



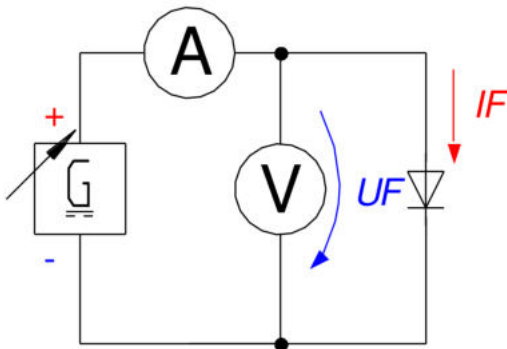




|      |  |        |  |       |  |
|------|--|--------|--|-------|--|
| Name |  | Klasse |  | Datum |  |
|------|--|--------|--|-------|--|

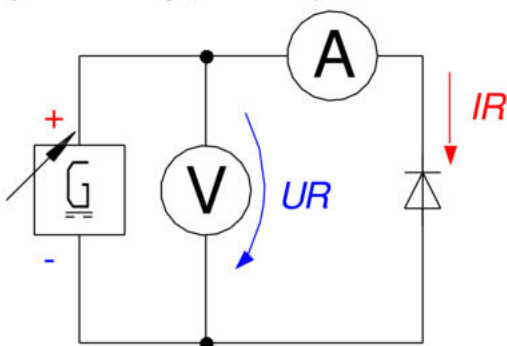
Halbleiterdioden sind zweipolige Bauelemente deren Widerstandswert von der Polarität der angelegten Spannung abhängt.

Durchlassrichtung (Forward):



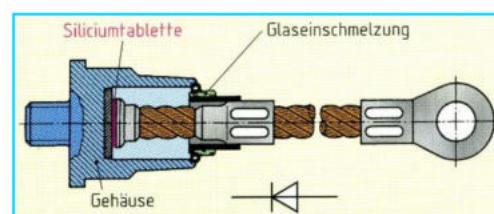
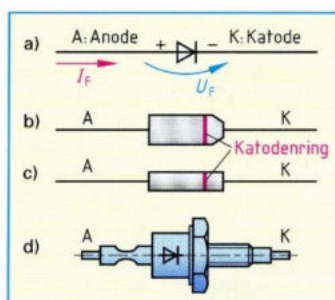
Der Pluspol der äußeren Spannungsquelle wird an die Anode der Diode, der Minuspol an der Kathode angeschlossen.

Sperrrichtung (Reverse):



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

Bauformen und Kennzeichnung der Katode:

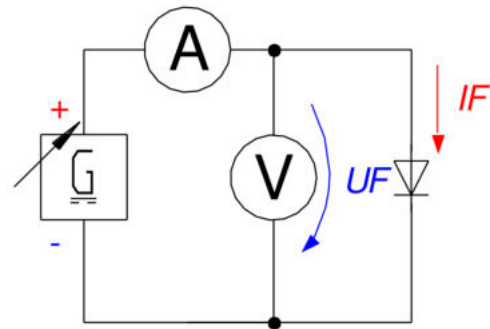


Kennzeichnung durch zwei oder drei Buchstaben:

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 Y89

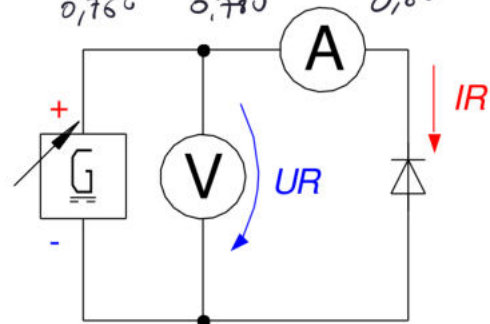
### Kennlinie der Halbleiterdiode 1N5406.

Messschaltung: Durchlassrichtung (Forward):



| $I_F$ in mA | 10             | 25             | 50           | 100            | 200            | 400            | 600            | 1000           |
|-------------|----------------|----------------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| $U_F$ in V  | 0,65V<br>0,63V | 0,65V<br>0,68V | 0,72V<br>0,7 | 0,75V<br>0,76V | 0,78V<br>0,76V | 0,81V<br>0,79V | 0,825V<br>0,8V | 0,85V<br>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 |

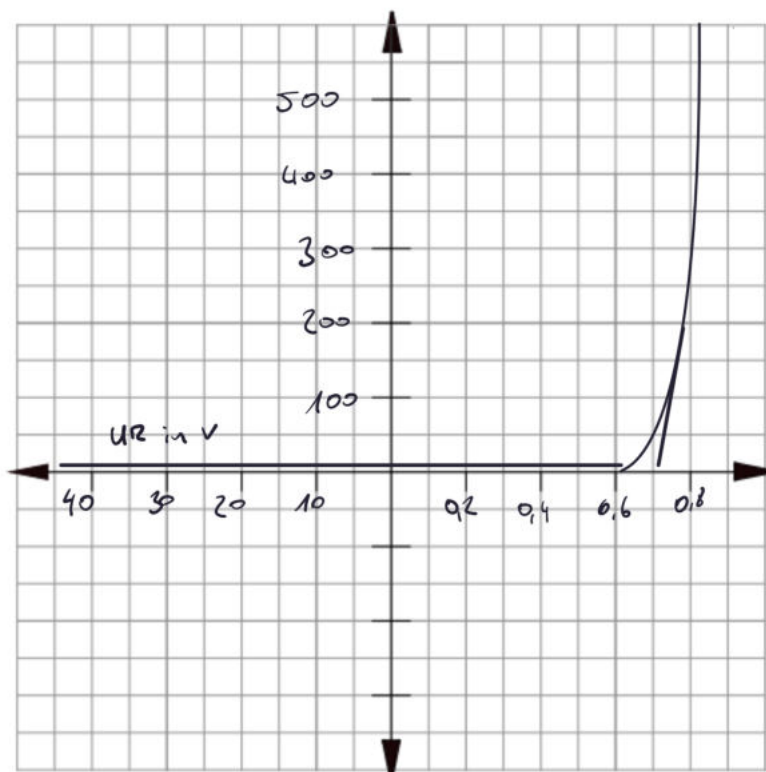


Diagramm:

**Kennwerte der Halbleiterdiode**

**Schleusenspannung**

$U_S$  : 0,78V

**Maximale Sperrspannung**

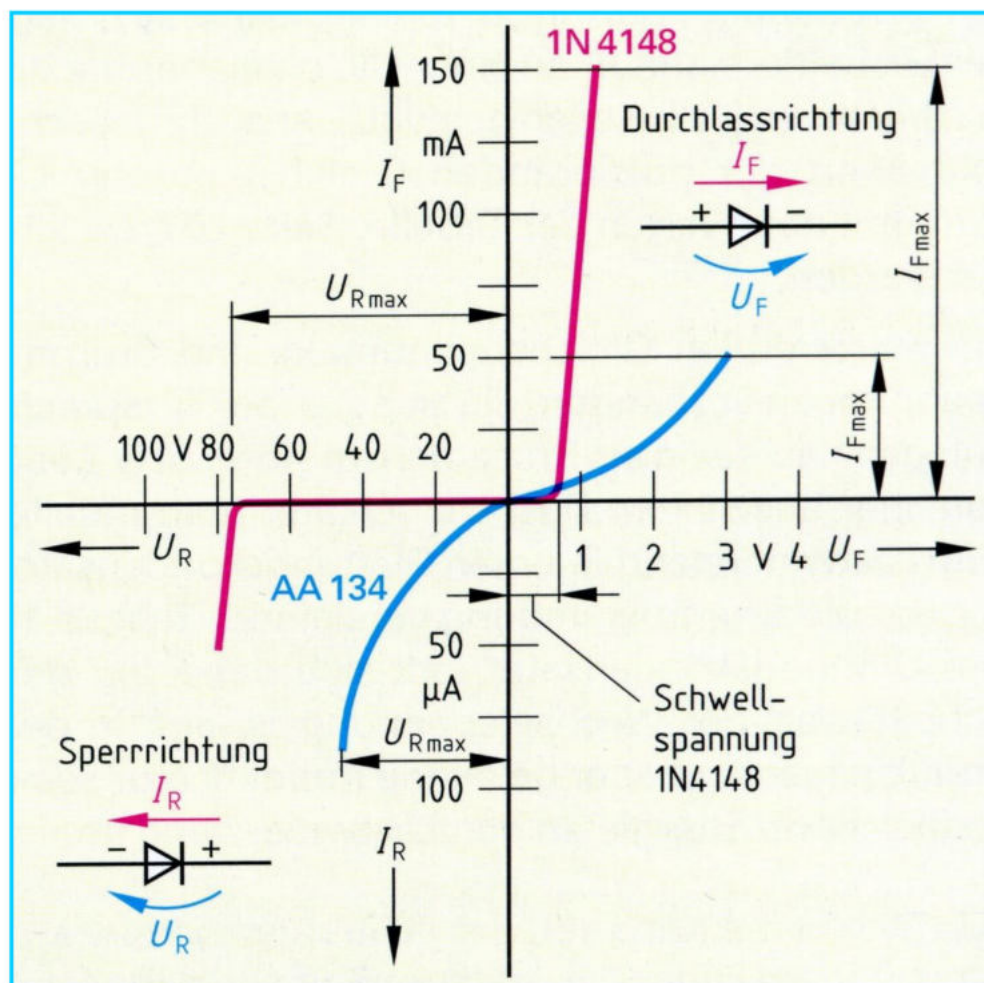
$U_R$  max: 600V

**Differenzieller Widerstand**

$$r_F = \frac{\Delta U_F}{\Delta I_F} = \frac{0,81V - 0,78V}{400mA - 200mA} = 0,15\Omega$$

## Vergleich von Germanium- und Siliziumdioden

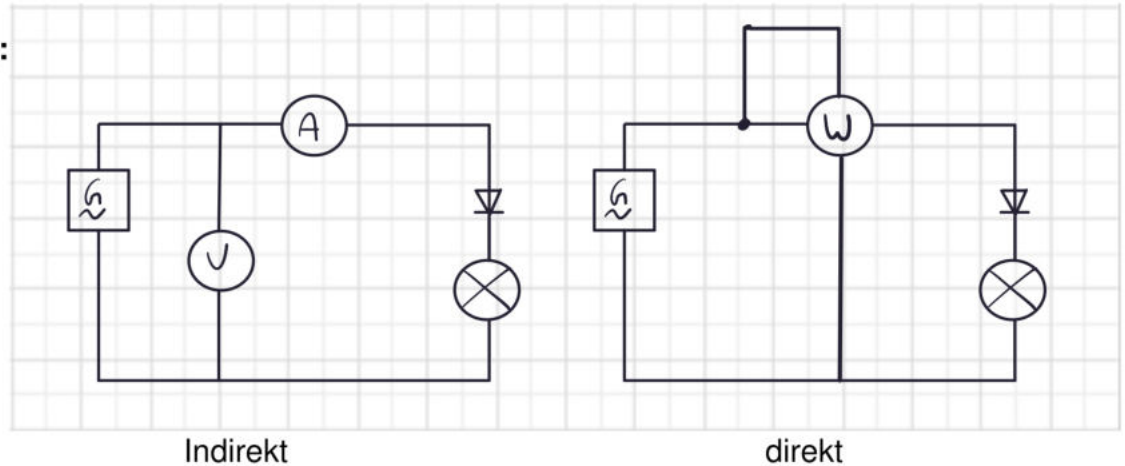
| Kenngröße  | Germaniumdioden                             | Siliziumdioden                              |
|--|---|---|
| Schwellwert der Durchlassspannung $U_S$ (Schleusenspannung)      | $0,2 - 0,4 \text{ V} \approx 0,3 \text{ V}$ | $0,6 - 0,8 \text{ V} \approx 0,7 \text{ V}$ |
| Stromdichte $J$  |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



### 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 Volllast.

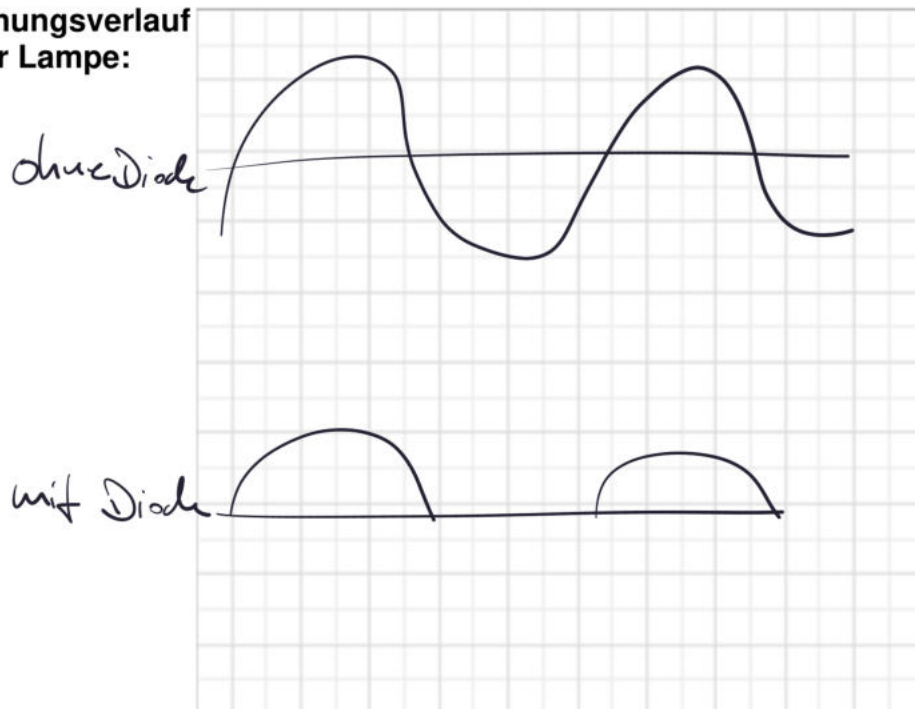
### Messschaltung:



### 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:

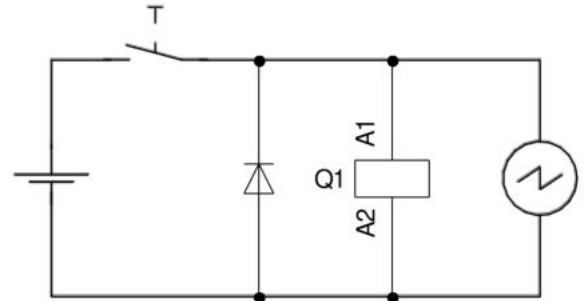
Haarfen



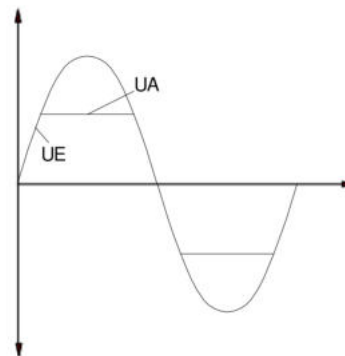
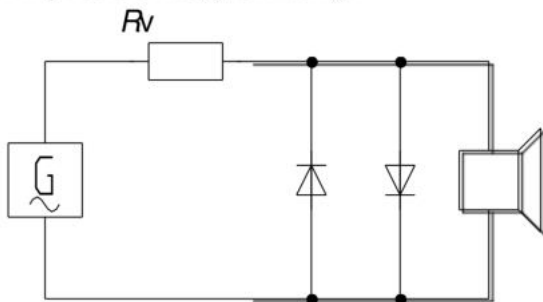
### Anwendungen:

#### Freilaufdiode:

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

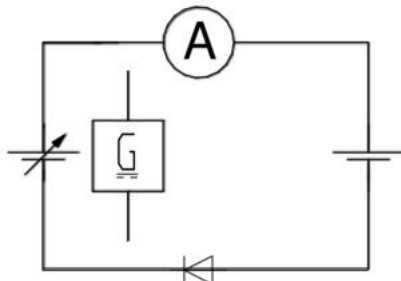


#### Amplitudenbegrenzung:



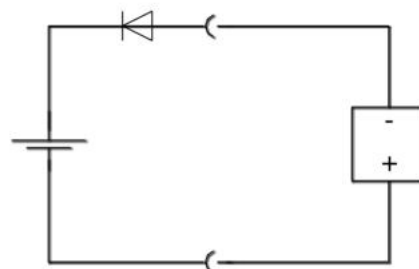
Wird die Amplitude der Eingangsspannung zu groß, werden beide Dioden leitend und begrenzen die Ausgangsspannung. (Gehörschutz im Telefonhörer)

#### Entladeschutz:



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

#### Verpolungsschutz:



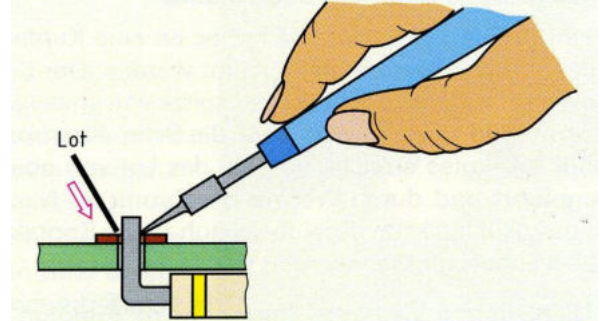
Die Verpolungsschutzdiode sperrt die gegebene anfalls falsch gepolte Betriebsspannung



|      |  |        |  |       |          |
|------|--|--------|--|-------|----------|
| 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. Lötvorgang / 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:

- Auftrags-, Verbindungs-, Spalt-, und Fugenlöten

Nach Art der Oxidbeseitigung:

- Löten mit Flussmittel oder unter Schutzgas

Nach Art der Lotzuführung:

- Tauchlöten, 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 unlösliche Verbindung zwischen Werkstück und Lot.

➤ Gut lötbare Metalle sind z.B.:

Kupfer, Silber und Messing

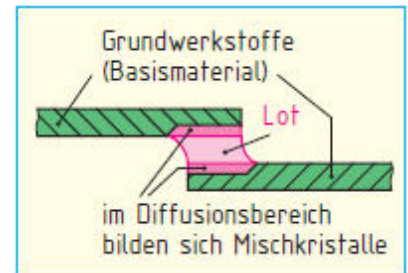
➤ Das bilden von Mischkristallen nennt man:

➤ Schwer lötbare Metalle sind z.B.:

Aluminium, Magnesium

➤ Kaum lötbare Metalle sind z.B.:

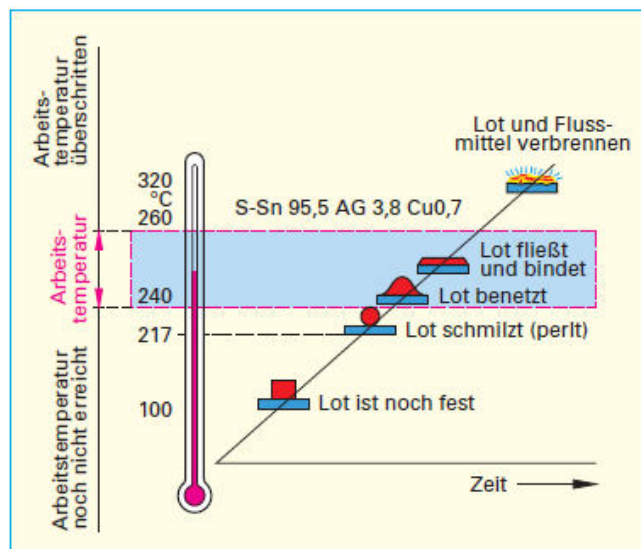
Chrom und Titan



### Voraussetzungen für Weichlötverbindungen:

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

Temperatur-Zeit-Diagramm beim Löten:



### Weichlote

Alle Weichlote (Werkstoffkurzzeichen „S“) sind Legierungen, z.B. S-Sn 95,5Ag 3,8 Cu 0,7, 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 Lötungen zu beachten?

- Höhere Löttemperatur, daher besondere Vorsicht bei empfindlichen Elektronikbauteilen.
- Die Oberfläche des zu löthenden Bauteils muss sehr sauber sein.
- Die Oberfläche der Lötstelle glänzt nicht mehr, sondern wird matt.
- Die Form der Lötstelle wird nicht mehr konisch ausgeformt.

### 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 Lötvorgang nicht beseitigt werden.

Welche Aufgabe hat das Flussmittel?

- Sie haben die Aufgabe, die zu löthenden Metalloberflächen vor und während des Lötvorgangs 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<br>            | Für feinste Lötungen, z.B. in der Mikroelektronik.  |
| 25 Watt<br>           | Zum Löten an gedruckten Schaltungen und Steckern.<br>Für Leitungen bis 1,5 mm <sup>2</sup> .                              |
| 50 bis 150 Watt<br>   | Für Leitungen und Kabelschuhe bis etwa 4 mm <sup>2</sup> .<br>Bleche bis etwa 1,5 mm Dicke.                               |
| 200 bis 750 Watt<br> | Für Leitungen über 10 mm <sup>2</sup> .<br>Löten der Pole an Akkumulatoren, Bleche über 2 mm Dicke, für Spenglerarbeiten. |

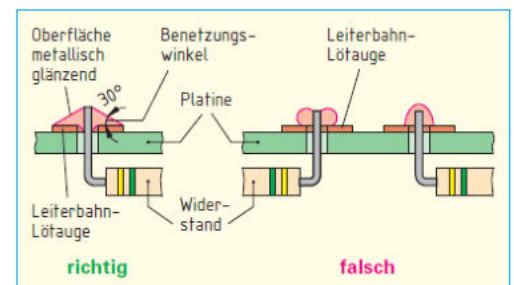
### Lötstation temperaturgeregelt



Temperaturgeregelte 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** → **Lötzinfluss** → **Abkühlen**



### Aussehen von Lötstellen

Gute Lötstellen:

- Metallisch glatte Oberfläche
- Benetzungswinkel ca. 30°

Schlechte Lötstellen:

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

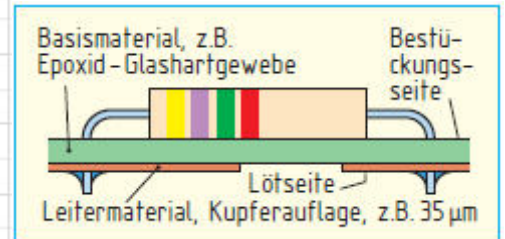
## 7. Herstellen gedruckter Schaltungen

Aufgabe der gedruckten Schaltung:

- Sie übernehmen zuverlässig die Funktion der Verdrahtung.
- Sie bieten den Bauelementen den mechanischen Halt.

Aufbau der Leiterplatten:

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



- **Lötseite:**  
 besteht aus d. Leitermaterial, Kupferauflage;  
 Dicke der Kupferauflage beträgt meist 35 µm  
 oder 70 µm

Herstellungsverfahren von Leiterplatten (gedruckten Schaltungen):

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

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

- Subtraktivtechnik: ➤ Abtragen überschüssiger Kupferanteile der Kupferbeschichtung z.B. Ätzen der Kupferbeschichtung (Leiterbild vorher ätzfest übertragen), Abfräsen der Kupferbeschichtung



Zurichten elektronischer Bauelemente zum einlöten auf Leiterplatten:

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

