

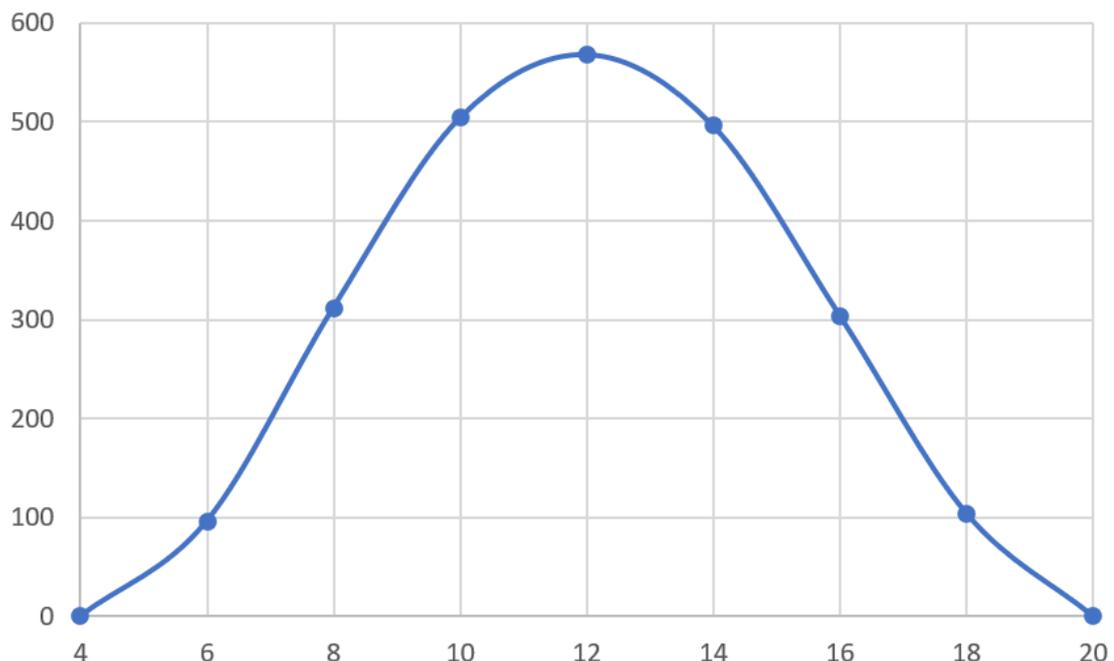
Wieviel Energie liefert uns die Sonne?

In der Sonne werden vereinfacht gesagt Wasserstoffatome zu Heliumatomen verschmolzen, wodurch große Energiemengen erzeugt werden. Diese Energie besteht zum größten Teil aus elektromagnetischer Strahlung, welche vor allem als sichtbares Licht in alle Richtungen abgestrahlt wird. Ein kleinerer Anteil, welcher sich aber kaum auf die Erde auswirkt, wird als Materien-Strahlung in Form von Sonnenwinden abgestrahlt.

Von dieser abgestrahlten Energiemenge erreicht nur ein sehr kleiner Teil (im Milliardenstel-Bereich) unseren Planeten. Da die Umlaufbahn der Erde um die Sonne elliptisch ist und auch die Erdachse geneigt ist, ändert sich das Energieangebot der Sonne auf der Erde zeitlich und räumlich. Als Durchschnittswert wird am Rand der Atmosphäre eine mittlere extraterrestrische Solarkonstante mit einem Wert von etwa 1400 W/m^2 angegeben. In der Atmosphäre, in den Wolken und auf der Erdoberfläche wird die solare Strahlung durch Reflexion, Streuung und Absorption abgeschwächt, sodass nur ein Teil der Solarkonstante die Erdoberfläche erreicht.

Die auf der Erdoberfläche ankommende Strahlung wird auch als Gesamt- oder Globalstrahlung bezeichnet. Die Globalstrahlung setzt sich aus der direkten Sonnenstrahlung und der durch Streuung entstandenen diffusen Strahlung zusammen. Die diffuse Strahlung wirkt in alle Himmelsrichtungen und dazu zählt auch die von der Umgebung, z.B. Berge, Häuser, usw. reflektierte Strahlung.

Über den Tag verteilt ändert sich die Globalstrahlung in W/m^2 , bezogen auf eine horizontale Fläche entsprechend der unten dargestellten Abbildung. Maximalwerte von knapp unter 600 W/m^2 können um die Mittagszeit erreicht werden.



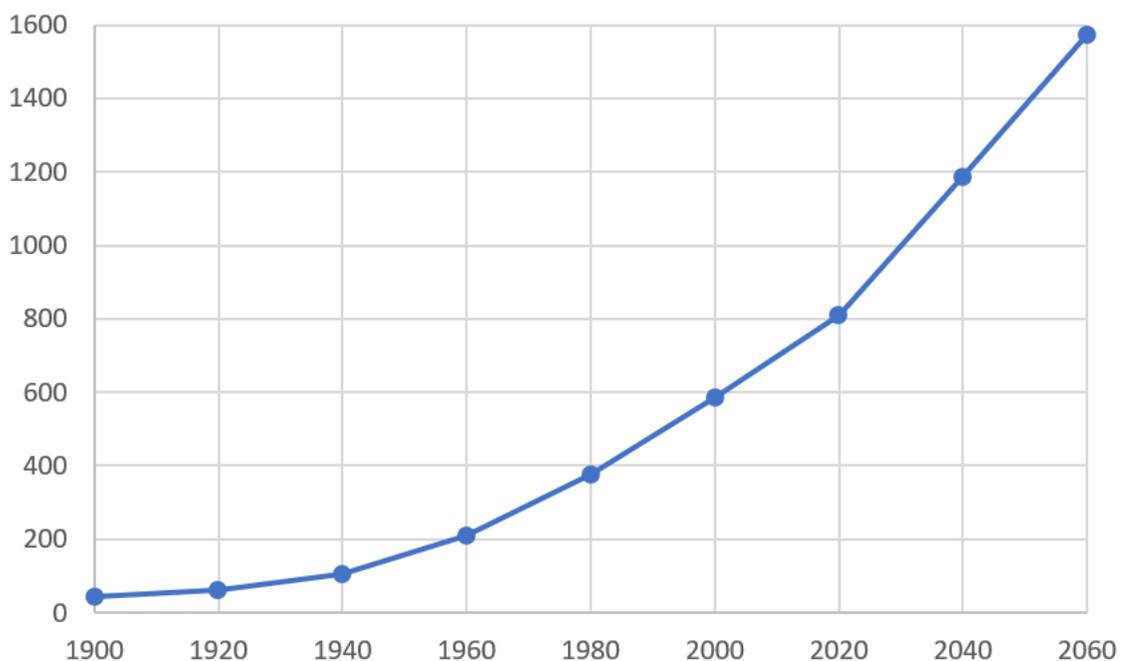
Ein Jahr hat bekanntlich 8760 Stunden, aber selbst die sonnigsten Gegenden unseres Planeten haben nur maximal 3500 Stunden Sonnenschein pro Jahr. In Europa gibt es durchschnittlich etwa 2000 Stunden Sonnenschein pro Jahr. Mit diesen durchschnittlichen Sonnenscheinstunden kann die von der Globalstrahlung abgegebene Energiemenge pro Jahr wie folgt angegeben werden:

- 2200 kWh/m² am Äquator
- 900 – 1400 kWh/m² in Mitteleuropa
- 1000 – 1300 kWh/m² in Österreich

Das heißt, für die nördlichen Gebiete in Europa ergibt sich im Vergleich zu den sonnigsten Gegenden am Äquator mit der höchsten Globalstrahlung von über 2000 kWh/m² eine, nur um den Faktor 2 schlechtere Energieausbeute in unseren Breiten, was eine Nutzung der Sonnenenergie auch in den gemäßigten Bereich noch immer interessant macht.

Wieviel Energie benötigt die Erde?

Im dargestellten Diagramm ist der Weltenergiebedarf seit 1900 an Kohle, Öl, Gas, Strom, Kernkraft, Erneuerbaren Energien, usw. in EJ (Exajoule, 1 EJ entspricht 10¹⁸ J) inkl. einer Schätzung bis 2060 dargestellt.



Aktuell (2020) beträgt der Weltenergiebedarf etwa 800 EJ. Dieser Energiebedarf kann auch mit etwa $2 \cdot 10^{14}$ kWh abgegeben werden.

Zum Vergleich: Ein typisches Einfamilienhaus in Österreich benötigt im Jahr ca. 3500 kWh.

Wie groß müsste ein Photovoltaik-Anlage sein, damit der globale Energiebedarf rein aus Sonnenenergie abgedeckt werden könnte?

Für diese Berechnung werden folgende Annahmen getroffen:

- $2 \cdot 10^{14}$ kWh Weltenergiebedarf wurde für das Jahr 2020
- 1000 kWh/m^2 durchschnittliche Globalstrahlung weltweit
- 10% Wirkungsgrad einer PV-Anlage (eher schlechter Wert)

Mit den oben angeführten Annahmen kann der Flächenbedarf für PV-Anlagen zur Abdeckung des gesamten Weltenergiebedarfes wie folgt berechnet werden:

$$PV - \text{Flächenbedarf} = \frac{\text{Weltenergiebedarf}}{\text{ØGlobalstrahlung} \cdot \text{Wirkungsgrad PV}}$$

$$PV - \text{Flächenbedarf} = \frac{2 \cdot 10^{14} \text{ kWh}}{1000 \text{ kWh/m}^2 \cdot 0,1}$$

$$PV - \text{Flächenbedarf} = 2 \cdot 10^{12} \text{ m}^2 = 2 \cdot 10^6 \text{ km}^2$$

Dieser Flächenbedarf entspricht einem Rechteck mit den Seitenlängen 2000 x 1000 km.

Bezieht man diesen Flächenbedarf auf die gesamte Erdoberfläche (gerechnet als ideale Kugel mit 6400 km Kugelradius) kann der prozentuelle Oberflächenbedarf wie folgt berechnet werden:

$$\text{Oberflächenbedarf} = \frac{2 \cdot 10^6 \text{ km}^2}{4 \cdot \pi \cdot (6400 \text{ km})^2} \cdot 100\%$$

$$\text{Oberflächenbedarf} = 0,4\%$$

Das bedeutet, dass durch die Installation von PV-Anlagen auf nur 0,4% der Erdoberfläche, der aktuelle gesamte Weltenergiebedarf durch die kostenlose Energiequelle Sonne abgedeckt werden könnte!

Verdoppelt sich der erwartete Weltenergiebedarf bis 2060 auf 1600 EJ, kann dieser durch PV-Anlagen auf etwa 1% der Erdoberfläche abgedeckt werden!