

Platinen

COLLABORATORS

	<i>TITLE :</i> Platinen		
<i>ACTION</i>	<i>NAME</i>	<i>DATE</i>	<i>SIGNATURE</i>
WRITTEN BY		February 12, 2023	

REVISION HISTORY

<i>NUMBER</i>	<i>DATE</i>	<i>DESCRIPTION</i>	<i>NAME</i>

Contents

1	Platinen	1
1.1	Platinen	1
1.2	Disclaimer	1
1.3	Was sind gedruckte Schaltungen?	2
1.4	Verwendete Materialien	3
1.5	Belichten	4
1.6	Vorlage	5
1.7	UV-Lampe	7
1.8	DoppeltGemoppelt	9
1.9	Entwickeln	10
1.10	Entsorgung	12
1.11	Ätzen	13
1.12	Schaumätzgerät	15
1.13	Bohren	16
1.14	Löten	17
1.15	Einige Tips	18
1.16	Autor	19

Chapter 1

Platinen

1.1 Platinen

Anleitung zur Herstellung gedruckter Schaltungen (PCB's)

Version 1.0 DEUTSCH

19/09/1995

10/11/1995

von Martin De Tomaso

Disclaimer

Was sind gedruckte Schaltungen?

Verwendete Materialien

Belichten

Entwickeln

Ätzen

Bohren

Löten

Einige Tips

Autor

1.2 Disclaimer

BITTE LESEN!!

=====

Ich beschreibe mit diesem Guide, wie man gedruckte Schaltungen (PCB's) herstellt. Aber Achtung! Die dabei verwendeten Materialien wie Entwickler oder Ätzmittel können gesundheitsschädlich sein, wenn sie nicht richtig angewandt und entsorgt werden! Bitte befolgt die Anweisungen genau! Ich übernehme keine Garantie, daß die Schaltungen funktionieren und das werden, was sie sollten. Theoretisch müßten sie das zwar, aber in der Praxis gestaltet sich oft alles anders als erwartet. Übung macht den Meister. Ich bin noch lange kein Meister, habe aber trotzdem viel Übung gebraucht...

Auch für ruinierte Kleidung komme ich nicht auf! Aber wenn alles nach den Regeln der Kunst läuft, dann kann schlimmstenfalls nichts draus werden.

Lest euch das ganze Guide durch, bevor ihr zur Tat schreitet. Ich möchte nicht, daß ihr mitten drin bemerkt, daß was fehlt.

Dieses GUIDE ist CARDWARE. Das bedeutet, ihr könnt es kopieren, gebrauchen, lesen und verstehen, ohne mir etwas zu schulden. Ihr dürft es aber auf keinen Fall verändern oder - noch schlimmer - meinen Namen mit eurem Werten ersetzen! Ich hoffe, jeder hat soviel Anstand. Einzige Bedingung, wenn ihr Nutzen daraus gezogen habt: ihr müßt mir eine Postkarte schreiben, grade so, daß ich mal was im Briefkasten habe!

Praktisch ist dieser Text gratis, aber das bedeutet nicht, daß ihr mir nichts spendieren DÜRFT... Wer dem Drang nicht widerstehen kann, mir ein Paar \$/Lit/DM/£/Francs oder sonstige Geschenke jeder Art zu schicken, der soll sich sein Gewissen ruhig erleichtern!

Wer durch diesen Text Nutzen gezogen hat, der könnte es mir mitteilen, würde mich freuen, mal ein e-mail oder 'nen Brief zu bekommen. Meine Adresse findet ihr hier:

Autor

Wem's nicht so toll gegangen ist, kann's mir auch sagen, ich akzeptiere ←

aber keine Briefbomben...

Ich glaube, das rechtliche Gelaber ist damit beendet, also auf zum Platinenherstellen!!

Entweder zu

Was sind gedruckte Schaltungen?

oder

zu

Belichten

1.3 Was sind gedruckte Schaltungen?

Jeder, der schon mal ein Radio, einen Fernseher, einen Amiga (!) oder ←

sonst was elektronisches auseinandergeschraubt hat, weiß, daß im Inneren eine Platine liegt, auf der die elektronischen Komponenten gelötet sind.

Spätestens hier sollte es bei jedem klingeln, was eine gedruckte Schaltung ist, ansonsten weiß er mit diesem Guide sowieso nichts anzufangen...!

Für alle anderen, die :

- sich immer schon mal gefragt haben, wie man so was zu Hause selbst herstellen kann
- sich selbst Platinen herstellen möchten, Eigenentwicklungen etwa
- für jene, die glauben, der gerade gekaufte Bausatz (Kit) ist zu groß geraten, in die Miniaturisierung vordringen wollen (vor allem Japaner) und deswegen selbst Hand anlegen müssen
- oder für alle Interessierten, die nur dazulernen möchten (hoffe ich zumindest)

ist dieser Text gedacht.

Wenn ihr nach den beschriebenen Methoden arbeitet, kann eigentlich nichts mehr schief gehen, vorausgesetzt ist allerdings etwas handwerkliches Geschick, ein Arbeitsplatz (Keller, Garage, Bastelzimmer, nicht gerade Pappa's Schreibtisch), alte Kleidung (spätestens beim Kapitel "Entwickeln" wißt ihr, warum) und eine Portion Hausverstand.

Dann legen wir mal los: Als Erstes kommt das

Belichten
, lest euch davor

aber das Kapitel

Verwendete Materialien
durch.

1.4 Verwendete Materialien

Für die Platinenherstellung braucht ihr im Allgemeinen eine ←
Platine

(klingt irgendwie logisch), die einseitig oder beidseitig mit Fotolack beschichtet ist. Ihr könnt auch nur mit Kupfer kaschierte Platinen kaufen, und dann selbst den Lack auftragen (den gibt's zu kaufen), aber ich rate es euch nicht. Ich habe es damit noch nie geschafft, eine halbwegs akzeptable Platine herzustellen. Wenn ihr Anfänger seid, dann denkt gar nicht daran, es gibt noch viele Stellen, wo ihr Übung braucht, also laßt mindestens die Platine auf Nummer sicher gehen. Der Preisunterschied ist auch nicht gewaltig, es lohnt sich also auch finanziell kaum...

Die Platinen gibts in verschiedenen Größen, die "Standardgröße" ist das sog. "Europaformat", 160 mm * 100 mm. Fast quadratisch, praktisch, gut. Kosten darf so ein Ding zwischen 4 DM / 4\$ / 4000 Lit... bis 7 DM / 7\$ / Lit. 7000. Alles, was drunter liegt, ist geschenkt und höchstwahrscheinlich Käse, was drüberliegt entweder mit Gold beschichtet oder zu teuer. Die Preise unterscheiden sich auch darin, ob ihr beidseitig beschichtetes Basismaterial (so nennt man es auch) oder einfaches, einseitiges kauft. Auch die Größe spielt da ihre Rolle. Anfängern rate ich einseitiges

Basismaterial, der Aufwand ist geringer und die Chancen, etwas Brauchbares zu erhalten sind größer.

Danach braucht ihr was, mit dem ihr belichten könnt. Es gibt eigene Lampen zu kaufen, etc. lest euch das Kapitel

Belichten
durch, dort gibt's

Näheres.

Die belichtete Platine muß dann entwickelt werden, dafür braucht's, ja was wohl, einen Entwickler. Auch da verweise ich auf das Kapitel

Entwickeln

.

Dann noch Ätzmittel(

Ätzen
) , einen Bohrer(
Bohren
) , klares, fließendes

Wasser und Behälter. In denen werden die ganzen Mittelchen entweder aufbewahrt oder in ihnen wird entwickelt/geätzt. Ihr habt sicher einmal im Fernseh gesehen, wie sie Fotos im Labor entwickeln... genau so sieht es dann aus, also besorgt euch mindestens eine Schale oder ähnliches, das so aussieht (zum Entwickeln).

Ein paar Gummihandschuhe sind auch ganz praktisch, wenn man nicht die halbe Woche ohne Fingerabdrücke durch die Gegend latschen will. Das mit den Handschuhen sollte ernst gemeint sein, die Mittelchen schonen die Hände nicht grade schon beim Spülen... Unter Umständen kann es auch zu Reizungen und Ähnlichem kommen, also bitte, etwas Vernunft. Weitere Utensilien werden im Laufe der Kapitel angeführt (eigentlich nicht viele, ein paar Pinzetten, Plastikbesteck usw).

Als erstes kommt das

Belichten

1.5 Belichten

Beim Belichten geschieht so ziemlich das gleiche wie beim ←
Fotografieren:

wir bringen ein Bild auf den Film (bei uns: das Basismaterial). Als erstes braucht man dazu eine

Vorlage
(Layout), die dann auf die Platine gelegt

wird. Diese Vorlage wird dann mit einer Glasplatte fest angedrückt, es dürfen keine Falten entstehen.

Das Basismaterial wurde vorher auf die richtige Größe zugeschnitten (mit einer Metallsäge geht's recht gut, Kreissäge, Bandsäge u.ä. funktionieren auch super). Etwas Rand sollte gelassen werden, so ein Zentimeter oder weniger, denn, komischerweise, am Rand entwickelt sich die Platine immer etwas weniger, auch weil man vor allem in der Mitte rubbelt... Mit einem bißchen Rand hat man auch Spielraum, und muß die Platine nicht auf den Mikrometer genau draufpeilen.

```

|      |      |      |      |  <- Diese komischen Symbole sollten
V      V      V      V      V      Druck veranschaulichen...

=====  <- Glasplatte

-----  <- Vorlage

#####  <- Basismaterial, sensible Seite
        nach oben gerichtet

```

Der Belichtvorgang dauert zwischen 1.5 und 15 Minuten, es hängt von der

Vorlage

ab. Auf dem Basismaterial befindet sich eine Art "Abziehbildchen", es ist in Wirklichkeit eine Schutzfolie, die die fotosensible Seite vor dem Licht schützt. Diese Folie darf erst kurz vor dem Belichtvorgang abgenommen werden, denn sonst wäre es so, als würde man den Film aus dem Fotoapparat ziehen und durch die Gegend laufen. Das tut ihm nicht gut.

Man sagt zwar, alles sollte im Dunkeln ablaufen, kein Lichtschimmer darf dran... es stimmt schon, desto dunkler, desto besser, aber ich schalte deswegen nicht das Licht aus. Wenn ihr neben einem Fenster arbeitet, und es scheint grade die Sonne rein, dann macht den Vorhang zu, aber paranoisch müßt ihr nicht werden. Schatten tut's vollkommen, Hauptsache, ihr arbeitet etwas zügig und haltet die Platine nicht gerade ins grelle Licht.

Dann müßt ihr das ganze Gespann noch mit einer dementsprechenden Lichtquelle belichten. Sie sollte UV-Licht in Hülle und Fülle produzieren. Genaueres dazu unter

UV-Lampe

. Auch bei der Lampe ist einiges zu

Beachten: Schaut nicht direkt ins Licht, die Gefahr von intensiven UV-Licht ist glaube ich jedem bekannt. Wegen einmal ein paar Minuten belichten züchtet ihr euch noch lange keinen Hautkrebs, aber in den Augen spürt ihr's dann schon. Wenn ihr dann die Mega-Lampen zu 500 Watt kauft, achtet darauf, daß sie verdammt heiß werden. Verbrennt euch nicht die Finger (ist kein Witz!). Nach dem Belichten gilt das selbe wie vorher: Platine nicht ins Licht halten, zügig weiterverarbeiten (Entwickeln). Für zweiseitige Platinen gibt's da einige Tricks, siehe

DoppeltGemoppelt

.

1.6 Vorlage

Die Vorlage ist generell ein "Papier", auf dem die Leiterbahnen und

Lötaugen aufgemalt sind. Man könnte auch "Negativ" dazu sagen, nur stimmt das nicht, denn die Bahnen werden so aufgetragen, wie sie dann als Kupferbahnen auf der Platine erscheinen sollen. Also eher "Positiv".

Solche "Positive" findet man zu Dutzenden in Elektronikzeitschriften, Büchern oder man stellt sie selbst her, entweder mit Lineal und Tusche, Abreibsymbolen oder am Computer mit dafür bestimmten Programmen (CAD). Nun werdet ihr euch fragen, wie man dieses Bild aus der Zeitschrift in eine Vorlage verwandelt, wie wir sie brauchen. Und wie sieht so eine Vorlage eigentlich aus? Im Grunde kann alles als Vorlage dienen, wenn es das UV-Licht dort durchläßt, wo keine Leiterbahnen gezeichnet sind, und bei den "Schwarzen" Stellen (Leiterbahnen, Lötäugen, Schriftzüge...) keines durchläßt. Das hat zur Folge, daß der Fotolack beim Entwickeln dort entfernt wird, wo das Licht durchgekommen ist, wo hingegen schwarze Linien etc. Schatten machten, der Lack erhalten bleibt. Dieser übrige Lack schützt dann das darunterliegende Kupfer davor, weggeätzt zu werden.

Also etwas Durchsichtiges mit pechschwarzen Linien drauf ist ideal. Da gibt's z.B. Overhead-Folien, auf die mit Fotokopierer einfach das Layout (richtiger Name für das "Positiv") aufkopiert wird. Hier ist nur zu beachten, daß der Kontrast sehr gut sein sollte. Das bedeutet, die Linien sollten so schwarz wie möglich sein, und der durchsichtige Teil so durchsichtig wie möglich. Ihr werdet jetzt lachen, aber die meisten Fotokopierer drucken auch eine Art "Schleier" drüber, man sieht es gut, wenn man die Folie dann ins Licht hält. Dreht man den Kontrast dann hinunter, verschwindet er, mit ihm aber auch die Schwärze der Bahnen... es ist also das goldene Mittelmaß zu finden. Ein Trick ist, zwei identische Folien zusammenzukleben, so werden die relativ bläßen Bahnen gestochen scharf, und das Durchsichtige bleibt es. Aber viele Fotokopierer (vor allem ältere Modelle) nehmen es mit der Skalierung (Vergrößerung/Verkleinerung) nicht so genau, und so kann es passieren, daß sich zwei Folien im Endeffekt um einige Millimeter in der Länge unterscheiden. Im täglichen Leben ist das ja egal, merkt sowiso niemand, aber wenn man die Folien übereinanderklebt, dann überdecken sich die Lötäugen ganz links, und rechts sind sie total verschoben. Dann heißt's nochmal fotokopieren... so lange, bis man ein perfektes Paar gefunden hat. Wenn man dann doppelseitige Platinen macht, dann müssen die Paare stimmen, und eines mit dem anderen auch noch perfekt. Da kann es unter Umständen zu einem Dutzend Kopien führen, bis alle vier Lagen genau stimmen. Ekelig!

Statt Overhead-Folien kann natürlich auch Diamantpapier verwendet werden. Mit Tusche kann man darauf auch schnell mit Hand eine Platine skizzieren, vorausgesetzt, sie ist nicht recht kompliziert. Auch für Laserdrucker oder Tintenpinkler eignet sie sich in den meisten Fällen.

Super Resultate erhält man mit Laserdruckern. Wenn man dort auf Overhead-Folien druckt (Achtung! Müssen laserdruckertauglich sein, sonst riskiert ihr, daß sie auf der Trommel verkleben!), dann gibt's Kontrast total mit einwandfreien Maßen. Habe damit noch nie Probleme gehabt.

Eine weitere Methode ist die Verwendung von Klarpauspray. Den gibt es in Zeichenläden zu kaufen. Als Vorlage verwendet ihr direkt das Layout, das in der Zeitschrift/Buch abgedruckt ist (Maßstab 1:1, hintere Seite unbedruckt!). Sie sind oft in der Mitte bzw. im Anhang auf etwas dünnerem Papier aufgedruckt. Spray drauf, und das Papier wird durchsichtig (mehr oder weniger). Aber auch diese Methode hat ihre Tücken: das Layout ist in der Regel nicht oft wiederverwendbar, es wird wellig und manchmal verliert es schon nach dem ersten Belichten im wahrsten Sinne der Worte die Bahnen (die Druckerschwärze geht ab). Wenn's dann Nichts geworden ist, dann ist alles im Eimer. Dann gibt's da noch eine Methode, die ich super finde, und die ich immer anwende: die E.B.-Methode.

E.B. ist der Name eines Freundes von mir, ich weiß nicht, wer als Erster auf die Idee gekommen ist, aber er hat es mir jedenfalls verraten: einfach normales Papier zu nehmen. Keine Folien, Spray's oder ähnliches. Einfach auf ein weißes Blatt Papier drucken/kopieren und dies als Layout verwenden. Die Belichtungszeit steigt dann von 2-3 Minuten auf 15 Minuten, aber die Resultate überzeugen durchwegs. Kantenschärfe total. Zum Drucken könnt ihr auch Tintenstrahler nehmen, die gehen aber nicht so gut, weil die Tinte etwas blaß ist (haltet mal einen Ausdruck gegen Licht, und ihr merkt den Unterschied zum Laser). Aber mit ein bißchen Übung macht auch der keine Probleme mehr. Mit dieser Methode stelle ich Platinen her, bei denen auch Leiterbahnen zwischen den Lötäugen eines DIL-IC's durchfahren, keine Leitung ist unterbrochen und kein Kurzschluß ist festzustellen. Einmal sogar SMD.

Die Belichtzeiten müßt ihr selbst herausfinden. Für Overheadfolien, mit Laserdrucker oder Fotokopierer hergestellt, braucht ihr ca. zwischen 1 und ~3 Minuten. Es kommt wesentlich auf die Lampe und deren Abstand vom Layout darauf an. Die Werte beziehen sich auf einen Durchschnitt. Für Klarpausspray etwas länger (3 - 4 Minuten), bei der E.B.-Methode sind 15 Minuten einzukalkulieren. Wenn ihr zu viel belichtet habt, dann geht's beim Entwickeln in einem Wisch: kaum die Platine in den Entwickler gegeben, lösen sich die Bahnen auf, blankes Kupfer bleibt hinten. Das ist aber auch das Symptom von zu stark abgerichtetem Entwickler... Bei Unterbelichtung könnt ihr rubbeln und rubbeln, es geht nichts ab. Nach einiger Zeit seht ihr ganz leicht angedeutet euer Layout, hinter "Wolken". Und die kommen einfach nicht zum Vorschein. Wenn ihr dann den Entwickler etwas stärker macht, dann verschwindet nach langer Zeit alles. Typisches Unterentwicklungssymptom. Besser leicht Überbelichten als Unterbelichten.

Zurück zum

Belichten

1.7 UV-Lampe

Ein weiteres wichtiges Utensil ist eine dezente Lampe. Die gibt's ←
in allen

Formen und Größen zu kaufen, hier also ein kleiner Ratgeber:

Verwenden könnt ihr so ziemlich alles, was UV-Strahlen hergibt. Am Anfang habe ich eine Lampe zu 100W verwendet, die eigentlich für die Pflanzen gedacht war (Pflanzenlichtlampe?). Auch mit Halogenstrahlern hab ich's versucht, geht auch, nur ist dort sehr aufzupassen, daß keine Überbelichtungen entstehen, da das grelle Licht auch problemlos die schwarzen Linien durchdringt. In der Schule haben wir's zur Not auch mal mit der Sonne versucht... ist auch (ungefähr) geworden. Ideal wären da natürlich spezielle UV-Lampen, möglichst UV-Röhren. Für den Heimwerker gibt's in Elektronikläden für ca. 50 DM eigene Speziallampen, die diesen Zweck erfüllen. Sie werden einfach in ein normales E27 Gewinde (Lampensockel) eingeschraubt. Diese gibt es so zwischen 200 und 500 Watt. Achtung! Diese Dinger werden teuflisch heiß, achtet darauf, daß euch die Lampenhalterung nicht schmilzt, und daß ihr nichts aus Plastik neben der Platine liegen habt: auch das ist einem Hitzetod geweiht (ist mir mal

Zurück zum

Belichten

1.8 DoppeltGemoppelt

Doppelseitige Platinen sind für viele ein wahrer Dorn im Auge. ←

Aber mit

einigen Tricks ist es recht einfach, solche herzustellen, und das ohne gigantischem Aufwand.

Die erste Methode besteht darin, die zwei Layouts zusammenzukleben, wie folgt: Man nehme eines der beiden Layout (Lötseite (Solder) oder Komponentenseite (Component)) und klebe kleine Stücke von alten Platinenresten darauf. Natürlich sollten sie nicht mitten rein kommen, sondern den Platinenrand schön säumen. Oder zumindest die Ecken. Dafür muß auf dem Papier, OverheadFolie oder was auch immer, ein Rand von einigen Zentimetern um den effektiven Platinenrand sein. Dann halte man das Ganze gegen das Licht und verschiebt das andere Layout solange, bis die Lötäugen perfekt deckungsgleich sind. Nun muß man es schaffen, in dieser Position dieses zweite Layout auf den Platinenresten zu verkleben. Eigentlich würde es auch reichen, wenn die zwei Layouts einfach nur mit Klebstoff zusammengeklebt würden, aber dann hätte man das Problem, daß die Platine nicht mehr hineinpaßt, da sie ja normalerweise über einen Millimeter dick ist. Und wenn wir die Layouts nicht genau am Rand zusammenkleben, dann riskieren wir, daß sie verrutscht.

Natürlich haben wir nicht den ganzen Rand umsäumt, sondern eine Seite offen gelassen. Dort können wir die Platine einschieben. Eine solche "Tasche" ist so oft wiederverwertbar, wie wir wollen. Einfach die erste Seite belichten, dann alles wie ein Omelett umdrehen und die zweite Seite belichten. Wenn die Platine ziemlich paßgenau hineinschlüpft, dann verträgt sie das Umdrehen mühelos. Ist diese Tasche aber zu locker, dann kann sie dabei verrutschen, die Folge wären zwei gegeneinander verschobene Seiten.

Wer's besser machen will, der kann folgendes System anwenden: Man läßt sich vom Glaser zwei gleiche Glasplatten mit mindestens zwei Bohrungen herstellen. Diese Bohrungen dienen dazu, daß die Platten immer die selbe Position parallel übereinander haben: durch sie werden Schrauben mit demselben Durchmesser geschoben. Damit es nicht splittert werden Gummiringe an beiden Seiten angebracht, also dort, wo der Kopf und die Mutter der Schraube beim Glas angehen. Die Gummiringe können z.B. alte Gummischläuche sein. Der Kopf/die Mutter sollte nicht direkt beim Glas angehen, sehr breite Beilagscheiben verteilen den Druck. Weißt den Glaser aber darauf hin, daß die Bohrungen GENAU übereinander sein MÜSSEN, ansonsten kriegt ihr die Schrauben nicht durch. Und die braucht's, sonst verrüttelt das Ganze. Siehe Bild Fig.A. In diesem Beispiel sind vier Bohrungen angebracht, mein Belichtapparat sieht genau so aus. Die Maße sind 30x30 cm, die Bohrlöcher haben einen Durchmesser von ca 6 mm.

Sinn und Zweck dieser Apparatur ist folgender: Man hat nun zwei Glasplatten, die immer parallel zueinander sind, man kann sie voneinander trennen und wieder zusammenstellen, ihre Lage gegeneinander verschiebt sich nicht. Nun kann man auf eine Glasplatte eine Seite des Layoutes

kleben, und auf die andere die zweite. Wenn diese parallel sind, dann braucht man die Platine nur mehr wie ein Sandwich dazwischenlegen und die Platten zusammenschieben. Wenn sie vorher parallel waren, dann sind sie es jetzt auch noch. Dieses System hat dann auch noch den Vorteil, daß sicher keine Falten entstehen, da man ziemlichen Druck machen kann. Bitte nicht übertreiben, sonst bricht das Glas sofort. Dort, wo die Bohrungen sind, sollten Beilagscheiben zwischen dem Glas sein, um ein exzessives zusammenschrauben zu verhindern. Ansonsten kommt man in Versuchung, immer noch ein bißchen zu drehen, bis es dann zu spät ist. Ein Stück Platine mit einem dementsprechend großem Loch eignet sich fabelhaft, da sie schon sicherlich die richtige Stärke hat.

Nun werdet ihr aber einwenden, daß es jetzt halt eine Sysiphusarbeit sein wird, die beiden Layouts genau parallel auf die Glasplatten zu kleben, zumahl sie ja alle innerhalb sein sollten, um direkt auf der Platine aufzuliegen. Ansonsten erhält man nur Schatten.

Auch hier habe ich mit was einfallen lassen: Klebt die zwei Papierlayouts (oder Overhead...) mit einem winzigem Stück doppelseitigem Klebeband so zusammen, daß die beiden Seiten genau übereinander sind. Am Besten haltet ihr sie dazu ins Licht, verschiebt sie solange, bis sie stimmen und drückt dann auf den Punkt, wo ihr das Klebeband angebracht habt. Nun sind sie zusammen. Jetzt wird auf der Außenseite eines jeden Layouts (also den Seiten, die im Endeffekt auf dem Glas aufliegen werden) ein weiteres, viel größeres Stück doppelseitiges Klebeband aufgeklebt. Eine Seite auf ein Glas kleben, dann die zweite Glasplatte dazuschieben, bis sie vollständig zusammen sind. Wenn ihr nun die Glasplatten wieder trennt, dann wird das Stückchen Klebeband zwischen den Layouts nicht halten und sich trennen: die Layouts sind einwandfrei parallel, Platine rein, fertig! Eine bildliche Kurzanleitung ist Bild Fig.B. Die langen Striche sind die Layouts, die kürzeren, dicken symbolisieren den Klebestreifen.

Nun braucht ihr nur mehr mit einer geeigneten

UV-Lampe

belichten, und

dann Entwickeln/Ätzen. Das geschieht auf die gleiche Art und Weise wie bei normalen, einseitigen Platinen, der "Schuhcreme-Entwickler" ist unter Umständen sehr praktisch, da er es erlaubt, erst eine Seite zu entwickeln und dann die andere, bzw. eine Seite noch etwas nachzubesser, ohne die andere nochmals zu entwickeln. Denn das könnte den Fotolack dann total entfernen, und man hätte dann nur mehr eine Seite...

Zurück zum

Belichten

1.9 Entwickeln

Ei, ei, das Entwickeln. Das ist der komplizierteste Teil der \leftrightarrow ganzen

Prozedur. Hier entscheidet sich, ob das bisher geleistete etwas getaugt hat oder alles umsonst war.

Zum Entwickeln benötigt ihr entweder Soda (auch Natronlauge oder

Laugenstein genannt, NaOH ist die chemische Formel) oder einen anderen Entwickler, den es z.B. in Dispensern zu kaufen gibt, der aussieht wie Schuhcreme und auch so aufgetragen wird.

Als erstes beschreibe ich, wie es mit der Soda geht. Ihr braucht einmal eine Schale aus Plastik oder Glas, die im Idealfall flach und rechteckig ist. Sie sollte etwas größer sein als die Platine, mindestens aber 10x18 cm, da hat eine Europaplatine schön Platz zum Schwimmen. Die füllt ihr zu einem bis zwei Zentimeter mit Wasser und löst darin ungefähr einen Teelöffel Soda auf. Das Wasser sollte Zimmertemperatur haben, Achtung beim Auflösen, es können unter Umständen Dämpfe entstehen, die euch unangenehm sind. Ihr rührt um bis das Pulver (oder Schuppen, Brocken, Soda bekommt man in allen möglichen "Formen" vorgesetzt) VOLLSTÄNDIG aufgelöst hat. Dann die Platine hineinlegen und darauf achten, daß sie gleichmäßig mit Entwickler bedeckt ist. Nicht zuerst eine Hälfte entwickeln, dann die andere, weil man gerade nur einen Joghurtbecher zur Stelle hatte. Die Platine sollte auch nicht zu heiß sein, z.B. weil sie gerade vom Belichten kommt und eine Viertelstunde Solarium hinter sich hat. Also, Platine rein, Entwickler eventuell etwas bewegen, und ständig dabeibleiben! Es müßte in einigen Sekunden bis maximal ein paar Minuten vollbracht sein.

Auch hier ist mit der Dosis etwas zu experimentieren, ich weiß ja nicht, wie groß euer Behälter / Schale ist! Am Anfang versucht es mit wenig Soda, wenn nix kommt, dann schüttet noch was dazu. Aber zuerst die Platine rausnehmen! Dann warten bis ALLES aufgelöst ist, und dann wieder rein damit. Wenn auch nur ein Körnchen unaufgelöst auf die Fotoschicht kommt, dann ähnelt es einer kleinen Verwüstung: es entsteht ein heller Fleck, ob da nun eine Leiterbahn war oder nicht.

Ihr bekommt Entwickler auch schön verpackt als "Entwickler" zu kaufen, es ist immer nur reine Natronlauge, kostet aber maßlos mehr. Für ein paar Mark bekommt ihr einen ganzen Kilo von dem Zeug, wenn ihr es als "Putzmittel" kauft. Lest euch das Kapitel

Entsorgung
bitte durch.

Andere Entwickler sind die sogenannten "NaOH freien". Der Umwelt zuliebe. Und den Händen, scheinbar. Na ja, zieht euch immer Handschuhe an, es fühlt sich am Anfang zwar recht lustig an, wenn die Finger glitschig werden, aber es ist eure Haut, die sich auflösen beginnt. Gehandhabt werden diese Entwickler meistens gleich, wie oben beschrieben, andernfalls müßt ihr euch die Packungsbeilage studieren. Für das Schuhcreme-Format gibt es eigentlich keine besonderen Anweisungen: Stopsel ab, die Platine gleichmäßig mit der getränkten Schwamm beschmieren, etwas warten, abwaschen, nochmals von vorne, nochmals von vorne, ... , solange, bis die Platine vollständig entwickelt ist. Diese Methode hat den Vorteil, daß man einige Teile der Platine mehr entwickeln kann als andere, und somit gezielt einige Stellen noch "ausbessern" kann.

Am Ende eines Entwicklungsvorganges die Platine gründlich mit klarem Wasser abspülen. Sie sollte keine Soda-Rückstände aufweisen, wenn sie ins Ätzbad kommt. Das Trocknen und richtiges Abreiben mit einem Baumwolltuch (z.B. altes T-Shirt) hat sich auch bewährt. Ja wirklich, richtig drüberschrubben, auch wenn sie schon trocken ist. Es kann manchmal noch ein Film von Fotolack darüber sein, den man zwar nicht sieht, aber das Ätzen beeinträchtigt. Die Leiterbahnen (vielmehr ihr Bild aus dem übrig gebliebenen Fotolack) müßte diese Kur ohne Weiteres überstehen. Wenn

nicht, dann habt ihr davor was falschgemacht. Natürlich könnt ihr es mit dem Reiben auch übertreiben, aber dann ist es nicht mehr meine Schuld...

Die Platine sollte nun blitzblank sein, das Kupfer sollte richtig hellrosa glänzen, und die Leiterbahnen in dunkelbraun schön scharf sichtbar sein. Wenn ihr mit einem Fingernagel darüberfährt, spürt ihr die Erhebungen der Leiterbahnen. Nicht zu doll, sonst zerkratzt ihr euer Meisterwerk.

Nun verrate ich euch, wieso ihr alte Kleidung braucht. Entwickler hat die unangenehme Eigenschaft, ein äußerst effektives Bleichmittel zu sein. Wenn ihr also weiße Flecken auf den Jeans vermeiden wollt, zieht euch alte (oder aus der Mode gekommene) Klamotten an.

Gebrauchten Entwickler könnt ihr auch aufbewahren und ein nächstes Mal wiederverwenden, verschließt ihn aber gut.

1.10 Entsorgung

Bitte kippt die Chemikalien nicht in den Abguß!! Das sollte ←
jedem klar

sein. Heutzutage gibt es überall Giftmüllsammlungen und Recycling-Stellen, da gibt's keine Ausreden mehr. Als Vorsatz sollte immer gelten: Nicht produzieren, was nicht notwendig ist. In anderen Worten: wenn ihr nur im Sinn habt, eine 5x5cm großer Platine zu machen, und das war's für's Leben, dann richtet nicht 1 Liter Entwickler und 1 Liter Ätzmittel ab. Ein Becher voll tut's auch, und ist zudem noch schneller erwärmt.

Eisen-III-Chlorid ist besonders "schmuddelig". Wenn es verbraucht ist, sollte es so schnell wie möglich entsorgt werden. Man kann es auch neutralisieren, indem man Natronlauge dazugibt (sieh mal einer an, für was sie alles gut ist). Es entsteht dann ein schwarzer Schlamm, der aber immer entsorgt werden muß.

Wesentlich "höflicher" ist Natriumpersulfat. Als Endprodukt liefert es Kupfersulfat, das getrocknet große, blaue Kristalle ergibt. Übrigens, wenn man verbrauchtes Ätzmittel austrocknen läßt (nur bei Natriumpersulfat), dann trennen sich die blauen Kristalle, die die verbrauchte "Säure" sind, vom weißen Pulver, das noch wertvolles Mittel ist... Diese Kristalle sind relativ ungiftig, spritzen es hierzulande die Weinbauern doch zu Tonnen als wässrige Lösung in die Weinreben, um Schädlinge (?) zu bekämpfen. Man erkennt es an den blau schimmernden Pfählen, die die Reben stützen. Schon mal darauf geachtet??

Das soll aber kein Anlaß sein, sorglos damit umzugehen. Beim Giftmüll ist es auf jeden Fall besser aufgehoben.

Richtet euch am besten zwei Kanister, in die ihr Entwickler und Ätzmittel gebt. Bitte mischt die beiden Chemikalien nicht!! Theoretisch ergibt sich daraus zwar keine besondere Reaktion, aber ich möchte nicht, daß jemanden alles um die Ohren fliegt, weil er zufällig einen neuen Raketentreibstoff zusammengemixt hat. Natriumpersulfat ist in getrockneter Form am besten aufgehoben. Es verbraucht weniger Platz und kann nicht ausrinnen. Es ist leichter zu transportieren, und somit leichter beim Giftmüll abzugeben. Auch der wertvolle Kanister muß dann nicht dran glauben. Ach ja, Kanister aus Plastik, wenn ich bitten darf. Trocken kann man Natriumpersulfat, indem man es einfach in einer breiten Schale stehen läßt und einige Tage wartet. Achtet darauf, daß keine Kinder/ Katzen/Hunde/Eltern damit rumspielen.

"Schuhcreme-Entwickler" geht notgedrungen in den Abfluß, da kann man nicht's machen, es ist aber auch wenig.

Soda könnte auch neutralisiert werden, dann entsteht Wasser mit Kochsalz, der gelöste Fotolack schwimmt aber immer noch darin. Also auch besser zum Entsorgen. Übrigens kann man auch Entwickler austrocknen lassen (zumindest Soda), es spart immens viel Platz!

Zurück zum

Entwickeln

1.11 Ätzen

Wenn ihr erfolgreich bis hierher gekommen seid, dann mache ich euch meine

Komplimente. Ihr habt die fertige Platine schon so gut wie in der Hand. Fehlt nur noch die Kleinigkeit des Ätzens. Aber mit einer gut entwickelten Platine kann ja nix mehr schief gehen!

Zum Ätzen verwendet man generell zwei Sorten von Chemikalien: Eisen-III-Chlorid (sprich: Eisen-drei-Chlorid) oder Natriumpersulfat (Ätzsulfat). Beide Ätzmittel erreichen ihre maximale Wirkung bei Temperaturen zwischen 45 und 50 $^{\circ}\text{C}$.

Eigenschaften und Verwendung:

Eisen-III-Chlorid bekommt man meistens in Perlenform zu kaufen. Es ist rotbraun und wird in warmen Wasser aufgelöst. Es hat den Nachteil, daß es ziemlich schnell seine Ätzkraft verliert, die Lösung ist total undurchsichtig, um also zu sehen, ob unsere Platine fertig ist muß sie aus der Lösung genommen werden. Des weiteren entwickelt es unangenehme Gerüche und Dämpfe.

Natriumpersulfat dagegen ist sympatisch (sehr subjektive Einstellung): Die Lösung ist durchsichtig, färbt sich nach langem Gebrauch erst hellblau, dann immer dunkler, bleibt aber durchsichtig. Das ist gleichzeitig eine Art Indikator, wieviel das Ätzmittel verbraucht ist. Es entwickelt auch keine Dämpfe. Es wird als weißes Pulver verkauft.

Nun kennen wir die zwei Typen. Bei beiden sollte man Hautkontakt vermeiden, ansonsten abwaschen. Bei Hautkontakt ist Natriumpersulfat nicht so schlimm, es passiert eigentlich gar nichts. Es gelten eigentlich die gleichen Regeln wie beim Entwickler: besser Gummihandschuhe anziehen. Bei Eisen-III-Chlorid hingegen bekommt man sofort braune Flecken. Es tut zwar nicht weh, aber ästhetisch sieht's Lepra sehr ähnlich. Der Haut wird's auch nicht genesen. Bei Augenkontakt natürlich sofort auswaschen, das gilt immer, Entwickler oder Ätzmittel. Eventuell Arzt aufsuchen. Am Besten aber aufpassen, wie bekommt man unter normalen Umständen denn Ätzmittel in die Augen...?

Wie schon erwähnt, sollte das Süppchen heiß gegessen werden (nicht wörtlich nehmen!!!). Da kann man nun das Pulver in warmen Wasser auflösen oder die Lösung wärmen. Es ist immer mit größter Vorsicht zu arbeiten,

wenn irgendwas in warmen Wasser aufgelöst wird!!! Sogar Kochsalz schäumt auf, wenn es in kochendes Wasser kommt, schon mal beim Spaghettikochen bemerkt? Der zweite Punkt ergibt sich bei Wiederverwertung des Ätzmittels allemal, denn so eine Ladung Säure (ich nenn's man salopp Säure, isses aber net) reicht für einige Platinen locker. Erwärmen könnt ihr es z.B. mit Heizfolien, die funktionieren mit 12 oder 220 Volt. Ich rate 12 Volt, denn das Ganze kommt ja praktisch ins Wasser, ich möchte nicht, daß jemand einen Schlag bekommt. Die Heizfolien sind zwar meistens Wasserdicht, da sie ja vor allem für solche Zwecke gebraucht werden, aber man weiß ja nie... Bei 12 V-Folien braucht man aber einen Transformator, und wer den nicht hat, muß ihn sich noch zusätzlich kaufen. Na ja, entscheidet ihr euch.

Ach ja, da gibt's noch die Heizstäbe in Glas, die geh'n auch super, eventuell könnt ihr ein altes Aquarium wiederverwerten.

Aufbewahrt werden die Ätzmittel in Glas- oder Plastikbehältern, die gut verschließbar sind. Bitte NICHT in Konservendosen! Ein Freund von mir hat's versucht, am Tag danach kam er im Trainer zur Schule: die Dose hat's über Nacht zerfressen, dann den Kleiderschrank mit dem ganzen Gewand ruiniert, weil's der Schlaumeier da hinaufgestellt hat.

Ich habe bemerkt, daß Natriumpersulfat rostfreien Stahl nicht angreift. Zufällig sind Heizstäbe aus Bügeleisen/Washmaschinen... aus rostfreiem Stahl. Aber Achtung damit: so ein 1000 Watt - Heizstab bringt das laube Wasser bald zum Sieden, und wenn ihr Glas als Behälter verwendet, dann passt auf, daß es nicht splittert (und dann das ganze Zeug auf den Boden rinnt). Eisen-III-Chlorid hingegen löst meines Wissens auch Stahl auf!

Die Flüssigkeit sollte immer bewegt werden. Das kann mit einem Plastiklöffel gut gemacht werden.

Einblasen von Luft beschleunigt den Ätzbvorgang nochmal um einiges. Dazu könnt ihr wieder das Fisch-Aquarium vom Onkel recyceln: die Pumpe und der Keramikausströmer, der die ganzen kleinen Bläschen macht, eignen sich hervorragend. Daraus könnt ihr dann sogar ein professionelles

Schaumätzgerät
bauen.

Dosis:

Eisen-III-Chlorid: ca. 250 Gramm pro Liter

Natriumpersulfat: ca. 200 Gramm pro Liter

Fertig ist die Platine, wenn das Kupfer nurmehr dort zu sehen ist, wo wir es wollen: wo es also Gestalt von Leiterbahnen und Lötaugen angenommen hat. In den restlichen Bereichen sollte das Plastik (eigentlich Epoxyd-Harz) der Platine schön zu erkennen sein. Dieses läßt auch bedingt Licht durch, man kann also quasi durchsehen. Nehmt die Platine aus der "Säure", haltet sie ins Licht und kontrolliert gut, ob überall alles weggeätzt ist. Keine "Schatten" mehr? Keine dünnen Fäden zwischen den Bahnen? Keine Kurzschlüsse? Super, Auftrag erfüllt.

Nehme ich halt an, die Alternative ist, daß überhaupt kein Kupfer mehr auf der Platine ist, dann habt ihr entweder beim Belichten/Entwickeln Mist gebaut oder die Platine zu lange im Ätzbad gelassen.

1.12 Schaumätzgerät

Grade kürzlich habe ich mir ein Schaumätzgerät gekauft und ←
 mußte
 feststellen, daß es im Grunde genommen etwas sehr simples ist.
 Also verrate ich euch, wie ihr sowas zuhause herstellen könnt, und nicht
 fast 300 DM aus dem Fenster werft. Na ja, aus dem Fenster nicht gerade, es
 ist das Geld wert, aber billiger geht's trotzdem.

Im Grunde genommen müßt ihr es nur so arrangieren, daß ein Schaum vom
 Ätzmittel entsteht, indem ihr kräftig Luft hineinbläht. Membranpumpen
 eignen sich sehr gut, sie sind kräftig genug und auch leise. Diese Pumpe
 wird nun außerhalb des Beckens aufgestellt, dann kommt ein dünner Schlauch
 dran, der zum Boden des Beckens geht, und dort mündet er in einen
 "Blasengenerator". Auch Sprudelstein genannt. Bis jetzt habe ich ein
 Aquarium beschrieben, werdet ihr euch denken. Genau. Aber es ist nun mal
 so. Nur sollte hier mehr Luft hineinkommen, so, daß an der Oberfläche die
 Bläschen eine Art "Schaum" bilden. Von oben her hängt ihr die Platine
 einige Millimeter ÜBER das Ätzmittel. Genau, über das Mittel! Wenn nun
 Luft in den Sprudelstein geblasen wird, entstehen die Bläschen, die an der
 Wasseroberfläche einige Millimeter hohen "Schaum" bilden. Und der muß bei
 der Platine anheben. Wenn die Luft wieder ausgeschaltet wird, dann hängt
 die Platine 1-2 Millimeter über dem Wasserspiegel.

Natürlich "hängt" die Platine nicht in der Luft, bei meinem Apparat gibt's
 da eine Art "Plastik-Klemmzwinge", in der sie eingespannt wird und die am
 Behälterrind fixiert wird. Der Inhalt meines Apparates beträgt 3 Liter,
 weniger tut's aber auch. Auch hier gilt der Vorsatz: desto heißer, desto
 besser. Aber bei Zimmertemperatur funktioniert es auch. Mit frischem
 Ätzmittel und 30 \textdegree{}C warmen Wasser sind die Platinen in 10 min. ←
 fertig.

Diese Methode hat den Vorteil, daß nur eine Seite geätzt wird , da die
 andere ja "in die Luft" schaut. Somit können doppelseitige Platinen leicht
 in zwei Gängen geätzt werden , ohne daß Unterätzungen auftreten .

Als Sprudelstein eignen sich solche aus Keramik, wie sie die Fische gern
 haben . Auch Plastik müßte gut gehen . Mein Apparat hatte sie aus porösem
 Holz...

Als Ätzmittel eignen sich sowohl Eisen-III-Chlorid wie auch
 Natriumpersulfat .

Ein Deckel ist fast notwendig, da die ganze Angelegenheit ein bißchen
 spritzt.

Platine, einige mm ÜBER dem Ätzmittel
 /
 / / Bläschen
 / /
 / /

breiteren Rumpf haben, als es die Spitze ist. Das erleichtert auch das Einspannen in die Bohrmaschine, denn einige Bohrfutter fassen nur Bohrspitzen bis 1 mm, die kleineren "fallen" heraus. Der Schaft dieser Dinger ist ca. 3 mm dick, also leicht dick genug für jedes Bohrfutter.

ACHTUNG! Diese Bohrer sind zwar extrem hart, aber wie ein Sprichwort sagt: "Was sich nicht beugt, das bricht". Das trifft auch hier zu. Sie sind zerbrechlicher als Glas. Wenn sie von einigen Zentimetern Höhe auf einen Tisch fallen, dann können sie unter Umständen abbrechen. Wenn sie auf den Boden fallen, dann kann sie praktisch nichts mehr retten. Wenn sie sich in der Platine "verfahnen", also steckenbleiben, aus was für einem Grund auch immer, dann seid extrem Vorsichtig beim "herausschrauben". Etwas zuviel Druck und ihr habt zwei (oder mehr!) Stücke in der Hand. Diese Bohrer gibt es zu kaufen, kosten aber einigerorts bis zu 10 DM pro Stück. Übertrieben. Auf Elektronikmessen kann man sie schon zu 1 DM pro Stück erhandeln.

Noch besser gehen Fräsen. Die kosten zwar auch sehr viel (wie die Titanbohrer), haben aber den Vorteil, daß sie noch genauere Löcher machen und sehr viel weniger zerbrechlich sind. Nur ist es oft schwierig, solche kleine Durchmesser herzubekommen. Aber in guten Elektronikläden gibt es sie. Schwierig zu bekommen sind auch die Titanbohrer, ich muß immer auf eine Elektronikmesse warten, um sie zu kaufen, bei uns in der Stadt sind sie nirgends aufzutreiben.

Maße: Bei IC's, normalen Widerständen, Kondensatoren etc. wird grundsätzlich immer mit 0.8 mm gebohrt. Es ist so eine Art Standardmaß. Wenn man größere Widerstände oder Elkos einsetzt, dann kann es schon sein, daß einige Löcher mit 1 mm oder mehr gebohrt werden müssen. Achtet darauf, daß das Lötauge vorher groß genug bemessen wurde, und nicht beim Bohren alles verschwindet.

Die Geschwindigkeit des Bohrers sollte so hoch wie möglich sein. Desto kleiner die Bohrspitze, desto mehr RPM. Und 0.8 ist meines ermessens recht klein. Desto schneller sich das Ganze dreht, desto schöner werden die Löcher.

1.14 Löten

Das Löten ist eigentlich nicht schwierig, es bedarf aber etwas Übung. Wagt euch also nicht schon am Anfang an SMD-Platinen mit 100-poligen IC's.

Was braucht ihr:

-Einen LötKolben (20-40 Watt Leistung geht recht gut), mit bleistiftförmiger Spitze ist es am Besten

-Lötzinn, so dünn wie möglich, 0.8 mm ist auch hier eine gute Stärke. Es gibt ihn dünner und dicker, entscheidet ihr euch, was das Beste ist. Es gibt ihn auf Rollen oder Wickel um ein paar Mark zu kaufen.

-Einen LötKolbenablageständer. Da könnt ihr den LötKolben reinstecken, damit ihr nicht den Tisch verbrennt, er hat aber etwas noch nützlicheres eingebaut: einen Schwamm. Den macht ihr vor dem arbeiten naß und streift während dem Löten den "Dreck", der sich mit der Zeit bildet, von der Lötspitze. Damit werden Lötunkte schön sauber. Auch überschüssiges Lötzinn, das an der Spitze hängt, kann damit entfernt werden.

-Einen Seitenschneider (vulgär auch "Beißzange" genannt, ist aber nicht

genau das gleiche)

NICHT brauchen könnt ihr:

- LötKolben zu 2000 Watt, wie ihn die Spengler verwenden
- Jegliche Art von Lötwater, Lötpaste und ähnlichem Gift.

Ein Freund von mir hat mit diesen zwei Dingen versucht, seinen alten C64 zu reparieren... Ruhe er in Frieden (der 64er).

So geht man vor:

Die Beinchen des Bauteils in die Löcher stecken und auf Maß abschneiden. Bei IC's entfällt der Schritt des Abschneidens natürlich.

Lötspitze gleichzeitig auf Lötauge und Beinchenstumpf halten, um beides zu erwärmen.

Lötzinn auch auf Lötauge und Beinchen halten, nicht auf Lötspitze. Die beiden sollten warm genug sein, um ihn zu schmelzen. Nun lasst ihr etwas nachrinnen, daß ein schöner Lötunkt entsteht, aber keine Löt-Bowling-Kugel. Nehmt nun LötKolben und Zinn weg - fertig. Das Lötzinn hat im Inneren ein Flußmittel, das beim Schmelzen des Zinnes austritt und die Lötfläche quasi "klebriger" macht (ihr könnt es euch etwa so vorstellen, es hat natürlich einen etwas anderen Zweck). Es verdampft aber sofort, und das ist der Rauch, der dann aufsteigt. Wenn ihr nun das Lötzinn auf die Lötspitze hält, dann verdampft das Flußmittel schon dort und kann seinen Zweck als "Kleber" zwischen Kupfer/Beinchen und Lötzinn nicht erfüllen, und der Lötzinn hält dann nicht besonders. Es können sogenannte kalte Lötstellen entstehen. Es sieht zwias super aus, leitet aber nicht den Strom, es ist eine Art "Unterbrechung". Und sowas dann finden ist eine langwierige Arbeit. Schaut euch Fig.C genauer an.

Haltet die Lötspitze nicht zu lange auf den Lötunkt, in einigen Sekunden sollte der Lötvorgang abgeschlossen sein, ansonsten riskiert ihr, die Bauteile zu zerstören.

1.15 Einige Tips

Wenn die Platinen nach dem Entwickeln etwas blaß aussieht, und einige Stellen gar unterbrochen sind, dann könnt ihr sie mit einem Filzschreiber nachfahren. Es gibt zwar spezielle Platinenstifte, die sind aber teurer als andere und schwer zu finden. Ein wasserfester Stift tut's vollkommen, er widersteht einigen Stunden dem Ätzmittel (Natriumpersulfat, bei Eisen-III-Chlorid habe ich es noch nie versucht).

Ein anderes Utensil, das ich beim Entwickeln in der Schale mit Soda nicht mehr missen könnte, ist eine Plastikgabel, auf der vorne ein Stück Schaumgummi mit einem Gummiband festgezurt ist. Damit habe ich eine Art "Schaber", ich kann damit die Platine abwischen und beim Entwickeln einige Stellen "abrubblen".

Achtet darauf, daß ihr das Layout nicht spiegelverkehrt verwendet! Das ist

ein häufiger Fehler, und die meisten Platinen, die bei mir nichts werden, haben dies als Ursache. Denn ansonsten müßtet ihr alles "seitenverkehrt" auflöten, quasi "auf dem Bauch". Das zahlt sich aber nicht aus, und so bleibt euch nichts anderes übrig, als nochmal von vorne zu beginnen.

Wenn ihr mit CAD-Programmen arbeitet, versucht immer zu erreichen, daß der Ausdruck so herauskommt, daß ihr ihn direkt auf die Platine auflegen könnt. Das heißt, die "Tinte" sollte auf der sensiblen Seite der Platine angehen, und nicht auf der anderen Seite des Papiers/Folie sein. Zwischen dem Schwarzen - nennen wir es mal einfach so - und dem Fotolack sollte so wenig Abstand wie möglich sein, wenn möglich nicht einmal die Dicke eines Blattes Papier. So vermeidet ihr, daß die Leiterbahnen wolkig und verschwommen werden.

1.16 Autor

Das bin ich:

Martin De Tomaso
Nicolodistr. 24/3
39100 Bozen - Italien
Tel. + Fax: 0039 / 471 / 282133

mdetomas@inf.unitn.it

Schreibt mir, es würde mich freuen! Anregungen, Aufregungen und ähnliches sind willkommen, ich hoffe damit, das Ganze ein bißchen zu verbessern.

Übrigens, die italienische Version habe ich grade in Arbeit, und eine englische wird's auch geben. Ich hoffe, jemand liest sie auch...!

Und an dieser Stelle mache ich auch noch ein bißchen Werbung in eigener Sache: Es müßte in nächster Zeit ein Assemblerkurs die Runde gehen, den ich das Vergnügen hatte, zu übersetzen. Er ist in Deutsch und beschreibt, wie man Demos selber machen kann: rollende Balken, Copper, Bilder, Schriften, die über dem Bildschirm jagen, Sprites, Joystick&Maus und so weiter... Super Sache, und für Anfänger sehr geeignet!! Fast hundert Beispielprogramme!!