

# Wenn es ums Löten geht ...

## **Zur Geschichte**

Löten, ein thermisches Verbindungsverfahren, heute in der Definition nach DIN 8505 unmißverständlich geklärt und von dem verwandten Fügeverfahren Schweißen genau getrennt.

Seit der Erfindung der Löttechnik, die um ca. 4.000 v. Chr. vermutet wird, hat sich die Technologie über Jahrtausende hin nur langsam entwickelt. Im 19. Jahrhundert sind zahlreiche Verfahren zur Herstellung metallischer Verbindungen nachweisbar. Immer jedoch wurde das Löten von Hand aus ausgeführt, lediglich für die Zufuhr der benötigten Luftmengen wurden mechanische Vorrichtungen, wie Blasebälge und verschiedene Luftpumpen, die jedoch wieder händisch betrieben wurden, verwendet. Die rapide industrielle Aufwärtsentwicklung des 20. Jahrhunderts hat jedoch auch vor der Löttechnik nicht halt gemacht und insbesondere in den letzten Jahrzehnten wurden Methoden zur Mechanisierung und Automatisierung der Lötarbeiten zur Bewältigung der gestellten Produktionsaufgaben und des notwendigen Rationalisierungseffektes entwickelt.

## **Begriff - Löten**

Nach DIN 8505 „ Löten, Begriffe „ ist Löten ein Verfahren zum stoffschlüssigen Fügen von Werkstoffen, wobei eine flüssige Phase durch Schmelzen eines Lotes entsteht. Die Solidustemperatur der Grundwerkstoffe wird nicht erreicht. Der Grundwerkstoff wird nicht angeschmolzen. Damit kennen wir bereits einen wesentlichen Unterschied zwischen den Fügeverfahren Schweißen und Löten, denn beim Schweißen wird auch das zu verbindende Grundmaterial aufgeschmolzen. Außerdem müssen Schweißzusätze meist streng werkstoffspezifisch eingesetzt werden, Lote für Schwermetalle gelten überwiegend als nicht werkstoffspezifisch und sind daher weitgehend unabhängig vom jeweiligen Grundwerkstoff bzw. von der Werkstoffkombination auswählbar.

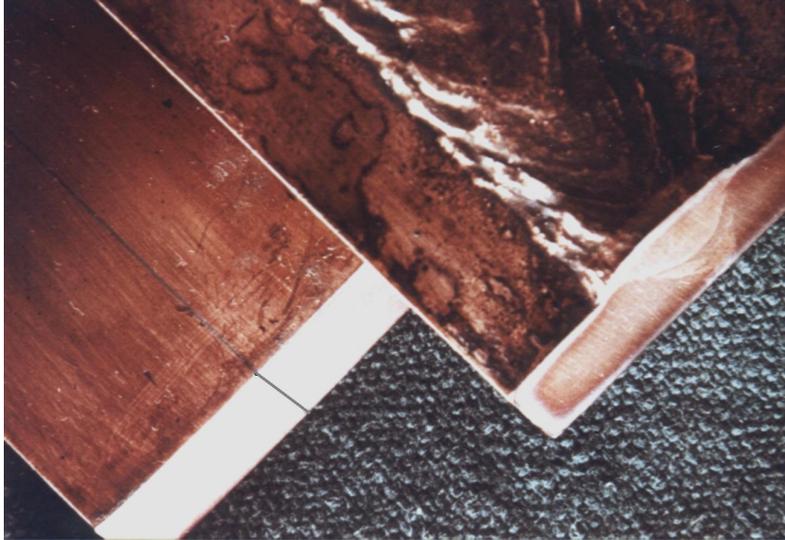


BILD Vergleich Löt- und Schweißnaht

### Welche Werkstoffe lassen sich löten ?

Das Löten bietet zweifellos den großen Vorteil, daß man fast alle lötegeeignete Metalle nahezu beliebig miteinander kombinieren kann. Die Lötparameter müssen immer nach dem löttechnisch schwierigeren Werkstoff gewählt werden.

Tabelle Löteignung der Werkstoffe

Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3
Werkstoffe, die mit Universallöten und Universalfußmittel sowie allen üblichen Verfahren gelötet werden können.	Werkstoffe, die Speziallote und/oder Spezialfußmittel, jedoch keine speziellen Verfahren erfordern.	Werkstoffe, die nur unter Verwendung spezieller Lote und Verfahren gelötet werden können.
<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Kupfer und Kupferlegierungen</li> <li>▣ Nickel und Nickellegierungen</li> <li>▣ Eisenwerkstoffe</li> <li>▣ beliebige Stähle</li> <li>▣ Edelmetalle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Aluminium und Al-Legierungen</li> <li>▣ Hartmetalle</li> <li>▣ Chrom, Molybdän, Wolfram, Tantal, Niob</li> <li>▣ weichtähnliche Werkstoffe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Titan</li> <li>▣ Zirkonium</li> <li>▣ Beryllium</li> <li>▣ Metalloxidkeramiken</li> </ul>

## Lote

Lote sind eine als Zusatzwerkstoff zum Löten geeignete Legierung oder ein reines Metall in Form von Drähten, Stäbe, Bändern, Körnung, Pasten oder Formteilen. Bei der Auswahl des richtigen Lotes für eine bestimmte Lötaufgabe sind folgende Gesichtspunkte zu beachten :

- Die Eigenschaften der zu lötenden Werkstoffe ( z.B. Temperaturempfindlichkeit )
- Die Anforderungen an das gelötete Teil im Gebrauch ( z. B. Betriebsdruck, Betriebstemperatur )
- Das Lötverfahren, das angewendet werden soll ( z. B. Handlötung, Maschinenlötung )

## Flußmittel

Flußmittel sind Lösemittel für Metalloxide. Sie beseitigen die Oxidhäute auf den Lötflächen und halten diese während des Lötvorganges oxidfrei. Die Lote benetzen, verlaufen und binden nur auf metallisch reinen Oberflächen. Die Auswahl der Flußmittel erfolgt nach den Grundwerkstoffen und nach der Arbeitstemperatur des einzusetzenden Lotes.

Jedes Flußmittel hat einen Wirktemperaturbereich. Die Arbeitstemperatur des Lotes muß im Wirktemperaturbereich des Flußmittels liegen



## Löten kann in drei Gruppen eingeteilt werden.

1. Nach der Höhe der Arbeitstemperatur
2. Nach der Art der Wärmequelle
3. Nach der Form der Lötstelle

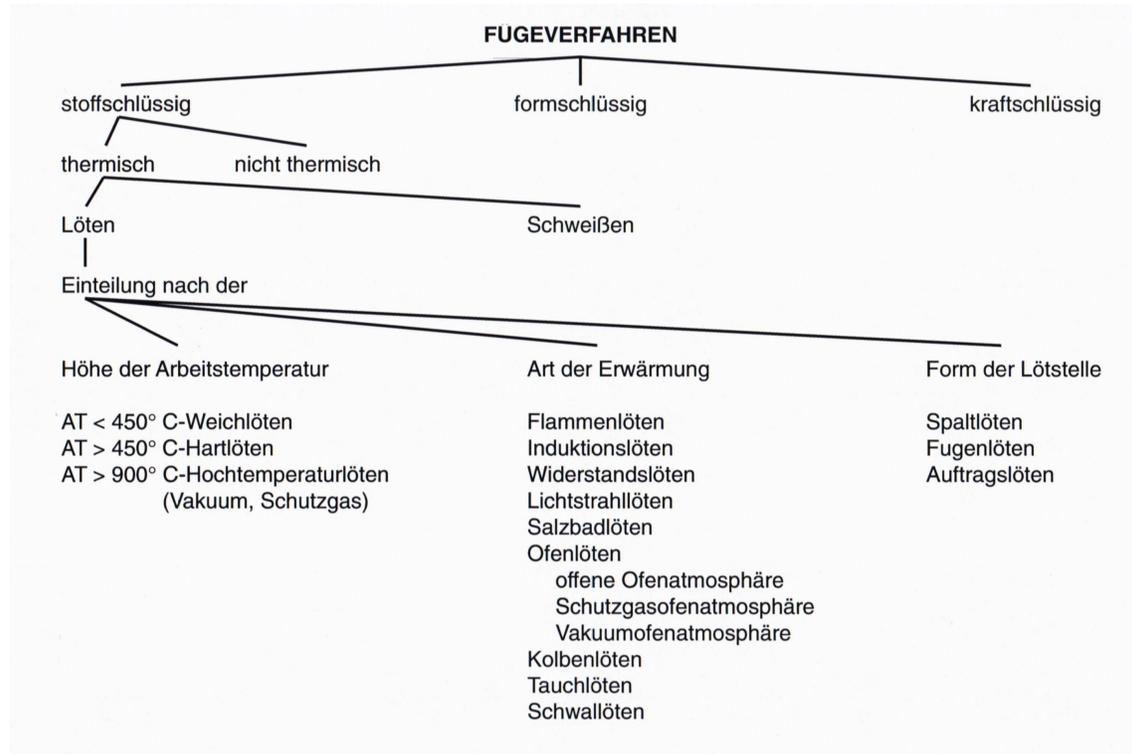


Bild 1 – Fügeverfahren

### Arbeitstemperatur

Ist die niedrigste Oberflächentemperatur an den zu verbindenden Grundwerkstoffen, bei der das Lot benetzen, sich ausbreiten und binden kann. Die Arbeitstemperatur kann auch der Liquidustemperatur entsprechen oder über ihr liegen. Sie liegt jedoch nie unter der Solidustemperatur, weil das Lot dort noch fest ist.

Bei Arbeitstemperaturen unterhalb von 450 °C spricht man vom Weichlöten. Bei Arbeitstemperaturen oberhalb von 450 °C wird das Verfahren als Hartlöten bezeichnet, bei Temperaturen oberhalb von 900 °C, im Vakuum oder unter Schutzgas, wird von Hochtemperlöten gesprochen.

Welches Lötverfahren angewandt wird, hängt von wirtschaftlichen Überlegungen, von der Wärmeempfindlichkeit der Bauteile, der mechanischen Beanspruchung der Lötstelle und der Betriebstemperatur der Werkstücke ab.

## Wärmequellen

Sehr viele Lötungen werden mit der Flamme ausgeführt. Es gibt jedoch auch andere Möglichkeiten, wie z.B.

- flammbeheizte Lötautomaten
- Induktionslötanlagen
- Ofenlötanlagen
- elektrische Widerstandslötanlagen

## Lötspaltformen

Ist der Lotstoß als parallelwandiger Spalt mit einer Breite zwischen 0,02 und 0,20 mm ausgebildet, so spricht man vom Spaltlöten.

Ist der Lötstoß als nicht parallelwandige Fuge, z.B. als V- oder X-Fuge ausgebildet, oder ist der Abstand zwischen den zu verbindenden Teilen größer als 0,20 mm, so spricht man vom Fugenlöten. Dieses Verfahren wird speziell beim Löten von verzinkten Stahlrohren angewendet, um Beschädigungen der Zinkschicht zu vermeiden. Die Arbeitstechnik des Fugenlötens ist der des Gasschmelzschweißens, und zwar der Nachlinksschweißmethode, ähnlich. Die Fuge wird dabei tropfenweise mit Lot gefüllt.

Erfolgt das Löten zum Zwecke des Beschichtens der Werkstoffoberfläche, so wird von einer Auftragrlötung gesprochen. ( Degussa – Brazecoatverfahren, Verzinnen)

### ***Nahtformen für das Spalt- und Fugenlöten***

