



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 21-22, FK1 126)	4
1.1 Allgemeines zu Widerständen	4
1.2 Bauformen von Widerständen (FK1 126)	5
1.2.1 Festwiderstände (FK1 126).....	5
1.2.2 Mechanisch veränderbare Widerstände (FK1 127).....	6
1.2.3 Veränderliche Widerstände (FK1 128).....	6
1.3 Kenngrößen von Widerständen:.....	7
1.3.1 Nennbelastung	7
1.3.2 Normenreihen (FK1 127 Tab. 3.1)	7
1.3.3 Farbcode:	8
2. Temperaturabhängige Widerstände PTC und NTC	9
3. Elektromagnetische Schalter FK1 S164, FK2 S150	10
3.1 Haupt und Steuerstromkreis FK1 S164	10
3.2 Relais.....	10
3.2.1 Zeitrelais FK1 S164, FK2 S150	11
3.2.2 Weg Zeitdiagramm FK1 S165.....	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 Elektrotechnik Fachkunde 1 Seite 132	20
6.1 Diode an Spannung	20
6.2 Dioden Kennlinie	21
6.3 Zener-Diode	22
7. Halbleiterwiderstände	23
7.1 Spannungsabhängige Widerstände (Varistor)	23
7.2 Lichtabhängige Widerstände	24
7.3 Dehnungsabhängige Widerstände	24
8. Energietechnik	25
8.1 Übersicht Erzeugung elektrischer Energie	25
Kraftwerksarten zur Stromerzeugung	25
8.2 Strompreis	27
Zusammensetzung Strompreis	27

1. Der elektrische Widerstand (GAM 21-22, 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 oxidiertes 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 10MΩ 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 127).

Potentiometer

Dienen einer regelmäßigen Änderung des Widerstandes durch Drehen oder Schieben, z.B.: Lautstärke Regler beim Radio (FK 1 Bild Seite 127).

1.2.3 Veränderliche Widerstände (FK1 128)

- 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 127, 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.

$$10k = 10k\Omega$$

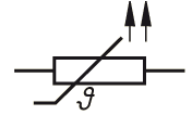
$$1M5 = 1,5M\Omega$$

2. Temperaturabhängige Widerstände PTC und NTC

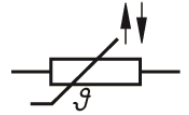
Fachkunde 1 Seite 128 oder GAM Seite 46

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:

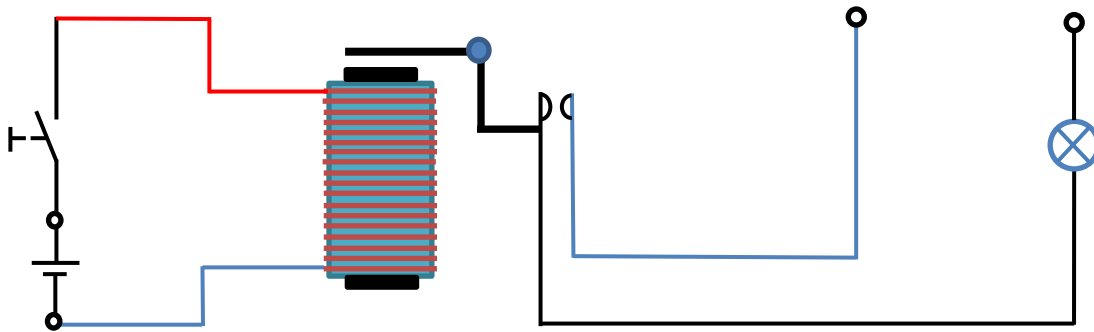
- α Temperaturbeiwert [1/K] („Alpha“)
- $\Delta \vartheta$ Temperaturänderung [K] („Delta Theta“)
- ϑ_1 Anfangstemperatur [$^{\circ}\text{C}$]
- ϑ_2 Endtemperatur [$^{\circ}\text{C}$]
- ΔR Widerstandsänderung [Ω]
- R_{20} Widerstand bei Temperatur ϑ_1 [Ω]
- R_{ϑ} Widerstand bei Temperatur ϑ_2 [Ω]

Temperaturbeiwert:

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

3. Elektromagnetische Schalter FK1 S164, FK2 S150

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)

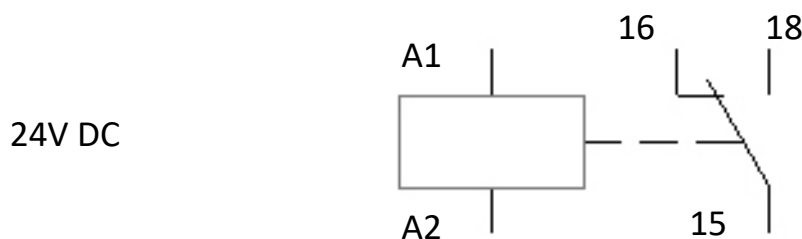
Ein kleiner Steuerstrom (Steuerstromkreis/z.B: 24V DC) kann einen großen Laststrom (Haupt- oder Laststromkreis/z.B: 400V AC) schalten.

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

3.2 Relais

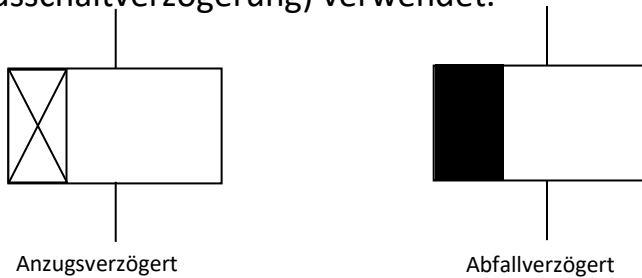
FK 1 Seite 165

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 S150

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



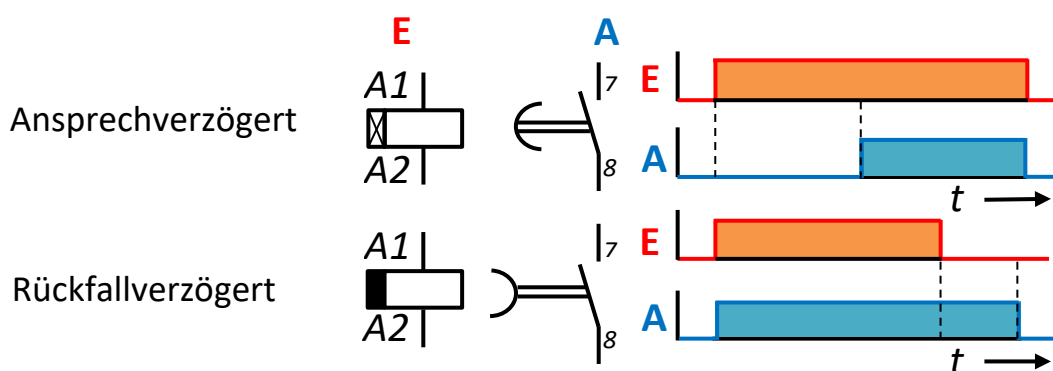
Zu den Anschlüssen A1 und A2 kann bei Zeitrelais auch der Anschluss B1 vorhanden sein.

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 S165

Schaltzeichen und Zeitlaufdiagramme von Zeitrelais:

Abb. 2



3.3 Schütz

FK 1 Seite 164, Seyr-Rösch 150

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

FK1 S 164, FK2 151

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.

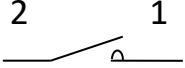
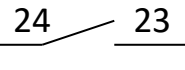
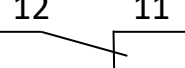
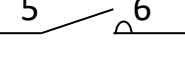
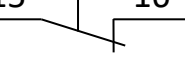
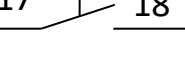
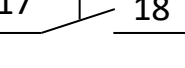
Kontaktnumerierung:

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 181 Abb. Selbsthaltung (Stromlaufplan

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

3.4.1 Betriebsmittelkennzeichnung (BMK)

Elektrotechnik Fachkunde 2 Seite 152

<https://www.iff.fraunhofer.de/content/dam/iff/de/dokumente/publikationen/whitepaper-betriebsmittelkennzeichnung-in-prozess-und-anlagenbau.pdf> Seite 15

http://www.eplaner.info/Dateien/Whitepaper/DIN_EN_61346_2_IEC_61346_2_2000.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 :

-S**1243.1** = Schalter **1** auf Seite **124** Pfad **3**

-F162.1 =

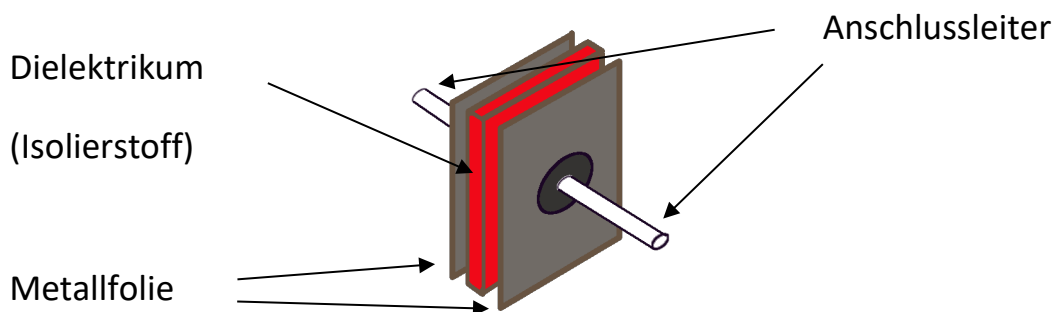
-23K11 = Seite 23 Hilfsschütz 1 im Strompfad 1

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.



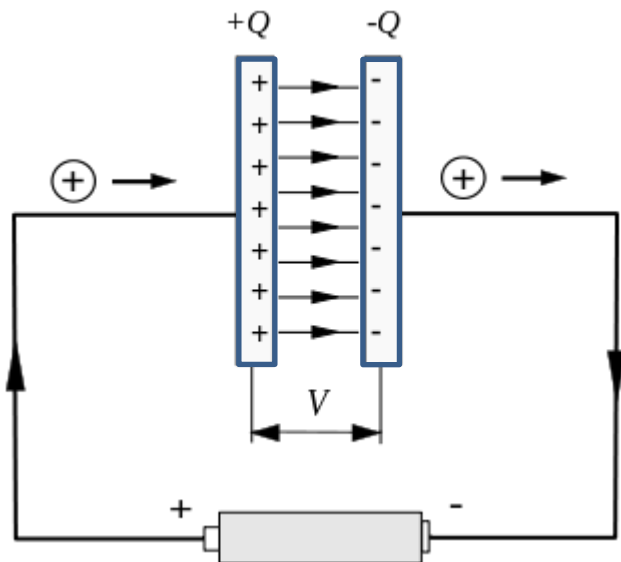
Siehe Elektrotechnik GAM Seite 112 Abb. 1

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 GAM S.112

- Glättung von Gleichspannung (Schaltnetzteilen, Gleichrichterschaltungen, FK1 S138)
- 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:

$p39 = 0,39 \text{ pF}$; $3n9 = 3,9 \text{ nF}$; $0,39 = 0,39 \text{ }\mu\text{F}$; $2200\mu = 2200\mu\text{F}$

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 131 (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 10000fache).

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 (Silizium) 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.

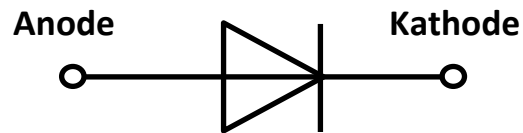
Diesen Bereich am P-N Übergang nennt man **Sperrschicht** (neutrale Zone).

Siehe Elektrotechnik Fachkunde 1 Seite 131 Abb. 2



6. Die Diode

Elektrotechnik Fachkunde 1 Seite 132

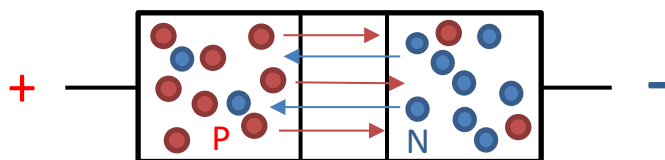


Eine **Diode** ist nichts anderes als ein **P-N Übergang**.

6.1 Diode an Spannung

Siehe Fachkundebuch ET 1 Seite 132 Abb. 1

Durchlassrichtung:



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

Siehe Fachkundebuch ET 1 Seite 132 Abb. 3

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

Siehe Fachkundebuch ET 1 Seite 132 Abb. 4

6.2 Dioden Kennlinie

Siehe Elektrotechnik Fachkunde 1 Seite 132 Abb. 5

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

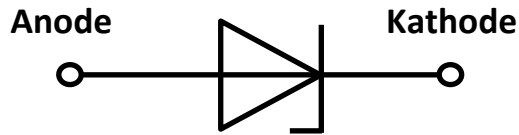
Werte der Schwellenspannung:

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

Bei der Überschreitung einer gewissen U_R Sperrspannung (Durchbruchspannung / bei Silizium ca. $100V$) 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.

Sie wird in Sperrrichtung betrieben.

Anwendungen der Zenerdiode:

zur Spannungsbegrenzung

zum Überlastschutz

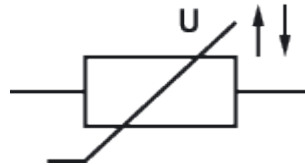
zur Spannungsstabilisierung

7. Halbleiterwiderstände

Elektrotechnik Fachkunde 1 Seite 128

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.

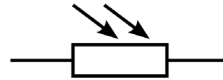
Der Widerstandswert eines Varistors nimmt bei zunehmender Spannung ab. Bei sinkender Spannung steigt der Widerstandswert.

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**.

Anwendung:

- Lichtschranken
- Messzwecke
- Regelungstechnik

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.7 bis S.35

Siehe im Buch Energieträgerarten und Energieformen.

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

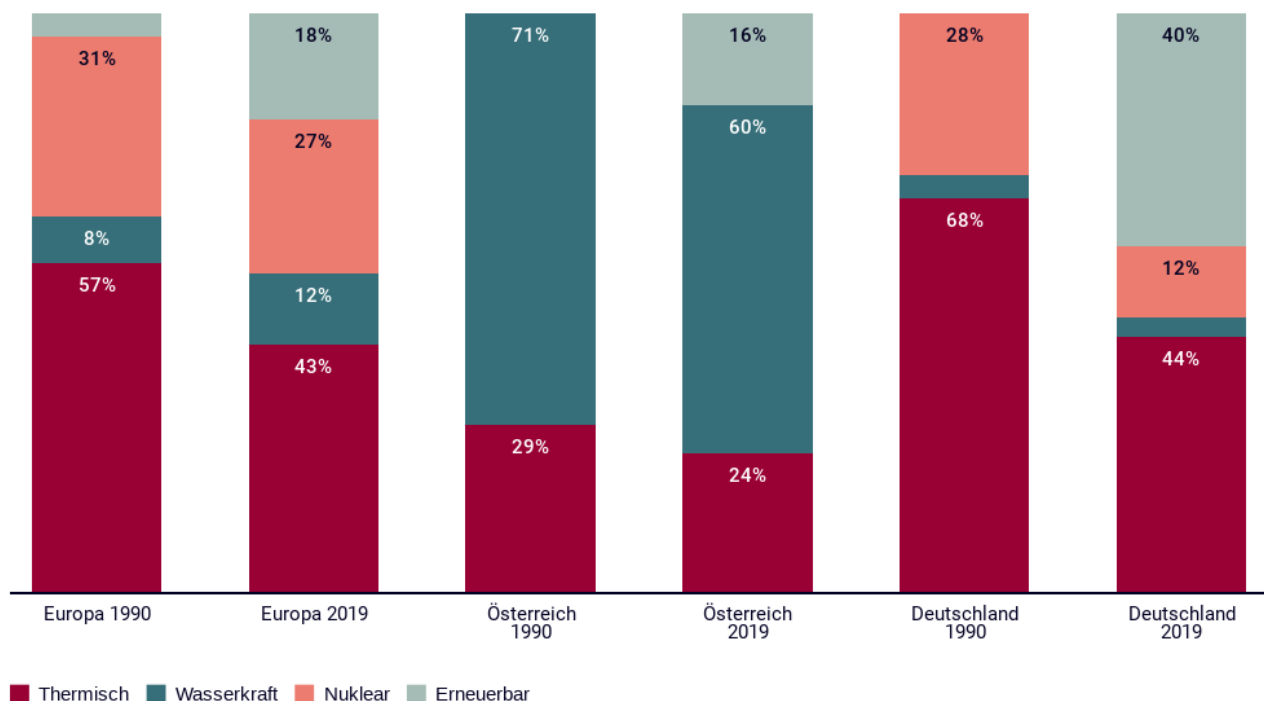
- **Wasserkraftwerke**
 - Laufwasserkraftwerke
 - Speicherkraftwerke
 - Pumpspeicherkraftwerke
 - Gezeitenkraftwerke

- **Wärmeleistungswerke**
Kohleleistungswerke
Kernleistungswerke (Atomleistungswerk)
Erdgas- und Mineralölleistungswerke
- **Blockheizleistungswerke**
Erzeugen Strom und Wärme
- **Kraftleistungswerke für erneuerbare Energien**
Photovoltaikanlagen
Windenergieanlagen
Biogasanlagen
Erdwärme

Stromerzeugungsmix im Vergleich

(EU27, Deutschland, Österreich) 1990 und 2019

Angaben in Prozent

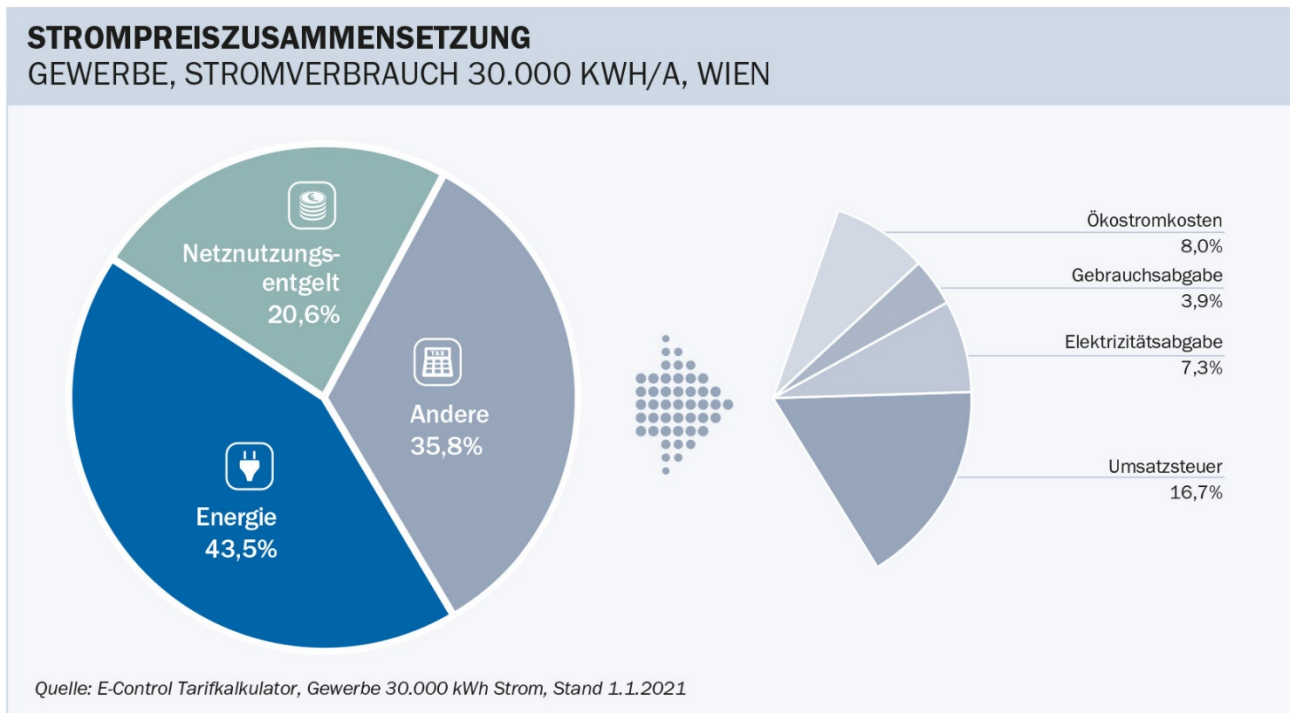


Quelle: EU-27: Eurostat (2020); Österreich: E-Control (2020); Deutschland: Statistisches Bundesamt (2020); Oesterreichs Energie

[Grafik weiterverwenden](#)

8.2 Strompreis

Zusammensetzung Strompreis



Die exakte Zusammensetzung des Strompreises ist abhängig vom Jahresverbrauch sowie den Energie- und Netzpreisen und kann somit variieren.

<https://www.e-control.at/konsumenten/strom/strompreis/was-kostet-eine-kwh>