

## Alternative zum Einbau von Mikro-Bauteilen

## Löten mit Heißluft

Philipp Prinz, DL2AM

**Moderne Bauteile – und insbesondere solche, die in der Mikrowellentechnik zum Einsatz kommen – verfügen über derart kleine Maße, dass konventionelle Löttechnik an ihre Grenzen stößt. Mittels Heißluft kann man der Sache Herr werden.**

Den Autor erreichen Sie unter:  
Philipp Prinz, DL2AM  
Riedweg 12  
88299 Leutkirch  
prinz.dl2am@t-online.de  
www.dl2am.de



**Bild 1:**  
Das Heißluftgerät ähnelt einer Lötstation. Temperatur und Luftmenge sind einstellbar

Immer wieder werde ich um Rat bei der Dioden-Einklebung für den Mikrowellenbereich gefragt. Da gibt es immer wieder Fälle, wo Mischer und Baken nicht gut funktionieren, was ich auch selbst festgestellt habe. Woran dies liegt, habe ich bis heute noch nicht feststellen können, obwohl ich fünf gleiche Baken auf 122 GHz mit den Dioden MA4E1310 aufgebaut habe und dabei unterschiedliche Werte bekam. Diese reichten von 400  $\mu$ W bis 1,5 mW HF Ausgangsleistung. Die Dioden habe ich dabei mit Zweikomponenten-Silberleitkleber eingeklebt. Ich denke die Anpassung der einzelnen Stufen zueinander ist von großer Bedeutung. An den Dioden MA4E1310 liegt es ziemlich sicher nicht, da ich umfangreiche Versuche mit diesen gemacht habe.

### Adapter für Heißluftgerät

Nun habe ich einen anderen Weg gesucht dies zu machen. Ich besorgte mir ein Heißluftgerät (Bild 1) mit einer Abgabetemperatur von 100 bis 480 °C und einer auch einstellbaren Luftmen-

genregelung bis 23 l/min. Als Erstes fertigte ich einen Adapter mit einem gebogenen Röhrchen mit dem Innendurchmesser von 2,6 mm (Bild 2). Dieses Röhrchen lötete ich mit Silberlot hartgelötet an den Adapter. Als Röhrchen eignet sich gut das Semirigit UT141. Nun konnte ich die ersten Temperaturversuche machen. Bei einer Einstellung von 300 °C erreichte die Ausgangstemperatur an dem Röhrchen ca. 160 °C. Laut Datenblatt halten die meisten Mikro-Dioden 180 °C zwölf Sekunden ohne Schaden aus – das ist eine Menge. Es stehen mir verschiedene Lötpasten zur Verfügung. Milan, OK1IMH, hat mir freundlicherweise diese diversen Lötpasten besorgt, wofür ich mich bedanke.

### AG.SN.BI bei 142 °C

Als Erstes versuchte ich es mit der Paste für 142 °C mit der Bezeichnung AG.SN.BI (Bild 3). Die Anfangsversuche auf einer PCB mit defekten Dioden waren gleich sehr verheißungsvoll. Nun legte ich eine gebrauchte PCB für

einen 76-GHz-Mischer unter das Mikroskop, und mit einer sehr spitzen Nadel brachte ich die Lötpaste für die Diode beidseitig an. Es sind lauter kleine Zinn-Kügelchen in dem Flussmittel zu sehen. Diese Kügelchen kann man mit einer spitzen Nadel auf der PCB an die richtige Stelle transportieren. Darauf legte ich mit einer sehr spitzen Pinzette eine MA4E1310 und drückte diese mit einer Nadelspitze leicht an.

Die Temperatur stellte ich wieder auf 300 °C ein, was wieder 160 °C am Adapter-Ausgang bedeutet. Man sollte etwas warten, bis sich die Ausgangstemperatur am Röhrchen stabilisiert. Die Luftmenge stellte ich auf Minimal ein. Nun hielt ich die Heißluft-Düse über die Diode und nach etwa drei Sekunden senkte sich diese, und die vielen Kügelchen verschmolzen zu einer Masse. Die Diode hat sich stabil gehalten (Kohäsion), und der Luftstrom hat ihr nichts anhaben können.

### Diode richtet sich aus

Man kann sehr schön unter dem Mikroskop sehen, wie sich die Diode auf die 50- $\Omega$ -Leitung zieht und ausrichtet (absenkt). Dies war der erste Versuch. Ich habe den Dioden-Strom gleich gemessen und er stimmte, wie auch beim Einkleben mit Silberleitkleber (Bild 4). Als Nächstes versuchte ich auf dieselbe Art eine Diode auf eine in einem gefrästen Alu-Gehäuse eingeklebten PCB für 76 GHz (DB6NT [1], Platine Nr. 45) aufzulöten. Ich wunderte mich sehr, dass das einfach nicht ging, und ich war schon etwas verblüfft. Die Wärme reichte bei weitem nicht aus, die Lötpaste zum Schmelzen zu bringen. Auch bei einer Abgabetemperatur von 250 °C war dies noch nicht möglich. Nach einiger Überlegung sah ich die Ursache ganz eindeutig. Durch das Einkleben der dünnen PCB fließt zu viel Wärme auf das Alu-Gehäuse, sodass die Paste nicht mehr zum Schmelzen kommt. Auch stellte ich fest, dass bei der PCB auf 122 GHz ([1], Nr. 47) dies noch gravierender ist, da eine große Massefläche vorhanden ist, die beim Einlöten erwärmt werden muss. Das Alugehäuse wollte ich nicht vorwärmen. Nun, wie geht es wohl weiter mit der Heißluft? War es wirklich nur heiße Luft?

### Korrekte Reihenfolge

Nach längerem Überlegen stellte ich fest, dass es doch eine andere Möglich-



**Bild 2:**  
Ein selbst gefertigter Adapter mit einem Röhrchen hilft, die Luft zielgerichtet zum Bauteil zu leiten

keit gibt. Wenn ich zuerst die Diode auf die PCB auflöte und danach die PCB in das Gehäuse einklebe. Gleich versuchte ich diesen Schritt und hoffte, dass die Diode beim Einkleben der PCB durch das Einpressen mit einem weichen Silikon-Gummi heil bleibt. Die Diode muss vor dem Einkleben der PCB geprüft werden, ob sie funktionsfähig ist, und gleichzeitig muss die PCB an der Diodenstelle sehr plan sein, um mechanische Spannungen zu vermeiden. Dazu ist auch zu beachten, dass der Press-Silikon-Gummi sehr weich ist und vorher eventuell angewärmt wird. Auch sollte diese Silikon-Gummi-Platte an allen Seiten zwei Ausparungen haben, um Ausgasungen von dem Zweikomponenten-Silberleitkleber zu ermöglichen. Wenn diese Silikon-Gummiplatte das Alu-Gehäuse ringsum komplett abschließt, kann die Ausgasung nur über den Hohlleiter geschehen, was zu weißen, silikonartigen Rückständen im Hohlleiter führen kann. Die Pressung der Silikon-Gummiplatte auf die PCB sollte nicht zu kräftig sein, um die Diode nicht zu beschädigen (Bild 5).

### Vier Baken für 76 GHz

Für 76 GHz habe ich vier Baken mit den Dioden MA46H146 auf diese Art aufgebaut, das heißt mit Heißluft aufgelötet und jedes Mal über 10 mW HF messbar erreicht ohne Anbringung von Abgleich-Fähnchen. Ebenso habe ich diese Methode bei 122 GHz angewandt. Das ging gleich gut, es ist nur zu beachten, dass man mit der Heißluft-Düse die obere Kupfermasse-Beschichtung vorwärmt und danach erst die Düse über die Diode hält. Auch sollte immer vor dem Aufbringen der Löt-paste die versilberte Kupferfläche von Oxidation befreit werden, das ermöglicht einen besseren und schnelleren Lötprozess. Das Statik-Problem ist nach dieser Methode ausgeschlossen. Es ist durchaus auch möglich, diese Methode mit Heißluft bei FET, SMD und anderen Mikrobauteilen anzuwenden. Auch Bonddrähte sind gut anzulöten, was ich auch versuchte.

Von Serenza gibt es einen sehr kleinen Verstärker mit der Bezeichnung SGL 0163. Er ist zu betreiben von 50 MHz bis 1,3 GHz, dabei hat er ein Rauschen von ca. 1 dB bei 144 MHz. Der Chip hat ein Maß von 2 mm × 2 mm und sechs Beinchen. Dieser lässt sich hervorragend mit Heißluft auflöten, so wie auch die übrigen Bauteile (Bild 6). Ich

verwendete auch die Löt-paste AG-SN-BI 146 °C. Mit einer Kopflupe ist dies noch gut zu bewerkstelligen (Bild 7). Die propagierten Werte sind annähernd zu erreichen, siehe [www.sirenza.com](http://www.sirenza.com). Für Schmalbandanwendungen ist es möglich, am Ausgang sowie auch am Eingang ein 50-Ω-Helix-Filter anzubringen. Wenn solch ein Filter am Eingang benutzt wird, verschlechtert sich der Rauschabstand um den Wert der Durchgangsdämpfung des Filters. Die PCB besteht aus 0,5 mm starkem FR-4-Material. Angefertigt hat sie Werner, DK5TZ, dem ich zu danken habe.

### Silberleitkleber aushärten

Zu diesen Versuchen veranlasst hat mich auch ein Telefongespräch mit Dr. Michael Kohla, DL1YMK, über Silberleitkleber. Er sagte, dass der Silberleitkleber erst nach Aushärtung die volle Leitfähigkeit bekommt (die vielen Silberpartikel berühren sich erst dadurch). Außerdem sagte er, dass ein Lot mit Silberanteil niederohmiger ist als ausgehärtete Silberleitpaste.

Nebenbei möchte ich noch erwähnen, dass ich vor zweieinhalb Monaten die ersten Empfangs- und Sendeversuche auf 410 GHz erfolgreich getätigt habe. Als Bake bzw. CW-Sender verwendete ich einen Multiplier, der bei einem Input von 12,454 GHz × 3 = 37,363 GHz noch 110 mW abgibt und dies × 11 ergibt 411 GHz. Als PCB kam der Vervielfacher Nr. 43 [1] zum Einsatz, und den Hohlleiter habe ich gleich in den Brennpunkt des Spiegels gesetzt.

Beim Empfänger versuchte ich es mit einer Doppel-Mischung: 411 GHz geteilt durch 5 = 82,2 GHz – 2,32 GHz erste ZF (DB6NT-Converter für 2,3 GHz) = 79,88 GHz, diese geteilt durch 2 = 39,94 GHz und abermals geteilt durch 3 = 13,3133 GHz und nochmals geteilt durch 96 = 138,680 MHz. Als PCB für 82 GHz nahm ich die Nr. 42 [1] und bei 411 GHz die Nr. 43 [1] – es ging alles gut. Habe auch festgestellt, dass sich die 411-GHz-Welle im 0,9-mm-Hohlleiter noch gut fortpflanzen kann.

Mal sehen, ob diese hohe ZF-Frequenz auch für niedere Frequenzen günstig ist. Werde noch Versuche machen. Ob es bei der Frequenz von 411 GHz bleibt, das ist noch zu klären. Von meiner Seite besteht da noch Klärungsbedarf. Wie ich wieder feststelle, es gibt noch viel zu tun mit der Mikrowelle.



Bild 3:  
Löt-paste für 142 °C



Bild 4:  
Erste Versuche  
beim Einlöten einer  
Flip-Chip-Diode



Bild 5:  
Silikon-Gummi mit  
Einkerbungen

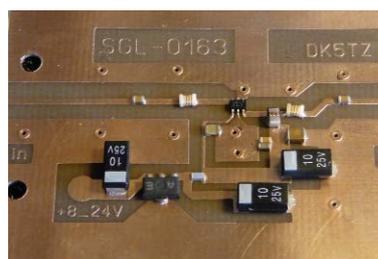


Bild 6:  
Breitbandverstärker  
PCB bestückt



Bild 7:  
Verstärker im  
Alu-Gehäuse

### Literatur und Bezugsquellen

- [1] Kuhne electronic GmbH, Scheibenacker 3, 95180 Berg; speziell Leiterplatten: [www.kuhne-electronic.de/de/shop/160\\_Leiterplatten](http://www.kuhne-electronic.de/de/shop/160_Leiterplatten)
- [2] Philipp Prinz, DL2AM: „SMT- und Mikrowellen-Gehäuse“, CQ DL 5/08, S. 312ff.
- [4] Philipp Prinz DL2AM: „Neue Gehäuse für 47–76 und 122 GHz“, CQ DL 6/07, S. 411ff.
- [4] Philipp Prinz DL2AM: „Transverterkonzept für 241 GHz“, CQ DL 4/09, S. 250