



Nutzbare Solarleistung über das Jahr

In Mitteleuropa (wie Deutschland) treffen im Jahresschnitt etwa 1.100 bis 1.200 Kilowatt (kW) Leistung pro Quadratmeter auf die Erde. Die damit gewinnbare Energiemenge schwankt stark nach Jahreszeit. Die Sonne strahlt im Sommer etwa 5-mal so stark wie im Winter. Hierfür ist die zu durchdringende Luftmenge (Air Mass, AM) verantwortlich. Bei schrägem Einfallswinkel im Winter ist sie höher, als im Sommer, wenn die Sonne gefühlt mittags fast senkrecht steht (AM=1,5).

[[1](#), [2](#), [3](#), [4](#)]

Liste der monatlichen Energie (kWh pro Quadratmeter)

Die Werte zeigen die durchschnittliche monatliche Energiemenge (Globalstrahlung) in Mitteleuropa: [[1](#), [2](#)]

- **Januar:** ca. 30kWh/m²
- **Februar:** ca. 50kWh/m²
- **März:** ca. 90kWh/m²
- **April:** ca. 130kWh/m²
- **Mai:** ca. 160kWh/m²
- **Juni:** ca. 170kWh/m²
- **Juli:** ca. 170kWh/m²
- **August:** ca. 150kWh/m²
- **September:** ca. 110kWh/m²
- **Oktober:** ca. 70kWh/m²
- **November:** ca. 40kWh/m²
- **Dezember:** ca. 25kWh/m² [[1](#), [2](#)]

Grafische Darstellungen und Karten

Offizielle und detaillierte Grafiken für Ihren Wohnort finden Sie bei diesen Stellen:

- Nutzen Sie die interaktiven Karten des Deutschen Wetterdienstes, die Sie auf der [DWD Strahlungskarten Seite](#) finden.
- Eine genaue grafische Übersicht des aktuellen Jahresverlaufs bietet die DWD Seite zum [Jahresverlauf der Globalstrahlung](#). [[1](#)]



Kann man von der monatlichen Energiemenge dann mit einer PV-Anlage den Anteil nutzbar machen, den die Panels als Wirkungsgrad haben, oder gibt es weitere wesentliche Einschränkungen?

Der reine **Modul-Wirkungsgrad** (aktuell ca. **20%** bis **24%**) reicht für die Berechnung nicht aus. In der Praxis geht spürbar mehr Energie verloren.

Vom theoretischen Wert müssen Sie weitere **Verluste** abziehen. Diese reduzieren den Gesamtertrag einer PV-Anlage um zusätzliche **10%** bis **25%**.
[1]

Wesentliche Einschränkungen und Verlustfaktoren

- **Wechselrichter-Verluste:** Wandelt Gleichstrom in Wechselstrom um. Dabei entstehen **3%** bis **5%** Verlust. [2, 3]
- **Leistungs-Temperaturkoeffizient:** Module verlieren an Effizienz, wenn sie heiß werden. An heißen Sommertagen sinkt der Wirkungsgrad um **10%** bis **15%**. [4]
- **Verschmutzung und Schnee:** Staub, Laub oder Schnee blockieren das Licht. Das kostet im Schnitt **2%** bis **5%** Ertrag. [5, 6]
- **Kabel und Leitungen:** Widerstände in den Stromleitungen verursachen etwa **1%** bis **2%** Verlust.
[\[tom@solarharz.de\]](mailto:tom@solarharz.de): es ist günstiger, PV-Module in Reihe zu schalten, um den Strom klein zu halten. Dafür sollten sie über ausreichend **Bypass-Dioden** verfügen.
- **System-Performance-Ratio:** Dieser Gesamtfaktor (PR) beschreibt die reale Effizienz. Gute Anlagen nutzen nur **75%** bis **85%** des Modul-Wirkungsgrades.
[7, 8, 9, 10]

Wofür sind Bypass-Dioden gut und wie arbeiten sie?

Bypass-Dioden

Diese parallel geschalteten Dioden in Solarmodulen nennt man **Bypass-Dioden**. Sie sind in der Anschlussbox auf der Rückseite des Moduls montiert und teilen die Solarzellen in Gruppen auf. [1, 2, 3]

So arbeiten sie:

- **Normalbetrieb:** Die Dioden sind in Sperrrichtung geschaltet und lassen keinen Strom durch. Der Solarstrom fließt durch die Zellen.



- **Verschattung:** Liegt Schatten auf einer Zelle, produziert diese keinen Strom mehr und wird zum Hindernis für den restlichen Strom.
- **Umleitung:** Der Strom weicht nun auf die Bypass-Diode aus. Er fließt an dem verschatteten Bereich vorbei.
- **Schutz:** Die Diode verhindert eine Überhitzung der verschatteten Zelle (Hot-Spot). Zudem wird verhindert, dass die Leistung des gesamten Moduls auf null sinkt. [[1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#)]

[tom@solarharz.de]: Die gesamte String-Spannung im unverschatteten Betrieb muss weit genug von der Einschaltsschwelle des MPP-Trackers entfernt sein, damit die Bypass-Dioden überhaupt Zweck haben und der String nicht trotzdem ausfällt.

Mehr Informationen zu den technischen Details und dem Aufbau finden Sie in der Dokumentation über [Bypass-Dioden in Solarmodulen](#) auf Electronics Tutorials.

Berechnung der realen Stromerzeugung

Um die echte Strommenge zu berechnen, nutzen Experten die folgende Formel:

Stromertrag =
Einstrahlung * Modulfläche * Modul-Wirkungsgrad * Performance Ratio

Rechenbeispiel für 1 m² im Juni:

- **Einstrahlung:** 170kWh
- **Modul-Wirkungsgrad:** 22% (= 0,22)
- **Performance Ratio:** 80% (= 0,80)
- **Realer Ertrag:** $170 * 1 * 0,22 * 0,80 = 29,92\text{kWh}$ Energie pro Quadratmeter.

Die größte Hürde: Die Saisonalität

- **Sommer-Überschuss:** Im Juni erzeugen Sie massiv Strom. Diesen können Sie oft nicht komplett selbst verbrauchen.
- **Winter-Weihnachtsloch:** Im Dezember liefert die Anlage kaum Strom. Der Bedarf für die Wärmepumpe ist dann am höchsten.



- **Netzeinspeisung:** Überschüsse im Sommer müssen Sie günstig ins Netz einspeisen. Sie mindern den wirtschaftlichen Nutzen der Anlage. [11, 12, 13]

Planen Sie aktuell eine **konkrete PV-Anlage** für Ihr Haus? Wenn Sie mir die **Dachneigung** und **Ausrichtung** nennen, kann ich die monatlichen Ertragswerte für Sie berechnen. [14]

[tom@solarharz.de]: Es gibt Modul-Hersteller, die besonders viele Bypass-Dioden verbauen. Dies vermindert den „Normalertrag“ geringfügig, den man ohne Verschattungen hätte. Davon darf man sich aber nicht verwirren lassen, denn der Realertrag über den Tag ist bei diesen Modulen meistens um 20% bis 35% höher, je nach Art der Verschaltung und aktuellem Wetter. Das rechtfertigt, gerade im Winter, den höheren Preis.

- [1] <https://energie.blog>
- [2] <https://wissen.neoom.com>
- [3] <https://www.aceflex.de>
- [4] <https://www.photovoltaik.info>
- [5] <https://gruenes.haus>
- [6] <https://lupa-sonnenenergie.de>
- [7] <https://www.photovoltaik.info>
- [8] <https://biber-solarkonzept.de>
- [9] <https://www.solar-log.com>
- [10] <https://www.photovoltaik.info>
- [11] <https://www.solario24.com>
- [12] <https://utopia.de>
- [13] <https://www.photovoltaik.info>
- [14] <https://42watt.de>