



Die Herstellung von Amateurleiterplatten mittels Fotolithographie

Das semiprofessionelle Anfertigen von Leiterplatten mit relativ hoher Auflösung bei vertretbaren Kosten ist heute möglich. Voraussetzung ist Cu-Halbzeug, das bereits mit Foto(positiv)lack beschichtet ist, einige gut zugängliche Chemikalien und ein UV-Belichtungsgerät zum Übertragen des Layouts auf die Leiterplatte. Ich möchte meinen Weg und meine Quellen aufzeigen, um zum Ziel zu kommen.

Mein Hauptbezug für Leiterplatten/Chemikalien ist die Firma  **reichelt**
elektronik – The best part of your project
<https://www.reichelt.de/>
Diese Seite ist sehr aufgeräumt und sehr gut strukturiert, so dass sich der «Ungeübte» relativ einfach zurecht findet und sich einen Überblick über das Angebot machen kann. Die Bestellung von Kleinmengen ist möglich. Eine Sammelbestellung preislich aber günstiger...

1. Ausgangsmaterialien :

Leiterplattenmaterial

(Startseite → Bauelemente → Bauelemente, mechanisch → Platinenmaterial&Zubehör:
Fotoplatinen → einseitig beschichtet)

Dort findet man eine sehr große Auswahl an Cu-Halbzeug verschiedener Hersteller, die mit Fotoresist beschichtet sind in unterschiedlichen Größen (z.B. 250x200 mm oder kleiner, z.B. 75x50 mm). Der Fotoresist ist ein UV-A empfindlicher Fotopositivlack, der mit einer Folie abgedeckt ist. Diese wird erst unmittelbar vor dem Gebrauch entfernt. Trägermaterial ist entweder Hartpapier oder Cevaunit.

2. Chemikalien :

2.1. Entwickler :



(Startseite → Bauelemente → Bauelemente, mechanisch → Platinenmaterial&Zubehör:
Ätzmittel, Entwickler)

Der Entwickler ist die Chemikalie Natriumhydroxid (NaOH), ein weißes, feines Pulver, stark hygroskopisch (ähnlich Salz). **Stark ätzend !**

Das Auflösen erfolgt nach Vorschrift in einem Kunststoff-/Glasgefäß. Umrühren nur mit Kunststofflöffel. Kleine Mengen zu je 10g genügen meist.

Kaufen sie keine Chemikalien auf Vorrat. Sie sind immer nur sehr begrenzt haltbar.

Hat man eine Dose nicht vollständig geschlossen, wird soviel Wasser angezogen, dass die Chemikalie NaOH verklumpt und unbrauchbar wird.

Beim Umgang mit Chemie: Tragen Sie Schürze/Handschuhe und Schutzbrille !

Der Entwickler entfärbt/bleicht und ätzt Löcher in Textilien. Das gibt immer Ärger...

Die angeführten Bezugsquellen, Firmen, Software dienen der Orientierung. Ich habe nach vielem eigenem Suchen und «auf Vorrat» kaufen gelernt, was Funktionalität und Qualität angeht. Es gibt durchaus andere Quellen und Bezugsmöglichkeiten. Betrachten Sie diese Angaben als Hinweise...

2.2. Ätzmittel :



Das Ätzmittel ist Natriumpersulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$), ein weißes, feines Pulver, stark hygroskopisch (ähnlich Salz). 400g sind ausreichend. Es gilt das Oben gesagte. Es sollte ein feuerfestes Glasbehältnis verwendet werden. z.B. eine rechteckige Auflaufform aus Jenaer Glas. Optimale Temperatur zum Ätzen: ca. 50°C. Hier ist eine Heizung erforderlich. Im einfachsten Fall: Ceranfeld (manuell Ein/Aus) und ein Thermometer.

3. Bohrer :

Die üblichen Durchmesser liegen zwischen 0,8mm und 1,5mm. Cevausit ist ein Glasfaser verstärkter Kunststoff (GfK). Extrem hart, so dass ein HSS-Bohrer schnell stumpf wird. Spätestens nach dem Bohren von 2 IC-Fassungen (=28 Löcher á 0,9mm) ist der Bohrer unbrauchbar. Bei der Bearbeitung von Hartpapier merkt man das daran, das eher «gedrückt» als «gebohrt» wird. Auf der Bestückungsseite entstehen kleine Hügel um die Bohrungen, keine scharfen Kanten. Das sollte man unbedingt vermeiden !

Ich verwende Bohrer aus WC (Mono-Wolframcarbide), ein Keramikmaterial. Schwer erhältlich, extrem spröde aber extrem hart. Sehr hohe Standzeit.



Material: BK6-M (Russ.), GC1025/GC3040 (Schweden), KC510M/KC725M (USA), F7010 (Japan)

Diese Sprödigkeit stellt hohe Anforderungen an die Bohrmaschine ! Gefordert wird ein spiel- und schlagfreies Lager sowie eine hohe Drehzahl und natürlich ein Ständer für den Bohrer. Ein «freihändiges» Bohren geht gar nicht !

Ich kann die Maschinen von [DREHMEL](#) oder [PROXXON](#) nebst Ständer empfehlen. Diese Investition lohnt auf jeden Fall ! Hier erhält man auch das nötige Zubehör zum Vereinzeln der Leiterplatten (Diamant beschichtete Trennschleifscheiben). Mit diesen kann man sogar harten Ferritstab oder Keramik bearbeiten.

Andere Hartmetallbohrer sollten mindestens WC- bzw. Ti beschichtet sein. Dann können auch sie gute Ergebnisse liefern und sind wesentlich preiswerter. Sie sollen eine Standzeit von min. 2000 Bohrungen haben.

Für das Bohren gilt auch hier das Oben gesagte...

Die angeführten Bezugsquellen, Firmen, Software dienen der Orientierung. Ich habe nach vielem eigenen Suchen und «auf Vorrat» kaufen gelernt, was Funktionalität und Qualität angeht. Es gibt durchaus andere Quellen und Bezugsmöglichkeiten. Betrachten Sie diese Angaben als Hinweise...



Das Problem des Bohrens sollte man nicht vernachlässigen. Nicht am falschen Ende sparen, sonst kann das ganz schnell sehr teuer werden. Man «versaut» sich die Leiterplatten und «wer billig kauft, kauft 3mal».

4. Das Fotolayout :

4.1. Software :

Bei mir haben sich die Software *SPRINT-Layout* und zum Zeichnen von Schaltplänen *Splan* der Firma [ABACOM](#) bestens bewährt. Selbsterklärend und man findet sich schnell zurecht.

So lassen sich auch Layouts aus Zeitschriften/Büchern verwenden, wenn man sie auf «Sollgröße» bringt (z.B. 25x50mm) und unter *OPTIONEN* → *Vorlage* einfügt. Nun hat man einen Hintergrund, der sich nachzeichnen lässt und nach eigenen Wünschen verändert werden kann.

Die Bauelemente-Bibliothek kann ebenfalls erweitert werden. Man erstellt sein eigenes Bauelement unter der Verwendung der vorhandenen Layer (BE-Umriss, Lötaugen). (Layer K2 aktiv, alles markieren) *DATEI* → *als Makro speichern*. Das neue Bauteil steht nun sofort zur Verfügung.

4.2. Drucken :

Verwendet werden können Tintenstrahl- oder Laserdrucker. Gedruckt wird immer auf transparenter Folie. Sauber arbeiten, Fingerabdrücke vermeiden, ev. Handschuhe tragen.

Tinte: InkJet-OVERHAED-Folie.

Einstellung: auf langsamer Druck und alle Farben mit max. Sättigung verwenden. Folie mindestens 30min trocknen lassen !

Laser: OHP-Folie für Farb-Laserdrucker und Kopierer. Temperaturbeständig. Einstellung: max. Tonerdicke, Sättigung.

Es kann ein Tonerverdichter   zum Einsatz kommen (Spray/manuell).

Die angeführten Bezugsquellen, Firmen, Software dienen der Orientierung. Ich habe nach vielem eigenen Suchen und «auf Vorrat» kaufen gelernt, was Funktionalität und Qualität angeht. Es gibt durchaus andere Quellen und Bezugsmöglichkeiten. Betrachten Sie diese Angaben als Hinweise...

Die Druckeinstellungen sind vom verwendeten Drucker bzw. dessen Druckertreiber abhängig. Hier muß man etwas Probieren.

Die Folien sind nicht billig. Die teure Folie deshalb immer optimal in der Fläche ausnutzen - heißt: viele Layouts auf der A4-Folie unterbringen !

Quelle: Schreibwarenladen (McPaper).

5. Belichtung :

Die Belichtung sollte durch Direktkontakt Folie/Leiterplatte erfolgen. Das Fotolayout und die Leiterplatte bilden eine Art "Sandwich". Beide liegen direkt aufeinander während der Belichtung, *ohne eine Zwischenschicht*. Das erhöht den Kontrast und die Konturenschärfe des Abbildes auf dem Fotolack und so können die darzustellenden Strukturen minimiert werden.

ACHTUNG: *Layout richtig herum* ! (Leiterseite/Bestückungsseite...)
Fehler können nicht mehr korrigiert werden.

Arbeitsweise:

- auf einer Basisplatte (Aluminium 3mm oder HDF) wird die Leiterplatte positioniert (Mitte), nachdem man die Schutzschicht entfernt hat. Die Fotolackschicht darf auf keinen Fall mit den Fingern berührt werden ! Handschuhe tragen. Gedämpftes Licht.
- darauf wird das Layout (also die Folie) positioniert
- mit einer ca. 8mm dicke Acrylplatte wird dieses Sandwich beschwehrt
- alles Abdecken mit einer dicken Pappe (zugeschn. Deckel eines Aktenordners)
- dieses Sandwich nun in den bereits eingeschalteten UV-Belichter legen
- Pappe entfernen, Kurzzeitwecker einschalten
- nach Ablauf der Belichtungszeit alles erneut mit einer Pappe abdecken
- abgedeckt aus dem UV-Belichter entfernen

Es folgen ENTWICKELN und ÄTZEN der Leiterplatte.

Der überschüssige Fotolack kann bequem mit dem Lösungsmittel Dimethylketon (C_3H_6O), Handelsname: Aceton, entfernt werden.

Nun kann vereinzelt und gebohrt werden. Die Leiterseite kann zum Oxydationschutz mit in Spiritus gelöstem Kolophonium beschichtet werden. Trocknen lassen !