: Die Spannung am MPPT-Eingang ist gleich (Hunderte Volt). Der Unterschied liegt **nach** dem MPPT, zwischen Wechselrichter und Batterie. Bei 12 V braucht dieselbe Leistung den vierfachen Strom wie bei 48 V.

Leistung = Spannung × Strom. Halbe Spannung bedeutet doppelten Strom und vierfache Erwärmung von Leitungen und Klemmen bei gleichem Kabel.

	12 V	24 V	48 V
Wie viel Sonne der Laderegler aufnimmt	40–100 A × 13 V ≈ **0,5–1,4 kW**	100–120 A × 27 V ≈ **2,7–3,2 kW**	120–160 A × 54 V ≈ **6,5–8,6 kW**
Max. Module (unsere Wechselrichter)	1–3 Module	6–8 Module	8, oder 16 mit 2 MPPT
Batteriestrom bei 3 kW	≈ 235 A	≈ 120 A	≈ 60 A
Batteriekabel (1–2 m)	50–70 mm², sehr dick	25–35 mm²	16–35 mm²
Verluste, Wärme	am höchsten	mittel	am geringsten, höherer Wirkungsgrad
Leistung des Wechselrichters	1–2 kW	3,3–5 kW	6,2–12 kW, parallel, 3 Phasen
Für wen	Licht, Router, Heizkessel, Laptop	Wohnung, kleines Haus, 4–6 Module	Haus, volles Feld mit 8+ Modulen, Reserve zum Ausbau

12 V

Der Solarladeregler ist klein (bis 0,6–2 kW), daher ist schon ein 630-W-Modul das Maximum oder fast. Hohe Ströme, dicke Leitungen. Für Solar ist das **schlecht.**

24 V

8 Module lassen sich anschließen, aber an einem klaren Tag ist das Laden auf ≈ 3 kW begrenzt; den Rest der Sonne nutzt nur der Verbrauch des Hauses. **4–6 Module** sind die beste Balance.

48 V

Ein Regler mit 120–160 A nimmt das ganze Feld 8 × 630 W ohne Begrenzung auf, geringere Verluste, leicht eine Batterie oder einen zweiten Wechselrichter hinzuzufügen. Wenn Sie Solar planen, **wählen Sie 48 V.**

Tipp: Ist Solar für „irgendwann später" geplant, kaufen Sie Wechselrichter und Batterie gleich für 48 V. Ein späterer Wechsel von 24 auf 48 V bedeutet, sowohl den Wechselrichter als auch die Batterie zu ersetzen.

minertech.org · Marke MinerTech® · © 2017–2026, alle Rechte vorbehalten
+38 093 293 93 93 · +38 099 054 40 38 · Spezialist Pavlo Leonidovych · strooks@gmail.com

9 4, 6 oder 8 Module: Was wählen

Wir empfehlen drei Feldvarianten. Jede ist ein Strang, es gibt also nichts zu berechnen: Alle sind sicher für Wechselrichter mit 500-V-Grenze.

4 Module · Eco

2,52 kW

Wenn Sie an der Batterie sparen wollen und nicht viel brauchen. Deckt tagsüber Kühlschrank, Licht, Router, Heizkessel und lädt die Batterie teilweise.

Pro Jahr, kWh	**2.668**
Tag im Juli, kWh	**10,5**
Tag im Dezember, kWh	**2,3**
Strang, V*	163 / 235

Batterie: ab 7,6 kWh (24 V 314 Ah oder 2 × 48 V 100 Ah)

System: 24 oder 48 V

6 Module · Kompromiss

3,78 kW

Sie wollen sparen, aber nach Ihrer Rechnung reicht die Leistung: Tagsüber versorgt es das Haus und lädt die Batterie für den Abend.

Pro Jahr, kWh	**4.002**
Tag im Juli, kWh	**15,8**
Tag im Dezember, kWh	**3,5**
Strang, V*	244 / 352

Batterie: ab 11,3 kWh (3 × 48 V 100 Ah oder 48 V 314 Ah)

System: 24 V (Grenze ≈ 3 kW) oder 48 V

8 Module · Standard

5,04 kW

Volles Feld: Im Sommer deckt es den Großteil des Hausbedarfs, im Frühling und Herbst einen großen Teil, im Winter hilft es.

Pro Jahr, kWh	**5.335**
Tag im Juli, kWh	**21,0**
Tag im Dezember, kWh	**4,6**
Strang, V*	326 / 469

Batterie: ab 15,1 kWh (48 V 314 Ah oder 3 × 48 V 100 Ah)

System: 48 V (am besten)

So wählen Sie

Wählen Sie 8, wenn

- Wechselrichter 48 V ab 6 kW;
- Batterie ab 15 kWh;
- Sie wollen von April bis September von der Sonne leben.

Wählen Sie 6, wenn

- Wechselrichter 24 V 4–5 kW;
- Batterie 11–15 kWh;
- begrenztes Budget, moderater Verbrauch.

Wählen Sie 4, wenn

- Batterie 7,5–11 kWh;
- Sie brauchen Unterstützung am Tag, keine Autonomie;
- wenig Dachfläche.

Keine Module montieren, wenn

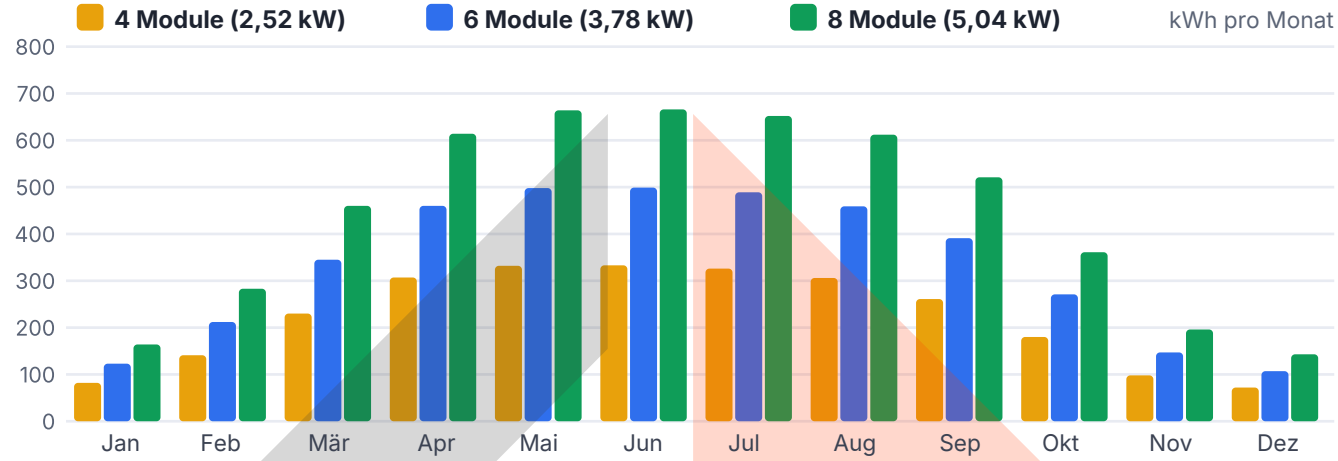
- Batterie kleiner als 7,5 kWh (S. 8);
- Standort den Großteil des Tages im Schatten;
- 12-V-System: nur 1–3 Module (S. 13).

Süden, 36°, Berlin (PVGIS), kWh. *Betriebsspannung / Voc mit 20 % Reserve. Energie ist nützlich, wenn das Haus sie verbraucht oder die Batterie Platz zum Laden hat.

minertech.org · Marke MinerTech® · © 2017–2026, alle Rechte vorbehalten
+38 093 293 93 93 · +38 099 054 40 38 · Spezialist Pavlo Leonidovych · strooks@gmail.com

10 Solarertrag in Berlin nach Monaten

Module nach Süden, Neigung 36°, ohne Schatten. Daten aus der europäischen Datenbank PVGIS (Mittel 2005–2023) unter Berücksichtigung von Modulerwärmung, Kabeln und Umwandlung (Verluste 14 %).



Monat	4 Mod., kWh	pro Tag	6 Mod., kWh	pro Tag	8 Mod., kWh	pro Tag
Januar	82	2,6	123	4,0	164	5,3
Februar	141	5,0	212	7,6	283	10,1
März	230	7,4	345	11,2	460	14,9
April	307	10,2	460	15,3	614	20,5
Mai	332	10,7	498	16,1	664	21,4
Juni	333	11,1	499	16,6	666	22,2
Juli	326	10,5	489	15,8	652	21,0
August	306	9,9	459	14,8	612	19,8
September	261	8,7	391	13,0	521	17,4
Oktober	180	5,8	271	8,7	361	11,6
November	98	3,3	147	4,9	196	6,6
Dezember	72	2,3	107	3,5	143	4,6
Pro Jahr	**2.668**	7,3	**4.002**	11,0	**5.335**	14,6

Sommer und Winter: 4,6-facher Unterschied

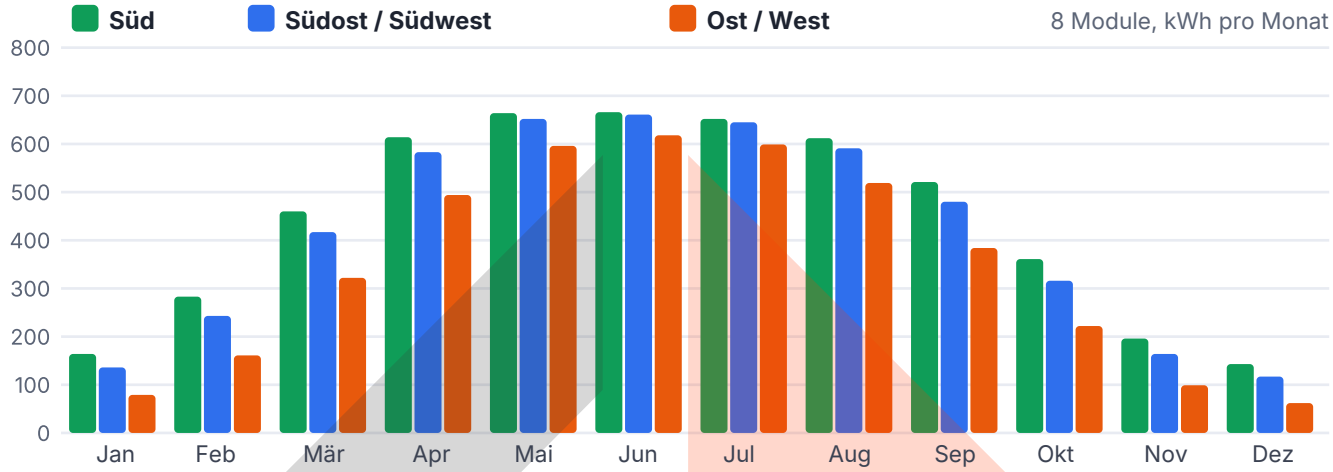
Im Juli liefern 8 Module ≈ 21 kWh pro Tag, im Dezember ≈ 4,6. Im Winter steht die Sonne tief, der Tag ist kurz und oft bewölkt. Module sparen vor allem von März bis Oktober; im Winter helfen sie, ersetzen aber weder das Netz noch einen Generator.

So lesen Sie die Tabelle

„Pro Tag“ ist der Monatsdurchschnitt: An einem klaren Tag kann es doppelt so viel sein, an einem trüben Tag 3- bis 5-mal weniger. Wie viel davon Sie tatsächlich nutzen, hängt vom Tagesverbrauch und der Batteriekapazität ab (S. 8).

11 Süd, Ost, West: der Unterschied

Gleiche Neigung von 36°, Berlin. Je weiter von Süden weg, desto weniger Energie, besonders im Winter.



Ausrichtung	4 Mod./J.	6 Mod./J.	8 Mod./J.	8 Mod., Dez.	8 Mod., Juli	ggü. Süd
Süd	2.668	4.002	5.335	143	652	**100 %**
Südost / Südwest	2.502	3.754	5.005	117	645	**94 %**
Ost oder West	2.078	3.117	4.155	62	599	**78 %**

kWh. Südost und Südwest liefern fast gleich viel (Mittel aus beiden). Ost und West ebenso.

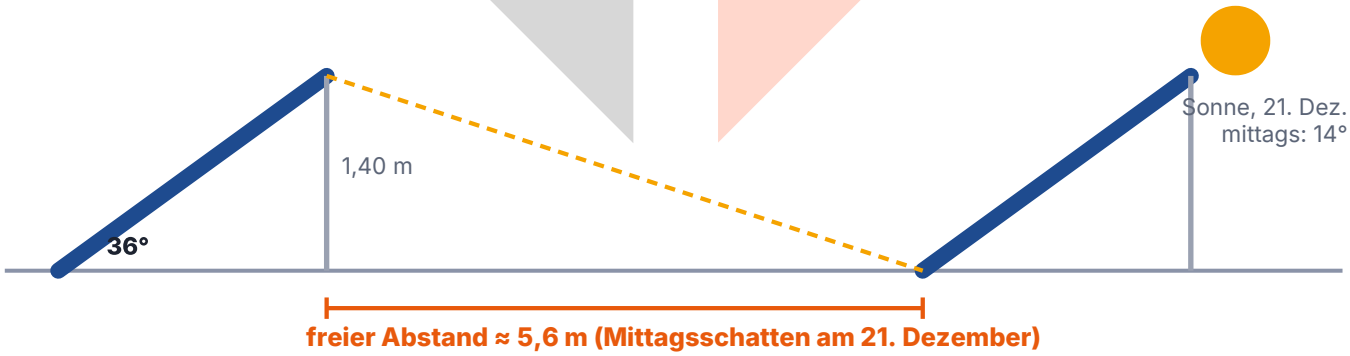
Neigungswinkel

Für Berlin ist der beste Ganzjahreswinkel **≈ 40°.** Im Winter ist steiler besser (60–70°, auch der Schnee rutscht ab), im Sommer flacher (15–20°). Zwischen 30° und 50° gehen im Jahr weniger als 2 % verloren, daher ist ein Dach mit 30–45° ausgezeichnet und muss nicht umgebaut werden.

Ost + West an 2 MPPT

Für GSIKE 11 kW und POWLAND SMS-12KW: 8 Module nach Osten (PV1) + 8 nach Westen (PV2) liefern in Berlin ≈ 8.310 kWh pro Jahr und eine gleichmäßigere Kurve über den Tag: Morgens arbeitet das eine Feld, abends das andere.

Reihenabstand auf dem Boden oder einem Flachdach



Ein 2,383-m-Modul mit 36° Neigung ragt 1,40 m hoch. Am 21. Dezember steht die Sonne mittags in Berlin nur 14° hoch, der Schatten ist also ≈ 5,6 m lang. Einfachere Regel: freier Abstand ≈ 4,0 × Höhe der Modul-Oberkante. Oder stellen Sie die Module in einer Reihe auf.

minertech.org · Marke MinerTech® · © 2017–2026, alle Rechte vorbehalten
+38 093 293 93 93 · +38 099 054 40 38 · Spezialist Pavlo Leonidovych · strooks@gmail.com

12 Tabelle für Ihren Wechselrichter

Wie viele 630-W-Module pro Strang für jedes Modell im Katalog: mit 20 % Frostreserve und unter Berücksichtigung der Eingangsleistung.

Wechselrichter	Batterie	Eingänge MPPT	Voc max, V	MPPT, V	PV max, W	PV-Strom, A	Module 630 W
EASUN SMS-6.5KP 6.5kW 48V WiFi	48 V	1	500	60–450	9000	27	**8**
POWGROW SMS-6.5KP 6.5kW 48V	48 V	1	500	60–450	9000	27	**8**
POWLAND SMS-6.5KP 6.5kW 48V WiFi	48 V	1	500	60–450	9000	27	**8**
JSDsolar J6500HC 6.5kW 48V	48 V	1	500	60–450	9000	27	**8**
GSIKE 6.2kW 48V WiFi	48 V	1	500	60–500	6500	27	**8**
EASUN SMT-6.2KW 6.2kW 48V	48 V	1	500	60–500	8500	27	**8**
GSIKE 11kW 48V WiFi · zwei Felder	48 V	2	500	60–500	2 × 5500	2 × 18	**2 × 8**
POWLAND SMS-12KW 12kW 48V WiFi · zwei Felder	48 V	2	500	60–450	15 000	2 × 22,5	**2 × 8**
POWGROW SMS-5kW 24V · *nutzbar ≈ 4–5 kW	24 V	1	500	60–450	9000*	27	**8**
POWLAND SMS-5kW 24V WiFi · *nutzbar ≈ 4–5 kW	24 V	1	500	60–450	9000*	27	**8**
Aninerel ANL-4200T 4.2kW 24V	24 V	1	500	60–500	5000	27	**8**
ANENJI ANJ-4000 4.2kW 24V WiFi · Strom bis 15 A	24 V	1	500	60–500	4500	15	**7**
JSDsolar J4000E 4kW 24V	24 V	1	500	40–450	5000	18	**8**
EASUN SMT-4KW 24V · 8, wenn das Typenschild 5000 W zeigt	24 V	1	500	60–500	4000	15	**6**
ECGSOLAX HVM 3.6kW 24V	24 V	1	500	40–450	5000	18	**8**
POWGROW 3,6kW 24V · 8, wenn das Typenschild 500 V zeigt	24 V	1	450–500	40–450	5000	18	**7**
DATOU BOSS 3.3kW 24V	24 V	1	500	40–450	5000	18	**8**
EASUN SMT-2KW 12V · besser 2	12 V	1	500	30–500	2000	—	**3**
ECGSOLAX HVM 1.2kW 12V	12 V	1	115	17–115	800	18	**1**
ECGSOLAX 1kW 12V	12 V	1	150	20–150	600	—	**1**

Hat ein Strang 8 Module und ist „PV max“ 5000 W, ist das in Ordnung: 5 040 W ist ein Laborwert, real liefern die Module bis 4,5 kW, und der Wechselrichter begrenzt die Aufnahme selbst. Einen Strom von 15,5 A an Eingängen bis 15 A (ANENJI, EASUN SMT-4KW) begrenzt der Wechselrichter ebenfalls selbst: Verlust nur an einem klaren Mittag, 2–3 %.

Gleichen Sie immer mit dem Typenschild am Gehäuse Ihres Wechselrichters ab: Hersteller bringen manchmal Revisionen mit anderen Grenzwerten heraus. Steht auf dem Typenschild Voc max 450 V, höchstens 7 Module zu 630 W; bei 150 V 2; bei 115 V 1.

12-V-Systeme: ECGSOLAX 1kW und HVM 1,2kW nehmen ein 630-W-Modul (zwei ergeben mit Frostreserve schon 117 V, mehr als 115 V, oder die doppelte zulässige Leistung). EASUN SMT-2KW: 2–3 Module (Laden bis 100 A ≈ 1,4 kW). Dreiphasen-Sets aus 3 Wechselrichtern: Jeder Wechselrichter hat sein eigenes Feld.

minertech.org · Marke MinerTech® · © 2017–2026, alle Rechte vorbehalten
+38 093 293 93 93 · +38 099 054 40 38 · Spezialist Pavlo Leonidovych · strooks@gmail.com

13 Prüfung vor dem Start und FAQ

Checkliste vor dem ersten Einschalten

- Alle Module im Strang gleich, eine Richtung
- Voc Strang × 1,2 unter Voc max des Wechselrichters (S. 13)
- Tagsüber kein Schatten auf den Modulen
- Batterie in kWh ≥ 3 × Module in kW
- DC-Box: gPV-Sicherungen, DC-Ableiter, DC-Schalter
- Rahmen und Gestell geerdet; PV „+“/„−“ nicht geerdet
- Solarkabel 6 mm², MC4 einer Marke, Polarität geprüft
- Erst Batterie und Wechselrichter, dann PV

Für Ihr System notieren

Module: _____

Voc / Vmp eines Moduls: _____

Anzahl im Strang: _____

Voc des Strangs × 1,2 = _____ V

Voc max des Wechselrichters (Typenschild): _____ V

Ausrichtung / Neigung: _____

Sicherungen / Schutzschalter / Überspannungsableiter: _____

Installationsdatum, Installateur: _____

FAQ

Kann ich später weitere Module hinzufügen?

Im selben Strang nur bis zur Grenze aus der Tabelle (bei 500 V: 8 Module zu 630 W). Mehr an den zweiten MPPT-Eingang, an einen zweiten Wechselrichter oder als neuer Strang gleicher Module parallel, wenn der Wechselrichter diesen Strom verträgt (unsere nicht).

Module unterschiedlicher Leistung mischen?

Nicht empfehlenswert. In einem Strang arbeiten alle Module mit dem Strom des schwächsten, daher liefert das stärkere Modul nur so viel wie das schwächere.

Display zeigt bei Sonne PV 0 W: Warum?

DC-Schutzschalter aus oder Sicherung durchgebrannt; die Batterie ist voll und das Haus braucht nichts; Prioritätsmodus im Menü; die Strangspannung liegt außerhalb des MPPT-Bereichs.

Arbeiten die Module bei Bewölkung?

Ja, aber sie liefern 10–30 % eines klaren Tages. Die Spannung ist jedoch fast voll, also ist es gefährlich.

Müssen die Module gewaschen werden?

Der Regen reinigt sie. Einmal im Jahr oder nach einem Staubsturm: weiche Bürste und Wasser ohne Chemie, früh morgens oder abends, wenn das Glas nicht heiß ist.

Blitz in der Nähe eingeschlagen: Was tun?

Überspannungsableiter prüfen: Ist das Fenster am Modul rot, den Steckeinsatz tauschen. Sicherungen prüfen.

Brauchen Sie Hilfe bei der Berechnung?

Schreiben oder rufen Sie uns an: Wir berechnen den Strang für Ihre Module und Ihren Wechselrichter und wählen Batterie und Schutz aus. Die Einstellungen des Wechselrichters stehen in der „Anleitung“ Ihres Wechselrichters auf der Produktseite.

minertech.org · Marke MinerTech® · © 2017–2026, alle Rechte vorbehalten
+38 093 293 93 93 · +38 099 054 40 38 · Spezialist Pavlo Leonidovych · strooks@gmail.com