

nische Werkstätten nicht in Betracht kommen. Andererseits hat die heutige Metallbearbeitungstechnik einen so hohen Grad der Vollkommenheit erreicht, dass viele Gegenstände, die früher hartgelöthet werden mussten, jetzt aus dem Vollen durch Ziehen, Pressen, Drücken u. s. w. hergestellt werden.

Wenn sich auch mit dem Wegfall von vielen Hartlöthungen naturgemäss der Grad der Uebung und Erfahrung bei dem Einzelnen vermindern musste, so gibt dieser Umstand dennoch keinen Grund, die so häufigen Misserfolge beim Hartlöthen von Messing allein auf Rechnung der Ungeschicklichkeit zu setzen. — Die Versuchswerkstatt der Physikalisch-technischen Reichsanstalt hat es sich deshalb zur Aufgabe gemacht, diese Unsicherheiten aufzusuchen und wenn möglich zu beseitigen.

Um eine Basis für die Untersuchungen zu gewinnen, wurden alle Hartlothe, die in der Literatur aufgefunden werden konnten und für Messing brauchbar erschienen, in Betracht gezogen. Es waren dies 55; davon stellten sich bei Umrechnung auf Procente 14 als doppelt vorhanden heraus, während 5 von vorn herein wegen des sehr hohen Zinngehaltes als zu spröde ausser Acht gelassen werden konnten. Zu den verbleibenden 36 Hartlothen kommen noch 3 von den Ulmer Messingwerken bezogene mit unbekannter Zusammensetzung, 2 nach Analyse und 14 Versuchsschmelzen, so dass im Ganzen 53 Hartlothe untersucht worden sind.

Die Untersuchungen erstreckten sich auf folgende Punkte:

- 1) Der Einfluss der Herstellungsmethode auf die Güte der Hartlothe.
- 2) Die Schmelzbarkeit bezieh. das Fliessen der Hartlothe im Feuer.
- 3) Bestimmung der Hämmerbarkeit bezieh. Bruchfestigkeit.
- 4) Anwendung der Hartlothe auf verschiedene Messingsorten.
- 5) Erniedrigung des Schmelzpunktes mit Erhaltung bezieh. Erhöhung der Hämmerbarkeit.
- 6) Der Einfluss des Zinnzusatzes auf die Hämmerbarkeit der Hartlothe.

1. Der Einfluss der Herstellungsmethode auf die Güte der Hartlothe.

Die Hartlothe für Messing bestehen im Wesentlichen aus Kupfer und Zink. Entweder wird die Legirung beider Metalle allein als Loth benutzt, oder es werden noch Zusätze von anderen Metallen gemacht, die theils die Zähigkeit erhöhen, theils den Schmelzpunkt erniedrigen sollen. Zur Herstellung der Hartlothe schmilzt man nach dem althergebrachten, aber noch heute angewandten Verfahren zunächst das schwerflüssige Metall, das Kupfer, dem dann die leichter schmelzenden zugesetzt werden. Bei dieser Art der Lothbereitung entsteht aber immer ein grösserer oder geringerer Zinkverlust, da das Zink die Eigenschaft besitzt, schon bei einer Temperatur von etwa 900° C. zu verdampfen bezieh. zu verbrennen. Hierdurch wird der Schmelzpunkt des Lothes je nach der Grösse des Materialverlustes mehr oder weniger gehoben. — Beim einfachen Messingformguss schadet letzterer Umstand weniger, während es gerade bei einem Hartloth ganz besonders darauf ankommt, den einmal als richtig erkannten Schmelzpunkt auch für spätere Fälle mit der gleichen Sicherheit immer wieder zu erhalten.

In der Praxis entzieht sich der Verlust an Zink jeder Controle, weshalb die Lothe, welche etwa nach Analysen oder sonstigen Anweisungen hergestellt werden, in ihrer Zusammensetzung den wirklichen Angaben nicht entsprechen. Die Verminderung des Zinks ist namentlich bei kleineren Quantitäten des Schmelzgutes mit hohem Kupfergehalt sehr gross, der Verlust kann hierbei bis $\frac{1}{4}$ der ganzen Zinkmenge betragen. Die vielfach zur Lothbereitung empfohlene Benutzung von Messing an Stelle des schwerflüssigen Kupfers vermindert den Zinkverlust keineswegs, da hierbei je nach Art des einzuschmelzenden Materials grössere oder geringere Oxydation eintritt; zudem verbrennt auch das in Messing befindliche Zink wegen der hohen Erwärmung selbst sehr leicht. Schliesslich kommt noch der eingangs erwähnte Uebelstand der verschiedenen Zusammensetzung des Messings hinzu, so dass diese Art der Herstellung immer ungleiches Hartloth liefern wird.

Es kommt häufiger vor, dass an einem und demselben Arbeitsstück mehrere Hartlöthungen zu verschiedener Zeit ausgeführt werden müssen. Um nun die vorangehenden Löthungen nicht zu gefährden, benutzt man für die nachfolgenden immer leichter flüssige Lothe. Der Unterschied des Zinkgehaltes in den einzelnen Sorten einer solchen Reihe beträgt nur etwa 5 Proc., es ist demnach leicht ersichtlich, dass der Zinkverlust bei der Herstellung von grosser Bedeutung für solche Lothe ist, die speciell für Messing bestimmt sind.

Die erwähnte Eigenschaft des Zinks brachte auch für die Versuche anfangs grosse Schwierigkeiten, da bei jedem einzelnen der zu untersuchenden Hartlothe die Menge des Schmelzgutes nur 400 g betrug. Es gelang indessen bald, ein Verfahren zu

Dinglers polyt. Journal Bd. 293, Heft 3. 1894/III.

finden, bei dessen Anwendung der Zinkverlust auf das geringste Maass beschränkt, bei geschickter Handhabung sogar gänzlich vermieden wird. Der wesentliche Unterschied desselben gegen das oben beschriebene besteht darin, dass zuerst das Zink bei möglichst niedriger Temperatur geschmolzen und diesem die schwerflüssigen Metalle zugefügt werden. Um dabei eine Legirung zu erzielen, müssen die letzteren jedoch vorher besonders zubereitet werden.

Das Kupfer, reine zinnfreie Abfälle, wird für sich geschmolzen und danach in der bekannten Weise des Giessens aus etwa 2 m Höhe durch einen dicht über Wasser bewegten Reissigbesen granulirt. Nach erfolgtem Trocknen sibt man das Kupfer und sammelt nur die Körner, welche durch ein Sieb von etwa 1,5 mm Maschenweite hindurchgehen. Der gröbere Rest wird zu gleichem Zweck mit etwas Borax wieder eingeschmolzen.

Die zur Lothbereitung abgewogene Menge des granulirten Kupfers vermischt man mit etwa dem dritten Theil seines Volumens mit gestossenem Salmiak. Dieses Gemisch wird dem möglichst reinen flüssigen Zink in Portionen unter Umrühren hinzugefügt, die nächste Portion jedoch nicht früher, als bis die vorhergehende vollständig vom Zink aufgelöst ist. Die Grösse der Portionen richtet sich nach der Menge des Schmelzgutes. — Nach und nach muss dabei die Temperatur gesteigert werden, ein Verbrennen des Zinks tritt aber nur dann ein, wenn die Erhitzung unnöthiger Weise zu hoch getrieben wird. Nach erfolgter Auflösung der letzten Portion des Kupfers wird noch etwas Salmiak hinzugefügt, um so viel wie möglich von dem sich bildenden Zinkoxyd zu reduciren, gut umgerührt und in der beschriebenen Weise ausgegossen, getrocknet und gesiebt.

Leichtflüssige Metalle, die das Loth etwa enthalten soll, fügt man gleich anfangs dem flüssigen Zink bei, während Silber in dünnes Blech gehämmert und in kleine Stücke zerschnitten mit dem Kupfer zugesetzt wird. Die eingangs erwähnte verschiedene Zusammensetzung des Handelsmessings empfiehlt seine Verwendung zur Hartlothbereitung nicht, wenigstens nicht für Messinglothe. Soll trotzdem Messing an Stelle des Kupfers angewandt werden, so wird es ebenso behandelt wie letzteres.

Soll das Hartloth eisenfrei sein, wie dies für manche Instrumente durchaus nothwendig ist, so müssen die Materialien vor dem Einschmelzen auf Eisengehalt untersucht werden, oder man verwendet, um sicher zu gehen, nur elektrolytisch dargestellte Metalle. Die Schmelztiegel erhalten entweder einen Porzellaneinsatz, oder werden mit eisenfreiem Thon ausgefüttert. Das flüssige Loth wird mit Stäben aus trockenem harten Holz, oder bei kleinen Mengen mit langen Thonpfeifen umgerührt und nur in Gefässe aus Chamotte oder Porzellan ausgegossen. Das Sortiren des Kornes geschieht in Messingsieben. Ueberhaupt ist jede Berührung mit Eisen während der Herstellung und Verarbeitung durchaus zu vermeiden.

Das Zusammenschmelzen von Zink und Kupfer in der erwähnten Weise ist unter gutziehenden Abzügen auszuführen, da andernfalls die Salmiakdämpfe sehr lästig werden. Das beste Material für die Schmelztiegel ist der Graphitthon²⁾.

2. Die Schmelzbarkeit der Hartlothe im Feuer.

Im Allgemeinen wird die Schmelzbarkeit der Hartlothe rein äusserlich nach deren Farbe geschätzt, die hellgelben gelten als schwerflüssig, die dunkleren als leichter und die grauen als schnellflüssig. Diese Art der Schätzung führt aber zu Trugschlüssen, da die Lothe bei zu starker Erwärmung während des Trocknens anlaufen und dunklere Färbung erhalten. Wird Werth auf die äussere Farbe als Kennzeichen gelegt, so muss das Trocknen bei niedriger Temperatur geschehen.

Die genaue Kenntniss des Schmelzpunktes eines Hartlothes hat für die Praxis nur dann Werth, wenn gleichzeitig die Schmelztemperatur des zu löthenden Materiales bekannt ist. Letzteres ist jedoch nie der Fall. Ausserdem kommt noch der Umstand in Betracht, dass zum Löthen stets Borax als Flussmittel angewandt werden muss, und dass die Hartlothe am Schmelzpunkt sich ganz verschieden verhalten. Manche von ihnen fliessen träge, andere oxydiren sich stark und verzögern dadurch das Fliessen. Für die Praxis ist allein der Zeitpunkt maassgebend, bei welchem das Loth auseinander fliesst.

Es erschien daher zweckmässiger, die Zeit zu bestimmen, welche unter sonst gleichen Verhältnissen vom Beginn der Erwärmung an bis zum völligen Dünflüssigwerden der bereits mit Borax vermischten Hartlothe verläuft. Aus der Verschiedenheit der so gefundenen Zeitintervalle ergibt sich dann beim Vergleich von selbst die leichtere oder schwerere Schmelzbarkeit. Diese Methode ist auch deshalb vorzuziehen, weil sie der Verwendungsart der Hartlothe in der Praxis entspricht.

Für diese Untersuchungen wurde als Wärmequelle eine

²⁾ Bezugsquelle: Ludwig Raum, Nürnberg.