

Bau eines Mikroskopständers

Helmut Stadelmeyer

Wozu braucht ein Hobbyelektroniker einen besonderen Ständer für sein Mikroskop und wozu braucht er überhaupt ein Mikroskop, wenn er nicht auch Hobbybiologe ist? Auf die einfache Frage die einfache Antwort:

Weil man ohne ein solches Instrument bei der Arbeit mit SMD-Bauteilen schnell in Schwierigkeiten gerät, besonders dann, wenn im fortgeschrittenen Alter die Sehkraft nachgelassen hat. Und warum der Ständer für das Mikroskop ein besonderer sein soll, wird nachstehend erklärt.

SMD-Bauteile werden in immer kleineren Abmessungen hergestellt und verbaut, die derzeitige Untergrenze für zweipolige Bauteile liegt bei 0,5*1 mm. Die Verarbeitung solcher und auch etwas größerer Winzlinge liegt aus mehreren Gründen vermutlich noch längere Zeit außerhalb unserer Möglichkeiten. Dabei ist nicht so sehr das Sehen die Hürde, sondern das passende Werkzeug, mit dem diese Bauteile auf der Leiterplatte verlötet werden müssen. Deshalb warten wir geduldig auf eine Beschreibung, die uns zeigt, wie man zu einem brauchbaren und vor allen Dingen erschwinglichen Reflow-Ofen kommt und wie man damit erfolgreich umgeht. Ein Pizzaofen ist dafür nicht die erste Wahl...

Die größeren SMD-Bauteile mit 1206, 0805 und 0603 sind mit unseren Mitteln hingegen handhabbar und mit einem temperaturgeregelten Kolben mit passender Spitze auch durchaus ordentlich zu verlöten, sofern die Hand nicht zu sehr zittert. Die Kontrolle der Lötstellen mit einer starken Lupe zeigt dann zwar, ob sie elektrisch einwandfrei und schön geworden sind, aber was tun, wenn das nicht der Fall ist? Dann heißt es, das Bauteil entfernen, die Lötstelle säubern und von vorne beginnen. All das muß nicht sein, wenn man schon beim Löten einwandfreie Sicht hat.

Solange man gut sieht, geht das mit einer großen Leuchtlupe noch einigermaßen zufriedenstellend. Diese Lupen sind am Ende eines schwenk- und ausziehbaren Armes befestigt und sollen eine Leuchtstoffröhre oder LEDs als Leuchtmittel haben. Mit diesen Lupen sind beide Hände frei zum Arbeiten, ebenso ist der notwendige Abstand von 15 bis 20 cm zwischen Linse und Werkstück vorhanden. Sie haben jedoch so gut wie nie mehr als drei Dioptrien, was für viele Anwender zu wenig ist. Besser geht es mit einem Mikroskop auf einem Ständer, man braucht dazu allerdings von beiden das Richtige. Auf folgendes sollte man achten:

Anforderungen an das Mikroskop

- Es soll ein Stereomikroskop sein, damit beide Augen dasselbe Bild sehen; ansonsten ermüdet man sehr rasch. Ungeeignet sind für unseren Zweck Geräte mit einem Objektivrevolver, weil bei denen der Abstand zwischen Objektiv und Objekt viel zu gering ist – man kann auf keinen Fall löten. Zudem ist in aller Regel die Vergrößerung zu stark.
- Die Vergrößerung soll zumindest in einigen Stufen einstellbar sein, etwa 4-, 8-, 16- und 25-fach. Ideal ist ein Gerät mit Zoomoptik, die im Bereich von vielleicht 0,7 bis 4 einstellbar ist. Das entspricht einem Verstellbereich der Vergrößerung von fast 1:6 bei unverändertem Abstand zwischen Mikroskop und Objekt.
- Die Okulare haben üblicherweise eine Vergrößerung von 10, es gibt aber auch andere. Ebenso haben die Okulare unterschiedlicher Fabrikate oft unterschiedlichen Durchmesser, insgesamt sind die Okulardurchmesser aber auf wenige Dimensionen beschränkt.
- Vorsatzlinsen haben eine Vergrößerung von 0,5, 2,0 oder auch mehr (das ist die untere Linse). Was für unseren Zweck wünschenswert ist, wird nachstehend genauer beschrieben.
- Beschaffen kann man ein solches Mikroskop bei eBay, vielleicht auch beim Optiker seines Vertrauens. Man wird allerdings auf das wahre Schnäppchen zumeist ein wenig warten müssen.



Abb. 1: Stereo-Zoommikroskop mit 0,5er-Vorsatzlinse

Mikroskopständer

Die Gesamtvergrößerung eines Mikroskops ist das Produkt aus Okular-, Gehäuse- und Vorsatzlinsenvergrößerung. Beim in Abb. 1 gezeigten Instrument beträgt beispielsweise die geringste Vergrößerung $10 \cdot 0,7 \cdot 0,5$ entsprechend 3,5-fach mit der 0,5er Vorsatzlinse und die stärkste $10 \cdot 4,2 \cdot 2$ entsprechend 84-fach mit der 2,0er Vorsatzlinse.

Der Abstand von der Vorsatzlinse zum betrachteten Objekt beträgt bei der 0,5er-Linse 15 cm und bei der anderen etwa 3,5 cm. Nur erstere ist beim Löten verwendbar, letztere ist wegen des geringen Abstandes nur zur Kontrolle der Lötstellen zu gebrauchen; dafür ist sie aber sehr gut geeignet.

Ein Arbeitsabstand von ungefähr 15 cm stellt einen guten Kompromiß dar, weil damit die Einblicksöffnung der Okulare für die meisten von uns noch in einer brauchbaren Höhe ist. Notfalls muß man eine Sitzunterlage verwenden, um einige Zentimeter an Höhe zu gewinnen oder zu einem niedrigeren Arbeitstisch gehen. Ein solcher Abstand zwischen Vorsatzlinse und Werkstück ist auch groß genug, daß sich der Lötrauch nicht zur Gänze auf der Linse niederschlägt.

Man muß also bei der Wahl des Mikroskops und des Zubehörs sehr genau darauf achten, daß das Instrument für diesen Arbeitsabstand geeignet ist!

Anforderungen an den Ständer

Wir sehen schon: der Abstand des Mikroskops zum Objekt soll in einem verhältnismäßig großen Bereich veränderbar sein. Weil wir es in der Praxis nicht immer mit einer flach auf der Grundplatte des Ständers liegenden Platine zu tun haben werden, sondern mitunter auch mit einer fünf oder mehr Zentimeter hohen Baugruppe, sollen bei der Höhenverstellung zusätzlich etwa 10 cm Reserve vorhanden sein. Der gewünschte senkrechte Verfahrweg wird also 25 bis 30 cm betragen.

Es ist nicht auszuschließen, daß wir gelegentlich eine Baugruppe untersuchen oder anfertigen, die 20 cm oder noch mehr in der Tiefe hat. Dazu ist es wünschenswert, das Mikroskop auch in der waagrechten Ebene zu justieren, der Verfahrweg soll dabei wenigstens 10 cm betragen. Es soll demnach in zwei Achsen verstellbar sein, wofür ein herkömmlicher Mikroskopständer nicht gebaut ist. Man schaue sich dazu nur einmal die bei eBay angebotenen Instrumente genauer an.

Die Bezeichnung der Achsen erfolgt im weiteren Verlauf der Beschreibung so, wie das bei einer Fräsmaschine üblich ist:

Nach links oder rechts = X-Achse; nicht verstellbar; dazu muß die Baugruppe bewegt werden

Tiefenverstellung (zum Körper des Betrachters hin bzw. vom Körper weg) = Y-Achse

Höhenverstellung = Z-Achse

Daß eine selbst angefertigte Konstruktion nicht so stabil sein wird wie ein professioneller Mikroskopständer, ist einleuchtend. Das Bild wird deshalb bei Berührung des Mikroskops oder des Ständers nicht immer ganz ruhig stehen, sondern hin und wieder kurzzeitig etwas wackeln. Das ist der Preis für die Tatsache, daß unser Ständer mit verhältnismäßig einfachen Mitteln herstellbar und die Gesamtanordnung leicht transportabel ist. Wollte man die Stabilität eines richtigen Mikroskopständers erreichen, dann wäre er vielleicht noch zu tragen, aber niemals selbst anzufertigen.

Nun ist es aber nicht so schlimm, wenn das Bild ein wenig wackelt, weil man das Mikroskop nur zum Verstellen anfassen wird, nicht aber beim Durchschauen – da man hat normalerweise LötKolben und Lötzinn in den Händen und das Auge hat vom Okular einen zentimetergroßen Abstand; in dieser Entfernung ist das beste Bild zu erzielen. Man wird das von Fall zu Fall probieren und dazu den Okularabstand des Instrumentes genau passend auf den Augenabstand einstellen müssen.

Am Beispiel des Mustergerätes werden die Einzelteile und die beim Bau und bei der Verwendung gewonnene Erfahrungen beschrieben. Auch die Frage, woher die Einzelteile stammen, wird beantwortet.

Grundplatte

Damit die Baugruppen nicht den Tisch zerkratzen, sondern auf der Grundplatte Platz finden, sollen die Abmessungen ungefähr $30 \cdot 25$ cm sein (Y * X). Das trägt ebenso zu einer ausreichenden Standfestigkeit bei. Geeignete Materialien sind Holz, Kunststoff oder auch Metall. Wichtig ist ausreichende Steifigkeit, damit das Bild möglichst ruhig wird. Beim Mustergerät ist ein Abfallstück einer 10 mm dicken Platte aus Pertinax ver-

Mikroskopständer

wendet worden, das eine helle, einfarbige Oberflächenbeschichtung ähnlich der einer Küchenarbeitsplatte hat. Solche Platten werden im Sanitärbereich verwendet, weil sie absolut feuchtigkeitsunempfindlich sind.

Die Platte steht auf vier massiven Gummifüßen mit etwas mehr als 30 mm Durchmesser und 18 mm Höhe, die ein ausgerangierter Overheadprojektor spendiert hat. So kann man unter die Platte greifen und sie bequem anheben, es ist nicht notwendig, die ganze Anordnung an der Säule anzufassen. Die M4-Schrauben der Füße sind in Sacklöchern mit 5 mm Gewindetiefe befestigt. Des schöneren Anblicks wegen ist beim Bohren der Löcher genau auf die Tiefe zu achten, nicht durchbohren.

Säule

Hier hat wieder der Overheadprojektor ausgeholfen: der Umlenkspiegel ist bei diesen Geräten zum Zweck der Fokussierung in der Höhe verstellbar. Das geschieht mittels einer in die Säule eingelegten Zahnstange, in die ein im Schlitten befestigtes Ritzel eingreift, das wiederum mit einem großen Drehknopf verbunden ist. Die Kraft zum Verschieben des Schlittens ist auf seiner Rückseite mit einer Schraube einstellbar. In der $16 \times 16 \text{ mm}^2$ großen Öffnung an seiner Vorderseite war der Halter für den Umlenkspiegel befestigt. Die Säule im Mustergerät besteht aus einem stranggepreßten Aluminiumprofil mit $25 \times 25 \text{ mm}^2$ und 2 mm Wandstärke, die Länge über alles beträgt 40 cm. Auf der Rückseite erhält sie im Bereich des Fußes in passendem Abstand zwei Löcher für die Befestigungsschrauben.

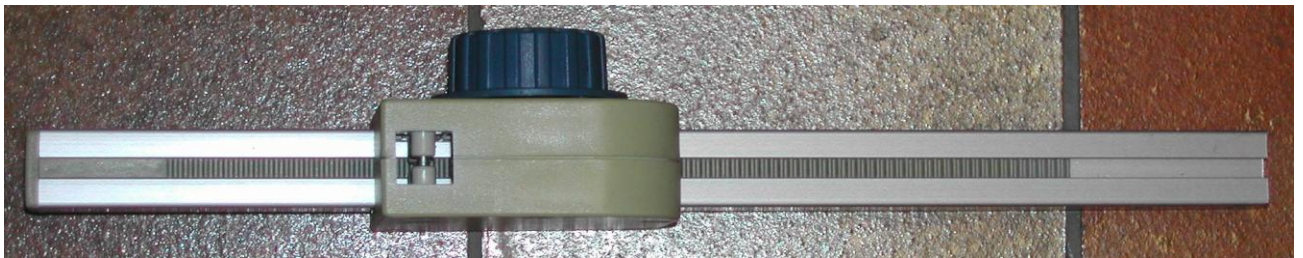


Abb. 2: Säule mit Schlitten

Fuß für die Säule

Die Skizze in Abb. 3 zeigt einen Vorschlag, wie man aus einem Stück Rundalu mit 80 bis 100 mm Durchmesser und ungefähr 60 mm Höhe auf der Drehmaschine den Fuß anfertigen kann. Der Durchmesser der mittigen Bohrung soll gerade so groß sein, daß die Säule stramm hineinpaßt. In die Säule wird ein ebenfalls stramm passend zurechtgemachtes Vierkantstück aus Alu eingeschoben, das im Abstand von 40 mm zwei M6-Gewinde hat. Die Säule wird auf der Rückseite des Fußes mit Inbusschrauben festgehalten.

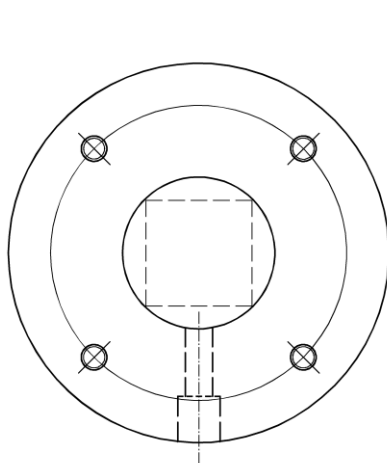


Abb. 3: Säulenfuß

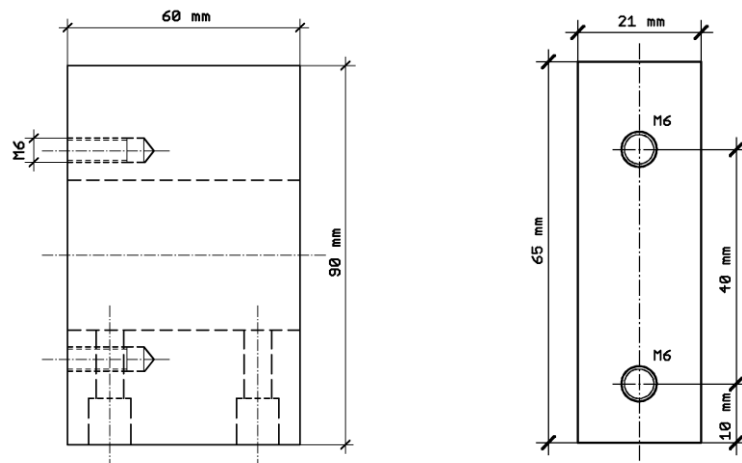


Abb. 4: Kern in der Säule

Mikroskopständer

Auf seiner Unterseite hat der Fuß in vier Sacklöchern M6-Gewinde für Schrauben zur Befestigung auf der Grundplatte. Beim Mustergerät hat sich für den Fuß ein vorhandenes zweiteiliges Alu-Rundstück aus dem Schrott angeboten, das einmal Teil einer optischen Vorrichtung gewesen ist.

Halierung für das Mikroskop

Wenn man schon einen Overheadprojektor zerlegt, dann hat man auch die Halierung für den Umlenkspiegel, die beim Muster aus zähem, aber dennoch gut bearbeitbarem Plastik gemacht ist. Sie eignet sich vorzüglich für unser Projekt, wenn man den Innendurchmesser der Linsenhalterung soweit vergrößert, daß das Mikroskop genau hineinpaßt. Der notwendige Durchmesser beträgt beim Muster 98 mm. Will man die Lackierung des Mikroskops schonen, dann empfiehlt es sich, die Öffnung mit einem Streifen Stoff auszukleiden. Das Mikroskop soll letztendlich stramm in der Öffnung sitzen.

Die Öffnung ist auf mehrere Arten herstellbar: ein wenig mühsam mit einer Raspel oder einer Laubsäge, etwas bequemer und vielleicht genauer auf einer Fräsmaschine mit Ausdrehvorrichtung. In jedem Fall ist sehr sorgfältige Arbeit vonnöten, wenn das Endergebnis auf Dauer Freude machen soll. Das linke Ende der Halierung in Abb. 5 steht mit ungefähr 20 Grad Neigung schräg nach oben. Es wurde nicht abgetrennt, denn es stört nicht und ist ein recht praktischer Blendschutz.



Abb. 5: Fertig bearbeitete Öffnung zur Aufnahme des Mikroskops



Abb. 6: Unterseite mit Platten zur Versteifung

Weil das Mikroskop immerhin 1,8 kg hat und die Wandstärke der Halierung nur 3 mm beträgt, ist eine Versteifung auf der senkrechten, der Säule zugewandten Seite notwendig: innen und außen ist jeweils eine Platte aus 4 mm dickem Aluminium beigelegt. Die so verstärkte Halierung wird mittels 2 Stück M5-Inbusschrauben mit dem Verbindungsstück, das im Schlitten befestigt ist, verschraubt.

Die Platten haben noch zwei zusätzliche Löcher zur Befestigung der horizontalen Verstelleinrichtung, die bei deren Nichtgebrauch mit kürzeren Schrauben und Muttern verschlossen werden. Im gegenständlichen Fall haben die Führungsstangen der Verstelleinrichtung einen Mittenabstand von 80 mm (siehe Abb. 7)

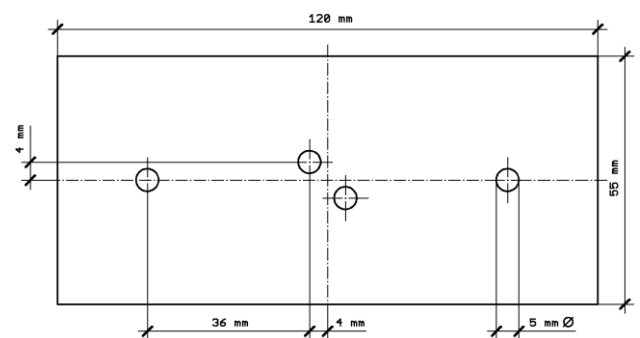


Abb. 7: Skizze der Versteifungsplatten

Verbindungsstück zwischen Vertikalschlitten und Halierung

Dieses Teil hat das meiste Kopfzerbrechen bereitet, weil es einfach herstellbar sein soll, den Abstand in der Y-Achse zwischen Säule und Mikroskop nicht unnötig vergrößern soll und die Halierung bei richtiger Montage keinesfalls wackeln darf. Beim Muster ist letztlich eine Schraubverbindung gewählt worden.

Mikroskopständer

Das Verbindungsstück ist im Schlitten in der in Abb. 2 ersichtlichen quadratischen Öffnung befestigt. Dabei greifen die 7,5 mm dicken Plastikzapfen in genau passende Löcher des Verbindungsstückes ein. Seine Breite ist so gewählt, daß es von den beiden Schlittenhälften bei angezogenen Schrauben ganz fest eingeklemmt wird (Übermaß ca. 0,1 mm). Passen die Löcher im Verbindungsstück genau, dann sitzt es absolut fest im Schlitten.

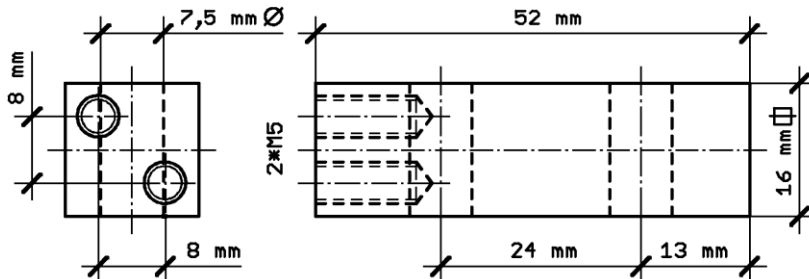


Abb. 8: Verbindungsstück beim Mustergerät

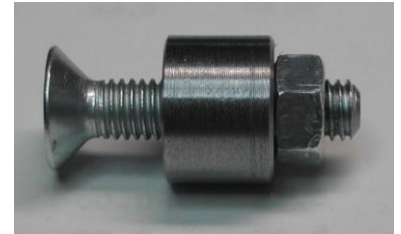


Abb. 9: Vorrichtung zum sauberen Bearbeiten von gekürzten Schrauben

An der Stirnseite hat das Verbindungsstück zwei diagonal angeordnete M5-Gewindelöcher mit 10 mm Tiefe, in die Inbusschrauben durch die Halterung und die beiden Versteifungsplatten hindurch eingreifen. Die Schrauben waren passend zu kürzen und wegen des weichen Materials des Verbindungsstückes sehr sauber zu entgraten. Abb. 9 zeigt dazu einen Behelf für die Drehmaschine. Das Rundstück hat ein der Schraube entsprechendes Innengewinde.

Sind die beiden Inbusschrauben fest angezogen, dann ist die Halterung für das Mikroskop ausreichend stabil mit dem Schlitten auf der Säule verbunden.

Horizontalverstellung

Ist es einmal erforderlich, den Betrachtungsabstand in der Y-Achse zu vergrößern, dann kann mit ein paar Handgriffen der Zusatz montiert werden – der Umbau dauert keine fünf Minuten. Eingefügt wird die Horizontalverstellung zwischen dem Verbindungsstück und der Mikrophalterung. Es ist nicht notwendig, dafür in diesen beiden Teilen neue Löcher anzubringen.

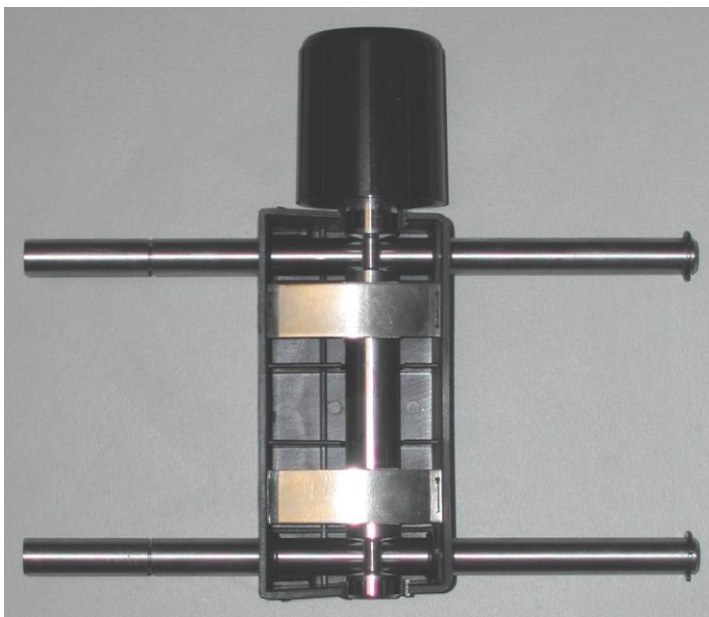


Abb. 10: Horizontalverstellung aus einem ausgemusterten DURST-Vergrößerungsapparat

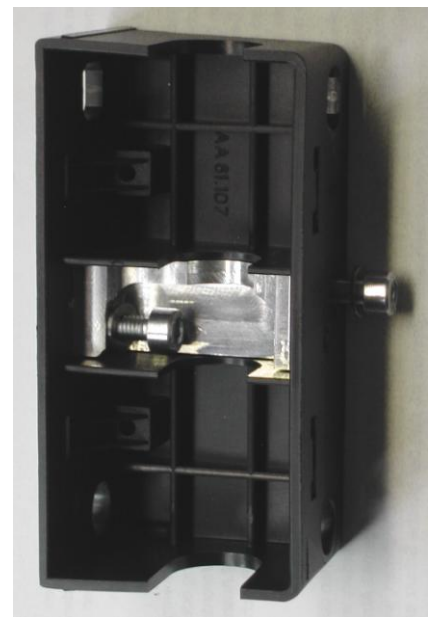


Abb. 11: Mit einem Stück Aluminium verstärkter Grundkörper der Horizontalverstellung

Die in Abb. 10 gezeigte Baugruppe hat einen Grundkörper aus hochwertigem, aber dünnem Plastik, er ist ohne Änderung für unseren Zweck zuwenig steif. Deswegen wurde in der Mitte des Plastikteils ein Alustück stramm passend eingelegt, das mit dem Verbindungsstück verschraubt wird. Um Platz für die Antriebswelle

Mikroskopständer

und die Schraube zu schaffen, sind im Alustück entsprechende Ausnehmungen notwendig, die nur auf einer Fräsmaschine gemacht werden können.

Beleuchtung

Derzeit dient eine 20-W-Halogenleuchte mit zwei Teleskopstangen, die den Lampenkopf tragen, als Lichtquelle. Es ist jedoch geplant, sie in nächster Zeit durch zwei LED-Leuchten auf Schwanenhälsen oder eine in die Halterung eingebaute Beleuchtung zu ersetzen. Damit wird eine bessere Ausleuchtung des interessierenden Bereiches möglich.

Die Anfertigung dieser Beleuchtung wird zu gegebener Zeit in einem gesonderten Beitrag beschrieben.

Anpassungsmöglichkeiten



Abb. 12: Normalzustand des fertigen Instruments



Abb. 13: Instrument mit montierter Horizontalverstellung

Wie Abb. 2 und Abb. 12 zeigen, ist beim Schlitten die Befestigung für das Verbindungsstück in vertikaler Richtung außermittig angeordnet. Durch Umsetzen des Schlittens hat man die Möglichkeit, den Abstand zwischen Grundplatte und Mikroskop zusätzlich um einige Zentimeter zu verändern.

Erfahrungen

- Die Abmessungen der Grundplatte haben sich als sehr brauchbar erwiesen, denn das Blickfeld liegt bei direkt angebaute Halterung ziemlich genau in der Mitte des freien Bereichs (vgl. Abb 12).
- Es hat sich rasch herausgestellt, daß Augenmuscheln für die Okulare ein sehr wünschenswerter Zusatz sind. Man bekommt sie beim Optiker und im Internet für geringes Geld. Ein Preisvergleich ist dennoch angeraten.
- Ein mit so einfachen Mitteln gebauter Ständer kann nicht das angenehme Gefühl vermitteln, das man beim seidenweichen Scharfeinstellen auf einem richtigen Mikroskopständer hat. Er erfüllt jedoch die Anforderung an die Genauigkeit der Einstellung in vollem Ausmaß, und das ist genau das, worauf es ankommt.
- Überwiegend wird der Ständer ohne die Horizontalverstellung verwendet (man hat ja nicht immer riesengroße Leiterplatten zu begutachten).

Mikroskopständer

- Als Hobbyelektroniker ist man selbstverständlich für sämtliche Reparaturen an elektrischen Geräten im Haus zuständig (wer das nicht glaubt, der sollte einmal seine liebe Frau fragen). Ist ein schon betagter Fernseher im Haus, dann ist das in vielen Fällen eine Dauerbaustelle, weil bei allen Bauteilen, die heiß werden, früher oder später auf der Leiterplatte die Lötstellen reißen. Der Spalt ist zumeist so gering, daß er selbst mit einer Lupe nur schwer zu erkennen ist. Bei SMD-Leiterplatten kommt das ebenfalls vor, nur nicht ganz so häufig. Mit dem Mikroskop haben wir endlich das Hilfsmittel bei der Hand, um diese lästigen Fehler zu finden.
- Wie schon weiter oben gesagt, muß man bei der hier beschriebenen Anwendung des Mikroskops damit rechnen, daß sich in Lauf der Zeit Lötrauch auf der Außenseite der Vorsatzlinse niederschlägt, der die Sicht beeinträchtigt. Die Verwendung eines Lötrauchabsaugers oder auch nur eines kleinen Gebläses ist in diesem Zusammenhang zu überlegen.

Der Schleier auf der Linse ist mit einem mit Spiritus befeuchteten Tuch entfernbare. Dabei ist große Vorsicht am Platz: keinesfalls fest reiben und nur ganz wenig Flüssigkeit anwenden, denn sie könnte dem Kleber schaden, mit dem die Linsen zusammengefügt sind (solche Teile sind der Farbkorrektur wegen immer aus mehreren Linsen zusammengesetzt!). Vielleicht beseitigt auch ein Linsenreinigungsmittel vom Optiker den Schleier - das dürfte dem Kleber eigentlich nichts anhaben; auf jeden Fall die Gebrauchsanleitung genau lesen!

- Zu guter Letzt noch ein Wort zu der für unseren Zweck notwendigen Qualität des vom Mikroskop gelieferten Bildes: es muß scharf sein und soll keine geometrischen Verzerrungen erkennen lassen, auf Farbtreue und Brillanz kommt es in unserem Fall eigentlich nicht so sehr an; in der Hauptsache geht es darum, daß das bearbeitete Objekt klar zu sehen ist. Vorausgesetzt, man will das Mikroskop nur für das Elektronik-Hobby verwenden, heißt das aber, daß der Mehrpreis für den Erwerb einer Nobelmarke vergebendes Kapital ist, das anderweitig besser angelegt wäre. Auch wäre es schade, die Linse eines teuren Instruments mit Lötrauch einzunebeln, sie hinterher mühsam zu reinigen und dabei womöglich auch noch zu beschädigen.

Bei der 2-fach-Vorsatzlinse des hier gezeigten Mikroskops steht die äußere Linse über den Rand des Halteringes vor und hat deswegen im Lauf ihres Lebens in der Mitte schon ein paar Kratzer abbekommen. Beim Blick durch das Instrument ist davon so gut wie nichts zu bemerken, was aber auch an der vergleichsweise groben Struktur unserer Objekte liegen mag.

Dieser Beitrag kann keine Bauanleitung sein, weil sich bei einem Nachbau die zur Verfügung stehenden Einzelteile von den hier verwendeten unterscheiden werden. Das bedeutet, daß sämtliche hier genannten Maße zu prüfen und anzupassen sind. Abhängig von den Teilen ist vielleicht sogar eine andere Form der Bearbeitung oder eine andere Art der Befestigung am Schlitten zu überlegen.

Overheadprojektoren werden jetzt nach und nach durch Beamer ersetzt. Momentan ist also eine gute Zeit, sich um eines der ausgemusterten Geräte umzuschauen und ebenfalls einen Mikroskopständer daraus zu machen, falls man noch keinen hat. Noch ein interessantes Teil spendet ein Overheadprojektor: der Lampentransformator hat eine Leistung von 250 Watt im Dauerbetrieb und eine Sekundärspannung von 24 oder 36 Volt – ideal für ein kräftiges, sekundär getaktetes Labor- oder Transceivernetzgerät....



Abb. 14: Fertiges Mikroskop mit Beleuchtung und Lötrauch-Absaugung

Helmut, OE5GPL

[1] OAFV-HomePage, TECHNIK / WERKSTATT / BAUVORSCHLÄGE, Bau eines Mikroskopständers: <http://www.oe5.oevsv.at>