

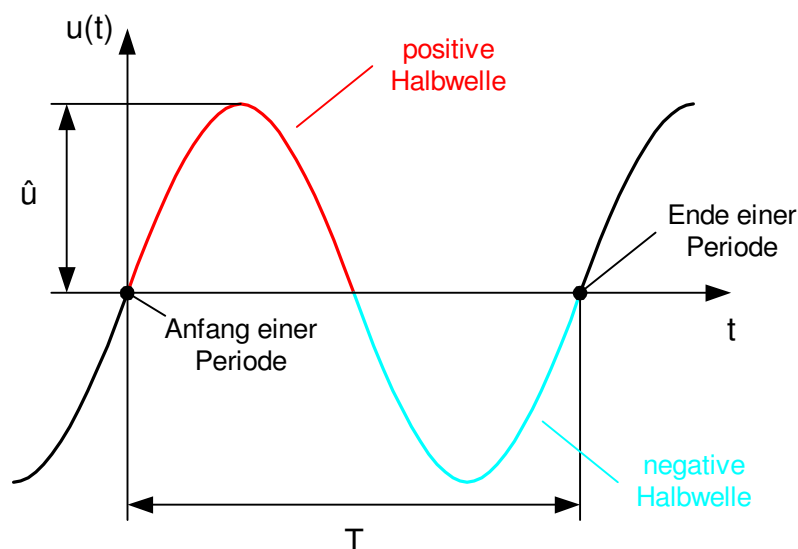
## 10. Wechselspannung

### 10.1 Einleitung

In Stromnetzen benutzt man statt Gleichspannung eine sinusförmige Wechselspannung, unter anderem weil diese wesentlich leichter zu erzeugen ist. Wie der Name es sagt wechselt bei einer Wechselspannung ständig der Spannungswert und das Vorzeichen. Die Spannung ist also eine gewisse Zeit positiv und anschließend eine gewisse Zeit negativ. Daraus folgt, dass auch der Strom zeitweise in die eine Richtung und zeitweise in die andere Richtung fließt.

#### Liniendiagramm einer sinusförmigen Wechselspannung:

Unter einem Liniendiagramm versteht man die Kennlinie  $u=f(t)$ .



Eine Wechselspannung ist periodisch, das heißt es gibt einen Teil des Spannungsverlaufs der immer wiederkehrt. Diesen Teil nennt man auch **eine Periode**. Die Zeit die vergeht bis eine Periode durchlaufen ist, nennt man **Periodendauer T**. Die Anzahl der Perioden die pro Sekunde durchlaufen werden nennt man **Frequenz f**. Der **Scheitelwert  $\hat{u}$** , auch Amplitude genannt, ist der höchste Spannungswert.

Die Frequenz  $f$  lässt sich mit folgender Formel aus der Periodendauer  $T$  berechnen:

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

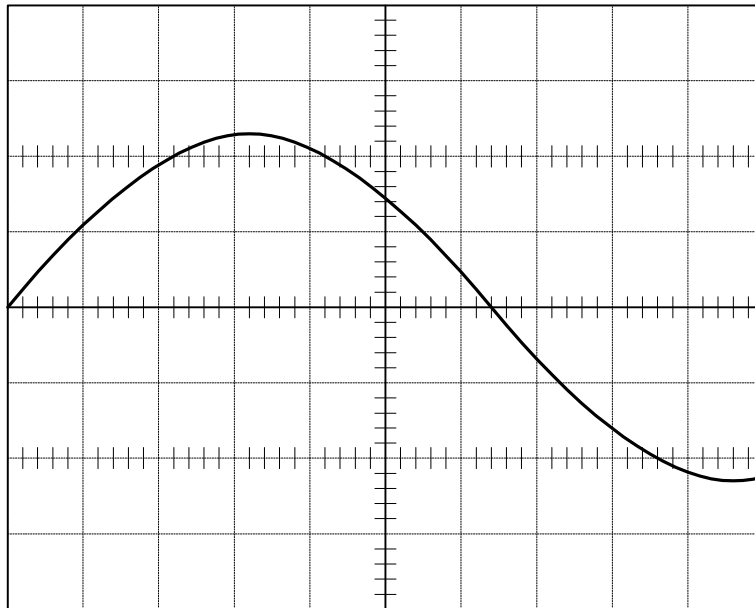
$f$  ist die Frequenz in Hertz (Abkürzung: Hz)

$T$  ist die Periodendauer in Sekunden [s]

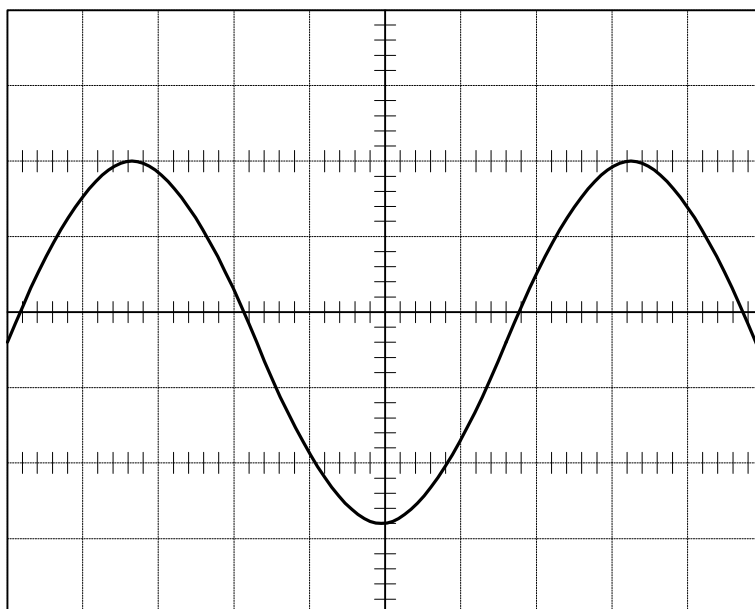
### **Aufgaben zur Wechselspannung:**

1. Die Frequenz im europäischen Stromnetz beträgt 50 Hz. Berechne die Periodendauer der Netzspannung in Millisekunden.
2. Berechne die Frequenz einer Wechselspannung mit 600 $\mu$ s Periodendauer.
3. Wie verändert sich die Periodendauer mit zunehmender Frequenz?
4. Ein Lautsprecher soll einen Ton von 1000 Hz abstrahlen.
  - a. Wie viel Schwingungen pro Sekunde muss die Membran des Lautsprechers machen?
  - b. Welche Frequenz muss die Wechselspannung haben, die an dem Lautsprecher angeschlossen wird?
5. Ein einfacher Wechselstromgenerator erzeugt pro Umdrehung genau eine Periode der Wechselspannung. Wie groß muss die Drehzahl eines Wechselstromgenerators in U/min sein, damit er eine Wechselspannung von 50 Hz erzeugen kann?

6. Bestimme die Periodendauer der folgenden sinusförmigen Wechselspannung (2ns/div; 5V/div).



7. Bestimme den Scheitelwert der folgenden sinusförmigen Wechselspannung (10mV/div; 0,5ms/div). Achtung Falle!



## 10.2 Effektivwert

siehe auch Versuch 13

Ein Voltmeter für Wechselspannungen misst nicht den Scheitelwert, sondern den Effektivwert.

Bei sinusförmigen Wechselspannungen gilt:

$$U_{\text{EFF}} = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}}$$

$U_{\text{EFF}}$  ist der Effektivwert in Volt [V]

$\hat{u}$  ist der Scheitelwert in Volt [V]

Der Effektivwert spielt in der Energietechnik eine große Rolle, denn in der bekannten Formel zur Berechnung der Leistung muss der Effektivwert eingesetzt werden und nicht der Scheitelwert.

$$P = U_{\text{EFF}} \cdot I_{\text{EFF}}$$

$U_{\text{EFF}}$  ist der Effektivwert der Spannung in Volt [V]

$I_{\text{EFF}}$  ist der Effektivwert des Stroms in Ampere [A]

Da der Energieelektroniker öfter Leistungen zu berechnen hat, interessiert er sich mehr für den Effektivwert als für den Scheitelwert. Sein Messgerät sollte also den Effektivwert anzeigen. Der Energieelektroniker bevorzugt also das Multimeter.

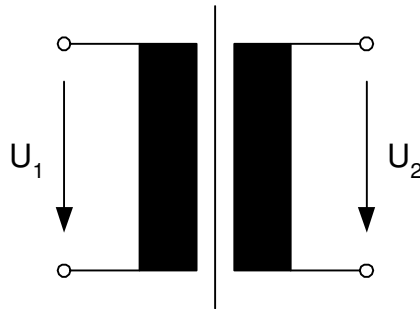
Der Kommunikationselektroniker arbeitet häufig mit dem Oszilloskop, da er nur dort den Verlauf der komplexen Signale der Kommunikationstechnik beobachten kann. Der Effektivwert ist für ihn daher nur von zweitrangigem Interesse.

**Aufgaben zum Effektivwert:**

1. Gegeben ist ein  $10\Omega$ -Widerstand.
  - a. Berechne die Gleichspannung an die der Widerstand angeschlossen werden muss, damit er eine Leistung von 100W aufnimmt?
  - b. Berechne den Effektivwert der Wechselspannung an die der Widerstand angeschlossen werden muss, damit er eine Leistung von 100W aufnimmt?
  - c. Welchen Vorteil bietet die Verwendung des Effektivwerts bei Leistungsberechnungen?
2. Berechne den Scheitelwert der Wechselspannung an die ein  $10\Omega$ -Widerstand angeschlossen werden muss, damit er eine Leistung von 100W aufnimmt?
3. Berechne den Scheitelwert der Netzspannung.

### 10.3 Transformatoren

#### Schaltzeichen:



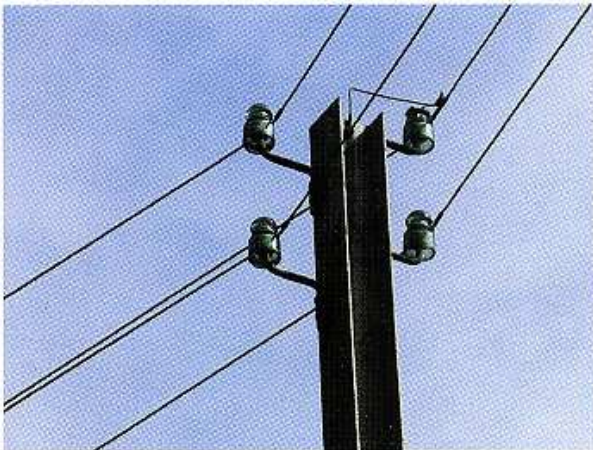
Neben der Tatsache, dass sich Wechselspannungen leichter erzeugen lassen als Gleichspannungen, ist es vor allem die Möglichkeit Wechselspannungen mit Hilfe von Transformatoren zu vergrößern oder zu verkleinern, die sie in der Energietechnik so beliebt macht. Der Vorteil einer Vergrößerung der Spannung soll durch folgende Aufgabe verdeutlicht werden.

#### Aufgabe:

Der Generator eines Kraftwerks produziert eine elektrische Leistung von 400MW bei einer Spannung von 24kV.

- Berechne den Strom am Ausgang des Generators.
- Berechne den Strom auf der Hochspannungsleitung. Die Ausgangsspannung des Generators wird mit einem idealen Transformator ( $\eta=100\%$ ) auf 220kV erhöht.
- Welcher Vorteil ergibt sich durch den niedrigeren Strom auf der Hochspannungsleitung? Welchen Nachteil muss man dafür aber in Kauf nehmen?

**Übliche Spannungen auf den luxemburgischen Freileitungen:**



❶ Basse tension 230/400 V  
Niederspannung 230/400 V



Tension/Spannung 20.000 V

❷ Alignement 2 isolateurs  
Tragmast 2 Isolatoren



Tension/Spannung 65.000 V

❸ Alignement 5 à 7 isolateurs  
Tragmast 5 bis 7 Isolatoren



Tension/Spannung 220.000 V

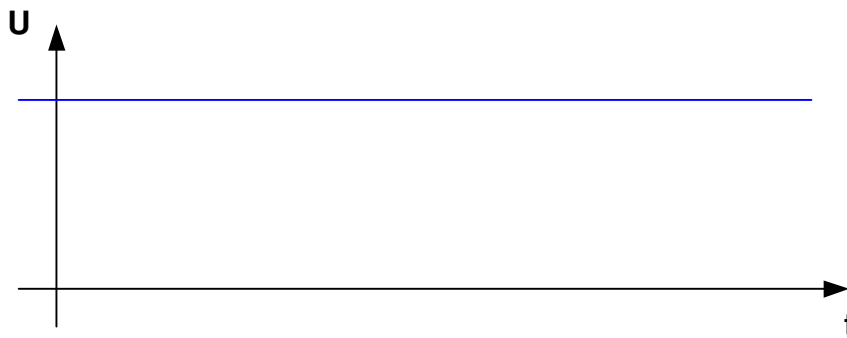
❸ Alignement 16 isolateurs  
Tragmast 16 Isolatoren

## 10.4 Gleich-, Wechsel- und Mischspannungen

### 10.4.1 Gleichspannung

Eine Gleichspannung ist eine Spannung die sich mit der Zeit nicht verändert.

#### Liniendiagramm einer Gleichspannung:



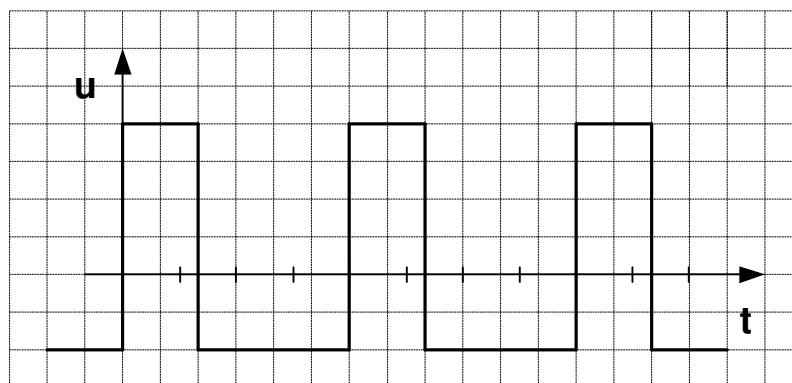
### 10.4.2 Wechselspannung

Eine Wechselspannung ist eine Spannung die sich zeitlich verändert und folgende Bedingungen erfüllt:

- Der Verlauf muss periodisch sein. Das heißt ein Teil des Verlaufs wiederholt sich nach gleichen Zeitabständen.
- Die Fläche unter der positiven Halbwelle muss gleich der Fläche unter der negativen Halbwelle der Spannung sein.

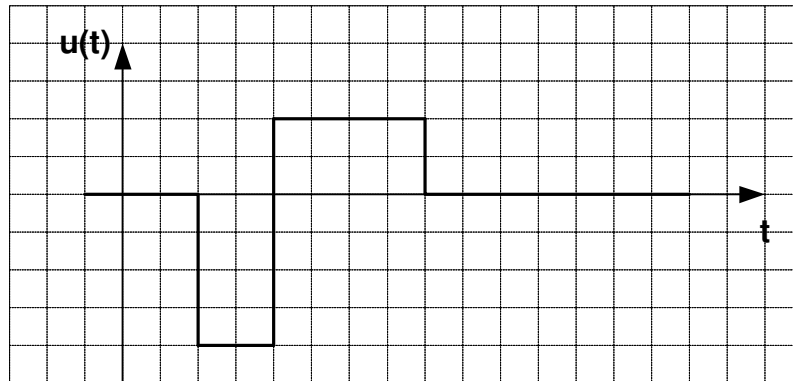
#### Aufgaben:

- Handelt es sich bei der folgenden Spannung um eine Wechselspannung? Begründe deine Antwort.





2. Handelt es sich bei der folgenden Spannung um eine Wechselspannung? Begründe deine Antwort.

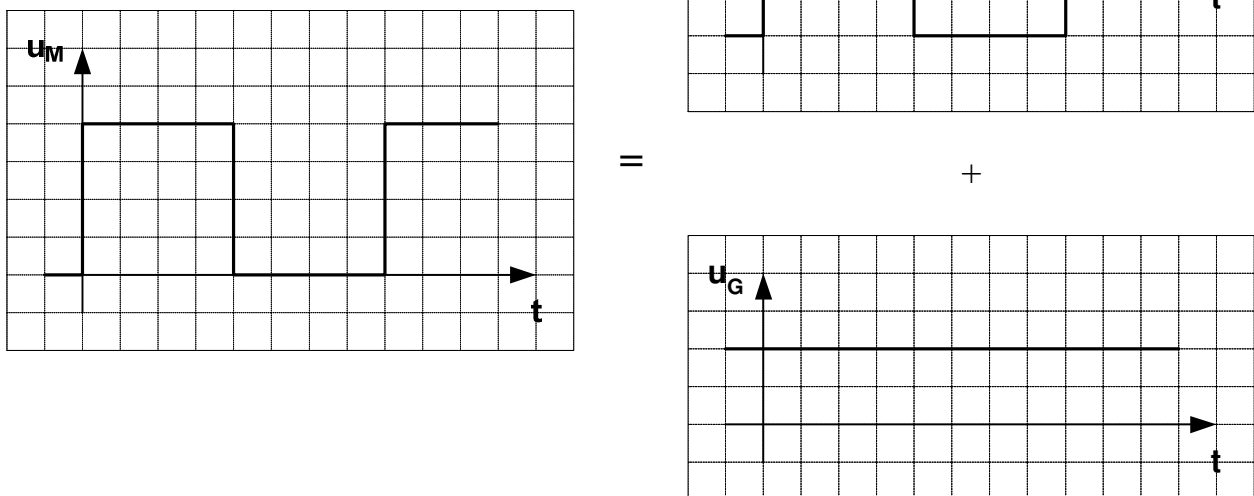


### 10.4.3 Mischspannung

Alle periodischen Spannungen bei denen es sich weder um eine Gleichspannung noch um eine Wechselspannung handelt, sind Mischspannungen. Mischspannungen lassen sich in einen Wechselspannungsanteil und einen Gleichspannungsanteil zerlegen.

$$u_M = u_W + u_G$$

#### Beispiel:



Die Position AC auf einem Oszilloskop dient z.B. dazu nur den Wechselspannungsanteil einer Mischspannung zu sehen.