



Klasse:.....

Lehrer:.....

Technologie 1

Lehrgang:.....

Technologie 1

Technologie 1

Regenfelder

Lehrmittel: Elektrotechnik (Jugend und Volk)

Fachkunde 1 (FK1 2019)

Grundlagen mit Angewandte Mathematik (GAM)

Inhalt

1. Der elektrische Widerstand (GAM 22, FK1 110).....	4
1.1 Allgemeines zu Widerständen.....	4
1.2 Bauformen von Widerständen (FK1 110).....	5
1.2.1 Festwiderstände (FK1 110).....	5
1.2.2 Mechanisch veränderbare Widerstände (FK1 111).....	6
1.2.3 Veränderliche Widerstände (FK1 112).....	6
1.3 Kenngrößen von Widerständen:	7
1.3.1 Nennbelastung.....	7
1.3.2 Normenreihen (FK1 111).....	7
1.3.3 Farbcode:	7
2. Temperaturabhängige Widerstände PTC und NTC.....	9
3. Elektromagnetische Schalter	10
3.1 Haupt und Steuerstromkreis	10
3.2 Relais	10
3.2.1 Schaltzeichen	11
3.3 Schütz	12
3.3.1 Kontaktbezeichnung bei Schützen	12
3.4 Selbsthaltung.....	14
3.4.1 Betriebsmittelkennzeichnung (BMK)	14
4. Kondensatoren	15
4.1 Funktion eines Kondensators	16
4.2 Anwendungsgebiete eines Kondensators	16
4.3 Bauformen und Kenngrößen von Kondensatoren	17
4.3.1 Kenngrößen:.....	17
4.4 Bauformen:	17
5. Halbleiter	18
5.1 Halbleiterwerkstoffe	18

5.2 Dotieren	18
5.3 P-N Übergang	19
6. Die Diode	20
6.1 Dioden Kennlinie	21
6.2 Zener-Diode.....	22
7. Halbleiterwiderstände FKB S 112	23
7.1 Spannungsabhängige Widerstände (Varistor).....	23
7.2 Lichtabhängige Widerstände.....	23
7.3 Dehnungsabhängige Widerstände	24
8. Energietechnik.....	25
8.1 Übersicht Erzeugung elektrischer Energie.....	25
Kraftwerksarten zur Stromerzeugung.....	25
8.2 Wärmekraftwerke (Kohle-, Atom-, & Erdgaskraftwerke).....	28
Funktionsprinzip Wärmekraftwerke	28
8.3 Wasserkraftwerke (Lauf-, Speicher-, Pump-, & Gezeitenkraftwerke)	29
Unterschiede Wasserkraftwerke	29
PV-Anlagen.....	30

1. Der elektrische Widerstand (GAM 22, FK1 126)

1.1 Allgemeines zu Widerständen

Widerstand = **R** (resistor) Schaltzeichen: 

Bauteil welches dem Strom einen Widerstand entgegenbringt.

Widerstände werden in folgende **Kategorien** eingeteilt:

- **Festwiderstände** (Widerstände die ihren Wert nicht ändern)
- **Mechanisch veränderbare Widerstände** (deren Wert kann mechanisch, manuell verändert werden)
- **Physikalisch veränderliche Widerstände** (die Widerstandsänderung erfolgt automatisch durch Änderung einer physikalischen Größe wie z.B. Druck, Temperatur, Spannung, Licht, usw.)

Gewünschte Eigenschaften

- Hoher Schmelzpunkt
- Gute Korrosion- und Zunderbeständigkeit
- Kleiner Temperaturkoeffizient

1.2 Bauformen von Widerständen (FK1 126)

Widerstände teilt man nach der **Bauart** ein.

Zusätzlich unterscheidet man **lineare** und **nichtlineare** Widerstände.

1.2.1 Festwiderstände (FK1 126)

Festwiderstände haben genormte Bemessungswerte mit einer zulässigen Toleranz.

Drahtwiderstände

Hier wird ein lackierter oder oxidierter Widerstandsdraht auf ein Keramikrohr gewickelt. Zum Schutz werden Sie **lackiert**, **glasiert**, mit **Keramik überzogen** oder **zementiert**.

Sie sind **bifilar** (unmagnetisch/ hin und zurück) gewickelt.

Verwendung:

Für große Leistungen z.B. Anlasswiderstände von Motoren

Schichtwiderstände

Schichtwiderstände enthalten als Widerstandswerkstoff eine dünne Schicht aus **kristalliner Kohle**, einem **Edelmetall** oder einem **Metalloxid** auf einem Körper (z.B. Keramik) aufgebracht.

Kohleschichtwiderstände

Die **Dicke** der Hartkohleschicht bestimmt den Widerstandswert, der bis zu $10\text{M}\Omega$ betragen kann.

Vorteile:

- Günstig, geringe Abmessungen, gute Hochfrequenzeigenschaften

Nachteil:

- Große Widerstandswertabnahme bei großen Temperaturen

Verwendung:

- Meist verwendeter Widerstand in der Elektronik

Metallschichtwiderstände

Als Schicht wird hier ein Edelmetall oder eine Metallverbindung verwendet.

Vorteile:

- Hohe Belastbarkeit, bis 250°C einsetzbar, gute Hochfrequenzeigenschaften

Nachteil:

- Teuer

Verwendung:

- In Messgeräten

1.2.2 Mechanisch veränderbare Widerstände (FK1 127)

Sind **Widerstände**, deren Wert durch entsprechende manuelle Einstellung verändert wird.

Stellwiderstände

Werden einmal eingestellt und verbleiben in dieser Position, z.B.: Trimpotentiometer (FK 1 Bild Seite 126).

Potentiometer

Dienen einer regelmäßigen Änderung des Widerstandes durch Drehen oder Schieben, z.B.: Lautstärke Regler beim Radio (FK 1 Bild Seite 126).

1.2.3 Veränderliche Widerstände (FK1 127)

- Temperaturabhängige Widerstände (PTC, NTC)
- Spannungsabhängige Widerstände (Varistor oder VDR, Voltage Dependent Resistor)
- Magnetfeldabhängige Widerstände (Feldplatte oder MDR, Magnetic Dependent Resistor)
- Lichtabhängiger Widerstand (Fotowiderstand oder LDR, Light Dependent Resistor)
- Druckabhängiger Widerstand (Dehnungsmessstreifen, Druckwächter)

1.3 Kenngrößen von Widerständen:

Für Widerstände ist zu dem **Widerstandswert** mit **Toleranz** auch die **Verlustleistung** in Watt eine wichtige Größe, da beim Stromfluss der Widerstand warm wird.

1.3.1 Nennbelastung

Widerstände sind nicht beliebig belastbar. Die Belastbarkeit hängt davon ab, wie gut die **Stromwärme** an die Umgebung abgegeben werden kann. Umso größer die **Baugröße** des Widerstandes, umso größer die Belastbarkeit (Leistung) in Watt.

1.3.2 Normenreihen (FK1 127 Tab. 3.1)

Diese **Normreihen** können jeden Zwischenwert abdecken. Die Reihen geben an wie viele Widerstandswerte **je Dekade** (1-10) vorhanden sind.

Widerstandswerte und **Fertigungstoleranzen** werden durch **Zahlen** oder **Farbringe** am Widerstand gekennzeichnet.

Widerstände bis zur Normreihe E48 haben 4 Farbringe.

- E6 ($\pm 20\%$)
- E12 ($\pm 10\%$)
- E24 ($\pm 5\%$)
- E48 ($\pm 2\%$)
- E96 ($\pm 1\%$)
- E192 ($\pm 0,5\%$)

Die Normreihe E12 hat zwölf Widerstandswerte pro Dekade (10er-Teilung). Die Abfolge ist immer im selben Verhältnis = vorhergehender Wert *k ($k = \sqrt[6]{10} = 1,47, \sqrt[12]{10} = 1,21$).

Die Normreihen sind so festgelegt, dass sich die Toleranzfelder der einzelnen Werte berühren oder überschneiden.

1.3.3 Farbcode:

Widerstände in runder Bauform für Elektronische Schaltungen werden oder können oft nicht mit Ziffern bedruckt werden. Um ihre Werte zu kennzeichnen, werden Farbcodierungen verwendet.

Farbcodierung selbst ausarbeiten!!! FK1 126, GAM 21

Ringfarbe	1.Ring	2.Ring	3.Ring Multiplikator	4.Ring (Toleranz)
Schwarz	0	0	x1	-
Braun	1	1	x10	1%
Rot	2	2	x100	2%
Orange	3	3	x1000	-
Gelb	4	4	x10000	-
Grün	5	5	x100000	0,5%
Blau	6	6	x1000000	0,25%
Violett	7	7	x10000000	0,1%
Grau	8	8	-	-
Weiß	9	9	-	-
Gold	-	-	x0,1	5%
Silber	-	-	x0,01	10%

Alphanummerische Beschriftung:

Zur kompakten Alphanummerischen Beschriftung kann der Buchstabe „R“ als Dezimaltrennzeichen verwendet werden.

$$10R = 10\Omega$$

$$1R5 = 1,5\Omega$$

$$R005 = 0,005\Omega = 5m\Omega$$

Auf die gleiche Weise können auch Vorsätze (SI-Präfixe) als Trennzeichen verwendet werden.

$$10k = 10k\Omega$$

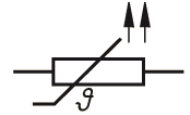
$$1M5 = 1,5M\Omega$$

2. Temperaturabhängige Widerstände PTC und NTC

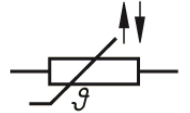
Fachkunde 1 Seite 128 oder GAM Seite 46

Ändert sich an einem **Widerstand** oder **Leiter** die **Temperatur** so **kann** er seinen **Wert verändern**. Ausgedrückt wird dies im **Temperaturbeiwert α** (Alpha in $1/K = \text{Kelvin}$), der auch **Temperaturkoeffizient** genannt wird.

Kaltleiter leiten im **kalten** Zustand **besser**. α ist **positiv** ($+\alpha$)
PTC = Positiver Temperaturkoeffizient



Heißleiter leiten im **heißen** Zustand **besser**. α ist **negativ** ($-\alpha$)
NTC = Negativer Temperaturkoeffizient



Der Temperaturbeiwert α gibt an, um wie viel Ohm der **Widerstand** von **1 Ω** bei **1K** (Kelvin) **Temperaturveränderung größer** oder **kleiner** wird.

Kennlinie siehe Buch Seite 128 und GAM Seite 47

Formeln:

$$R_{\vartheta} = R_{20} + \Delta R$$

$$\Delta R = R_{20} * \alpha * \Delta \vartheta$$

$$\Delta \vartheta = \vartheta_2 - \vartheta_1$$



$$R_{\vartheta} = R_{20} * (1 + \alpha * \Delta \vartheta)$$

Legende mit Einheiten:

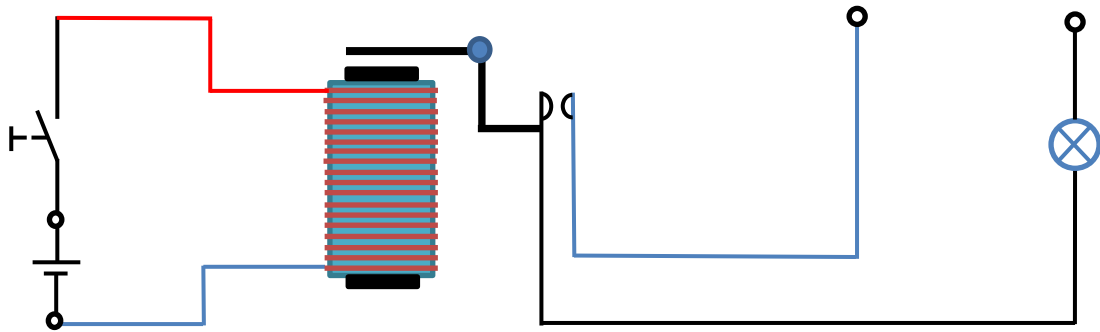
- α Temperaturbeiwert [$1/K$] („Alpha“)
- $\Delta \vartheta$ Temperaturänderung [K] („Delta Theta“)
- ϑ_1 Anfangstemperatur [$^{\circ}C$]
- ϑ_2 Endtemperatur [$^{\circ}C$]
- ΔR Widerstandsänderung [Ω]
- R_{20} Widerstand bei Temperatur ϑ_1 [Ω]
- R_{ϑ} Widerstand bei Temperatur ϑ_2 [Ω]

Temperaturbeiwert:

- Kupfer: 0,00393 $1/K$
- Aluminium: 0,00377 $1/K$
- Kohle: -0,0008 $1/K$

3. Elektromagnetische Schalter FK1 S164, FK2 S142

3.1 Haupt und Steuerstromkreis FK1 S164



Ordne zu: Steuerstromkreis, Laststromkreis, Spule, Anker, Arbeitskontakte, Taster, 24V und 230V

Quelle: https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Relais_Animation.gif von Stefan Riepl (bewegtes Bild) oder <http://www.bayern-online.com/v2261/artikel.cfm/203/Relais-mit-Animation.html> Bayernonline.com

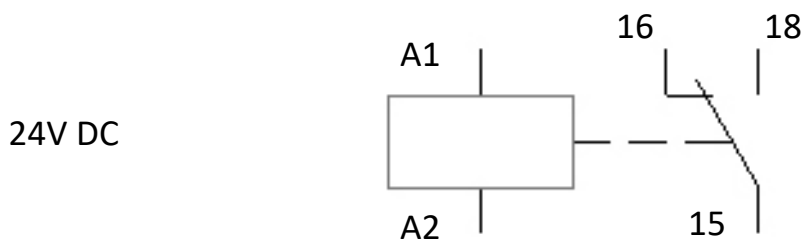
Ein kleiner Steuerstrom (Steuerstromkreis/z.B: 24V DC) kann einen großen Laststrom (Haupt- oder Laststromkreis/z.B: 400V AC) schalten.

Bei den +UC Eingängen (A1 und A2) kann eine Universal-Steuerspannung (Universal Current = UC) 8 bis 253 V AC 50-60 Hz und 10 bis 230 V DC verwendet werden.

3.2 Relais

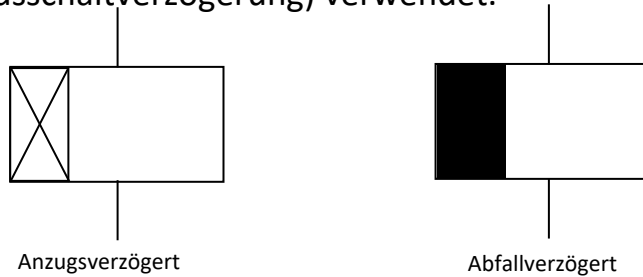
FK 1 Seite 164

Relais können meistens nur eine **geringe Leistung** schalten (max. 250V 16A). Sie werden sowohl für Gleich- als auch für Wechselstrom erzeugt.



3.2.1 Zeitrelais FK1 S164, FK2 S142

Diese sind zeitgeführte elektromagnetische Schalter. Hauptsächlich wird die Ansprechverzögerung (Einschaltverzögerung) oder die Rückfallverzögerung (Ausschaltverzögerung) verwendet.



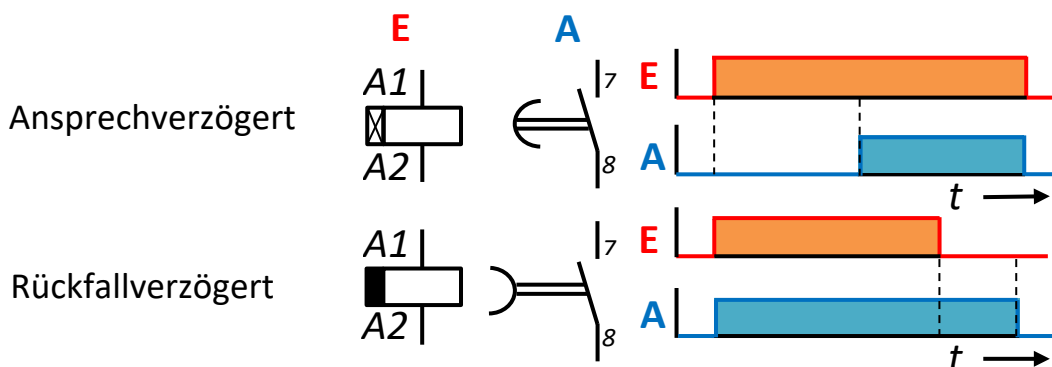
Zu den Anschlüssen A1 und A2 kann bei Zeitrelais auch der Anschluss B1 vorhanden sein.

Damit das Relais immer unter Spannung bleibt (vor allem bei elektronischen oder ausschaltverzögerten Relais), wird über B1 der Steuerkontakt angeschlossen.

3.2.2 Weg Zeitdiagramm FK1 S164

Schaltzeichen und Zeitlaufdiagramme von Zeitrelais:

Abb. 3.85



3.3 Schütz

FK 1Seite 164 , Seyr-Rösch 142

Ein Schütz ist ein elektromagnetisch betätigter Schalter mit mehreren Schaltkontakten, welche als **Hauptkontakte** oder **Hilfskontakte** ausgeführt sind.

Aufbau von Schützen: Aufbau

- **Steuerspule**
- **Hauptkontakte:** Diese dienen zum Ansteuern von Verbrauchern und sind für hohe Ströme ausgelegt (bis zu mehreren 100A, Lichtbogen-Löscheinrichtung).
- **Steuerkontakte:** Diese erfüllen lediglich Steueraufgaben und sind für geringe Ströme ausgelegt.

Leistungsschütze: haben meist drei Hauptkontakte und können zusätzlich Steuerkontakte haben.

Hilfsschütze: verwendet man vor allem für Steuer- und Regelungsaufgaben.

<https://der-elektriker.org/schuetz-funktionsaufbau/> <http://elektricks.com/schuetz-relais/>

3.3.1 Kontaktbezeichnung bei Schützen

Seyr-Rösch 142-143

Hauptkontakte:

Diese sind für hohe Ströme (bis mehrere 100A geeignet)

Kontaktnumerierung:

	1-2
	3-4
	5-6

Hilfs- bzw. Steuerkontakte:

Diese sind lediglich für geringe Stromstärken und sollen nur zum Schalten von Steuergliedern (Schütz, Relais, Zeitrelais, Sensoren usw.) verwendet werden.

Kontaktnumerierung:

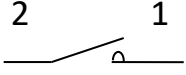
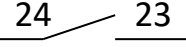
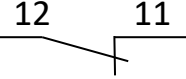
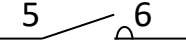


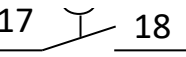
Die erste Ziffer (Zehnerstelle) gibt die Position des Kontaktes an (Ordnungsziffer)

Die zweite Ziffer (Einerstelle) gibt Auskunft über die Art des Schaltelements.

		Sonderfunktion
Öffner (NC)	1-2	5-6
Schließer (NO)	3-4	7-8
Wechsler	1-2-4	5-6-8
	1 Anschluss, 2 Öffner und 4 Schließer	5 Anschluss, 6 Öffner und 8 Schließer

NC... normally closed NO normally open

Siehe Abbildung 1 Seyr-Rösch Seite 142

Schaltzeichen	Type (Hauptstromkreis oder Steuerstromkreis)	Funktion des Schaltzeichens
		
		
		
		
		
		
		

3.4 Selbsthaltung

Elektrotechnik Fachkunde 1 Seite 167 Abb. 3.121 (Fachkunde 2 Seite 146)

<https://de.wikipedia.org/wiki/Selbsthaltefunktion#/media/Datei:Selbsthaltung.gif>

3.4.1 Betriebsmittelkennzeichnung (BMK)

Elektrotechnik Fachkunde 2 Seite 144

<https://www.iff.fraunhofer.de/content/dam/iff/de/dokumente/DokumenteVE/whitepaper-adler-web.pdf>

E, F, K,P, Q, R, S, X

Das Ziel ist eine eindeutige Kennzeichnung von Anlagenbauteilen und das schnelle Auffinden über einen Anlagenlebenszyklus.

Anlagenbezeichnung:

Symbol	Bedeutung
=	Anlage
+	Ort
-	Betriebsmittel
.	Funktion
:	Anschluss

Symbol	Bedeutung
=B01	Anlage B01 Halle 1
. D03	Unterbaugruppe D03 Lüftung 3
+A13	Schaltschrank A13
-F01	Sicherung F01

Oftmals werden bei großen Anlagen Barcodes oder QR (Quick Response)-Codes verwendet.

Die Nummerierung der Betriebsmittel obliegt dem Ersteller und ist am ersten Blatt eines Stromlaufplans meist näher erklärt.

Zum Beispiel :

-S1243.1 = Schalter 1 auf Seite 124 Pfad 3

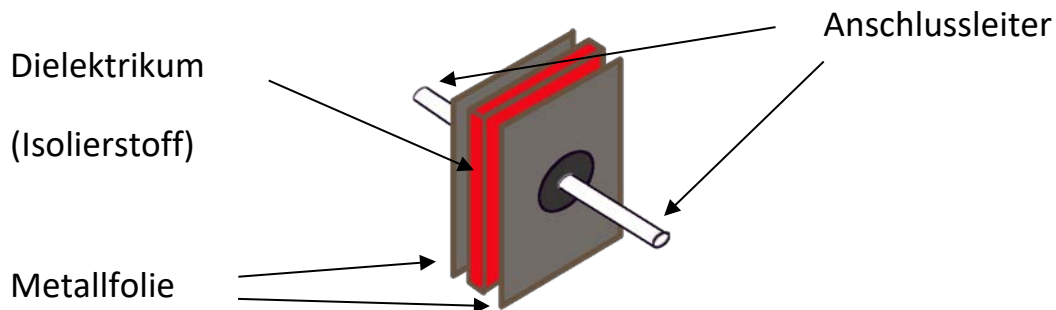
-F162.1 =

4. Kondensatoren

Aufbau des Kondensators

Elektrotechnik S. 112

Ein Kondensator ist ein passives elektrisches Bauelement mit der Fähigkeit, **elektrische Ladung** und somit Energie zu **speichern**. Die Fähigkeit Ladung zu speichern wird als Kapazität bezeichnet und in der Einheit Farad gemessen.



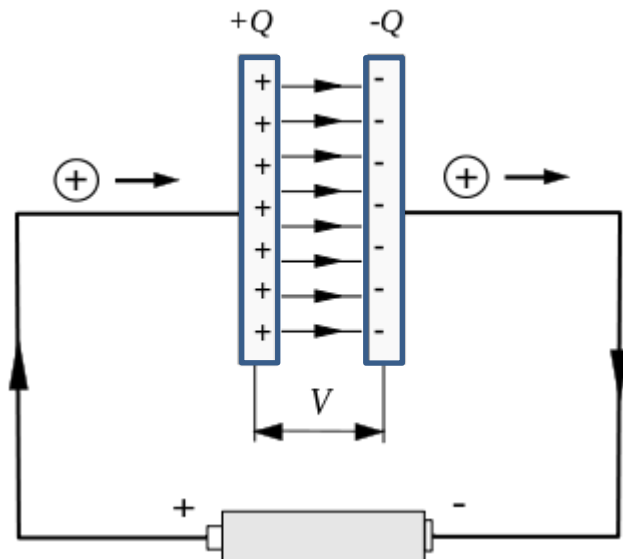
Siehe Elektrotechnik GAM Seite 112 Abb. 1

Die Technische Ausführung von Kondensatoren besteht aus zwei elektrisch leitenden Flächen in geringem Abstand. Dazwischen befindet sich immer ein Bereich mit **isolierenden** Eigenschaften, dem **Dielektrikum** (kann auch Luft sein).

4.1 Funktion eines Kondensators

Ein elektrischer Stromfluss durch den Kondensator hindurch lädt eine der Platten positiv die andere negativ auf.

Anders ausgedrückt: **Die auf den Elektroden gebildete Ladung wird vom Kondensator GESPEICHERT!**



Ist der Kondensator voll aufgeladen, sperrt er den Gleichstrom!

4.2 Anwendungsgebiete eines Kondensators

Fachkunde Elektrotechnik 1 S.114

- Glättung von Gleichspannung (Schaltnetzteilen, Gleichrichterschaltungen)
- Filteranwendungen
 - Herausfiltern von Frequenzen (z.B. Musik – Hochpass, Tiefpass)
 - Netzfilter
- Kompensation (Blindleistung von Induktivitäten werden ausgeglichen)
- Energiespeicher
- Informationsspeicher (DRAM, EPROM, SSD..)

4.3 Bauformen und Kenngrößen von Kondensatoren

4.3.1 Kenngrößen:

Nennkapazität: Diese gibt die Kapazität des Kondensators an. Die Stufung der Kondensatoren erfolgt wie die von Widerständen nach der E-Reihe.

Beispiele:

p39 = 0,39 pF; 3n9 = 3,9 nF; 0,39 = 0,39 μ F; 2200 μ = 2200 μ F

Bemessungsspannung: dies ist die maximale Spannung, die dauernd an dem Kondensator anliegen darf. Sie kann als Gleich- oder Effektivwert einer sinusförmigen Wechselspannung angegeben sein und gilt bei 40 Grad.

Toleranz: diese gibt die Abweichung von der Nennkapazität an
mögliche Angaben:

- Direkt: $\pm 5\%$
- Indirekt: durch Kennbuchstaben: z.B. M= $\pm 20\%$; K= $\pm 10\%$;
J= $\pm 5\%$

4.4 Bauformen:

- Ungepolte Kondensatoren (für AC u. DC geeignet)
 - Kunststofffolien-Kondensatoren (K)
 - Metallisierte Kunststofffolien-Kondensatoren (MK)
 - Metallpapierkondensatoren (MP)
 - Keramik-Kondensatoren
- Gepolte Kondensatoren (nur für DC geeignet)
 - Aluminium-Elektrolytkondensatoren
 - Tantalkondensatoren
 - Chip-Kondensatoren

5. Halbleiter

Fachkunde Elektrotechnik 1 Seite 115

5.1 Halbleiterwerkstoffe

Halbleiterwerkstoffe werden fast ausschließlich aus den Grundstoffen Silizium und Germanium oder chemischen Verbindungen hergestellt.

Anforderungen an Halbleiter:

Halbleiter müssen außerordentlich rein sein!

Eigenschaften:

Bei sehr tiefen Temperaturen sind die Halbleiterwerkstoffe Nichtleiter!

5.2 Dotieren

Durch **Hinzufügen von Fremdatomen** (z.B. Phosphor, Arsen o. Aluminium) erfolgt eine **Verunreinigung (Dotierung)** der „reinen Halbleiterwerkstoffe“. Ihre Leitfähigkeit steigt dadurch um ein Vielfaches (Info: 1 Bor-Atom auf 10^5 Siliziumatome Si \rightarrow 1000fache).

Merke: Dotierung: Gezieltes Einbringen von Fremdatomen.

N-Leiter (negativ geladen)

Si (Silizium) wird mit einem **5-wertigem Fremdatom** (z.B. Arsen, Phosphor) verunreinigt, dotiert, **Elektronenüberschuss**.

Dadurch wird das 5. Valenzelektron zu einem **freien „Leitungselektron“**. Dieses Si-Kristall wird N-Leiter genannt

P-Leiter (positiv geladen)

Si wird mit **3-wertigem Fremdatomen** (z.B. Indium, Aluminium) dotiert. Dadurch entsteht ein **Elektronenmangel** (Defektelektron). Das Si-Kristall wird zum P-Leiter.

5.3 P-N Übergang

Wenn man einen **P-dotierten Halbleiter** und einen **N-dotierten Halbleiter** miteinander verbindet, dann entsteht ein so genannter **P-N Übergang**. An der Grenzfläche tauschen die Elektronen aus dem N-Halbleiter mit den Löchern aus dem P-Halbleiter Platz.

Diesen Bereich am P-N Übergang nennt man **Sperrschicht** (neutrale Zone).

Siehe Elektrotechnik Fachkunde 1 Seite 131 Abb. 2



6. Die Diode

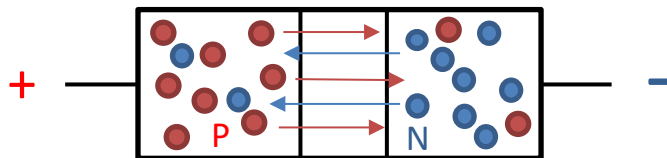
Elektrotechnik Fachkunde 1 Seite 132

Eine **Diode** ist nichts anderes als **ein P-N Übergang**.

6.1 Diode an Spannung

Siehe Fachkundebuch ET 1 Seite 132 Abb. 1

Durchlassrichtung:



Betrieibt man die Diode in Durchlassrichtung (Plus an die Anode=P-Seite, Minus an die Kathode =N-Seite) so überwindet die anliegende Spannung die Sperrschicht.

Sperrrichtung



Schließt man die Diode allerdings in Sperrrichtung an (Minus an Anode und Plus an Kathode), so 'zieht' die anliegende Spannung die Sperrschicht nur noch weiter auseinander

6.2 Dioden Kennlinie

Siehe Elektrotechnik Fachkunde 1 Seite 132 Abb. 5

Ab einer gewissen Spannung U_F Durchlassspannung (Schwellenspannung, Schleusenspannung) wird die Sperrschicht einer Diode abgebaut und der Durchlassstrom steigt stark an.

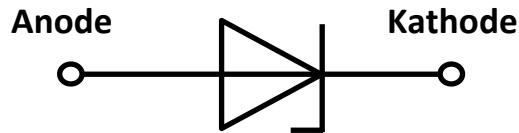
Werte der Schwellenspannung:

Germanium	$\sim 0,3V$
Silizium	$\sim 0,7V$

Bei der Überschreitung einer gewissen U_R Sperrspannung (Durchbruchspannung) steigt der Sperrstrom so stark an, dass eine Diode zerstört werden kann.

6.3 Zener-Diode

Siehe Elektrotechnik Fachkunde 1 Seite 133



Die Zenerdiode verhält sich in Durchlassrichtung wie eine normale Diode, wird sie in Sperrrichtung betrieben, wird sie ab einer gewissen Spannung, der sogenannten Sperrspannung oder Durchbruchspannung, **niederohmig**.

Unabhängig vom Stromfluss ist der Spannungsabfall fast immer gleich groß.

Anwendungen der Zenerdiode:

zur Spannungsbegrenzung

zum Überlastschutz

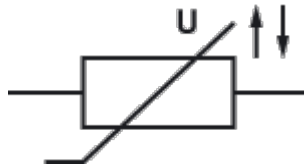
zur Spannungsstabilisierung

7. Halbleiterwiderstände FKB S 112

Siehe auch Kapitel 1.2.3 Veränderliche Widerstände

7.1 Spannungsabhängige Widerstände (Varistor)

Schaltzeichen



Varistoren sind spannungsabhängige Widerstände. Sie verändern ihren Widerstandswert in Abhängigkeit der anliegenden Spannung. Daher werden sie auch VDR = Voltage Dependent Resistor genannt.

Anwendung:

Schutz von überspannungsempfindlichen Bauteilen
Schutz vor Überspannungsspitzen

Arbeitsweise eines Varistors

Durch eine angelegte Spannung entsteht ein elektrisches Feld, das die Sperrschichten teilweise abbaut. Wird die Spannung erhöht baut die elektrische Feldstärke immer mehr Sperrschichten ab.

Der Widerstandswert eines Varistors nimmt bei zunehmender Spannung ab. Bei sinkender Spannung steigt der Widerstandswert.

7.2 Lichtabhängige Widerstände

Ein **Fotowiderstand** ist ein lichtabhängiger Widerstand aus einer Halbleiter-Schicht.

Bezeichnung:

LDR – Light Dependent Resistor



Merke:

Je **höher** der **Lichteinfall**, desto **kleiner** wird sein elektrischer **Widerstand**.

7.3 Dehnungsabhängige Widerstände

Der Widerstandswert wird beim **DMS** mittels **Leiterlänge** und **Querschnitt** ermittelt.

Bezeichnung:

DMS – Dehnungsmessstreifen

Merke:

Je **länger** die **Leitungslänge**, desto **höher** wird sein elektrischer **Widerstand**.

8. Energietechnik

Fachkunde Elektrotechnik S.274 bis S.283

8.1 Übersicht Erzeugung elektrischer Energie

Elektrische Energie muss man im gleichen Augenblick im Kraftwerk erzeugen, in dem sie vom Verbraucher benötigt wird.

Daher **müssen** die Kraftwerksbetreiber den Verbrauch für den kommenden Tag im Voraus einschätzen und planen.

Dazu gibt es eine **Analyse** über den **Tagesbedarf** (Standardlastprofil) an **benötigter Energie**.

<https://www.ffegmbh.de/kompetenzen/system-markt-analysen/423-standardlastprofile-oesterreich>

<https://www.e-control.at/tarifkalkulator-und-smart-meter>

In Haushalten werden alle Zähler auf Smart-Meter umgetauscht. Eine Viertelstundenmessung und Überlieferung an den Netzbetreiber ist nur mit Zustimmung des Verbrauchers möglich.

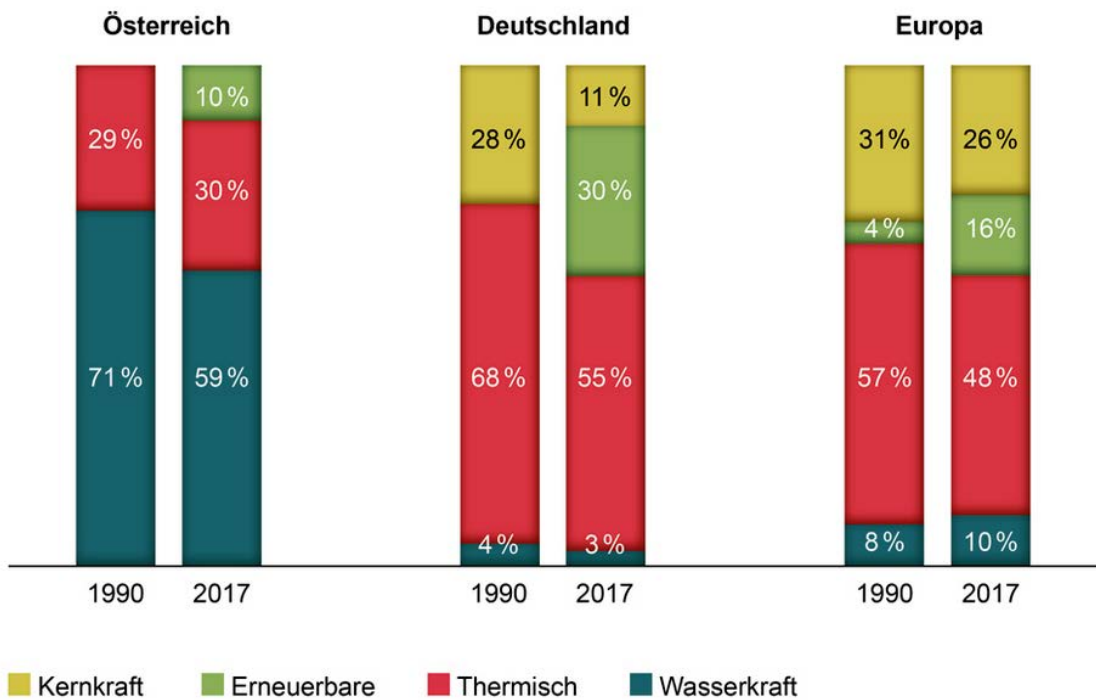
Kraftwerksarten zur Stromerzeugung

- **Wärmekraftwerke**
 - Kohlekraftwerke
 - Kernkraftwerke (Atomkraftwerk)
 - Erdgas- und Mineralölkraftwerke
- **Blockheizkraftwerke**
 - Erzeugen Strom und Wärme

- **Wasserkraftwerke**
Laufwasserkraftwerke
Speicherkraftwerke
Pumpspeicherkraftwerke
Gezeitenkraftwerke
- **Kraftwerke für erneuerbare Energien**
Photovoltaikanlagen
Windenergieanlagen
Biogasanlagen

Der Stromerzeugungsmix im Vergleich

Angaben in Prozent



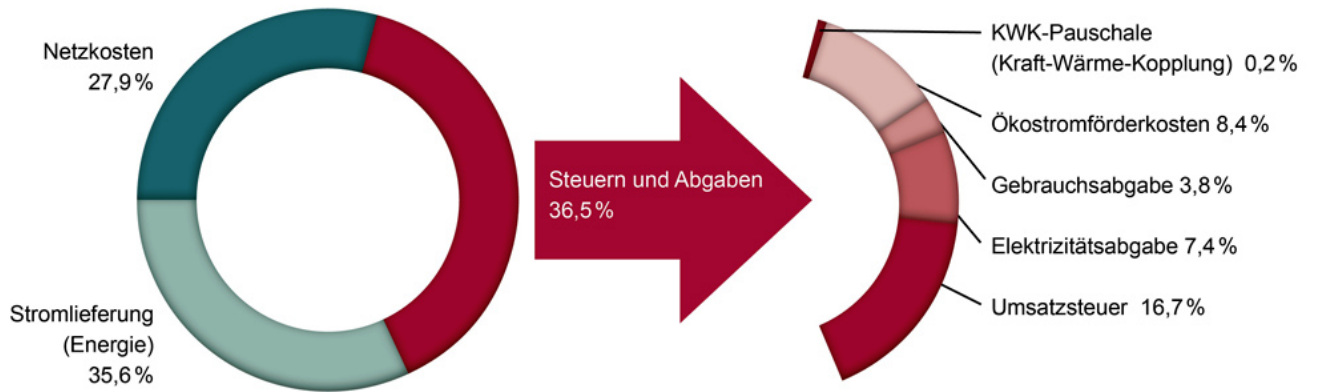
Quelle: E-Control (2018); BDEW, Statistisches Bundesamt, AGEBA, BMWi, ZSW, Statistik der Kohlenwirtschaft (2018); Eurostat (2018); eigene Darstellung

8.2 Strompreis

Zusammensetzung Strompreis

Bestandteile der Stromrechnung

Angaben in Prozent



Quelle: Oesterreichs Energie, E-Control 1.1.2019

8.3 Wärmekraftwerke (Kohle-, Atom-, & Erdgaskraftwerke)

Wärmekraftwerke gewinnen aus **fossilen Energieträgern**, wie Kohle, Erdöl, Erdgas sowie aus Uran **elektrische Energie**.

https://www.leifiphysik.de/sites/default/files/medien/kohle_fossilenergie_gru.gif

Funktionsprinzip Wärmekraftwerke

1. Dampf erzeugen

Durch das **Verbrennen** des **eingesetzten Brennstoffes** wird in einem Kessel **Wasserdampf erzeugt**.

2. Turbine & Generator

Der **Dampf** verlässt den Kessel und **durchströmt** die Leit- und Laufschaufeln der **Turbine**, die über eine Welle den **Generator antreibt**.

Der **Generator wandelt** die **Bewegungsenergie** in **elektrische Energie** um und der erzeugte Strom wird ins Netz eingespeist.

3. Dampf Kondensieren

Im Kondensator wird der **Dampf**, der die Turbine verlässt, **wieder zu Wasser** verflüssigt. Dieses Wasser wird anschließend in den Kessel zurückgeleitet und der **Wasser-Dampf-Kreislauf** beginnt erneut.

4. Verwendung von Abfallprodukten aus der Verbrennung

Das **Produkt** aus der Rauchgasentschwefelungsanlage (REA-Produkt) kann vor allem in der Bauindustrie beim Errichten von Schmalwänden oder als **mineralische Dichtmasse** eingesetzt werden. Die ausgefilterte Flugasche findet Verwendung in der **Zementproduktion**.

8.4 Wasserkraftwerke (Lauf-, Speicher-, Pump-, & Gezeitenkraftwerke)

Wasserkraftwerke nutzen die Energie des **aufgestauten oder fließenden Wassers** zum Antrieb der Turbinen um **elektrische Energie** zu erzeugen.

Dabei haben sie einen Wirkungsgrad von bis zu 85%.

Unterschiede Wasserkraftwerke

Laufwasserkraftwerke

werden meist in Flussläufen oder Kanälen errichtet. Hier werden meistens **Kaplanturbinen** verwendet.

<https://www.planet-schule.de/sf/php/mmewin.php?id=164>

Pumpspeicherkraftwerke

werden meist in der Nähe eines **Gebirges** bzw. einer **Staumauer** eingesetzt. Je nach möglichem Wasserspeichervolumen spricht man von einem Tages-, Wochen-, Monats- oder Jahresspeicher.

Siehe Abbildung 2 Seite 8 FKB ET 1

<https://www.lehrerfreund.de/technik/1s/wozu-braucht-man-pumpspeicherkraftwerke/3924>

Gezeitenkraftwerke kommen in **Küstenregionen** zum Einsatz. Hier wird die Kraft der täglichen **Ebbe** bzw. der **Flut** verwendet um die Turbine zu betreiben.

Siehe Abbildung 1 Seite 10 FKB ET 1

PV-Anlagen

Photovoltaikanlagen wandeln **Lichtenergie** (Sonnenenergie) direkt in **elektrische Energie** um.

Dazu werden **Photovoltaikmodule** welche aus **Photovoltaikzellen** bestehen benötigt.



Die einzelnen Zellen produzieren mittels **Photonen** der Sonne **elektrische Spannung**.

Diese **Gleichspannung** kann entweder direkt genutzt werden (z.B. Almhütten) oder mittels eines **Photovoltaikinverters** (Wechselrichter) in **Wechselspannung** umgewandelt werden.

Falls die Umwandlung in Wechselspannung erfolgt, gibt es **verschiedene Möglichkeiten** wie diese Spannung genutzt werden kann.

- Direkter Verbrauch
- Einspeisung in das Netz (1~)
- Einspeisung in das Netz (3~)
- Inselsystem

Natürlich spielt die Sonneneinstrahlung eine sehr große Rolle, **wieviel Spannung** produziert werden kann.

Bei **wolkenlosem** Himmel und bei **senkrechter** Sonneneinstrahlung beträgt die Energieeinstrahlung in Österreich **ca. 1000W/m²**.