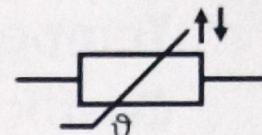


Name		Klasse		Datum	
------	--	--------	--	-------	--

NTC-Widerstand

Negative
Temperature
Coefficient

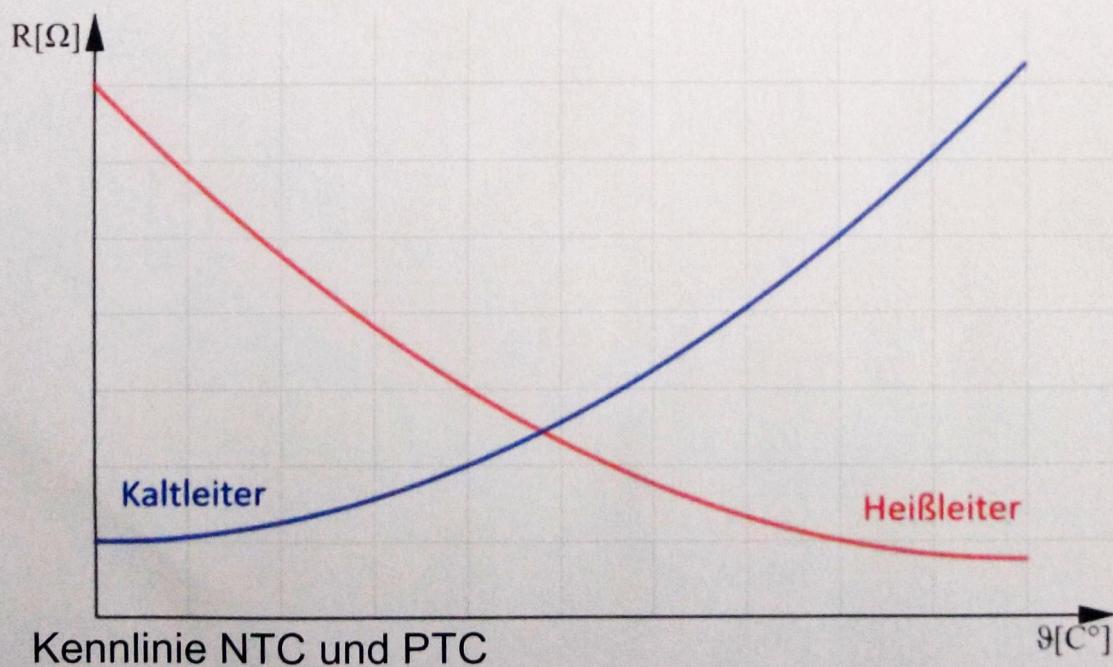


Schaltzeichen

Temperatur

Widerstand

Strom



PTC-Widerstand

Positive
Temperature
Coefficient

Schaltzeichen

Temperatur

Widerstand

Strom

Anwendungsbeispiele:

4.3 NTC-Widerstand (Heißleiter)

4.3.1 Allgemeines

Ein NTC-Widerstand (Negative Temperature Coefficient), auch Heißleiter oder Thermistor genannt, verringert seinen Widerstand mit zunehmender Temperatur. Die Änderung des Widerstands kann durch eine Temperaturänderung des umgebenden Mediums oder durch eine Eigenerwärmung bzw. Abkühlung infolge unterschiedlicher elektrischer Belastungen hervorgerufen werden. Die charakteristische Kennlinie eines NTC-Widerstands zeigt einen exponentiellen Verlauf; sie ist abhängig vom verwendeten Werkstoff, der Bauform sowie der Temperaturänderung. Abb. 4.3.1.1 zeigt das Schaltsymbol für einen NTC-Widerstand.

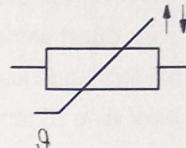


Abb. 4.3.1.1

4.3.2 Versuchsteil

Versuch

Es sind statisch die Kennlinien eines NTC-Widerstands aufzunehmen, $R = f(\vartheta)$ und $I = f(U)$.

Die Widerstandsänderung ist dabei durch Eigenerwärmung (höhere Belastung) herbeizuführen.

Hinweis:

Auf eine Widerstandsänderung durch das umgebende Medium wurde bewusst verzichtet, da hierzu in den üblichen Labors nicht die Geräte vorhanden sind.

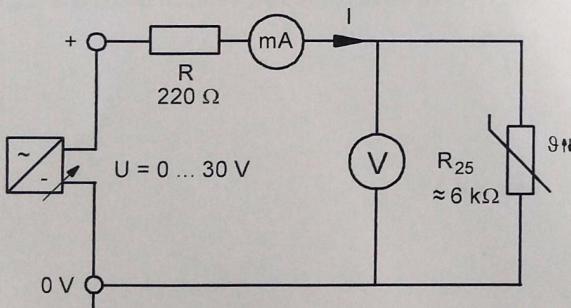


Abb. 4.3.2.1

Versuchsablauf

- Der Versuch ist nach der Schaltung Abb. 4.3.2.1 aufzubauen und bei den in Tabelle 4.3.2.1 angegebenen Spannungen jeweils der Strom durch den NTC-Widerstand zu messen. Damit sich nach jeder Spannungsänderung ein thermisch stabiler Zustand einstellen kann, sind die einzelnen Messungen im zeitlichen Abstand von ca. 30 s durchzuführen.

Achtung: Der Strom durch den NTC-Widerstand darf 150 mA nicht übersteigen.

- Die zur Konstruktion der Kennlinie $R = f(\vartheta)$ erforderlichen Widerstandswerte des NTC-Widerstands sind rechnerisch aus den ermittelten Stromwerten und den vorgegebenen Spannungswerten aus Tabelle 4.3.2.1 zu bestimmen.
- Zur Konstruktion der Kennlinien sind die Werte anschließend in das Kennlinienfeld in Abb. 4.3.2.2 zu übertragen.

5

R =

10

R =

15

R =

20

R =

25

R =

$U [V]$	5	10	15	20	25	28
$I [mA]$	1,20	2,55	4	6,42	11,27	
$R [k\Omega]$	4,17	3,91	3,78	3,71	3,12	2,41

Tab. 4.3.2.1

Kennlinienaufnahme bei 20° Raumtemperatur

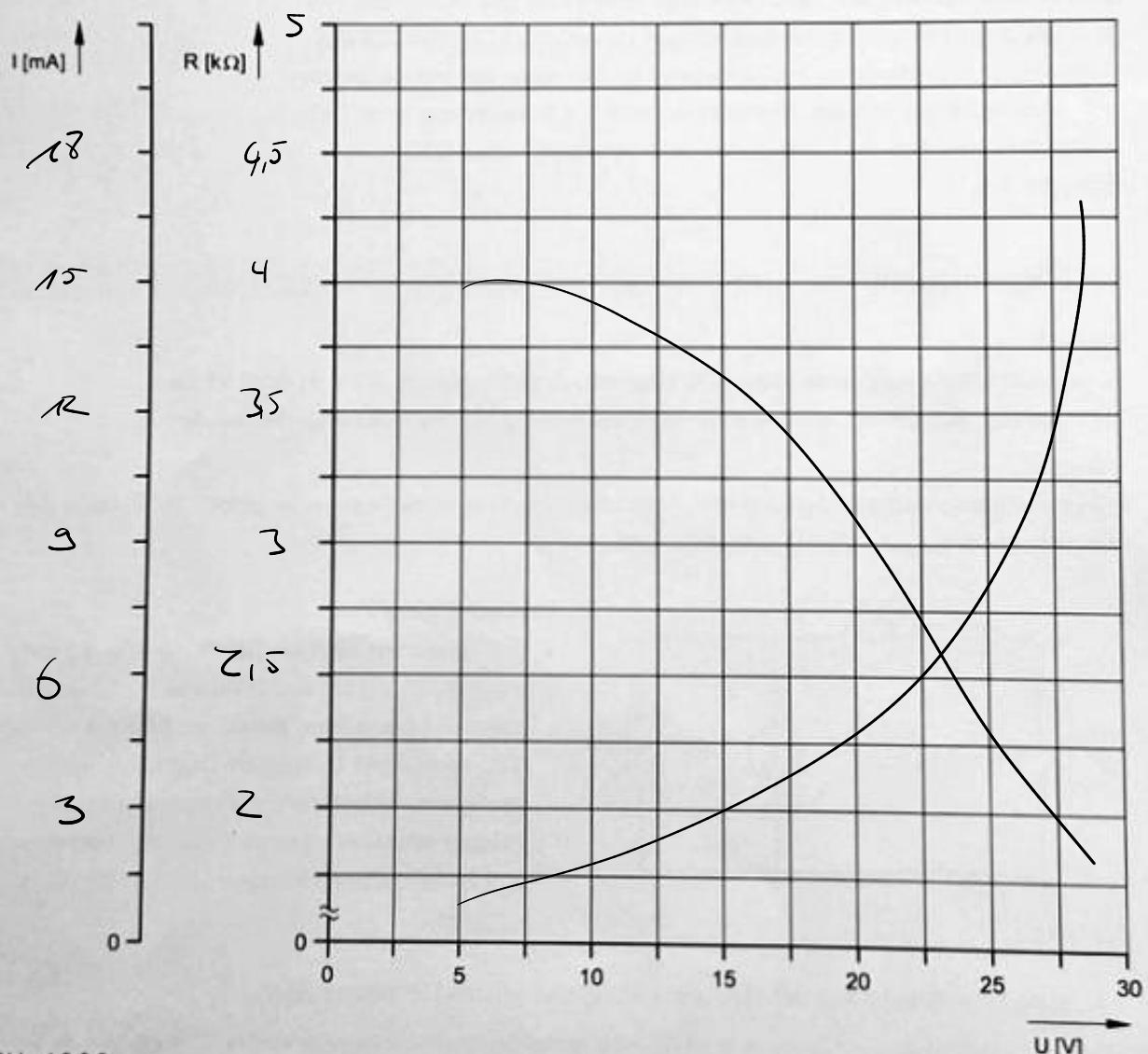


Abb. 4.3.2.2

	Potentiometerstellungen										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U [V]											
I [mA]											
R [Ω]											

Tab. 4.5.2.1

Notizen:

4.4 PTC-Widerstand (Kaltleiter)

4.4.1 Allgemeines

Ein PTC-Widerstand (Positive Temperature Coefficient), auch Kaltleiter genannt, vergrößert seinen Widerstand mit zunehmender Temperatur. Die Änderung des Widerstands kann durch eine Temperaturänderung des umgebenden Mediums oder eine Eigenerwärmung bzw. Abkühlung infolge unterschiedlicher elektrischer Belastungen hervorgerufen werden. Abb. 4.4.1.1 zeigt das Schaltsymbol für einen PTC-Widerstand.

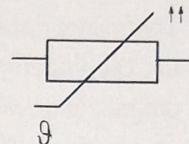


Abb. 4.4.1.1

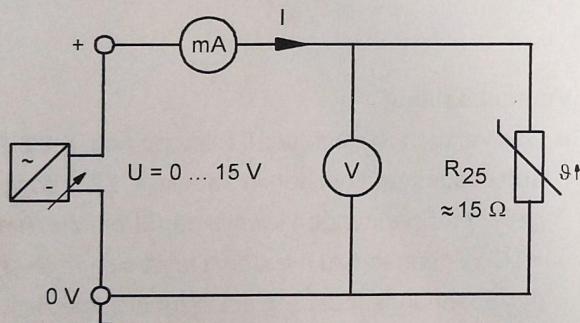
4.4.2 Versuchsteil

Versuch

Es sind statisch die Kennlinien eines PTC-Widerstands aufzunehmen, $R = f(\vartheta)$ und $I = f(U)$. Die Kennlinie $R = f(\vartheta)$ ist dabei durch Eigenerwärmung (Erhöhung der angelegten Spannung) herbeizuführen. Im Versuch wurde anstatt des PTC-Widerstandes eine Lampe eingesetzt, da diese auch ein PTC-Verhalten aufweist.

Hinweis:

Auf eine Widerstandsänderung durch das umgebende Medium wurde bewusst verzichtet, da hierzu in den üblichen Labors meist die geeigneten Geräte fehlen.



Der PTC-Widerstand wird im Versuch durch eine Lampe ersetzt.

Abb. 4.4.2.1

Versuchsablauf

- Der Versuch ist nach der Schaltung Abb. 4.4.2.1 aufzubauen und bei den in der Tabelle 4.4.2.1 angegebenen Spannungen jeweils der Strom durch die Lampe (PTC-Widerstand) zu messen. Der Widerstand im kalten Zustand ist mit einem Multimeter zu erfassen.
- Die zur Konstruktion der Kennlinie $R = f(\vartheta)$ erforderlichen Widerstandswerte des PTC-Widerstands (Lampe) sind rechnerisch aus den ermittelten Stromwerten und den vorgegebenen Spannungswerten (Tab. 4.4.2.1) zu bestimmen.
- Alle ermittelten Werte sind in die Tabelle 4.4.2.1 einzutragen und zur Konstruktion der Kennlinien in das Kennlinienfeld in Abb. 4.4.2.2 zu übernehmen.
- Der Einschaltstrom ist bei einer Nennspannung von 15 V rechnerisch zu ermitteln.

U [V]	0	1	2	3	4	5	7	9	11	13	15
I [mA]	0	21	31	35	44	50	60	69	76	84	91
R [kΩ]	15 (Kaltzustand)										

Tab. 4.4.2.1

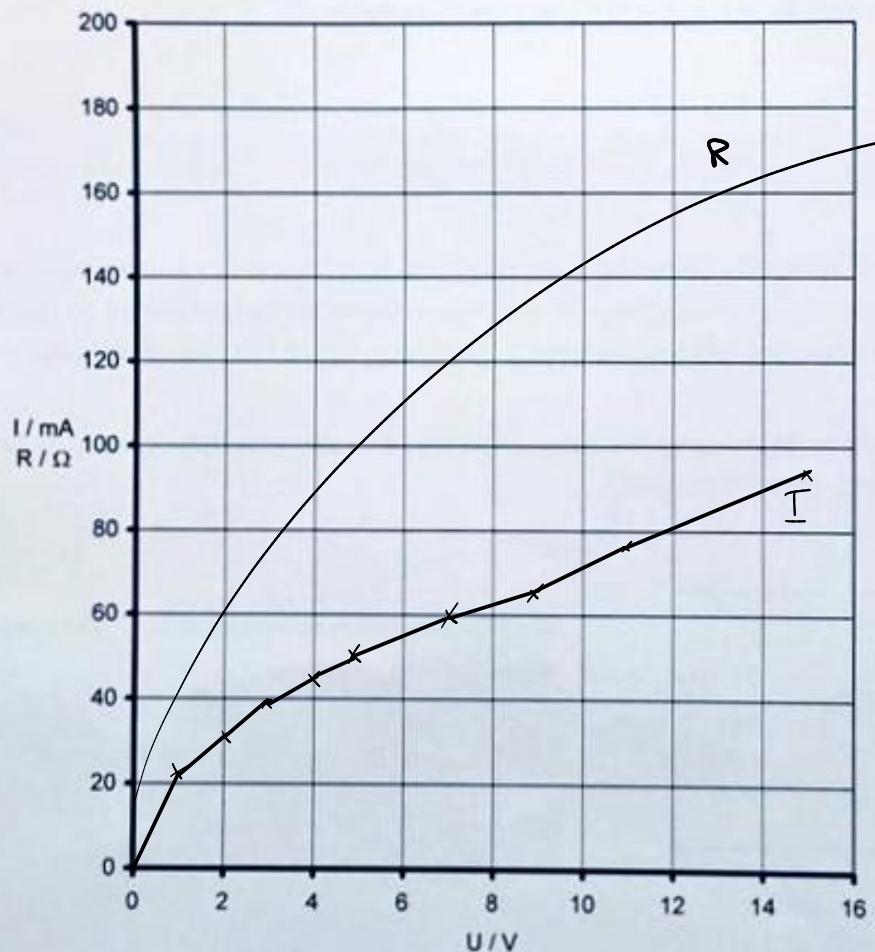


Abb. 4.4.2.2

4.5 Fotowiderstand (LDR)

4.5.1 Allgemeines

Der Fotowiderstand (LDR = Light Dependent Resistor), auch unter dem Namen Hellleiter und Hellwiderstand bekannt, ist ein Bauelement, das seinen Widerstand mit zunehmender Beleuchtungsstärke verringert bzw. bei abnehmender Beleuchtungsstärke erhöht. Abb. 4.5.1.1 zeigt das Schaltsymbol für einen Fotowiderstand.

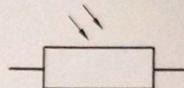


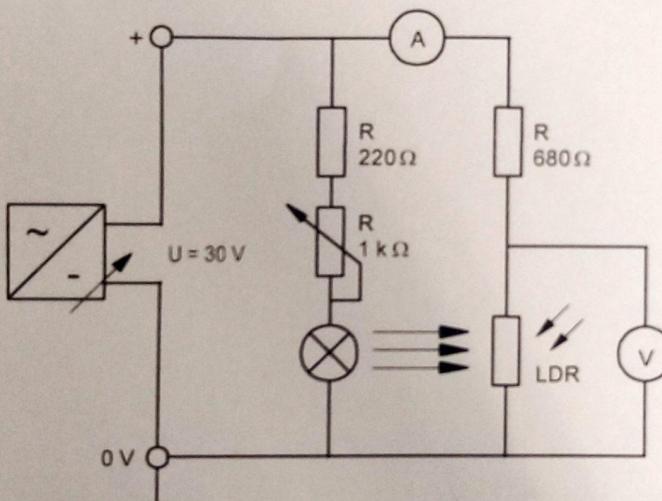
Abb. 4.5.1.1

Die Widerstandsänderung beruht auf dem inneren fotoelektrischen Effekt; durch Absorption von Strahlungsenergie werden im Halbleitermaterial freie Ladungsträger erzeugt, die zu einer Erhöhung der Leitfähigkeit führen.

4.5.2 Versuchsteil

Versuch

Es sind die Widerstandswerte eines Fotowiderstands durch Strom- / Spannungsmessungen bei unterschiedlichen Beleuchtungsstärken zu bestimmen.



LDR 03:

- Dunkelwiderstand: $R_D \geq 10 \text{ M}\Omega$
- Hellwiderstand (bei $E = 1000 \text{ lx}$): $R_H = 75 \dots 300 \Omega$
- Verlustleistung (bei $\theta_L \leq 40^\circ\text{C}$): $P_{\max} = 0,2 \text{ W}$
- Betriebsspannung: $U_{\max} = 150 \text{ V}$

Abb. 4.5.2.1

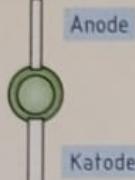
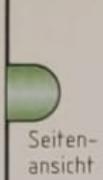
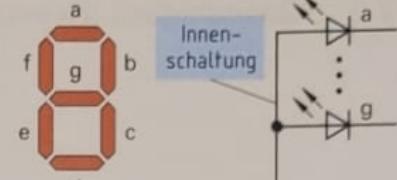
Versuchsablauf

- Es ist der Versuch nach der Schaltung Abb. 4.5.2.1 aufzubauen. Dabei ist die Lichtquelle links neben dem Fotowiderstand in das Buchsenfeld zu stecken, und zwar so, dass die Lampe der Lichtquelle mit geringstem Abstand gegenüber dem Fotowiderstand positioniert ist. Um Fremdlichteinflüsse möglichst gering zu halten, sind der Fotowiderstand und die Lichtquelle abzudecken.
- Anschließend sind bei den einzelnen Potentiometerstellungen 0 ... 10 jeweils die Spannung und der Strom zu messen und aus diesen beiden Größen der Widerstand zu errechnen.
- Alle Werte sind in die Tabelle 4.5.2.1 einzutragen.

Name		Klasse		Datum	
------	--	--------	--	-------	--

Bauarten:

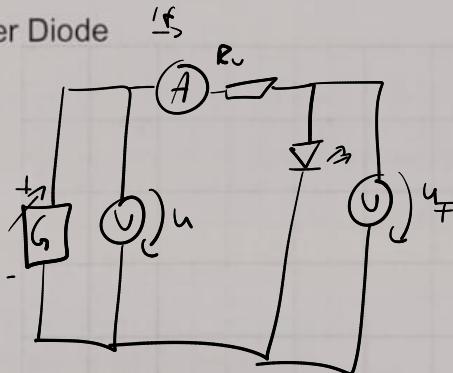
Tabelle : Bauarten von Leuchtdioden (Beispiele)

1,8-mm-LED, z.B. CQY41	3-, 5- und 10-mm-LED, z.B. COX35	Siebensegmentanzeige, z.B. CQY71
 Anode Cathode <small>Typ: z.B. CQY 41</small>	 Seitenansicht Kathode Anode <small>Typ: z.B. CQY 40</small>	 Mögl. LED-Formen (Draufsicht)  Innen-schaltung <small>Typ: z.B. CQY 71</small>

1. Einfluss der Spannung auf die Helligkeit der Diode

Messschaltung: Durchlassrichtung (Forward):

$R_V = 330 \Omega$ Bauen Sie die Messschaltung mit einer roten Leuchtdiode auf. Stellen Sie die Spannungen laut Tabelle ein und beobachten Sie die Lichtabgabe. Notieren Sie in der Tabelle, ob die LED: nicht, schwach oder hell leuchtet.



U in V	1	1,5	2	5	10	20
Lichtabgabe	Nichts	Nichts	schwach	Hell	noch hell	keine Leidung

Der maximale Strom $I_{F\max}$ darf je nach Diodentyp 50 mA nicht überschreiten. Deshalb ist zur Strombegrenzung immer ein Vorwiderstand R_V notwendig

$$R_V = \frac{U - U_{F+}}{I_{F\max}}$$

Erkenntnisse:

Um schwach zu leuchten, benötigt die LED eine Mindestspannung von ca. 2V. Befriedigende Leuchtdichten erhält man ab ca. 3V.

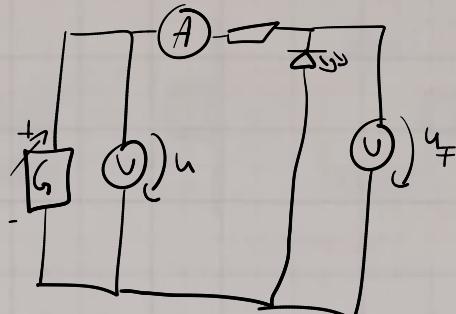
Die Erhöhung der subjektiven Leuchtdichte ist im Bereich zwischen 10V und 20V unerheblich gering.

2. Kennlinie der Leuchtdiode

2.1 Durchlassrichtung (Forward): Messschaltung von Aufgabe 1 verwenden

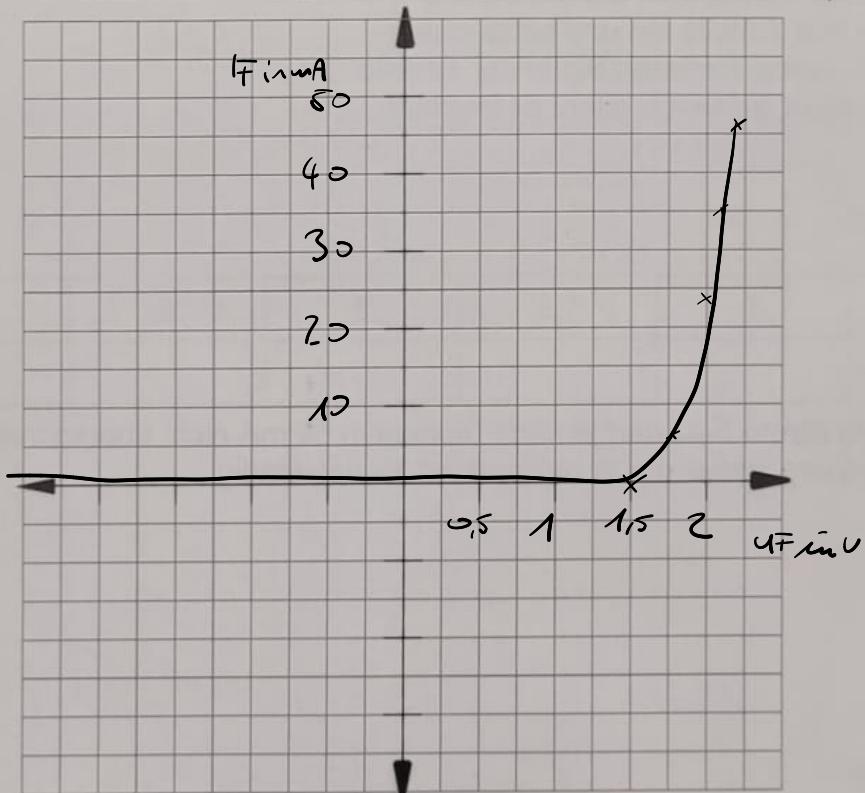
U_F in V	1,0	1,5	1,8	2,0	2,1	2,2
I_F in mA	0	23 μ A	6	23	35	64

2.2 Sperrrichtung (Reverse): Messschaltung



U_R in V	5	10	15	20	25	30
I_R in mA	0	0	0	0	0	0

Kennlinie:



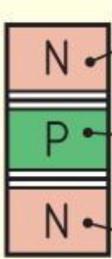
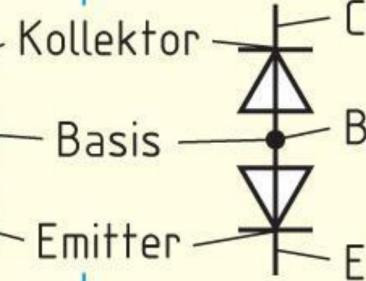
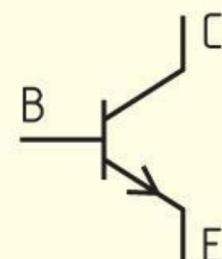
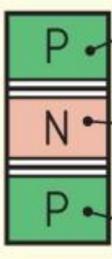
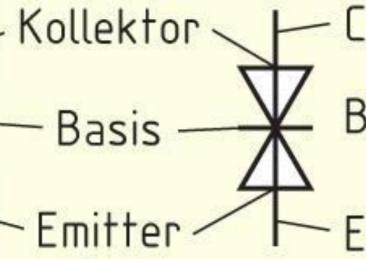
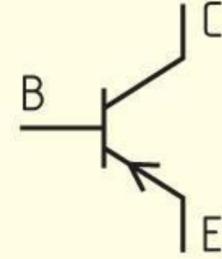
Erkenntnisse:

Bei ungespoltter Betriebsspannung leuchtet die LED nicht.
 Bei Rechts an Wechselspannung (Betrieb auch im Sperrichtung) über 20V ist bei einer LED eine Gleichrichterdiode in Reihe zu schalten. Damit wird verhindert, dass die LED im Durchbruchbereich betrieben und zerstört wird.

Name		Klasse		Datum	
------	--	--------	--	-------	--

1.0 Bipolare Transistoren sind Halbleiterbauelemente, die aus drei übereinander liegenden Halbleiterschichten bestehen. Diese Schichten können in der Reihenfolge **N P N** oder **P N P** angeordnet werden. Entsprechend wird das Bauteil als NPN- oder PNP-Transistor bezeichnet.

1.1 Aufbau und Schaltzeichen bipolarer Transistoren:

Typ	Zonenfolge	Diodenvergleich	Schaltzeichen
NPN	 N -> P -> N		
PNP	 P -> N -> P		

1.2 Merke:

Transistoren werden so an Spannung gelegt, dass die Emitterdiode im Durchlassrichtung, die Kollektordiode im Sperrrichtung geschaltet wird.

1.3 Prüfung eines NPN- Transistors mit dem Digital-Multimeter:

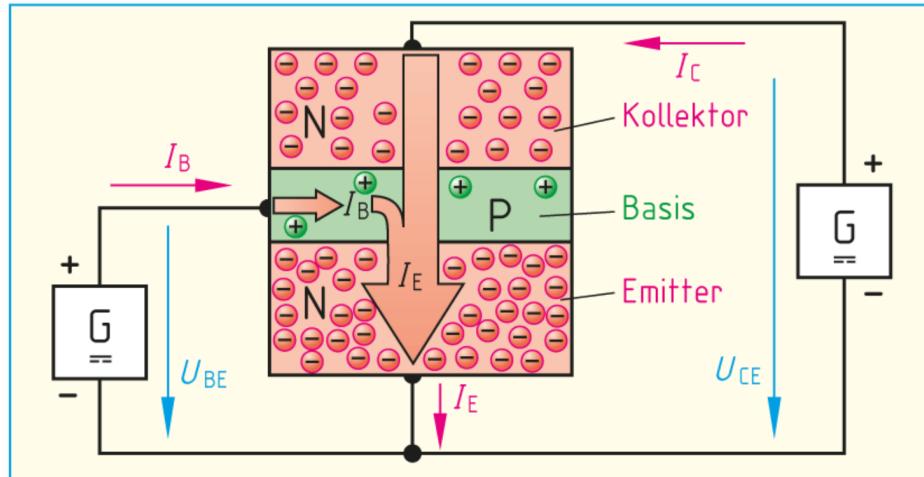
Um einen Transistor mit einfachen Mitteln zu prüfen, sind sechs Messungen durchzuführen:

- Schalten Sie das Digital-Multimeter auf Diodentest (\rightarrow) und schließen Sie die Prüfleitungen polrichtig an.
- Tragen Sie in die Tabelle die Polarität der angelegten Spannung und die Messwerte ein.

N P N						
Emitter	+	-	+	-		
Basis	-	+			+	-
Kollektor	<u>/</u>	<u>/</u>	-	+	-	+
Anzeige	overload	0,695 V	overload	overload	0,682 V	overload

1.4 Anschluss und Ströme in einem bipolaren Transistor:

Wird der Transistor in eine Schaltung eingesetzt, sind zwei Spannungsquellen erforderlich. Eine Spannungsquelle wird an die Basis und den Emitter geschaltet und bildet den Eingangskreis. Die zweite Spannungsquelle liegt an Kollektor und Emitter und stellt mit dem Lastwiderstand den Ausgangskreis dar.



Die U_{BE} (Basis-Emitterspannung = Schleusenspannung) ist notwendig, um die durch Rekombination entstandene Sperrsicht zu überwinden. Ihre Größe ist abhängig vom Halbleiterwerkstoff.

$$\text{Silizium: } U_{BE} = 0,7 \text{ V}$$

$$\text{Germanium: } U_{BE} = 0,3 \text{ V}$$

1.5 Bauformen und Bezeichnung von bipolaren Transistoren:

Bauformen:



Typbezeichnungen: NPN / PNP

1. Buchstabe = Halbleitermaterial			
$\rightarrow A = \text{Germanium}$	$B = \text{Silicium}$	$C = \text{III-V-Werkstoff}$	$R = \text{Polykristalline Stoffe}$

2. Buchstabe = Funktion		
$\rightarrow C = NF$ -Transistor	$D = NF$ -Leistungstransistor	$F = HF$ -Transistor
$L = HF$ -Leistungstransistor	$S = \text{Schalttransistor}$	$U = \text{Schalleistungstransistor}$

3. Buchstabe und Ziffern = (kommerzielle) Industrietype
$\rightarrow X, Y$ oder Z kennzeichnen den Industrietypen
\rightarrow Zahlen, die den Buchstaben folgen, dienen der laufenden Nummerierung

Beispiel: BC141 \rightarrow Silicium - NF - Transistor
ASY27 \rightarrow Germanium - Schalttransistor
2N3054 \rightarrow JEDEC ECL auseinanderliegende Norm

→ Transistoren werden als Verstärkerbauelemente oder als Schalter eingesetzt.

Transistoren

Kontrolle des Stromflusses

Widerstandswert verändern durch: Lösen / Sprennen

Bipolartransistor

NPN



durch

drei Halbleiterschichten

C = collector

E = Emitter

B = Basis

PNP



durch

drei Halbleiterschichten

Feldeffekttransistor

S → Source

G → Gate

D → Drain

spannungsgesteuert

MOSFET

Metall Oxid Halbleiter Feldeffekttransistor
Semi-conduc.

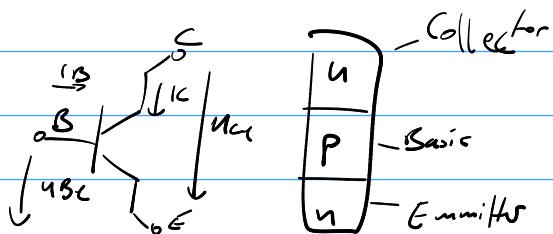
NPN Transistor

Input: Kleiner Strom

Output: großer Strom



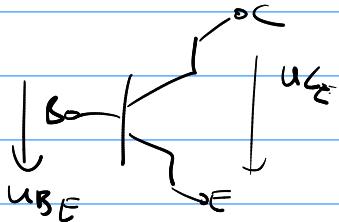
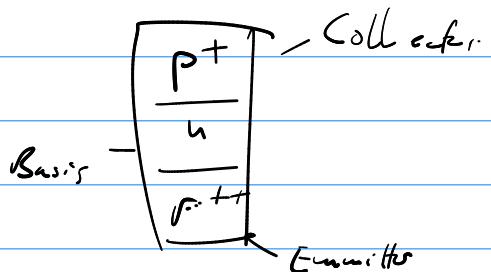
drei dichte Halbleiterschichten



PNP - Transistor

Halbleiter gut für dichten

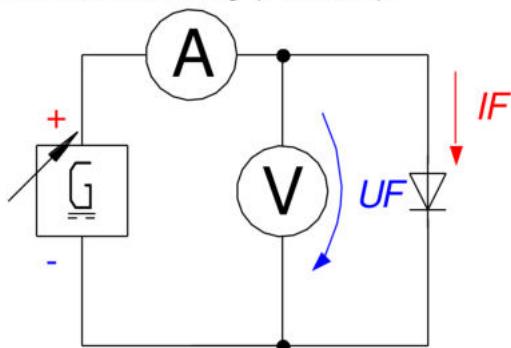
3 Schichten



Name		Klasse		Datum	
------	--	--------	--	-------	--

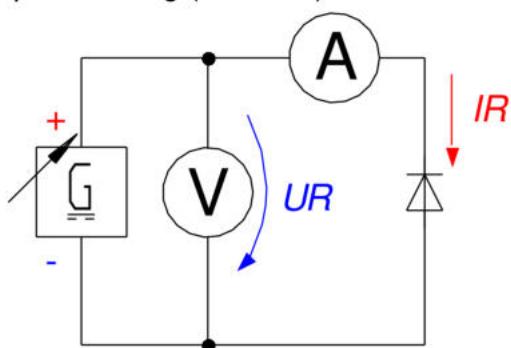
Halbleiterdioden sind zweipolige Bauelemente deren Widerstandswert von der Polarität der angelegten Spannung abhängt.

Durchlassrichtung (Forward):



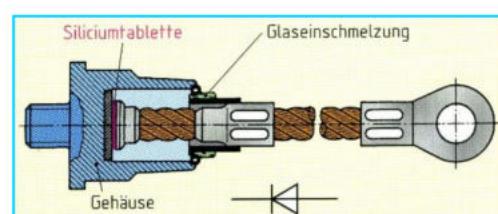
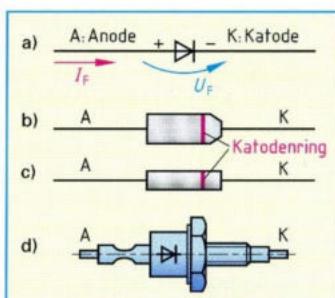
Der Pluspol der äußeren Spannungsquelle wird an die Anode der Diode, der Minuspol an der Kathode angeschlossen.

Sperrrichtung (Reverse):



Der Minuspol des äußeren Spannungsquelle wird an die Anode der Diode, der Pluspol an der Kathode angeschlossen.

Bauformen und Kennzeichnung der Kathode:



Kennzeichnung durch zwei oder drei Buchstaben:

1. Buchstabe: Halbleitermaterial A = Germanium, B = Silizium, C = Gallium-Arsenid

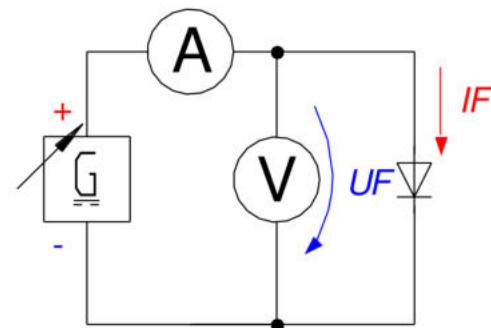
2. Buchstabe: Funktion A = Diode, Y = Leistungsdiode, Z = Leuchtdiode

3. Buchstabe: Industrietype und Typennummer x, J, Z 85 (Zahl = Typennummer)

Beispiel: BAY 89 = Silizium - Diode - Typ Y 89

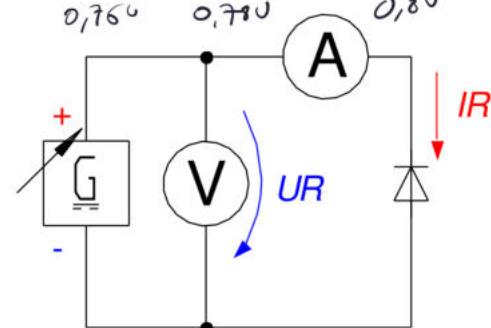
Kennlinie der Halbleiterdiode 1N5406.

Messschaltung: Durchlassrichtung (Forward):



I_F in mA	10	25	50	100	200	400	600	1000
U_F in V	0,65V	0,65V	0,72V	0,75V	0,78V	0,81V	0,825V	0,85V
	0,68V	0,68V	0,7	0,76V	0,76V	0,79V	0,8V	0,83V

Messschaltung: Sperrrichtung (Reverse):



U_R in V	0,7	1	5	10	20	30
I_R in mA	0A	0A	0A	0A	0A	0A

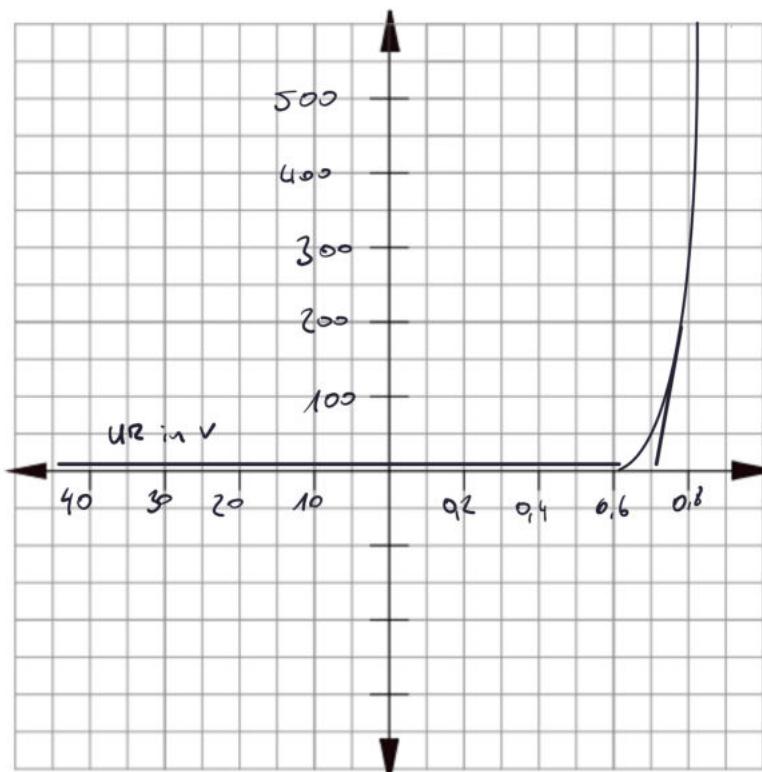


Diagramm:

Kennwerte der Halbleiterdiode

Schleusenspannung

U_S : 0,78V

Maximale Sperrspannung

$U_R \text{ max}$: 600V

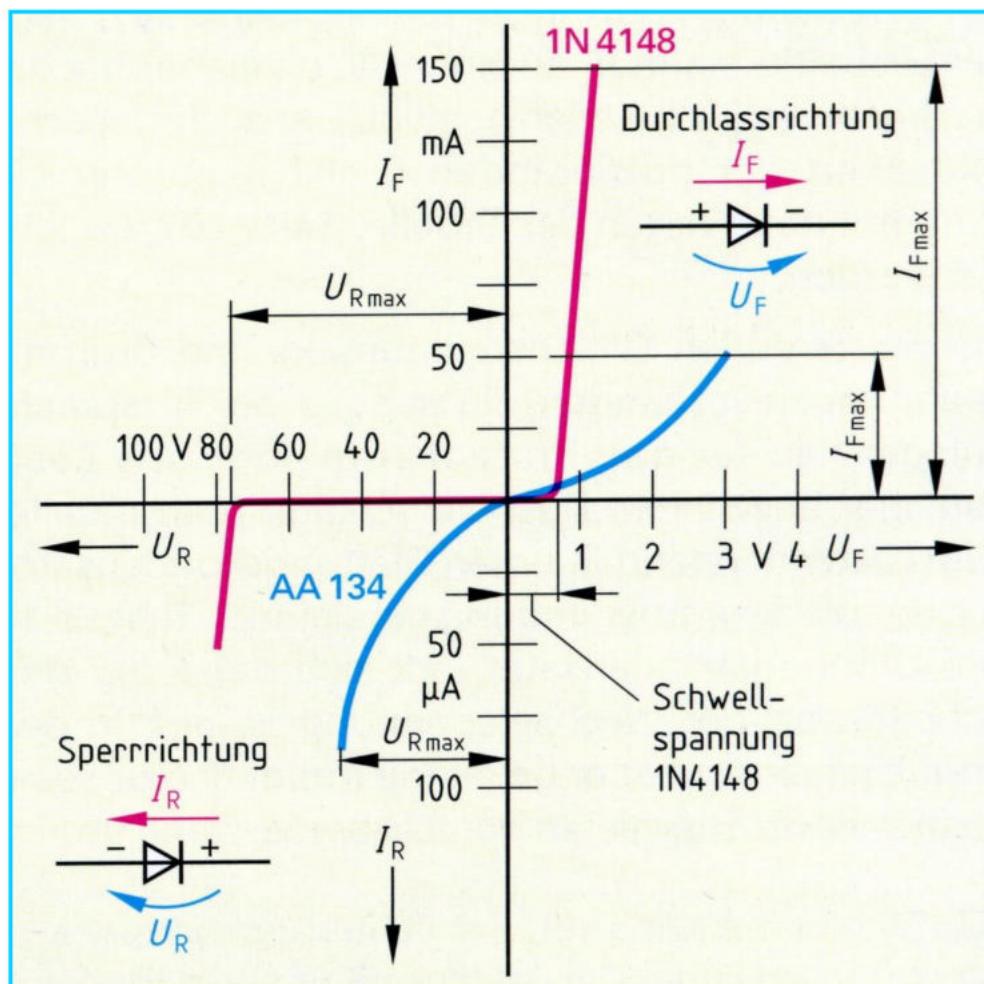
Differenzieller Widerstand

$$r_F = \frac{\Delta U_F}{\Delta I_F} = \frac{0,78V - 0,76V}{400mA - 200mA}$$

$$r_F = 0,1 \Omega$$

Vergleich von Germanium- und Siliziumdioden

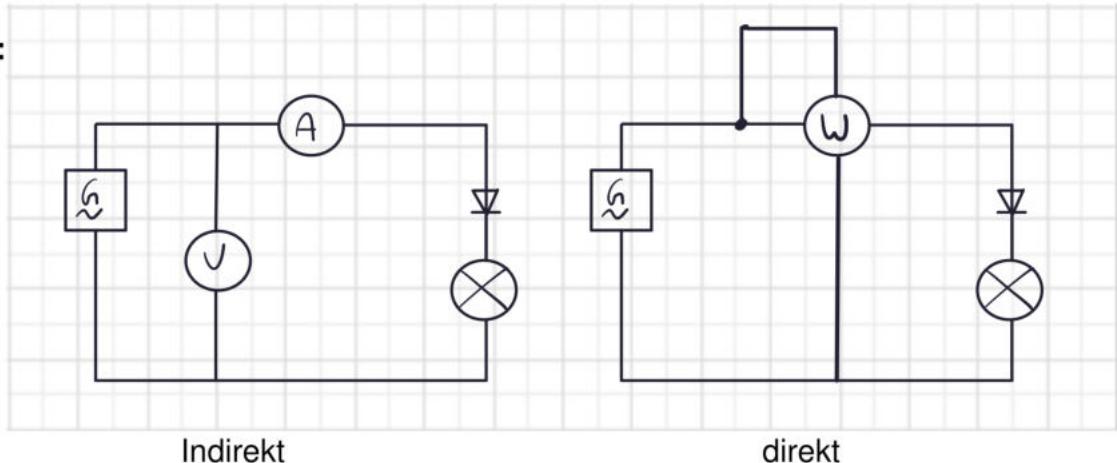
Kenngröße	Germaniumdioden	Siliziumdioden
Schwellwert der Durchlassspannung U_S (Schleusenspannung)	$0,2 - 0,4 \text{ V} \approx 0,3 \text{ V}$	$0,6 - 0,8 \text{ V} \approx 0,7 \text{ V}$
Stromdichte J	$0,8 \text{ A/mm}^2$	$1,5 \text{ A/mm}^2$
Minimale / Maximale Betriebstemperatur $\vartheta_{\min / \max}$	$-55^\circ\text{C} \text{ bis } +75^\circ\text{C}$	$-40^\circ\text{C} \text{ bis } +150^\circ\text{C}$
Wirkungsgrad η	55%	95%
Spitzensperrspannung $U_{R\max}$	30V - 120V	30V - 3,5kV



Aufgabe:

Die Leistung eines Verbrauchers (Glühlampe 230 V / 40W) soll mit Hilfe einer Diode halbiert werden. Bestimmen Sie durch indirekte und direkte Leistungsmessung die jeweiligen Leistungen für Halb- und Vollast.

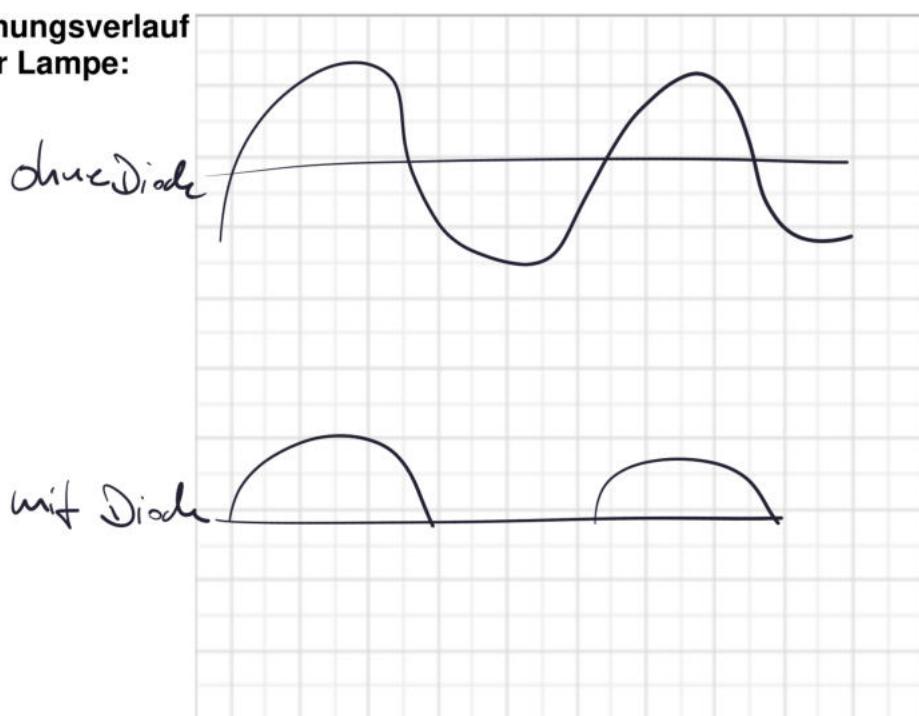
Messschaltung:



Messwertetabelle:

P Halblast indirekt	118 mA	/ 235V
P Volllast indirekt	180 mA	/ 235V
P Halblast direkt	23 W	
P Volllast direkt	39,5 W	

Spannungsverlauf an der Lampe:



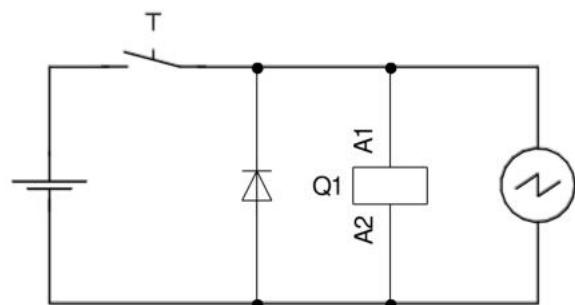
Anwendungen:

Haerfey

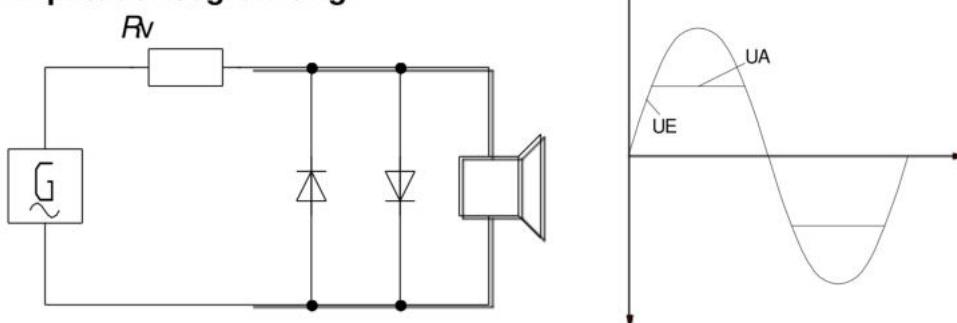
Anwendungen:

Freilaufdiode:

Die Diode ist für die beim Schalten entstehende Induktionsspannung in Durchlassrichtung geschaltet und schlägt diese bei der Entstreuung kurz.
(Verhindert Kontaktbrand, Erhöhung der Schleusssicherheit, Schutz von Halbleiterbauteilen)

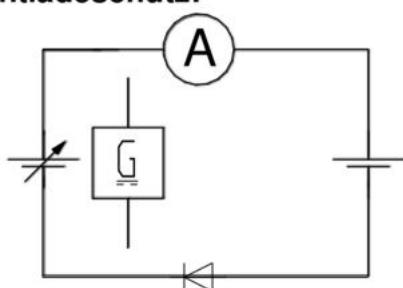


Amplitudenbegrenzung:



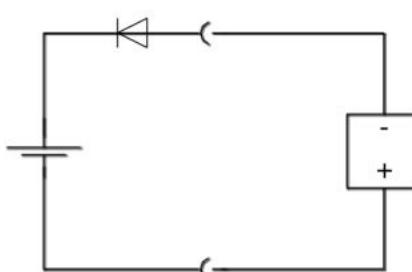
Wird die Amplitude der Eingangsspannung zu groß, werden beide Dioden leitend und begrenzen die Ausgangsspannung. (Schörschutz im Telefonhörer)

Entladeschutz:



Die Diode verhindert, dass sich der Akkumulator über das Ladegerät entlädt.

Verpolungsschutz:

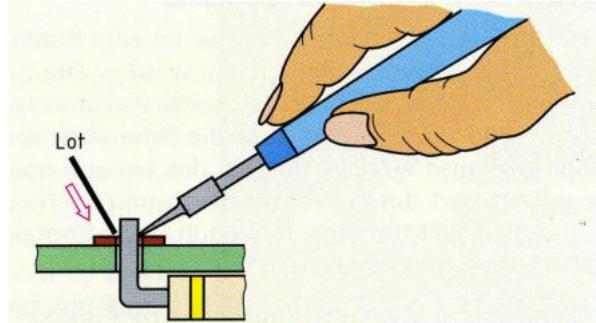


Die Verpolungsschutzdiode sperrt die gegebenenfalls falsch gepolte Betriebsspannung.

Name		Klasse		Datum	10. 01. 23
------	--	--------	--	-------	------------

Zu erlernende Fertigkeiten und Kenntnisse

1. Weich- u. Hartlöten / Lötverfahren
2. Weichlöten /Weichlote
3. Bleifreies Löten
4. Flussmittel
5. Lötkolben
6. Lötorgang / Lötübungen
7. Gedruckte Schaltungen



1. Löten

Nach erforderlicher Arbeitstemperatur unterscheidet man Weichlöten (bis 450°C) und Hartlöten (über 450°C).

Einteilung der Lötverfahren

Nach der Arbeitstemperatur:

- Weichlöten $\leq 450^{\circ}\text{C}$, Hartlöten $\geq 450^{\circ}\text{C}$

Nach Art der Lötstelle:

- Auftrag-, Verbindungs-, Spalt- und Fugenlöten

Nach Art der Oxidbeseitigung:

- Löten mit Flussmittel oder unter Schutzgas

Nach Art der Lotzuführung:

- Tropflöten, Löten mit Lötdepot

Nach Art der Fertigung:

- Handlöten, maschineller Löten

2. Weichlöten

Beim Löten erwärmt man Werkstück und Lot auf die erforderliche Arbeitstemperatur. Das Lot schmilzt, verdrängt das Flussmittel, benetzt die Werkstückoberfläche und bildet mit dem zu verbindenden Grundwerkstoff Mischkristalle, somit eine unlösbare Verbindung zwischen Werkstück und Lot.

- Gut lötbare Metalle sind z.B.:

Kupfer, Silber und Messing

- Schwer lötbare Metalle sind z.B.:

Aluminium, Magnesium

- Kaum lötbare Metalle sind z.B.:

Chrom und Titan

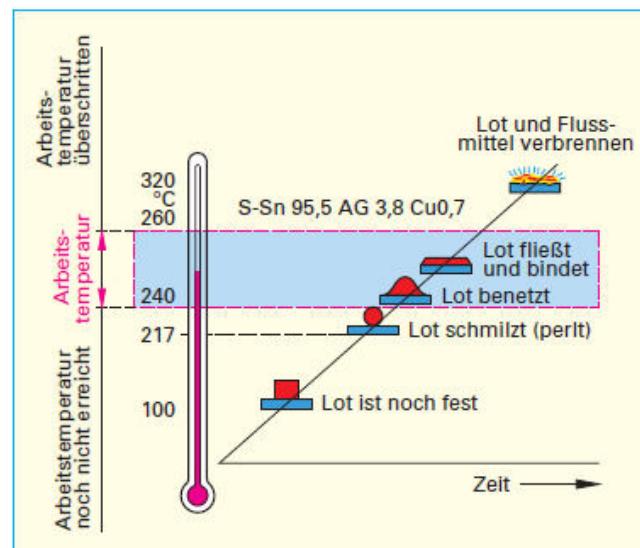
- Das bilden von Mischkristallen nennt man:



Voraussetzungen für Weichlötverbindungen:

- Zum Löten muss eine metallisch reine Oberfläche vorliegen.
- Der Lötkolben muss eine Arbeitstemperatur von ca. 300°C bis 350°C erreicht haben.
- Die Schmelztemperatur des Lotes muss unterhalb der Arbeitstemperatur des Lötkolbens liegen.

Temperatur-Zeit-Diagramm beim Löten:



Weichlote

Alle Weichlote (Werkstoffkurzzeichen „S“*) sind Legierungen, z.B. S-Sn 95,5Ag 3,8 Cu0,7, mit einem hohen Anteil von Zinn (Sn) und mit geringen Zusätzen von Kupfer (Cu), Silber (Ag) oder Gold (Au). Blei (Pb) darf in Weichloten nur noch im Hobby- und Kleinserienbereich verwendet werden, wenn diese Geräte nicht weiterverkauft werden.

Die Zusammensetzung des Lotes bestimmt den Schmelzbereich und die Arbeitstemperatur.

*S für Solder (engl.) = Lot

3. Bleifreies Löten

Nach dem Elektro- und Elektronikgerätegesetz (ElektroG) sowie den EU-Richtlinien dürfen seit dem 01.Juli 2006 elektrisch Geräte kein Blei enthalten. Dies gilt bei Geräten mit eingebauten Elektronikplatinen auch für die Lötstellen.

Folgende bleifreie Lote werden eingesetzt:

Weichlot z.B.	Schmelztemperatur	Eigenschaften
Sn 99Cu1	227°C	Zinn-Kupfer ist die preiswerteste Legierung u. wird bei einfachen Leiterplatten eingesetzt. Hoher Schmelzpunkt.
Sn 95,5 Ag 3,8 Cu 0,7	217°C	Niedrigster Schmelzpunkt aller bleifreien Weichlote. Mit dieser Legierung können auch kritische Bauteile, wie Halbleiter oder SMD-Bauteile gelötet werden.

Was ist beim Einsatz von bleifreien Loten zu beachten?

- Hohere Löttemperatur, daher besondere Vorsicht bei empfindlichen Elektronikbauteilen.
- Die Oberfläche der zu lögenden Bauteile muss sehr sauber sein.
- Die Oberfläche der Lötstelle glänzt nicht mehr, sondern wird matt.
- Die Form der Lötstelle wird nicht mehr konkav ausgefräst.

4. Flussmittel

In der Elektrotechnik verwendet man für Handlötungen meist Röhrenlot mit Flussmittelseele mit einem Durchmesser von z.B. 1 mm, 1,5 mm oder 2 mm.

Flussmittel der Elektrotechnik bestehen meist aus Kolophonium, einem Harz. Kolophonium wirkt nicht korrodierend und muss nach dem Lötorgang nicht beseitigt werden.

Welche Aufgabe hat das Flussmittel?

- Sie haben die Aufgabe, die zu lögenden Metalloberflächen vor und während des Lötorgangs von Oxiden zu befreien und eine Neubildung von Oxiden zu verhindern.

5. Lötkolben

Zum Schmelzen des Lotes benötigt man Wärme, diese wird meist im Lötkolben erzeugt. Elektrisch beheizte Lötkolben werden mit Leistungen von 5 W bis etwa 750 W hergestellt. Beim Löten ist die Lötkolbenleistung der Bauteilgröße anzupassen.

Lötkolbenarten	
Art und Leistungsangabe	Verwendung
5 Watt	Für feinste Lötungen, z.B. in der Mikroelektronik.
25 Watt	Zum Löten an gedruckten Schaltungen und Steckern. Für Leitungen bis 1,5 mm ² .
50 bis 150 Watt	Für Leitungen und Kabelschuhe bis etwa 4 mm ² . Bleche bis etwa 1,5 mm Dicke.
200 bis 750 Watt	Für Leitungen über 10 mm ² . Löten der Pole an Akkumulatoren, Bleche über 2 mm Dicke, für Spenglerarbeiten.

Lötstation temperaturgeregt



Temperaturgeregelt Lötkolben arbeiten mit Kleinspannung, z.B. 24 V. Temperaturbereich etwa 150°C bis 450°C. Z.B. für Lötungen an Leiterplatten.

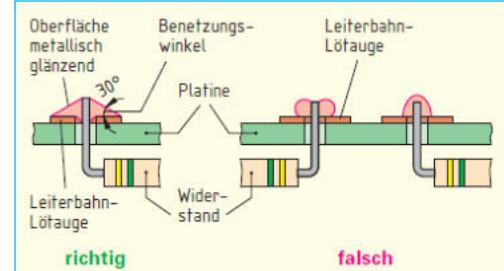
6. Lötvorgang

Drei Phasen: **Erwärmen → Lötzinnfluss → Abkühlen**

Aussehen von Lötstellen

Gute Lötstellen:

- Metallisch glatt Oberfläche
- Benetzungswinkel ca. 30°



Schlechte Lötstellen:

- Oberfläche ist rau
- Winkel zu klein bzw. zu groß
- Lötstelle mit Kugeln o. Knead

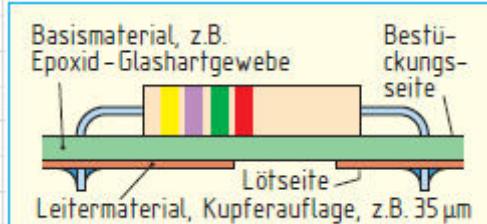
7. Herstellen gedruckter Schaltungen

Aufgabe der gedruckten Schaltung:

- Sich übernehmen zuverlässig die Funktion des Verdrahtung.
- Sich bieten den Bauelementen den mechanischen Halt.

Aufbau der Leiterplatten:

- Bestückungsseite:
besteht aus d. Basismaterial (Isoliermaterial)
z.B. Phenolharz-Hartpapier, Epoxidharz-Hartgewebe,
Polyesterfolie



- Lötsseite:
besteht aus d. Leitermaterial, Kupferauflage;
Dicke der Kupferauflage beträgt meist 35 µm
oder 90 µm

Herstellungsverfahren von Leiterplatten (gedruckten Schaltungen):

Beim Herstellen von Leiterplatten unterscheidet man die Subtraktiv- und die Additivtechnik.

Additivtechnik: ➤ Auftragen des Leiterbahnen und Lötpunkte auf das Basismaterial z.B. Aufkleben der Leiterbahnen, Aufgalvanisierung

Subtraktivtechnik: ➤ Abtragen überschüssiger Kupferteile der Kupferbeschichtung
z.B. Abätzen der Kupferbeschichtung (Leitbild vorher ätzfest übertragen).
Abfräsen der Kupferbeschichtung

Zurichten elektronischer Bauelemente zum einlöten auf Leiterplatten:

- Bauteilauslässe symmetrisch zurichten, Anschluss rechtwinklig u. parallel führen.
- Bauteile liegen auf der Leiterplatte auf, Leistungs widerstände auf Abstand zur Platinenoberfläche setzen.
- Lesbarkeit der Bauteilwerte von einer Seite aus beachten.
- Bei Halbleitbauelementen, z.B. Transistoren, Bauteilabstand zur Platinenoberfläche 5 mm einhalten (Wärme abfuhr)

