

## Übung: Einheiten der Solarstrahlung

**Skizzieren Sie qualitativ einen möglichen Tagesverlauf der Globalstrahlungsleistung von 0 bis 24 Uhr.**

- Beschriften Sie die Achsen.
- Wie können Sie in dieser Skizze die Globalstrahlungs-Summe an diesem Tag charakterisieren?
- Tragen Sie in der Skizze die tagesmittlere Globalstrahlungs-Leistung ein.

**Berechnen Sie aus der Globalstrahlungssumme von  $150 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{Monat})$  die tagesmittlere Leistung in  $\text{W}/\text{m}^2$**

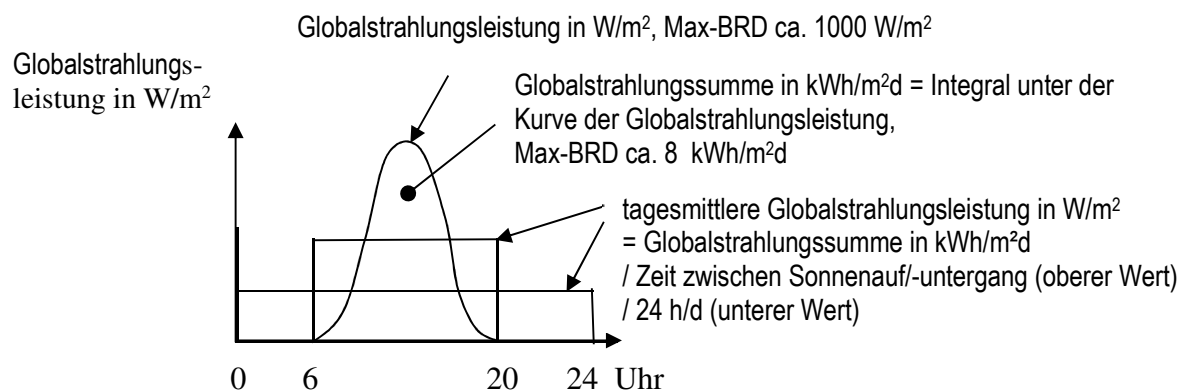
- für den gesamten Tag
- für die 10 Stunden zwischen Sonnenauf- und Sonnenuntergang

(Annahme: 30 Tage pro Monat, jeden Tag herrscht die gleiche Globalstrahlungssumme)

*Lösungen: x/y-Diagramm, x-Achse: 0 bis 24 Uhr, y-Achse: Globalstrahlungsleistung;  
Integral bzw. Fläche unter der Kurve der Globalstrahlungsleistung;  
waagerechte Linie mit gleicher Fläche darunter;  
 $208 \text{ W}/\text{m}^2$ ,  $500 \text{ W}/\text{m}^2$*

© d. d. m.

### 1) Tagesverlauf und Begriffe



### 2) tagesmittlere Leistung

für den gesamten Tag:

$$150.000 \text{ Wh}/\text{m}^2\text{Monat} / 30 \text{ d/Monat} / 24 \text{ h/d} = 208 \text{ W}/\text{m}^2$$

für 10 h zwischen Sonnenauf-/untergang:

$$150.000 \text{ Wh}/\text{m}^2\text{Monat} / 30 \text{ d/Monat} / 10 \text{ h/d} = 500 \text{ W}/\text{m}^2$$

## Übung: Richtungsabhängigkeit der Solarstrahlung

**Ermitteln Sie mit Hilfe der Grafiken " Globalstrahlung auf horizontale Flächen" und „Globalstrahlung auf geneigte Fläche“ für den Standort Würzburg**

- die jährliche Globalstrahlung auf eine horizontale Fläche, z.B. ein Flachdach (weiterrechnen mit 1100 kWh/m<sup>2</sup>a)
- auf eine Südwand
- auf eine Ost- bzw. Westwand
- auf ein nach Südosten ausgerichtetes Dach (Azimut = 45°) mit 30° Neigung
- auf eine Fläche, die so ausgerichtet und geneigt ist, dass sie in der Jahressumme die maximale Globalstrahlung erhält. Geben Sie die dazu gehörige optimale Ausrichtung und Neigung an.

**Wie muss man die Neigung einer einachsigt nachgeführten Fläche im Jahresverlauf ändern, so dass die Globalstrahlung auf die Fläche maximiert wird?**

*Lösungen: 1101-1120 kWh/m<sup>2</sup>a; mit 1100 kWh/m<sup>2</sup>a: 70% → 875 kWh/m<sup>2</sup>a; 59% → 737,5 kWh/m<sup>2</sup>a; 96% → 1.200 kWh/m<sup>2</sup>a; 100% → 1.250 kWh/m<sup>2</sup>a, um 35° nach Süden geneigt.  
Winter: großer Neigungswinkel; Sommer: kleiner Neigungswinkel*

ad 2.00

Karte für Globalstrahlung auf horizontale Flächen:

- Würzburg → 1101 ... 1120 kWh/m<sup>2</sup>a

Weiterrechnen mit 1100 kWh/m<sup>2</sup>a

Karte für Globalstrahlung auf geneigte Flächen

- Südwand: Süd, 90° → Faktor ca. 70 %  
→ Dreisatz: 1100 kWh/m<sup>2</sup>a = 88 % und x = 70 %  
→  $1100 \text{ kWh/m}^2\text{a} \cdot 0,70 / 0,88 = 875 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- Ost/Westwand: O/W, 90° → Faktor ca. 59 %  
→ Dreisatz:  $1100 \text{ kWh/m}^2\text{a} \cdot 0,59 / 0,88 = 737,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- Südost, 45° → Faktor ca. 96 %  
→ Dreisatz:  $1100 \text{ kWh/m}^2\text{a} \cdot 0,96 / 0,88 = 1.200 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- max. → Süd, 35° → Faktor 100 %  
→ Dreisatz:  $1100 \text{ kWh/m}^2\text{a} \cdot 1,0 / 0,88 = 1250 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Änderung der Neigung einer einachsigt nachgeführten Anlage:

- im Sommer steht die Sonne hoch  
→ Neigungswinkel der Fläche klein wählen, damit die Sonne senkrecht auftrifft
- im Winter steht die Sonne tief  
→ Neigungswinkel der Fläche groß wählen, damit die Sonne senkrecht auftrifft