

Schaumätzanlage

Beim Bau einer Schaumätzanlage sind einige konstruktive Details für die Funktion von großer Bedeutung. Die Neigung der Platinenauflage sollte möglichst steil ausgeführt werden, damit der Schaumteppich möglichst schnell fließt. Dem entgegen steht aber die Schaumerzeugung. Bei einer steilen Auflage muß der Schaum in eine große Höhe gepumpt werden, dies gelingt nur mit erheblichen Luftleistungen. Es ist zwar möglich, den Schaum haltbarer und dickflüssiger einzustellen, dann läßt er sich mit relativ wenig Luft erzeugen, nachteilig ist aber dabei, daß der Schaum am Ende der Platinenauflage nicht mehr schnell genug zerfällt. Dickflüssiger Schaum enthält relativ wenig Flüssigkeitsanteil, er fließt langsamer und ist zu lange beständig. Für eine gute Schaumätzung benötigt man genau gegenteilige Eigenschaften. Der Schaum muß schnell fließen und rasch wieder zerfallen. Um einen dünnflüssigen Schaum zu erzeugen, benötigt man eine sehr leistungsfähige Luftpumpe. Für die Neigung der Platinenauflage wählen wir als Kompromiß einen Neigungswinkel von etwa 30° zur Waagerechten.

Der Luftausströmer muß sich an der tiefsten Stelle unter dem Flüssigkeitsspiegel befinden. Erfahrungsgemäß beträgt die Mindesttiefe gut 5 cm. Ist der Ausströmer in geringerer Tiefe angebracht, dann entsteht zwar Schaum, der Schaum kann aber nicht in eine nennenswerte Höhe steigen. Als Ausströmer eignen sich Aquarienausströmer aus weißem Stein oder Holz, nicht geeignet sind Steinausströmer in grüner oder brauner Farbe. Sie lösen sich in oxidierender Säure auf. Man sollte vor dem Bau der Anlage immer einen Versuch machen. Nachteilig an den Aquarienausströmern ist ihre kurze Baulänge. Wir benötigen einen feinporigen Ausströmer in der ganzen Breite der Ätzanlage. Hierzu gibt es poröse Kunststoffschläuche oder Rohre. Das Rohr besteht aus Niederdruck - Polyäthylen, Außendurchmesser 19 mm, innen 12,6 mm, Länge 500 mm, Porengröße 0,1 mm. Die Rohre sind in verschiedenen Porengrößen erhältlich. Zum Kleben kann man Epoxidharzkleber (z.B. UHU Plus endfest) verwenden. Die besten Ergebnisse erhält man mit einem Spezialausströmer einer professionellen Ätzanlage. Die Länge des porösen Rohres beträgt ca. 30 cm.

Die Ätzanlage benötigt einen durchsichtigen Deckel, damit man den Ätzworgang verfolgen kann. Soll das Ätzmittel in der Anlage verbleiben, dann ist darauf zu achten, daß der Deckel auch mit Sicherheit dicht schließt. Eine einfache Auflage aus Plexiglas, aus dem der Behälter besteht, ist dafür nicht ausreichend, besser man klebt noch eine Dichtung aus Gummiband auf.

Während des Ätzens muß aber für Entlüftung gesorgt werden, sonst baut sich ein Überdruck im Behälter auf. Da der fließende Schaum zerfällt, wird sich der Deckel in Kürze mit Ätzmittelspritzern bedecken. Verwendet man Eisen-III-chlorid als Ätzmittel, wird der Deckel bald undurchsichtig und ist nur schwer wieder zu reinigen! Um die Verschmutzung in Grenzen zu halten, sollte der Deckel einen großen Abstand von der Platinenauflage besitzen, mindestens 10 cm. Die kritische

Stelle ist der Schaumkanal, in dem der Schaum aufsteigt und dann über die Platinenaufgabe fließt. Diesen Kanal überdecken wir am besten mit einem Streifen Plexiglas, wie es die Skizze zeigt. Der Abdeckungsstreifen darf aber nicht festgeklebt werden, er muß zum Auswechseln des Ausströmers entfernbar bleiben. Man kann den Streifen mit Kunststoffschrauben befestigen oder ihn einfach in einer Schiebeführung lagern.

Die gesamte "Inneneinrichtung" des Behälters muß ebenfalls lösbar befestigt werden, vor allem die Platinenaufgabe. Die Platinenaufgabe muß unbedingt mit dem Behälter fest verbunden sein, sie neigt sonst zum Aufschwimmen, sobald die Schaumbildung einsetzt. Als Material für den Behälter und den Innenausbau wählen wir Plexiglas in einer Stärke von 4 mm. Das Material lassen wir am besten vom Händler zuschneiden. Exakte Maße, Winkel und gerade Schnitte sind sehr wichtig. Von Hand ist ein Sägen sehr mühsam, auch müssen die Trennflächen mit einer Feile nachgearbeitet werden. Man benötigt eine sehr gute Paßgenauigkeit aller Teile, man muß davon ausgehen, daß der Kleber keine Spalte überdeckt. Als Kleber verwenden wir den Spezialkleber ACRIFIX, dieser Kleber eignet sich auch für Plexiglas, welches mechanische Spannungen enthält. Ein falscher Kleber führt zur Rißbildung an den Klebeflächen. Den Spezialkleber erhält man dort, wo man das Plexiglas bezieht. Richtig ausgeführte Klebeflächen halten so gut wie verschweißt, sind wasserdicht und säurefest. Man verwende keinesfalls "irgendeinen" Kunststoffkleber für den Behälterbau. Für die Inneneinrichtung hat sich auch sogenannter Heißkleber (Heißklebepistole) bewährt.

Die im Handel angebotenen Kunststoff - Schrauben und auch Zahnräder bestehen meistens aus POM, sie sind nur bedingt säurefest. Wie Erfahrungen zeigen, lassen sich die Schrauben verwenden, wenn sie nur gelegentlich Säurespritzern ausgesetzt werden und nicht ständig in Säuren eintauchen. Der Platinenhalter wird ohnehin nach jedem Ätzvorgang gründlich ausgespült. In industriellen Ätzanlagen finden sonst nur reines Titan und PVC Verwendung. Nichtrostende Stähle sind ungeeignet. Plexiglas (Acrylglas) und PVC sind gut säurebeständig.

PVC ist auch etwas billiger als Plexiglas, doch gibt es nur durchgefärbtes PVC im Handel. PVC-Platten lassen sich auch mit einem PVC-Stab als Zusatzwerkstoff schweißen, die Qualität der Naht ist jedoch "geschicklichkeitsabhängig". Das Kleben ist allgemein einfacher. Wie schon erwähnt, erfordert eine brauchbare Schaumätzanlage eine ausgesprochen leistungsfähige Luftpumpe. Klein-Membranpumpen, wie sie im Aquarienhandel angeboten werden, leisten etwa 150 bis 250 Liter pro Stunde. Für eine Ausströmerlänge von 200 mm ist dies deutlich zu wenig. Man versuche, eine möglichst starke Pumpe zu bekommen. Als preisgünstiger Ersatz eignet sich auch ein alter Kühlschrankskompressor vom Schrottplatz.

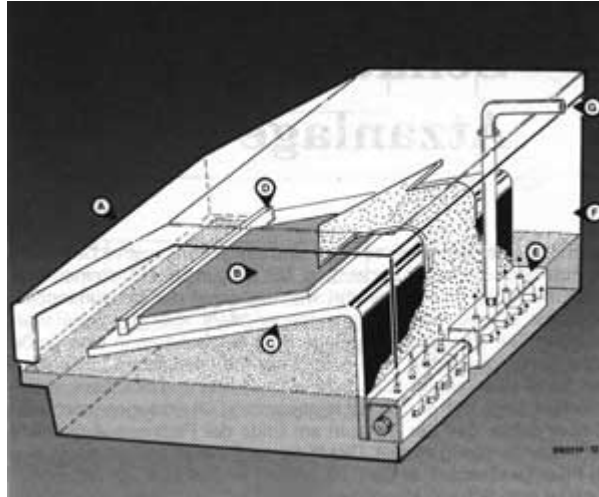


Bild 1: Aufbau einer Schaumätzanlage, (A) Gehäuse, (B) Platine, (C) Platinenhalter, (E) Ausströmer, (F) Gehäuse, (G) Luftzufuhr

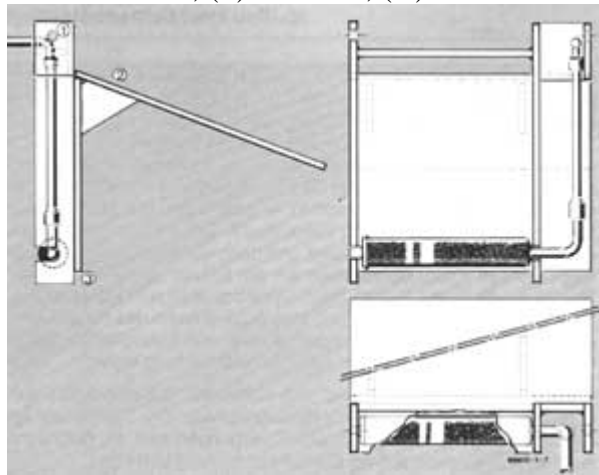
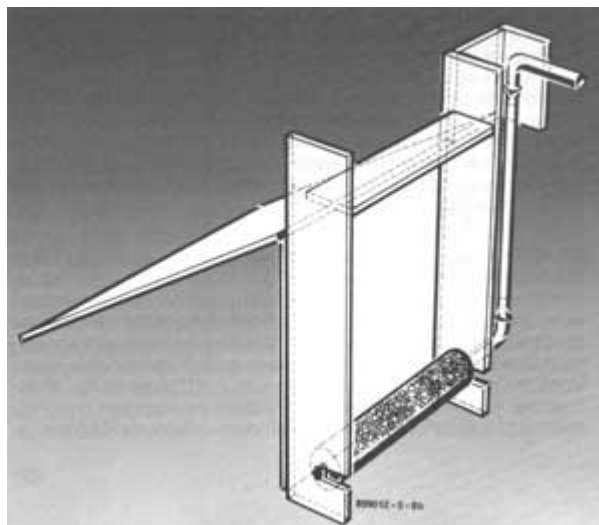


Bild 2: Die Selbstbau - Schaumätzanlage. Ansicht von vorne (rechts oben, Ansicht von oben (rechts unten, verkürzt dargestellt). (1) Gewinde M6, (2) Auflage für Platinenhalter, (3) ca. 5 mm Distanz lassen, Platinenauflage perspektivisch (unten).



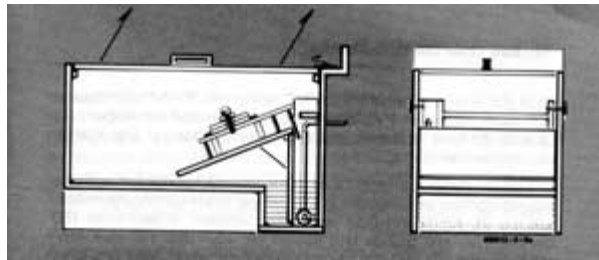


Bild 3: So wird der Platinenhalter eingehängt

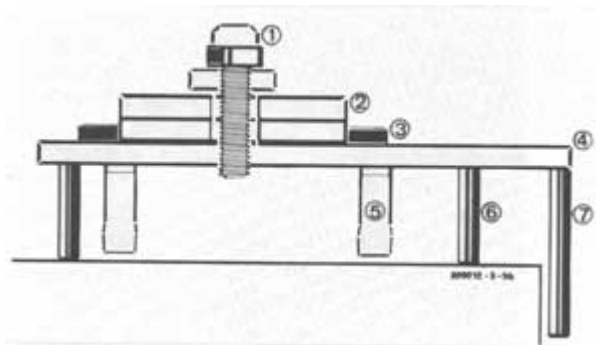


Bild 4: Aufbau des Platinenhalters, (1) Schraube M6, (2) Halterung, (3) Begrenzung des Schiebers, (4) Schieber, (5) Klemmfeder aus 1 mm Plexiglas, (6) Distanzstift, (7) Stift zum Einhängen

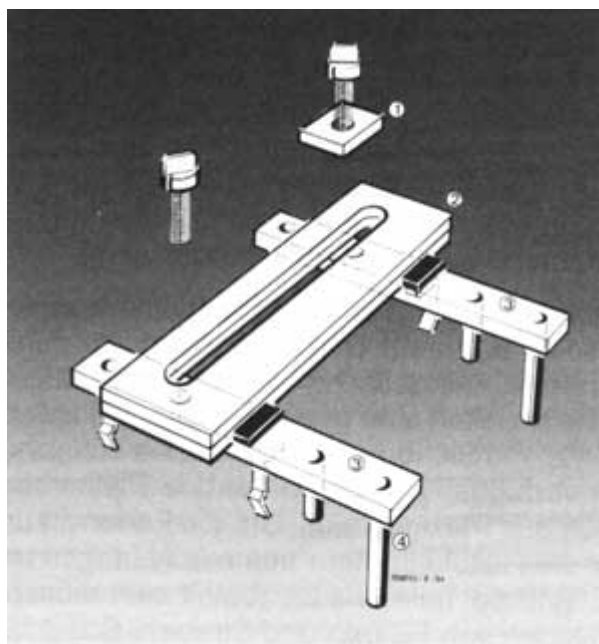


Bild 5: Platinenhalter perspektivisch, (1) Schrauben mit Muttern, (2) Halterung, (3) Schieber, (4) Einhängestifte.

Man kann Pumpen nicht ohne weiteres parallelschalten, um bei gleicher Druckleistung die Luftleistung zu erhöhen. Man muß die Pumpen über Drosselventile zusammenschalten. Die Drosseln wirken wie Lastverteilerwiderstände an parallelen Transistoren. Als Drosseln braucht man nicht unbedingt richtige Ventile einzubauen, es genügen schon dünne Schläuche mit einer gewissen Länge, sie erzeugen den Strömungswiderstand. Als "dünnen" Schlauch kann man in diesem Zusammenhang einen Schlauch mit weniger als 6

mm Innendurchmesser ansehen. Der Strömungswiderstand hängt etwa quadratisch vom Durchmesser ab. Wenn man mehrere kleine Ausströmersteine anstelle eines langen porösen Rohres verwendet, ist es empfehlenswerter, jeden Ausströmer mit einer eigenen Pumpe zu versorgen, als alle Ausströmer an einer gemeinsamen Druckleitung anzuschließen. Aus Sicherheitsgründen müssen Pumpen immer über dem Flüssigkeitsspiegel montiert werden, damit kein Ätzmittel aus der Anlage herauslaufen kann. Ferner sollte man auch unbedingt eine Schale anfertigen, um die ganze Anlage hineinzustellen. Die Wandhöhe der Schale wird so bemessen, daß die gesamte Ätzlösung aufgenommen werden kann, falls die Ätzanlage einmal undicht werden sollte.

Der Konstruktion des Platinenhalters ist besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Die Platine sollte an ihrem Rand möglichst nur punktwise berührt werden. Größere Anlageflächen stören das Ätzergebnis. Weiterhin sollten die Haltestellen eine gewisse Elastizität aufweisen, um die Platine mit genügend Sicherheit zu greifen. Da Titanblech für Halteklammern kaum verfügbar ist, führen wir den Platinenhalter mit allen weiteren Teilen aus Plexiglas aus. Um die Federwirkung zu erzielen, gestalten wir die Halteklammern aus relativ langen und dünnen Plexiglasstreifen. Andere Teile, die biegesteif sein müssen, verstärken wir durch Aufkleben von Rippen und Streben. Somit lassen sich die gewünschten Eigenschaften der Einzelteile durch entsprechende konstruktive Gestaltung erreichen.

Die Platine sollte, im Halter eingesetzt, nicht auf der schiefen Ebene im Behälter aufliegen. Um auch doppelseitige Platinen ätzen zu können, muß der Schaum an beiden Platinenseiten gleichzeitig vorbeiströmen. In der Regel benötigt man einen Spalt von Platinenunterseite zur Auflageebene von ca. 5 mm. Es ist zweckmäßig, den Spaltabstand in irgendeiner Form einstellbar zu gestalten. Den richtigen Abstand kann man später erst im richtigen Betrieb der Anlage feststellen. Ist der Abstand zu klein, dann fließt zuwenig Ätzmittel auf der Platinenunterseite, der Schaumteppich wählt immer den Weg des kleinsten Strömungswiderstandes und ätzt die Unterseite zu langsam. Ist hingegen der Abstand zu groß, geschieht das Gegenteil, und die Platinenoberseite wird zu wenig geätzt. Begnügt man sich mit einer sehr mäßigen Ätzqualität (Unterätzungsfaktor), braucht man sich über die Schaum - Flußgeschwindigkeit keine allzu großen Sorgen zu machen. Wirkliche Probleme treten auf, wenn man Leiterbahnen von 0,1 mm auf großflächigen Platinenformaten erzeugen möchte. Im allgemeinen sollte eine Ätzung nicht länger als 15 Minuten - als grobem Richtwert - dauern. Dauert sie länger, ist entweder das Ätzmittel verbraucht, weist eine unbrauchbare Zusammensetzung auf oder ist einfach zu kalt.

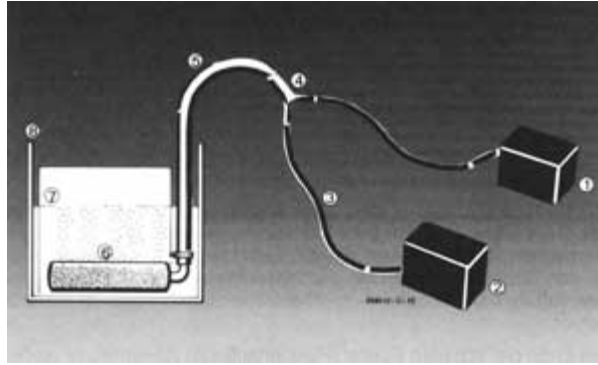


Bild 6: Parallelschaltung von zwei Luftpumpen, (1) Pumpe, (2) Pumpe, (3) langer, dünner Schlauch, (4) Verbindungsstück, (5) kurzer, dicker Schlauch, (6) Ausströmer, (7) Schaum, (8) Ätzanlage.

Mit hoch konzentriertem Eisen-III-chlorid läßt sich bei Raumtemperatur um 22°C zufriedenstellend arbeiten. Ammoniumpersulfat benötigt 40°C, sonst arbeitet es fast überhaupt nicht. Mit Salzsäuremischung läßt sich ebenfalls schon bei Raumtemperatur arbeiten, eine Erwärmung ist aber vorteilhaft. Zur Beheizung der Ätzanlage eignen sich bedingt Aquariumheizer aus Glas. Um halbwegs in vernünftigen Zeitbereich aufheizen zu können, benötigt man etwa 200 Watt pro Liter Ätzflüssigkeit. Die Heizstäbe müssen meist bis fast zum Kabelansatz in Flüssigkeit eingetaucht sein, sonst brennen sie durch. Einige Spezialheizer kommen mit einer weit geringeren Eintauchtiefe aus. Einen Heizstab völlig in Ätzmittel zu versenken, ist problematisch. Es ist vertretbar, wenn man ihn nach dem Ätzen mit Wasser spült. Nicht alle Kunststoff- oder Gummidichtungen vertragen über längere Zeit einen Aufenthalt in heißer Säure.

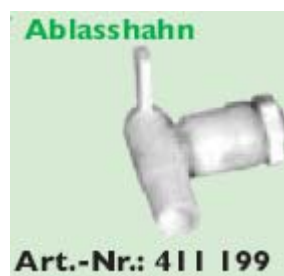
Den Boden der Ätzanlage führen wir nicht einfach plan aus, besser ist eine Ausbuchtung, wie es die Skizze zeigt. Dadurch kann man das Mindest - Füllvolumen erheblich reduzieren. Das Mindest - Füllvolumen wird durch die erforderliche Eintauchtiefe der Heizstäbe und der Mindesttiefe für den Ausströmer bestimmt. Der Ausströmer sollte wenigstens etwa 5 cm unter dem Flüssigkeitsspiegel liegen. Die Bodenausbuchtung stellt aber keinen abgetrennten Hohlraum dar. Der Boden unter der Bucht ist sozusagen offen. Bei einer Hohlraumkonstruktion hätte man ständig verschiedene Druckverhältnisse an den Begrenzungswänden durch wechselnde Temperaturen und dies ruft - vermeidbare - mechanische Spannungen im Material hervor. Am Ende der schiefen Ebene (Platinenauflage) ist ein relativ großer Freiraum erforderlich, damit der Schaum genügend Platz vorfindet und mit etwas zeitlicher Verzögerung zerfallen kann. Der Freiraum sollte etwa so groß wie die Platinenauflagenfläche sein, besser noch mehr. Der Schaumteppich muß im Betrieb die Auflageebene rasch herunterfließen und sich nicht am Ende aufstauen.

Entscheidet man sich für Eisen-III-chlorid als Ätzmittel, dann darf der Ausströmer nicht ganz am Grund aufsitzen. Eisen-III-chlorid bildet einen schlammartigen Bodensatz, der den Ausströmer bei einer langen Arbeitsunterbrechung verstopfen kann. Auch verschmutzen alle Scheiben stark und werden undurchsichtig. Bei den

anderen Ätzmitteln besteht dieser Nachteil nicht. Ammoniumpersulfat kann bei niedriger Lagertemperatur auskristallisieren, auch die Kristalle verstopfen den Ausströmer. Glücklicherweise lassen sich die Kristalle mit heißem Wasser in einiger Zeit wieder auflösen. Da man mit allen Schwierigkeiten rechnen muß, ist es unbedingt ratsam, die Anlage so zu konzipieren, daß die Innenaufbauten leicht zu entfernen sind. Kunststoffschrauben sollten nicht ständig mit dem Ätzmittel in Berührung sein. Bei allen Ätzmitteln verläuft der Ätzprozeß exotherm, d. h. es wird Wärme erzeugt. Daher ist ein Thermometer für eine Temperaturüberwachung nötig. Die günstigste Ätztemperatur beträgt ca. 40°C, viel höher sollte die Temperatur nicht steigen. Es muß dann für Kühlung gesorgt werden, oder man unterbricht die Arbeit.

Autor: Michael Schramm

Anmerkung: Es dürfte vorteilhaft sein, einen Ablasshahn (z.B. Fa. ISEL bzw. PRO MA) zum Entleeren der Anlage vorzusehen. Bei größeren Anlagen könnte es erforderlich sein, Verstärkungsleisten in die Behälterecken zu kleben.



Nach Dietmar Bungard ist die beste Eisen-III-chlorid Konzentration bei 33% erreicht. Bei höherer Konzentration verlangsamt sich der Ätzvorgang wieder. Wird 800g Granulat (grau-gelbe bis rötliche Kügelchen) in 1Liter warmem Wasser gelöst, erhält man 1,4Liter gebrauchsfertige 33%ige Ätzlösung. Bei stark kalkhaltigem Wasser eventuell destilliertes Wasser zum Ansatz benutzen.

Die Eisen-III-chlorid Lösung besitzt eine natürliche Schaumbildung und bietet sich deshalb für den Einsatz in Schaumätzanlagen an. Des weiteren ist die Lösung stabil und kann somit in der Anlage verbleiben. Die Ergiebigkeit ist höher als bei Natrium- oder Ammoniumpersulfat und sie muß zum Ätzen nicht unbedingt erwärmt werden. Auch werden keine Gase erzeugt, die alle im Raum befindliche Metalle angreifen, wie dies z.B. bei der Salzsäureätzung geschehen kann. Leider ist die Eisen-III-chlorid Lösung nicht durchsichtig, neigt zur Schlamm- und Schmutzbildung und sie macht häßliche Flecken, die sich aber mit einem speziellen Fleckentferner z.B. RX3 von Fa. Bungard entfernen lassen.

ACHTUNG!

Verbrauchte Ätzlösungen sind, durch das darin gelöste Kupfer, giftig und schädigen, wenn sie ins Abwasser oder Grundwasser gelangt, die Umwelt. Bitte als Sondermüll an den Schadstoffsammelstellen bzw. am Schadstoffmobil abgeben. Geeignete Behälter sind z.B. Kanister für destilliertes Wasser aus der Drogerie bzw. dem Drogeriemarkt. Bei kleineren Mengen eignen sich auch Behälter anderer Haushaltschemikalien wie Weichspüler. Behälter mit Ätzlösungen, die Persulfat oder Peroxyd enthalten, nicht luftdicht verschließen, da sie ausgasen können. Eine kinder- und haustiersichere Aufbewahrung, sowie eine ordnungsgemäße Beschriftung der Behälter mit dem Hinweis auf das darin gelöste Kupfer, sollte selbstverständlich sein! Wenn man einen sicheren, geeigneten Ort findet, kann man auch die Flüssigkeit offen stehen und das darin enthaltene Wasser verdunsten lassen.