

# Platinen selber herstellen

Aus Wikibooks



Dieses Buch steht im Regal Elektrotechnik.

**Hinweis:** Dieses Buch ist gerade in einem ersten Aufbau. Bei Interesse schreibe dein Wissen gern ohne große Formatierungen hier hinein...

## Inhaltsverzeichnis

- 1 Vorwort
  - 1.1 Wie groß ist der Aufwand? Lohnt es sich für mich?
- 2 Gängige Basismaterialien
- 3 Handverdrahtung
  - 3.1 Trägerplatine
  - 3.2 Verdrahtungsmethoden
- 4 Kupferkaschierte Platinen
  - 4.1 Ätzen
    - 4.1.1 Umgang mit Chemikalien
    - 4.1.2 Maskierungsverfahren
    - 4.1.3 Layout entwerfen
    - 4.1.4 Layout drucken
      - 4.1.4.1 Drucken für Photographische Verfahren
      - 4.1.4.2 Drucken für das Direkt-Toner-Verfahren
    - 4.1.5 Maske Aufbringen
      - 4.1.5.1 Fotopositiv Verfahren
      - 4.1.5.2 Direkt-Toner-Verfahren
    - 4.1.6 Platine ätzen
    - 4.1.7 Löcher bohren
  - 4.2 Konturfräsen / Isolationsfräsen
    - 4.2.1 Layout entwerfen
    - 4.2.2 Daten konvertieren
    - 4.2.3 Platine fräsen
    - 4.2.4 Löcher bohren
- 5 Was bleibt noch zu tun?
- 6 Weblinks

## Vorwort

Welcher Hobby-Elektroniker kennt es nicht: Man hat eine Idee für eine Schaltung und möchte diese schnell umsetzen. Aber was soll man machen, wenn die Schaltung zu kompliziert ist, um sie mal eben zusammenzulöten? In manchen Fällen kann man sich mit einer Lochraster-Platine aushelfen. Erprobtere Schaltungen kann man auch auf einer geätzten Platine löten. Eine solche Platine braucht natürlich etwas mehr Zeit, aber man kann damit auch kompliziertere Schaltungen mit mehreren ICs realisieren.

### Wie groß ist der Aufwand? Lohnt es sich für mich?

Nun es ist eine große Erleichterung, wenn man in der Lage ist mal schnell selbst eine Platine für seine Schaltungen herzustellen, es sollte aber vorher auch der Aufwand dahinter bedacht werden. Man benötigt auf jeden Fall ein paar säurefeste Schalen, um die Platinen zu ätzen. Dann muss man auch in der Lage sein, seine vorher am Computer gezeichneten Schaltungen auf die Platine zu übertragen. Das wird meistens mit einer transparenten Folie gemacht, die man am besten auf einem Laserdrucker mit der Maske bedruckt. Diesen selbst hergestellten Film legt man dann auf die schon mit Fotopositivlack beschichteten Platinen und belichtet sie. Wo kommt dabei das Licht her? Das sollte entweder ein spezieller UV-Belichtungsrahmen übernehmen oder notfalls die Sonne. Wenn die Platine belichtet und geätzt ist, muss sie in den meisten Fällen noch gebohrt werden. Dafür braucht man eine Platinenbohrmaschine in einem Bohrständer. Wenn man eine doppelseitige Platine herstellen möchte, dann muss man die Durchkontaktierungen noch eintackern. Alles in allem ist das auch ein recht großer Aufwand ohne dabei die Erstinvestitionen zu vergessen. Der Aufwand lohnt sich, wenn man den überwiegenden Teil der Gerätschaften schon besitzt und regelmäßig eine völlig neue Platine herstellt. Also zum Beispiel für Ingenieurbüros mit Kleinserien. Das sollte immer erst bedacht werden, bevor man damit anfängt.

## Gängige Basismaterialien

- **FR-1** Low-end Platinen werden aus mit Phenol-Formaldehyd-Kunstharz getränktem Papier hergestellt. Tg = 130°C
- **FR-2** Low-end Platinen werden aus mit Phenol-Formaldehyd-Kunstharz getränktem Papier hergestellt. Tg = 105°C

- **FR-3** Dieses Material besteht aus mit Epoxid-Kunstharz getränktem Papier.  $T_g = 105^\circ\text{C}$
- **FR-4** Dieses Material besteht aus mit Epoxid-Kunstharz getränktem Glasfasergewebe.  $T_g = 105^\circ\text{C}$
- **FR-5** Dieses Material besteht aus mit Epoxid-Kunstharz getränktem Glasfasergewebe.  $T_g = 160^\circ\text{C}$
- **HF** Hier werden Materialien mit einer niedrigen Dielektrizitätskonstante eingesetzt. Z.B Teflon, Polimide oder Polystyrol.

$T_g$  = Glass Transition Temperature (Temperatur ab der das Material weich wird, die Maximale Betriebstemperatur liegt tiefer).

Das verbreitetste Material dürfte heute **FR-4** sein gefolgt von **FR-2** und **FR-1**

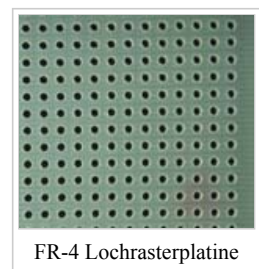
Die Kupferauflage bei ein- oder zweiseitigem Material ist üblicherweise  $35\mu\text{m}$  dick, seltener ist eine Dicke von  $70\mu\text{m}$ . Das Material mit  $35\mu\text{m}$  Kupferauflage wird auch als  $\square$  1-ounce  $\square$  copper bezeichnet. Der Ursprung liegt darin das ein Quadratfuß ( $304.8 \times 304.8\text{mm}$ ) der Kupferauflage eine Unze wiegt (28.35g). Das Material mit  $70\mu\text{m}$  Kupferauflage heißt aus dem gleichen Grund auch 2-ounce  $\square$  copper. Innenlage bei Multilayerplatinen sind oft dünner als  $35\mu\text{m}$ , dies spielt für den Hobbyelektroniker nur dann eine Rolle wenn er seine Platinen herstellen läßt.

## Handverdrahtung

### Trägerplatine

Für die Handverdrahtung einer Platine werden je nach Verdrahtungsmethode unterschiedliche Platinen verwendet. Generell sind dies Varianten der Lochrasterplatine. Die Lochrasterplatine hat ein regelmäßiges Raster von Bohrungen, üblicherweise im Abstand von  $2,54\text{ mm}$  (= 100 mil, 1 mil = 1 Zoll / 1000).

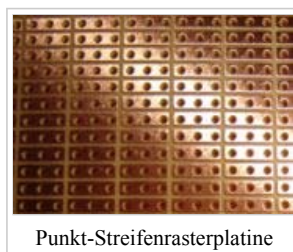
- **Lochrasterplatinen** bestehen normalerweise aus FR-2 oder FR-4 und haben keine zusätzliche Kupferauflage. An den Rückseiten der Platinen können Bohrungen zur Aufnahme eines Steckers für die Rückwandverdrahtung vorhanden sein. Das gleiche gilt für etwaige Kopfstecker an den Frontseiten. Je nach verwendeten Steckersystem fallen die Bohrungen dieser Stecker in das normale 100 mil Raster oder auch nicht.
- **Punktrasterplatinen** sind Lochrasterplatinen bei der um jede Bohrung eine runde oder viereckige Kupferfläche angeordnet ist. Diese Kupferflächen können einseitig oder auch beidseitig vorhanden sein. Bei beidseitigen Kupferflächen können sie auch durch eine Durchkontaktierung miteinander verbunden sein. Auch hier gibt es Varianten mit speziellen Bohrungen an den Schmalseiten für Stecker.
- **Streifenleiterplatinen** haben auf einer Seite durch Kupferstreifen verbundene Bohrungen. Die gegenüberliegende Seite hat entweder ein Punktraster oder ist leer. Bei Varianten ist nur jede zweite Reihe der Bohrungen mit einem Kupferstreifen miteinander verbunden, die anderen Reihen sind frei. Die Kupferstreifen ergeben die Verdrahtung in einer Richtung der Platine, sie werden mit einem Messer oder einem speziellen Werkzeug an den benötigten Stellen unterbrochen. Verbindungen in die andere Richtung sitzen zusammen mit den übrigen Bauteilen als Brücken auf der Oberseite der Platine. Freie Tools für die Entwicklung von Streifenleiterplatinen sind VeeCAD (Windows) und Stripboard Layout Tool (Windows)
- **HF-Platinen** sind üblicherweise aus HF Material (seltener aus FR-4) und haben auf einer Seite ein Punktraster und auf der anderen eine durchgehende Kupferfläche. Die Bohrungen der Seite mit der durchgehende Kupferfläche sind ausreichend freigestellt das kein Kurzschluß entstehen kann. Diese Kupferfläche wird normalerweise zur Abschirmung auf Massepotential gelegt.



FR-4 Lochrasterplatine



Vorderseite einer Streifenleiterplatinen



Punkt-Streifenrasterplatine



Vorderseite einer HF-Platine mit Punktraster (Hier mit HF-Substrat)



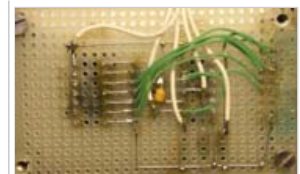
Rückseite einer HF-Platine mit durchgehender Kupferfläche (Hier mit HF-Substrat)

### Verdrahtungsmethoden

- **Freie Verdrahtung** Dies erfolgt üblicherweise auf einer Lochraster- oder einer Punktrasterplatine
  - **Fliegende Verdrahtung** Einfach mit isolierten Drähten von Pin zu Pin verdrahten. Massiver Draht mit geringen Durchmesser (0,4 mm) eignet sich hier besser als Litze.
  - **Starre Verdrahtung** Mit sogenanntem Silberdraht wird auf der einen Platinenseite verdrahtet, auf der anderen Seite

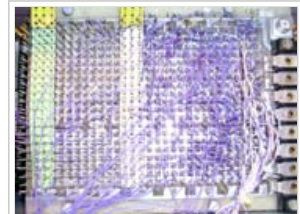
werden die Brücken verlegt. Diese können entweder isoliert oder nicht isoliert aufgebaut werden. Damit man die Drähte gerade verlegen kann, muß der Draht vorgereckt werden. Dazu fixiert man am besten ein Ende in einem Schraubstock, und zieht mit einer Zange am anderen Ende, bis der Draht schön gerade ist.

- **Streifenleiter Technik** Dies erfolgt mit Streifenleiterplatinen. Hierzu unterbricht man die Streifen an den nötigen Stellen. Verbindungen von Streifen zu Streifen werden entweder mit Bauteilen oder Brücken erzeugt. Siehe auch den Artikel Stripboard in der englischen Wikipedia.

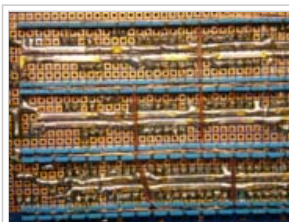


Platine mit einer Mischung aus Fliegender und Starrer Verdrahtung

- **Wire wrap** Dies erfolgt üblicherweise auf einer Lochraster- oder einer Punktrasterplatine. Mit Hilfe eines speziellen Werkzeuges wird ein Draht stramm um einen quadratischen etwa ein Zoll langen Pin gewickelt. Hierbei ist der Anpressdruck hoch genug, dass der Draht mit dem Pin kaltverschweißt. Auf jedem Pin können so bis zu drei Verbindungen erzeugt werden. Siehe auch die Artikel über **Wire wrap** in der englischen oder deutschen Wikipedia.
- **Fädeln (Vero Wire)** Hierbei wird ein dünner isolierter Draht mit einem Fädelstift von Pin zu Pin verdrahtet. Mit Hilfe von Fädelkämmen wird der Draht von den Pins ferngehalten. Beim Löten verdampft die lötfähige Polyurethanisolation und es wird eine Verbindung zum Pin des Bauteils hergestellt. Oft werden Stromschienen für die Spannungsversorgung von IC's eingesetzt. Für dieses Verfahren gibt es auch spezielle Lochrasterkarten die vorverlegte Kupferbahnen für die Spannungsversorgung eines DIL-ICs haben.



Eine Backplane die mit Wire Wrap verdrahtet wurde



Gefädelte Platine



Zwei Fädelstifte

## Kupferkaschierte Platinen

### Ätzen

#### Umgang mit Chemikalien

- **Sicherheitshinweis** Beim Arbeiten mit Chemikalien sollte man sich dessen bewußt sein, was man tut. Man sollte grundsätzlich seine **Augen schützen**. Durch den Umgang mit Säuren (Ätzmittel) und Laugen (Entwickler) sind die Hände ebenfalls gefährdet und sollten durch Gummihandschuhe (Einmalhandschuhe) geschützt werden! Bitte beachten Sie die Sicherheitshinweise auf den Verpackungen der Chemikalien genau. Es ist auch ratsam seine Kleidung zu schützen, da diese bei Kontakt mit Chemikalien Schaden nehmen kann.
- **Chemikalien entsorgen** Platinen ätzen ist ja eine schöne Sache, aber wohin am Ende mit den verbrauchten Chemikalien? Nun, in vielen Fällen gibt es in der Nähe eine Schadstoffannahmestelle der Städte. Gibt es keine solche Annahmestelle, dann bleibt Ihnen nur die teure Entsorgung als Sondermüll. Bitte tun Sie sich und Ihren Mitmenschen den Gefallen und **entsorgen Sie verbrauchte Chemikalien nicht in der Toilette oder im Wasch-/Spülbecken**. Die im verbrauchten ätzmittel vorhandenen Kupfer-Ionen sind keimtötend und können dazu führen das die Bakterien in der Kläranlage absterben, und diese damit funktionsunfähig werden kann.

#### Maskierungsverfahren

Für das Ätzen ist eine Maske erforderlich die alle Teile der Platine abdeckt die nicht weggeätzt werden sollen.

- **Siebdruck** Die Maske wird durch Siebdruck aufgebracht, diese Methode ist für den Hobby-Elektroniker eher ungebräuchlich.
- **ätzresistente Stifte** Die Maske wird mit einem gegen das Ätzmittel resistenten Stift direkt auf das blanke Kupfer der Platine aufgemalt. Dies macht nur dann Sinn wenn man nur „ein“ Exemplar einer nicht zu komplizierten Schaltung bauen will. Üblicherweise wird hierzu die Platine mit Hilfe einer Papiervorlage zuerst gebohrt. Dies hat den Vorteil, dass man weiß wo die Bauteile und die Durchkontaktierungen sein sollen.
- **Fotografische Maske** Bei diesem Verfahren wird die Maske auf die mit einem ätzresistenten Fotolack beschichtete Platine projiziert. In Altväter-Zeiten wurden die Masken aus Anreibe-Element (z.B. Löttauge, Leiterbahn geradeaus, Leiterbahn gebogen) auf eine Folie aufgerubbelt. Heute wird dies Maske üblicherweise in einem Layoutprogramm erzeugt und anschließend ausgedruckt.
  - **Das Fotopositiv-Verfahren** Beim Fotopositiv Lack härten die belichteten Stellen der Platine beim Entwickeln nicht

aus und können abgewaschen werden. Daher muß die Maske ein Positiv der endgültigen Platine sein, damit die Leiterbahnen stehenbleiben. Man kann hier seine Platinen selbst mit Lack beschichten oder fertig beschichtete kaufen. Bei fertig beschichteten Platinen ist die Schichtdicke viel gleichmäßiger, und man hat weniger Schwierigkeiten beim Belichten und Entwickeln.

- **Das Fotonegativ-Verfahren** Beim Fotonegativ Lack können die belichteten Stellen der Platine vom Entwickler aufgelöst werden. Es bleiben nur die nichtbelichteten Stellen über, daher muß die Maske ein Negativ der endgültigen Platine sein, damit die Leiterbahnen stehenbleiben. Nach dem Ätzen muß der Lack mit einem speziellen Stripper entfernt werden. Da Fotonegativ-Material im Handel für den Amateur kaum zu finden ist, betrachte ich es im weiteren nicht weiter.
- **Das Direkt-Toner-Verfahren** Bei diesem Verfahren wird die Maske mit einem Tonerbasierten Kopierer oder einem Laserdrucker auf eine geeignete Transferfolie gedruckt. Die Maske muß invertiert gedruckt werden damit sie nach dem übertragen auf die Platine Seitenrichtig ist. Dies geschieht üblicherweise durch Aufbügeln auf die erwärmte Platine. Man kann dies durch eine Laminiermaschine oder mittels eines Bügeleisens und einer Heizplatte tun.

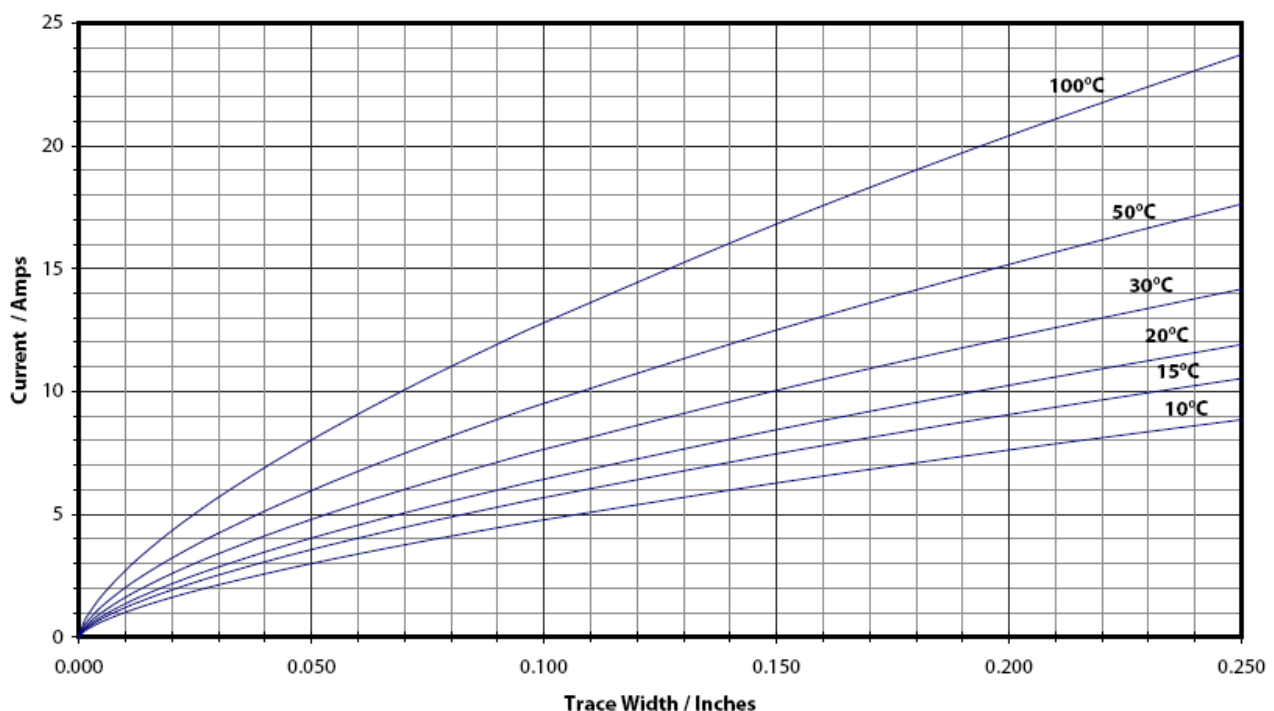
## Layout entwerfen

Heute wird das Platinen-Layout immer mit einem Layoutprogramm erzeugt. Falls man hierfür kein Geld ausgeben möchte, gibt es einige freie Programme die ausreichend gut funktionieren. Für Microsoft Windows kann man die Kombination aus Tincad (Schaltplan) und FreePCB (Layout) oder Kicad (Schaltplan und Layout) empfehlen. Ausserdem gibt es noch das Elektroniksimulationsprogramm SwitcherCAD III, welches von Linear Technologies gratis heruntergeladen werden kann. Damit kann man Netzlisten für FreePCB generieren, aber Achtung alle Subschemen müssen geladen sein. In der Linkliste am Ende sind auch Übersichten über geeignete Programme.

Das Platinen-Layout mit einem Layoutprogramm zu erstellen macht selbst dann Sinn, wenn die Maske hinterher von Hand gezeichnet werden soll. Das Platinen-Layout sollte so entworfen werden, dass möglichst wenige Drahtbrücken erforderlich sind. Dabei können Widerstände o.ä. Bauteile als Brücken verwendet werden. Für eine selbstgeätzte Platine sollte man in seinem Layoutprogramm größere Vias and Pads verwenden als in der Standardeinstellung. Diese sind für das Bohren von Hand zu klein.

Für die Strombelastbarkeit von Leiterbahn kann das folgende Diagramm herangezogen werden. Es zeigt die erforderlich Breite der Leiterbahn für eine Platine mit 35µm Kupferschicht bei verschiedenen Übertemperaturen.

**Trace Current Capacity on 1oz (35um) PCB**



## Layout drucken

### Drucken für Photographische Verfahren

Das entworfene Layout kann mit einem Laser- oder Tintenstrahldrucker gespiegelt auf eine Folie oder Papier gedruckt werden. Das Spiegeln der Vorlage hat macht es möglich, dass die Maske möglichst dicht an die Fotoschicht herankommt, da beim gespiegelten Druck die bedruckte Seite auf der Platine aufliegt. Da das Licht nicht völlig parallel einfällt, werden an Kanten Bereiche belichtet, die eigentlich nicht belichtet werden sollten. Eine Papierdicke macht bei feinen Leiterbahnen schon einen Unterschied. Es sollte immer die höchste Qualität des Druckes eingestellt werden, damit der Kontrast möglichst groß wird. Von



manchen Leuten wird empfohlen zur Erhöhung des Kontrastes mehrmals übereinander zu drucken. Dies kann bei feinen Strukturen zu Problemen führen, da die meisten Drucker nicht genau übereinander drucken können. Falls man normales Papier mit dem Laserdrucker verwendet, muß dieses nach dem Druck transparent gemacht werden. Dafür kann Öl oder ein spezielles Spray verwendet werden (bei Tintenstrahldruckern führt das üblicherweise zu verschmierten Vorlagen). Trotzdem bleibt bei solchem transparent gemachtem Papier die Dämpfung des Lichtes größer und der Kontrast der Vorlage sinkt, Transparentpapier gibt hier bessere Ergebnisse. Bei Laserdruckern sollte man extra schwarzen Toner (Ultrablack) verwenden, wenn er für den Drucker erhältlich ist. Zum Abschluß sollte der Druck gegen eine helle Lichtquelle ( Fenster, Lampe oder Leuchttisch ) auf Fehler geprüft werden. Ein feiner Sternenhimmel ( kleine Löcher in Flächen ) ist unkritisch, feine Risse oder Löcher in Leiterbahnen sollten mit einem Stift der gut deckt korrigiert werden.

#### Drucken für das Direkt-Toner-Verfahren

Für das Direkt-Toner-Verfahren ist nur ein Laserdrucker oder Kopierer geeignet, da der Kunststofftoner direkt die Maske für das Ätzen bildet. Der Druck erfolgt ebenfalls gespiegelt, entweder auf eine spezielle Transferfolie, oder auf glatt beschichtete Papiere. Fotopapier das keine Kunststoffbeschichtete Rückseite hat soll geeignet sein. Es wurden auch Erfolge mit glänzendem Papier aus Magazinen erzielt, hierbei ist es nebensächlich das die Seite schon bedruckt ist. Falls man die Wahl hat, sollte ein Toner mit möglichst kleiner Partikelgröße verwendet werden. Auch bei diesem Verfahren sollte der Druck gegen eine helle Lichtquelle ( Fenster, Lampe oder Leuchttisch ) auf Fehler geprüft werden. Hierbei hat man keine Möglichkeit der Korrektur, bei groben Fehlern muß der Druck wiederholt werden. Bei kleineren kann man prüfen ob diese beim Auflaminieren des Toners zugeschmiert wurden. Ist dies nicht der Fall, muß der Toner von der Platine gestrippt werden und mit einem neuen Druck von neuem begonnen werden.

#### Maske Aufbringen

##### Fotopositiv Verfahren

##### ■ Platine belichten

Zum Belichten von Fotopositiven Material wird eine Lichtquelle mit möglichst reinem UV-A Licht (320-400 nm) benötigt. Je größer der Anteil von anderen Wellenlängen desto kritischer ist das Einhalten der genauen Belichtungszeit. Das gleiche Problem entsteht bei einer kontrastarmen Vorlage. Mögliche Lichtquellen sind Nitraphot Lampen, UV-Leuchtstofflampen (nicht Schwarzlicht Röhren), Höhensonnen und UV-Leuchtdioden. Es ist auf eine möglichst gleichmäßige Ausleuchtung zu achten. Die Maske sollte zwischen einer Glasplatte und der Platine liegen. Hierbei sollte die Glasplatte aus Quarz- oder Plexiglas bestehen, da diese eine niedrigere Durchgangsdämpfung für UV-Licht haben. Plexiglas wird aber mit der Zeit trübe. Wird mit einem offenen Belichtungssystem gearbeitet sollte unbedingt eine UV-Schutzbrille getragen werden.



Einfaches Belichtungsgerät aus Lampe und Glasplatten. Sichtbar ist ein Zollstock zur Höhenkontrolle der Lampe.



Belichtungsgerät mit UV-Leuchtstofflampen



Belichtungsgerät mit UV-Leuchtstofflampen (mit Maske auf Transparentpapier)

##### ■ Platine entwickeln

Zum Entwickeln wird entweder Positiv-Entwickler oder Ätznatron verwendet. Beim Positiv-Entwickler folgt man den Anweisungen des Herstellers zum Ansatz der Lösung. Bei Ätznatron wird ein Ansatz von 7 bis 15 Gramm Ätznatron in einem Liter Wasser aufgelöst. Das Wasser sollte eine Temperatur von etwa 20 bis 25 Grad Celsius haben. Dabei ist darauf zu achten das das Ätznatron vollständig aufgelöst ist, damit auf der Platine keine Stellen mit höherer Konzentration entstehen. Beim Entwickeln wird die belichtete Platine in ein Schale mit Entwicklerlösung gegeben. Unter leichter Bewegung der Schale wird nun der Fotolack nun entwickelt. Man sollte schon nach wenigen Sekunden das Leiterbahnbild auf der Platine sehen können. Abhängig von der Entwicklerlösung sollte man nach spätestens ein bis zwei Minuten an den belichteten Flächen das blanke Kupfer sehen.

##### Direkt-Toner-Verfahren

Hierbei ist der Toner von der Vorlage auf die Platine zu übertragen. Hierzu schmilzt man den Toner an und presst ihn auf die Platine. Zuvor muß man eventuell vorhandenen Oxidschichten auf der Platine beseitigen. Dies erfolgt entweder mit feiner Stahlwolle oder einem Scheuermittel. Anschließend ist die Platine mit Aceton zu entfetten, und mit möglichst fusselfreien Papiertüchern zu trocknen. Dann erfolgt die Übertragung der Maske auf die Platine. Dies erfolgt entweder mit einem modifizierten Laminiergerät oder manuell mit einem Bügeleisen. Für letzteres legt man die Platine am besten auf eine erwärmte Unterlage (Warmhalteplatte) oder einen glatten Wärmeisolator (Kachel). Nun wird die Tonerseite der gedruckten Maske auf die Platine gebracht, und mit einem Bügeleisen unter Druck auf die Platine aufgebügelt. Anschließend wird die Platine mit dem anhaftenden Papier in eine mit Wasser gefüllte Schale gelegt. Nach einiger Zeit (bis zu 30 Minuten) zum Einweichen, kann man das Papier durch vorsichtiges Reiben entfernen. Etwaige Papierreste auf dem Toner müssen nicht entfernt werden. Die Platine ist nun fertig zum Ätzen.

### Platine ätzen

#### ■ Ätzmittel

- **Eisen(III)-chlorid** Wird meistens in Kugelform verkauft. Lösung ist undurchsichtig, daher ist der Ätzzvorgang schwer zu überwachen. Es können leicht Unterätzungen entstehen. Ansatz kann unter Lichtabschluß gut aufbewahrt werden. Mehrmalige Benutzung macht den Ätzzvorgang noch schwerer zu kontrollieren.
  - Konzentration: ca. 200g pro Liter Wasser.
  - Ätzttemperatur: Raumtemperatur bis 70 Grad Celsius.
  - Ätzzgeschwindigkeit: einige Minuten bis zu 60 Minuten, je nach Temperatur.
- **Ammoniumpersulfat** Verarbeitung ähnlich wie bei Natriumpersulfat, für den nicht Profi auf Grund der Giftigkeit nicht zu empfehlen.
- **Natriumpersulfat** Wird in Pulverform verkauft (oft unter der Bezeichnung Feinätzkristall). Hat gegenüber Eisen (III)-chlorid den Vorteil das die Ätzzlösung durchsichtig ist das es eine bessere Konturenschärfe hat. Ansatz kann aufbewahrt werden. Kann ohne größere Probleme mehrmals verwendet werden. Aufgrund der Gasbildung ist ein offener Behälter zur Aufbewahrung zu verwenden. Ein Druckfester Behälter kann verwendet werden, wenn regelmäßig der Überdruck abgelassen wird. Hierbei sollte der Behälter stark Überdimensioniert sein
  - Konzentration: 200g pro Liter Wasser.
  - Ätzttemperatur: 40 bis 50 Grad Celsius.
  - Ätzzgeschwindigkeit: 10 - 20 Minuten
- **Salzsäure** Wird meist unter zusatz von Wasserstoffperoxid verwendet da sonst die Ätzzgeschwindigkeit zu klein ist. Ist komplizierter in der Anwendung als Eisen(III)-chlorid oder Natriumpersulfat hat aber die höchste Ätzzgeschwindigkeit.

#### ■ Ätzgeräte

- **Sprühätzanlagen** Für den Hobby-Elektroniker eher ungebräuchlich (zu teuer)
- **Schaumätzanlagen** Für den Hobby-Elektroniker eher ungebräuchlich (zu teuer)
- **Küvettenätzanlagen** Relativ preiswert zu kaufen, können aber auch leicht selbst aus Glas oder Plexiglas selbstgebaut werden. Küvettenätzanlagen bestehen aus der Küvette selbst, der Halterung für die zu Ätzende Platine, einer Heizung und einer Luftpumpe mit einem Blasenschlauch zum Vermischen des Ätzmittels. Die Küvette sollte einige Zentimeter höher als der höchste geplante Ätzzmittelstand sein. Dies verhindert das das durch die Luftblasen aufgewirbelte Ätzzmittel aus der Küvette herausspritzt. Ein Deckel als zusätzlicher Spritzschutz sollte möglichst auch vorhanden sein. Bei selbstgebauten Anlagen wird für die Heizung üblicherweise eine Aquariumheizung verwendet. Für den Blasenschlauch wird eine Aquarium Luftpumpe, die einen perforierten Schlauch am Boden der Küvette versorgt, benutzt. Die Küvette ist üblicherweise schmal gehalten um die erforderliche Ätzzmittelmenge klein zu halten. Falls man es in Kauf nimmt, mehr Ätzzmittel benutzen zu müssen, kann man auch andere hohe Kunststoffbehälter zum Ätzen benutzen. Eine Kunststoffdose zum Aufbewahren von Nudeln ist schon benutzt worden.
- **Schalenenätzanlagen** Dies ist die einfachste und wahrscheinlich billigste Einstiegsanlage. Für die einfachste Anlage braucht man nicht mehr als eine Glas- oder Kunststoffschale. In diese wird das Ätzzmittel eingefüllt und dann unter periodischem Rütteln der Schale die Platine geätzt. Das Rütteln soll zum einen die sich bildenden Gasbläschen von der Platine lösen, und zum anderen eine gleichmäßige Verteilung der Ätzzlösung bewirken. Je nach verwendetem Ätzzmittel sollte man die Schale auf einem Heizelement stellen. Hierzu eignen sich entweder fertige Heizfolien oder eine Metallplatte auf deren Rückseite man Widerstände oder Transistoren als Wärmequelle schraubt. Je dicker die Metallplatte ist, umso gleichmäßiger ist die Wärmeverteilung über die Platte. Falls einem das Rütteln auf die Dauer zu viel wird, kann man die Schale auch motorisch bewegen. Mir sind zwei Verfahren dazu bekannt. Bei dem einen wird die Heizplatte auf Rollen durch einen Motor hin und her gefahren. Dabei ist die Geschwindigkeit so einzustellen das sich eine Welle bildet die von einer Seite zur anderen wandert. Die zweite Möglichkeit ist die Platte mit einem Kippgelenk zu versehen, und eine Seite auf und ab zu bewegen. Auch hier ist auf die Bildung der Welle zu achten. Bei beiden Methoden brauch man gerade genug Ätzzmittel um die Platine zu bedecken.



Selbstgebaute Schalenätzanlage (Aufsicht)



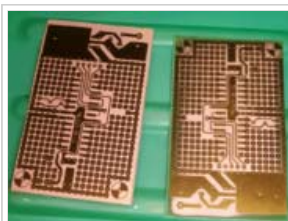
Selbstgebaute Schalenätzanlage (Seitenansicht, Blick in die geöffnete Maschine)



Küvettenätzmaschine

### Löcher bohren

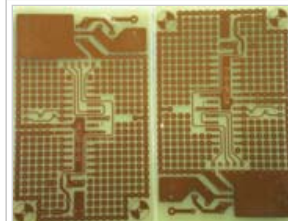
Für das Bohren der Löcher sollte man eine Ständerbohrmaschine verwenden. Der beim Bohren von FR4 nötige Hartmetallbohrer bricht beim verkannten sehr leicht. Fertige Bohrungen sollte man von der Rückseite mit einem etwas größeren Bohrer entgraten.



Zwei Boards in Ätzflüssigkeit, eins neu, eins angeätzt



Zwei Boards in Ätzflüssigkeit, eins fertig eins partiell geätzt



Zwei Boards fertig geätzt, bereit zum Bohren



Ständerbohrmaschine mit Absaugadapter

T  
P

### Konturfräsen / Isolationsfräsen

Wird vom Amateur / Hobbyisten nicht besonders häufig verwendet, da fertig gekaufte Anlagen ziemlich teuer sind. Es gab aber Bauanleitungen in Zeitschriften, auch im Internet sind Bauanleitungen zu finden. Beim Konturfräsen wird das überflüssige Kupfer der Platine durch einen Fräser entfernt. Hierbei gibt es zwei Methoden:

1. Alles überflüssige Kupfer wird entfernt.
2. Nur die Konturen der Leiterbahnen werden entfernt.

### Layout entwerfen

Beim Layout für das Konturfräsen ist ebenso vorzugehen wie bei geätzten Platinen. Für Leiterbahnbreiten gibt es keine besonderen Einschränkungen, der Leiterbahnabstand ist durch den Fräserdurchmesser nach unten begrenzt.

### Daten konvertieren

Hierbei wird das Leiterbahnbild in Steuerbefehle für die Fräsmaschine umgesetzt. PCBMill Web Utilities können für die Umwandlung eingesetzt werden. Einige Kommerzielle ECAD Systemem haben passende Konverter.

### Platine fräsen

Hierbei wird ein spezieller Fräser eingesetzt, da Fräsungen auch in der Mitte der Platine beginnen können.

### Löcher bohren

Die Löcher werden hier üblicherweise nach einen Werkzeugwechsel auch durch die Fräsmaschine gebohrt.

## Was bleibt noch zu tun?

Schnell die Bauelemente auflöten und die Funktion der ersehnten Schaltung testen!

### Weblinks

- TinyCAD Freier Schaltplanneditor für Windows.

- FreePCB Freies Layoutprogramm für Windows. Bis zu 8 Kupferlagen, maximale Platinengröße 60 x 60 Zoll (152 x 152 mm). Versteht TinyCAD Netzlisten.
- KiCad ECAD System für Linux, MacOS X and Windows (XP oder 2000). Bis zu 16 Kupferlagen.
- SwitcherCAD Schaltungssimulator für Windows.
  
- PCB Router Beschreibung in englischer Sprache einer selbstgebauten Konturfräsmaschine.
  
- Open Collector Open Collector enthält Verzeichnisse und Neuigkeiten zu freier EDA Software und freien Schaltungen
- ECAD LIST ist eine Auflistung von über 60 ECAD Werkzeugen mit dem Schwerpunkt Amateur / Hobbyanwender.
  
- ZottelJedi - Eine recht ausführliche Anleitung zum Platinen selber herstellen (mit Fotopositiv-Verfahren)
- thomaspfeifer.net Ausführliche Anleitung zum Platinen herstellen mit der Tonertransfer-Methode (mit Bildern und Video)

---

Von „[http://de.wikibooks.org/wiki/Platinen\\_selber\\_herstellen](http://de.wikibooks.org/wiki/Platinen_selber_herstellen)“

Kategorie: Buch

---

- Diese Seite wurde zuletzt am 20. Februar 2007 um 12:45 Uhr geändert.
- Inhalt ist verfügbar unter der GNU Free Documentation License.