

# Leiterplatten selbst herstellen – wirklich keine Kunst! . Letzter Nachtrag: April 2016

Helmut Stadelmeyer

**Viele unserer Kollegen scheuen sich, ihre Leiterplatten selber anzufertigen. Daß dies keine Geheimwissenschaft ist, daß man keine umfangreiche und teure Ausrüstung dazu braucht und daß es zudem auch keine Ewigkeit dauert, bis eine Platine fertig ist, soll hier gezeigt werden. Für die ganz Sparsamen wird auch erklärt, wie man Trägermaterial erfolgreich selber mit Fotolack beschichtet.**

Die allermeisten der kleinen und größeren Bastelprojekte stehen und fallen mit der Verfügbarkeit der Leiterplatten, ohne die heutzutage nicht mehr viel geht. Allerdings haben viele Leser vom erforderlichen Aufwand eine falsche Vorstellung. An der ganzen Geschichte ist nämlich nicht viel dran und der finanzielle Aufwand hält sich in engen Grenzen. Als Lohn der Angst gewinnt man dafür die völlige Unabhängigkeit vom Wohlwollen derer, die ihre Leiterplatten schon seit langem selber herstellen und uns bisher mehr oder weniger gnädig ausgeholfen haben.

Die wesentlichen Punkte bei der Leiterplatten-Herstellung sind:

- Die Leiterbahnen der Vorlage dürfen keine lichtdurchlässigen Poren aufweisen, die Vorlage muß deshalb mit einem guten Drucker erstellt worden sein
- Die Belichtung muß richtig gewählt werden: Man darf nicht zuwenig belichten, aber auch nicht zu viel, weil Vorlagen aus dem Drucker zumeist doch nicht hundertprozentig decken
- Der Entwickler muß richtig eingestellt sein, sonst geht entweder gar nichts oder es ist gleich der ganze lichtempfindliche Lack weg und man muß von vorne beginnen
- Die Ätzflüssigkeit muß richtig eingestellt sein

Beachtet man diese Punkte, so ist der Erfolg aber kaum mehr zu verhindern und es lassen sich mit unseren bescheidenen Mitteln Leiterbahnen bis herab zu 0,2 mm einwandfrei realisieren!

Man benötigt zum Beschichten:

- Einen Raum, wo mit wenig aufgewirbeltem Staub zu rechnen ist
- Frischen (gemeint ist: nicht schon längst abgelaufenen) Positiv-Photolack
- Ein thermostatgeregeltes Backrohr. Mit einem Heißlufttherd funktioniert das gut
- Leihweise zwei Backbleche zum lichtdichten Abdecken des besprühten Trägermaterials
- Eine flache, offene Schachtel als Transportbehälter für das beschichtete Trägermaterial. Ich habe viele Jahre lang immer denselben Deckel einer Spieleschachtel verwendet, der bequem auf dem Boden des Backrohres Platz fand. Will man bei Tageslicht arbeiten, dann muß die Schachtel so flach sein, daß die darüber eingeschobenen Backbleche den Lichteinfall zur Platine hin abschoteten. Dazu läßt man ein Blech vorne an der Türe, das andere an der Rückwand anstehen. Als Abstandhalter zum Boden des Backrohres befestigen wir an der Unterseite der Schachtel mit Heftklammern zwei kleine Leisten mit etwa 10 \* 20 mm, damit die Schachtel nicht direkt auf dem heißen Blech steht.



*Abb. 1: Die Schachtel ging inzwischen leider kaputt; mit einer Platte aus starker Wellpappe geht es aber fast genauso gut*

- Scheuerschwamm und Scheuermittel

## Leiterplatten selbst herstellen

- Papiertaschentücher und eine Flasche Spiritus zum allfälligen Entfernen des Photolacks, falls doch etwas schiefgegangen sein sollte
- Eine nachsichtige Gattin oder Mutter (die eigentlich an erster Stelle stehen müßte)

Zum Belichten, Entwickeln und Ätzen braucht man:

- Zwei ebene Glasplatten (eine als Unterlage und eine zum Beschweren der Vorlage). Ca. 4 mm dicke Abfallstücke vom Glaser mit etwa 30 \* 25 cm, die aber keine Beschichtung haben dürfen, reichen in den meisten Fällen. Ideal sind Vorlagengläser aus alten Scannern, weil diese Scheiben ganz besonders widerstandsfähig sind.
- Eine Belichtungslampe. Es genügt ein 20 Watt Leuchtstoffbalken mit angebautem Reflektor und einer 20 W Schwarzlicht-Leuchtstoffröhre. Der Reflektor hat den Vorteil, daß die Lichtverteilung darunter einigermaßen gleichmäßig ist und daß die Lampe keinen Ständer braucht, weil sie auf dem Reflektor steht. Die Anordnung hat den zu verschmerzenden Nachteil, daß die Belichtung länger dauert als mit einer speziellen UV-Leuchtstofflampe, welche die richtige Wellenlänge abstrahlt.

Deutlich schneller geht es mit einer UV-Bestrahlungslampe (einem „Gesichtsbräuner“). Solche Geräte haben zumeist 4 Stk 15 Watt Spezial-Leuchtstofflampen und ergeben deshalb auch noch eine bessere Gleichmäßigkeit, sie sind auf dem Flohmarkt um einen Pappenstiel zu bekommen.



Abb. 2: Die Primitiv-Belichtungslampe

- Ätznatron aus der Drogerie, das als Entwickler dient und gemäß Beipackzettel zum Photolack in Wasser aufgelöst wird
- Ätzmittel nach Wahl (Eisen-3-Chlorid, Salzsäure mit Wasserstoffperoxid, Ammoniumpersulfat oder Natriumpersulfat) aus der Drogerie. Das Salzsäure-Verfahren bietet Vorteile, weiter unten steht, warum das so ist.
- Ein paar kleinere und ein paar größere Plastikschalen für Entwickler, Ätzflüssigkeit und Spülwasser. Der Rand der Schalen soll so hoch sein, daß man sie zum Bewegen der Flüssigkeit auch ein wenig neigen kann, ohne etwas zu verschütten.
- Einen Meßbecher mit etwa 20 ml zum Anrichten der Ätzflüssigkeit

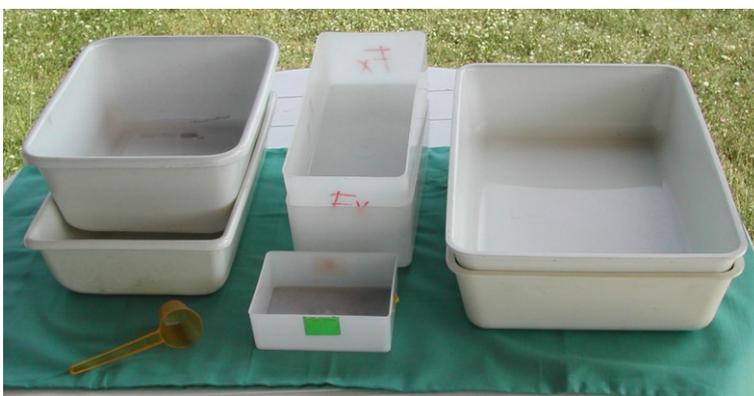


Abb. 3: Der Meßbecher und eine Auswahl verschiedener Plastikschalen

- Eine Schlichtfeile zum Entgraten

## Leiterplatten selbst herstellen

### Die Arbeitsschritte:

#### 1. Vorlage drucken:

Man druckt die Vorlage mit einem gut gewarteten Drucker bei wenigstens 600 dpi Auflösung auf Overhead-Folie (die natürlich für den Drucker geeignet sein muß!). Die Vorlagen sind normalerweise seitenverkehrt gezeichnet, so daß beim Belichten die geschwärzte Seite der Folie unten ist und direkt auf dem Photolack zu liegen kommt. Das hat den Vorteil, daß eine Unterstrahlung beim Belichten kaum möglich ist und auch feine Strukturen sauber abgebildet werden.

WICHTIG: Einen Laserdrucker stellt man vorher auf höchstmögliche Schwärzung ein! Hält man die fertige Vorlage gegen ein helles Licht, so erkennt man auch bei einem neuen Drucker wolkenartige Stellen, die zwar dann keine Poren aufweisen, aber auch nicht hundertprozentig decken. Beim Draufsehen erscheinen die Leiterbahnen jedoch komplett schwarz. Schlußfolgerung: Man darf also auf keinen Fall zu lange belichten!

#### 2. Trägermaterial vorbereiten:

Wir haben die Wahl zwischen dem Kauf von fertig beschichtetem Material und selber Beschichten. Letzteres macht dann Sinn, wenn man des öfteren Leiterplatten auch in ausgefallenen Formaten anfertigt und Kosten sparen will, oder besonderes Trägermaterial verwenden muß (z.B. Teflon oder Keramik), ist aber nicht jedermanns Sache, weil doch etwas umständlich.

#### 3. Belichten

#### 4. Entwickeln

#### 5. Ätzen

#### 6. Ausgiebig spülen

### Trägermaterial beschichten (**Nachtrag April 2016**):

- Trägermaterial passend zur Größe der Schachtel oder Unterlage zuschneiden. Sehr gut geht das mit einer Tafelschere. Sind genügend Sägeblätter vorrätig, tut es zur Not aber auch die Laubsäge. Glasfaserverstärktes Epoxid ruiniert die Schneide der Sägeblätter im Nu, bei Hartpapier gibt es hingegen kein Problem.

Nach dem Schneiden auf das Entgraten nicht vergessen!

- Die Kupferseite des Trägermaterials mit VIM Scheuermittel und einem wirklich fettfreien Scheuerschwamm („GLITZI“ frisch aus der Verpackung) ordentlich reinigen. Alle Fingerflecken und alle Spuren von Fett müssen entfernt werden, auch wenn das ein wenig mühsam ist.

Unter fließendem Wasser jeden Rest des Scheuermittels abspülen; dabei sieht man sehr schön, ob die Oberfläche schon fettfrei ist: Perlt das Wasser an manchen Stellen noch ab, dann benetzt man einen zweiten Scheuerschwamm mit Geschirrspülmittel und reinigt damit die Leiterplattenoberfläche nochmals. Beim anschließenden Spülen wird das Wasser großflächig abrinnen. Zum Trocknen eignet sich ein nicht fusselndes, ausgedientes, aber frisch gewaschenes Handtuch. Damit wischt man bei senkrecht gestellter Platte nur die Tropfen weg, die sich am unteren Rand sammeln und läßt den Rest an der Luft trocknen.

- Für die Prozedur des Beschichtens bietet sich die frisch gereinigte Garage an, wenn man dort ein altes Backrohr unterbringen kann (darf). Der Gestank kommt dann nicht ins Haus und das Lüften nach der Arbeit ist ebenfalls kein Problem.

Prüfen, ob das Backrohr waagrecht steht und die Innenbeleuchtung entfernt ist. Thermostat auf 70 °C stellen, Backrohr einschalten und auf die eingestellte Temperatur hochfahren. Zur Kontrolle der Lufttemperatur im Rohr ist ein Thermometer mit angeschlossenem Typ-K-Temperaturfühler ratsam, weil der Bimetallschalter des Temperaturwählers nicht so genau arbeitet.

Eine Versuchsreihe hat gezeigt, daß die Umgebungstemperatur beim Beschichten einen wesentlichen Einfluß auf das Ergebnis hat: Am besten geht es bei ungefähr +10 Grad C, also im Spätherbst oder zum Ende des Winters hin. Der gleich nach dem Sprühen grobporige Lack verrinnt dann in kurzer Zeit schön gleichmäßig und ohne Wolken. Ein weiterer Vorteil: Es gibt zu der Zeit so gut wie keine lästigen Mücken und Pollen, die uns die Arbeit versauen.

## Leiterplatten selbst herstellen

Versucht man es im Sommer und womöglich noch bei Schönwetter, dann verdampft offensichtlich das Lösungsmittel so rasch, daß dem Lack nicht mehr die Zeit zum Verrinnen bleibt; hat es weniger als 10 Grad, wird es für die meisten von uns schnell ungemütlich.

Kontrollieren, ob das Trägermaterial eben ist. Falls nicht, biegt man es solange, bis beim Blick über die Kanten keine Krümmung mehr feststellbar ist. Dabei die Kupferseite nicht mit den Fingern berühren! Anschließend die Oberfläche behutsam sauber wischen. Es darf kein Staub und kein Körnchen zu sehen sein, wenn man die Platte schräg gegen das Licht hält. Das Hosenbein ist in den meisten Fällen dazu gut geeignet.

- Trägermaterial im ‚staubfreien‘ und nur recht schwach beleuchteten Raum mit Fotolack besprühen. Die Platte muß dabei waagrecht liegen. Es braucht ein wenig Übung, um nicht zuviel oder zuwenig Lack aufzusprühen. Eine gute Hilfe ist der Beipackzettel zum Lack. Es lohnt sich, den ausnahmsweise vorher gründlich zu studieren.

Falls es beim ersten Mal nicht klappt: Mit einem spiritusgetränktem Papiertaschentuch sauber abwischen und noch einmal probieren. Es ist sehr sinnvoll, immer ein wenig auf Vorrat zu beschichten, weil es nach der Arbeit eine zeitlang stinkt. Sagt meine liebe Frau.

Ca. 5 Minuten stehen lassen. In dieser Zeit verläuft der Lack mit ein wenig Glück ohne Poren und Wolken (Poren sind schlimmer als Wolken, daraus werden beim Ätzen Löcher!). Das Backrohr ist inzwischen warm und wird abgeschaltet, aber noch nicht geöffnet.

Nach Ablauf der 5 Minuten schiebt man die Schachtel mit der Platte in das Rohr unter die Backbleche und schließt die Tür rasch wieder, wartet aber mit dem Einschalten des Gebläses noch 5 Minuten zu. In dieser Zeit trocknet der Lack im warmen Rohr soweit an, daß der Luftstrom darin keine Wolken mehr machen kann. Dann erfolgt die Trocknung bei nicht mehr als 70 °C mit Warmluft für 10 Minuten. Das Trägermaterial ist damit fertig.

- Bei doppelseitigen Leiterplatten verfährt man auf genau dieselbe Art und macht die zweite Seite in einem weiteren Arbeitsgang. Die Unterlage muß jedoch in diesem Fall in der Form einer Rinne leicht gewölbt sein, sodaß die Platte nur auf den beiden Kanten ihrer Ränder aufliegt.

### Belichten:

- Vorlage wegen randnaher Leiterbahnen auf drei Seiten etwas größer ausschneiden als die Endmaße der Platine, eine Seite länger lassen, die dann unter dem Abdeckglas hervorschaut. So läßt sich die Vorlage bequem positionieren.
- Hantieren der Platine wieder nur bei stark gedämpftem Licht. Allseitig um etwa 2 mm größer ausschneiden als die Endmaße. Zum Schneiden mit der Laubsäge deckt man die beschichtete Seite zur Sicherheit mit Klebefolie ab, bei der Tafelschere ist zum Schutz der oberliegenden, lackierten Seite ein Blatt Papier aufzulegen. Nach dem Schneiden mit der Feile vorsichtig jeden Grat entfernen, damit die Vorlage überall eben aufliegen kann und dann die Klebefolie entfernen. Prüfen, ob die Platine noch eben ist. Durch das Trocknen und Schneiden verzieht sie sich zumeist ein wenig, was ausreicht, um am Ende unscharfe Konturen zu erhalten. Also geradebiegen!
- Vor dem Auflegen auf die untere Glasplatte nochmals allfälligen Staub abwischen und die Platine mittig mit der beschichteten Seite nach oben legen. Vorlage mit dem Aufdruck nach unten auf die Platine legen (man kann also jetzt einen auf der Vorlage befindlichen Text normal lesen). Bei ganz kleinen Platinen im Abstand von 15 cm ein streifenförmiges Reststück einer gleich dicken Leiterplatte dazulegen! Mit der sauber gewischten zweiten Glasplatte beschweren, die Vorlage muß ganzflächig eben auf die Platine gedrückt werden.

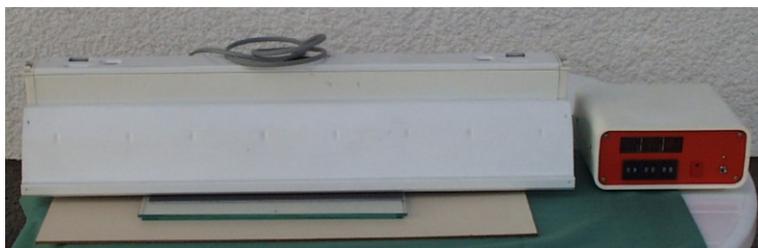


Abb. 4: Die komplette Anordnung – fertig zum Belichten

- Lampe in Position bringen und belichten. Bei der Schwarzlichtlampe dauert das 6 Minuten, wenn die Lampe mit dem Reflektor direkt auf der oberen Glasplatte liegt. Mit dem Gesichtsbräuner geht das in lediglich 1,5 Minuten.

## Leiterplatten selbst herstellen

- Während dieser Zeit richtet man den Entwickler her, wenn man nicht schon einen vom letzten Mal hat. Er ist immer wieder verwendbar, man muß nur gelegentlich ein bißchen Ätznatron zugeben, weil im Lauf der Zeit die Wirkung nachläßt. Aber ja nicht zuviel, das wäre tödlich für unsere belichtete Platine! Am besten testet man beim ersten Mal die Wirkung beginnend mit niedriger Konzentration vorsichtig mit einigen kleinen, bereits belichteten Probestückchen. Der KONTAKT-20-Beipackzettel beschreibt das Ansetzen des Entwicklers recht gut.

### Entwickeln:

Nach Ablauf der Belichtungszeit wird die Platine bei gedämpftem Licht entwickelt, wobei man das Bad immer ein wenig in Bewegung hält. Nach 10-20 Sekunden sollen die Leiterbahnen sichtbar werden. Geht es wesentlich schneller, ist die Konzentration des Entwicklers zu stark und es besteht die Gefahr, daß auch unbelichtete Stellen an- oder gar aufgelöst werden.

Dauert es hingegen wesentlich länger, so ist die Konzentration zu schwach und man muß nachbessern. Dazu auf jeden Fall die Platine aus dem Bad entfernen und mit Wasser abspülen. Der Entwicklungsvorgang läßt sich beliebig oft unterbrechen und wieder fortsetzen.

WICHTIG: Selbstbeschichtete Platten haben die Eigenschaft, daß der Lack durch die Bewegung der Entwicklerflüssigkeit nur teilweise oder kaum abgetragen wird. Fährt man jedoch vorsichtig mit einem fettfreien Finger einige Male über die Oberfläche, so erkennt man gut, wie weit der Prozeß schon fortgeschritten ist.

Falls der Lack ungleichmäßig stark aufgetragen wurde, muß man halt die dickeren Stellen länger baden. Mit ein wenig Geduld lassen sich zumeist auch solche Platinen fertig entwickeln, es braucht nur etwas mehr Zeit.

### Ätzen (Nachtrag April 2016)

Zum Ätzen eignet sich Salzsäure mit einer Konzentration von etwa 15 % und einem zugesetzten Aktivator (Wasserstoffperoxid) recht gut. Das Wasserstoffperoxid **unbedingt ganz sparsam** zugeben! Der Vorteil gegenüber Eisen-3-Chlorid ist, daß man die Platine klar sehen kann (die zu bearbeitende Kupferseite ist oben!), das Ätzbad nicht anzuwärmen braucht und daß der Ätzvorgang bei einem neu angesetzten Bad keine 5 Minuten dauert. Bei richtig eingestellter Mischung entstehen kaum Dämpfe, man kann also das Ätzen durchaus in einem größeren Raum erledigen. Beim erstenmal soll man dazu dennoch ins Freie gehen, um ein wenig Erfahrung zu sammeln.

#### HINWEISE:

Für zügiges Arbeiten ist die richtige Konzentration von Wasserstoffperoxid in der Mischung wichtig. Am besten legt man die entwickelte Platine in die verdünnte Salzsäure und gibt vorsichtig unter ständigem Hin- und Herneigen des Ätzgefäßes solange Wasserstoffperoxid zu, bis sich die Oberfläche des Kupfers rotbraun verfärbt und bei Bewegung Schlieren auf dem Kupfer sichtbar werden, die rasch wieder verschwinden. Beginnt starke Gasentwicklung, so ist die Konzentration bereits viel zu stark und man muß Salzsäure und Wasser nachgießen!

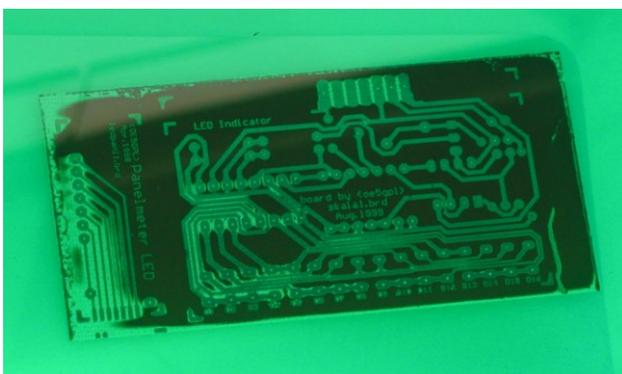


Abb. 5: Kupferfläche bei richtig eingestelltem Ätzbad

Gleich zu Beginn des Ätzens ist wegen der Verfärbung gut zu sehen, ob unsere Platine richtig entwickelt ist. Entdeckt man Stellen, bei denen der belichtete Lack nicht ordentlich abgetragen worden ist, unterbricht man den Ätzvorgang, spült die Platine sauber ab und entwickelt fertig.

Beim Ätzvorgang entsteht Wärme, die unsere chemische Reaktion noch fördert. Das muß man bei der Zugabe von Wasserstoffperoxid berücksichtigen, um nicht ungewollt während des Ätzens den Punkt zu überschreiten, bei dem starke Gasentwicklung einsetzt.

Die Ätzflüssigkeit hält man durch Schwenken des Gefäßes in Bewegung, weil es so wesentlich schneller geht. Randnahe Bereiche werden rascher abgetragen als die zur Mitte hin. Dem wirken wir

## Leiterplatten selbst herstellen

entgegen, indem wir vorsichtig mit dem Meßbecher Ätzflüssigkeit auf die noch nicht fertigen Stellen gießen. Man sieht dabei sehr schön, wie sich das Kupfer rasch auflöst. Angenehm ist der Umstand, daß das Kupfer in kleinen Zwischenräumen rascher abgetragen wird als von großen Flächen. In Abbildung 5 ist dies gut zu erkennen.

Neben das Gefäß mit der Ätzflüssigkeit stellt man ein gleich großes Gefäß mit klarem Wasser, in dem die fertig geätzten Platinen bis zum endgültigen Spülen zwischenlagern.

Nach einigen Platinen verlangsamt sich der Ätzprozeß, weil das Wasserstoffperoxid aufgebraucht wird; dabei verfärbt sich die Ätzflüssigkeit von hellgrün zu dunkelgrün, im Extremfall sogar bis zu dunkelbraun und es geht nichts mehr weiter. Gibt man dann Wasserstoffperoxid zu, so wird die Flüssigkeit wieder hellgrün und ätzt brav weiter. Erwischt man zu viel Wasserstoffperoxid, dann kann es vorkommen, daß die Farbe nach hellblau umschlägt und auch nichts mehr geht – man rettet das Bad dann durch Zugabe von ein wenig Salzsäure.

Es ist keine schlechte Idee, nur so viel Ätzflüssigkeit anzurichten, daß die Platte gerade bedeckt ist und das Bad nachher zu entsorgen. Die Erfahrungen mit dem Aufheben sind nicht sonderlich gut, zudem ist die Menge gering: Bei halbwegs passendem Gefäß reichen etwa 120 ml Ätzflüssigkeit für zumindest zwei einseitige Europakarten. Dabei ist eine in der Schale liegende Platte gerade bedeckt.

Nach dem Abspülen mit viel klarem Wasser ist unsere Platine auch schon fertig. Wenn es beim erstenmal nicht ganz so funktioniert, wie es soll, ist das kein Grund zum Verzweifeln. Auch bei viel Übung wandert manchmal ein Stück anstatt zur Bohrmaschine in den Abfallkübel.

### Doppelseitige Leiterplatten:

Auch das ist kein Problem, man hat lediglich den doppelten Arbeitsaufwand. Am einfachsten geht es mit der „sequentiellen“ Methode: Zuerst stellt man eine Seite der Leiterplatte komplett fertig (belichten, entwickeln, ätzen, spülen). Man sollte immer mit der Seite anfangen, bei der als Paßmarken Ringerl auf der Vorlage sind.

Bei selbstbeschichteten Platten versieht man die zweite Seite vorher mit einer Klebefolie, bei gekauften Platten bleibt die Folie auf der zweiten Seite einstweilen unangetastet. In die einseitig fertig geätzte Platine bohrt man sodann bei den Paßmarken 0,7-mm-Löcher und entgratet diese sorgfältig auf beiden Seiten.

Anschließend deckt man die fertige Seite mit Klebefolie ab, entfernt die Folie auf der unbearbeiteten Seite und legt die Vorlage mit den kreuzförmigen Paßmarken richtig und genau auf. Man sieht so recht gut, ob sich Kreuze und Bohrlöcher decken. Belichten, entwickeln, ätzen, fertig!

Mit dieser Methode braucht man weder ein spezielles Gerät, das beide Seiten gleichzeitig belichten kann und deshalb auch keine zu einer Tasche geformte Belichtungsvorlage, mit der sich trotz aller Mühe die beiden Seiten schlußendlich doch nicht genau decken, und auch keine großvolumige Küvette zum Ätzen, in der beide Seiten der Platte sichtbar sind, weil sie darin senkrecht hängt.

### Lagerung

Auf den Lackdosen ist ein deutlich sichtbarer Hinweis auf das Ablaufdatum angebracht, wonach der Lack innerhalb eines Jahres verarbeitet werden soll. Hier gelten ähnliche Regeln wie bei den Lebensmitteln: Das Datum gibt die Zeitspanne für die Mindesthaltbarkeit an, während der der Hersteller zu seiner Gewährleistungspflicht steht. Der Beipackzettel rät zur Lagerung an einem kühlen Ort, das muß aber nicht der Kühlschrank sein (es ist denkbar, daß eine unter erheblichem Druck stehende Dose undicht werden könnte).

Der Ablauf des Datums bedeutet keineswegs, daß dieser Lack zwei Tage später nicht mehr zu gebrauchen ist. Die Erfahrung zeigt vielmehr, daß er seine Eigenschaften nur ganz langsam in der Weise verändert, daß der Belichtungs- und Entwicklungsspielraum geringer wird. Mit ein wenig Erfahrung

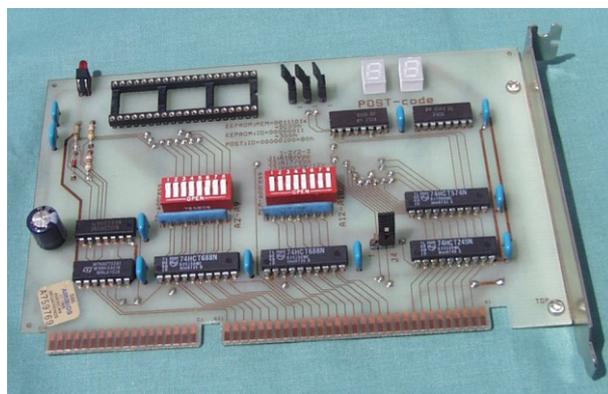


Abb. 6: Muster einer nach dieser Methode hergestellten doppelseitigen Leiterplatte

## Leiterplatten selbst herstellen

im Entwickeln stört das kaum. Wie langsam diese Alterung vor sich geht, hat ein unlängst gemachter Versuch gezeigt, bei dem die Lackdose noch mit einem DM-Preiszettel versehen ist - also wenigstens 15 Jahre. Wie erwartet lassen sich selbst solche Leiterplatten einwandfrei verarbeiten. Die Dose stand die ganze Zeit in einem Raum, der immer um die 20 Grad C hat.

Als Anfänger ist man mit frischem Lack wahrscheinlich besser bedient als mit einem, bei dem die Zeitspanne für die Mindesthaltbarkeit schon abgelaufen ist, weil es dann eine theoretische Fehlerquelle weniger gibt.

Die selbst beschichteten Leiterplatten halten nicht so lange, dort geht erfahrungsgemäß die Änderung zum geringeren Belichtungsspielraum hin rascher vonstatten; zwei Jahre alte Platinen sind aber noch immer verwendbar und mehr wird man kaum auf Vorrat herrichten. Käufliches Material mit blauer Schutzfolie ist auch hier weniger empfindlich.

### Sicherheitshinweise:

Die verwendeten Chemikalien sind sehr aggressiv. Sie sind deshalb ordentlich zu kennzeichnen und an geeigneter Stelle aufzubewahren, sodaß sie Kindern unzugänglich sind. Das Gefäß mit der Salzsäure muß absolut dicht sein. In einem geschlossenen Raum beginnen sonst Eisenteile zu rosten – es wäre doch schade um unser gutes Werkzeug.

Bei der Arbeit mit den Chemikalien ist der Schutz von Augen und Kleidung zu beachten! Bei Wasserstoffperoxid ist die Berührung mit der Haut zu vermeiden. Es gibt sonst weiße, juckende Flecken, die erst nach einiger Zeit wieder vergehen.

Unlängst ist mir beim Anrichten des Ätzbades Seltsames widerfahren - aber der Reihe nach:

Weil vor etwa einem halben Jahr eine andere, ebenfalls sehr aggressive Chemikalie umgefüllt werden mußte, bekam der Salzsäurevorrat ein neues Zuhause in einer grünen Plastikflasche, wie man sie bei uns beim Kauf von Spiritus bekommt. Diese Flasche war jetzt nicht mehr rund, sondern am Umfang stellenweise eingezogen, wie das bei Unterdruck der Fall ist.

Die große Überraschung kam beim Ausgießen der Säure in das Wasser: Sie hatte sich leicht rostbraun verfärbt - seltsam. Noch schlimmer wurde es bei der gottlob sehr vorsichtigen Zugabe von Wasserstoffperoxid: Das Bad brauste fürchterlich auf und es entstand eine dampfartige Wolke, die sich wieder auflöste, die Flüssigkeit hat sich rot verfärbt. Ein anschließender Ätzversuch mit dieser Suppe ist kläglich gescheitert. Beim Spülen des Versuchsstücks sind dann zu allem Überfluß auch noch große, häßliche Flecken im emaillierten Waschbecken entstanden.

**Die Lehre aus der Geschichte:** Aggressive Chemikalien möglichst immer im Originalbehälter belassen!!

### Die Quintessenz nach einigen hundert Platinen:

Die richtige Belichtung **UND** die richtige Konzentration des Entwicklers sind die beiden wesentlichen Punkte, die über Erfolg oder Mißerfolg entscheiden. Stimmt einer von beiden nicht, erhält man nicht das gewünschte Ergebnis! Alles andere ist beim Platinen-Selbermachen eher Nebensache.

Hat man die Wahl zwischen dem Aufbau auf einer Lochrasterplatte und einer Platine, so gebe ich der Platine den Vorzug: Der Zeitaufwand dafür ist nicht wesentlich größer, die Platine ist mechanisch stabiler und sie sieht bei weitem besser aus. Beim Aufbau auf Lochraster muß man die Lage der Bauteile genauso überlegen und das Verschalten ist mühsam.

Das im Elektronik-Laden erhältliche, fertig beschichtete Material ist vielleicht ein bißchen leichter zu entwickeln und hat natürlich keine Verunreinigungen im Lack, und man kann sich zumeist die Reiberei mit dem Finger sparen; dafür ist die Lackschicht bei manchen Fabrikaten aber dünn und dann nicht so widerstandsfähig wie die selbstgemachte.

Übrigens: Es ist keineswegs notwendig, bei selbstbeschichteten Leiterplatten den Fotolack von den Leiterbahnen zu entfernen! Er behindert das Löten kaum, weil das Flußmittel im Zinn diesen Lack auflöst (nur muß wirklich Flußmittel auf die Lötstelle kommen, sonst geht es nicht!) und er ist eine ausgezeichnete Schutzschicht gegen Oxidation.

73 und viel Erfolg mit den selbstgemachten Leiterplatten!

Helmut, OE5GPL