

## Definition

*Wechselstrom* ist ein elektrischer Strom, dessen *Richtung* und *Wert* (Stromstärke) sich periodisch ändern.

*Wechselspannung* ist eine Spannung, dessen Polarität sich periodisch ändert.

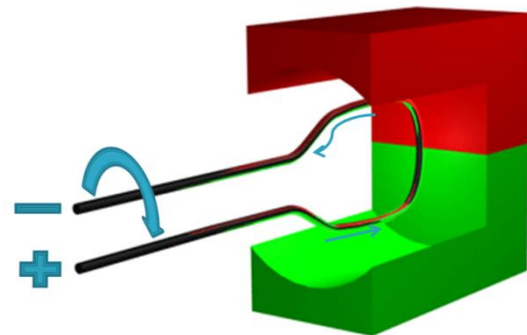
Wechselspannung kann unterschiedliche *Schwingungsformen* aufweisen:

*Rechtecksspannung*, *Sägezahnspannung*, *Dreiecksspannung* oder die *Sinusspannung*, wobei die zuletzt Erwähnte am häufigsten auftritt.

## Erzeugung von Wechselspannung

Dreht man eine rechteckige Leiterschleife in einem homogenen Magnetfeld, so bewirkt die Rotation eine Änderung des magnetischen Flusses, wodurch eine Induktionsspannung entsteht.

Die Geschwindigkeit der Rotation beeinflusst die Spannung => Je höher die Frequenz  $f$  (Rotationsgeschwindigkeit), desto größer ist die dadurch erzeugte Maximalspannung/Amplitude  $\hat{U}$ .



**Es gilt:**  $U_{ind} = \hat{U} * \sin(\omega t)$  mit  $\omega = 2\pi * f$

**Weil:**  $U_{ind} = -n * B * \dot{A}_s$  und  $A_s = A * \cos(\omega t)$

$$= -n * B * A * (-\omega * \sin(\omega t))$$

$$= n * B * A * \omega * \sin(\omega t)$$

$\dot{A}_s$  ist die **Änderung** der Fläche, also die Ableitung von  $A_s$   
 $\Rightarrow \dot{A}_s = A * \omega * -\sin(\omega t)$

Bei  $\hat{U}$  handelt es sich um den **Scheitelwert**.

$$\hat{U} = n * B * A * \omega$$

Der Scheitelwert  $\hat{U}$  ist die maximal-auftretende Spannung, da der Maximalwert von Sinus der Wert **1** ist. Der Scheitelwert wächst proportional mit der Frequenz  $f$ .

## Wechselstrom

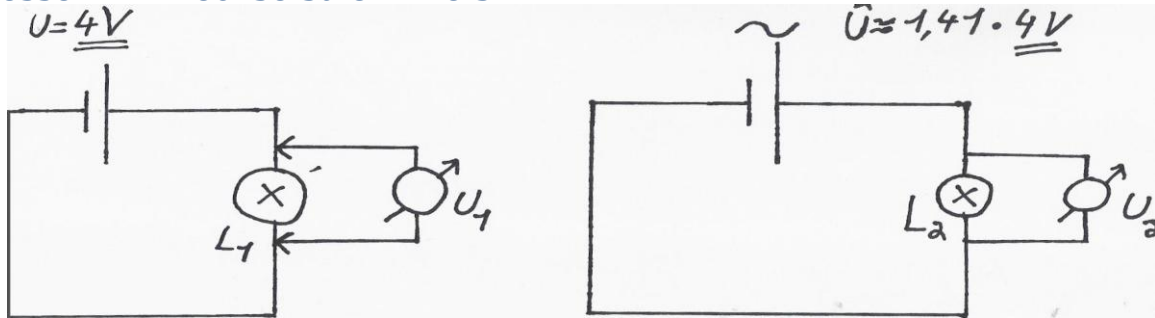
Misst man in einem Wechselstromkreis (bestehend aus Quelle und Widerstand  $R$ ) sowohl mit einem Spannungs-, als auch mit einem Stromstärkemessgerät, so stellt man fest, dass die beiden Messgeräte synchron ausschlagen. Es gilt:

$$I(t) = \frac{U(t)}{R} = \frac{\hat{U}}{R} * \sin(\omega t) = \hat{I} * \sin(\omega t)$$

Spannung und Stromstärke erreichen (z.B. mit einer Glühlampe) *zeitgleich* ihr *Maximum*!

In einem solchen Wechselstromkreis wird der Widerstand als **Ohm'scher Widerstand** bezeichnet.

### Messen im Wechselstromkreis



Bei diesem Versuch werden zwei Stromkreise (links: Gleichspannung; rechts: Wechselspannung) mit jeweils baugleichen Glühlampen (L1 und L2) miteinander verglichen. Misst man den Potenzialunterschied an den Lampen mit Hilfe von Spannungsmessgeräten (bei Wechselstromkreis mit Wechselspannungsmessgerät), zeigen beide Messgeräte den gleichen Spannungswert (4V) an. Vergleicht man allerdings die Stromkreise mit Hilfe eines Oszilloskops, so zeigt die Maximalspannung der sinusförmigen Wechselspannung einen 1,4-mal größeren Wert (5,6V) an. Die insgesamt Wechselspannung ist also geringer als der Maximalwert, da dieser nur kurz erreicht wird!

⇒ Weiteres siehe bei „Effektivwert“

### Effektivwert

„Der Effektivwert einer Wechselspannung entspricht der Spannung einer Gleichspannungsquelle, die im gleichen Stromkreis die gleiche Leistung umsetzt.“ (Physikbuch S. 151).

Der Maximalwert einer Wechselspannung ist:  $\hat{U} = \sqrt{2} * U_{eff} \approx 1,41 * U_{eff}$

Außerdem gilt:  $\hat{I} = \sqrt{2} * I_{eff} \approx 1,41 * I_{eff}$

### Mathematische Beschreibung der Wechselspannung

Für die Leistung im Wechselstromkreis gilt:

$$P(t) = U(t) * I(t) = \hat{U} \sin(\omega t) * \hat{I} \sin(\omega t) = \hat{U} * \hat{I} * \sin^2(\omega t)$$

Die Effektivwerte für Spannung und Stromstärke sind so definiert, dass für die mittlere Leistung  $\bar{P}$  gilt:

$$\bar{P} = U_{eff} * I_{eff} = \frac{U_{eff}^2}{R_{\Omega}} = R_{\Omega} * I_{eff}^2$$

Außerdem:  $\bar{P} = \frac{1}{2} \hat{P} = \frac{1}{2} \hat{U} * \hat{I} = \frac{1}{2} * \frac{\hat{U}^2}{R_{\Omega}}$

$$\hat{P} = \hat{U} * \hat{I}$$

Wenn man diese beiden Gleichungen miteinander vergleicht, stellt man fest, dass

$$\hat{U} = \sqrt{2} * U_{eff} \quad \text{weil} \quad \frac{1}{2} \hat{U}^2 = U_{eff}^2$$

außerdem:

$$\hat{I} = \sqrt{2} * I_{eff} \quad \text{weil} \quad \bar{P} = U_{eff} * I_{eff} = R_{\Omega} * I_{eff}^2$$

Quellenangabe, Links und Hand-out sind unter [www.stefan-edelmann.de/](http://www.stefan-edelmann.de/) verfügbar.

**Es ist ausdrücklich nicht gestattet, dieses Hand-out weiterzuverkaufen oder als eigenes Werk zu betrachten! Es dient ausschließlich zur Beschaffung von Informationen zu eigenen Referaten oder zur vorübergehenden Befriedigung der persönlichen Wissensbegierde**

**Stefan Edelmann©**