

Herstellen von Platinen

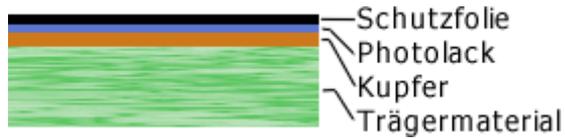
Inhaltsverzeichnis

Tino Brast	1
Herstellen von Platinen	1
Inhaltsverzeichnis	1
2.Aus der Praxis:	2
2.1.Kleine Zusammenfassung	2
...der Ausrüstung	2
2.2 Das Layout und die Folie	4
2.3. Vorbereitungen	6
2.4.Das Belichten der Platine	6
2.4.1. Im Projektlabor	6
2.4.1.1. Einseitige Platine	6
2.4.1.2. Doppelseitige Platine	7
2.4.2.In Eigeninitiative	7
2.5. Entwickeln der belichteten Platine	8
2.6. Ätzen der Platine	9
2.7.Bohren der Platine	9
2.8. Entfernen der Fotolackreste	9
3.Andere Herstellungsmöglichkeiten.....	12
3.1. Möglichkeit: Ätzen 1.	12
3.2. Möglichkeit: Ätzen 2.	12
3.3. Möglichkeit: Fräsen	12

1. Was sind Platinen?

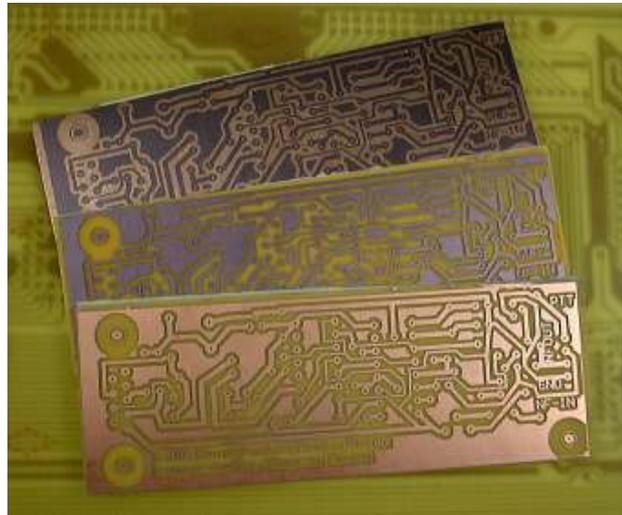
Platinen sind Platten auf welche man die Bauteile, welche man benötigt, lötet und sie sorgen somit für den Halt dieser Bauteile und ihre elektrischen Kontakte!

1.1. Aufbau von Platinen



Eine Platine besitzt eine Schutzfolie, damit sie nicht belichtet werden kann, ohne unser Zutun. Dann kommt der Photolack, welcher sich beim Belichten auflöst und die zu ätzenden Bereiche freilegt. Die dritte Schicht ist der Kupfer, welcher die späteren Leiterbahnen ergibt. Und zu guter letzt kommt das Trägermaterial, dessen Name ja selbsterklärend ist.

Oben ist eine kupferbeschichtete, fotobelichtete und entwickelte Platine zu sehen. Die Flächen, die stehen bleiben, erscheinen nun dunkel. Die Platine in der Mitte ist bereits geätzt, enthält aber noch die Fotoschicht. Die untere Platine schließlich wurde von der Fotoschicht befreit und kann gebohrt werden



2. Aus der Praxis:

2.1. Kleine Zusammenfassung

Die Erstellung eigener Platinen erfolgt in mehreren Schritten. Bei eigenen Schaltungsentwürfen wird man mit Hilfe eines ECAD-Programmes am PC ein Schaltbild zeichnen und daraus ein Platinenlayout anfertigen. In unserem Fall handelt es sich um das Layoutprogramm EAGLE. Aus dem Drucker kommt schließlich eine schwarze Vorlage auf transparenter Folie. Diese wird zum Belichten auf die fotobeschichtete Platine gelegt. Nach der Belichtung wird die Fotoschicht in einem Bad entwickelt. Dabei werden die Leiterbahnen auf dem Kupfer als schwarze Strukturen erkennbar. Anschließend verweilt die Platine solange in einem Ätzmittelbad, bis das nicht von der Fotoschicht bedeckte Kupfer von der Platine abgelöst ist. Als letzten Arbeitsschritt wird die geätzte Platine von der Fotoresistschicht befreit. Doch fangen wir ganz vorn an, also bei..

...der Ausrüstung

Zunächst benötigt man ein Gefäß, in dem man das Ätzbad anrichten, heizen und lagern kann. Dazu eignet sich ein kleines Kunststoff-"Aquarium", etwas größer als eine Europakarte (160x100mm). Wir nutzen das ISEL-Ätzgerät Typ 2 im Projektlabor und brauchen somit keinen abenteuerlichen Einkauf im Zoofladen starten.



Jenes Gerät sieht dem unserem sehr ähnlich!

Die Ätzflüssigkeit ist im Labor ebenfalls vorhanden, wenn man unbedingt zuhause Ätzen will geht man am besten in einen Elektronikladen und besorgt sich Eisen-III-Chlorid, Ammoniumpersulfat oder besser Natriumpersulfat.

Zum Belichten der Platinen benötigt man ein professionelles (welches wir zur Verfügung haben) oder selbstgebautes Belichtungsgerät mit mehreren UV-Röhren kleiner Leistung- oder eine alte „Höhensonne“, die ein intensives, hellblaues UV-Licht abgibt.



Eine ausgemusterte Höhensonne ermöglicht die Belichtung von Platinen in weniger als 2 Minuten

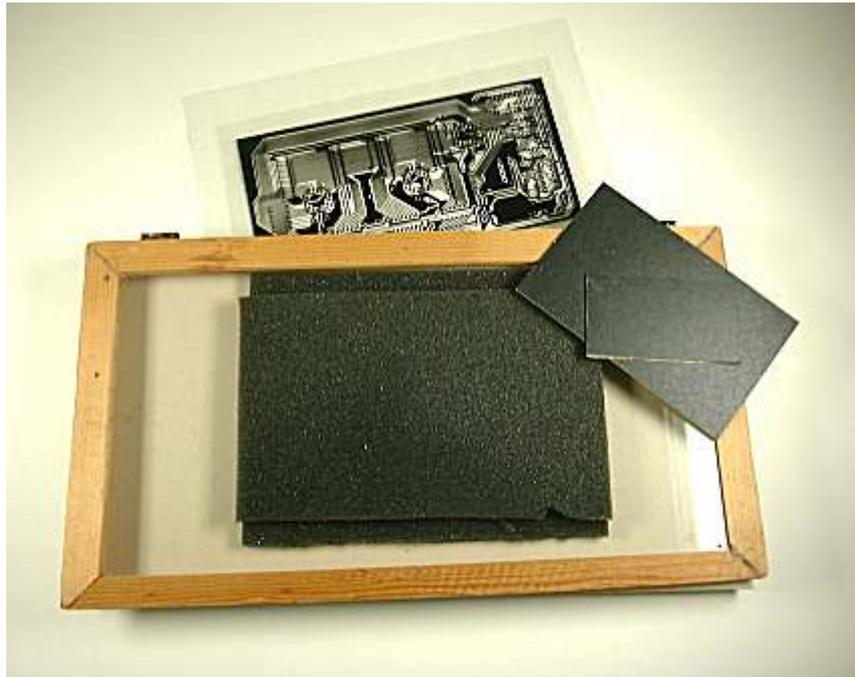
Da die älteren Höhensonnen meist mit 300-400 Watt sehr intensiv sind, sollte man keinesfalls in die eingeschaltete UV-Röhre schauen! Wie beim Bräunen mit dem Gerät ist auch für unsere Zwecke eine Schutzbrille unbedingte Pflicht, solange das Gerät in Betrieb ist!



Kommerzielle Belichtungsgerät, welches wir nutzen!

Als Belichtungshilfe kann man sich einen Belichtungsrahmen bauen. Er dient dazu, die transparente Folie plan auf die Platine zu drücken. Damit sind scharfe und klare Leiterbahnen ohne Unterätzungen gewährleistet. Für den Anfang geht es aber auch mit einer glatten Fläche (Tisch, Buch) und einer dünnen Glasplatte.

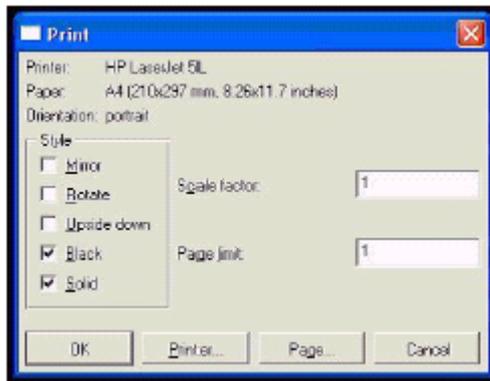
Der Belichtungsrahmen besteht aus einer glatten Unterlage, etwas Schaumstoff und einer Glasscheibe



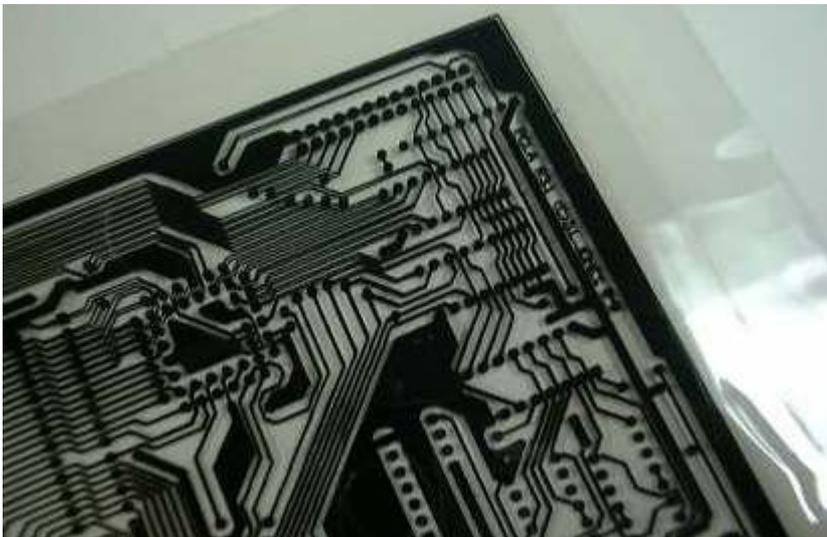
Nun fehlt nur noch etwas Entwickler für den Fotopositivlack der Platine. Dazu kann man im Elektronikladen kleine 10g-Päckchen teuer kaufen oder in der Drogerie oder Apotheke Ätznatron (Natriumhydroxid) im Kilopack beziehen. Ein Kilo reicht für sehr viele Entwicklungen und wird nicht schlecht, solange es in luftdichter Verpackung gelagert wird, da es leicht Feuchtigkeit anzieht und bald unbrauchbar wird. Es sieht aus wie weißes Granulat. Im Projektlabor nutzen wir Entwicklungskonzentrat, welches im Verhältniss 1:10 verdünnt wird.

2.2 Das Layout und die Folie

Zuerst muß ein Platinenlayout erstellt oder aus einem Buch oder Zeitschrift auf eine transparente Folie kopiert werden. Das Layout, das sich schwarz auf der Folie abhebt, muß wirklich lichtdicht sein. Um dies zu prüfen, hält man es gegen eine Lichtquelle. Falls etwas Licht durch die Leiterbahnen scheint, zieht man die betreffenden Stellen mit schwarzem Edding-Stift nach oder legt eine weitere Folie exakt auf die bisherige und fixiert diese mit transparentem Tesa-Film. Die Edding-Methode eignet sich nur für recht dicke Leiterbahnen. Wir erstellen das Layout mit dem Programm EAGLE, wobei einige Dinge beim Drucken zu beachten sind um ein gutes Layout auf Folie zu erhalten. Im „Druck-Menü“ muß man die Option „Black“ und „Solid“ auswählen, damit die vorhandenen Füllmuster als ausgefüllte Fläche gedruckt werden und sämtliche Farben in schwarz auf dem Drucker ausgegeben werden. Bei doppelseitigen Platinen muss noch beachtet werden, dass beim Ausdrucken der „top-Layers“ (Oberseite) die Option „mirror“ aktiviert ist. Beim „bottom-Layer“ (Unterseite) darf diese Option natürlich nicht aktiviert sein. Ebenfalls wichtig ist, dass der „Scale factor“ auf 1 steht.



Dialog für die Druckereinstellungen
(in EAGLE)



Ist die transparente Folie nicht lichtdicht, klebt man zwei Folien deckungsgleich übereinander

Falls Sie ein Layout aus einer Zeitschrift oder einem Buch kopieren, sollten Sie gleich mehrere transparente Folien anfertigen, die absolut gleich kopiert wurden, da sich eine geringe Verzerrung des Fotokopierers in X- oder Y-Richtung nicht vermeiden lässt. Nur dann ist es möglich, zwei oder eventuell sogar drei Folien absolut deckungsgleich übereinander zu legen und zu fixieren. Auch bei mittelmäßigen Kopien erhält man spätestens bei drei übereinander liegenden Folien ein lichtdichtes Layout. Das sollte jedoch nur eine Notlösung sein.

Statt hochtransparenter Folie verwenden manche Experten auch das weniger durchsichtige Transparentpapier aus dem Schreibwarenhandel. Dieses nimmt im Kopierer den Toner besser an als die glatte Transparentfolie. Oft kommt man mit einer Kopie aus und ist nicht gezwungen, mehrere Folien übereinander zu legen. Das Verfahren verlangt jedoch verlängerte Belichtungszeiten.

Ein Schritt zu qualitativ sehr hochwertigen Layouts kann der Gang in ein Werbestudio oder ein Prepress-Center sein, das über einen Fotobelichter verfügt. Die resultierende Folie wird etwas teurer sein als die Kopien aus dem Copyshop, dafür weist sie einen wesentlich besseren Kontrast, hohe Lichtdichte und gute Kantenschärfe auf. Fragen Sie dort einmal, ob man Ihnen helfen kann. Auch Druckereien besitzen oft einen Fotobelichter. Insbesondere dort gelangt man eher zum Ziel, wenn man das Layout mit einem ECAD-System (EAGLE o.ä.) selbst erstellt hat und es auf einer

Diskette beispielsweise als EPS-Datei (Encapsulated Postscript) mitbringt. Die meisten Fotobelichter werden über einen Computer gesteuert, andererseits verfügen ECAD-Programme über entsprechende Treiber für Fotobelichter.

2.3. Vorbereitungen

Die Layoutfolie liegt auf dem Tisch, nun wird der Entwickler vorbereitet: 7g oder einen gehäuften Teelöffel in 0,8 Liter handwarmes (25-35 Grad) Wasser geben und gut rühren, damit sich das Pulver auflöst. In unserem Fall einfach den Entwickler im Verhältnis von 1:10 mit Wasser mischen.

Das Ätzmittel wird in einem großen, verschließbaren Glas nach Anleitung des Herstellers angesetzt. Eisen-III-Chlorid, Ammoniumpersulfat oder Natriumpersulfat setzt man bei ca. 40-50 Grad heißem Wasser an. Vorsicht: Dabei können schädliche Dämpfe entstehen. Deshalb sollte man den Raum gut lüften, die Flüssigkeit am offenen Fenster oder im Freien ansetzen. Eine gute Menge davon anschließend in das "Aquarium" oder die Ätzkuvette geben. Besser als mit Eisen-III-Chlorid ist das Arbeiten mit Ammoniumpersulfat. Das weiße Pulver ist im Wasser gelöst völlig durchsichtig und der Ätzbvorgang kann gut verfolgt werden. Je mehr Kupfer die Ätzblösung aufnimmt, desto blauer wird sie und setzt schließlich Kristalle ab. Eisen-III-Chlorid hingegen ergibt eine gelblich undurchsichtige Brühe. Umständlich: Zum Prüfen der Platine ist diese bei Eisen-III-Chlorid erst aus dem Ätzbad zu entfernen. Die beste Wahl jedoch ist Natriumpersulfat, dass wie Ammoniumpersulfat als weißes Pulver geliefert wird, jedoch keine Kristalle absetzt, die nur schwer aus dem Behältnis zu entfernen sind. Mit Erschöpfung der Ätzflüssigkeit nimmt Natriumpersulfat mehr und mehr eine dunkel blaue Farbe an. Im Projektlabor ist die Ätzkuvette in eine netten Kasten um giftige Dämpfe abzuhalten und einen gewisse Sicherheit zu gewähren.

2.4. Das Belichten der Platine

2.4.1. Im Projektlabor

2.4.1.1. Einseitige Platine

Die Belichtungsvorlage wird mit der Druckseite nach oben auf die Glasplatte des Belichtungsgerätes gelegt. Anschließend wird unter gedämpftem Licht die Schutzfolie vom Platinenmaterial abgezogen. Danach wird sie mit der fotoempfindlichen Schicht auf die Vorlage gelegt und vorsichtig der Vakuumrahmen heruntergeklappt. Wenn Platine und Layout richtig auf der Glasplatte liegen, wird das Vakuum eingeschaltet. Nun kann noch ein letztes Mal die Lage überprüft werden. Wenn beides noch nicht richtig liegt, dann Vakuum abschalten und Rahmen noch ein mal vorsichtig hochklappen und Lage korrigieren. Ansonsten den Deckel des Belichtungsgerätes vorsichtig herunterklappen. Da das Layout von unten angestrahlt werden muss, sind folgende Schalterstellungen am Gerät zu wählen:

- Vakuum ein
- Ventilator aus

- Kopie oben aus
- Kopie unten ein

Die Entwicklungszeit beträgt ca. 20-30 Sekunden. Die Leiterbahnen müssen deutlich erkennbar sein und an den Stellen, wo geätzt werden soll, muss die Platine metallisch blank sein. Um dies zu überprüfen, sollte man sie nach abgelaufener Zeit kurz mit fließend kaltem Wasser abspülen. Sollte noch ein Schleier vorhanden sein, so kann man die Platine ruhig 1 Minute im Waschbecken liegen lassen und anschließend noch einmal mit Wasser abspülen. Den Schleier kann man auch sehr vorsichtig abwischen (löst sich ganz leicht). Wenn auch dies nicht funktioniert, dann war die Entwicklungszeit zu kurz und man sollte die Platine noch einmal zurück ins Entwicklungsbad legen, um die Entwicklungszeit zu verlängern. Aufgrund von Fertigungsunterschieden und Lagerzeiten verhalten sich die Platinen leider nicht immer gleich.

2.4.1.2. Doppelseitige Platine

Zuerst wird aus den beiden Layoutseiten eine Tasche geklebt. Dabei ist zu beachten, dass die Pads deckungsgleich übereinander liegen. In diese wird die Platine vorsichtig zur Belichtung eingeschoben. Zur Herstellung dieser Taschen wird ein rechter Winkel aus 1,5mm dicken Streifen (Platinenreste), knapp außerhalb der Platinenabmessungen mit doppelseitigem Klebeband festgeklebt. Dieser dient als Anschlag für die Platine. Die zweite Folie wird ebenfalls mit doppelseitigem Klebeband daran befestigt, nachdem sie über dem Lichtkasten deckungsgleich angeordnet wurde. Die Schutzfolie wird bei gedämpftem Licht auf beiden Seiten der Platine abgezogen und anschließend die Platine in die angefertigte Layout-Tasche gesteckt. Diese wird dann auf die Glasplatte des Belichtungsgerätes gelegt und wenn alles richtig liegt der Folienrahmen heruntergeklappt. Bevor das Vakuum eingeschaltet wird, kann nun noch ein mal überprüft werden, ob alles richtig liegt. Da das Layout von beiden Seiten angestrahlt werden muss, sind folgende Schalterstellungen am Gerät zu wählen:

- Vakuum ein
- Ventilator aus
- Kopie oben ein
- Kopie unten ein

Die Belichtungszeit für Klarsichtfolien beträgt ca. 45 Sekunden. Für die matten Layoutfolien sind ca. 2,5 Minuten nötig. Nach Ablauf der Belichtungszeit werden die Lampen und das Vakuum ausgeschaltet. **VORSICHT** beim Öffnen des Gerätes! Sollte sich der Vakuumrahmen nicht leicht abheben lassen, kurze Zeit warten und nicht mit Gewalt anheben!

2.4.2. In Eigeninitiative

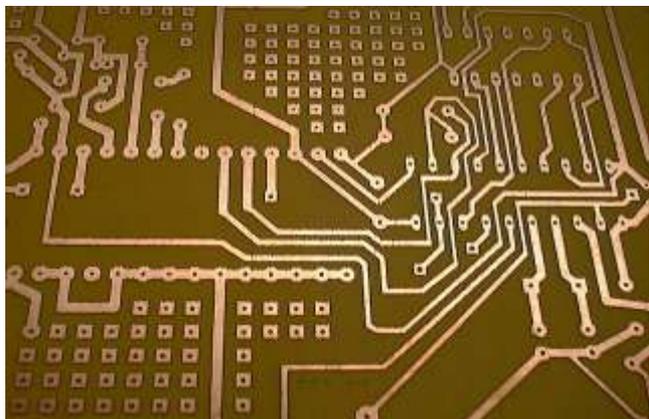
Ziehen Sie nun die dunkle Schutzfolie von der Platine ab und positionieren sie mit dem Fotolack nach oben auf eine plane Fläche. Ohne Zeitverzug legen sie nun das Platinenlayout auf die Platine und decken beides mit einer dünnen Glasplatte ab. Verwendet man eine dicke Glasplatte, muß die Belichtungszeit verlängert werden. Prüfen Sie noch einmal, ob das Layout richtig herum und nicht etwa seitenverkehrt aufliegt. Eine eventuell vorhandene Beschriftung im Layout muß lesbar sein! Rechts und links des Layouts beschweren Sie die Glasplatte mit einigen Büchern, damit die Folie sehr dicht auf die Platine aufliegt. Nur so erreichen Sie eine gute Kantenschärfe der Leiterbahnen und vermeiden häßliche Unterätzungen, die sich bei dünnen Leiterbahnen besonders negativ auswirken. Jetzt wird das Ganze mit der Höhensonne ca. 1 Minute und 45 Sekunden belichtet, der Abstand zur Platine beträgt dabei etwa 15-20 cm. Die Höhensonne hat eine Leistung von 300 Watt, bei anderen Werten ist die Belichtungszeit durch Ausprobieren zu ermitteln. Dazu kann man kleine Platinenreste in Briefmarkengröße verwenden, die man erst mit verschiedenen Zeiten belichtet und dann entwickelt. Verwenden Sie ein kommerzielles Belichtungsgerät mit vier UV-Röhren, beträgt die Belichtungszeit in den meisten Fällen 5 Minuten. Dies gilt auch für die Gesichtsbräuner, die man gleichfalls zum Belichten der Platine benutzen kann.

2.5. Entwickeln der belichteten Platine

Der Entwicklungsvorgang mit der vorbereiteten Entwicklungsfüssigkeit dient dazu, den belichteten Teil des Fotolacks von der Platine abzulösen. Die Entwicklerflüssigkeit sollte etwa handwarm (20-25 Grad) sein. Legen Sie nun die belichtete Platine in den Entwickler und bewegen sie mit Hilfe der Fotozange unentwegt im Bad. Das Layout sollte nach etwa 5 bis 10 Sekunden erkennbar werden. Ist das Layout schon nach 1-2 Sekunden zu sehen, so ist zu lange belichtet worden. Wurde der Fotopositivlack schon nach ein paar Sekunden vollständig aufgelöst (es verbleibt kein Fotolack auf der Platine), wurde sehr stark überbelichtet. In beiden Fällen ist die Belichtungszeit entsprechend zu kürzen.

Eine korrekt belichtete Platine wird nach 20-30 Sekunden voll entwickelt sein. Mit der Kunststoff-Fotozange nehmen Sie die Platine aus dem Entwickler, spülen sie mit Wasser gründlich ab und stellen sie auf ein Tuch zum Trocknen senkrecht auf. Die Kupferbahnen sind sehr deutlich als dunkle Zeichnung auf der kupfernen Platine erkennbar.

Fix und fertig: Platine aus eigener Herstellung



Vergleichen Sie die Farbe des Kupfers mit der einer rein kupfernen Platine. Stellen Sie fest, daß die entwickelte Platine noch einen grünlich blauen Lackschleier aufweist, legen Sie die Platine nochmals für einige Sekunden in die Entwicklerlösung, bis der Rest des unerwünschten Lackes abgelöst ist. Auf den blanken Kupferflächen darf kein Lackschleier verbleiben, er würde den folgenden Ätzvorgang behindern.

2.6. Ätzen der Platine

Das Ätzen dient dazu, den nicht von Fotolack bedeckten Teil der Platine von Kupfer zu befreien. Die entwickelte und getrocknete Platine legt man nun in die bereits erwärmte Ätzflüssigkeit. Zum Vorbereiten der Ätzflüssigkeit im Projektlabor wird die Heizung über die Steckdosenleiste eingeschaltet und die Luftzufuhr vorne am Tisch am blauen Hahn langsam aufgedreht. Aus Sicherheitsgründen muss der Abzug (kleiner roter Knopf) eingeschaltet sein. Beim Ätzen in Eigeninitiative sowie im Projektlabor ist besondere Vorsicht geboten: Ihre Augen sind unbedingt vor Ätzflüssigkeit zu schützen!

Ab und zu prüfen Sie den Ätzfortschritt und schauen nach, ob die Platine gleichmäßig geätzt wird. Der Ätzvorgang ist abgeschlossen, sobald auf der Platine keine Kupferreste zu sehen sind, die verbleibenden Leiterbahnen sind ja mit Fotolack abgedeckt und erscheinen dunkel. Die Platine sollte - bei Verwendung von Ammonium- oder Natriumpersulfat und einer Temperatur von etwa 40 Grad - nach etwa 15-30 Minuten vollständig geätzt sein, welches auch der Ätzzeit des im Projektlabor verwendeten Materials entspricht. Falls die Ätzflüssigkeit kälter ist, verlängert sich der Ätzvorgang. Die geätzte Platine wird nun gründlich mit Wasser abgespült und mit Pressluft getrocknet. Zuhause tut zum trocknen auch ein alter Lappen.

2.7. Bohren der Platine

Nach dem Trocknen kann die Platine gebohrt werden. Bohrungen für Drahtbrücken werden mit 0,6 mm gefertigt und ein ebenso dicker Silberdraht verwendet. Normale Bohrlöcher für ICs, 1/4 Watt Widerstände und dergleichen bohrt man mit 0,8 mm Durchmesser. Dickere Anschlußdrähte für die Diode 1N4001 oder Steckverbinder (z.B. Sub-D-Stecker) benötigen 1 mm Durchmesser. Im Projektlabor findet das Bohren im Raum HT 309 statt.

2.8. Entfernen der Fotolackreste

Dies kann mit Aceton (Vorsicht, giftig!) und einem Lappen geschehen, besser ist folgender Trick: Die getrocknete, geätzte Platine ca. 2-3 Minuten mit der "Höhensonne" oder dem Belichtungsgerät ohne Vakuum (im Projektlabor) direkt belichten, anschließend kurz in den Fotoentwickler legen, der alle Reste des Fotolacks vollständig entfernt. Zu guter letzt die Platine mit einer dünnen

Schicht Lötack einsprühen, jenes schützt die Leiterbahnen vor Oxidation und verbessert die Leitfähigkeit!...**Somit ist die Platine fertig!**

3. Andere Herstellungsmöglichkeiten und Kosteninfos für Heimwerker ;-)

3.1. Möglichkeit: Ätzen (mit Photolackbeschichteten Platinen)

Dazu notwendig:	Beispiel:	Kosten:
Platinenmaterial	Photobeschichtete Epoxydplatten	ca.1€ pro dm ²
Entwickler	Natriumhydroxyd (NaOH)	ca.1€ für 20g (ergibt ~2 Liter)
Säure	Amoniumpersulfat, oder Natriumpersulfat	ca.2€ für 100g (ergibt ~800ml)
Lichtschablone	(Laser-)druckerfolie, Papier, Drucker	ca.1€ für 3Folien
Werkzeug	Glasschalen, Säge, Bohrer, Topf	ca.1€ für 1mm Bohrer

Dabei fehlen natürlich noch die Kosten die Ätzapparat.

3.2. Möglichkeit: Ätzen (mit Edding)

Dazu notwendig:	Beispiel:	Kosten:
Platinenmaterial	Kupferbeschichtete Epoxydplatten	ca.1€ pro dm ²
Säure	Amoniumpersulfat, oder Natriumpersulfat	ca.2€ für 100g (ergibt ~800ml)
Filzschreiber	Folienschreiber (Säureresistent)	ca.3€
Werkzeug	Glasschalen, Säge, Bohrer, Topf	ca.1€ für 1mm Bohrer

Hierbei muss man nur die Leiterbahnen nach belieben aufmalen, und wie oben beschrieben ätzen und bohren. Dabei sind ein Lineal und ein kleines Messer zum Ausbessern (die Tinte einfach wegkratzen) sehr hilfreich. Mit Alkohol (Spiritus) kann man immer "nochmal von vorne anfangen"

3.3. Möglichkeit: Fräsen

Dazu notwendig:	Beispiel:	Kosten:
Platinenmaterial	Kupferbeschichtete Epoxydplatten	ca.1€ pro dm ²
Werkzeug	Säge, Bohrer, Miniatur-Fräßkopf	ca.1€ für 1mm Bohrer, 5€ für Minifräßkopf

Am besten die Leiterbahnen mit Bleistift vorzeichnen und dann mit ruhiger Hand mit einem Graviergerät die Leiterbahnen möglichst sauber herausfräsen. Am besten einen Kegelförmigen Kopf verwenden.
Hierbei ist zu sagen: Übung macht den Meister.

Es gibt auch Computergesteuert Fräsen, wobei man das Layout einspeist und dann hochpräzise die Bahnen herausgefräst werden.

Quellen: Projektlabor-Ordner , Internetquellen