

Elektrotechnik

1. Gleichstrom

1.1 Was ist elektrischer Strom?

Alles besteht aus Atomen. Um den Atomkern der die Neutronen und Protonen enthält kreisen schalenförmig die Elektronen. Da der Atomkern die Elektronen anzieht gelingt es nicht vielen sich loszulösen(=*freie Elektronen*). Nur Valenzelektronen(Außenelektronen) können sich lösen. Diese freien Elektronen bewegen sich in beliebigen Richtungen durch das atomare Gefüge. Wird jetzt ein Druck aus einer Richtung ausgeübt, bewegen sie sich alle in eine Richtung(=*Elektronenstrom*). Wie gut und wie viele freie Elektronen sich durch den Raum bewegen können hängt von zwei Faktoren ab:

- Wie dicht die Atome zusammen sind(bei Kupfer zum Beispiel sehr weit auseinander, bei Porzellan kaum Zwischenräume)
- Art des Materials entscheidet ob es freie Elektronen geben kann(Metalle haben relativ viele, bei Porzellan keine)

Werden also Elektronen in Porzellan gedrückt entsteht dennoch kein Elektronenstrom. Werden Valenzelektronen zu freien Elektronen bleibt ein positiv geladenes Ion zurück.

1.2 Leitfähigkeit Leitungsmaterials

Merksatz: „Elektrische Ka(t)ze ohne t.“

- **K**: Kupfer
- **A**: Aluminium
- **Z**: Zink
- **E**: Eisen

Am Besten leitet Silber.

Folgende Materialien leiten so gut wie gar nicht

- Papier
- Glas
- Porzellan
- Gummi
- Wolle

- Seide
- Manche Lacke

Man unterscheidet hierbei zwischen

- Leitern: Enthalten viele freie Elektronen
- Halbleitern: Enthalten wenige freie Elektronen und sind temperaturabhängig, umso wärmer umso besser leiten sie.
- Nichtleiter: Enthalten keine freien Elektronen.

Halbleiter leiten zum Beispiel bei 0 Kelvin überhaupt nicht, bei Raumtemperatur schwach leitend. Zu ihnen gehören zum Beispiel Germanium und Silizium und werden für Dioden und Transistoren benötigt.

1.3 Elektrische Spannung

Wie man bei einem Wasserkreislauf den Druck einer Wasserpumpe braucht um das Wasser anzutreiben, braucht man das auch bei den Elektronen des elektrischen Stroms. Äquivalent zu der Wasserpumpe wäre eine Spannungsquelle(zum Beispiel eine Batterie), zum Druck die Spannung. Am Minuspol einer Batterie haben wir einen Elektronenüberschuss, am Pluspol einen Elektronenmangel. Die Elektronen probieren diese Situation auszugleichen und bewegen sich in Richtung des Pluspols. Je höher die Ladung eines Elektrons ist desto höher ist der Druck mit dem sie sich zum Pluspol bewegen. Die elektrische Spannung wird mit dem Formelzeichen U bezeichnet, der Einheit $V(=Volt)$. Demnach ist $U = J / C$, wobei $J(=Joule)$ für die Energie steht und $C(=Coulomb)$ für die Anzahl an Ladungen, also ist U die Energie pro Ladung, wonach sich wie oben erklärt der Druck definiert.

1 mV(Millivolt)	→	1000 μV (Mikrovolt)
1 V(Volt)	→	1000 mV
1 kV(Kilovolt)	→	1000 V
1 MV(Megavolt)	→	1000 kV

Spannung ist immer ein Spannungsunterschied zwischen zwei Punkten, wie viel Spannung an einem Punkt noch anliegt, wird über das Potential angegeben. Die technische Stromrichtung verläuft entgegen der eigentlichen, nämlich vom Pluspol zum Minuspol.

1.4 Elektrischer Strom

Der elektrische Strom wird in Ampere gemessen und gibt an wie viele Ladungen in einer Zeiteinheit eine bestimmte Stelle im Stromkreis überwinden. Sein Formelzeichen ist I seine Einheit A. Es gilt $1\text{A} = 1\text{C}/1\text{s}$. Die Stromstärke ist von der Spannung abhängig, da eine hohe Spannung mehr freie Elektronen in Bewegung setzt als eine niedrige.

1 mA(Milliampere)	→	1000 μA (Mikroampere)
1 A(Ampere)	→	1000 mA
1 kA(Kiloampere)	→	1000 A
1 MA(Megaampere)	→	1000 kA

1.5 Elektrische Ladung

Wird in Coulomb angegeben, das Formelzeichen ist Q , die Einheit C. Ein C entspricht etwa $6,24 \cdot 10^{18}$ Elektronen.

1.6 Elektronenbewegung

Elektronen, zum Beispiel in einem Kupferdraht, bewegen sich noch nicht einmal mit einem Millimeter pro Sekunde. Allerdings gibt eine Spannungsquelle ihre Bewegung sofort an die Leitungselektronen aus und löst dadurch einen Stromfluss aus. Das Beeinflussen der Elektronen geht sehr schnell, es können Geschwindigkeiten bis zu 300.000 km/s entstehen.

1.7 Der Widerstand

Es gibt natürliche Widerstände wie zum Beispiel den Widerstand einer Batterie oder Leitung sowie gewollte Widerstände als elektrische Bauteile wie zum Beispiel Festwiderstände und einstellbare Widerstände. An einem Widerstand geht Spannung verloren, da in den meisten Fällen elektrische Energie in thermische umgewandelt wird. Das Formelzeichen des Widerstandes ist R und die Einheit Ω (Ohm).

1 m Ω (Milliohm)	→	1000 $\mu\Omega$ (Mikroohm)
1 Ω (Ohm)	→	1000 m Ω
1 k Ω (Kiloohm)	→	1000 Ω
1 M Ω (Megaohm)	→	1000 k Ω

1.8 Der Leitungswiderstand

- Je dünner eine Leitung ist desto höher ist der Leitungswiderstand.
- Je länger eine Leitung ist desto höher ist der Leitungswiderstand.

→ Der Leitungswiderstand hängt auch vom Material ab

Demnach müsste der Querschnitt eines Eisendrahtes 6mal so groß wie der eines Kupferdrahtes sein, damit bei gleicher Länge und gleicher Spannung der gleiche Strom fließen kann. Dieser Widerstand eines Materials wird spezifischer Widerstand genannt. Er wird mit ρ (Rho) bezeichnet und gibt den Widerstand eines Leiters bei 1m Länge und einem Querschnitt von 1mm^2 an. Demnach ergibt sich der Leitungswiderstand aus: $R = \rho * (l / A)$ wobei l für die Länge in Metern und A für den Querschnitt in Millimetern steht.

Die Widerstandseigenschaft eines Materials wird auch durch den elektrischen Leitwert ausgedrückt, welcher der Kehrwert des elektrischen Widerstands ist und in S (Siemens) angegeben wird. Folglich: $1\text{S} = 1 / 1\Omega$.

1.9 Ohmsches Gesetz

Zwischen der Spannung dem Strom und dem Widerstand bestehen in einem geschlossenem Stromkreis folgende Zusammenhänge:

- Der Strom wird größer wenn der Widerstand sinkt oder die Spannung steigt,
- Der Strom nimmt ab wenn der Widerstand größer wird oder die Spannung sinkt.

Das bedeutet nach dem Ohmschen Gesetz ist Strom = Spannung / Widerstand oder $I = U / R$.

1.10 Widerstands-Kennlinien

Diese Kennlinie ist ein Koordinatensystem indem auf der y-Achse die Stromstärke in A steht, auf der x-Achse die Spannung in V. Anhand der entstehenden Graphen lässt sich der Widerstand für eine bestimmte Spannung und Stromstärke ablesen. Verläuft der Graph linear, ist der Widerstand in seinem Wert konstant, ein Ohmscher Widerstand.

1.11 Elektrische Leistung

Maschinen wandeln Energie von einer Form in die Andere um. Die ausgegebene Energie hängt von der eingegeben ab. So wird bei einem Wasserkraftwerk die kinetische Energie der Drehbewegungen in mechanische umgewandelt. Die kinetische Energie hängt vom Druck des Wasser und der Größe der Turbine ab da sie eine größere Fläche für das Wasser bietet. Folglich hängt hier die ausgegebene mechanische Energie von der eingegeben kinetischen ab.

Die elektrische Leistung hängt also von der Stromstärke und der Spannung ab. Das Formelzeichen der Leistung ist P , ihre Einheit W (Watt). Folglich muss es lauten: $P = U \cdot I$. Durch Gleichsetzen und dem Ohmschen Gesetz kann diese Formel auch mit U und R oder I und R ausgedrückt werden. So hat eine Glühlampe die an eine Steckdose(220V) angeschlossen wird und durch die ein Strom von 1A fließt eine Leistung von: $220V \cdot 1A = 220W$.

So kann Energie von einer Form in die Andere umgerechnet werden, allerdings muss beachtet werden, dass Energie bei dieser Umwandlung auch immer in andere Formen „verloren“ geht zum Beispiel bei einer Lampe nicht nur in Licht sondern auch Wärmeenergie.

1.12 Elektrische Arbeit

Wenn man zum Beispiel die Stromkosten berechnen will braucht man nicht nur die Leistung die genutzt wird, sondern auch die Zeit über die eine Leistung „verbraucht“ wurde spielt eine ebenso große Rolle. Dafür gibt es die Arbeit die eine Leistung in Relation zur Zeit angibt.

Angegeben wird die Arbeit in:

- Kilowattstunden (kWh)
- Wattstunden (Wh)
- Wattsekunden (Ws)
- ...

Hierbei handelt es sich nicht um Zeiteinheiten sondern darum wie viel Leistung in einer Zeitspanne genutzt wird so zum Beispiel bei der Wattsekunde Watt pro Sekunde.

1 Kilowattstunde ist demnach: $1 \text{ Kilowatt} \cdot 3600 \text{ Sekunden}$, das wiederum: $1000 \text{ Watt} \cdot 3600 \text{ Sekunden}$, das wiederum: $3.600.000J$.

1.13 Wirkungsgrad

Bei der Umwandlung von einer Energieform in die Andere, zum Beispiel bei einer Glühlampe von elektrischer zu Lichtenergie kommt es immer zu einem Verlust, der sich in andere Energieformen wie Wärmeenergie umwandelt. Der Wirkungsgrad η wird definiert durch: $\eta = E_{\text{nutzbar}} / E_{\text{zugeführt}}$. η ist demnach eine Zahl zwischen 0 und 1, die 1 kann allerdings in praktischen Experimenten nicht entstehen, da es immer einen Verlust gibt.

1.14 Chemische Wirkung des Stroms

Wenn wir eine elektrisch leitende Flüssigkeit(Elektrolyt) herstellen indem wir Wasser und Kochsalz in ein Gefäß geben und die Anschlüsse einer

Batterie mit Eisenelektroden verbinden, diese in das Elektrolyt legen, kann man die elektrochemischen Vorgänge beobachten da der Strom vom Minus zum Pluspol fließt. Das Kochsalz zerfällt in seine Bestandteile Natrium und Chlor die aber durch den Strom zu Ionen wurden, sie haben überzählige oder fehlende Elektronen. Auch das Wasser zerfällt in Wasserstoff und Sauerstoff. Deswegen entstehen an der Eisenelektrode des Minuspols Gasblasen, hier ist der Elektronenüberschuss. Dieser Vorgang heißt Elektrolyse. Auch Batterien beruhen auf ihrem Prinzip.