

Ersetzt Ausgabe Juni 2001

Dieses Merkblatt ist in Zusammenarbeit von Anwendern, Lot- und Geräteherstellern sowie Prüf- und Beratungsstellen entstanden. Die darin enthaltenen Angaben stützen sich auf einschlägige Vorschriften, Regeln der Technik, Normen und Merkblätter. Sie werden darüber hinaus mit Erfahrungen aus der Praxis belegt. Die DVS-Arbeitsgruppe Hartlöten nimmt aus dem Leserkreis eingebrachte Erfahrungen und Verbesserungsvorschläge zu diesem Merkblatt bei einer Neubearbeitung gerne auf.

Inhalt:

- 1 Begriffsbestimmung und Einteilung
- 2 Vorbereitung der Werkstücke
 - 2.1 Allgemeines
 - 2.1.1 Oberflächenbeschaffenheit der zu lötenden Teile
 - 2.1.2 Montage- und Lötspaltbreite
 - 2.1.3 Fixierung der zu lötenden Teile
 - 2.2 Arbeitsablauf beim Löten
 - 2.2.1 Anwärmen der Werkstücke
 - 2.2.2 Zuführen des Lotes
 - 2.2.3 Abkühlen der Werkstücke und Entfernen der Flussmittelreste
- 3 Mechanisierung und Automatisierung beim Hartlöten mit der Flamme
- 4 Arbeits- und Umweltschutz
- 5 Schrifttum

1 Begriffsbestimmung und Einteilung

Hartlöten ist ein Löten mit einem Zusatzwerkstoff, dessen Arbeitstemperatur oberhalb von 450°C liegt. Es wird zwischen Spalt- und Fugenlöten unterschieden. Beim Spaltlöten füllt das flüssige Lot durch Kapillarkräfte einen engen Zwischenraum (Spalt) zwischen zwei Werkstücken (Lötflächen) und stellt dadurch eine stoffschlüssige Verbindung zwischen ihnen her. Beim Fugenlöten wird eine zwischen den Werkstücken befindliche Fuge (Montagespaltbreite $\geq 0,5$ mm) vorwiegend mit Hilfe der Schwerkraft gefüllt.

Hartlote sind im Allgemeinen nicht werkstoffspezifisch zusammengesetzt, das heißt, sie sind für Gruppen von Werkstoffen in gleicher Weise verwendbar. Abweichend gelten folgende Einschränkungen:

- a) Aluminiumhartlote sind nur für Legierungen zu verwenden, die überwiegend aus Aluminium bestehen. Sie haben nach DIN EN ISO 17672 [1] Arbeitstemperaturen unter 600°C.
- b) Kupfer-Phosphor- und Kupfer-Silber-Phosphor-Lote (Lotlegierungssysteme Cu-P-Ag, Cu-P, und Cu-P-Sn nach DIN EN ISO 17672) eignen sich zum Hartlöten von Kupfer (ohne Flussmittel) und von nickelfreien Kupferlegierungen, zum Beispiel Messing (mit Flussmittel).

Zum Hartlöten der Schwermetalle werden zahlreiche Lotlegierungen wie Kupfer-Zink-Silber und Silber-Kupfer-Zink-Zinn, die zum Teil noch weitere Bestandteile enthalten, verwendet. Sie unterscheiden sich durch ihren Schmelzbereich, die sich daraus ergebenden Arbeitstemperaturen, durch ihr Fließverhalten beim Lötvorgang und durch die mit ihnen erzielbaren mechanischen Festigkeitseigenschaften.

Lötflussmittel sind nichtmetallische Stoffe, die den Zweck haben, die Werkstücke während des Erwärmens gegen die Einwirkung

von Luftsauerstoff abzusichern, auf dem Werkstück zu schmelzen und dann auf der Metalloberfläche befindliche Oxide zu lösen sowie die Benetzung zu ermöglichen. Sie müssen durch das nachfolgende Lot verdrängt werden können. Die Flussmittel nach DIN EN 1045 [2] unterscheiden sich durch den Wirkungsbereich, ihre Konsistenz und hinsichtlich der damit lötbaren Grundwerkstoffe. Der Wirktemperaturbereich von Lötflussmitteln muss tiefer beginnen als die Arbeitstemperatur des Lotes.

Bei bestimmten Anwendungsfällen, z. B. Hartlöten von Kupferlegierungen und Stahl, können Lötflussmittel zusätzlich gasförmig durch die Lötflamme der Lötstelle zugeführt werden.

2 Vorbereitung der Werkstücke**2.1 Allgemeines**

Beim Spaltlöten kommt die stoffschlüssige Verbindung zwischen zwei Werkstücken dadurch zustande, dass das flüssige Lot die im Lötspalt liegenden Oberflächen beider Werkstücke gleichzeitig benetzt. Durch Kapillarkräfte wird das Lot in den Spalt gezogen. Die geometrischen Voraussetzungen hierfür müssen beim Vorbereiten der Werkstücke geschaffen werden. Beim Löten ist dafür zu sorgen, dass das Werkstück schonend und rasch erwärmt und der Lötspalt möglichst vollständig mit Lot gefüllt wird.

2.1.1 Oberflächenbeschaffenheit der zu lötenden Teile

Die Oberflächen der zu lötenden Teile müssen an der Lötstelle und in ihrer unmittelbaren Umgebung metallisch blank sein. Oxidschichten, Walz- und Glühzunder sowie Schlacken sind mechanisch oder chemisch zu entfernen. Kein Flussmittel ist imstande, derartige Schichten vollständig aufzulösen. Walz- oder ziehblanke bzw. frisch spanend bearbeitete Metalle und Legierungen bedürfen im Allgemeinen keiner besonderen Vorbehandlung. Fett- und Ölschichten müssen jedoch entfernt werden. Die Oberflächenfeinbearbeitung der zu lötenden Werkstücke ist ohne besonderen Einfluss auf die Qualität der Lötung. Bearbeitungsspuren, z. B. Dreh- oder Fräsbearbeitungsspuren, deren Tiefe 0,02 mm übersteigt, können den Platzwechsel zwischen geschmolzenem Flussmittel und Lot unter Umständen stark beeinflussen. Derartige Bearbeitungsspuren sollen nach Möglichkeit in der Lötrichtung des Lotes liegen (nicht quer dazu).

Schneidrate müssen entfernt werden, da sie die Einstellung des richtigen Lötspaltes stören oder den Fluss des Lotes ablenken können.

2.1.2 Montage- und Lötspaltbreite

Die zu lötenden Teile müssen lötgerecht konstruiert und so vorgerichtet und gegeneinander fixiert werden, dass zwischen ihnen während der Aufwärm- und Haltezeit enge Lötspalte bestehen. Zu beachten ist dabei, dass bei Raumtemperatur durch die konstruktiv festgelegten Abmessungen an der Lötstelle zunächst erst

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als eine wichtige Erkenntnisquelle zur Beachtung empfohlen. Der Anwender muss jeweils prüfen, wie weit der Inhalt auf seinen speziellen Fall anwendbar und ob die ihm vorliegende Fassung noch gültig ist. Eine Haftung des DVS und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

DVS, Ausschuss für Technik, Arbeitsgruppe „Hartlöten“