

# **Let's ätz!**

# **Platinen selbstgemacht**

Ein Vortrag für das

**RaumZeitLabor Mannheim**

von

**fabster**

# Prozeßschritte

- Layout erstellen
- Belichtungsvorlage ausdrucken
- Belichten & Entwickeln
- Ätzen
- Entschichten, Lackieren
- Bohren, Sägen
- Durchkontaktieren

# Layout-Software

- Eagle (freie Version mit Einschränkungen)
- Target (freie Version mit Einschränkungen)
- Diptrace (freie Version mit Einschränkungen)
- Sprint-Layout (nur Layout, 40 €)
- Kicad
- Designspark
- und viele mehr... (für Geld)

# Layout

- wenn möglich, einseitig layouten da Durchkontaktierung schwierig ist
- Masseflächen reduzieren Verbrauch von Ätzlösung (und verbessern die EMV)
- SMD statt THT (through hole technology) spart Bohraufwand
- Löt pads mit kleinem Mittelloch versehen  
→ dient beim Bohren als Zentrierhilfe
- Eckmarkierungen/-winkel für Platinenumriß

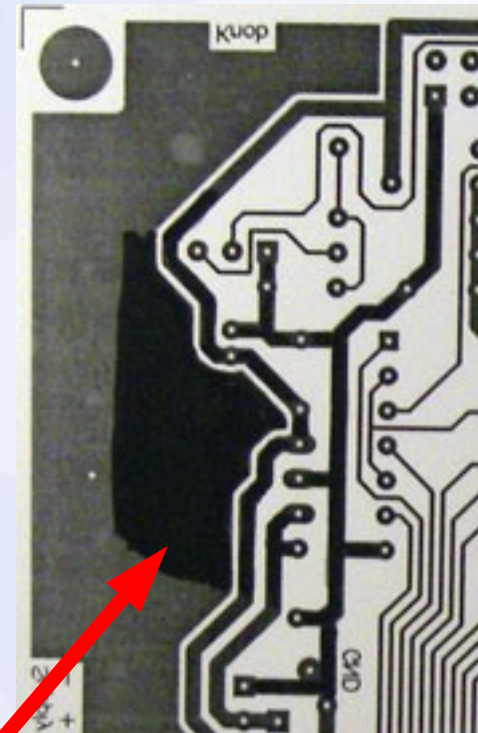
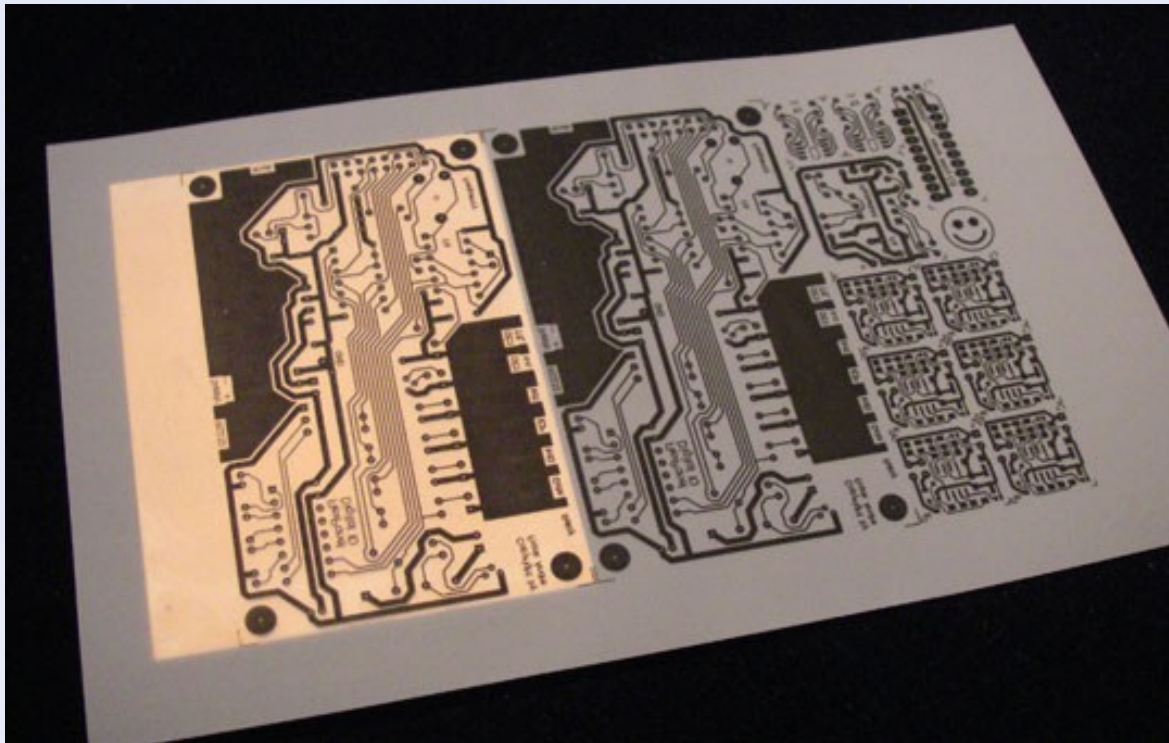
# Mindestmaße

- häufig Zollmaße (1 Zoll = 1 Inch = 2,54 cm)
- 1 mil = 1/1000 Inch
- Leiterbahnbreiten mind. 12 mil = 0,3 mm  
empfohlen 16 / 20 mil (0,4 / 0,5 mm)
- Restringe mindestens 0,4 - 0,5 mm  
z. B. Bohrung 32 mil (0,8 mm)  
→ Pad-Durchmesser 68 mil (1,7 mm)
- Mindestabstand Cu-Cu 8 mil = 0,2 mm
- Abstand zum Platinenrand ca. 1 mm

# Belichtungsvorlage

- Zweckform Nr. 3491 (milchig transparent)
- Layout gespiegelt (!) mit Laserdrucker auf Folie drucken
- falls möglich hohe Tonersättigung wählen
- auf Verzug prüfen (häufig in Y-Richtung)
- Flächen und dicke Leiterbahnen ggfs. mit Edding nachschwärzen
- Tonerverdichterspray bringt nicht viel

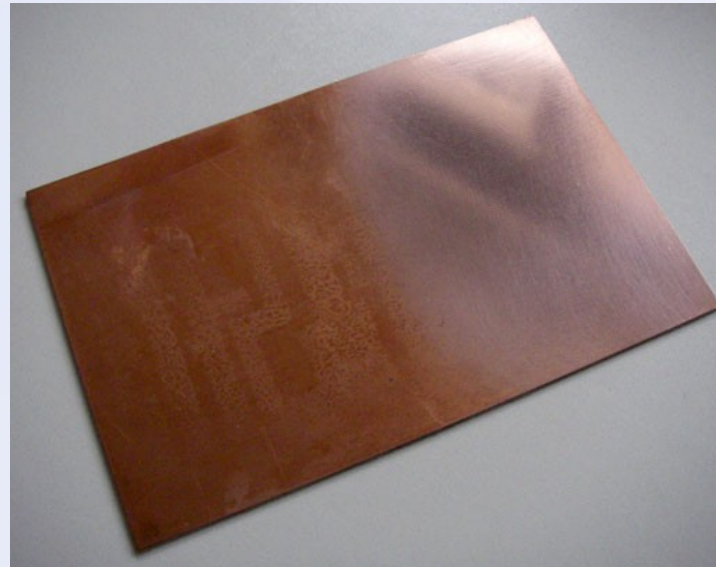
# Belichtungsvorlage



nachgeschwärzt

# Direktes Aufmalen

- Verwendung einer Platine ohne Fotolack
- Entfernen von Fett und Oxidbelägen  
z. B. mit Scheuermilch, Zitronensäure,  
Polierpaste, Stahlwolle, Schleifvlies





# Direktes Aufmalen

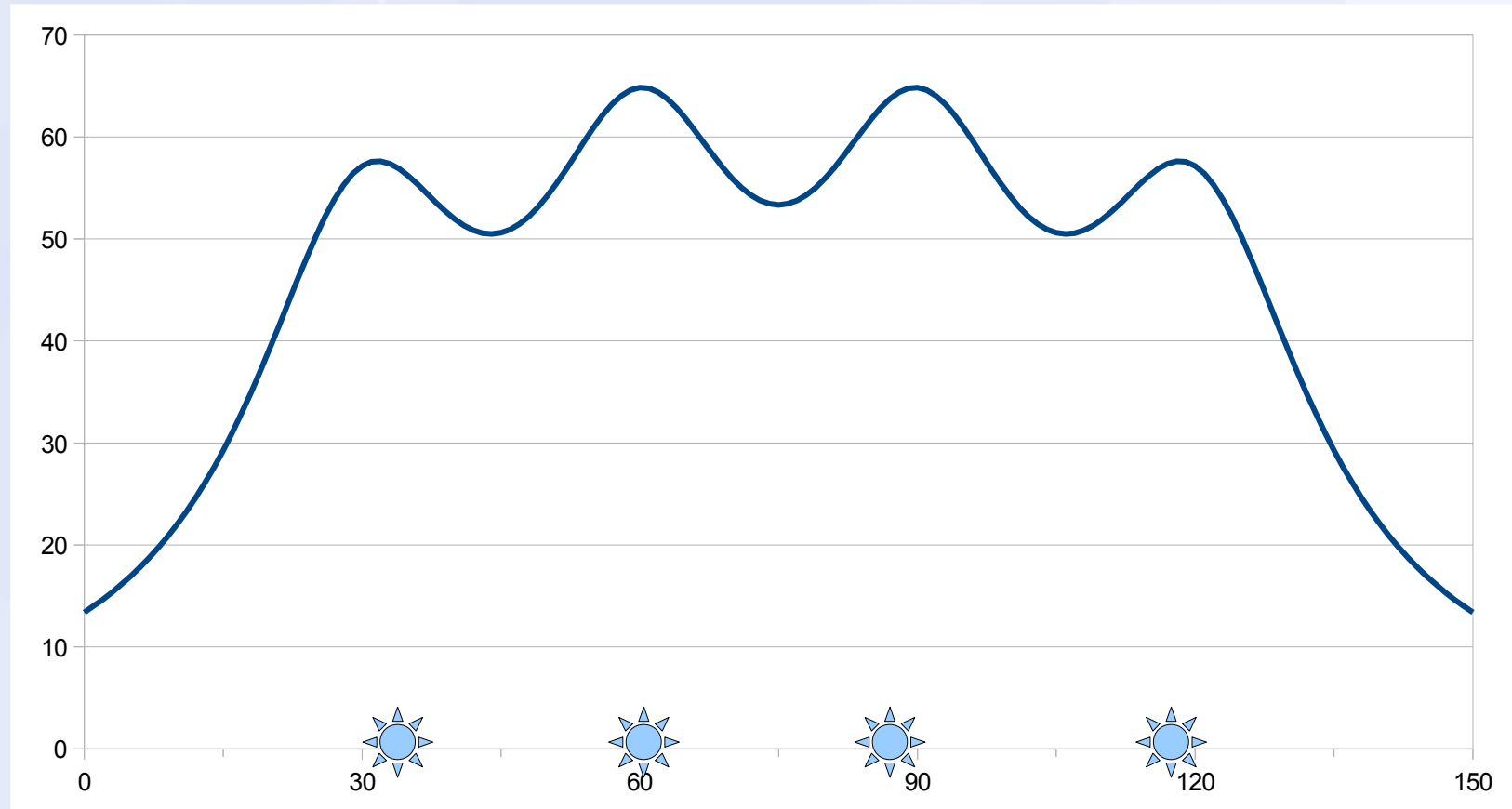
- Aufmalen des Layouts mit ätzfesten Permanentmarkern (z. B. edding 140, 400, 3000, 8300)
- Gut trocknen lassen. Am besten über Nacht oder 10 min. in den Backofen



# Belichten

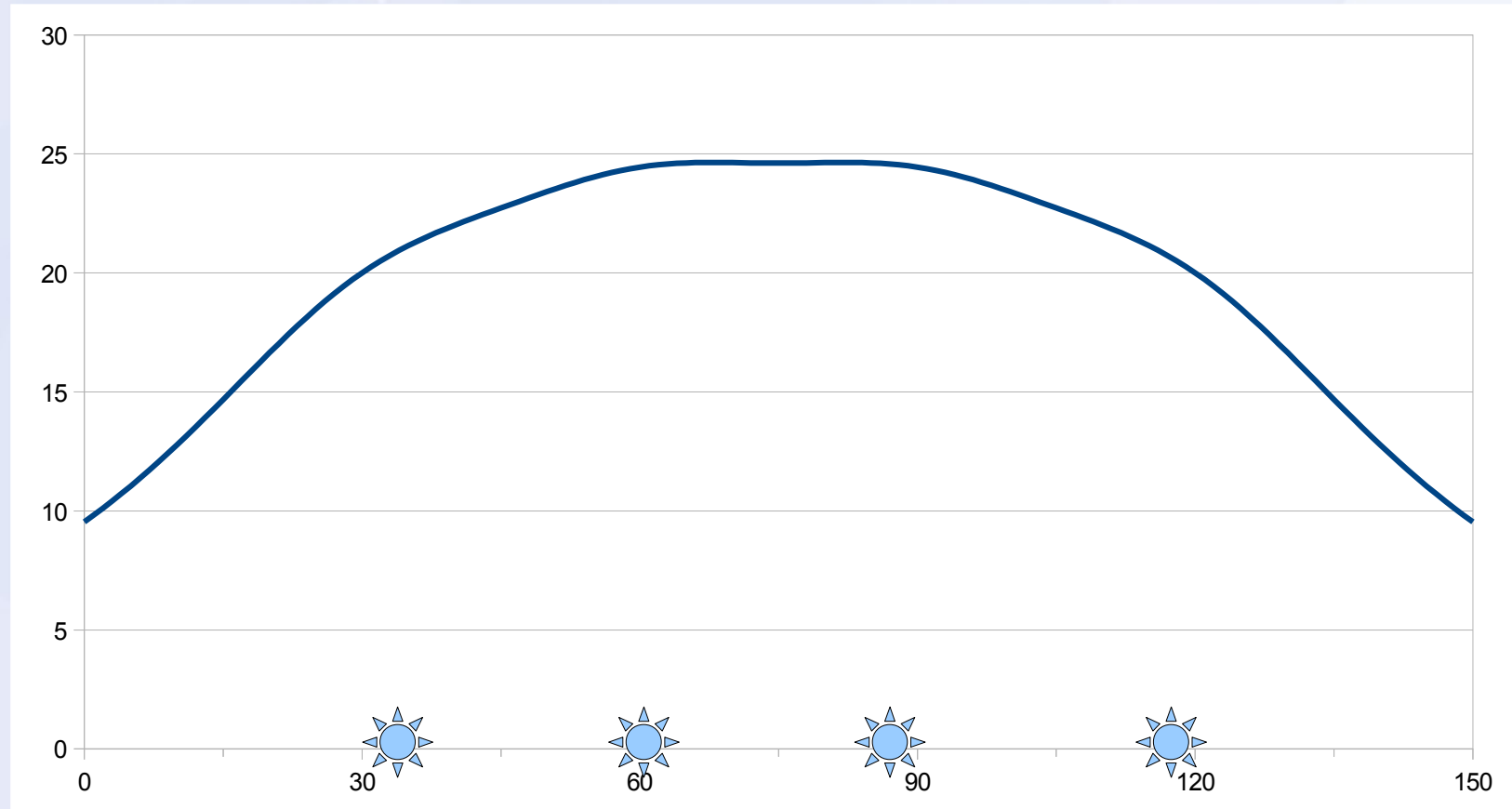
- Tonerseite der Folie liegt auf Kupferfläche  
→ höhere Schärfe da keine Unterstrahlung
- Vorlage muß absolut plan aufliegen, ohne Wellen oder Dellen
- Belichten mit UV-Licht für ca. 150 Sekunden  
bei einem Abstand von ca. 4 cm zur UV-Röhre
- Lieber etwas zu lange belichten als zu kurz

# Belichter im RZL



Abstand der Platine zu den Röhren beträgt nur ca.  $\frac{2}{3}$  des Röhrenabstands

# Belichter im RZL



Abstand der Platine zu den Röhren ist mindestens so groß wie der Röhrenabstand

# Belichten einseitig

- Glasscheibe mit Abstandsklötzen verwenden (gleichmäßigeres Intensitätsprofil)
- Belichtungsvorlage mit Toner nach oben auf die Glasscheibe legen
- Schutzfolie von der Platine abziehen und Platine mit dem Fotolack nach unten auf die Folie legen und ausrichten
- Platine beschweren
- Mit den unteren Röhren belichten

# Belichten doppelseitig

## Methode A

- Folien mit ca. 3 – 4 cm Rand ausschneiden
- Folien deckungsgleich übereinander legen und an drei Seiten mit Tesa fixieren, so daß eine Tasche entsteht.

## Methode B

- Platinenstreifen als Abstandshalter benutzen

# Belichten doppelseitig

- Aufgrund der zu geringen Abstände zu den Röhren ist der Belichter im RZL nicht für das doppelseitige Belichten geeignet
- Ausweg: In zwei Schritten belichten
- Dabei Platine auf Belichtungsvorlage fixieren (Klebeband)

# Entwickler ansetzen

- Entwickeln mit verdünnter Natronlauge (ca. 2 g auf 200 ml Wasser)
- Entwickler am besten frisch ansetzen (ist aber in geschlossener Kunststoff-flasche mehrere Monate haltbar)
- Gebrauchten Entwickler nicht mehr verwenden, sondern wegschütten (Kanister oder mit viel Wasser in den Ausguß)



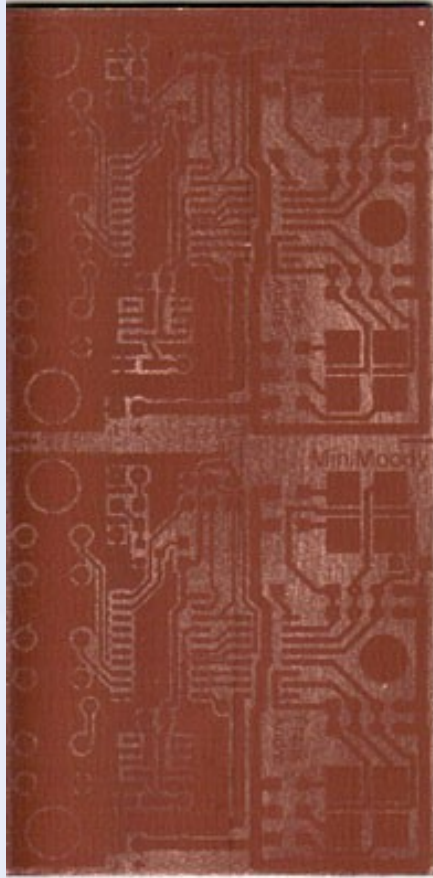
# Entwickeln

- Entwickler (ca. 200 ml) in Plastikwanne füllen und Platine einlegen
- Wanne schwenken oder Platine mit Pinzette bewegen, optional: mit weichem(!) Haarpinsel über Platine streichen
- Entwickeln bis Kupfer völlig blank und ohne Grauschleier freigelegt ist (ca. 30 - 90 s)
- Gründlich mit Wasser spülen
- Fotolack auf Kratzer prüfen und ggfs. mit Edding ausbessern

# Fehler beim Entwickeln

- Unterbelichtung
- Unzureichend entwickelt (Grauschleier)
- Entwickler zu konzentriert
- Fotolack zu alt

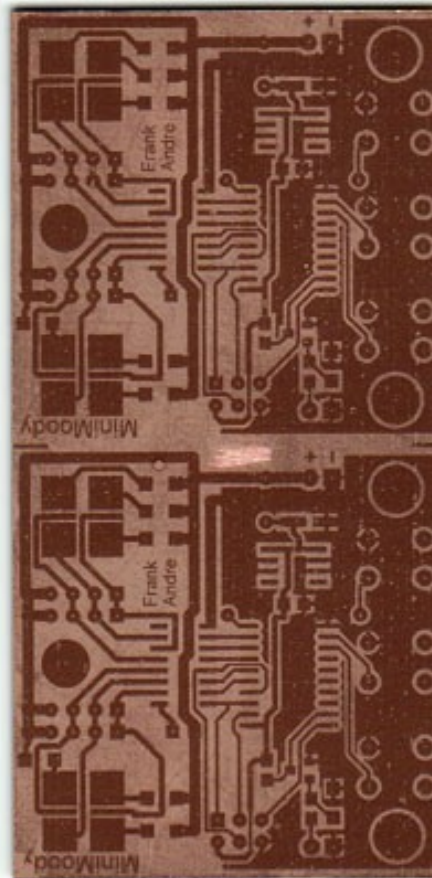
# Fehler beim Entwickeln



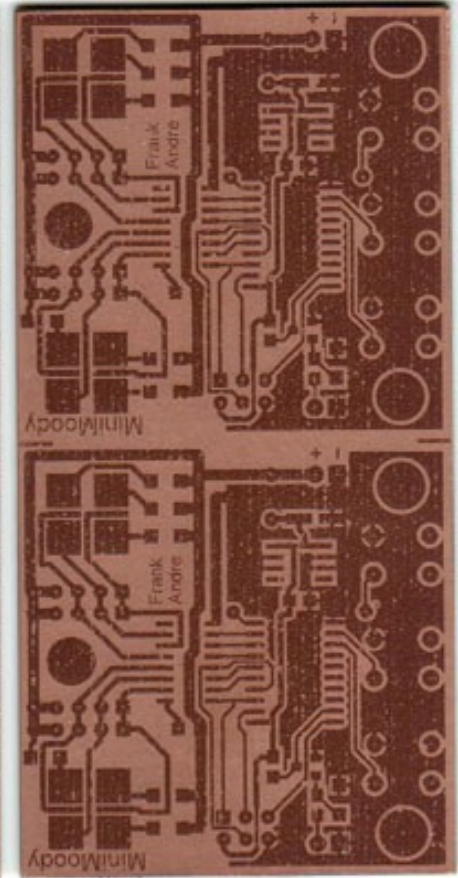
unterbelichtet



Konzentration zu hoch



Grauschleier



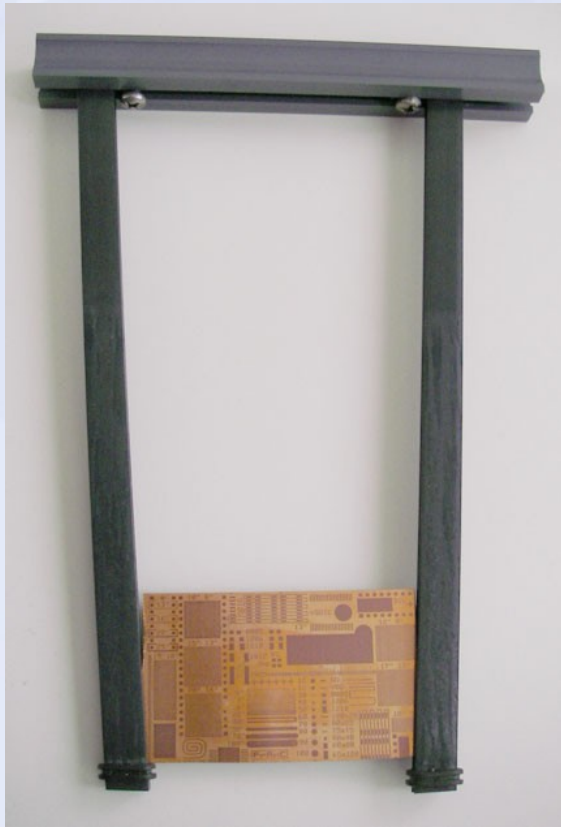
Fotolack zu alt

# Ätzbad ansetzen

- Ätzlösung mit Natrium- oder Ammoniumpersulfat (ca. 200 – 250 g / Liter)
- Erwärmen auf 45° - 50°C (heiß aber nicht schmerzhaft)
- In Küvette füllen, Heizstab und Luftpumpe einschalten
- Alternative: Eisen-III-Chlorid
  - ätzt auch bei Zimmertemperatur
  - länger haltbar
  - macht häßliche Flecken!

# Ätzen

- Platinenhalter auf Platinenbreite einstellen (Schrauben lösen und verschieben)



# Ätzen

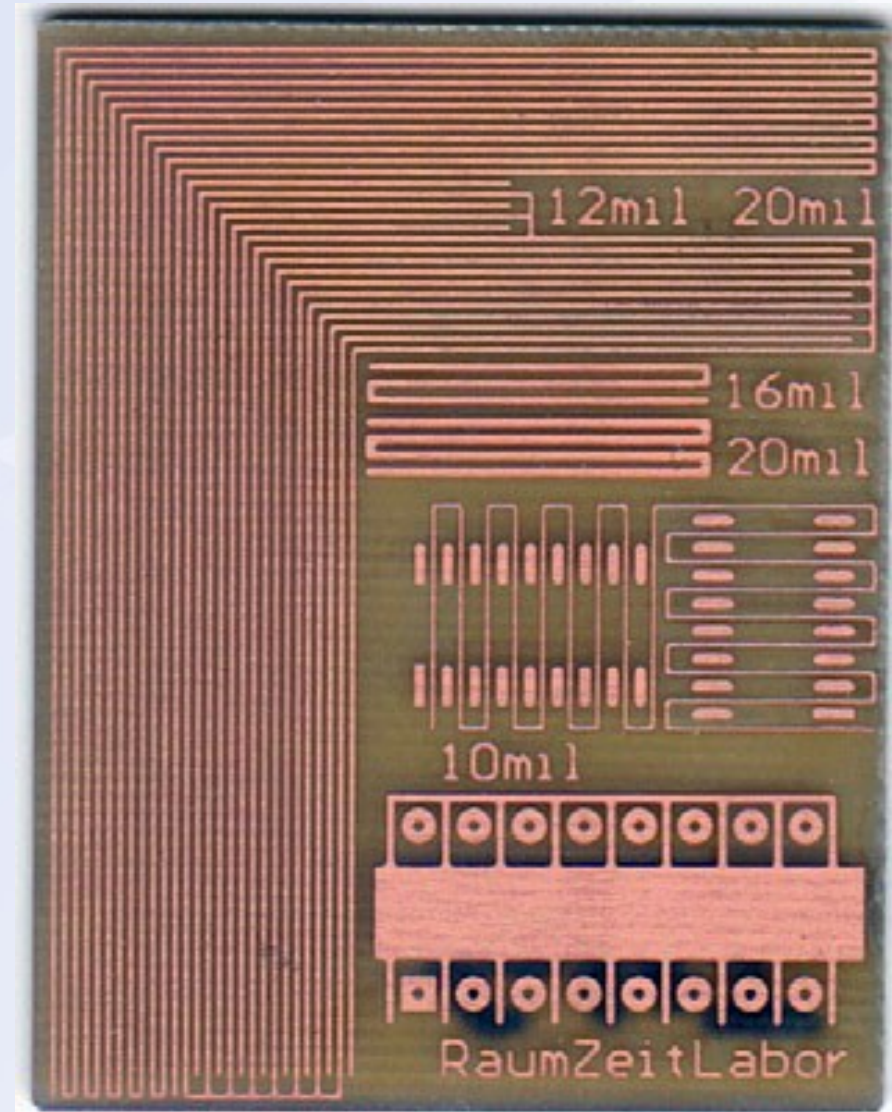
- Platine in das Ätzbad einsetzen
- Ätzdauer bei frischer Ätzlösung  
10 – 15 min.  
(je nach Temperatur und Konzentration)
- Um gleichmäßige Ätzung zu erreichen:  
Platine zwischendurch drehen / wenden
- Warten bis Leiterbild völlig freigelegt ist  
(keine Kupferreste mehr zwischen den  
Leiterbahnen o. ä.)

# Ätzen



# Ätzen

Strukturen, die den unter „Mindestmaße“ angegebenen Empfehlungen entsprechen





# Ätzen

- Gebrauchte Ätzlösung ca. 1 – 2 Monate haltbar
- Entsorgung verbrauchter Ätzlösung über Abfallkanister
- Kupfer kann elektrolytisch zurückgewonnen werden

# Entschichten + Lackieren

- Fotolack mit Spiritus oder Aceton entfernen (am besten in mehreren Durchgängen)
- Lötlack (SK10) aufsprühen und gut durchtrocknen lassen

# Bohren

- Hartpapier-Platinen können mit HSS bearbeitet werden
- Für Epoxid-Platinen nur Hartmetallwerkzeuge verwenden (HSS wird stumpf)



# Bohren

- Möglichst Bohrstände mit Mini-Bohrmaschine verwenden (hohe Drehzahl)
- Hartmetallbohrer sind sehr zerbrechlich und relativ teuer (2,50 € pro Stück)  
→ Bohrstände ist zwingend erforderlich



# Sägen

- Trennen des Nutzens in einzelne Platinen
- Mini-Kreissäge sehr nützlich
- Auch hier gilt:  
Epoxid-Platinen nur  
mit Hartmetall-  
Sägeblatt bearbeiten



# Durchkontaktieren

Mehrere Verfahren, aber kein Königsweg

- Galvanisches Durchkontaktieren
- Leitpaste (ProConduct, Firma LPKF)
- Nieten (Firma Bungard)
- Beidseitiges Verlöten

# Galvanisch durchkontaktieren

- Bohren
- Inversfotolack, Belichten, Entwickeln
- Aktivieren mit Palladium
- Elektrolytischer Kupferauftrag
- Chemisch verzinnen
- Entschichten
- Ätzen

# Durchkontaktier-Nieten

- Bohrlöcher entsprechend der Wandstärke der Niete größer bohren (z. B. 0,8 mm Niete → 1,0 mm Bohrung)
- Einsetzen der Niete mit Nadel o. ä.
- Verpressen mit Nietenpresse (Bungard 200,- €) oder umgebautem Körner
- mühsam bei mehr als 20 Durchkontaktierungen





# Beidseitiges Verlöten

- Geschickte Nutzung von THT-Bauteilen (Widerständen, Dioden, Transistoren, etc.)
- Verwenden von Präzisions-IC-Sockeln (sind auch auf Oberseite verlötbar; auf seitliche Zugänglichkeit achten)
- Draht in Durchkontaktierung einsetzen, beidseitig verlöten und Enden abzwacken

# Genug der Theorie...

