

Die Intensität der Sonnenstrahlung

Die Sonne ist unser weitaus größter **Energiespender**. Wenn man von der erst seit kurzem genutzten Kernenergie absieht, so stammt letztlich alle Energie, die wir auf der Erde zur Verfügung haben, von der Sonne. Diese aber strahlt unaufhörlich seit Milliarden Jahren, und sie wird noch weitere Milliarden Jahre strahlen, so daß sie für uns ein nahezu unerschöpfliches Energiereservoir darstellt.

Um in etwa zu ermitteln mit welchen energetischen Größenordnungen wir es hier zu tun haben, wollen wir zunächst feststellen, wieviel Sonnenenergie heute zu einer bestimmten Tageszeit die Erdoberfläche an unserem Standort erreicht.

Die physikalische Größe, mit der eine solche Messung realisiert werden kann, ist die **Intensität**.

Definition: *Unter der Intensität einer Strahlung (Energieflußdichte) an einem Ort des Raumes versteht man den Quotienten aus der Energie E , die in einem Zeitintervall t auf eine Fläche A fällt, und dem Produkt aus dieser Zeit t und dieser Fläche A :*

$$S = \frac{E}{t \cdot A} ; [S] = 1 \frac{\text{J}}{\text{s} \cdot \text{m}^2} \\ = 1 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} .$$

Bemerkung: Die **Intensität** ist also die mögliche **Strahlungsleistung** bezogen auf 1 m^2 **Querschnittsfläche**.

Als Detektor (Registriergerät) für die Strahlungsintensität der Sonne wollen wir eine **Siliziumsolarzelle (Si-Fotozelle)** benutzen. Der Grundstoff, der Halbleiter Silizium, ist eines der häufigsten Elemente auf der Erde. Es ist als Oxyd (SiO_2) ein Hauptbestandteil im Seesand und in vielen anderen Gesteinsarten. Somit ist es ein billiger Rohstoff.

Dotiert (verunreinigt) man nun die eine Hälfte der Si-Zelle mit z.B. Arsen oder Phosphor (n - Dotierung) und die andere Hälfte mit Bor oder Gallium (p-Dotierung), so findet an der **Grenzschicht** zwischen beiden Hälften eine **Ladungstrennung** statt (positive Ladung im n - Bereich, negative Ladung im p - Bereich). Läßt man jetzt Sonnenstrahlung auf die Solarzelle fallen, so findet die Zelle im sichtbaren Strahlungsbereich (d.h. bei Wellenlängen zwischen 400 nm und 1000 nm) genau die Energie vor, um Elektronen aus den Atomrümpfen des Si-Halbleiters auslösen zu können (**Photoelektrischer Effekt**). Da sich ungleichnamige Ladungen anziehen, bewirkt die Ladungstrennung an der Grenzschicht der beiden Zellenhälften das Fließen dieser ausgelösten Elektronen.

Die physikalische Größe, die diesen **Ladungsfluß** beschreibt, ist die **elektrische Stromstärke**.

Die elektrische Stromstärke I ist der Quotient aus der fließenden Ladungsmenge ΔQ und der Zeit Δt , in der dieser Fluß beobachtet wird.

$$I = \frac{Q}{t} ; [Q] = 1 \text{ A s } \text{ und } [I] = 1 \text{ A} .$$

Schließt man die beiden Zellenhälften über ein **Amperemeter** (Strommeßgerät) kurz, so läßt sich die Stromstärke (in mA) messen (siehe Abbildung).

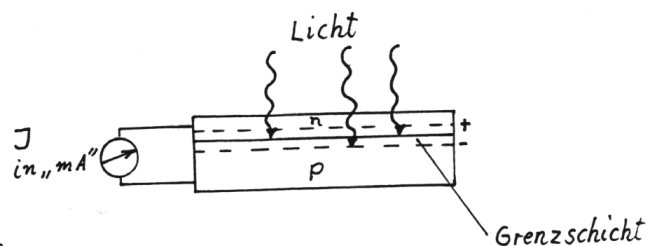
Die gemessene Kurzschlußstromstärke I steigt nun interessanter Weise im gleichen Maße (proportional) an, wie die auf die Zelle fallende Strahlungsintensität des sichtbaren Lichtes S_K , d.h., es gilt:

$$S_K = k I .$$

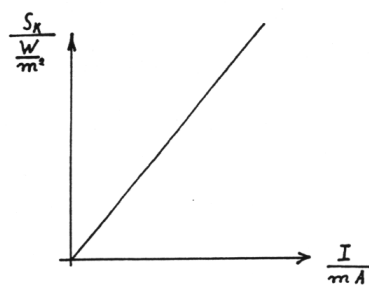
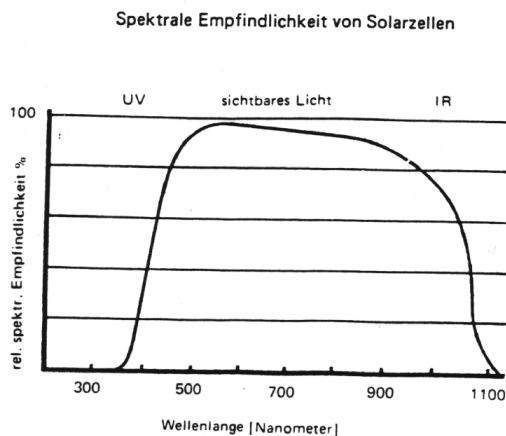
Allerdings bezieht sich die Strahlungsintensität S_K nur auf die **Fläche A_K der Solarzelle**. Sie muß noch auf die **Einheitsfläche $A = 1\text{m}^2$** umgerechnet werden. Das Ergebnis ist die **Intensität der sichtbaren Strahlung S_S** .

Will man die **gesamte Strahlungsintensität auf dem Erdboden S_{Ges}** ermitteln, so muß man wissen, daß der **Strahlungsanteil des sichtbaren Strahlungsbereiches etwa 85% der Gesamtstrahlung** ausmacht.

Abbildungen:



Si- Fozelle (schematisch)



Proportionalität von Stromstärke und Intensität

Aufgaben

- 1.) Schließen Sie eine der zur Verfügung stehenden Solarzellen über ein Amperemeter kurz (Eingänge: "mA" und "COM"). Damit haben Sie Ihr Strahlungsmeßgerät zusammengesetzt.
- 2.) Messen Sie die **maximale Stromstärke** über einer schattenfreien Fläche. Notieren Sie Ort, Datum und Zeit.
- 3.) **Notieren Sie die auf der Rückseite der Zelle angegebene Kalibrierungskonstante k der Fotozelle. Messen Sie die Zellenfläche A_K aus.**
- 4.) **Bestimmen Sie die in die Solarzelle fallende Strahlungsintensität S_K .**
- 5.) Ermitteln Sie die auf die Einheitsfläche ($A=1\text{m}^2$) bezogene **Intensität der sichtbaren Strahlung S_S .**
- 6.) Bestimmen Sie die gesamte Strahlungsintensität **S_{Ges} .**