

# Elektrische Arbeit W bzw Energie E

Werden unter dem Druck der elektrischen Spannung U Ladungsträger mit der Elektrizitätsmenge Q bewegt, so wird dabei eine Arbeit verrichtet. Es handelt sich dabei um die elektrische Arbeit, die sich die Energieversorgungsunternehmen bezahlen lassen. Was wir unter Energie- oder Stromverbrauch verstehen ist also nichts anderes als elektrische Arbeit.

## Formelzeichen

Das Formelzeichen der elektrische Arbeit ist das große W, das man nicht mit der Maßeinheit der elektrischen Leistung (Watt) verwechseln darf.

## Maßeinheit

$$1 \text{ kWh} = 1000 \text{ Wh} = 1000 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 3,6 \text{ MWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Wh}$$

Die elektrische Arbeit wird in Wattsekunden (Ws) oder häufig auch in Kilowattstunden (kWh) angegeben.

## Formeln zur Berechnung

$$\text{Elektr. Arbeit } W = \text{Elektrizitätsmenge } Q \cdot \text{Elektr. Spannung } U$$
$$W = Q \cdot U$$

Die elektrische Arbeit W kann mit der Elektrizitätsmenge Q und der elektrischen Spannung U berechnet werden.

$$\text{Elektrizitätsmenge } Q = \text{Elektrischer Strom } I \cdot \text{Zeit } t$$
$$Q = I \cdot t$$

Die Elektrizitätsmenge Q besteht aus dem elektrischen Strom I und der Zeit in Sekunden, in der dieser Strom fließt. Die Elektrizitätsmenge Q wird in der Einheit Coulomb (C) oder Amperesekunde (As) angegeben.

$$\text{Elektr. Arbeit } W = \text{Elektr. Spannung } U \cdot \text{Elektr. Strom } I \cdot \text{Zeit } t$$
$$W = U \cdot I \cdot t$$

Typischerweise ist die elektrische Arbeit W ein Produkt aus elektrischer Spannung U, elektrischer Strom I und der Zeit t.

$$\text{Elektrische Arbeit } W = \text{Elektrische Leistung } P \cdot \text{Zeit } t$$
$$W = P \cdot t$$

Zur Vereinfachung wird aus der Spannung U und dem Strom I die Leistung P berechnet. Die elektrische Arbeit wird dann in Ws oder Wh angegeben. Häufig findet man auch ein Vielfaches davon mit kWh (Kilowattstunde).

$$W = I^2 \cdot R \cdot t$$

$$W = \frac{U^2 \cdot t}{R}$$

Weil die elektrische Leistung ein Produkt aus Spannung U und Strom I ist, lässt sich die elektrische Arbeit auch mit dem Ohmschen Gesetz kombinieren. Es ist also nicht zwangsläufig die Leistung P zur Berechnung der elektrischen Arbeit notwendig. Wichtig ist nur der zeitliche Bezug mit der Zeit t.

## Zusammenhang zwischen elektrischer Arbeit und Strompreis

Der Stromlieferant bzw. Stromanbieter lässt sich nicht den Strom oder die Spannung bezahlen, sondern die elektrische Arbeit. Als Messgerät dient ein Stromzähler, der die Anzahl der Kilowattstunden (kWh), die dem Stromnetz entnommen werden misst und anzeigt.

Genauer gesagt zeigt der Stromzähler die von der Wirkleistung (Watt) über die Zeit (Stunden) verursachte elektrische Arbeit (Wattstunden). Da sehr schnell mehrere Tausend Wattstunden anfallen, wird die Maßeinheit Kilowattstunden (kWh) verwendet.

Die Stromkosten werden dann aus dem Preis pro Kilowattstunde (Tarif) und der gemessenen Anzahl verbrauchter Kilowattstunden berechnet.

$$\text{Kosten } K = \text{Tarifpreis } k \cdot \text{Elektrische Arbeit } W$$

$$K = k \cdot W$$

Der Tarifpreis ist inklusive Abgaben und Steuern. Zusätzlich berechnen Stromanbieter Grundpreise, die in dieser Berechnung nicht berücksichtigt wurden.

## Beispiel: Strompreis-Berechnung bzw. Kilowatt (kWh) berechnen

Gerne möchte man wissen was welches Gerät an Stromkosten verursacht. Wichtig ist zu wissen, was das elektrische Gerät nominell, also im Normalbetrieb, an Strom verbraucht. Hier hilft nur eine Messung mit einem Strommessgerät.

Dann braucht man noch den Tarifpreis pro Kilowattstunde (kWh) vom Stromlieferant.

Wir gehen von einer Wechselspannung von 230 V aus. Wer es genau braucht, der muss an der Steckdose messen.

<b>Spannung U:</b>	230 V	_____ V
<b>Strom I:</b>	0,2 A	_____ A
<b>Zeit in Stunden:</b>	3 h	_____ h
<b>Tarifpreis:</b>	0,14 €/kWh	_____ €/kWh

## Lösung

$$W = U \cdot I \cdot t$$

$$W = 230 \text{ V} \cdot 0,2 \text{ A} \cdot 3 \text{ h}$$

$$W = 138 \text{ Wh} = \underline{0,138 \text{ kWh}}$$

$$K = k \cdot W$$

$$K = 0,14 \text{ €/kWh} \cdot 0,138 \text{ kWh}$$

$$K = 0,0193 \text{ €} = \underline{\underline{1,93 \text{ Cent}}}$$

## Vom Strompreis, Stromverbrauch und der Stromrechnung

Da ist doch immer von Strompreis, Stromverbrauch und Stromrechnung die Rede. Dabei weiß doch jeder Elektroniker, wenn auch nicht bewusst, dass in einem Stromkreis genau so viel Strom raus wie reinfließt. Für was haben wir sonst die Kirchhoffschen Regeln?

Wer Strom durch eine Reihe von Lampen schickt, der wird feststellen, dass alle Lampen gleich hell leuchten. Würde in der Theorie auch nur eine Lampe Strom verbrauchen, dann müssten die anderen Lampen weniger hell leuchten. Nur, so funktioniert das mit dem Strom nicht. Und trotzdem hat sich in unserer Alltagssprache der Begriff "Stromverbrauch" breit gemacht.

Nett sind auch die Begriffe Strompreis und Stromrechnung. Dabei wird überhaupt gar kein Strom abgerechnet. Auf der Stromrechnung steht was von kWh, also Kilowattstunde, was der umgesetzten Leistung mal Stunde entspricht. Alternativ könnte man vom Energieverbrauch sprechen, doch auch das trifft es nicht. Weder lässt sich Energie verbrauchen, noch erschaffen.

Auch der Begriff "Erneuerbare Energie" lädt zum Schmunzeln ein. Klingt ganz so, als ob sich verbrauchte Energie recyceln lässt. Dumm nur, dass sich Energie nur in eine andere Energieform umwandeln lässt.