



Löter – Tipps

Johnson Matthey & Brandenberger AG
Metal Joining

Hartlöten im Bereich Kälte- /Klimatechnik, Wärmepumpen

Inhaltsverzeichnis

1. Allgemein.....	1
2. Anforderung an die Hartlöt-Verbindung	1
3. Löten von Kupfer, Messing und Stahl	2
4. Löten von Kupfer auf Kupfer	2
5. Löten von nichtrostendem Stahl	2
6. Einsatz der verschiedenen Hartlotlegierungen	2
7. Verfügbarkeit der Lotlegierung und Flussmittel	3
8. Vorbereitung der Teile zum Hartlöten	3
9. Erwärmungsmethode.....	3
10. Schutz empfindlicher Teile vor Ueberhitzung	3
11. Arbeitsplatz-Sicherheit	3
12. Anrühren von Flussmittelpaste mit Flussmittelpulver	4
13. Entfernen der Flussmittelrückstände	4
14. Löturse	4
15. Hartlotlegierungen und –Flussmittel für die Kältetechnik.....	4

1. Allgemein

Das Hartlöten in der Kälte-/Klimatechnik hat eine ganz entscheidende Bedeutung. Von der Qualität einer jeden einzelnen Lötstelle hängt das Funktionieren des ganzen Systems ab. Ein einziges kleines Leck führt zum Totalausfall. Die folgenden Ausführungen handeln ausschliesslich vom Hartlöten.

2. Anforderung an die Hartlöt-Verbindung

In der Kältetechnik gelten ganz besondere Anforderungen an die Lötverbindungen:

- absolut gasdicht
- gute mechanische Festigkeit bei guter Duktilität
- kein Kaltkriechen
- beste Korrosionsbeständigkeit



3. Löten von Kupfer, Messing und Stahl

Kupfer, Messing sowie Konstruktionsstahl lassen sich mit den verschiedensten Universal-Silberhartloten löten, z.B. mit dem kadmiumfreien Silver-flo™ 452, welches die Alternative zu dem früher eingesetzten kadmiumhaltigen Lot „DIN Argo-flo™“ ist.

Aus Sicherheitsgründen stellt der nichtrostende Stahl in dieser Gruppe eine Ausnahme dar und wird in einem besonderen Abschnitt behandelt. Die meistverwendeten Lotlegierungen sind in der Tabelle auf Seite 5 zusammengefasst. Sie sollen ausnahmslos zusammen mit dem passenden Flussmittel, z.B. Easy-flo™ K Flux (ehemalig JMB K Flux) oder Easy-flo™ Flux, verlötet werden.

4. Löten von Kupfer auf Kupfer

Kupfer auf Kupfer (zum Beispiel Fitting und Rohr) kann vorzugsweise mit den sehr kostengünstigen, silberhaltigen Phosphor-Hartlotlegierungen ohne Flussmittel verlötet werden, z.B. mit Sil-fos™. Das Rohrsystem ist während des Lötens mit Stickstoff zu spülen, um eine Oxydation der Innenwände zu verhindern.

Merke: Mit steigendem Silbergehalt der Kupfer-Phosphor-Lotlegierung verbessert sich die Duktilität, das heisst, das Lot in der Lötstelle wird immer verformbarer und weniger spröde. Besteht das Hartlot nur aus Kupfer und Phosphor, so ergeben sich äusserst spröde Lötstellen, die unter mechanischen Wechsellasten wie Vibrationen und Schlägen, zu Mikrorissen führen können.

Nicht zu unterschätzen ist das thermische Ausdehnungsverhalten von Systemkomponenten, insbesondere der gelöteten Rohrverbindungen. In diesen Bereichen treten, je nach Konstruktion, sehr grosse Biege-, Zug- und Druck-Wechsellasten auf. Bei Verwendung von Phosphorloten, die keinen Silberanteil enthalten, stellen Mikrorisse eine grosse Gefahr dar.

Hinweise für phosphorhaltige Hartlote:

- Johnson Matthey empfiehlt generell mit einem Minimalanteil Silber von 15% zu arbeiten (auch Legierungen mit 5% oder 2% werden eingesetzt).
- um Verwechslungen mit Silberlotstäben zu vermeiden, sind die phosphorhaltigen Hartlote vorzugsweise als Vierkantstäbe zu bestellen!
- Lötstelle von innen immer mit Stickstoff schützen


5. Löten von nichtrostendem Stahl

Speziell beim Löten von nichtrostenden Stählen ist, aufgrund der in feuchter Umgebung auftretenden Spaltkorrosion, besondere Vorsicht geboten. Nach DIN ist für das Hartlöten mit dem Handbrenner die Silberhartlotlegierung Argo-braze™ 56 empfohlen, die diesen gefährlichen Effekt weitgehend verhindert. Passende Flussmittel sind;

- Easy-flo™ Stainless Steel Grade (INOX-Qualität)
- Tenacity™ Nr. 4A Flux
- Tenacity™ Nr. 5 Flux

6. Einsatz der verschiedenen Hartlotlegierungen

- Universal-Silberhartlot
am und um den Kompressor bis mindestens 1 Meter Leitungslänge oder bis vor den Schalldämpfer mit dem kadmiumfreien Silver-flo™ 452.
- Phosphorlot mit 15% Silberanteil (sehr biegsam)
In unmittelbarer Nähe des Kompressors und bis vor den Schalldämpfer, auch für nachfolgende Leitungssysteme grundsätzlich mit Sil-fos™
- Phosphorlot mit 5% und 2% Silberanteil (weniger biegsam)



Sil-fos™ 5 für generellen Einsatz oder Silbralloy™ für mechanisch weniger beanspruchte Verbindungen. Mit Vorbehalt in der Nähe des Kompressors und bis vor den Schalldämpfer, sonst für alle restlichen Verbindungen.

- Phosphorlote ohne Silberanteil (sehr brüchig und schlagempfindlich)
Sie sollen generell nicht in unmittelbarer Nähe des Kompressors angewendet werden, sondern z.B. erst ab dem Schalldämpfer. Für Gebäudeverrohrungen sind sie, wie z.B. Copper-flo™, sehr gut geeignet. Die meisten Kupfer-Wärmetauscher sind mit Kupfer-Phosphor-Hartlot gelötet.

7. Verfügbarkeit der Lotlegierung und Flussmittel

Die in der Kälte- und Klimatechnik verwendeten Lotlegierungen und Flussmittel sind jederzeit in verschiedenen Abmessungen/Ausführungen ab unserem Lager verfügbar.

8. Vorbereitung der Teile zum Hartlöten

Eine einwandfreie Reinigung und Deoxidierung der Lötstelle mittels abrasiver Mittel vor dem Löten ist selbstverständlich. Wir empfehlen bei Hartlötungen im Bereich der Kältekreisläufe ausschliesslich mit blanken Lotstäben zu arbeiten und das nötige Flussmittel pastenförmig auf die gereinigte Fügestelle aufzutragen. So wird ein bestmöglicher Schutz vor Oxidation bereits während des Aufwärmens erreicht.

Mit Flussmittel umhüllte Lotstäbe sind bequem zum Verarbeiten, sollten aber nur von sehr erfahrenen Löttern verarbeitet werden. Andernfalls besteht die Gefahr von teilgefüllten Lotspalten. Diese, wenn von aussen offen, können über viele thermische Zyklen hinweg platzende Frostbeulen produzieren. Für diesen Effekt reichen bereits mikroskopisch kleine Poren!

9. Erwärmungsmethode

- Propan- und Azetylen-Bunsenbrenner eignen sich für das Hartlöten mit Silberloten
- Für eine rasche Erwärmung beim Hartlöten mit phosphorhaltigen Hartloten ist aufgrund der höheren Wärmeleistung vorzugsweise ein Azetylen-Sauerstoffbrenner einzusetzen und kein Bunsenbrenner.
- Für das Hartlöten grösserer Rohre und massiver Werkstücke ist unbedingt mit Büschelbrennern geeigneter Grösse zu arbeiten.
- Immer zuerst in das massigere Teil die Hauptwärmemenge einbringen

10. Schutz empfindlicher Teile vor Ueberhitzung

Empfindliche Komponenten lassen sich auf einfache Weise durch Umwickeln mit einem nassen Lappen schützen, indem die einflussende Wärme an den so geschützten Stellen durch das Wasser aufgenommen und im Extremfall durch Verdampfen abgeführt wird.

Eine andere Methode besteht im gezielten Anbringen feuerfester Knetmasse als thermischer Schutzschild, die gegenüber der einwirkenden Wärme isolierend wirkt.

11. Arbeitsplatz-Sicherheit

Die bei der Verarbeitung von Hartloten und Flussmitteln freigesetzten Gase und Stäube gefährden in höherer Konzentration die Gesundheit des Lötlers. Es ist wie bei allen Stoffen auch hier eine Frage der Dosis. Es sind für die verschiedenen Produkte Sicherheits-Datenblätter erhältlich.

Generell ist auf eine gute Entlüftung zu achten

- im Produktionsbetrieb bei ganztägigem Lötbetrieb;
Hier empfiehlt sich eine punktuelle Absaugung mittels geeigneter Rüssel oder gross dimensionierter Abzugshauben mit gefiltertem Ausstoss ins Freie.



- In der Werkstatt;
Empfehlenswert sind geeignete Lüftungsanlagen oder mobile Luftreinigungsgeräte für eine punktuelle Absaugung, wie sie beim Schweißen üblich sind.
- auf der Baustelle bzw. beim Kunden;
es ist dringend abzuraten, in kleinen, geschlossenen Räumen Hartlötungen auszuführen.
Durch Öffnen von Fenster und Türen ist eine genügend grosse Luftumwälzung sicher zu stellen.

12. Anrühren von Flussmittelpaste mit Flussmittelpulver

Flussmittelpulver lassen sich durch vermischen mit destilliertem oder deionisiertem Wasser zu einer Paste anrühren. Dabei ist folgendes zu beachten:

- Paste nicht zu dünn anrühren. Die Konsistenz sollte wie eine Handcreme sein
- einige Tropfen Geschirrspülmittel verbessern die Benetzung des Werkstückes beim Auftragen der Paste ganz entscheidend!
- nur soviel Paste anrühren, wie in den nächsten Stunden verarbeitet werden kann

13. Entfernen der Flussmittelrückstände

Um eine optimale Betriebssicherheit der gelöteten Anlage zu gewährleisten, ist eine lückenlose Entfernung der Flussmittelrückstände unumgänglich. Die universellen Flussmittel lassen sich mittels *nassem Lappen* auf das noch heisse Werkstück (100 – 200°C) leicht entfernen.

Bei den Flussmitteln mit höherem Temperatur- bzw. Aktivitätsbereich, die auch für lange Wärmezeiten geeignet sind, ist z.B. bei der Rohrinstallation, ein Einweichen mittels Umwickeln der noch heissen Lötstelle mit einem nassen Lappen nötig. Achten Sie auf eine genügend lange Einwirkdauer.

In der Teilefertigung empfiehlt sich das Einlegen der gelöteten Teile in, wenn möglich, warmem Wasser. Nach entsprechender Einwirkzeit (vom Flussmitteltyp und der Wassertemperatur abhängig) lösen sich die Flussmittelrückstände von selbst auf. Zum Schluss die Teile mit warmem, klarem Wasser abspülen.

Merke: Flussmittelrückstände immer entfernen! Flussmittelrückstände sind hygroskopisch und nehmen dadurch Luftfeuchtigkeit auf. Korrosion ist die Folge!

14. Löturse

Johnson Matthey & Brandenberger AG verfügt über ausgewiesene Fachkräfte und führt bei Kunden, in Schulen und Verbänden branchenspezifische Löturse durch.

Für Schulungszwecke kann unser Lötfilm „Erfolgreiches Hartlöten“ (DVD) bezogen werden. Er eignet sich hervorragend für die Lötusbildung und vermittelt Tipps + Tricks.

15. Hartlotlegierungen und –Flussmittel für die Kältetechnik

In der folgenden Tabelle sind die wichtigsten Lote von Johnson Matthey aufgeführt, wie sie bei der Herstellung von Kältemaschinen, Wärmepumpen, Wärmeaustauschern und der Installation der entsprechenden Anlagen zur Anwendung kommen. Unsere Produkte unterliegen strengsten Qualitätsprüfungen und garantieren eine einwandfreie Qualität der Lötverbindungen!



Empfohlene Hartlotlegierungen und –Flussmittel

Lotlegierung	ohne Kadmium	Zusammensetzung	Schmelzbereich		zu lötvender Werkstoff				Stab, Masse in mm		Flussmittel- umhüllt	Blanke Stäbe
			Solidus	Liquidus	Cu	Ms	Stahl	Niro-Stahl	Rund	Vierkant		
Silber-Hartlotlegierungen, kadmiumhaltig (ab Dezember 2011 innerhalb der EU verboten I)												
Easy-flo™ No. 2		42%Ag-Cu-Cd-Zn	608	617	X	X	X	X	1+1.5+2+3		X	X
DIN Argo-flo™		40%Ag-Cu-Cd-Zn	595	630	X	X	X	X	1+1.5+2+3		X	X
Argo-flo™		38%Ag-Cu-Cd-Zn	608	655	X	X	X	X	1+1.5+2+3			X
Mattibraze™ 34		34%Ag-Cu-Cd-Zn	612	668	X	X	X	X	1+1.5+2+3		X	X
Argo-swift™		30%Ag-Cu-Cd-Zn	607	685	X	X	X	X	1+1.5+2+3		X	X
Silber-Hartlotlegierungen, kadmiumfrei (Alternative zu den kadmiumhaltigen Loten I)												
Silver-flo™ 56	Ja	56%Ag-Cu-Zn-Sn	618	652	X	X	X	X	1+1.5+2+3		X	X
Silver-flo™ 452	Ja	45%Ag-Cu-Zn-Sn	640	680	X	X	X	X	1+1.5+2+3		X	X
Argo-braze™ 56	Ja	56%Ag-Cu-In-Ni	600	711	X	X	X	X	1+1.5+2+3			X
Phosphorhaltige Hartlotlegierungen												
Sil-fos™	Ja	15%Ag-Cu-P	644	700	X				1+1.5+2+3	2x2 + 3x3		X
Sil-fos 5™	Ja	5%Ag-Cu-P	650	710	X				1+1.5+2+3	2x2 + 3x3		X
Silbralloy™	Ja	2%Ag-Cu-P	644	740	X				1+1.5+2+3	2x2 + 3x3		X
Copper-flo™	Ja	Cu-P	714	800	X				1+1.5+2+3	2x2 + 3x3		X
Flussmittel												
Flussmittel		Ausführung	aktiv		zu lötvender Werkstoff				Gebindeinhalt in kg			
			von °C	bis °C	Cu	Ms	Stahl	Niro-Stahl	Pulver	Paste		
Easy-flo™ Flux	Ja	Pulver, Paste	550	800	X	X	X	X	0.25 + 0.5	1		
Easy-flo™ K Flux	Ja	Pulver	550	800	X	X	X	X	0.5			
Easy-flo™ Flux Stainless Steel Grade	Ja	Pulver	550	750	X	X	X	X	0.5			
Tenacity™ Nr. 4A Flux	Ja	Pulver	600	850	X	X	X	X	0.5			
Tenacity™ Nr. 5 Flux	Ja	Pulver	600	900	X	X	X	X	0.5			

empfohlen

speziell geeignet

Bitte beachten Sie dass unsere Produktbezeichnungen innerhalb der diversen Verkaufsländer ändern können