

Physik

Elektrizitätslehre I:

Wiederholung wichtiger Begriffe, Zeichen, Formeln und Einheiten.

Elementarladung:	$e = 1,6 \cdot 10^{-19}$
Ladung:	Q Einheit: 1 Coulomb = 1C = 1 Amperesekunde
Stromstärke:	I Einheit: 1 A = 1 Ampere
elektrische Spannung:	U Einheit: 1 V = 1 Volt $U = \frac{P}{I} = \frac{W_{el}}{Q}$
elektrische Leistung:	P_{el} Einheit: $P = U \cdot I = \frac{W}{t}$
elektrische Arbeit:	W_{el} Einheit: 1 J = 1VAs = 1 Ws

bzw. 1 kWh = 3,6 MJ (3600000 J)

[V] Kennlinien von Widerständen

Unterschiedliche Materialien (gleiche Länge, gleiche Dicke) haben unterschiedliche Widerstände. Nur Konstantan hat als Kennlinie eine Gerade.

Der Quotient aus Spannung und Stromstärke wird als elektr. Widerstand R bezeichnet.

Widerstand:

$$R = \frac{U}{I}$$

$$[R] = 1 \frac{V}{A} = 1 \Omega (1 \text{ Ohm})$$

häufig:

$$1 \text{ k}\Omega = 1000 \Omega \text{ und } 1 \text{ M}\Omega = 1000000 \Omega$$

Leitfähigkeit:

$$G = \frac{I}{U} = \frac{1}{R}$$

$$[G] = \frac{1}{\Omega} = 1 \text{ S (Siemens)}$$

Physik

[V] Temperaturabhängigkeit des Widerstandes:

Beobachtung: **Stromspannung sinkt bei konstanter Spannung.**
=> **Widerstand wird größer**

Mit **steigender Temperatur nimmt der Widerstand in metallischen Leitern zu.**

Die elektrische Leitfähigkeit:

Nicht alle Metalle leiten den elektr. Strom gleich gut.
Die Leitfähigkeit hängt ab von

- der Größe
- vom Material

Gründe für unterschiedliche Leitfähigkeit:

1. Die Elektronen stoßen auf ihrem Weg durch den Draht, ständig mit den ortsfesten Atomrümpfen zusammen. Dabei geben sie Energie an diese ab. Der Leiter erwärmt sich.
2. In Metallen sind die Atomrümpfe nie in einem regelmäßigen Gitter angeordnet. Gitterfehler und Fremtteilchen stören nur.
Die Elektronen werden dadurch abgelenkt und abgebremst.
3. Bei Erwärmung des Leiters beginnen die Atomrümpfe stärker zu schwingen. Dass Elektronen auf Atomrümpfe treffen wird dadurch wahrscheinlicher.
Die Elektronen werden dadurch abgelenkt und abgebremst.

[V] Eisendraht im Wasserbad, mit Stromquelle verbunden

Ergebnis: Durch das Wasserbad wird die Temperatur des Drahtes konstant gehalten.

Bei **konstanter Temperatur** gilt für **metallische Leiter**:

$$U \sim I$$

(**Spannung** ist direkt proportional zur **Stromstärke**)

Bei **konstanter Temperatur** bleibt der **Widerstand** eines Leiters **konstant**.

Physik

Hochtemperatur - Supraleitung:

Der elektrische Widerstand von Leitern nimmt mit sinkender Temperatur ab.
(=Kaltleiter)

Probleme bei Hochtemperatursupraleitungen:

1. Keramik ist zerbrechlich
2. Elektrische Kontakte sind schwer zu befestigen
3. Oberhalb der Sprungtemperatur. (Isolatoren)

Ein holländischer Physiker entdeckte das Quecksilber bei 4,2 K **schlagartig ihren elektrischen Widerstand verlor (=Sprungtemperatur)** und so zu einem Idealeiter wurde. (=Supraleitung)

Anwendungsbeispiele:

- Magnetschwebbahn
- Kernspin

Die Widerstandsformel:

Der Widerstand ist abhängig von:

- der Temperatur
- dem Material
- der Querschnittsfläche
- der Länge des Leiters

Abhängigkeit von der Länge:

Verdoppelt, verdreifacht, ... man die Länge eines Leiters, so verdoppelt, verdreifacht, ... **dich der Widerstand**. Der **Widerstand ist direkt proportional zur Länge**.

Abhängigkeit von der Querschnittsfläche:

Je größer die Querschnittsfläche eines Leiters ist, desto kleiner ist der Widerstand. Der **Widerstand ist indirekt proportional zur Querschnittsfläche**.

Herleitung: Widerstandsgesetz und spezifischer Widerstand:

$$\left. \begin{array}{l} R \sim l \\ R \sim \frac{1}{A} \end{array} \right\} R \sim l * \frac{1}{A}$$
$$R = \rho * l * \frac{1}{A}$$

Physik

Vorteile: Elektrische Geräte im Haushalt sind parallel geschaltet.

- An jedem Gerät liegt die gleiche Spannung $U=230V$ an.
- Geräte können getrennt voneinander aus und eingeschaltet werden.
- Teilströme addieren sich zum Gesamtstrom. (+Sicherung möglich)

Elektrizitätslehre II:

[V] Elektromagnetische Induktion: Hufeisenmagnet + „Leiterschaukel“

Beobachtung:

Bewegt sich der Leiter im Magnetfeld, so schneidet er die Magnetfeldlinien. Es kann ein Stromfluss beobachtet werden. **Stromfluss** ist **abhängig** von der **Bewegungsrichtung** und der **Magnetfeldrichtung**.

Erklärung:

Im Leiter entsteht eine **Induktionsspannung**. Den Vorgang nennt man **Induktion**. (Bei geschlossenem Stromkreis: **Induktionsstrom**)

Die freien Elektronen des Leiters bewegen sich senkrecht zum Magnetfeld. Auf sie wirken dann **Lorenzkräfte**, die sie längs des Leiters antreiben.

UVW - Regel der linken Hand:

Daumen:	Bewegungsrichtung des Leiters
Zeigefinger:	Magnetfeldrichtung (N > S)
Mittelfinger:	Richtung der Kraft auf die freien Elektronen (+ > -)

Eine **Induktionsspannung** tritt auf, wenn sich ein Magnetfeld ändert, indem sich ein elektrischer Leiter befindet.

[V] Induktion in der Spule: Stabmagnet wird durch Spule geführt.

Ablauf:

Bewegung => Änderung des Magnetfelds in der Spule => Induktionsspannung

Die Induktionsspannung ist umso größer,

- je stärker die Änderung des Magnetfelds ist
- je schneller sich das Magnetfeld ändert
- je größer die Windungszahl der Spule (Induktionsspule) ist

[V] Lenzsche Regel: Aufgehängt Spule wird mit Magnet berührt

Der bei einem **Induktionsvorgang** bewirkte **Induktionsstrom** ist stets so **gerichtet**, dass sein **Magnetfeld** seiner **Entstehungsursache** (zeitlichen Änderung des Magnetfelds) **entgegenwirkt**.

Physik

Wirbelströme:

Anwendungen:

- **Wirbelstrombremse** beim ICE
 - Elektromagnete werden nahe über die Schienen abgesenkt
 - > Wirbelströme in den Eisenschienen
- **Geblätterter Eisenkern**
 - > um Wirbelströme möglichst **klein** zu halten

Spulen:

im Gleichstromkreis:

[V] Selbstinduktion U-Kern - Joch - Gleichspannung

Beobachtung:

Beim **Aufsetzen** des Jochs **sinkt** < die Stromstärke kurzzeitig.

Beim **Abziehen** des Jochs **steigt** > die Stromstärke kurzzeitig.

Erklärung:

- Durch diesen Vorgang **ändert sich kurzzeitig** das Magnetfeld im **U-Kern** und in der **Spule**

- In der Spule entsteht eine Induktionsspannung bzw. Induktionsstrom, dieser ist so gerichtet, dass er seiner Entstehungsrichtung entgegengesetzt wirkt.

[V] Selbstinduktion: mit parallel geschalteter Spule, ohmscher Widerstand, jeweils eine Glühlampe und einen Hauptschalter.

im Wechselstromkreis:

In einem *Wechselstromkreis* kann eine **Spule** als **Widerstand** behandelt werden. Die Spule besitzt dann einen **induktiven Widerstand**, auch **Drosselspule** genannt. (Sie drosselt die Wechselspannung)

Vorteile des **induktiven Widerstands** gegenüber einem **ohmschen Widerstands**:

- **ohmscher Widerstand** erwärmt sich bei Stromfluss stärker als der **induktive Widerstand**
- **ohmscher Widerstand** hat einen großen „Energieverlust“ durch Wärme
- Beim **induktiven Widerstand** ist zum Ändern des Magnetfelds Energie nötig, diese wird aber dem Stromkreis (durch den Induktionsstrom) wieder zurückgegeben
 - geringer „Energieverlust“

Physik

Der Generator:

Aufbau Generator = Aufbau E-Motor
Im Generator

Spule	gegeneinander bewegt	Magnet
-------	----------------------	--------

⇒ bewirkt

Magnetfeldänderung

⇒ induziert

Wechselspannung

Der Transformator:

Der Wechselstrom im Primärkreis erzeugt ein magnetisches Wechselfeld. Wegen des Eisenkerns durchdringt das magn. Wechselfeld auch die Spule des Sekundärkreises und induziert eine Spannung bzw. Stromstärke.

I_p erzeugt > magn. Wechselfeld $\frac{\text{über}}{\text{Eisenkern}}$ > Induktion in Spule_s

Unbelasteter Trafo:

$$\frac{U_S}{U_P} = \frac{n_S}{n_P}$$

Belasteter Trafo:

$$\frac{I_S}{I_P} = \frac{n_P}{n_S}$$

$$\frac{U_S}{U_P} = \frac{I_P}{I_S}$$

Physik

Der Wirkungsgrad eines Trafos:

$$\eta = \frac{E_s}{E_p} = \frac{P_s}{P_p}$$

So kann man die „Energieverluste“ gering halten:

- Spulendrähte mit **kleinem Widerstand**
- **Wirbelströme** möglichst **klein** halten
 - geblätteter gegeneinander Isolierter Eisenkern
- Magnetische Streufelder vermeiden

Besondere Transformatoren:

Hochstromtrafo: $n_p > n_s$

Anwendungen: Elektroschweißen, Induktionsöfen

Hochspannungstrafos: $n_p < n_s$

Anwendungen: Zündfunke in Zündanlage Auto, Hochspannungsleitungen