



Dieter Miedek

HARTLÖTEN...

ein Kurzbericht zu einem „heißen“ Thema

Für viele Modellbaufreunde ist das Hartlöten eine abweisende, um nicht zu sagen abstoßende Arbeitsmethode. Nach meiner Meinung total zu Unrecht. Oft scheitern die ersten Versuche an Unwissenheit, an falschen Materialien und nicht geeigneten Werkzeugen. Ich möchte mit den richtigen Werkzeugen, den geeigneten Lötstäben, und deren Handhabung sowie Hinweisen zu Flussmittel, etwas Licht in die Angelegenheit mit der Flamme bringen.

Wichtige Kriterien sind die erforderlichen Temperaturen, nicht nur allein der Gas- und Sauerstoffflamme, sondern auch die Schmelztemperaturen der Lote, die Grundtemperatur der zu verbindenden Werkstoffe und die Wirktemperatur des Flussmittels. Ich kann in diesem Bericht nur die wichtigsten Punkte ansprechen, um ihn nicht ins Uferlose ausarten zu lassen. Dennoch wird mit einem, für uns Modellbauer sehr geeignetem Gerät der Fa. Greggersen aus Hamburg der eigentliche Lötprozess behandelt. Es werden die Lote, Flussmittel und deren Temperaturen angesprochen und mit einem 10 Punkte Leitfaden beendet. Werden die 10 Punkte konsequent eingehalten, kann eigentlich nichts mehr schief gehen. Natürlich kann und soll das hier vorgestellte Gerät keiner Wertigkeit unterzogen werden, andere Geräte, anderer Hersteller sind für unsere Arbeiten ebenso geeignet.

Beginnen wir einfach mit dem Begriff „Löten“

Löten ist ein thermisches, stoffschlüssiges Fügeverfahren für metallische Werkstoffe. Es können mindestens zwei

oder mehrere Werkstücke beim Lötprozess mit einem Zusatzwerkstoff, dem Lot, unter Verwendung von Wärme und Flussmittel fest und dauerhaft verbunden werden. Bei richtiger Arbeitsweise werden die Grundwerkstoffe durch das Lot benetzt, dies geschieht ausschließlich durch Wärme, das Lot verflüssigt sich, es breitet sich aus, benetzt und verbindet die Werkstücke. Mit Zufuhr der Wärme müssen die Werkstücke auf Löttemperatur gebracht werden. Dies ist die notwendige Oberflächentemperatur an den Werkstoffen, bei der das Lot benetzen, sich ausbreiten und binden kann. Beides, das Lot und die Werkstoffe müssen mindestens diese Temperatur erreicht haben. Das bedeutet, dass die Schmelztemperatur der Lote immer unterhalb der Schmelztemperatur des Werkstückes liegen muss. Es ist somit eindeutig, dass man Messing nicht mit Messinglot löten kann!!

Wir merken nun, dass beim Lötprozess der Schmelzbereich, der Wirkungsbereich des Flussmittels und die Arbeitstemperatur von elementar wichtiger Bedeutung sind. Wir sprechen von einer Solidustemperatur und einer Liquidustemperatur. Was sind das eigentlich für Temperaturen und was haben sie mit der Arbeitstemperatur zu tun? Hartlote, verschiedenster Legierungen haben keinen festen Schmelzpunkt, sondern einen Schmelzbereich. Dieser beginnt mit dem Breiigwerden des Lotes und endet mit der vollkommenen Verflüssigung. Im oberen Teil des Schmelzbereiches erreicht das Lot die Arbeitstemperatur, dies ist die Oberflächentemperatur der zu verbindenden Werkstoffe. Die Arbeitstemperatur kann der Liquidustemperatur entsprechen, ja sogar höher liegen. Sie liegt



jedoch niemals unter der Solidustemperatur, weil dort das Lot noch fest ist.

Der Unterschied zwischen Weich- und Hartlötungen liegt in der Schmelztemperatur. Unterhalb von 450 °C sprechen wir vom Weichlöten und oberhalb vom Hartlöten. In der Regel können alle metallischen Werkstoffe gelötet werden und das ist somit eine Verbindungstechnik, mit der auch verschiedenartige Werkstoffkombinationen stoffschlüssig verbunden werden können. Gebrauchsmetalle wie Kupfer und Kupferlegierungen (Messing/Bronze), Nickel und Nickellegierungen, Stähle und Eisenwerkstoffe sowie Hartmetalle und Niros sind die Werkstoffe, die uns Modellbauer interessieren. Sie alle können miteinander und untereinander verbunden werden.

Benötigen wir eigentlich Flussmittel? Im Prinzip: Ja! Die Ausnahme bestätigt auch hier die Regel. Bei Kupfer-Kupfer Verbindungen mit phosphathaltigen Hartloten wird kein Flussmittel benötigt. Flussmittel sind Lösemittel für Metalloxide. Sie beseitigen Oxidhäute auf den Lötflächen und halten diese während des Lötprozesses oxidfrei. Ganz wichtig zu wissen: Lote und Flussmittel benetzen, verlaufen und binden nur auf metallisch reinen Oberflächen. Jedes Flussmittel hat einen sogenannten Wirktemperaturbereich. Die Arbeitstemperatur des Lotes muss im Wirktemperaturbereich des Flussmittels liegen. Das gebräuchlichste Flussmittel für Schwermetalle liegt meistens zwischen 550 °C und 800 °C und ist für die meisten Silberhartlote geeignet. Zum Hartlöten von Nirosamaterialien sollte man eventuell spezielles Flussmittel verwenden, auch spezielles Hartlot ist unter Umständen erforderlich. Der Rat eines Schweißfachgeschäftes ist hierbei sicherlich nicht zu unterschätzen. Wie belastbar ist eine fachgerechte Lötverbindung? Lötverbindungen sind in der Regel in hohem Maße belastbar. Das verdeutlicht z.B. eine Berstprobe. Belegte Testversuche haben gezeigt: Bei einer Kupferrohrverbindung mit mehre-

ren Lötstellen ist die Festigkeit sämtlicher Lötstellen höher als die des Grundwerkstoffes. Beim Abdrücken mit einer Pumpe platzte die Rohrwand eines Prüfrohrs bei 280 bar! Die Lötstellen selbst hielten diesem Druck stand und blieben unzerstört. Bedeutend ist auch die Tatsache, dass eine fachgerechte Lötverbindung auch extrem hohen Belastungen, wie z. B. den Zug- und Scherkräften, die durch Vibrationen entstehen können, standhält.

Welche Werkzeuge und Materialien benötigt man nun zum Erstellen einer fachgerechten Lötung?

Wie im Eingangstext erwähnt, möchte ich zu diesem Artikel nur eins, für uns Modellbauer sehr gut geeignetes Autogenwerkzeug vorstellen. Es ist der „Ergomax Go“ der Fa. Greggensen aus Hamburg. Am Ende des Aufsatzes finden Sie die Adressen vom Online Shop und die allgemeine Info-Adresse dieser Firma, wo wir auch als Endverbraucher diese hochwertigen Artikel erwerben können. Ich arbeite nun schon seit Jahrzehnten mit Geräten dieser Firma. Es sind hochwertige Produkte, die einer strengen Kontrolle unterzogen werden. Anders sollte es auch nicht gehandhabt werden im Umgang mit Gas und Sauerstoff. Das Herzstück einer jeden Autogenanlage ist das Handstück mit den Regelventilen mit den genormten Anschlüssen und den unterschiedlichsten Brenneinsätzen. Dabei ist es unerheblich, ob ich nun mit Propan/Sauerstoff oder Acetylen/Sauerstoff arbeite. Wichtig ist die präzise Fertigung der Nadelventile. Sie müssen ganz geringen Fertigungstoleranzen unterliegen. Nur so kann man eine exakt feine und konstant brennende Flammenspitze einstellen. Einen schnellen Test beim Kauf einer Autogenanlage kann man an Ort und Stelle ausführen, in dem man die Nadelventile des Handstückes etwa drei bis vier Umdrehungen öffnet. Wackeln bei seitlichem Druck die Einstellschrauben ist von einem Kauf unbedingt abzuraten!

Alle Geräte im Autogenbereich, sind schon aus Sicherheitsgründen absolute Präzisionsgeräte. Sind es nun die Versorgungsflaschen, Druckminderer, Rückstromsicherungen, Handstücke und diverse Brennerspitzen, sie alle wollen dementsprechend behandelt werden. Mit der neuen Generation bei Greggensen, dem Ergomax Go, ist wie gesagt für uns Hobbyanwender und Gelegenheits-Lötexperten, ein ideales Werkzeug geschaffen worden. Alle Einzelteile dieser Autogenanlage sind an einem ergonomisch sehr sinnvoll gekanteten Blechgestell aus Aluminium angebracht.

Dies sind zum Ersten die Versorgungsflaschen von Gas und Sauerstoff, die Anschlussstücke mit Absperrventilen und Rückstromsicherungen, den Schlauchverschraubungen, Schläuchen von 2,5 m Länge, dem Handstück der Größe



„Ergomax“ und letztendlich der Brennerspitze mit der Größe 1–2 mm in der Kategorie P/S. P/S steht für Propan/Sauerstoff. Farblich in Anthrazit beschichtet wirkt das Gestell durchaus elegant. Mit dieser Ausrüstung kann man ganz gezielt kleinere bis mittlere Lötarbeiten ausführen. Will man z. B. sehr feine, präzise Lötprozesse ausführen, sollte man sich ein zweites Handstück, den Micromax anschaffen. Für diesen gibt es einen speziellen Einsatz, in den wiederum, mit einer Überwurfmutter vier unterschiedliche Nadeldüsen von 0,8 bis 1,5 mm gewechselt werden können. Hiermit lassen sich kleinste Flammspitzen einstellen, wie sie z. B. in der Schmuckindustrie vonnöten sind. Für größere, wärmeintensive Arbeiten empfiehlt es sich, zum Ergomax Handgriff weitere Brenner-Einsätze zu erwerben. Es werden sieben Düsengrößen von 0,2–0,5 mm bis 9–14 mm angeboten, die fein abgestimmt alle für uns relevanten Lötarbeiten abdecken. Man kann sagen, von

fer (Cu) Zink (Zn) sowie geringen Anteilen an Nickel (Ni) und Zinn (Sn). Die Anteile von Cadmium (Cd) in Hartloten sind ab dem 10.12.2011 laut EU Verordnung verboten. Das gilt für die Verwendung sowie in den Verkehr bringen. Cadmium senkt die Schmelztemperatur von Hartloten, so hat z. B. das Lot AG-304 (L-Ag40Cd) mit 40 % Silberanteil eine Schmelztemperatur von 610 °C. Das neue cadmiumfreie Silberhartlot AG-102 (L-AG 55 Sn) hat einen Silberanteil von 55 % und eine Arbeitstemperatur von 650 °C. Wir sehen, dass trotz Erhöhung des Silberanteils von 15 % die Schmelztemperatur um ca. 40 °C gestiegen ist. Eines haben wir gemerkt, mit Erhöhung des Silberanteiles verringert sich die Schmelztemperatur, es erhöht sich allerdings auch der Preis. Übrigens sei am Rande noch erwähnt, dass Tabakrauch relativ große Mengen an Cadmium in die Lunge transportiert! Silberlote sind teuer, aber bei sachgerechter Lötung mit geringen Spaltgrößen, wird

für die allermeisten Verbindungen wenig Lot gebraucht. Reststücke sollten daher wieder an einen neuen Lötstab angelötet werden und können somit ganz aufgebraucht werden. Für reine Kupferverbindungen sind sogenannte Phosphorlote im Handel. Diese benötigen kein Flussmittel, die Aufgabe übernimmt der Phosphor. Die Arbeitstemperatur ist mit 730 °C angegeben und liegt damit etwas höher als viele Silberlote. Ich persönlich habe etliche Modell-Dampfkessel damit gelötet. Eine Rückstandsbildung von gehärteten Flussmittelresten im Kesselinneren wird dadurch wirkungsvoll verhindert.

Zum Kauf von Hartloten empfehle ich – zumindest als Anfänger – einen Schweißfachhandel aufzusuchen und, die verwendeten Grundwerkstoffe zu benennen, damit der Fachmann das richtige Lot bestimmen

kann. Er wird mit Sicherheit auch das richtige Flussmittel anbieten. Oft werden Hartlote in Baumärkten preiswerter angeboten. Man soll sich allerdings von den Angeboten nicht täuschen lassen. Oft steht auf den Verpackungen „Messinglot“, aber wer nun glaubt, logischerweise damit Messing löten zu können, liegt total im Irrtum. Die Bezeichnung Messinglot bezieht sich ausschließlich auf die Zusammensetzung, also Legierung der Lötstäbe. Stahl und Hartmetalle lassen sich wunderbar mit Messinglot löten, aber eben kein Messing. Messing, wiederum eine Legierung, hat einen Schmelzbereich von ca. 900 °C; haben die Lötstäbe annähernd die gleiche Arbeitstemperatur kann man nicht löten. Bestenfalls kann man eine Verbindung als Schweißen bezeichnen. Die Schwierigkeit während des Anwärmprozesses liegt am Nichtvorhandensein von sogenannten Anlassfarben. Während bei Stahl- und Eisenwerkstoffen mit Zufuhr von Wärme die Farben von blau, violett dunkelrot bis hellrot wechseln, sieht man das bei Messing sowie Aluminium nicht. Mit Erreichen der Schmelztemperatur verflüssigt sich der Grundwerkstoff unter Umständen eher als der Lötstab. Die Teile sind dann unwiederbringlich zerstört.



der Lötung einer Reling beim Schiffsmodell bis hin zum Verbinden und Dichtlöten von Kesselblechen sind all diese Arbeiten mit solcher Ausrüstung machbar. Eines sollte unbedingt noch Erwähnung finden, nämlich: Für beide Handstücke, dem „Micromax“ und dem „Ergomax“, sind alle Brenneinsätze sowie der Nadelventil-Einsatz kompatibel, d. h. sie können alle miteinander getauscht werden, da sie alle das gleiche Überwurfgewinde besitzen. Dies ist eine nicht zu unterschätzende Vereinheitlichung von Zusatzteilen, die somit auch nicht den Geldbeutel zusätzlich belasten. Und noch eines ist für uns wichtig zu wissen, dass Greggersen zu allen Autogen Ausrüstungen Ersatzteile vorrätig hält. Bei der Bestellung von Zusatz- oder Ersatzteilen ist es wichtig, immer die Gasart mit anzugeben. Beim Gerät Ergomax Go ist es Propan/Sauerstoff, also abgekürzt P/S angeben.

Bis jetzt haben wir etwas über den Begriff „Löten“, über Temperatur (Wärme), Flussmittel, Festigkeiten und für uns geeignetes Werkzeug erfahren. Zum Löten braucht man halt „Lot“! Hartlote sind Legierungen unterschiedlichster Metallzusammensetzungen. Silberlote sind Legierungen meist mit folgenden Metallanteilen von Silber (Ag), Kup-

Zuletzt möchte ich noch eine Zehnpunkte-Checkliste aufführen. Werden diese Punkte peinlichst eingehalten, wird auch eine saubere, haltbare Lötverbindung die Folge sein.

- 1). Alle Teile müssen sauber, oxyd- und fettfrei sein.
- 2). Die Lötspalten müssen das richtige Maß aufweisen...
... nicht geeignet: unter 0,05 mm
... ideal geeignet: von 0,05 bis 0,1 mm
... noch möglich: bis 0,25 mm
- 3). Die Einstecktiefe oder Überlappung soll, je nach Durchmesser oder Breite 6 bis 12 mm betragen.
- 4). Beim Lötvorgang muss Flussmittel verwendet werden.
- 5). Die zu lötenden Teile müssen so fixiert werden, dass die Lage bei Ausdehnung des Flussmittels sich nicht verändert.
- 6). Die Teile müssen auf einer geeigneten Unterlage deponiert werden, die dafür sorgt, dass die Wärme nicht unnötig abgeleitet wird. Dies gilt besonders für großflächige Bauteile wie Dampfkessel, wo viele Lötstellen gleichzeitig erforderlich sind und die Wärme erfahrungsgemäß schwer zu halten ist. Es empfiehlt sich, das ganze Gerät mit Schamottsteinen zu umgeben.
- 7). Nun kommt es darauf an, die Wärme schnell in das Werkstück zu bringen. Dabei ist Schnelligkeit einer der wichtigsten Punkte. In der Regel ist das mit einer Sauerstoff/Propangas Flamme möglich. Das größere, schwerere Teil braucht mehr Wärme, also muss die Flamme auf dieses Teil gerichtet sein. Bevor das Lot zugegeben wird, müssen alle Teile die gleiche Löttemperatur aufweisen. Eine Überhitzung ist unbedingt zu vermeiden.
- 8). Nach Erreichen der Temperatur, das Flussmittel hat eine glasige Struktur erreicht, wird dem Werkstück Lot zugeführt. (Nicht mit der Fammenspitze des

Brenners abschmelzen). Das flüssige Lot schießt in den Spalt, es findet ein Austausch zwischen Lot und Flussmittel statt (sogenannte Kapillarwirkung). Das Flussmittel hat die Aufgabe, beim Lötvorgang das Oxidieren zu verhindern. Die Wirkung hält nur eine bestimmte Zeit. Es ist wichtig, den Lötvorgang rasch zu beenden. Das langsame und mühsame Aufbringen der Energie verhindert jede gute Lötung.

- 9). Nach Erstarren des Lotes werden die Teile in nicht zu kaltem Wasser abgeschreckt. Die meisten Flussmittelreste werden hierbei bereits gelöst.
- 10). Anschließend wird das Werkstück in einer schwachen Säurelösung gereinigt und von Resten von Flussmittel befreit. Hierbei empfiehlt sich eine schwache Lösung von 3 bis 5 % Zitronensäure, damit besteht nicht die Gefahr, dass das Grundmaterial angegriffen wird. Die Teile können 15 bis 30 Minuten in der Lösung bleiben und werden anschließend unter fließendem Wasser abgewaschen.

Eine Frage wird nun unweigerlich aufkommen:
Welcher Brenner ist nun der Richtige?

In erster Linie hängt die Wahl des Werkzeuges natürlich vom Werkstück ab, ob man einen Mikrobrenner oder normale Einsätze von 0,5–1 mm oder 9–14 mm verwendet. Für noch gleichmäßigere Erwärmung eignen sich auch Mehrflammdüsen mit sogenannten Brauseköpfen oder auch Gabelbrenner. Mit der Zeit werden Erfahrungswerte gesammelt, man überlegt dann nicht mehr, welchen Brenner nehme ich. Eines sei allen zukünftigen Lötexperten ans Herz gelegt: Löten ist Übungssache, es ist noch kein Meister vom Himmel gefallen. Ich wünsche allen viel Freude und gutes Gelingen beim „Hartlöten“.

Internet-Adressen:

www.greggersen-shop.de: Onlineshop für Jedermann
www.greggersen.de: Hintergrundinfos zur Firma und Autogentechnik

Fotos: Fa. Greggersen

Anzeige

**Weitere Bücher und Baupläne unter:
www.neckar-verlag.de**