

TECHNOLOGISCHE GRUNDLAGEN

◆ ELEKTROTECHNIK

◆ ELEKTRONIK

BAWI ELEKTROBERUFE GMBH

JOCHSTRASSE 15

CH-7000 CHUR

WWW.BASIS-WISSEN.CH

Erscheinungsjahr: 2018

Auflage: 3. Auflage / 2024

Erscheinungsort: Chur, Schweiz

ISBN 978-3-906874-27-2

ISBN 978-3-906874-27-2



Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ausserhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss durch Pascal Canova schriftlich genehmigt werden.

Der Autor hat jegliche Sorgfalt walten lassen, um korrekte Informationen / Daten / Bilder etc. im vorliegenden Lehrmittel zu publizieren. Für allfällige Fehler oder Unvollständigkeiten übernimmt der Autor weder eine Garantie noch juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung. Haftung für Links – Verweise und Links auf Webseiten Dritter liegen ausserhalb des Verantwortungsbereiches. Jegliche Verantwortung für solche Webseiten wird abgelehnt. Zugriff und Nutzung solcher Webseiten erfolgt auf eigene Gefahr der Nutzer.

Inhaltsverzeichnis

Elektrotechnik	
Einstieg	Seite
Gewinnung und Übertragung von Elektrizität	5 + 6
1 Basiswissen	Seite
Elektrische Symbole	
1.1 Elektrische Symbole (Schaltzeichen)	7
Einheitenvorsätze	
1.2 Vergrößernde und verkleinernde Einheitenvorsätze	8
Lösen von Aufgaben	
1.3 Lösen von Text- und Rechnungsaufgaben	9
Aufbau der Materie	
1.4 Aufbau der Materie	10
Ladungen und Ladungsträger	
1.5 Elektrische Ladungen und Ladungsträger	11
1.6 Gerichtete Bewegung von Ladungsträgern	11
Repetitionsfragen	12
2 Grundlagen	Seite
Elektrischer Stromkreis	
2.1 Der elektrische Stromkreis	13
Wichtige elektrische Grössen	
2.1.1 Wichtige elektrische Grössen	14 + 15
Spannungserzeugung	
2.2 Erzeugung einer elektrischen Spannung	16
Elektrische Spannung	
2.2.1 Elektrische Spannung	17
Elektrischer Strom	
2.3 Elektrischer Strom	18
2.3.1 Bewegungsrichtung der Elektronen in Metallen	18
2.3.2 Stromarten	18
Repetitionsfragen	19
Stromwirkung	
2.3.3 Wirkungen des elektrischen Stromes	20
Stromdichte	
2.3.4 Stromdichte	21
Leitwert und Widerstand	
2.4 Elektrischer Leitwert und Widerstand	22
2.4.1 Elektrischer Leitwert	22
2.4.2 Elektrischer Widerstand	22
Ohmsches Gesetz	
2.5 Ohmsches Gesetz	23

2 Grundlagen		Seite
Messen von U, I und R		
2.6 Messen der Spannung U, Stromstärke I und Widerstand R		24
Berechnen des Widerstandes (ρ)		
2.7 Berechnen des elektrischen Widerstandes		25
2.7.1 spez. Widerstand ρ (Rho)		25
Berechnen des Widerstandes (γ)		
2.7.2 spez. Leitfähigkeit γ (Gamma)		26
Berechnen des Widerstandes (α)		
2.7.3 Temperaturabhängigkeit des Widerstandes		27
2.7.3.1 Temperaturkoeffizient α (Alpha)		28
Elektrische Leistung		
2.8 Elektrische Leistung		29
2.8.1 Elektrische Leistung \rightarrow Wirkleistung		29
2.8.2 Elektrische Leistung \rightarrow Spannungsänderung Stromänderung		30
Elektrische Arbeit		
2.9 Elektrische Arbeit		31
2.9.1 Die elektrische Arbeit		31
Energie und Energieformen		
2.10 Energie		32
2.10.1 Energieformen und Umwandlungsmöglichkeiten		32
Repetitionsfragen		33
Elektrischer Energiebedarf		
2.10.2 Elektrischer Energiebedarf		34
Repetitionsfragen		35
Elektrischer Energiezähler		
2.11 Elektrischer Energiezähler / Elektrizitätszähler		36
2.11.1 Leistungsbestimmung mit dem elektrischen Energiezähler		36
Elektrische Energiekosten		
2.12 Elektrische Energiekosten		37
2.12.1 Elektrische Energiekosten \rightarrow Rechnung		37
Wirkungsgrad		
2.13 Wirkungsgrad		38
2.13.1 Einfacher Wirkungsgrad \Leftrightarrow Einzelwirkungsgrad		38
2.13.2 Gesamtwirkungsgrad		38

Inhaltsverzeichnis

Elektrotechnik

3 Grundsaltungen	Seite
Bezugspfeile	
3.1 Bezugspfeile	39
Reihenschaltung	
3.2 Reihenschaltung Serieschaltung	40
Vorwiderstand	
3.2.1 Vorwiderstand	41
Parallelschaltung	
3.3 Parallelschaltung	42
Zusammenfassung	
3.4 Zusammenfassung Reihen- und Parallelschaltung	43
Gemischte Schaltung	
3.5 Gemischte Schaltung	44
Spannungsteiler	
3.6 Unbelasteter und belasteter Spannungsteiler	45
3.6.1 Potentiometer	46
Brückenschaltung	
3.7 Brückenschaltung	47
Messschaltungen	
3.8 Messbereichserweiterung	48
3.9 Spannungs- und Stromfehlerschaltung	49
Spannungsfall	
3.10 Spannungsfall auf Leitungen	50
3.10.1 Grundsätzliches zum Spannungsfall	50
3.10.2 Reduzierung von Spannungs- und Energieverlusten	51

4 Elektrochemie	Seite
Primärelement	
4.1 Primärelement	52 + 53
Innenwiderstand	
4.2 Innenwiderstand von Spannungsquellen	54
4.2.1 Allgemeine Ersatzschaltung einer Spannungsquelle	54
Typen von Primärelementen	
4.3 Technische Daten von Primärelementen	55
4.3.1 Übersicht verschiedener Batterietypen	55 + 56
Sekundärelement	
4.4 Sekundärelement	57 + 58
Kapazität und Wirkungsgrad	
4.5 Kapazität	59
4.5.1 Wirkungsgrad	59

4 Elektrochemie	Seite
Reihen- / Parallelschaltung	
4.6 Schaltungsarten von Zellen und ganzen Batterien	60
4.6.1 Reihen- und Parallelschaltung	60
Gemischte Schaltung	
4.6.2 Gemischte Schaltung von Zellen und ganzen Batterien	61
Umgang mit Batterien	
4.7 Umgang mit Batterien und Warnhinweise	62

5 Elektrisches Feld	Seite
Entstehung und Wirkung	
5.1 Entstehung und Wirkung eines elektrischen Feldes	63 + 64
Kondensator	
5.2 Kondensator	65
Kapazität	
5.3 Kapazität von Kondensatoren	66
Kondensator – Kenngrößen	
5.4 Kenngrößen und Bauarten von Kondensatoren	67
Reihen- / Parallelschaltung	
5.5 Schaltungsarten von Kondensatoren	68
5.5.1 Reihen- und Parallelschaltung	68
Gemischte Schaltung	
5.6 Gemischte Schaltung	69
Laden an Gleichspannung	
5.7 Laden eines Kondensators an Gleichspannung	70
Entladen	
5.8 Entladen eines Kondensators	71
Laden und Entladen	
5.9 Laden und Entladen von Kondensatoren	72

6 Magnetisches Feld	Seite
Entstehung und Wirkung	
6.1 Entstehung und Wirkung eines magnetischen Feldes	73 + 74
Elektromagnetismus	
6.2 Entstehung eines magnetischen Feldes durch den elektrischen Strom	75 + 76
Feldstärke und Flussdichte	
6.3 Magnetische Feldstärke H	77
6.4 Magnetische Flussdichte B magnetische Induktion B	77

Inhaltsverzeichnis

Elektrotechnik	
6 Magnetisches Feld	Seite
Permeabilität	
6.5 Permeabilität μ	78
Hystereseschleife	
6.6 Hystereseschleife	79 + 80
Induktivität	
6.7 Induktivität	81
Induktion der Bewegung	
6.8 Spannungserzeugung durch Induktion der Bewegung \Rightarrow Generatorenprinzip	82 + 83
Induktion der Ruhe	
6.9 Spannungserzeugung durch Induktion der Ruhe \Rightarrow Transformatorenprinzip	84 + 85
Induktivität an DC	
6.10 Betrieb einer Induktivität an Gleichspannung	86
Magnetisches Feld \rightarrow Elektrisches Feld	
6.11 Verhalten einer Induktivität und Kapazität an Gleichspannung	87
Kraftwirkung	
6.12 Kraftwirkung auf stromdurchflossene Leiter im Magnetfeld \Rightarrow Motorenprinzip	88
6.12.1 Kraftwirkung zwischen stromdurchflossenen Leiter	89 + 90
Wirbelströme	
6.13 Wirbelströme	91

Elektronik	
7 Elektronik	Seite
Halbleitermaterial und pn – Übergang	
7.1 Halbleitermaterial	92
7.1.1 Kristallaufbau von Silizium	92
7.1.2 pn – Übergang	92 + 93
Halbleiterwiderstände	
7.2 Halbleiterwiderstände	94
7.2.1 Zusammenfassung Halbleiterwiderstände	95
Diode \rightarrow Aufbau und Wirkungsweise	
7.3 Diode	96
7.3.1 Kennlinie	96
Diode \rightarrow Übungsaufgaben	
Diode \rightarrow Übungsaufgaben	97 + 98

7 Elektronik		Seite
Z – Diode \rightarrow Aufbau und Wirkungsweise		
7.4 Z – Diode		99
7.4.1 Kennlinie		99
Z – Diode \rightarrow Übungsaufgaben		
Z – Diode \rightarrow Übungsaufgaben		100
Gleichrichter \rightarrow Aufbau und Spannungsformen		
7.5 Gleichrichter		101
Gleichrichter \rightarrow Übungsaufgaben		
Gleichrichter \rightarrow Übungsaufgaben		102
Transistor \rightarrow Aufbau und Wirkungsweise		
7.6 Transistor		103
Transistor \rightarrow Übungsaufgaben		
Transistor \rightarrow Übungsaufgaben		104 + 105
Thyristor \rightarrow Wirkungsweise		
7.7 Thyristor		106
7.7.1 Thyristor im Wechselstromkreis		106
7.7.2 Thyristor im Gleichstromkreis		106
Thyristor \rightarrow Übungsaufgaben		
Thyristor \rightarrow Übungsaufgaben		107
Triac und Diac \rightarrow Wirkungsweise und Anwendung		
7.8 Triac		108
7.9 Diac		108
7.10 Phasenanschnittdimmer		108
Triac und Diac \rightarrow Übungsaufgaben		
Triac und Diac \rightarrow Übungsaufgaben		109
Zusammenfassung elektronische Bauteile		
7.11 Zusammenfassung elektronische Bauteile		110



[Lernvideo](#)
[Formelumstellung](#)
[Formelherleitung](#)
[Zusatzbeispiel](#)

Sämtliche Videos finden Sie auf der Homepage www.basis-wissen.ch unter der passenden Rubrik.

\Rightarrow LERNZIELE

Die Lernziele zu den einzelnen Kapiteln finden Sie unter www.basis-wissen.ch.

Die Unterlagen dienen den Lernenden als Lernzielübersicht, Überprüfung der eigenen Lernzielerreichung, Sommerrepetition und zugleich als Vorbereitungsdocument für die Abschlussprüfung.

2.7 Berechnen des elektrischen Widerstandes



Lernvideo

MERKE: Die Grösse eines elektrischen Leiterwiderstandes ist massgebend von der Leiterlänge, Leiterfläche und vom verwendeten Leitermaterial abhängig.

2.7.1 spez. Widerstand ρ (Rho)

Länge

z.B. $l = 10m \Rightarrow 17.5m\Omega$
 $l = 100m \Rightarrow 175m\Omega$

Mit zunehmender Leiterlänge prallen die freien Elektronen vermehrt auf das Ionengitter, was einer Widerstandszunahme gleich kommt.

Leiterquerschnitt

z.B. $A = 10mm^2 \Rightarrow 50m\Omega$
 $A = 50mm^2 \Rightarrow 10m\Omega$

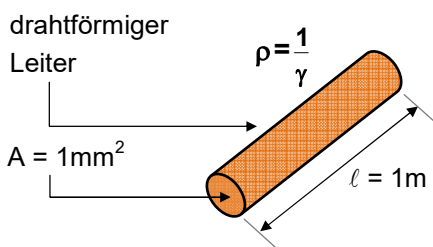
Mit zunehmendem Leiterquerschnitt prallen die freien Elektronen weniger auf das Ionengitter, was einer Widerstandsabnahme gleich kommt.

Leitermaterial

z.B. $Cu \rightarrow \rho = 0.0175 \frac{\Omega mm^2}{m}$
 $Al \rightarrow \rho = 0.03 \frac{\Omega mm^2}{m}$

Die Anzahl freier Ladungsträger und Beweglichkeit ist vom Leitermaterial abhängig. Jedes Material besitzt eine eigene Materialkonstante.

⇒ **Beste(r) metallischer Leiter = Silber**



Temperatur **+20°C**

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



$$R = \frac{\rho \cdot l \cdot 2}{A}$$

- R = Widerstand in Ω
- ρ = spez. Widerstand in $\Omega mm^2/m$
- l = Länge in m (Drahtlänge)
- A = Querschnitt (Fläche) in mm^2

Länge l **mal 2** wegen Hin- und Rückleiter!

Zusatzbeispiel

MERKE: Der spezifische Widerstand ρ (Rho) ist der Widerstandswert eines Leiters von 1m Länge und $1mm^2$ Querschnitt bei einer Temperatur von 20°C.

Beispiel 1	Beispiel 2
<p>Wie gross ist der Widerstand eines $2.5mm^2$ Aluminiumdrahtes von 36m Länge?</p> <p>Geg.: $A = 2.5mm^2, l = 36m,$ $\rho = 0.03\Omega mm^2/m$</p> <p>Ges.: R</p> $R = \frac{\rho \cdot l}{A} = \frac{0.03 \frac{\Omega mm^2}{m} \cdot 36m}{2.5mm^2} = 0.432\Omega$	<p>L und N einer $4mm^2$ Kupferleitung werden am Anfang zusammengeklemmt. Am Ende misst man mit einem Ohmmeter 0.5Ω. Wie lange ist die Leitung?</p> <p>Geg.: $A = 4mm^2, R = 0.5\Omega,$ $\rho = 0.0175\Omega mm^2/m$</p> <p>Ges.: l</p> $l = \frac{R \cdot A}{\rho \cdot 2} = \frac{0.5\Omega \cdot 4mm^2}{0.0175 \frac{\Omega mm^2}{m} \cdot 2} = 57.14m$

6.1 Auftrag ⇒ Beantworten Sie nachfolgende Fragen zum Thema Entstehung und Wirkung magn. Felder.

1. Sie schneiden einen Dauermagneten auseinander. Wie viele Nord- und Südpole erhalten Sie?

Zwei Nord- und zwei Südpole.

2. Welche Merkmale besitzen magnetische Feldlinien?

◆ Sind geschlossene Linien, ohne Anfang und Ende.

◆ Treten beim Nordpol aus und beim Südpol ein.

◆ Je dichter die Feldlinien, desto stärker die Kraftwirkung.

◆ Sie schneiden sich nicht.

3. Welche Kraftwirkung übt ein magnetisches Feld auf gleichnamige und ungleichnamige Pole aus?

gleichnamige Pole (Nord – Nord oder Süd – Süd) = Abstossung

ungleichnamige Pole (Nord – Süd) = Anziehung

4. Welche Eigenschaft besitzt ein ferromagnetischer Stoff und wie kann man sich das vorstellen?

Er verstärkt ein von aussen wirkendes Magnetfeld, indem die in sich befindenden Elementarmagnete ausgerichtet werden.

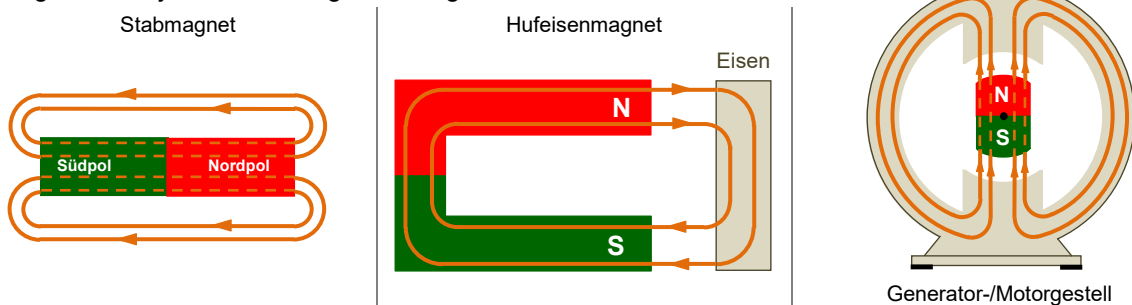
5. Wie kann ein Eisenstab magnetisiert werden?

Bestreichen mit einem starken Dauermagneten oder einem starken Elektromagneten (stromdurchflossene Spule).

6. Wie kann der Eisenstab aus Aufgabe 5 wieder entmagnetisiert werden?

Erschütterungen (z.B. starke Schläge), Bestreichen mit einer stromdurchflossenen Spule (HF), Erwärmen auf die spez. Curie – Temperatur

7. Tragen Sie in jede Zeichnung mit oranger Farbe mehrere Feldlinien ein.



8. An welcher Stelle hat der Stabmagnet aus Aufgabe 7 die grösste magnetische Kraftwirkung?

Die magnetische Kraftwirkung nimmt von der Mitte des Stabmagneten in Richtung zu den Polen hin zu und erreicht am Rande des Nord- und Südpols die maximale Kraftwirkung.

6.2 Auftrag ⇒ Schreiben Sie die nachfolgenden Fachbegriffe in englischer Sprache.

magn. Feld	magnetic field	Hufeisenmagnet	horseshoe magnet
Nordpol	North Pole	Elementarmagnete	elementary magnets
Südpol	South Pole		
Stabmagnet	bar magnet		

