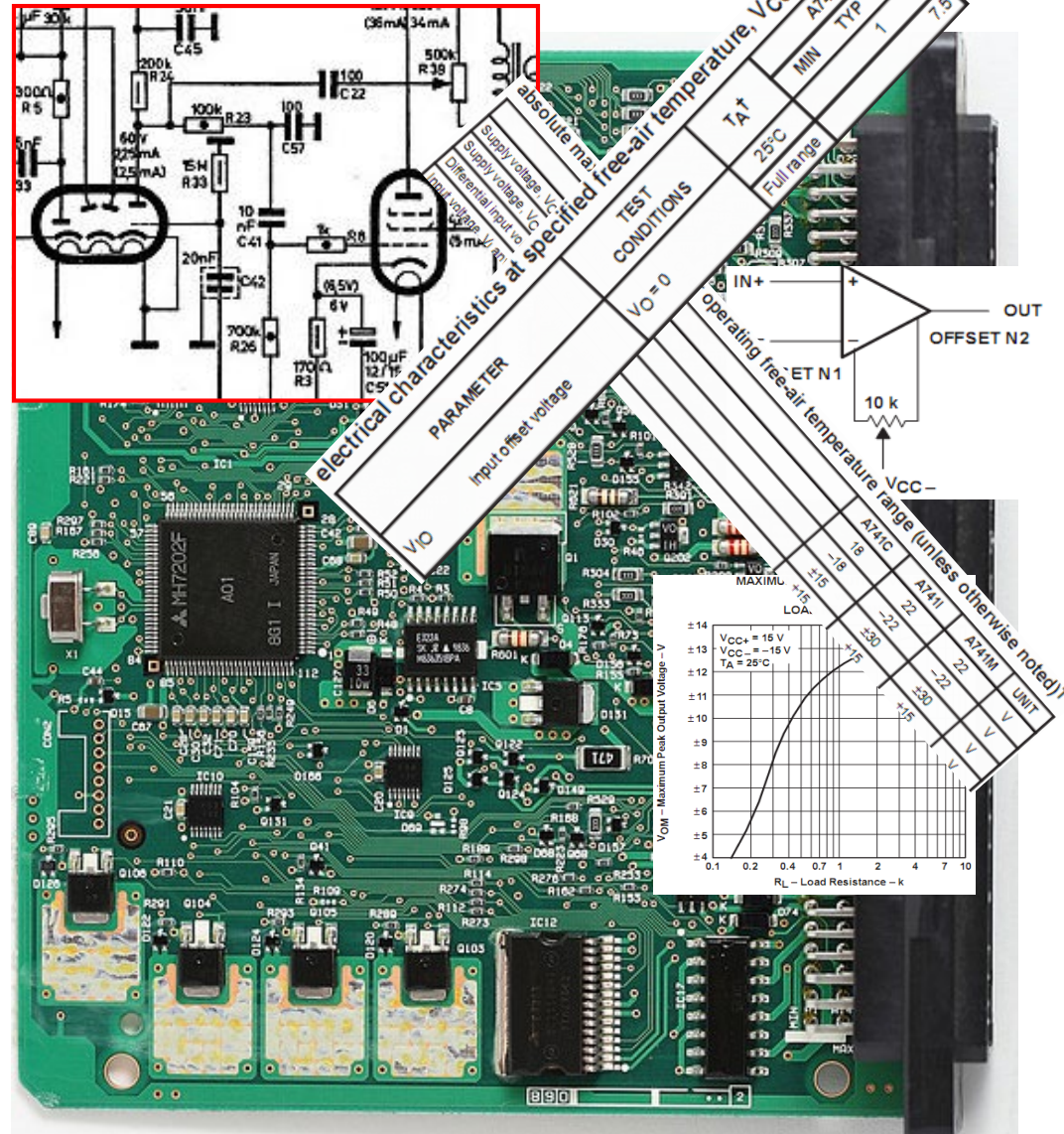


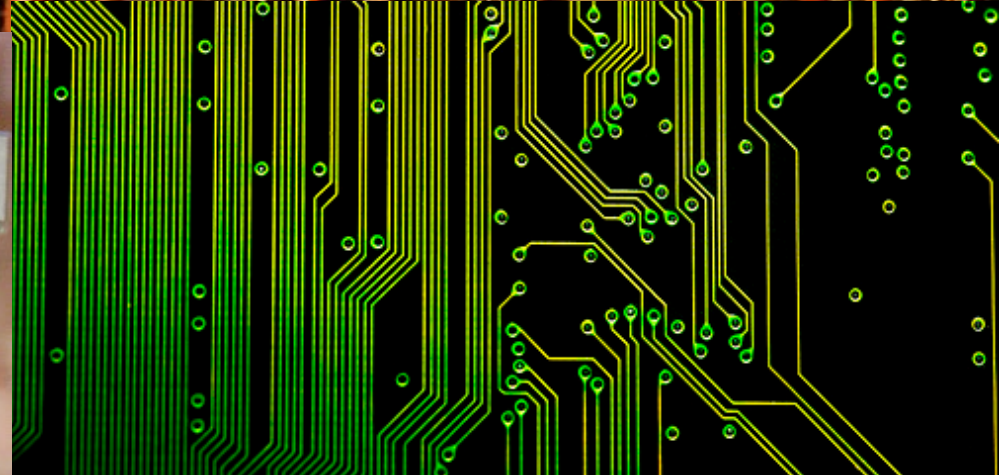
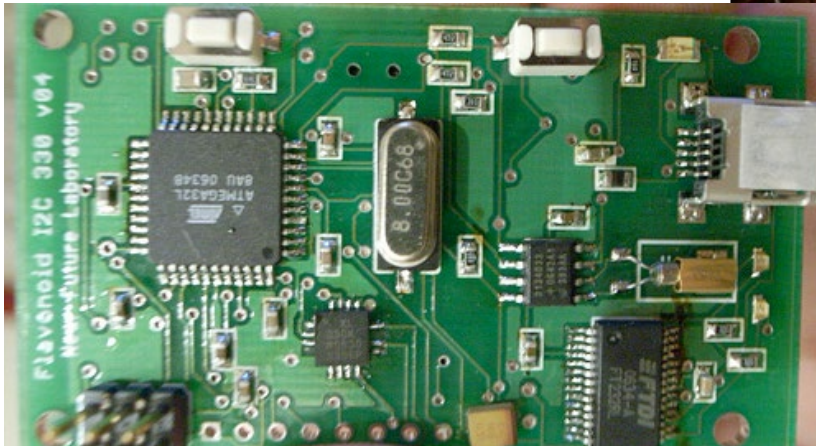
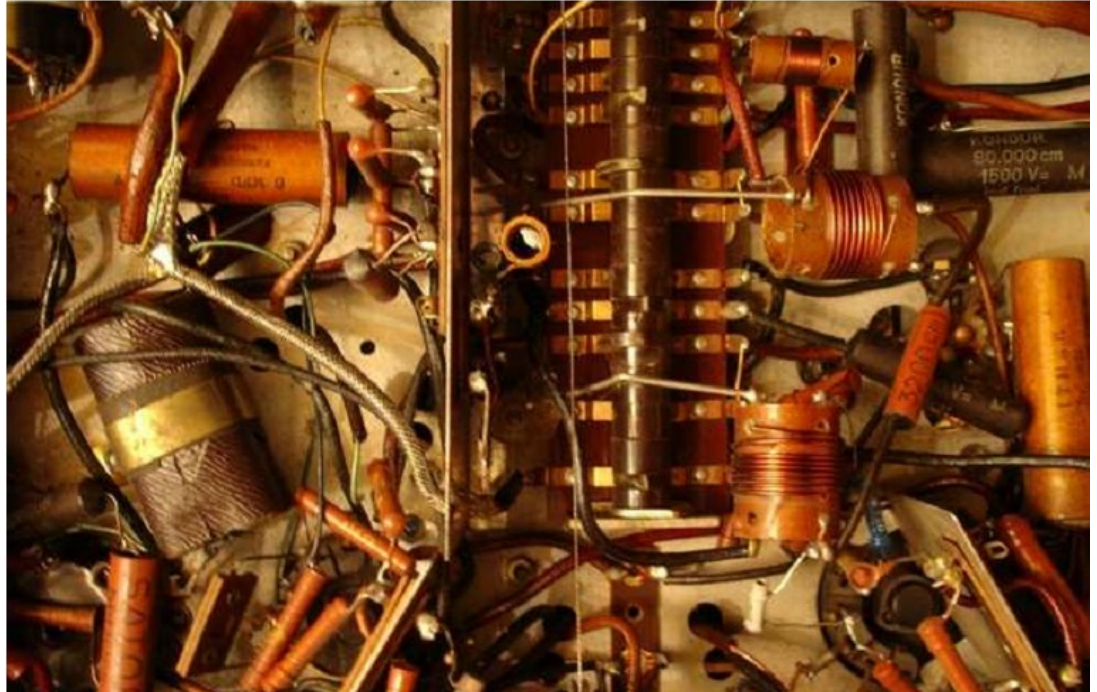
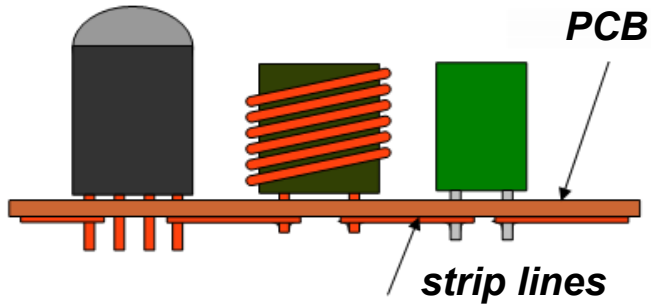
- **Components:** Dinge, die man kaufen kann (Einzelteile, nicht zerlegbar)
- Beschrieben durch **datasheets**
Achtung: Prüfen ist oft notwendig!
- Komponenten können eine oder mehrere funktionale Blöcke enthalten (Widerstände, Verstärker...)
- Blöcke werden durch Verbindungen gekoppelt: **“equivalent circuit diagram” (Ersatzschaltbild)**
- **“Components”** werden physikalisch durch elektrische Leitungen verbunden (Löten auf Schaltungsträger, Kabel...)



Elektrische Verbindungen

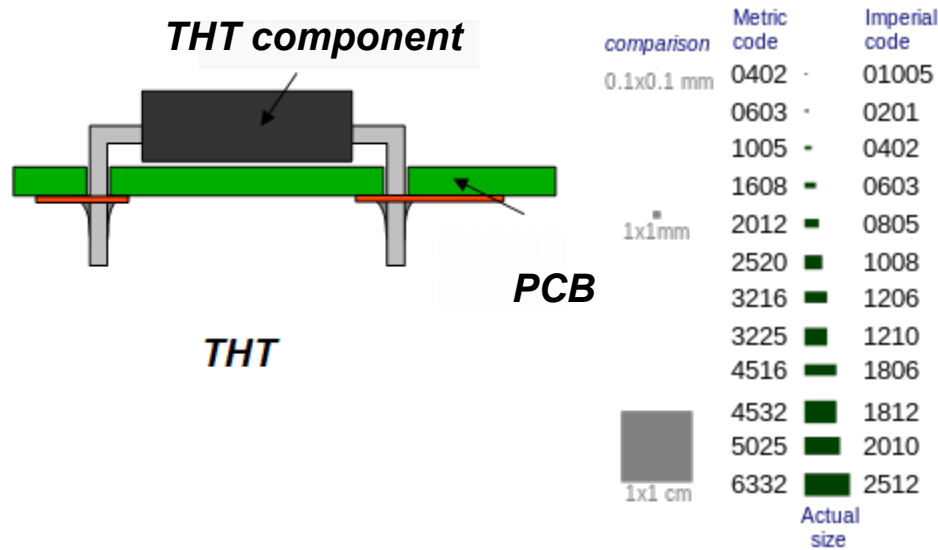


- früher: Kabel
(Bild: Röhrenradio 1940)
- heute: PCB: (Schaltungsträger)
 - Träger für Komponenten
 - Träger für Verbindungen (strip lines)



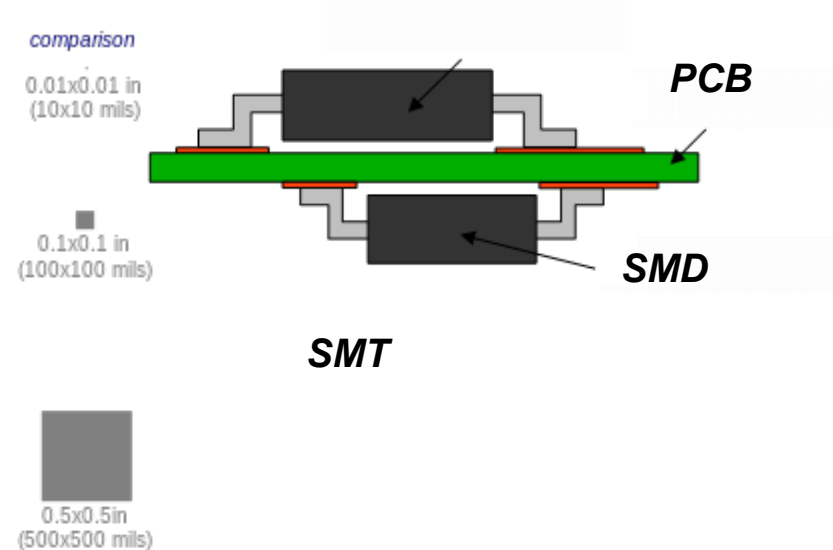
THT

- **THT: through hole technology**
(PIH = pin in hole)
- lange Drähte an den Bauelementen
- groß, parasitäre Effekte (L+ R)
- Mechanisch sehr robust! (z.B. Stecker) -> für "große" oder schwere Komponenten immer noch in Verwendung!
- Typische Abstände: 2,54mm (=0.1"), 1,27mm



SMT

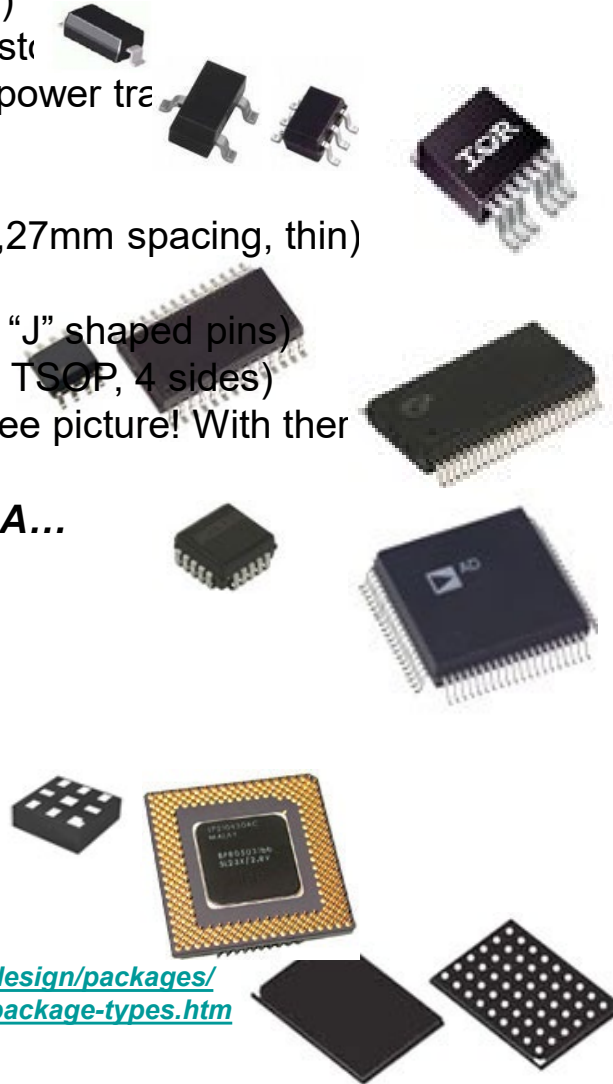
- **SMT: surface mounted technology**
(SMD: surface mounted device)
- klein
- weniger parasitäre Effekte
- beidseitig montierbar
- Hohe Dichte von Bauelemente!
- viele Verbindungsschichten am PCB
- Schwierige Montage



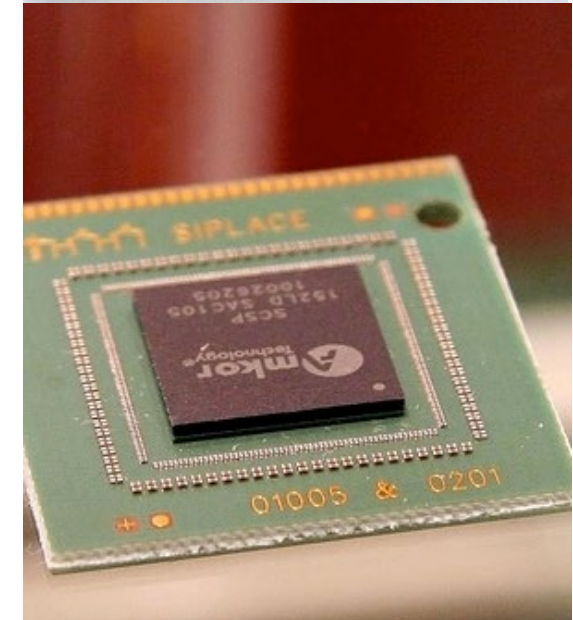
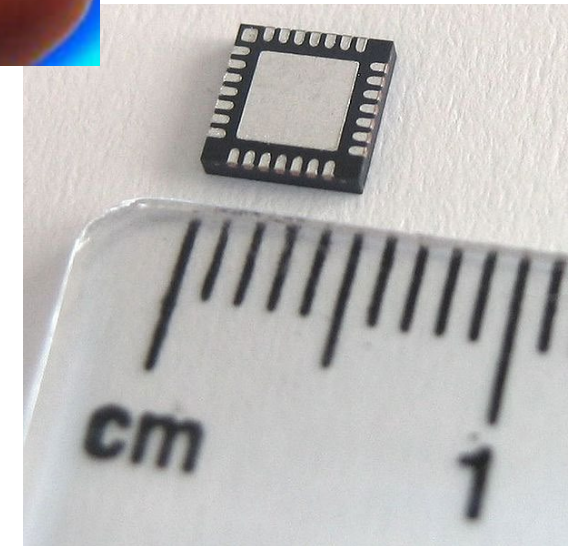
Einige SMD packaging standards



- **2012, 1608, 1005, 0603, 0402, 0201, 01005...**
- **SOD** (small outline diode)
- **SOT** (small outline transistor)
- **PAK** (D2PAK, D3PAK: power transistor)
- **Two – sided pins:**
 - SOIC** (1,27mm spacing)
 - TSOP, TSSOP ...** (0,5..1,27mm spacing, thin)
- **4 - sided pins:**
 - PLCC** (1,27mm spacing, “J” shaped pins)
 - QFP, ... TQFP** (similar to TSOP, 4 sides)
 - MLF /QFN** (N: no lead: see picture! With thermal pads)
- **Bottom – side pin grid**
 - PGA, BGA, FBGA, LBGA...**

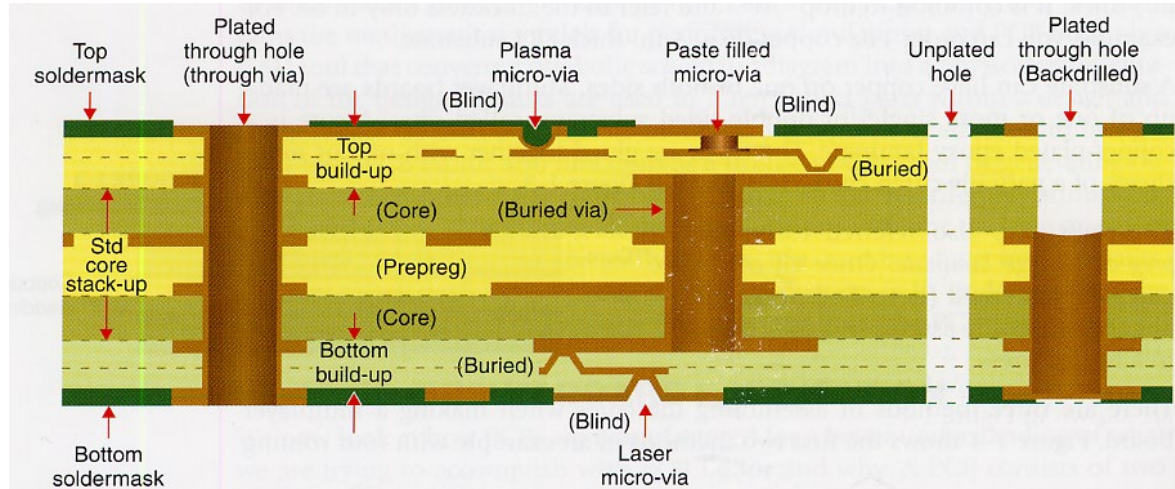


See also <http://www.intersil.com/design/packages/>
<http://www.siliconfareast.com/ic-package-types.htm>

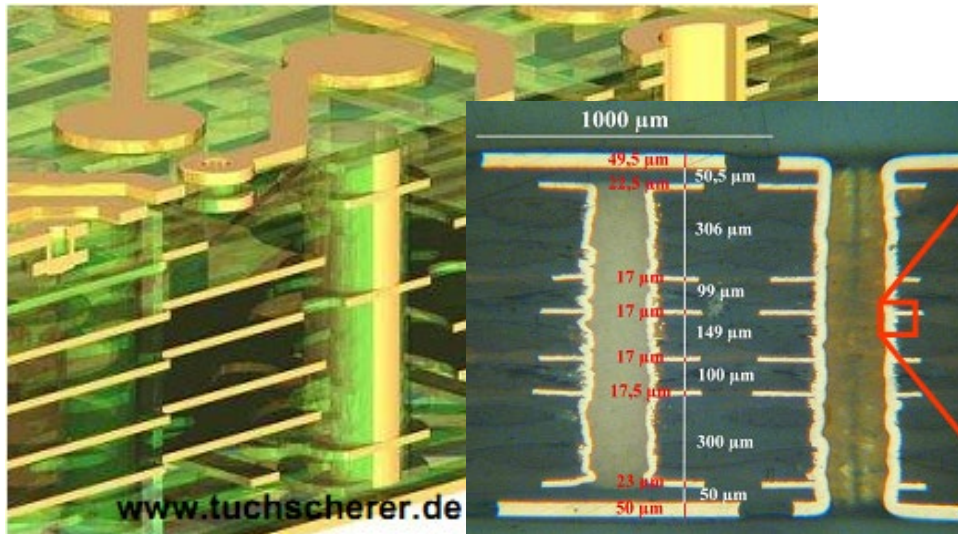




- **Meist starr**
- **1, 2 4, 6, ... 16 layer**
(max derzeit: ~40)
- **Elektrische Verbindungen zwischen layers = "via"**
micro, blind, hidden/buried



Kraig Mitzner: Complete PCB Design Using OrCad Capture and PCB Editor



Definition laut Norm:

Löten ist ein thermisches Verfahren bei dem eine stoffschlüssige Verbindung zwischen zwei Grundwerkstoffen und einem metallischen Zusatzwerkstoff (Lot) hergestellt wird. Beim Fügen mit Lot geht dieses in den flüssigen Zustand über, während die Grundwerkstoffe die Solidustemperatur nicht erreicht.

(sinngemäss aus der DIN 8505 "Löten")

Verbindung auf atomarer Ebene. Im Gegensatz zu form- (z.B. Schrauben) und kraftschlüssig (z.B. Nägel)

Fügepartner beginnen nicht sich zu verflüssigen

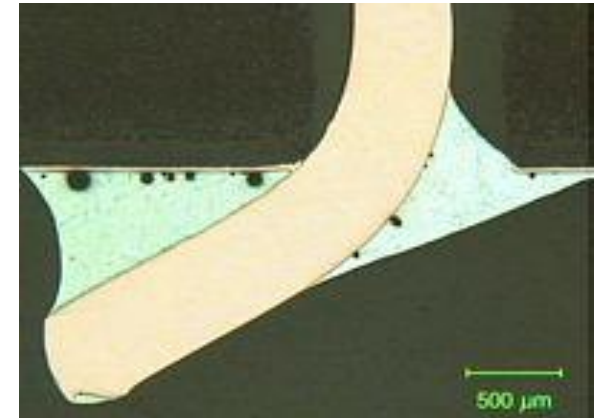
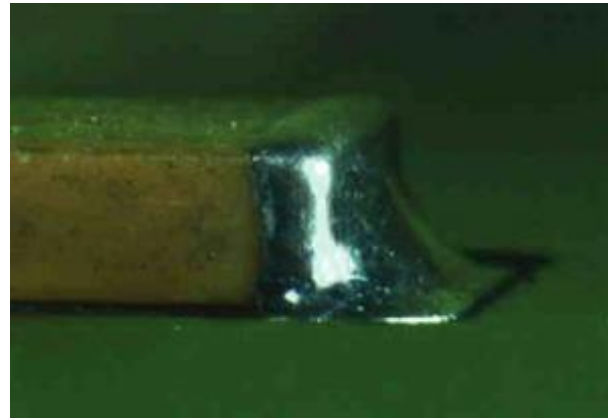
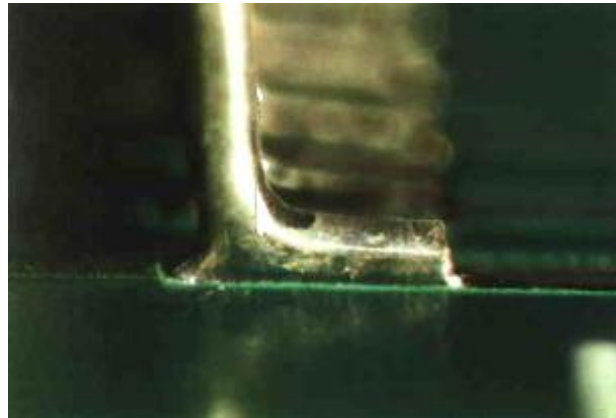
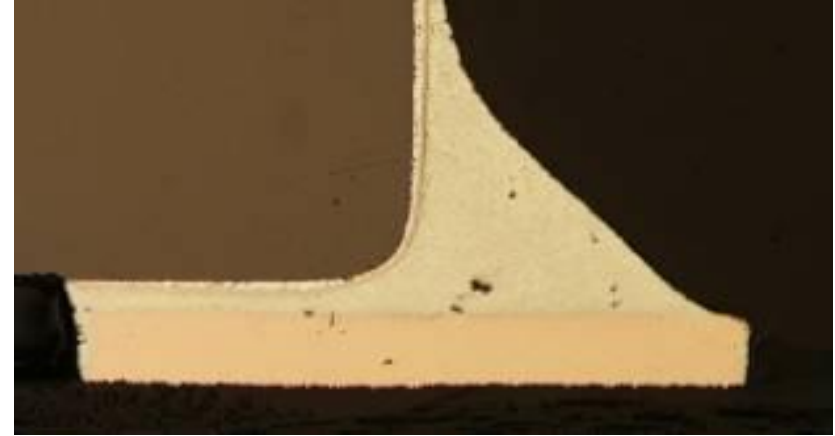
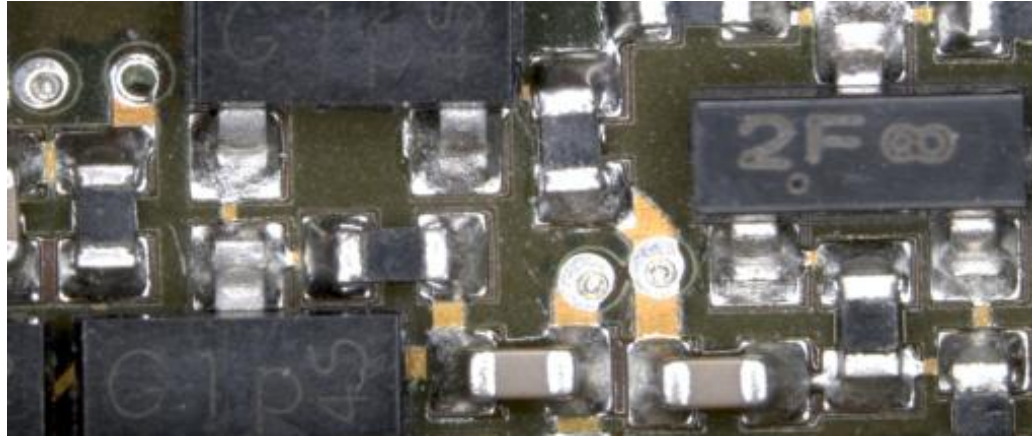
Unterscheidung:

Hartlöten: Liquidustemperatur des Lotes $> 450^{\circ}\text{C}$

Weichlöten: Liquidustemperatur des Lotes $\leq 450^{\circ}\text{C}$



Das Weichlöten ist das Standardverfahren zur Verbindung von Bauteilen mit Schaltungsträger.



Zum Löten werden benötigt:

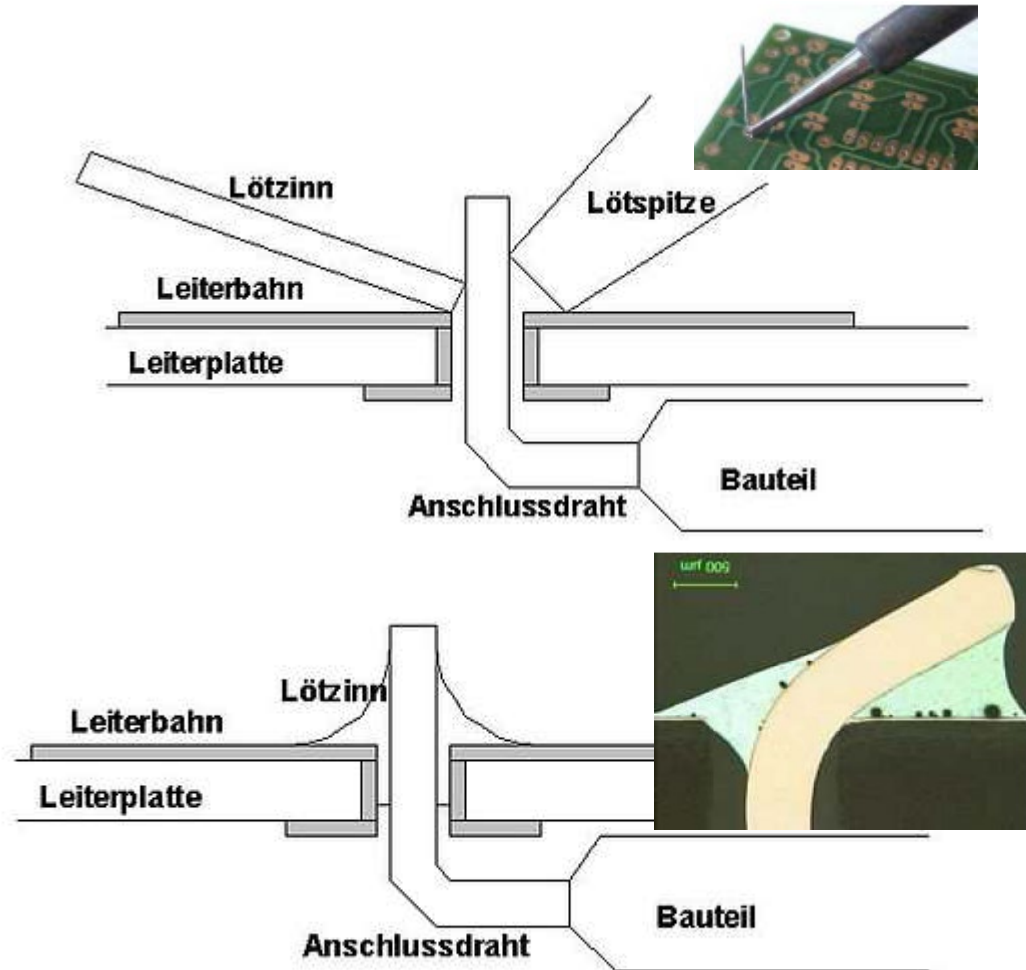


Der LötKolben ist das Werkzeug zum Löten. Die Spitze des LötKolben wird im Betrieb sehr heiß!! Nicht berühren oder unachtsam weglegen!!



Das LötZinn ist das Material mit dem ein Bauteil und Platine verbunden werden können. Es enthält bereits ein Flussmittel

- Bauteil an der richtigen Stelle auf die Platine stecken.
- Platine umdrehen
- Mit der Spitze des LötKolbens wird ein Anschlussdraht des Bauteils und die Leiterbahn für ein paar Sekunden erhitzt. (1. Bild)
- Lötzinn hinzugegeben und es zum Schmelzen bringen
- Wenn die Lötstelle sauber mit Lötzinn bedeckt ist, LötKolben entfernen. (2. Bild)
- Vorgang für alle Anschlussdrähte des Bauteils wiederholen



[Video](#)



An Luftsauerstoff oxidieren die meisten Metalle rasch, d.h. die Oberflächen sind eigentlich nie metallisch blank.

Ganz ohne Schmutz sind Oberflächen auch nie...

Durch ein Flussmittel (engl. Flux) werden diese Verunreinigungen und Oxide während des Lötens entfernt

Flussmittel ist eine pastöse Chemikalie mit folgenden Effekt auf den Lötprozess:

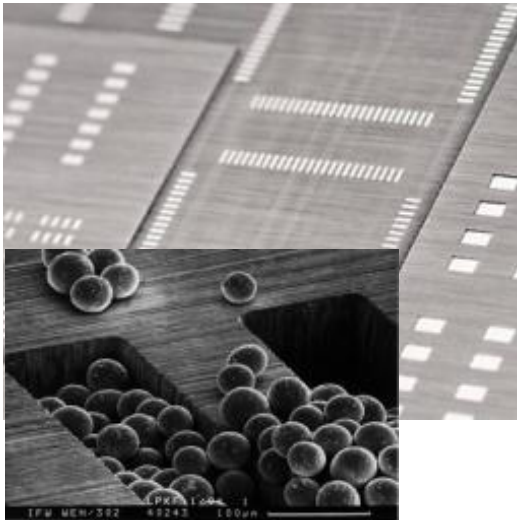
- ***Desoxidiert die Oberflächen (Resultat: eine blanke Metalloberfläche)***
- ***Verhindert weiter Oxidation durch einen flüssigen Schutzfilm***
- ***Verbessert die Wärmeübertragung***
- ***Vermindert die Oberflächenspannung***



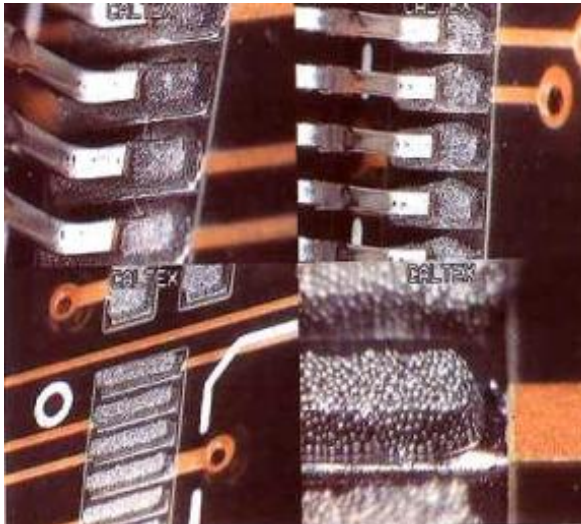


- **Bei der industriellen Fertigung von Flachbaugruppen werden Aufschmelzlötverfahren eingesetzt (Reflow-Löten).**
- **Hierbei wird Lotpaste eingesetzt: Mischung aus Lotkugeln (20-40um Durchmesser) und Flussmittel.**
- **Der Prozess besteht aus drei prinzipiellen Schritten:**
 - 1.) Aufbringen der Paste auf die Lötstellen der Leiterplatte (typ. durch Schablonendruck)**
 - 2.) Aufsetzen des Bauteils auf die gedruckte Paste.**
 - 3.) Aufschmelzen der Lotpaste zur Verbindung von Leiterplatte und Bauteil.**

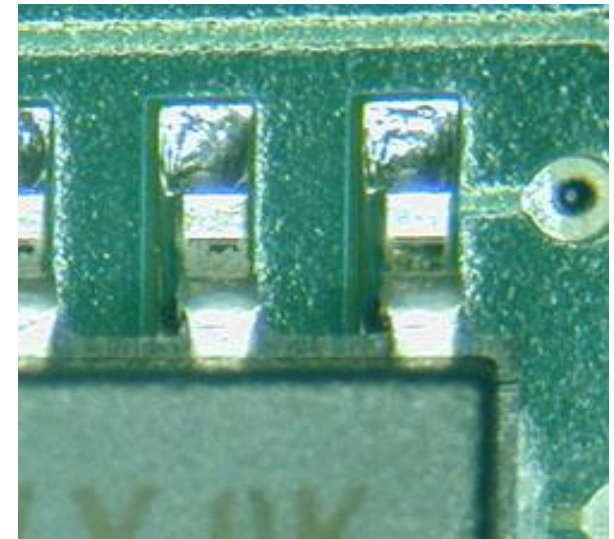
1. Lotpastendruck



2. Bauteile aufsetzen

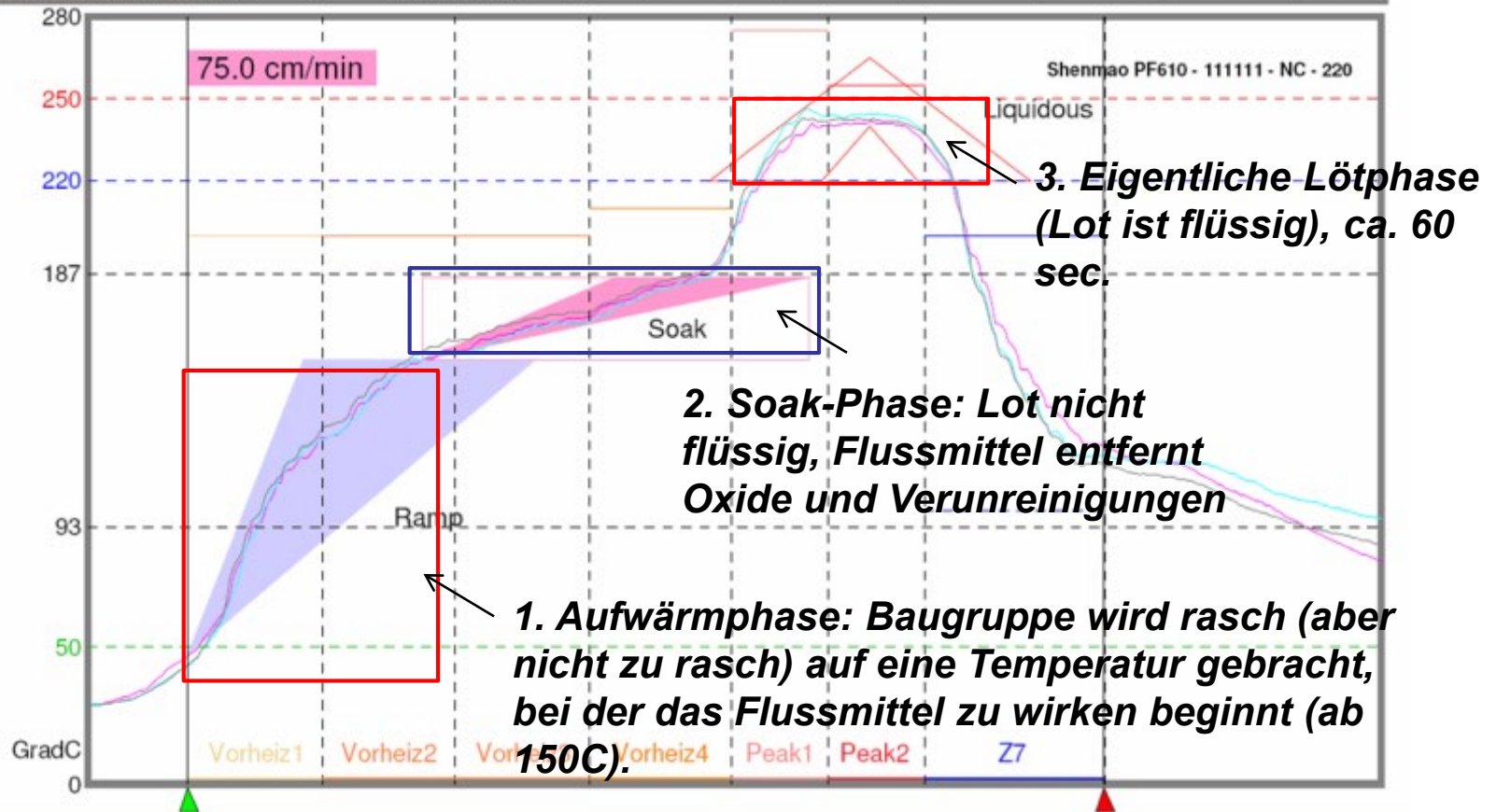


3. Aufschmelzen



Typisches Temperaturprofil beim Reflowlötten:

	Vorheiz1	Vorheiz2	Vorheiz3	Vorheiz4	Peak1	Peak2	Z7		
Länge (Cm)	52	52	52	55	37.5	37.5	70		
Hoch (GradC)	200	200	200	210	275	255	200		
Tief (GradC)	0	0	0	0	0	0	100		
Vorhersagen (GradC)	200	200	200	210	275	255	200		
Förderband (Cm/Min.)	75	Vorhersag	75						



Inspektionsmöglichkeiten

Strukturtest (optisch, Röntgen) vs. elektrischer Test (bis zu Funktionstest)

PCB:

- **optische Kontrolle: Sind Leitungen vorhanden? Überlappen diese? usw.**
- **elektrische Kontrolle: Welchen Widerstand haben die End-to-end Verbindungen?**
- **Ist überall Lötpaste vorhanden, wo notwendig?**

Bestückung:

- **Sind alle Bauteile vorhanden?**
- **Sind die Bauteile richtig platziert (über den Pads)?**
- **Sind die Bauteile richtig gedreht?**

fertig assemblierte Platine (nach dem Lötprozess):

- **Kontrolle der Lötstellen!**
- **Gibt es Kurzschlüsse?**

Mehr: s. Angabe Laborübung!

Kabel an Bauteil

- ***Löten (kombinierte elektrische und mechanische Verbindung)***
- ***Schutz und Isolation (Schrumpfschläuche)***

Kabel an PCB:

- ***Löten (wie THT Bauteile, aber auch SMT)***

Klemmverbindungen:

- ***Elektrische Verbindung durch Druck (Feder, Schraube)***
- ***Achtung: NICHT löten (Lot schrumpft!) beim verschrauben!***
- ***Kabelendhülsen für Litzenkabel verwenden!***
- ***Passende Crimpzange verwenden!***

Zugentlastung

- ***Mechanische Sicherung durch Verklemmen, Knoten,...***