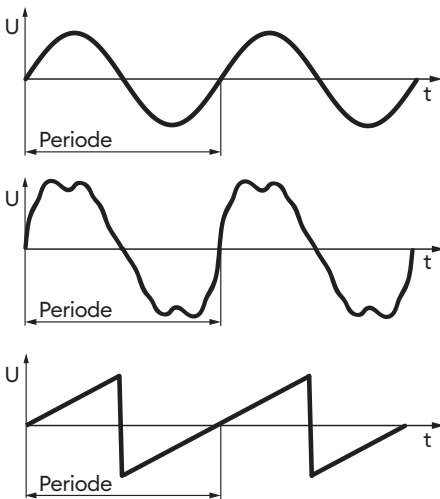


Begriffe des Wechselstromes

Periode, Frequenz, Wellenlänge

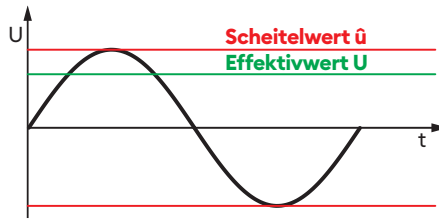
Die Spannung bewegt sich bei einer Wechselspannung regelmässig (periodisch) zwischen einem positiven und einem negativen Höchstwert hin und her. Die Länge einer ganzen Schwingung kann als Zeit (Periodendauer T), als Anzahl Schwingungen pro Sekunde (Frequenz f) oder als Distanz (Wellenlänge λ) angegeben werden. Wird messtechnisch die Periodendauer als Zeit in Sekunden erfasst, lässt sich die Frequenz einfach mit der Rechnung $f = 1/T$ ermitteln. Für die Wellenlänge muss die Periodendauer mit der Geschwindigkeit multipliziert werden. Das ergibt die Formel: $\lambda = c \cdot T$.



Die sinusförmige Wechselspannung im Haushaltnetz hat eine Periodendauer T von 20 ms. Deren Frequenz beträgt $f = 1/T$, also $1/0,02 \text{ s} = 50 \text{ Hz}$. Wenn wir als Lichtgeschwindigkeit annehmen, ergibt sich eine Wellenlänge von $\lambda = c \cdot T = 300'000 \text{ km/s} \cdot 0,02 \text{ s} = 6000 \text{ km}$. In einem Leiter mit Wechselstrom sind dadurch Stellen mit Elektronenüberschuss und solche mit Elektronenmangel vorhanden (Verdichtungsstellen). Der erste Wissenschaftler der die sogenannten Materiewellen beschrieb, war Louis-Victor de Broglie, nach dem die De-Broglie-Wellen benannt werden. Die Angabe der Wellenlänge von Schwingungen ist vor allem bei der Optik gebräuchlich. So liegt der vom Menschen wahrnehmbare Bereich zwischen 380 nm (violett) bis 780 nm (rot).

Scheitel- und Effektivwert

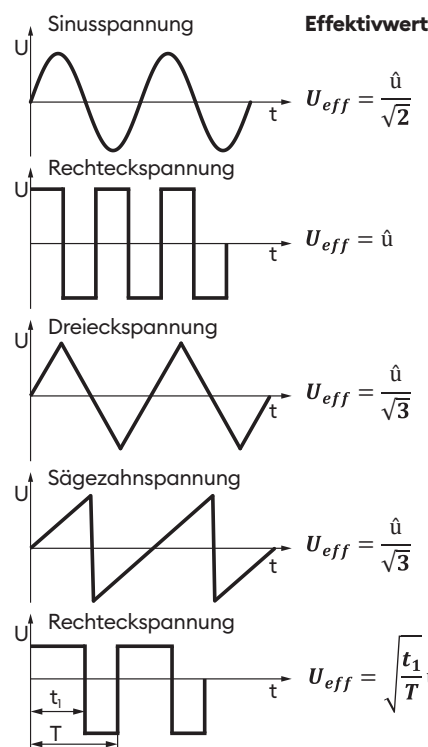
Eine Wechselspannung ändert ständig zwischen einem positiven und einem negativen Höchstwert. Diese maximale Spannung wird als Scheitelwert \hat{u} , beziehungsweise als Spitzenwert oder als Amplitude bezeichnet. Weil der Spitzenwert aber immer nur während einer kurzen Zeit vorhanden ist, wird normalerweise der Effektivwert verwendet.



Der Scheitelwert ist die maximale Spannung, während der Effektivwert der Gleichspannung entspricht, bei dem die gleiche Wärmewirkung entsteht.

Der Effektivwert der Wechselspannung entspricht dabei der Gleichstromspannung, welche die gleiche Wärmewirkung zur Folge hat. Häufig wird der Effektivwert auch mit der englischen Bezeichnung RMS (Root Mean Square oder quadratischer Wurzelmittelwert) angegeben. Bei der Messung einer Wechselspannung mit dem Multimeter muss darauf geachtet werden, welcher Wert angezeigt wird. Ein günstiges AVG-Messgerät (Average) gibt nur den arithmetischen Mittelwert an. Bei der sinusförmigen Wechselspannung ist dies zugleich der Effektivwert. Sollen nichtsinusförmige Wechselspannungen gemessen werden, ist für den Effektivwert ein RMS-Messgerät nötig. Wenn zusätzlich auch eventuell vorhandene Gleichspannungsanteile einbezogen werden sollen, braucht es ein TRMS-Messgerät (True Root Mean Square).

Für die häufigsten, einfachen Kurvenformen von Wechselspannungen lässt sich der Effektivwert gemäss der untenstehenden Tabelle ermitteln:



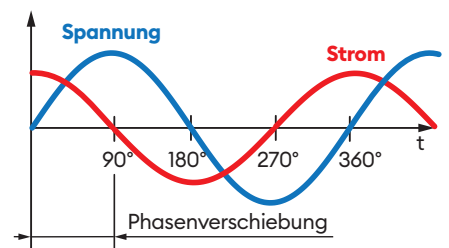
Allgemein gilt, dass der Effektivwert der geometrische (quadratische) Mittelwert der Wechselspannung ist. Dadurch kann er mathematisch bestimmt werden. Dazu müssen wir das Integral der Funktion der Wechselspannung während einer Periode gemäss der folgenden Formel berechnen:

$$U_{eff} = \sqrt{\frac{\int_{t_0}^{t_0+T} u^2(t) dt}{T}}$$

Das Verhältnis zwischen Scheitelwert und Effektivwert wird als Scheitelfaktor oder Crestfaktor bezeichnet. Für den Strom gilt das Gleiche. Ein sinusförmiger Wechselstrom von 10 A hat einen maximalen Strom von 14,1 A ($10 \text{ A} \cdot \sqrt{2}$) und dieselbe Heizwirkung wie ein Gleichstrom von 10 A.

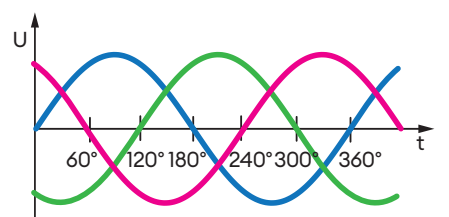
Phasenverschiebung

Eine Phasenverschiebung, bzw. Phasendifferenz, ist vorhanden, wenn zwei oder mehrere sinusförmige Wechselspannungen (-ströme) mit der gleichen Periodenlänge zeitlich verschoben sind.



Im oberen Beispiel sind die Perioden von Spannung und Strom identisch. Der Strom ist jedoch um 90° verschoben. Dies nennen wir Phasenverschiebung oder Phasendifferenz.

Die Phasenverschiebung wird mit dem Winkel φ angegeben. Bei Wechselstrommotoren ist die Phasenverschiebung eine wichtige Grösse. Der Kosinus des Winkels φ gibt das Verhältnis von Wirkleistung und Scheinleistung an und wird als Wirkfaktor oder Leistungsfaktor bezeichnet. Nicht sinusförmige Schwingungen bestehen neben der Grundschwingung aus Oberschwingungen. Dadurch kann kein einheitlicher Wirkfaktor angegeben werden.



Bei der Dreiphasenwechselspannung sind die drei Schwingungen jeweils um 120° versetzt.