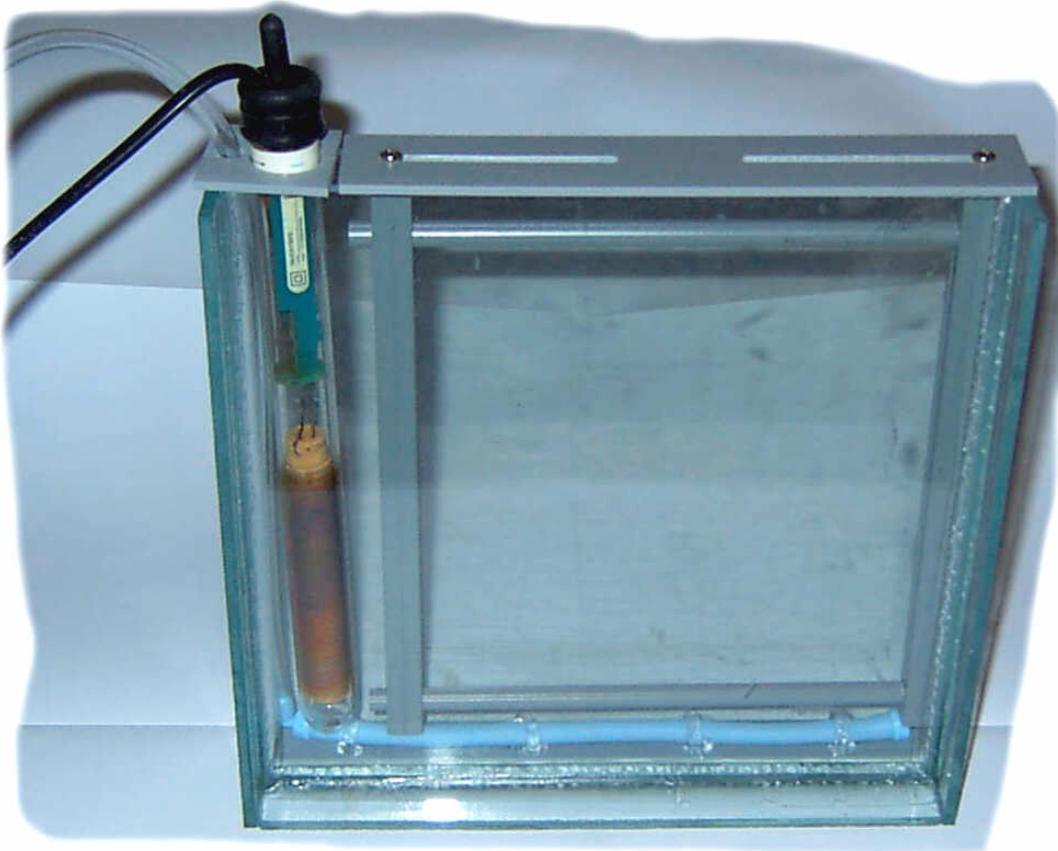


Selbstbauanleitung für ein

1 – Liter

Ätzgerät für Leiterplatten

Für Leiterplatten im Europaformat (100mm x 160 mm)



Bitte diese Anleitung zunächst komplett durchlesen,
bevor mit dem Nachbau und dem Materialeinkauf begonnen wird.

Ätzgerät für Leiterplatten	1
Beschreibung des Verwendeten Materials	3
Glasplatten	3
Luftverteiler für Umwälzung.....	3
Membran Luftpumpe	3
Rücklaufventil	3
PVC Luftschauch	3
Heizelement	4
Silikon und Pistole für die Kartusche.....	4
Fugenhilfe.....	4
Kunststoffprofile und Kunststoffplatten.....	4
Dimensionierung:	5
Breite der Glasküvette.....	5
Länge der Glasküvette	5
Höhe der Glasküvette.....	5
Prinzipielle Bestimmung der Glasküvettengröße	6
Innenmaße	6
Bestimmung der Glasplatten Größe.....	6
Glaszuschnitte:.....	6
Visualisierung der Glasküvette:.....	7
Nachbau Schritt für Schritt:.....	8
Materialbearbeitung.....	8
Verkleben der einzelnen Teile.....	9
Rückwärtiges und Bodenteil Teil.....	9
Frontseitiges und Bodenteil Teil.....	10
Seitenteile.....	11
Finishing.....	12
Erster Dichtigkeitstest.....	12
Handhabung der Fugenhilfe.....	13
Ein- und Anbauarbeiten	14
Luftverteiler.....	14
Leiterplattenhalter.....	15
Endmontage	16
Volumen reduzieren	16
Echt Ätzend.....	17
Gut eignen sich folgende Lösungen	17
Ammoniumpersulfat	17
Natriumpersulfat	17
Absolut ungeeignet.....	18
Eisen III Chlorid	18
Entsorgen von Ätzlösungen.....	18
Vom Entwurf zur Leiterplatte.....	19
Belichten.....	19
Entwickeln	19
Ätzen	20
Nacharbeiten	20
Grafiken Ätzen.....	20

Beschreibung des Verwendeten Materials

Die meisten Materialien bekommt man

- im Baumarkt (Obi)
- Aquariums Zubehör (auch in vielen OBI Märkten)

Ja ihr habt richtig gehört, genau die gleichen Materialien wie in der Vorliegenden Bauanleitung bekommt man zwar im einschlägigen Elektronik – Fachmarkt, sind dort jedoch um ein Vielfaches teurer als im Aquariumszubehörhandel.

Glasplatten

Sämtliche Glasplatten sollten sofern verfügbar eine **Stärke vom 5mm** haben. Geringere Plattenstärken sind anfälliger gegen Bruch oder Risse.

Von Kunststoffglas wie Plexi- oder Acrylglas rate ich ab, da dies matt wird und bei den im Ätzprozess verwendeten Temperaturen (50 °C bis 80 °C) brüchig wird. Außerdem lässt sich Glas (mit entsprechender Übung) besser und einfacher verarbeiten.

Glas ist, entgegen verbreiteter Meinung, sehr leicht zu verarbeiten, wenn man sich an gewisse Regeln hält und etwas Übung hat.

Wer den Zuschnitt von Glas scheut, kann sich beim Glaser entsprechende (fertige) Zuschnitte (aus Resten) besorgen. Die Reste dürften auch relativ günstig zu erstehen sein.

Eine geschnittene (sauber gebrochene) Glasplatte hat im Gegensatz zu gesplittertem Glas keine so scharfen Kanten, jedenfalls sind diese bei weitem nicht so gefährlich.

Trotzdem sollte die Kanten dennoch abgestumpft werden.

Hierzu reicht es meist aus die Kanten z.B. mit einem Edelkorund oder Diamantschleifstift (wie für viele Mini – Borhmaschinen erhältlich) zu Entgraten. Wer hat, darf natürlich auch seine Glasschleifmaschine (wie für Tiffany Glastechnik) einsetzen.

Luftverteiler für Umwälzung

(Aquaristik) Air Curtain

Ein poröser Schlauch, durch welchen die eingeblasene Luft über dessen gesamte Länge in kleinen Bläschen austritt. Diese Bläschen sorgen durch ihr aufsteigen dafür, dass das Ätzbad in Bewegung kommt, um so eine gleichmäßige Temperatur über die gesamte Apparatur zu gewährleisten, und das Aufheizen zu beschleunigen und zum anderen, dass die Leiterplatte schneller und gleichmäßiger geätzt wird.

Andere Möglichkeiten das Ätzbad umzuwälzen, z.B. durch Umpumpen, sind für diese Anwendung finanziell nicht akzeptabel, da alle Komponenten säurefest sein müssten.

Membran Luftpumpe

(Aquaristik) diese sorgt für die benötigte Luft des Luftverteilers

Rücklaufventil

(Aquaristik) um zu verhindern, dass Ätzlösung über den Luftschlauch in die Luftpumpe und aus dem Gerät ausläuft ist diese geringe Investition ein absolutes Muss

PVC Luftschlauch

(Baumarkt) (Aquaristik) verbindet die Luftpumpe über das Ventil mit dem Luftverteiler

Heizelement

(Aquaristik) sorgt für die benötigte Temperatur.

Ein in einem Glaskolben, wasserdicht eingebautes Heizelement mit Thermostat, welches in die Lösung eintaucht und diese erwärmt

Silikon und Pistole für die Kartusche

(Baumarkt) **Sanitärsilikon (Essigvernetzt)** für Glasabdichtung / Verklebung.

Bitte **kein Acryl** oder sonstiges Fugen- oder Bausilikon verwenden, dies haftet nicht so gut, dichtet nicht wie benötigt und wird auf Dauer gesehen brüchig und undicht.

Fugenhilfe

Ein aus PVC bestehendes Fugenprofil, hilft die Silikonnähte sauber zu verstreichen.

Die Zeiten in welchen man das Silikon mit dem in Spülmittel getränktem Finger verstrichen hat ist ein für allemal vorbei. In einigen Home Shopping Sendern auch als „Fugi“ beworben **und hat nichts mit Pilzen zu tun.**

Kunststoffprofile und Kunststoffplatten

(Baumarkt) Zur Erstellung der Halter für die Leiterplatten, und als Montagegerüst für den Luftverteiler sowie des Heizelementes.

Dimensionierung:

Bevor wir uns an die Materialbeschaffung machen und uns mit der Größe befassen, müssen wir einiges berücksichtigen:

Breite der Glasküvette

Das Heizelement befindet sich in einem Glaskolben welcher einen Durchmesser von mind. 20mm hat. Somit entspricht die Breite der Glasküvette mindestens diesem Maß.

Länge der Glasküvette

Die Länge der Glasküvette richtet sich nach mehrere Faktoren.

- Durchmesser des Heizelements + Spielraum
- Breite der maximalen Leiterplattenbreite (welche geätzt werden kann/soll)
- Breite der Halterung + Spielraum für die Leiterplatte, um diese in und aus dem Ätzbad zu tauchen.
- Platz für den Luftschlauch, welcher den Luftverteiler versorgt

Höhe der Glasküvette

Ist vom Volumen abhängig. Breite und Länge sowie Verdrängung des Heizelementes und der Halter + Abstand, damit die Luftbläschen, welcher ebenfalls die Lösung verdrängen und somit dem Pegel anheben und die aufsteigenden (welche auf der Oberfläche zerplatzen und daher spritzen) die Küvette nicht zum überlaufen bringen.

Für den Luftverteilerschlauch (am Boden der Küvette) muss ebenfalls etwas Platz berücksichtigt werden.

Prinzipielle Bestimmung der Glasküvettengröße

Innenmaße

Breite:	25mm	20mm Heizelement + 5mm Spielraum
Länge:	210mm	160mm Leiterplatte 2x 20mm für die Halter 10mm für den Luftschlauch
Höhe:	220mm	Volumen / Breite / Länge = Höhe + Spielraum Volumen sollte 1l betragen (1000000 mm ³) 1000000 / 210 / 25 ~ 190,5 mm + 30mm Spielraum

Mit etwas angepassten Werten
(damit das ganze etwas ansprechender aussieht):

B = 25mm

L = 230 mm

H = 200 mm

Mit diesen Werten kann eine Europaplatine (160mm x 100 mm) spielend „gebadet“ werden.

Bestimmung der Glasplatten Größe.

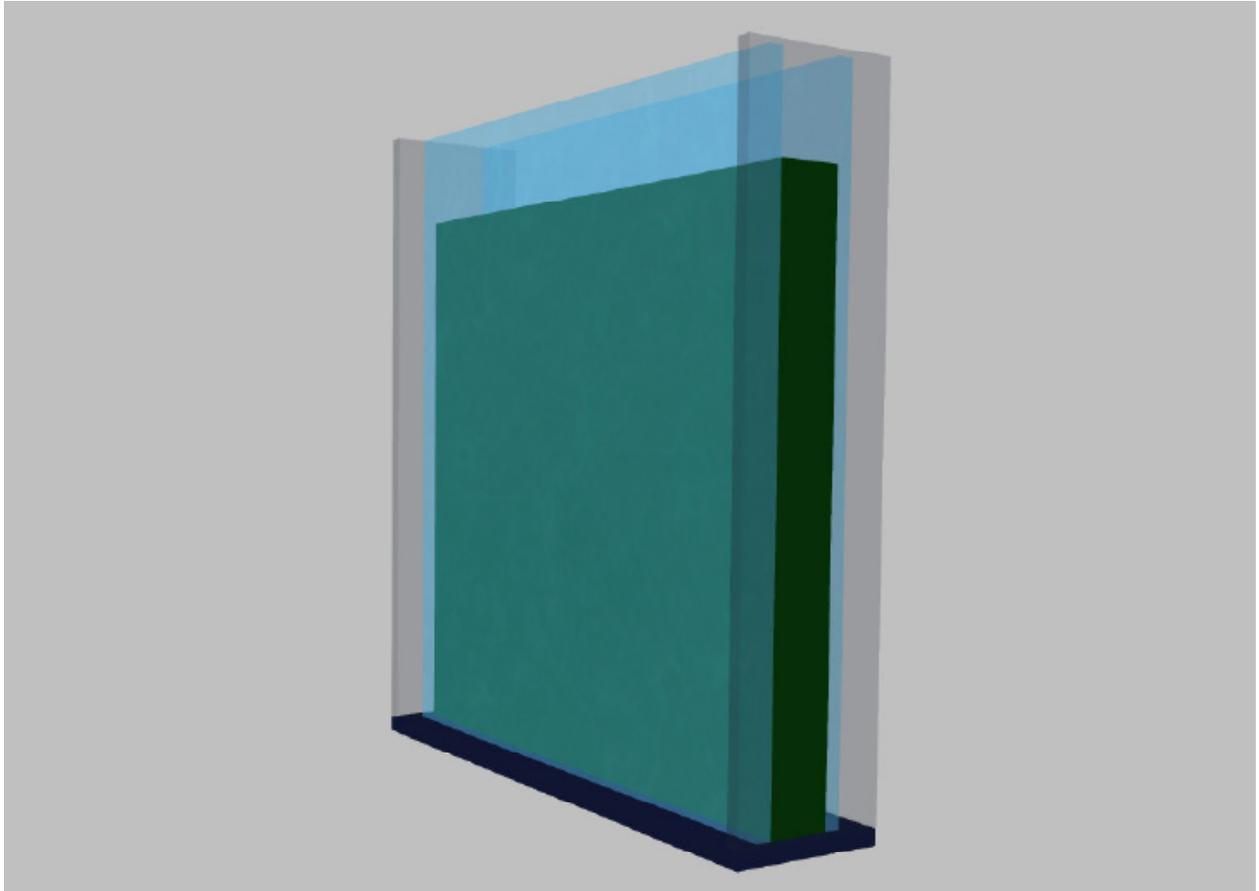
Da sich Glasplatten mit einer Stärke von 5mm und einer Breite von 25mm nur für sehr geübte Hobbyglaser verarbeiten lassen, wähle ich eine breitere Variante, welche an den Stirnseiten verklebt wird, die verleiht der Glasküvette außerdem einen besseren Stand.

Glaszuschnitte:

Maße etwas abgeändert.

Seitenteile:	Glasplatte a 5mm x 220 mm (Höhe) x 55 mm
Vorder/Rückseiten:	Glasplatte a 5mm x 210 mm (Länge) x 220 mm (Höhe)
Fußplatte:	Glasplatte a 5mm x 220 mm (210 mm + 10mm (Länge + Überhang)) x 55 mm

Visualisierung der Glasküvette:



Nachbau Schritt für Schritt:

ACHTUNG: Immer mit **Schutzbrille** arbeiten!
Besonders beim Schleifen springen feine Glassplitter, welche die Augen verletzen können.

Materialbearbeitung

1. Die Glasplatten werden den Abmessungen entsprechend zugeschnitten (gebrochen)



TIPP:

Wer sein Glas selbst schneiden will, dem sei folgender Hinweis gegeben.

Die Bruchstelle wird sauberer wenn man den Schnitt vor dem brechen mit Wasser vernetzt.

Noch bessere Ergebnisse erzielt man wenn man den Glasschneider mit Schneidöl (Kriechöl wie z.B. Balistol) trinkt.

Es gibt sogar Glasschneider mit eingebautem Öltank, diese kosten aber ab € 35,- und dies ist für einen einmaligen Gebrauch etwas viel.

Einen sauberen Schnitt kann man kaum erkennen, ist die Schnittlinie hingegen deutlich sichtbar (ausgefranst,) deutet dies auf eine ungenaue Schnittführung oder einen defekten Glasschneider hin. Man kann sogar während des Anschneidens hören ob dieser gelingt oder unsauber wird (Übung ist alles). Mit unsauberen Schnittlinien wird dann auch die Bruchstelle unregelmäßig und „fransig“ oder wellig.

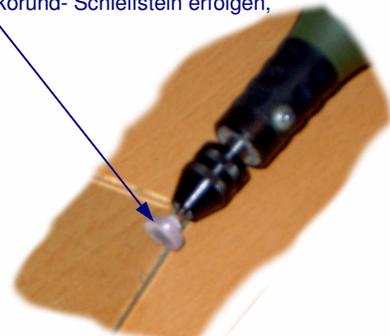
Ein gemäßiger nicht zu kräftiger Schlag auf die dem Schnitt abgewandten Seite der Platte lässt diese einreißen. Ein dünnes Hölzchen (Zahnstocher) direkt unter den Schnitt gelegt und mit den Daumen soweit wie möglich links und rechts vom Schnitt entfernt auf die Glasplatte drücken (Knack).

2. Die Kanten müssen geschliffen (entgratet) werden, damit man sich nicht an daran verletzen kann.

Dies kann falls verfügbar mit einem Glasschleifgerät oder mit weniger Aufwand aber ebenso effektiv, mit einer Minibohrmaschine und einem Edelmetall- Schleifstein erfolgen,

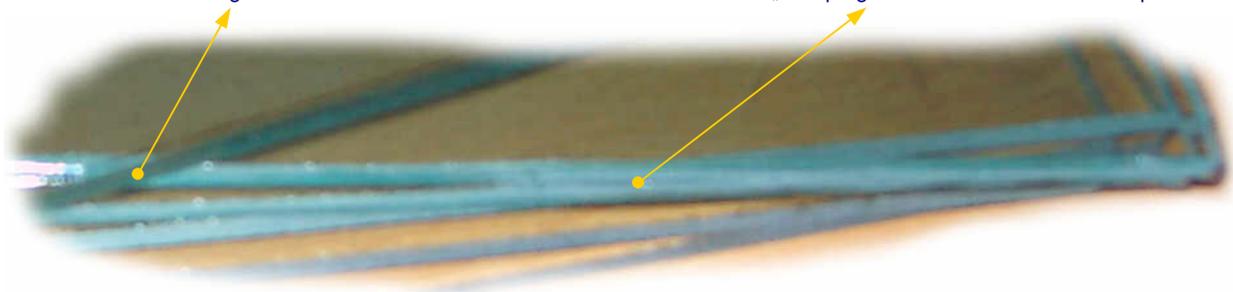


Links: Stumpfschleifen mit einer Glasschleifmaschine



Rechts: Kanten mit einem Edelmetall Stumpfschleifen

Unten: eine frisch gebrochene Kante und die mit einer Glasschleifmaschine „stumpf“ geschliffenen Kanten der Glasplatten



Verkleben der einzelnen Teile

Die Einzelnen Glasplatten werden mit Silikon verklebt.

Nur **Essigvernetztes Sanitärsilikon** verwenden, transparent oder gefärbt ist egal.

Acryl oder Bausilikon ist ungeeignet.

Um eine einwandfreie Klebestelle zu gewährleisten müssen die betroffenen Stellen absolut sauber, trocken und fettfrei sein. Auch Fingerabdrücke beeinflussen die Klebekraft.

Am besten die entsprechenden Stellen unmittelbar vorher mit ACETON und einem Küchenkrepp reinigen

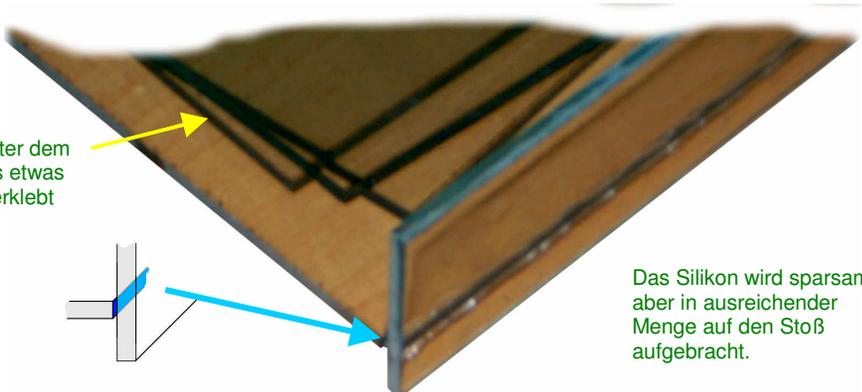
Nagellackentferner enthält oft auch Aceton, ist aber wegen der beigemengten Öle und Pflegemittel ungeeignet. „Normales“ Aceton ist im Baumarkt oder in einer Drogerie erhältlich.



Rückwärtiges und Bodenteil Teil

Die ersten beiden Bauteile werden zusammen gefügt.

Einige nicht benötigte Glasplatten unter dem 1. Teil heben dieses an, damit dieses etwas versetzt zum Rand des Seitenteils verklebt werden kann.



Nicht „press“ Platte an Platte sondern einen hauchdünnen Spalt ohne Luftschlüsse lassen.
So bleibt die Fuge elastisch und kann besser trocknen.

Kleinere Fehlstellen ohne dichte Verklebung sind hier zunächst nicht so tragisch.
Die endgültige Dichtigkeit wird am Schluss sichergestellt.

Hier geht es zunächst um die mechanische Stabilität.

WORKSHOP: Selbstbauanleitung für ein Leiterplatten Ätzgerät und Anleitung zum erstellen selbstentworfener Leiterplatten

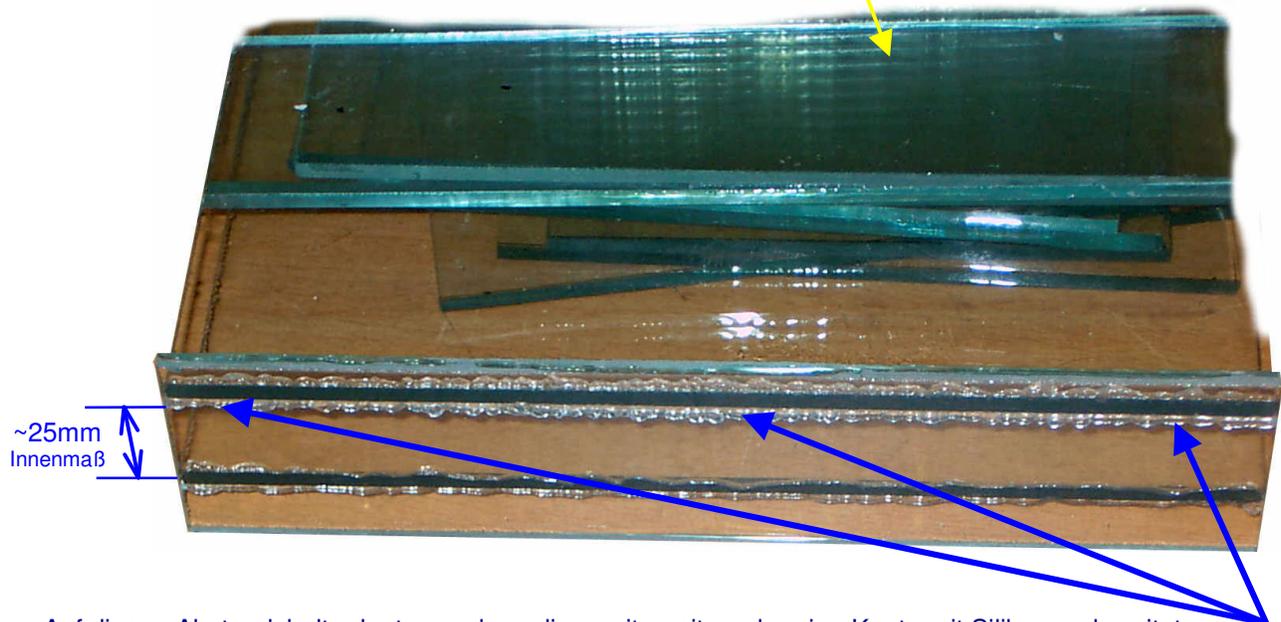
Nicht alle Bauteile auf einmal zusammenfügen, hier ist **viel Geduld** notwendig. Zunächst sollte die erste Verbindung aushärten, bevor man mit der nächsten weiter macht. Dies kann durchaus einen ganzen Tag dauern (je nach Silikon). Oberflächlich getrocknetes Silikon ist im Kern noch lange nicht fest, daher lieber etwas mehr Zeit verstreichen lassen als zu wenig. Im Schlimmsten Falle haften die einzelne Teile nicht fest genug aneinander. Nach ca. 12h dürfte allerdings eine genügende Trocknung erreicht sein.

Jetzt darf diese erste Klebestelle erst einmal bis zur Festigkeit austrocknen.

Frontseitiges und Bodenteil Teil

Ist diese erste Verklebung nun getrocknet, legt man wieder einige Reststücke von den Glasplatten oder was man sonst so findet, um die 2. Platte mit einem Abstand (25mm) auflegen zu können. Wichtig ist, dass die Platte stabil zum liegen kommt und nicht verwackelt sowie dass die Ränder frei bleiben.

Diesmal sollte es aber so ziemlich die berechneten **25 mm** sein.



Auf diesen Abstandshalter legt man dann die zweite, mit an der eine Kante mit Silikon vorbereitete Glasplatte und bringt diese in Stellung (Kontakt mit geringem Spalt zur Bodenplatte, so dass das Silikon gut anhaftet).

Nicht „press“ Platte an Platte sonder einen hauchdünnen Spalt ohne Luftpinschlüsse lassen.

Nun wieder **warten**, bis die Klebestelle getrocknet und ihre **Endfestigkeit** erreicht hat (über Nacht {mind. 8h} dürfte auch hier reichen, aber wie erwähnt, lieber länger warten als zu kurz).

Seitenteile

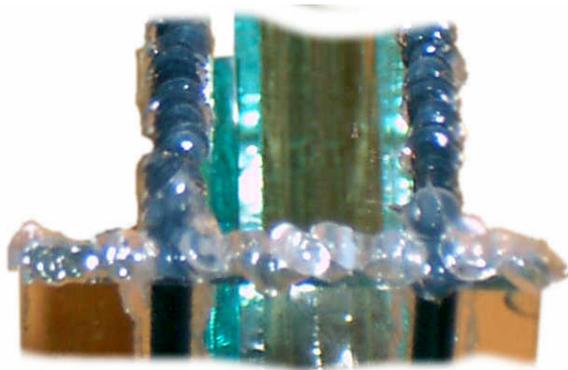
Nach dem die Silikonnähte der Front- und Rückseite an der Bodenplatte wirklich Endfestigkeit haben, drehen wir diese so um 90°, dass der Aufbau auf einem Seitenteil zu stehen kommt.

Jetzt ist etwas mehr Sorgfalt angesagt.

Den inneren Abstand der Küvette fixieren wir wieder mit den Teilen, welche schon zuvor den Abstand bestimmt haben. An der offenen Seite fixieren wir die Platten z.B. mit Klebeband, so dass diese nicht aus versehen auffächern können. Somit ist über die gesamte Höhe ein gleichmäßiger Abstand gewährleistet.

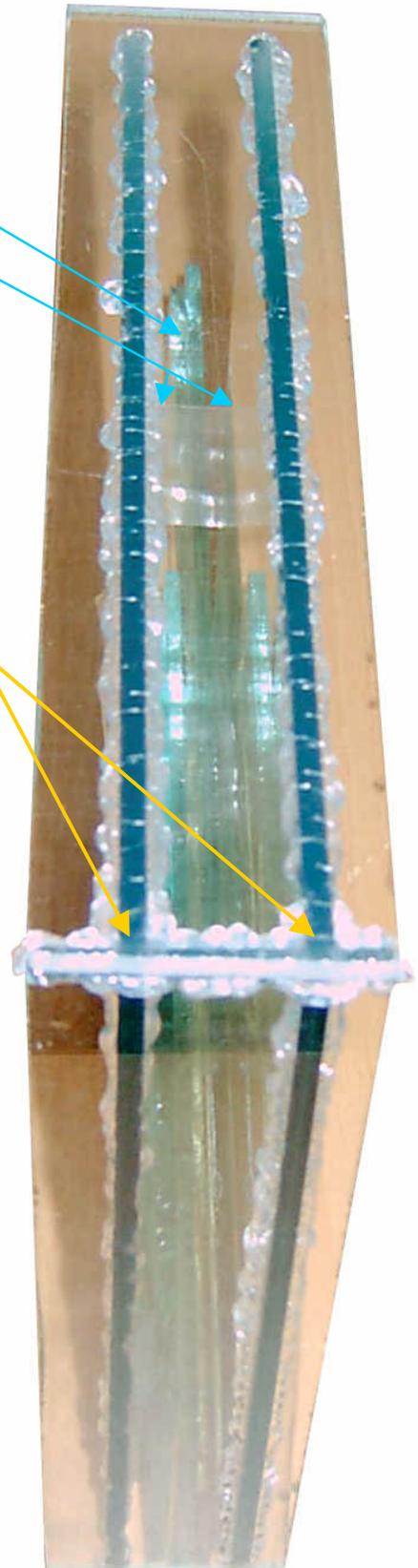
Jetzt noch die Platten so ausrichten dass diese im rechten Winkel zueinander stehen.

Auf die Kanten wird wieder das Silikon aufgetragen. Hier ist es ratsam besonders in den Ecken keine „offene“ Stelle zu haben, da dies ein besonders kritischer Bereich ist.



Jetzt wieder trocknen lassen.....

Danach genauso mit der gegenüberliegenden Seite verfahren.



Finishing

Das Finishing entscheidet letztendlich ob unsere Glasküvette dicht wird oder ob diese leckt.

Zunächst entfernen wir die herausgequollenen „Silikonwürste“ auf der Außenseite mit einem Cuttermesser.

Auf der Innenseite ist dieses herausgequollene Silikon nicht störend (nur optisch).



Achtung: nicht in die Fuge hineinschneiden sondern nur das überstehende Material entfernen.

Erster Dichtigkeitstest



Vorführeffekt: natürlich war bei dieser Küvette auf Anhieb alles dicht.

Die Küvette mit Wasser füllen und entsprechende Stellen, an welchen Wasser austritt mit Filzstift oder Fettstift markieren. Diese Stellen müssen im letzten Schritt besonders beachtet und abgedichtet werden

Fugen mit der Fugenhilfe nacharbeiten

Jetzt kommt das auch als „Fugi“ bekannte Werkzeug zum Einsatz.
Natürlich muss es nicht das Original aus dem TV Shopping sein, auch im Baumarkt bekommt man ein entsprechendes äquivalentes Werkzeug.

Wählt einen Eurer Meinung nach einen passenden Radius an der Fugenhilfe aus.

Natürlich muss wieder alles trocken, sauber, Staub- und Fettfrei sein, sonst ist alles umsonst. Pauschal alles noch mal reinigen.



In den bereinigten Kanten an den Fugen,
wird nun nochmals Silikon aufgetragen und mit der Fugenhilfe geformt und
geglättet.

Nicht zu viel und nicht zu wenig Silikon auftragen und vor allem gleichmäßig.
Wie viel Ihr verwenden müsst, bekommt mit der ersten Fuge schnell heraus (Don't Panic).

Nicht alle Fugen auf einmal nacharbeiten,

erst die eine dann die nächste Fuge.

Durch die genaue Führung mit der Fugenhilfe kann „nass in nass“ gearbeitet werden,
d.h es muss hier nicht immer wieder gewartet werden bis alles getrocknet ist.

Es geht eigentlich alles fix und sehr sauber.

Handhabung der Fugenhilfe

Die Fugenhilfe wird so geführt, dass diese an der beiden
Glasplatten anliegt um so überschüssiges Silikon ab zu ziehen.

Dabei nicht in Richtung der abgeschrägten Seite ziehen
sondern in Richtung ziehen, zu welcher die flache Seite schaut
(die im Bild die Abgewandte Seite).

In einem Zug ohne Unterbrechung das Silikon „abziehen“.
Ist eine Stelle mit zu wenig Silikon vorhanden einfach die
betreffende Stelle mit frischem Silikon aus der Tube auffüllen
und gleich noch einmal abziehen.



Die Fugenhilfe immer vor dem abziehen von Silikon befreien (mit Küchenkrepp abwischen) „sonst verschmiert's alles“

Übrigens mit Kreditkarten oder anderen Plastikkarten funktioniert dies nicht, dann lieber wieder mit dem nassen Fingern arbeiten.

TIPP: Ihr könnt die Silikonfugen auch mit Frischhaltefolie abdecken und dann das darunterliegende Silikon verstreichen und verteilen.

Frischhaltefolie ist luftdurchlässig und behindert den Trockeneffekt nur geringfügig und kann danach auch problemlos entfernt werden, wenn das Silikon fertig getrocknet ist.

Plastikfolie hingegen behindert den Trockenvorgang erheblich (Luftabschluss) und diese kann außerdem (je nach Material) mit dem Silikon eine dauerhafte Verbindung eingehen.

Ein- und Anbauarbeiten

Luftverteiler

Hierfür benötigen wir
eine Sprudelquelle (Air Curtain),
einen PVC-Schlauch,
ein Rückschalventil und
ein Kunststoffprofil sowie
etwas Silikon und
Frischhaltefolie.

Natürlich auch eine elektrische Luft- bzw. Membranpumpe.

Um zu verhindern, dass der Sprudelschlauch nach oben treibt,
verankern wir diesen auf einem Kunststoffprofil und fixieren den
Schlauch mit Silikon, da dies gegen die Ätzbäder resistent ist.

Silikon haftet aber nicht auf allen Materialien, speziell nicht auf PVC und ähnlichen Kunststoffen,
so behelfen wir uns mit einem Trick:

Das Kunststoffprofil hat in etwa die Abmessungen der Innenfläche unserer Glasküvette, eher etwas kleiner.
Dieses Kunststoffprofil bohren wir in regelmäßigen Abständen mit ca. 4mm durch und senken diese auf der
Unterseite großzügig an. Auf diese Bohrungen geben wir großzügig Silikon, so dass dieses durch die
Bohrung auf der anderen Seite Austritt, zusätzlich
legen wir eine Silikonstrang quer zum Profil auf.



Diese so vorbereitete Profil legen wir auf Frischhaltefolie, da diese später leicht entfernt werden kann.
Darauf legen wir dann den vorher abgelängten „Air Curtain“ Schlauch und fixieren diesen wiederum mit
Silikonsträngen. Diese „Konstruktion“ lassen wir über Nacht trocknen.



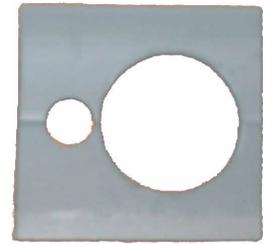
Da das Silikon in die Senkungen gepresst wird hält dies mechanisch, sozusagen wie ein Niet oder
Druckknopf, den Luftverteiler am Profil. Das an den Seiten überstehende Silikon kann nach den
austrocknen problemlos abgeschnitten werden oder mit Hilfe der Frischhaltefolie im feuchten Zustand in
die Fugen unter dem Schlauch verteilt werden. Das Silikon nicht über die gesamte Schlauchlänge
verteilen, da sonst keine Luft mehr austreten kann.

Abschließend wird der PVC-Schlauch angeschlossen und dieser Luftverteiler, evtl. wieder mit etwas
(sehr wenig) Silikon, am Glasküvettenboden fixiert.



Heizelement

Für das Heizelement benötigen wir als Halter eigentlich nur ein Stück vom Kunststoffprofil, dessen Mindestabmessungen so groß sind, damit dieses nicht in die Küvette fallen kann und Platz für eine Bohrung bietet, damit dieses über den Glaskolben des Heizelementes geschoben werden kann ohne dass dieses komplett durchrutschen kann.



In meiner Version erhält Halter zugleich eine Bohrung zur Durchführung des Luftschlauches zum Luftverteiler.

Leiterplattenhalter

Der Leiterplattenhalter muß mehrere Eigenschaften besitzen.

- zum einen soll die Leiterplatte sicher gehalten werden,
- zum anderen muss die Leiterplatte auch am Rand von der Ätzlösung umspült werden können
- und nicht zuletzt muss der Halter an unterschiedliche Leiterplattengrößen angepasst werden können.

Eine nahezu perfekte Lösung dieser gestellten Probleme bieten die u.a. von der Fa. ISEL auch einzeln erhältliche Leiterplattenhalter, welche auch auf die Abmessungen unserer selbst gebauten Ätzmaschine angepasst werden kann.

Aber was wäre das denn für eine Bauanleitung wenn nicht auch alles selbst gebaut bzw. beschrieben wird (so einfach mache ich es mir dann doch nicht).

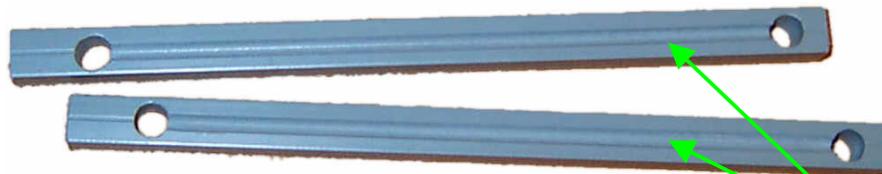
Das Problem besteht darin, eine einfache und dennoch praktikable und relativ einfach nachzubildende Konstruktion zu finden. Die entsprechenden Profile, wie von ISEL verwendet sind nicht so leicht zu beschaffen.

Wir benötigen folgende Materialien:

Ein quadratisches Kunststoffvollprofil etwa 11mm (11,5mm) Kantenlänge
ein flaches Kunststoffprofil etwa 3mm Stärke und ca. 35mm (35,5mm) Breite
ein rundes Kunststoffvollprofil mit einem Durchmesser von ca. 7mm (7,5mm)
Kunststoff oder Blechschrauben 3.5 x 20mm (Linsenkopf)

Die quadratischen Profile werden auf eine Länge von ca. 19 cm geschnitten, an beiden Enden mit einem Abstand von ca. 1 cm und ca. 2 cm zur Kante mit einer 8mm Bohrung versehen und eine Nut in das Profil von Bohrung zu Bohrung gefräst.

Zum Fräsen kann eine Mini- Bohrmaschine in einen Bohrständer fixiert und mit einem entspr. Fräsbohrer bestückt werden. Das Kunststoffprofil wird dann entweder in einem Schraubstock, welcher in welchem das Profil locker geführt wird oder an einem entspr. Anschlag geführt, damit die Nut auch gleichmäßig geführt wird. Natürlich kann auch ein Kreuzfrästisch benutzt werden, aber wer hat denn schon so was (außer mir natürlich) in seiner Werkstatt.



Eingefräste Nuten

WORKSHOP: Selbstbauanleitung für ein Leiterplatten Ätzgerät und Anleitung zum erstellen selbstentwerfener Leiterplatten

In die Bohrungen werden die runden, entsprechend gekürzten Kunststoffvollprofile gesteckt und später auf einer Seite verklebt, damit diese nicht herausrutschen können. Diese Stangen dienen später dazu, dass sich die Leiterplattenhalter, welche durch die Temperatur des Ätzbades verbiegen können zu stark auseinander biegen und somit die eingeklemmte Leiterplatte nicht verlieren. Außerdem hat die Leiterplatte hiermit einen Halt und kann nicht aus der Halterung fallen.

Deckelteil

Das Deckelteil wird entsprechend der verbleibenden Länge aus dem flachen Kunststoffprofil gefertigt. (Die Breite der Glasküvette, abzüglich der Breite der Halterung für das Heizelement).



Dann wird eine Nut eingefräst, in der dann mittels Schrauben die quadratischen Halter befestigt werden. Die Nuten sollten einen Abstand zum Rand von ca. 1 cm und untereinander einen Abstand von ca. 4 cm haben, somit hat der Deckelteil noch genügend Stabilität um nicht auseinander zu brechen und die Gesamte Aufhängung am Küvettenrand zu halten.

Montage des Leiterplattenhalters

Die beiden bearbeiteten Vierkantprofile werden mittels Schrauben am Deckelteil befestigt und die Rundstäbe durch die Bohrungen geführt. Die in die Vierkantprofile eingefrästen Nuten zeigen zueinander. Die Rundstäbe werden beide an einer Seite mit Kleber fixiert.



Endmontage

Die fertige Ätzmaschine kann jetzt in Betrieb genommen werden. Doch bevor ein endgültiges befüllen mit Ätzlösung durchgeführt wird, bitte ich nochmals um einen **Anschließenden Dichtigkeitstest und Funktionscheck** der fertigen anlage **mit WASSER**.

Der Schlauch des Luftverteilers wird über das Rückschlagventil mit der Membranpumpe verbunden und eingeschaltet.

Danach wird das Heizelement eingesetzt und in Betrieb genommen. Mit Hilfe eines Thermometers wird der Abschaltmoment auf ca. 50°C eingestellt.



FERTIG

Volumen reduzieren

Ist das Volumen für Eure Zwecke zu groß, könnt Ihr den Küvettenboden mit Glasperlen (Deko- Glaskiesel) auffüllen.

Diese Glasperlen verdrängen die Ätzlösung und somit kann man mit weniger Lösung arbeiten.

Warum nicht eine kleinere Küvette bauen oder einfach weniger Ätzlösung ansetzen?

Das Heizelement hat eine Mindestlänge, wenn dieses Heizelement nicht komplett mit der Heizwendel unter Wasser (Ätzlösung) steht, kann dieses zerplatzen. Durch die Glaskiesel wird gewährleistet, dass das Element komplett eintaucht aber weniger Volumen in der Küvette zur kompletten Füllung benötigt wird.

Echt Ätzend

Mögliche Ätzlösungen welche für dieses Gerät geeignet sind

Gut eignen sich folgende Lösungen

Ammoniumpersulfat

Das Mittel wird als weißes, kristallines Pulver geliefert, sollte luftdicht gelagert werden und ist etwas umweltfreundlicher als Eisen-III-Chlorid. Es reagiert ebenfalls hygroskopisch. 500 g des Mittels reichen für 2 Liter Ätzlösung. Beim Auflösen unter Rühren kühlt sich die Lösung deutlich ab, beim späteren Ätzen erwärmt sich die Lösung. Die frische Ätzlösung ist klar bis leicht milchig, mit zunehmendem Kupfergehalt verfärbt sie sich blau, bleibt jedoch immer durchsichtig, so dass der Ätzvorgang sehr gut kontrolliert werden kann. Die optimale Ätztemperatur beträgt ca. 40 °C, sie sollte weder deutlich höher (<50 °C) noch viel niedriger (>30 °C) sein. Die Ätzzeit beträgt 5 bis 10 Minuten. Während des Ätzens soll das Ätzbad leicht bewegt werden, um ein gleichmäßiges Abtragen des Kupfers zu erreichen. Das Mittel ist nicht für Schaumätzanlagen geeignet, der Hersteller empfiehlt die alleinige Verarbeitung in Glas-, Keramik- oder Emailgefäßen. Nach dem Ätzen die Leiterplatte sofort gut unter fließendem Wasser abspülen. Ein Ansatz ist in einem geschlossenen Glasgefäß lagerbar und mehrfach verwendbar (Aufnahme von bis zu 40 g Kupfer je Liter). Bei intensiver Blaufärbung ist die Lösung verbraucht. Nach Abkühlen bleiben blaue Kristalle zurück, die hochgiftig sind!

Meine **Erste Wahl** ist die Verwendung von

Natriumpersulfat

Das als „Feinätzkristall“ u.a. von Seno, gehandelte Ätzmittel sticht durch die Abwesenheit des sehr giftigen Ammoniums hervor und gilt deshalb als besonders umweltfreundlich, obschon auch hier die verbrauchte Lösung als Sondermüll gilt. Das Ätzmittel wird im Beutel für 0,5 l Ätzansatz geliefert. Es löst sich im Wasser schnell auf, kristallisiert nicht aus, ätzt mit sehr hoher Konturenschärfe und sehr geringer Unterätzung. Auch hier kühlt sich der Ansatz beim Einrühren des Ätzmittels in das Wasser ab und erwärmt sich beim späteren Ätzen. Das Ätzen erfolgt bei 40 °C bis 50 °C, auch hier beschleunigt die Badbewegung das Ätzen und sorgt für gleichmäßigen Kupferabtrag. Die Ätzzeit beträgt 10 bis 20 Minuten. Auch dieses Mittel ist nicht für Schaumätzen geeignet. Nach dem Ätzen die Leiterplatte sofort gut unter fließendem Wasser abspülen. Ein Ansatz kann in einem **offenen!** Gefäß aufbewahrt werden. Durch die ständige Gasentwicklung kann ein dicht verschlossenes Gefäß bersten! Auf eine entsprechende Belüftung ist zu achten.

Absolut ungeeignet

Ist der Einsatz von

Eisen III Chlorid

Und andere schäumende Lösungen

Dieses, fast schon historische Ätzmittel, neigt stark zum Schäumen und würde aus der Küvette überquellen. Hierfür gibt es andere „Schaumätzgeräte“

Außerdem ist ein begutachten der Leiterplatte und des Ätzfortschrittes durch die undurchsichtige bräunliche Lösung fast unmöglich.

Entsorgen von Ätzlösungen

Alle hier beschriebenen Ätzlösungen gelten als Sondermüll und sind entsprechend zu entsorgen. Sie dürfen in keiner Form, sowohl un- als auch verbraucht, verdünnt oder nicht, in das Abwassersystem gelangen. Diese Chemikalien sind als Sondermüll bei den Schadstoffsammelstellen abzuliefern, und zwar getrennt und deutlich deklariert! Früher empfohlene Neutralisierungsmöglichkeiten gelten nach aktueller Gesetzeslage nicht mehr, sofern sie nicht in industriellen, genehmigten und überwachten Anlagen erfolgen.

Vom Entwurf zur Leiterplatte

Hier soll nicht erklärt werden wie und womit man eine Leiterplatte designed, eher wie das Ergebnis vom Ausdruck zur fertigen Leiterplatte zustande kommt.

Es gibt mehrere Möglichkeiten wie man einen Film für die Belichtung erstellen kann. Ich beschränke mich hier auf die von mir bevorzugte Variante. Dies soll nicht heißen, das man es nur so machen kann oder soll.

Nachdem man sein Layout fertig entworfen hat, muss ein „Film“ erstellt werden, welcher als Vorlage für die Belichtung dient. **Die Bezeichnung Film ist allerdings etwas kulant zu verstehen.**

Empfehlenswert wäre hier ein Laserdrucker, aber auch Tintenstrahldrucker sollen mittlerweile gute Ergebnisse liefern, besonders dann wenn die verwendete Tinte feste Partikel enthält (wie etwa Tusche), was die nötige Lichtundurchlässigkeit fördert.

OHP-Folie eignet sich nicht so gut als Trägermaterial, da die Tinte oder der Toner hier nicht besonders gut und vor allem lichtdicht anhaften, auch nicht die speziellen Folien, welche überall angeboten werden.

Ich empfehle Pergamentpapier, welches für UV-Licht genügend durchlässig und außerdem noch viel günstiger ist.

Für feine Strukturen / Leiterbahnbreiten bis zu 0.016“ ~0,04mm ist diese Methode mit einem Laserdrucker (300dpi) absolut realistisch und reproduzierbar, darüber hinaus habe ich keine Erfahrungen sammeln können.

Für noch feinere Strukturen / Leiterbahnen kann man dann einen Vergrößerten Ausdruck in einem Reprostudio auf Strichfilm verkleinern lassen. **(Strichfilme kennen nur schwarz oder weiß aber keine Graustufen)**

Ausdrucke sollten spiegelverkehrt erfolgen.

Der Vorteil ist: wenn das Layout bzw. der Film zum belichten dann Seitenrichtig auf die Photoschicht aufliegt ist der bedruckte Teil direkt auf der Photoschicht und ein Verstreuen (durch den Film) wird so absolut reduziert.

Belichten

Auf die mit positiv Lack beschichtete Platine kommt der Film (natürlich dann seitenrichtig)

Dieser wird mit einer Glasplatte beschwert, um ein absolutes planes aufliegen auf der Photoschicht ohne Lufteinschlüsse zu bewerkstelligen.

In einem Abstand von ca. 20 cm (je nach Leuchtstärke und Größe der Leiterplatte) wird die UV Lampe positioniert (Osram Nitraphot S 250W)

Alternativ kann auch ein UV Belichtungsgerät oder eine andere UV Quelle dienen.

Die Belichtungszeit hängt vom Abstand und der Leuchtstärke der UV-Quelle ab (in meinem Beispiel ca. 3:00 bis 3:30 Minuten)

Der Raum muss dabei nicht abgedunkelt werden, da die Photoschicht nur auf das UV Licht reagiert. Ein Arbeiten unter direkter Sonneneinstrahlung sollte aber doch vermieden werden.

Entwickeln

Zum entwickeln wird eine spezieller Positiv – Entwickler verwendet, welcher nach Herstellerangaben angesetzt wird. Ich empfehle diesen in ein Kunststoff Quetschflasche mit Saugrohr zu lagern (bekommt man im Baumarkt oder in RK-Modellbaubedarf (Treibstoffflasche)). In dieser Falsche kann der angesetzte Entwickler bei Bedarf in einer Mikrowelle auf die benötigte Temperatur gebracht werden.

Mit dem Saugrohr kann zum einen die Leiterplatte mit dem Entwickler nachgespült werden und zum anderen aus der Entwicklerschale nahezu restlos zurück in die Flasche gesaugt werden.

Ein Weicher Pinsel erleichtert den Entwicklungsvorgang. Mit dem Pinsel sanft über die Belichtete Photoschicht streichen um gelöstes Material zu verteilen. Aber **Vorsicht, nicht kratzen.**

Nachdem die Leiterplatte komplett entwickelt ist, dies dauert je nach Lösung und Belichtung von einigen Sekunden bis zu einer Minute (länger sollte es nicht dauern) muss diese noch gespült werden.

Ich gebe abschließend noch ein paar Tropfen normales Pril (kein Konzentrat und auch ohne Duft) welches ich dann über die gesamte Oberfläche sorgsam mit einem (anderen) weichen Pinsel oder den Fingern verteile und noch mal gut abspüle. Auch hier aufpassen und nichts verkratzen.

Das Pril bietet zwei Vorteile: Das darin enthaltene Trennmittel, lässt das Wasser ohne Schlierenbildung restlos ablaufen und die basischen Eigenschaften neutralisieren den im Positivlack verbliebenen Entwickler (alkalisch sauer), was sich beim späteren Ätzen mit längeren Tauchzeiten (besonders bei feinen Strukturen) auswirkt, der Positivlack hält einfach stabiler (kann sich sonst besonders bei längeren Tauchzeiten ablösen).

Ätzen

Die zu verwendenden Ätzmittel wurden hier schon beschrieben.

Die Ätzmaschine ist fertig und dicht, und bereits mit der Ätzlösung gefüllt.

Den Luftverteiler mit der Membranpumpe wird als erstes in Betrieb genommen

Das Heizelement wird angeschlossen, und mittels des eingebauten Thermostates auf die benötigte Temperatur von ca. 50 °C eingestellt.

Wenn der Thermostat das erste mal abschaltet (Kontrolllampe geht aus) sollte das Ätzbad die benötigte Temperatur erreicht haben.

Nun die Leiterplatte hineinhängen und den Dingen Ihren Lauf lassen.

Ist die Leiterplatte fertig geätzt muss diese nur noch gebohrt und nachgearbeitet werden.

Nacharbeiten

Die Platine wird gebohrt und falls nötig der entgültigen Größe angepasst (geschnitten und gefeilt).

Den verbliebenen Positivlack und die beim bohren entstandenen Grate werden am besten mit Stahlwolle unter laufendem Wasser (Ako-Pads oder Abrazzo) entfernt.

Zum Abschluss sollten die Leiterbahnen mit Lötlack versiegelt werden, Dieser verhindert zum einen Korrosion der Kupferflächen und fördert den Lötvorgang.

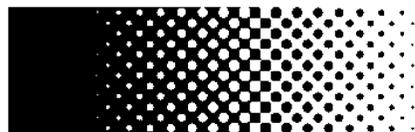
Fertig zu bestücken.

Grafiken Ätzen

Man kann nicht nur Leiterbahnen ätzen, auch Bilder sind möglich.

Natürlich sind keine Abstufungen oder Farben möglich, hier muss man sich mit einem Trick wie beim Zeitungsdruck behelfen:

Die Grafiken oder Bilder müssen aufgerastert werden (durch Dithering).
Helle Flächen haben kein oder ein feineres Raster als dunklere Flächen.
Und wer hat schon sein eigenes Bild in Kupfer?



© COPYRIGHT

Diese Anleitung und die beschriebene Platine
unterliegt dem Copyright Schutz und Urheberrecht.

**Der Nachbau im privaten Bereich
und für den privaten Gebrauch ist gestattet.**

Jegliche Veröffentlichung und/oder Vertrieb, auch auszugsweise,
bedürfen der schriftlichen Einwilligung des Autors

Autor:

Udo Grohmann

90419 Nürnberg