# 11 Kenngrössen bei Wechselstrom

#### Lernziele: Sie können ...

- ✓ die drei Vorteile des Wechselstromnetzes nennen
- ✓ die Begriffe Periodendauer und Frequenz erklären und diese ineinander umrechnen
- ✓ Berechnungen zum Effektiv- und Scheitelwert fehlerfrei durchführen

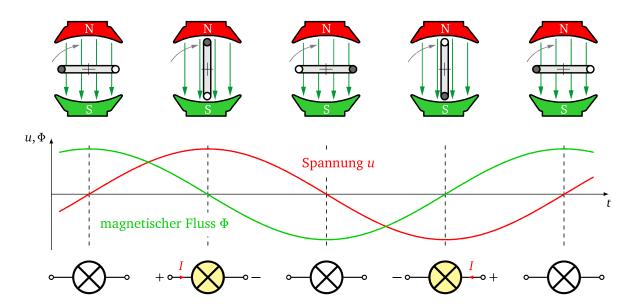
### 11.1 Vorteile des Wechselstromnetzes

Die Wechselstromtechnik wurde erst ein paar Jahrzehnte nach der Gleichstromtechnik eingeführt. Ein Wechselstromnetz bringt im direkten Vergleich folgende Vorteile:

- Wechselstrom ist leicht transformierbar (z.B. von 10 kV auf 400 V)
- Wechselstrom lässt sich besser schalten (Nulldurchgang löscht Lichtbogen)
- Die meisten Energieerzeuger liefern bereits Wechselstrom (z.B. Generator)

## 11.2 Erzeugung einer Wechselspannung

Wechselspannungen mit sinusförmigem Verlauf werden in unserem Niederspannungsnetz durch Induktion in Wechselspannungsgeneratoren erzeugt. Diese Generatoren werden als Innen- oder Aussenpolmaschinen gebaut. Wir betrachten zunächst eine Aussenpolmaschine, bei der sich eine Leiterschleife gleichmässig in einem homogenen Magnetfeld dreht.



In der Leiterschleife ändert sich der magnetische Fluss in Grösse und Richtung sinusförmig. Dieser Wechselfluss induziert in der Leiterschleife eine sinusförmige Wechselspannung.

Die grösste Spannung wird in dem Zeitpunkt erzeugt, wo die Flussänderung am grössten ist, d.h. am meisten Feldlinien geschnitten werden. Dies ist der Fall, wenn die Leiterschleife parallel zu den Feldlinien steht. Die Spannung ist dort maximal und die am Generator angeschlossene Lampe brennt mit grösster Helligkeit.

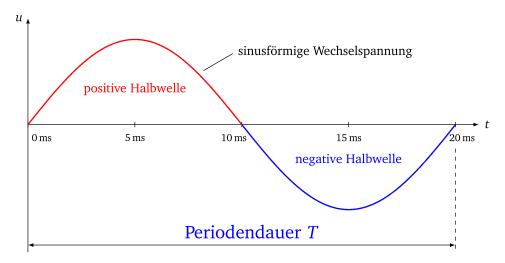
Befindet sich die Spule in waagrechter Lage, so findet in der Spule keine Flussänderung statt. Damit wird auch keine Spannung induziert und die angeschlossene Lampe bleibt dunkel. Die Darstellung auf der Seite vorher zeigt, dass die Polarität (+, —) der Lampe und auch die Richtung des Stromes bei einer Wechselspannung dauernd ändert. Die Elektronen bewegen sich im Verbraucher hin und her. Das ist typisch für eine Wechselspannung.

Als Vergleich: Bei Gleichspannung bleiben die Polarität und die Stromrichtung immer dieselbe. Die Elektronen bewegen sich immer in dieselbe Richtung.

## 11.3 Periodendauer und Frequenz

Jede sinusförmige Wechselspannung besteht aus einer positiven und negativen Halbwelle. Für eine Schwingung braucht es eine bestimmte Zeit, die sogenannte Periodendauer.

Eine sinusförmige Wechselspannung in unserem Netz hat in etwa folgenden Verlauf:

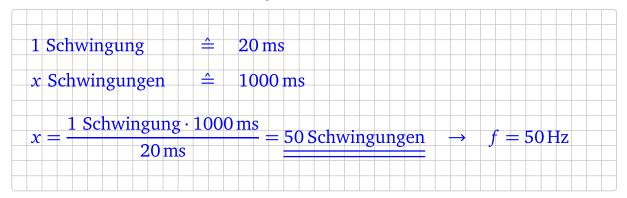


Die Periodendauer T beschreibt die Zeitdauer einer ganzen

Sinusschwingung. Sie beträgt in unserem Netz 20 ms.



**1** Wie viele solcher ganzer Sinusschwingungen macht unser Netz in einer Sekunde, wenn die Periodendauer T = 20 ms beträgt? Berechnen Sie.



Unser Netz macht somit 50 ganze Sinusschwingungen pro Sekunde. Man sagt auch, dass unser Netz eine Frequenz von 50 Hz aufweist.

Die Frequenz gibt also die Anzahl der Sinusschwingungen pro Sekunde in einem Netz an. Die Frequenz hat das Formelzeichen f und die Masseinheit Hertz (Hz).

 Die Frequenz f lässt sich aus dem Kehrwert der Periodendauer T berechnen (und umgekehrt). Die Frequenz ist umso grösser, je kleiner die Periodendauer ist.

## Periodendauer und Frequenz



$$T = \frac{1}{f}$$
 oder  $f = \frac{1}{T}$ 

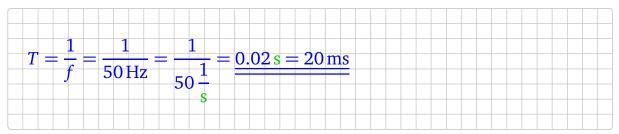
- [T] Periodendauer ..... s
- [f] Frequenz .....  $Hz = \frac{1}{s}$

Der Masseinheit  $\frac{1}{s}$  gibt man den Namen Hertz (Hz).

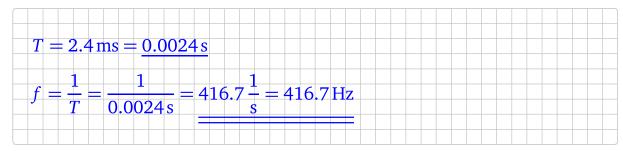
Das normale Wechselspannungsnetz in Europa hat eine Frequenz von 50 Hz. In den USA und einigen anderen Ländern verwendet man eine Frequenz von 60 Hz.

# 💰 Übung

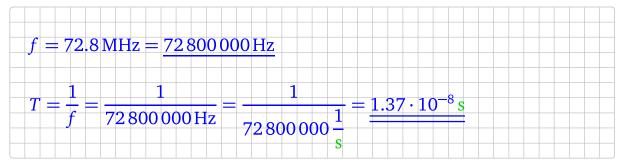
**1** Die Frequenz in unserem Wechselstromnetz beträgt  $f = 50 \, \text{Hz}$ . Wie gross ist die Periodendauer T in unserem Netz?



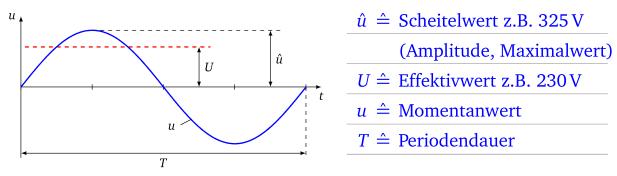
② Das Rundsteuersignal eines EWs hat eine Periodendauer von  $T = 2.4 \,\mathrm{ms}$ . Welche Frequenz f hat das Rundsteuersignal?



**3** Ein Radiostudio sendet auf einer Frequenz von 72.8 MHz. Berechnen Sie die Periodendauer dieser Trägerfrequenz (als Zehnerpotenz in Sekunden).



### 11.4 Scheitelwert und Effektivwert



*Momentanwerte* einer sinuförmigen Spannung bzw. eines sinusförmigen Stromes werden mit Kleinbuchstaben (z.B. u oder i) angeschrieben.

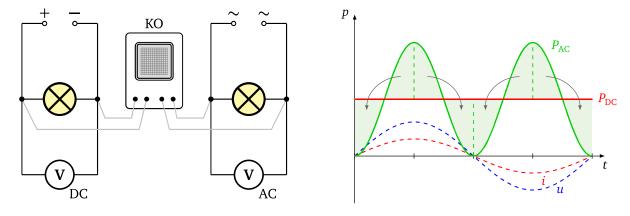
*Scheitelwerte* bezeichnen den positiven oder negativen Höchstwert einer Sinusschwingung. Diese Werte werden mit Kleinbuchstaben und Dach (z.B.  $\hat{u}$  oder  $\hat{i}$ ) notiert.

Die Isolation elektrischer Apparate wird immer durch den Scheitelwert der Spannung beansprucht. Scheitelwerte werden mittels Kathodenstrahloszillographen (KO) gemessen.

Effektivwerte werden wie Gleichstromwerte mit Grossbuchstaben (z.B. *U* oder *I*) gekennzeichnet. Wird nichts Näheres bemerkt, sind immer Effektivwerte gemeint.

Effektiwerte werden mittels analogen oder digitalen Messinstrumenten gemessen.

Die Beziehung zwischen Scheitelwert und Effektivwert zeigt folgender Versuch:

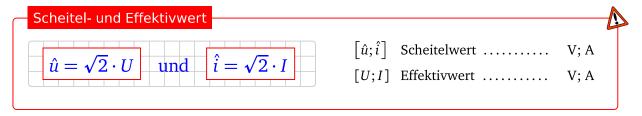


Zwei gleiche Lämpchen werden durch eine DC- bzw. AC-Spannungsquelle betrieben. Die Spannungen werden so eingestellt, dass beide Lämpchen gleich hell leuchten. Bei dieser Einstellung sind die Wechselstromleistung  $P_{\rm AC}$  und die Gleichstromleistung  $P_{\rm DC}$  gleich gross. Schaltet man parallel zu den Lämpchen ein DC- bzw. ein AC-Voltmeter, so erhält man beide Male den gleichen Spannungswert.

Der Effektivwert eines Wechselstromes ist ebenso gross wie der

Gleichstromwert mit der gleichen Wärmewirkung.

Die Darstellung beider Spannungen beim KO ergibt, dass der Scheitelwert der Wechselspannung etwa  $1.41 = \sqrt{2}$  mal so gross ist wie der Wert der Gleichspannung. Somit gilt:



Fokus Netz 2 A1 © G, Lenherr