

Bohren von Leiterplatten

Helmut Stadelmeyer

Das Bohren fertig geätzter Platinen ist mitunter zeitaufwendiger und auch kostspieliger als das Anfertigen der Leiterplatte – aber nur, wenn man ungeeignetes Werkzeug verwendet. Es geht in diesem Beitrag um das Bohren von Hand, denn nur ganz wenige von uns werden im Besitz einer richtigen Bohrstation sein.

Im Prinzip ist es einfach: Man spannt den passenden Bohrer in die Bohrmaschine und bohrt ein Loch nach dem anderen, bis man fertig ist. Der Weg dorthin ist aber mit einer ganzen Reihe von Hindernissen gepflastert, die unser Arbeitsergebnis wesentlich beeinflussen.

Layout:

Es beginnt damit, daß zum problemlosen Ansetzen des Bohrers das Lötauge ein Loch in der richtigen Größe haben muß. Fehlt dieses Loch in der Kupferschicht, so bleibt nichts anderes übrig, als mit einem kleinen Körner in jedes Auge ganz zart an der richtigen Stelle eine kleine Vertiefung zu schlagen, die das Ansetzen des Bohrers erlaubt. Ohne diese Maßnahme ist ein halbwegs exaktes Bohren unmöglich.

Wie das Loch in der Kupferschicht ausgeführt sein soll, ist in [1] nachzulesen. Kollegen, die Leiterplatten entwerfen, sollten das berücksichtigen – es bedeutet beim Entwurf keinerlei Mehrarbeit und es hilft denen, die den Vorschlag später nachbauen, ganz wesentlich.

Leiterplatten-Materialien:

Unsere Platinen sind in der Regel aus einem der folgenden Materialien (in der Reihenfolge der mechanischen Festigkeit):

- Pertinax: Dunkelbraun, steif, sehr spröde, reißt beim Schneiden auf der Tafelschere ein!
- Hartpapier (FR2): Mittelbraun oder hellbraun, steif, spröde, läßt sich schneiden, ohne zu reißen
- Gewebeverstärktes Phenolharz (FR3): Beige, steif und verhältnismäßig zäh
- Glasfaserverstärktes Epoxid (FR4): Blaß braungrün, steif, sehr hoher Werkzeugverschleiß
- PTFE (TEFLON): Weiß, braun oder grau, weich und biegsam, fühlt sich glatt an

Die ersten 3 Materialien und PTFE lassen sich ohne weiteres mit normalen HSS-Bohrern bearbeiten. Bei FR4 kommt man damit nicht weit, denn bereits nach einigen Löchern ist die Schneide des Bohrers abgenützt und man muß entweder nachschärfen oder den Bohrer wechseln. Bohrt man dennoch unverdrossen weiter, so entsteht schließlich um das Bohrloch so viel Grat, daß bei kleinen Lötaugen zu wenig Klebefläche verbleibt und sich dann beim Löten das Kupfer vom Untergrund löst.

Bohrer:

Wir haben die Wahl zwischen Bohrern aus Werkzeugstahl und solchen aus speziellen Materialien. Von dem ins Auge gefaßten Material hängt es ab, welche Art von Bohrer man zweckmäßiger Weise verwenden wird. Zur Wahl stehen:

- HSS-Bohrer, die nicht sehr standfest, dafür aber elastisch und billig sind,
- Bohrer aus Sonderstählen (Titanlegierung, Karbidbeschichtung), welche die Schneide länger behalten, ebenfalls elastisch und schon etwas teurer sind oder
- Hartmetallbohrer, die sehr lange die Schneide behalten, aber auch sehr spröde und wirklich teuer sind.



Abb. 1: HSS-Bohrer (Werkzeugstahl)



Abb. 2: Hartmetallbohrer

Bohren von Leiterplatten

Die ersten beiden Sorten kann man mit ein wenig Geduld auf einer feinkörnigen Schleifscheibe selbst nachschärfen; wenn es nicht beim ersten Mal paßt, versucht man es eben mehrmals – auch hier macht die Übung den Meister. Ein Hartmetallbohrer dieser Größe läßt sich mit normalen Mitteln nicht nachschleifen.

Die meistverwendeten Durchmesser sind [in mm]: 0,8 1,0 1,3 1,5

Es ist durchaus anzuraten, grundsätzlich ALLE Löcher einmal mit 0,8 mm zu bohren, denn für die größeren Bohrer könnte das in die Lötäugen geätzte Loch schon zu klein sein, um ein problemloses Ansetzen zu gewährleisten. In einem 0,8 mm-Loch werden die größeren Durchmesser jedoch gut geführt.

Die Standzeit ist je nach Bohrerqualität und Werkstoff sehr unterschiedlich: Bei Hartpapier schafft man mit einem scharfen HSS-Bohrer durchaus mehrere dicht bestückte Europaformate, wenn man darauf achtet, daß er nicht überhitzt wird.

Bei FR4 ist ein solcher auf Dauer nicht zu gebrauchen, hier muß man zu Hartmetall greifen. Damit läßt sich allerdings eine ganze Anzahl Platinen dieser Größe bearbeiten. Ewig hält die Schneide eines solchen Bohrers leider auch nicht, dieses Material macht auch ihn kaputt. Das äußert sich durch den Grat, der dann um den Lochrand entsteht.

Solche Werkzeuge sind äußerst spröde und vertragen so gut wie keine Biegebeanspruchung. Zudem sind sie mit 3 – 4 € pro Stück teuer (wenn man sie in der Werkzeughandlung kauft).

Bohrmaschine:

Hat man vor, auch Hartmetallbohrer zu verwenden, so kommt der Maschine die entscheidende Bedeutung zu. 2 Punkte bestimmen über Erfolg oder Mißerfolg:

1. Der Rundlauf des eingespannten Bohrers
2. Gewicht und Länge sowie Lage des Schwerpunktes der Maschine

Zu 1: Eine Maschine mit Gleitlagern sollte man für diesen Zweck nicht einsetzen, weil damit weder die erforderliche Genauigkeit der radialen noch der axialen Führung gewährleistet ist. Für diesen Zweck eignet sich nur ein Gerät mit beidseitiger Kugellagerung. Auch auf die Werkzeug-Spannvorrichtung kommt es sehr an – die üblichen kleinen Dreibackenfutter sind viel zu ungenau. Ein Satz Stahl-Spannzangen von PROXXON ist gut, weil er alle Schaftdurchmesser von 0,8 mm bis maximal 3,2 mm aufnehmen kann. Der Rundlauf gemessen am Schaft des Bohrers soll nicht wesentlich schlechter als 0,05 mm sein, weniger ist noch besser.

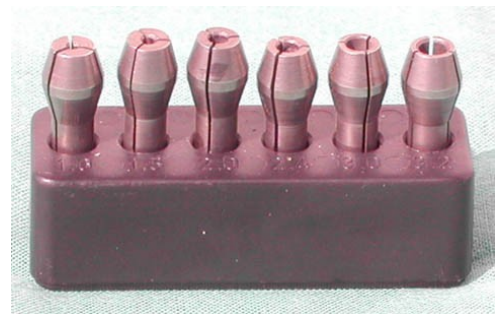


Abb. 3: Die Spannzangen

Zu 2: Es kommt beim Einsatz von dünnen Hartmetallbohrern darauf an, daß während des Bohrvorganges keinerlei seitliche Kraft auf den Bohrer wirkt. Zudem will man, daß die Achse der Maschine beim Bohrvorgang lotrecht zur Platine ist. Weil die Maschine aber von Hand geführt werden soll, muß man für die Hand, mit der man die Maschine festhält, eine Stellung finden, die diese Forderungen so weit wie möglich erfüllt.

Ist die Maschine zu leicht, besteht die Gefahr, daß sie durch unwillkürliche Bewegungen der Hand zu weit ausgelenkt und dadurch der Bohrer beschädigt wird (wir zittern alle, der eine vielleicht ein wenig mehr und ein anderer etwas weniger; das richtige Gewicht hilft, den unangenehmen Effekt zu reduzieren). Meine Bohrmaschine bringt etwa 800 g auf die Waage. Das scheint kein schlechter Kompromiß zwischen der Dämpfung ungewollter Bewegungen und den durch das Gewicht bedingten Ermüdungserscheinungen zu sein. Es ist mittlerweile so, daß die nicht mehr ganz neuen Augen wesentlich früher eine Pause brauchen als die Hand.

Der Körper der Maschine muß eine Mindestlänge haben, weil sonst beim Bohren die richtige Stellung der Hand nicht zu erreichen ist. Der Schwerpunkt der Maschine soll so tief wie möglich liegen, damit sie die vertikale Position durch die Schwerkraft von selbst einnimmt.



Abb. 4: Eine primitive Bohrmaschine aus einer alten Flugzeug-Benzinpumpe

Bohren von Leiterplatten

Sehr gute Maschinen gibt es von PROXXON: Den Feinbohrschleifer FBS240E und für jene, die etwas mehr ausgeben wollen, den Bohrschleifer IB/E. Beide Geräte sind für 230 V, sie haben 100 W Leistung und sind mit Spannzangen zu bestücken. Das Bohr- und Fräsgerät MICROMOT 50/E ist für 12-V-Betrieb, hat 40 W und ist etwa halb so schwer wie die beiden vorgenannten Maschinen; man braucht dafür ein passendes Netzgerät.

Es ist angeraten, vor dem Kauf die Preise der Anbieter zu vergleichen.

Die Drehzahl der Maschine sollte bei kleinen Durchmessern zwischen 5000 und 10000 Umdrehungen pro Minute liegen. Allzu hohe Drehzahlen haben eine unnötige Verkürzung der Standzeit von HSS-Bohrern zur Folge. Die Möglichkeit einer Drehzahleinstellung ist von Vorteil.

Haltung beim Bohren:

Ist die Länge der Bohrmaschine richtig, so kann man den Ellenbogen auf der Arbeitsplatte aufstützen, wenn die Hand die Maschine am oberen Ende umfaßt. Der Unterarm steht dabei nahezu senkrecht und die vertikale Bewegung der Maschine erfolgt lediglich durch weiteres Abwinkeln der Hand aus dem Handgelenk. Mit der anderen Hand führt man die Maschine leicht und vorsichtig am unteren Rand, um auch wirklich die Mitte der geätzten Löcher zu treffen.

Es reicht ein Hub von wenigen Millimetern, um ein Loch nach dem anderen zu bohren. Während des Bohrvorganges ist jede seitliche Krafteinwirkung zu vermeiden.



Abb. 5: So kann man die Bohrmaschine am besten führen

Fixierung der Leiterplatte während des Bohrens:

Dazu ist der zum Bohrständer einer Handbohrmaschine gehörige Bohrschraubstock vorzüglich geeignet. Er gewährleistet die waagerechte Position der Platine und verhindert durch sein Gewicht ein ungewolltes Wandern des eingespannten Werkstückes. Die Backen sollen an der Oberseite ein wenig abgesetzt sein, damit die Platine aufliegen kann.

Versucht man, eine nicht richtig fixierte Platine zu bohren, so geht der Bohrer mit ziemlicher Sicherheit alsbald zu Bruch.

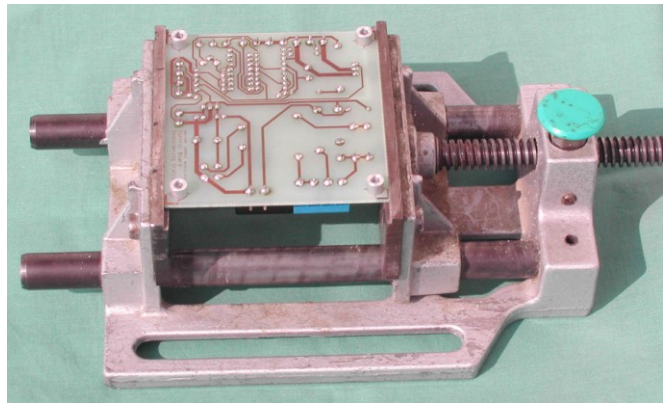


Abb. 6: Ein passender Bohrschraubstock mit an der Oberseite abgesetzten Backen

Beleuchtung und anderes:

Auch der Beleuchtung kommt eine angemessene Bedeutung zu, geht es doch darum, den Bohrer beim Anbohren so genau wie möglich zu positionieren. Bewährt hat sich eine 20 W Halogenleuchte, die unmittelbar hinter dem Werkstück steht und das Arbeitsfeld schräg von oben ausleuchtet. Durch den schrägen Lichteinfall ist gut zu sehen, wo der Bohrer auftreffen wird.

Beim Bohren fällt eine beachtliche Menge ganz feiner Späne an, die, wenn man sie nicht gleich beseitigt, nach einiger Zeit überall hinkommen. Eine Absaugvorrichtung ist deshalb ideal, weil so auch das Werkstück von Spänen weitgehend frei bleibt. Ich habe mir vorgenommen, in nächster Zeit den Werkstatt-Staubsauger mit einem passenden Zusatz zu versehen.

Entstehen statt der Späne nur mehr mehlig Klümpchen, so ist dies ein sicheres Zeichen, daß der Bohrer seine Schneide verloren hat.

Bohren von Leiterplatten

Praktische Erfahrungen:

Seit etwa 3 Jahren verwende ich Hartmetallbohrer in größerem Umfang; vorher habe ich mich mit HSS-Bohrern beholfen, die immer wieder nachzuschärfen waren und auf Dauer keine zufriedenstellende Lösung geboten haben.

Mit der geschilderten Methode ist es zum ersten Mal gelungen, einen 0,75 mm Hartmetallbohrer bis zu seinem natürlichen Lebensende durchzubringen. Er hat viele FR4-Platinen ausgehalten und sich seinen Ehrenplatz in der Schachtel, in der die ausgedienten Bohrer gesammelt werden, wohl verdient.

Ob diese Art des Bohrens in Bezug auf die Lebensdauer der Bohrer technische Vorteile gegenüber einer Miniatur-Ständerbohrmaschine hat (z.B. von Fa. PROXXON), kann ich nicht sagen; sie ist aber mit Sicherheit kostengünstiger.

Bei der Führung von Hand hat man mehr Gefühl für die Beanspruchung des Werkzeuges, als wenn man den Hebel der Pinole einer Ständerbohrmaschine drückt und wahrscheinlich ist man mit der Billiglösung auch noch schneller. Ebenso ist denkbar, daß der Bohrer auf der Ständerbohrmaschine nicht so leicht auf Lochmitte zu zentrieren ist, beim Anbohren aber dann dorthin abrutschen kann, was schnell zum Bruch des Bohrers führt.

Meine Hartmetallbohrer stammen nicht aus dem Laden, sondern von einem der zahlreichen AFU-Flohmärkte, wo sie immer wieder erhältlich sind. Selbst wenn es sich um 2. Wahl handeln sollte und sie unter Umständen ein klein wenig schlechter schneiden als die aus dem Laden, sind sie mir willkommen, denn sie kosten dort nur 15 – 20 % des Ladenpreises.

Vy 73 und ab jetzt ein grat- und ärgernisfreies Bohren wünscht

Helmut, OE5GPL

Literatur und Verweise

- [1] Stadelmeyer, H., OE5GPL: Platinendesign für die Praxis, FUNKAMATEUR 51 (2002) H. 9, S. 895-897