

Grundlagen Physik für 10 II/III

Elektrizitätslehre

Allgemeines

Leiterkennlinien

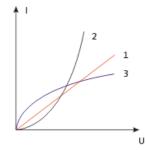
Leiter 1: Konstantan oder Metalldraht bei konstan-

ter Temperatur

Es gilt das Ohm'sche Gesetz: $I \sim U$

Leiter 2: Kohle, Graphit

Leiter 3: z. B. Eisen, Kupfer ungekühlt



elektr. Widerstand R abgeleitete Größe

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

Widerstandsgesetz

Der Widerstand eines Drahtes ist

- direkt proportional zu seiner Länge ($R \sim l$),
- indirekt proportional zu seiner Querschnittsfläche $\left(R \sim \frac{1}{A}\right)$,
- abhängig vom Material und
- abhängig von seiner Temperatur.

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A}$$

spezifischer Widerstand ρ abgeleitete Größe

$$\rho = \frac{R \cdot A}{l} \ \mbox{mit} \ \ [\rho] = 1 \, \frac{\Omega \cdot m m^2}{m}$$

Schaltungen



Konstante Größe: Stromstärke I

Konstante Größe: Spannung U

$$U_{ges} = U_1 + U_2 + \cdots$$

$$I_{ges} = I_1 + I_2 + \cdots$$

$$R_{ges} = R_1 + R_2 + \cdots$$

$$\frac{1}{R_{ges}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{U_1}{U_2}$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

Für beide Schaltungen gilt: $P_{ges} = P_1 + P_2 + \cdots$



Elektromagnetische Induktion

Generatorprinzip:

Bewegungsenergie wird in elektrische Energie umgewandelt.

Induktionsspannung

In einer Spule entsteht Induktionsspannung, wenn sich das von der Spule umfasste Magnetfeld zeitlich ändert.

Die Höhe der Induktionsspannung nimmt mit

- wachsender Windungszahl der Spule,
- größerer Magnetfeldstärkenänderung und
- der Geschwindigkeit der Änderung der Magnetfeldstärke zu.

Induktionsstrom

Bei geschlossenem Stromkreis fließt ein Induktionsstrom.

Die Lenz'sche Regel

Die elektromagnetische Induktion wirkt ihrer Entstehungsursache entgegen.

Lorentzkraft

Auf bewegte Ladungsträger wirkt im Magnetfeld die Lorentzkraft.

Linke-Hand-Regel für die Induktion

- Daumen in Bewegungsrichtung (Ursache),
- Zeigefinger in Magnetfeldrichtung von Nord nach Süd (Vermittlung),
- Mittelfinger zeigt in die Richtung der Lorentzkraft (Wirkung), die auf eine negative elektrische Ladung wirkt.

Die drei Finger der linken Hand stehen dabei jeweils senkrecht zueinander.

Wechselstromgeneratoren

Ein Generator wandelt mechanische in elektrische Energie um.

Bauarten	
Außenpol- generator:	Die Induktionsspule rotiert zwischen den Polschuhen eines Feldmagneten.
Innenpol- generator:	Der Feldmagnet bewegt sich zwischen den feststehenden Induktionsspulen
	Einsatz z. B. in Großkraftwerken, in denen hohe Leistungen erzielt werden, d. h. die Leistung P als Produkt der Spannung U und der Stromstärke I ist groß. Dies lässt sich beim Innenpolgenerator besser realisieren als beim Außenpolgenerator: • Da die Induktionsspulen nicht bewegt werden müssen, können diese eine hohe Windungszahl besitzen. → hohe Spannung möglich • Induktionsstrom fließt nicht wie beim Außenpolgenerator über Schleifbürsten → hohe Stromstärken möglich



Transformatoren

Der in der Primärspule fließende Wechselstrom erzeugt ein sich ständig änderndes Magnetfeld, das durch den geschlossenen Eisenkern verstärkt und auf die Sekundärspule übertragen wird. Hier wird eine Wechselspannung induziert.

Zweck		Anwendung
Hochspannung	Hohe Sekundärspannung wird erreicht durch hohe Sekundärwindungszahl und niedrige Primärwindungszahl.	Übertragung elektri- scher Energie über weite Strecken
Hochstrom	Hoher Induktionsstrom wird erreicht durch niedrige Sekundärwindungszahl, hohem Leiterquerschnitt und hoher Primärwindungszahl.	Schweißen, Induktionsöfen
Niederspannung	niedrige Sekundärspannung wird erreicht durch niedrige Sekundärwindungszahl, klei- nem Leiterquerschnitt und ho- her Primärwindungszahl.	Klingel, Spielzeugei- senbahn, NF-Audioteile

Der Wirkungsgrad eines Transformators ist kleiner als 100 %. Es gilt: $\eta = \frac{P_s}{P_p}$

Ursachen	Abhilfe
Zunahme der inneren Energie des Spulendrahts aufgrund des ohmschen Widerstands	 niedrige Windungszahl große Leiterquerschnittsfläche gut leitendes Material Kühlen der Spule, Supraleitung
Zunahme der inneren Energie des Weicheisenkerns durch Wirbelströme	Blättern des Weicheisenkerns
Streuung des Magnetfeldes	Verwendung eines Ringkern- oder Manteltransformators
Zunahme der inneren Energie des Weicheisenkerns durch ständige Ummagnetisierung	Verwendung spezieller Legierungen



Energieübertragung

In Überlandleitungen hat man stets einen unerwünschten Energiestrom, der die Leitungen und deren Umgebung erwärmt: $P_{\rm fern}=R_{\rm fern}\cdot I_{\rm fern}^2$

Um Energie über weite Strecken übertragen zu können, muss dieser Energiestrom möglichst gering gehalten werden. Dies kann erreicht werden durch:

- ullet Stromstärke $I_{\rm fern}$ verringern: indem man am Kraftwerk die Spannung hochtransformiert. (Für den Endabnehmer muss die Spannung wieder herabtransformiert werden.)
- ullet R_{fern} verringern durch die Verwendung von
 - o gut leitendem Material wie Kupfer oder Aluminium und
 - große Leiterquerschnittsflächen.
 (Nachteil: teuer und schwer)



Atom- und Kernphysik

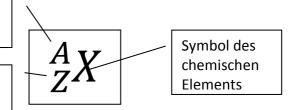
Grundlagen

Jeder Atomkern besteht aus Protonen (positiv geladen) und Neutronen (elektrisch neutral), die durch Kernkräfte (sehr starke Kräfte, Reichweite sehr gering - beschränkt auf Nachbarteilchen) zusammengehalten werden. In der Atomhülle befinden sich die Elektronen (negativ geladen).

Nuklidschreibweise

Nukleonenzahl (Protonenzahl) + Neutronenzahl)

Ordnungszahl (Kernladungszahl, Zahl der Protonen)



Isotope

... nennt man Nuklide mit gleicher Ordnungszahl (Zahl der Protonen), aber unterschiedlicher Neutronenzahl.

Radioaktive Strahlung

... kommt immer aus dem Kern, sie kann durch Geiger-Müller-Zähler, Nebelkammern und Fotoplatten nachgewiesen werden. Es gibt α -, β - und γ -Strahlung.

	α - Strahlung	β - Strahlung	γ - Strahlung
Art	Heliumkerne (zwei- fach positiv gela- den) ⁴ ₂ He	Elektronen (einfach negativ geladen), die aus dem Zerfall eines Neutrons stammen: ${}^1_0\mathbf{n} \to {}^1_1\mathbf{p} + {}^0_{-1}\mathbf{e}$	Elektromagnetische Strahlung eines angeregten Kerns nach einer α - oder β - Strahlung
Zerfallsgleichung (Bsp.)	$^{226}_{88}$ Ra $\rightarrow ^{222}_{86}$ Rn $+ ^{4}_{2}$ He	$^{137}_{55}\text{Cs} \rightarrow ^{137}_{56}\text{Ba} + ^{0}_{-1}\text{e}$	
Abschirmung	durch ein Blatt Papier	durch mind. 4 mm dicke Aluminium- platte	durch mind. 15 mm dicke Bleiplatte
Ablenkbarkeit durch elektrische oder magnetische Querfelder	ja, da positiv gela- den	ja, da negativ gela- den; Richtungs– bestimmung mit der UVW-Regel	nein, da keine Ladung vor- handen
lonisations– vermögen	sehr hoch	relativ gering	relativ gering
Reichweite in Luft	< 10 cm	< 1 m	> 1 m
Energie/Geschwin- digkeit	einheitlich bei ei- nem bestimmten Nuklid	unterschiedlich ver- teilt bis ca. 99% der Lichtgeschwindigkeit	Ausbreitung mit Lichtge- schwindigkeit

Grundlagen der Physik für Realschulen in Bayern

Halbwertszeit

Unter der Halbwertszeit T eines radioaktiven Isotops versteht man die Zeitspanne, nach der sich die Aktivität/Masse/Anzahl der ursprünglich vorhandenen radioaktiven Teilchen halbiert hat.

-	100		г.,	~	-
		-	10	-	-

Primärenergie Die Energie natürlich vorhandener Energiequellen (Holz, Kohle, Erdöl, Erdgas, Erd-

wärme, Sonne, Wind, Wasser) nennt man Primärenergie.

Sekundär- Die von Kraftwerken, Raffinerien, ...

1 I = 1 Ws

energie bereitgestellte Energie nennt man Sekundärenergie.

Endenergie Die Energie, die dem Endabnehmer (in der Regel Haushalte) zur Verfügung steht,

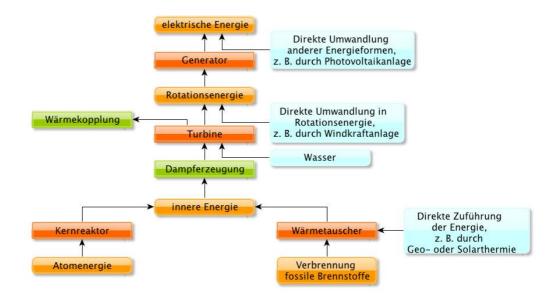
nennt man Endenergie.

Nutzenergie Die Energie, die man für einen gewünschten Zweck einsetzt, heißt Nutzenergie.

 $1.0 \text{ kWh} = 3.6 \cdot 10^6 \text{ J}$

Kraftwerk

Einheiten



 $1,000 \text{ J} = 2,778 \cdot 10^{-7} \text{ kWh}$

Kraftwerke zur Nutzung von ...

erneuerbarer (regenerativer) Energie	nicht erneuerbarer Energie
Wasser-, Wind-, Biomasse-,	Kohle-, Erdöl-,
Geothermiekraftwerk	Erdgaskraftwerk (fossile Brennstoffe)
Photovoltaikanlage, solarthermisches Kraftwerk	Kernkraftwerk (nukleare Brennstoffe)

Gesamtwirkungsgrad einer Anlage

 $\eta_{gesamt} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot ...$