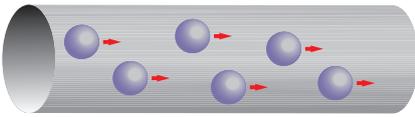
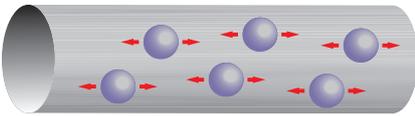


Die elektrische Spannung kann entweder gleichförmig verlaufen oder sich ständig zwischen einem positiven und einem negativen Höchstwert hin- und herbewegen. Bei der gleichförmigen Spannung bewegen sich die Ladungsträger mit gleichbleibender Stärke von einem Pol zum anderen Pol. Gekennzeichnet wird dieser Strom mit dem Kurzzeichen DC (Direct Current) oder mit dem Schaltzeichen  $\text{—}$ . Das Kurzzeichen AC steht für Wechselstrom (Alternating Current). Dessen Schaltzeichen ist eine Wellenlinie:  $\sim$ .

Gleichstrom DC



Wechselstrom AC



Die Ladungsträger fließen beim Gleichstrom in eine Richtung, während sich beim Wechselstrom dauernd die Polarität ändert.

## Definition von AC

Die Wechselspannung hat zwei bestimmte Merkmale. Zum einen ist sie periodisch, was bedeutet, dass die Schwingungen regelmässig auftreten. Zum anderen müssen die positiven und die negativen Anteile der Spannung gleich gross sein. Das führt dazu, dass die Summe der Flächen über und unter der Nulllinie innerhalb einer Schwingung null ergibt.

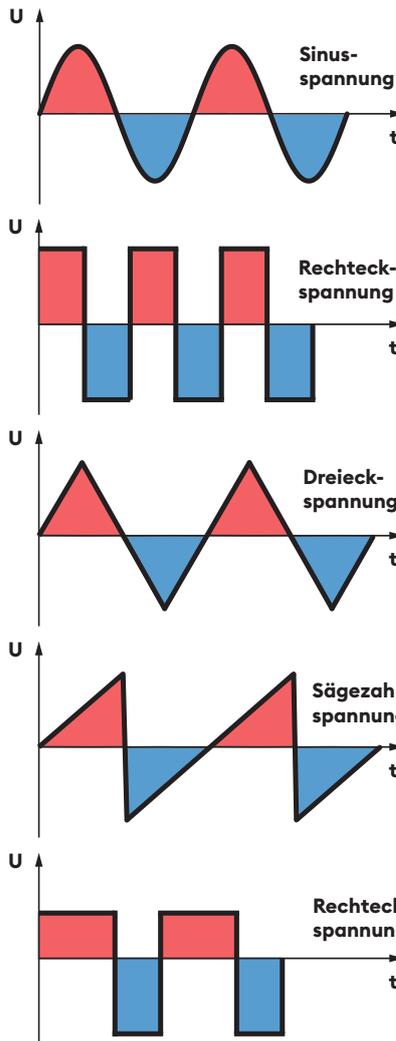
Wechselspannungen und Wechselströme können ganz unterschiedliche Formen haben. In der Technik finden wir vor allem die sinusförmige Wechselspannung sowie die Rechteck-, Sägezahn- und Dreieckspannung. Die sinusförmige Wechselspannung, einfach Sinusspannung genannt, kennen wir von der öffentlichen Energieversorgung. In Europa können wir an den Steckdosen zwischen dem Aussenleiter und dem Neutralleiter eine Niederspannung von 230 V, mit einer Toleranz von  $\pm 23$  V, messen. Ist die Steckdose für das Dreiphasensystem ausgelegt, beträgt die Spannung zwischen zwei Aussenleitern 400 V. In der Höchstspannungsebene der Kraftwerke haben wir sogar 380 kV beziehungsweise 220 kV.

Erzeugen lässt sich die sinusförmige Wechselspannung nach dem Generatorprinzip. Dabei wird eine Leiterschleife mit einer konstanten Winkelgeschwindigkeit in einem homogenen Magnetfeld gedreht. Weil dabei nach  $180^\circ$  Drehung die Richtung umkehrt, entsteht die Sinusschwingung. Die Grösse der dabei induzierten Spannung hängt von der Winkelgeschwindigkeit, der Windungszahl und der Magnetfeldstärke ab.

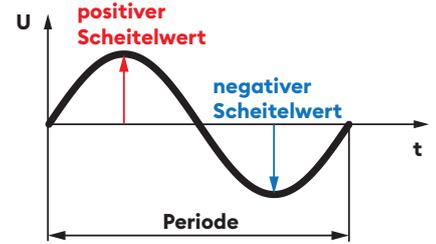
## Nichtsinusförmiger AC

In der Elektrotechnik hat die nichtsinusförmige Wechselspannung eine grosse Bedeutung. Die Rechteckspannung hat den Vorteil, dass sie im Idealfall nur einen Höchst- und einen Tiefstwert aufweist, die Anstiegs- und Abfallzeit also null ist. Dreiecksfunktionen finden sich in der Signalverarbeitung, während Sägezahnspannungen in der Messtechnik und in der Akustik eingesetzt werden. Nichtsinusförmige Wechselspannungen haben eine bestimmte Periodendauer, welche eine Grundfrequenz zur Folge hat. Der Mathematiker Jean Baptiste Joseph Fourier hat vor rund 200 Jahren herausgefunden, dass alle nichtsinusförmigen Spannungen aus mehreren sinusförmigen Spannungen mit anderen Frequenzen zusammengesetzt sind. Diese Frequenzen können mit der Fourier-Analyse berechnet werden. Vielfach handelt es sich dabei um Oberwellen (Oberschwingungen), deren Frequenz ein ganzzahliges Vielfaches der Grundfrequenz ist.

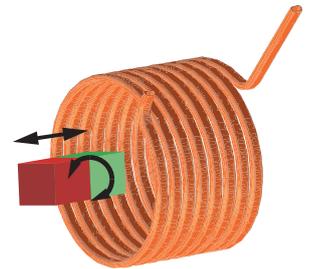
### Verschiedene Arten von Wechselspannungen



Bei der Wechselspannung wechselt die Polarität regelmässig. Zudem sind die positiven und negativen Flächen gleich gross.



Die wichtigsten Kenngrössen der sinusförmigen Wechselspannung sind die Periode (Dauer einer Schwingung) und der Scheitelwert (Höchstwert der Spannung, auch Spitzenwert oder Amplitude genannt).



Eine sinusförmige Wechselspannung entsteht, wenn ein Magnet in einer Leiterschleife gleichförmig dreht oder hin- und herbewegt wird.

Oberwellen entstehen beim Betrieb von verschiedensten Geräten wie Lampen, Computern und Fernsehern. Diese können wiederum im Netzwerk andere Geräte beeinflussen. Die Teilnehmer in einem Netzwerk müssen deshalb aufeinander abgestimmt sein.

## Frequenz

Die Dauer einer Schwingung wird in der Einheit Sekunde gemessen und mit dem Begriff Periode bezeichnet. Anstelle der Periodendauer wird meistens die Anzahl Perioden pro Sekunde angegeben. Diese Zahl entspricht der Frequenz. Gemessen wird die Frequenz in der Einheit Hz (Hertz) zu Ehren des deutschen Physikers Heinrich Hertz, der 1886 als Erster elektromagnetische Wellen erzeugen und nachweisen konnte. Die Frequenz von einem Hz haben wir, wenn die Periode einer Schwingung genau eine Sekunde dauert.

In einem Verbundnetz, bei dem mehrere Stromerzeuger parallel geschaltet werden, muss die Frequenz überall genau gleich sein. Im europäischen Stromnetz beträgt sie 50 Hz, wobei die Abweichung 0,2 Hz nicht überschreiten darf. Damit diese im Tagesverlauf stabil bleibt, müssen Produktion und Verbrauch aufeinander abgestimmt werden. Weil Generatoren bei sinkender Belastung leichter und damit schneller drehen würden, muss deren Leistung geregelt werden. Es gibt auch Netzwerke mit anderen Frequenzen. Nordamerika benutzt beispielsweise 60 Hz, das Eisenbahnnetz der SBB 16,7 Hz und das Bordnetz von Grossraumflugzeugen 400 Hz.