Restauration eines ЛОМО-БИОЛАМ-И (LOMO-Biolam-I)

Arbeitsbericht von "Noa", editiert durch W. Grigoleit.

Dieses Biolam-I habe ich in defektem Zustand, aber mit reichlich Zubehör, gekauft um es vor allem als Auflichtmikroskop mit kleinen Vergrößerungen zu nutzen. Ich möchte damit Gesteinsproben und Gesteinskörnungen untersuchen und meine Ergebnisse mit der DSLR festhalten/belegen. Für ein Spezialmikroskop fehlt im studentischen Geldbeutel schlicht das Budget.

Die Aufarbeitung dieses, wohl etwas selteneren, Gerätes möchte ich hier dokumentieren. Eventuell ist es dem ein oder anderen eine hilfreiche Referenz.

Eine gute Beschreibung des Gerätes findet man in Form eines übersetzten Handbuchs und einer ausführlichen Beschreibung bereits in der Lomo-Infothek.

Die Instandsetzung ist ein längerfristiges Projekt. Ich benötige die Auflichteinrichtung, die Möglichkeiten im Durchlicht, sind für mich nur ergänzend.

Wie bei allen Bastelleien gilt für mich: Alles ist richtig solange:

- 1. Niemand dadurch gefährdet wird.
- 2. Die Maschine ihren Zustand / Wert dadurch nicht verringert und
- 3. die Maschine dadurch wieder (weiter) ihren Zweck erfüllt.

Das schöne bei an diesem Mikroskop ist für mich, dass der Objektivrevolver samt Auflichteinrichtung und Trinokular ortsfest sind. Das Gerät ist sehr massiv gebaut und kann somit eher eine schwere Kamera tragen als mein kleines Lomo Biolam. Ferner lässt sich der Objekttisch in seiner Höhe fast frei verstellen, damit bekommt man auch größere Objekte unter die Linse.

Als kleine Roadmap:

- Auflichteinrichtung reparieren.
- Grob- und Feintrieb reparieren.
- Falls kein 30mm Distanzring auffindbar oder bezahlbar: Einen neuen bauen.
- LED Umbau
- EPI-Objektive reinigen
- Neue Hebel und Handräder herstellen
- Durchlicht gangbar machen.
- Zubehör sammeln.

Der Tragödie erster Teil: Die Auflichteinrichtung.



Nachdem das Gerät von seiner Peripherie befreit wurde beginne ich mit dem zerlegen der Auflichteinrichtung. Erste Baustelle ist das Modul mit Lampengehäuse, Kollektorlinse und Leuchtfeldblende.

Mir fällt auf, dass die Auflichteinrichtung nicht über eine Apertur-Blende verfügt.

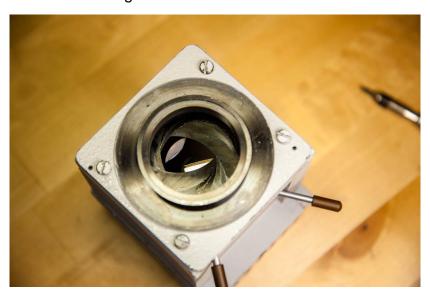
Edit: Lediglich das Fluoreszenzmikroskop "ЛЮМАМ" verfügt über eine Aperturblende http://mikroskopfreunde-nordhessen.de/dateien/LOMO-Liumam.pdf



Um das Modul vom Gerät zu trennen muss die Schraube welche sich seitlich, auf mittlerer Höhe des Filtergehäuses befindet gelöst werden (im Bild bereits entfernt). Das Modul ist mittels Ringschwalbenschwanz gesteckt und muss beim Lösen der Schraube festgehalten werden!



Der Träger der Leuchtfeldblende ist Teil des Gehäuses, der folgende Schritt ist also nur relevant wenn die Blende gewartet werden soll.



Die vier Schrauben um den Ringschwalbenschwanz herum bereiten den Zugang zur Leuchtfeldblende.



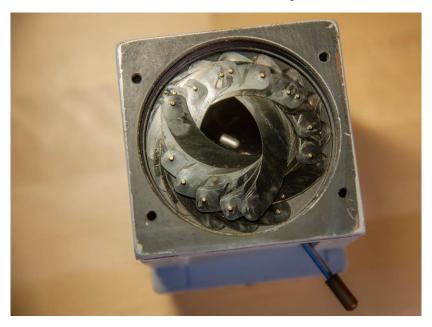
Gut zu sehen ist hier die beschädigte Blende, deren Reparatur eine Herausforderung sein wird!



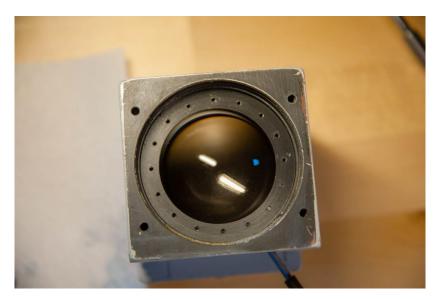
Um die Blende zu entfernen muss der Ring herausgeschraubt werden, meiner war zum Glück lockerer als handfest und konnte ohne Werkzeug entfernt werden.



Direkt darunter liegt der Einstellring der Blende. Der Hebel zum Einstellen der Blende ist in diesen Ring geschraubt, er lässt sich vorsichtig lösen, der Blendenstellring kann danach entnommen werden. Die Blendenlamellen liegen anschließend frei.



Die offenliegenden Blendenlamellen, durch Fett und Überlast beschädigt.



Der Lagerring der Blendenlamellen mit darunterliegender Kollektorlinse.

Weiter geht es mit der Demontage des Lampengehäuses.



Auf der Unterseite des Lampengehäuses ist ein Lüftungsblech mit vier Schrauben befestigt,



entfernt man dieses erhält man Zugang zu zwei der drei Befestigungsschrauben.



Die Dritte befindet sich auf der gegenüberliegenden Seite.



Das Gehäuse war stramm gesteckt und musste vorsichtig heruntergehebelt werden.

Edit: Das ist für "Russenmontage" typisch! Auf Grund hoher Toleranzen werden manchmal Teile mit Gewalt zusammengesteckt.

Die Kollektorlinse kann entnommen werden sobald ihr Stellhebel herausgeschraubt wurde.



Das erste Modul ist damit zerlegt, hier die Komponenten:



Die einzelnen Komponenten des Modus ohne Blendenlamellen.

Versuch einer Reparatur der Leuchtfeldblende

Ursachenforschung:

Wie bekommt man also eine Blende kaputt, ganz allgemein, egal ob Leuchtfeld, Kondensor oder ähnliches?

In der Fotographie bedeutet Öl oder Fett an den Blendenlamellen einen erheblichen Wertverlust des Objektivs.

Warum sind dann aber alle Blenden an einem Mikroskop in Öl und Fett gebadet? Konstruktionsbedingte Anforderung der Blendenkonstruktion? Anscheinend sind Ausdünstungen aus Ölen und Fetten im Mikroskop weniger relevant als beim Kameraobjektiv, alles ist offener, Linsenelemente zugänglicher, Abstände größer... Meine Vermutung ist, das hier die Verschleißhemmung, die Nachteile einer möglichen Kontamination der Linsen überwiegt. Somit können die Blenden simpler und mit großzügigen Toleranzen gefertigt werden ohne die Funktion zu riskieren.

Somit ist meine These: Die Lamellen sind zwecks Haltbarkeit, Toleranz und Verschleiß geölt. Im professionellen Umfeld gibt es Wartungsintervalle, bei denen verharztes Fett entfernt wird bevor es kritisch fest wird. Ferner ist im Dauerbetrieb ohnehin alles auf Temperatur.

Steht das Gerät anschließend ein paar Jahre im Hobbykeller, leitet der obligatorische, "Geht-doch-noch-Griff" am Hebel die Katastrophe ein. Das Gerät ist kalt, Lampe fehlt mittlerweile ohnehin. Die, "ach das sitzt nur etwas fest"-Diagnose wird mit dem, "musst du nur etwas hin und her bewegen"-Heilmittel behandelt… Das Ergebnis liegt nun vor mir auf dem Tisch.

Ich bin sicher man könnte das etwas weniger zynisch erklären, trifft aber sicher zu.

Edit: Im Auslieferungszustand sind die Blenden niemals gefettet oder geölt, jedoch wird vor Ort gerne etwas Öl an die Lamellen gegeben, um sie vor Rost zu schützen. Leider ist nicht immer das richtige Öl (säurefrei) oder Fett (säurefrei, dünnflüssig) zur Hand, und so wird verwendet, was vorhanden ist (im Osten war die Auswahl nicht immer sehr groß)

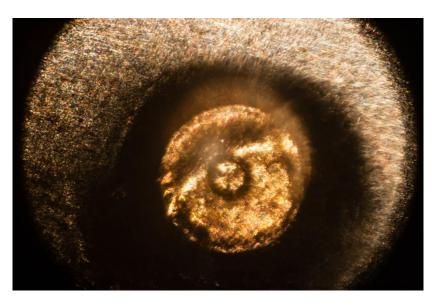


Beschaffenheit der Blendenlamellen:

In jede Blendenlamelle sind zwei Stifte aus Messing, 1.5 mm Durchmesser, 1.5 mm Länge eingepresst. Die Ausrichtung der Stifte ist entgegengesetzt, einer hält die Blende im Trägerring der andere ermöglicht die Bewegung im Schlitz des Einstellrings.

Die Messingstifte sind ähnlich wie Hammernieten mit dem Federstahl verbunden.

Die Bohrungen in den Blendenlamellen haben ca. 1 mm Durchmesser oder geringer, die Stifte im Bereich der Presspassung eine Stufe die ihren Durchmesser ebenfalls auf 1mm reduziert. Die Pins werden in einem Amboss gelagert, die Lamelle mit dem Loch über die Stufe des Pins geführt und mit einem Meißel der dünne Schaft des Pins geweitet.



Eine starke Vergrößerung der vernieteten Seite des Stiftes lässt auf einen speziell geformten Meisel und ein automatisiertes Pressverfahren schließen.

Besonders wichtig ist, dass die vernietete Seite mindestens plan oder leicht versenkt sein muss aber keinesfalls überstehend sein darf. Benachbarte Lamellen werden diese Stelle überstreichen, die Blende würde haken und beschädigt werden!

<u>Spezialwerkzeug</u>

Um die Lamellen mit neuen Stiften versehen zu können, benötige ich Spezialwerkzeug: Einen Amboss in welchem der Pin mit seiner Stufe flächenbündig aufliegt es gleichzeitig aber ermöglicht den Pin wieder auszustoßen. Hierfür kommt mein ER25 Spannzangenhalter mit einer 2 mm Spannzange zum Einsatz. Letztere ist aus Federstahl, hart, insgesamt sehr präzise gefertigt und beim Asiaten auch unter 3€ zu bekommen. (Weitere Informationen auf einschlägigen Seiten über Dreh-Fräsbedarf.)

Meine Wahl des Meißels fiel auf die Rückseite eines Körners. Messing ist sehr weich und leicht zu formen, es wird kein Kraftaufwand benötigt.

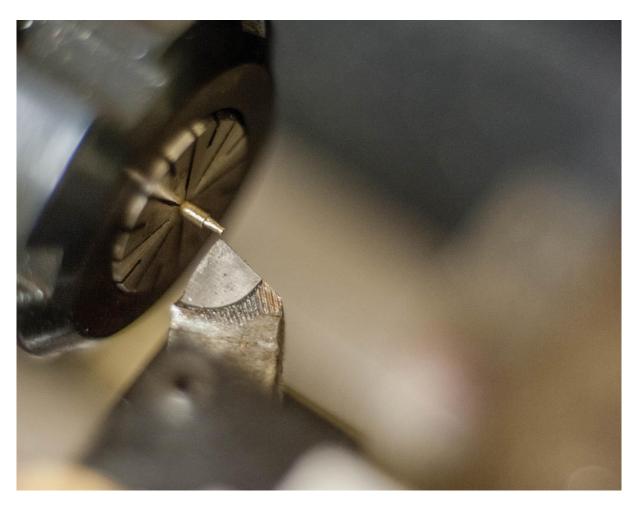
Zuletzt fehlt noch ein optionales Werkzeug um die Bohrung der Lamelle satt auf die Stufe des Pins zu setzten. Dafür habe ich 5mm Rundstahl konzentrisch mit 1 mm etwa 3 mm tief angebohrt und anschließend die Fläche um das Loch an der Drehbank angespitzt.

Abgesehen vom Spannzangensystem konnte ich jeden Arbeitsgang mit unterschiedlichem Werkzeug durchführen. Wer also nur einen Schraubstock und eine Feile hat, wird die Aufgaben ebenso meistern können!

Genug der Theorie: Blendenlamellen neu verstiften!



Das Rohmaterial habe ich von Conrad Elektronik: 1.5 mm Messingrundprofil aus der Modellbauecke.



An der Drehbank wurden ca. 3 mm auf einen Durchmesser von 1mm heruntergedreht.



Es ist praktischer die Niete am Stück zu lassen, so kann man das Werkstück wesentlich besser hantieren und verschwendet dabei kein Material.



Die Stufe wird anschließend flächenbündig mit der Spannzange gespannt.



Wenn die Abmessungen stimmen, wird die Lamelle ohne Spiel, aber nicht freiwillig bis auf die Stufe durchrutschen.



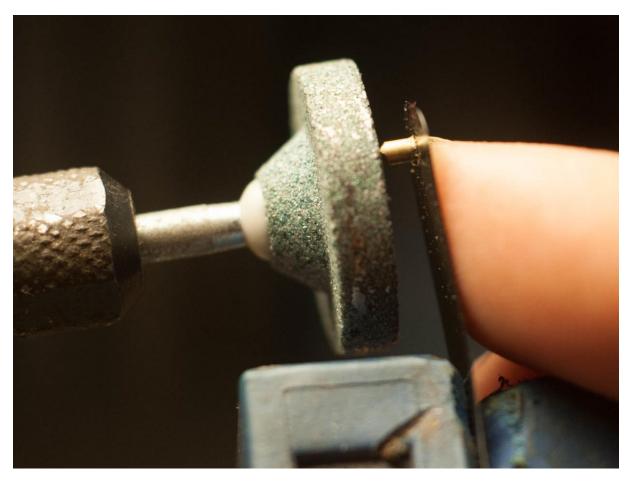
Mit dem erwähnten, selbstgebauten, Setzer wird die Lamelle auf die Stufe gesetzt.



Der überstehende Teil des Pins wurde mit dem Dremel und Schleifstein auf ca. 0,3 bis 0,4 mm Überstand über der Lamelle heruntergeschliffen. Achtung! Messing neigt zum Aushärten, wenn zu schnell zu viel Material abgetragen wird!



Abschließend stoße ich vorsichtig mit dem stumpfen Ende eines Körner den Überstand platt. Fertig ist die Nietverbindung und die Lamelle hängt am Messingdraht.



Der Pin soll ca. 1.5 mm lang werden. Ich zwicke das Material mit einem Seitenschneider unter großzügiger Zugabe ab. Die endgültige Länge wird mittels Dremel und Schleifstein erreicht.



Hier die beiden reparierten Lamellen mit einer Unbeschädigten in ihrer Mitte.

Damit auch alles passt, habe ich die beiden Lamellen mit jeweils zwei benachbarten Lamellen provisorisch eingebaut und die Funktion getestet. Anfangs hakten einige kleine Grate, diese wurden noch mit dem Dremel geebnet.



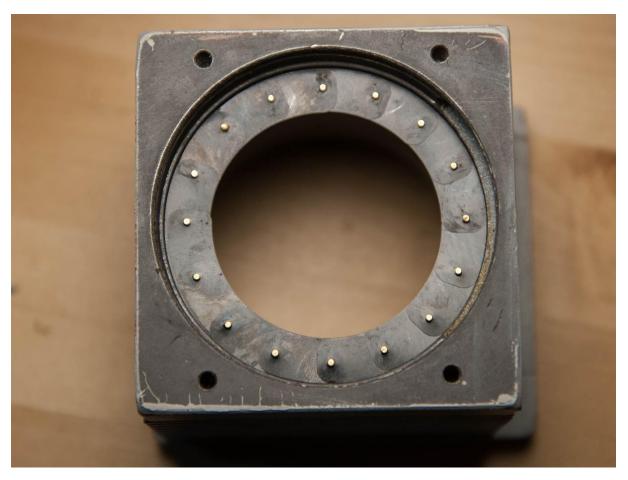
Reparatur erfolgreich! Es wäre allerdings gelogen würde ich behaupten das hätte auf Anhieb funktioniert. Für die zweite Lamelle habe ich knapp 10 Versuche benötigt bis die Nietverbindung saß.

Weiter mit dem Zusammenbau des vorherigen Moduls:

Die Blendenlamellen werden in den Lagerring gelegt, der Pin auf der vollständig abgerundeten Seite der Lamelle rastet dabei in die Löcher des Lagerblocks ein. Merkt euch wo sich der erste Pin befindet!

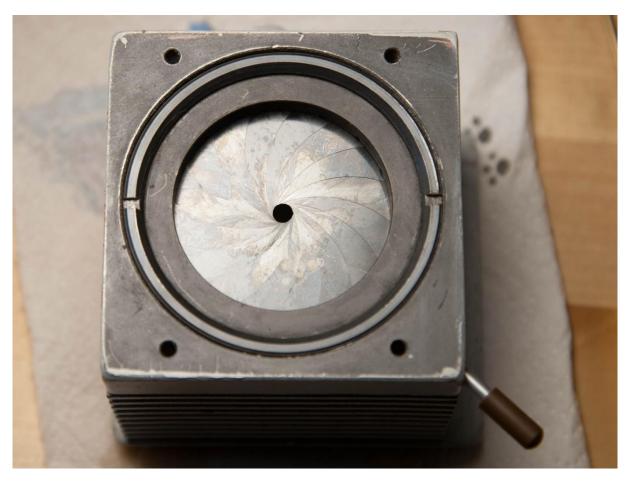


Jede Lamelle wird über die vorherige gelegt bis der Kreis fast geschlossen ist. Jetzt wir es interessant: Die Löcher für die folgenden Lamellen sind bereits verdeckt. Der Finger eurer falschen Hand übt nun leichten Druck auf den Haltestift der allerersten Lamelle aus und verhindert, dass dieser aus seinem Loch springt während weitere Lamellen nach und nach untergeschoben werden. Das freie Ende dieser allersten Lamelle wird ein wenig zum Kreismittelpunkt in bewegt damit die folgenden Lamellen leichter untergeschoben werden können.

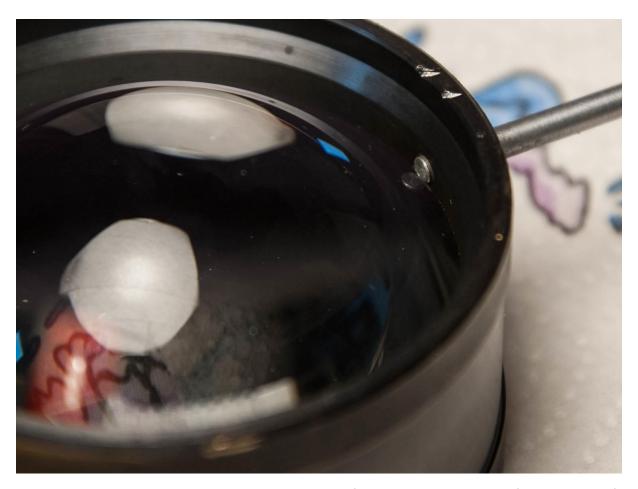


Die untergeschobenen Lamellen finden ihre Haltelöcher fast von allein, der Kreisradius entspricht dem Bogenradius der Lamellen (ca. 35 mm Radius). Mir war auf den ersten Versuch möglich die Blende zusammenzubauen...

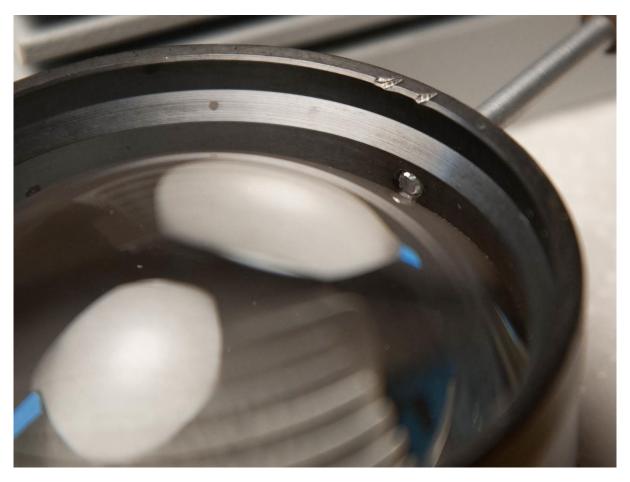
Edit: Sollte es nicht beim ersten Mal klappen (was durchaus üblich ist), soll man sich nicht entmutigen lassen; die große Blende ist jedoch auch etwas einfacher, als die kleinere Kondensorblende oder die noch kleinere Feldblende des БИОЛАМ-ЛМ.



Der Stellring wird mit der Bohrung für den Hebel an der rechten Seite seiner Aussparung auf die Lamellen abgesenkt. Mit einer leichten Drehung sollte er seine Position finden und einrasten. Die Blende ist ganz offen, steht das Bohrloch nicht am Anschlag, den Ring nochmal so versetzen, dass er am Anschlag steht oder dahinter verschwindet! Ansonsten kann die Blende nicht ganz geschlossen werden. Der Rest des Zusammenbaus dieser Seite erfolgt analog zum zerlegen...



Beim Reinigen der Kollektor Linse viel mir eine feine Beschädigung auf der Linse auf: Direkt an der Bohrung für den Stellhebel. Der Stellhebel ist ein klein wenig zu lang (geworden) und bekommt Kontakt zum Glas!



Die Schraube wurde von mir gekürzt und hat nun ausreichend Freiraum zum Glas. Als Lehre daraus: Sollte der Hebel durch die Bedienung locker werden: Schraubensicherung statt weiter zuknallen! Man weiß nie was sich hinter dem Gewinde noch befindet!

Edit: Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, die Schraube zu kürzen, dann bekommt man sie auch wieder heraus

Der restliche Zusammenbau ist nicht weiter erwähnenswert, alles wie der Zusammenbau, nur in umgekehrter Reihenfolge.

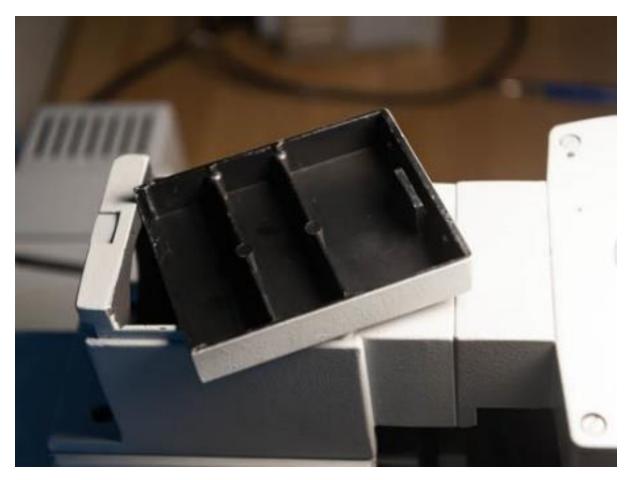


Damit ist das erste Modul wieder voll funktionstüchtig. Ich hätte nicht gedacht, dass sich die Blende, im Nachhinein, doch so leicht reparieren lässt.

Filterkasten



Der Filterkasten befindet sich mittig zwischen dem Modul mit Objektivrevolver und dem zuvor reparierten Modul mit Leuchtfeldblende, Kollektorlinse und Lampengehäuse. Er ist gleichzeitig auch der Träger des gesamten oberen Aufbaus und muss für fast alle folgenden Aufgaben vom Stativ entfernt werden.

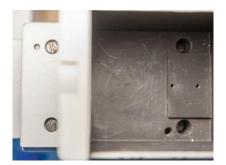


Der Deckel des Filterkastens ist das einzige Teil welches bisher weder in der Bedienung noch in der Verarbeitung mit dem Rest des Mikroskops mithalten kann. Er ist aus Aluguss und sitzt nur locker auf, jede Berührung des Mikroskops wird von ihm mit einem Klappergeräusch bestätigt. Hier herrscht der Bedarf einer Modifikation!

Edit: Es gibt verschiedene Möglichkeiten, dieses Fehlers Herr zu werden. Entweder die Auflagefläche im Deckel mit dünnem Filz bekleben, oder, aufwändiger, die Auflagefläche auf dem Gehäuse mit Trennmittel einzustreichen und die Auflagefläche des Deckels nach Reinigung mit Aceton dünn mit Silikon einzustreichen und den Deckel dann aufzulegen. Nach Aushärten des Silikons hat man eine passende Dichtung erzeugt.



Im Filterkasten befindet sich ein Halter für mindestens zwei runde Filter mit einem Durchmesser von etwas weniger als 50 mm bei 6 mm Breite. Auch hier werde ich einen Neuen Halter fertigen um günstige und gängige Fotofilter für 52 mm, bzw. 55 mm Objektive nutzen zu können. Außerhalb der Fokusebene, rechts, ist der Zugang zu einer Madenschraube als schwarzer Punkt erkennbar. Diese Madenschraube fixiert die im Übergang zum Objektivmodul befindliche Linse. Diese ist für mich gerade nicht weiter relevant und wird deshalb übersprungen...



Um die gesamte obere Einheit vom Stativ zu trennen, müssen vier Schrauben gelöst werden.

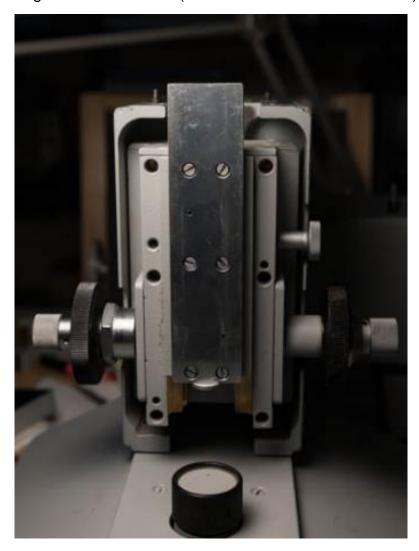


Der obere Aufbau hat am Stativ zwei Führungsstifte, dadurch kann die Einheit wieder leicht und präzise montiert werden.

Memo für später: Der Blick in die Stativsäule legt zwei Schrauben der Durchlichteinheit offen, die nur durch die Säule erreicht werden können!

Antriebsmodul ausbauen

Zuerst werden Objekttisch, Kondensorhalter und Endanschlag von ihrer gemeinsamen Führungsschiene entfernt. Jeder dieser Halter hat eine Rändelschraube, wird diese weit gelöst, kann das entsprechende Modul einfach nach links herausgenommen werden. (Mit der zweiten Hand festhalten!)



Die Führungsschiene wird von sechs Schrauben gehalten. Wie Stifte dienen hier meinem Halbwissen nach mehr der Ausrichtung der Führungsschiene im Raum als der vereinfachten Positionierung.

Edit: Eine nicht sachgerechte, genaue Positionierung der Schiene verändert den genauen Ort des Tisches und des Kondensors und somit die optische Achse!



Das Antriebsmodul selbst ist mit vier Schrauben an der Säule befestigt. Zwei Schrauben liegen oben,



die anderen beiden unten. Sie sind relativ schwer zugänglich und sehr fest angezogen, hier unbedingt den passenden Schraubendreher verwenden! Bitte das Gewicht der Antriebseinheit nicht unterschätzen!



Die Säule besitzt ebenfalls zwei Stifte zur Ausrichtung im Raum, der Hersteller hat sich dadurch die Bearbeitung der Säule auf Basis einer Referenzfläche gespart, ein gängiges Vorgehen.



Das Antriebsmodul im ausgebauten Zustand.

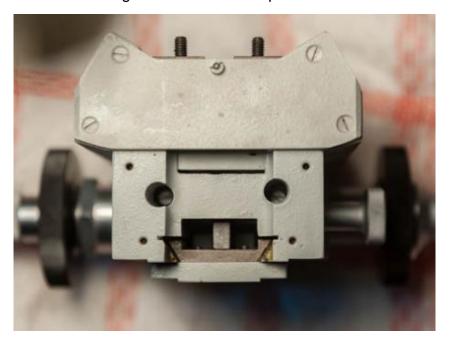
Das Antriebsmodul

Das Antriebsmodul besteht im Wesentlichen aus einer skalierten Version des Uhrwerks, wie es auch bei den älteren, kleinen Lomo Mikroskopen zu finden ist, dem Grobantrieb welcher über zwei, nicht-synchronisierte Zahnstangen realisiert ist und dem vom Uhrwerk angetriebenen Feinantrieb. Der Grobantrieb verfügt darüber hinaus über eine Bremse. Die Prismenschiene des Feinantriebs ist auf freien Kugeln gelagert!

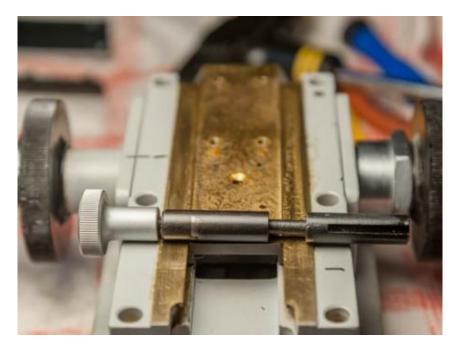
Ohne die nötige Ausrüstung (Messplatte, Fühlhebeltaster, usw.) wird es nicht möglich sein diese nach einem Auseinanderbau wieder zusammenzusetzen!

Ferner habe ich das Antriebsmodul nach gesundem Menschenverstand zerlegt, die beste Reihenfolge der Teilschritte war nicht auf Anhieb ersichtlich. Die Inhalte der folgenden Bilder sind also nur im Zusammenhang mit dem darunter befindlichen Text zu interpretieren und können bereits später folgende Schritte beinhalten!

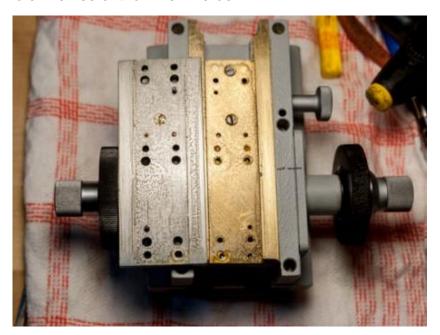
Beginnend mit der Demontage der äußeren Komponenten des Grobantriebs:



Zuerst den Deckel des Grobantriebs entfernen. Der vom Feinantrieb bleibt vorerst dort wo er ist!



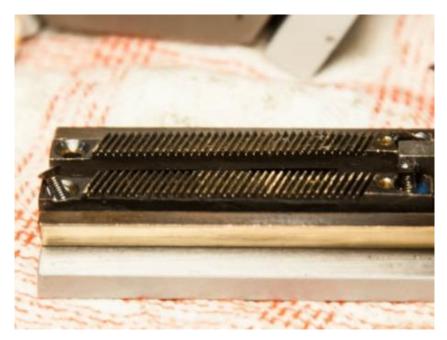
Dann wird das Gestänge der Feststellbremse entfernt: Die Rändelmutter wird vollständig gelöst. Auf der Vorderseite des Antriebsmoduls befindet sich eine kleine Schraube welche der Schraube der Feststellbremse als Führung dient. Wird diese entfernt kann die Bremse entnommen werden.



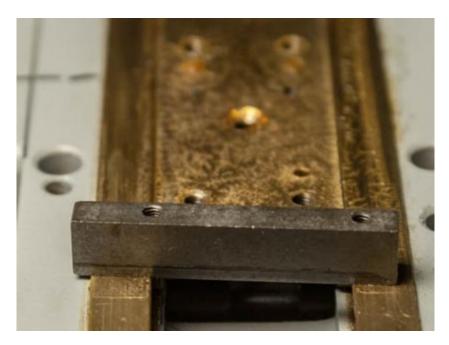
Die Prismenschiene des Grobantriebs besteht aus zwei Teilen, der "Deckel" wird von sechs Schrauben gehalten. Vier lange Schrauben, zwei Kurze. Die Kurzen gehören in die Mitte damit sie nicht an den beiden Zahnstangen anschlagen und diese anheben. Dies war der Defekt an meinem Grobantrieb.



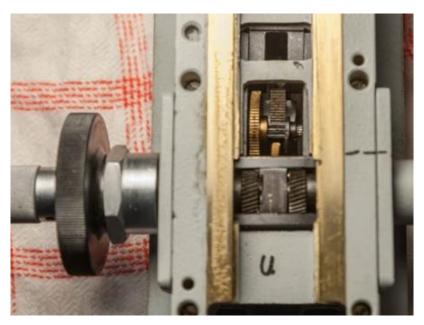
Die Prismenschiene lässt sich anschließend herauskurbeln. Die Zahnstangen sind so gefertigt, dass die Entnahme nur in eine einzige Richtung funktioniert! Der auf dem Foto bereits demontierte Bremsblock kann dabei montiert bleiben.



Die Zahnstangen wurden eine nach der anderen gelöst, gereinigt und mit Schrauben-/Montagesicherung mit der Prismenschiene verbunden, die Schrauben mittels Schraubensicherung eingesetzt. Es gibt zwei unterschiedliche Schrauben: Eine Rundkopf-, eine Senkkopfschraube, die Senkkopfschraube gehört auf die abgeflachte Seite der Zahnzange, die andere auf die erhöhte Seite. Auch hier war mein Mikroskop bunt gemischt.



Die beiden mittigen, versenkten Schrauben auf der Oberseite der Prismenschiene geben den Bremsblock frei.



Der Blick auf den Grobantrieb und Teile des Uhrwerks.



Bevor der Block mit dem Uhrwerk und Antriebsräder vom Feintreib entfernt werden kann muss das Widerlager des Uhrwerks ausgebaut werden!



Dazu wird der Deckel des Feintriebs gelöst. Es ist einfacher zuerst den Deckel vom Block zu schrauben und danach die Feder zu entfernen. Der Deckel kann vom Block geschoben werden, die Feder wird durch lösend der Mutter auf dem Deckel frei geben.

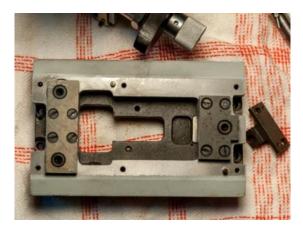


Das Widerlager des Uhrwerks ist ab Werk justiert. Ich nehme die Distanz zur nächsten Referenzfläche mit einer Fühlerlehre. Sobald der Block mit dem Uhrwerk erst entfernt ist, wird die Prismenschiene des Feinantriebs nur noch durch freie Kugeln gehalten!

Absolute Vorsicht, die Prismenschiene kann nicht ohne weiteres wiedereingesetzt und justiert werden!



Weiter auf der Vorderseite. Der Block mit dem Uhrwerk und Antriebsräder wird von sechs Schrauben auf dem Block des Feinantriebes gehalten. Zwei Stifte ermöglichen die einfache Positionierung. Beim Zusammenbau die beiden Blöcke mit einem Kunststoffhammer vorsichtig setzen.



Den Block des Feinantriebs vorsichtig beiseite räumen, diesen weiter zu zerlegen liegt außerhalb meiner Komfortzone.



Die Kugellager habe ich deshalb zuerst mit Bremsenreiniger, gefolgt von WD-40, gespült und anschließend mit einer Spritze frisch in Bahnbettöl geschmiert. (Keine Fotos da Sprühchemikalien.) Dies war zwar umständlich, aber von außen möglich. Die gewünschte Leichtgängigkeit konnte ich dadurch jedenfalls wiederherstellen.



Das Uhrwerk kann mit diesen vier Schrauben aus seiner Fassung gelöst werden. Alles Weitere zum Uhrwerk befindet sich bereits in der Lomo-Infothek. Dieses Uhrwerk hier ist nur eine vergrößerte Version des dort beschriebenen.

Es bleiben noch die Antriebshandräder. Diese beschreibe ich im nächsten Teil der Dokumentation.

Antriebsgestänge:

Die Handräder für Grob- und Feinantrieb sind ineinandergelegt. Aufgrund der Beschaffenheit der Welle für den Feinantrieb, kann dieser nur demontiert werden, wenn das Uhrwerk ausgebaut wurde!

Beginnend mit dem Feinantrieb: Die Handräder des Feinantriebs sind auf beiden Seiten mit Rutschkupplungen ausgestattet um ein überdrehen des Uhrwerks am Anschlag zu verhindern. Diese Rutschkupplungen bestehen aus einer Stirnlochmutter, der frei drehbaren, gerändelten Hülse welche eine Feder und Stahlkugel mit 3 mm Durchmesser beherbergt und Basis des Drehknopfs deren Gewinde mit einer Madenschraube auf der Welle blockiert ist.



Es genügt die Seite ohne Skaleneinteilung zu zerlegen. Die Welle kann anschließend einfach auf der anderen Seite herausgezogen werden.



Als nächstes wird die soeben freigelegte Stirnlochmutter des Grobantriebrades gelöst.



Das Handrad ist auf Passung gepresst und lässt sich einem Abzieher ohne Beschädigung entfernen. Meine Handräder wurden offensichtlich mit einer Wasserpumpenzange gedreht und müssen ersetzt werden.



Die große Überwurfmutter wird gelöst, danach geht es auf der anderen Seite weiter. Die Überwurfmutter presst eine konische Kunststoffspannhülse zwischen Welle und Gehäuse damit lässt sich der Gesamtwiderstand des Grobantriebs festlegen. An meinem Antrieb funktioniert dies aber aufgrund des Alters und Verschließ nur noch in Richtung fest, ein nachträgliches Lösen war nicht mehr möglich. Als Ersatz käme Teflon oder POM Kunststoff infrage in Verbindung mit einer Hobbydrehbank.



Die Antriebseinheit ist mit vier Schrauben am Gehäuse befestigt. Das Antriebsgehäuse ist anschließend vollständig demontiert.



Um die Antriebswellen des Grobantriebes entnehmen zu können, werden alle fünf Senkkopfschrauben auf dem Wellengehäuse gelöst. Es gibt wieder zwei unterschiedliche Längen, die Kurzen gehören radial zum Modul des linken Zahnradgehäuses, die Langen zum Feinantriebswellengehäuse in der Mitte. Das rechte Antriebsrad wird als eigenständiges Modul entnommen.



Dann das Wellengehäuse des Feinantriebs gefolgt vom linken Zahnrad, alles in die gleiche Richtung. Zuletzt noch die konische Kunststoffspannhülse. Alle Zahnräder sind mit Kunststoffbeilagscheiben ausgerichtet, diese nicht verlieren und Anordnung notieren. Die Beilagscheiben bestimmen über das seitliche Spiel des Grobantriebs und haben, richtig angeordnet, keine Auswirkung auf dessen Leichtgängigkeit! (Richtungsangaben ausgehend vom vollständig montierten Mikroskop.)



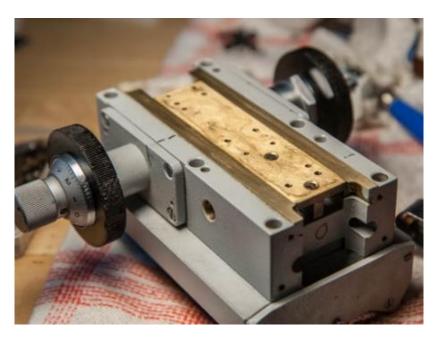
Um das Modul des rechten Zahnrads zerlegen zu können, wird die Skalenhülse des Feinantriebs mittels des Wellengehäuses des Feinantriebs ausgestoßen. Es ist in einer Führung auf dem Wellengehäuse gesteckt.



Anschließend die Stirnlochmutter lösen und das Handrad des Grobantriebs mittels Abzieher entfernen. Das Zahnrad kann nun auch entnommen werden.



Nach gründlicher Reinigung und neuer Schmierung erfolgt der Zusammenbau. Zuerst das Antriebswellenmodul einbauen, danach das Uhrwerk setzen. Das Uhrwerk muss sauber auf die Feinantriebswelle ausgerichtet sein! Erst ausrichten, dann festziehen, kontrollieren, korrigieren falls nötig!



Jetzt das Antriebsgehäuse auf den Feinantrieb setzten und verschrauben. Widerlager des Uhrwerks montieren, Feder und Deckel aufschrauben. Prismenschiene des Grobantriebs einsetzen und ebenfalls den Deckel montieren. Vollständig zusammengebaut, gereinigt und geschmiert lief das Antriebsmodul wieder ohne haken mit definiertem Widerstand.

Aufgrund der Beschaffenheit des Antriebs folgende Hinweise:

Den Grobantrieb immer beidhändig bedienen, dadurch sind die Kräfte auf beide Zahnstangen ideal und gleichmäßig verteilt. Vor der Einstellung des Grobantriebs sicherstellen, dass die Bremse gelöst ist. Nach der Grobeinstellung die Bremse schließen damit bei Betätigung des Feinantriebs nicht durch das Umkehrspiel des Grobantriebs die gewählte Einstellung verwirft. Mit dieser Checkliste im Hinterkopf ist die Einstellung extrem präzise und frustfrei!

Reparatur der Durchlicht-Leuchtfeldblende.

Genau wie die Leuchtfeldblende der Auflichteinheit zuvor sind auch an der Durchlicht-Leuchtfeldblende die Lamellen durch verharztes Fett verklebt.



Zuerst das Abdeckblech der Durchlichteinrichtung durch Lösen der sechs Schrauben lösen. Die ebenfalls zugänglichen Schrauben in den gestanzten Löchern gehören zum pankratischen System und bleiben montiert.



Weiter auf der Oberseite des Stativfußes: Am Stellknauf der Blende zunächst die Madenschraube entfernt und die gerändelte Hülse entfernt.



Anschließend kann das Modul durch lösen der beiden Senkkopfschrauben entfernt werden. Die zweite Hand hält dabei das Modul unten fest und verhindert den Kontakt zum justierbaren Spiegel.



Zuerst wird der Halter des Stellknopfes der mit zwei Senkkopfschrauben befestigt ist gelöst.



Es bleibt die Halterung mit dem zentrierbaren Tubus der Blende. Der Zahnradring ist mit einem Gewindestift mit dem Einstellring der Blende verbunden. Dieser wird gelöst.



Gefolgt vom Gewindestift des Distanzringes, auf dem Foto bereits entfernt, und dem des Rings auf welchem die Zentrierschrauben greifen. Die dazugehörige Madenschraube ist durch das Loch im Halter zugänglich.



Der Tubus zerfällt nun in seine Bestandteile. Die Zentrierschrauben können entfernt werden, auf dem Tubus befindet sich noch ein Spannring aus Federstahldraht, diesen ebenfalls entfernen.



Die Blende selbst wird zerlegt indem der Spannring gelöst wird, der Einstellring und die Blendenlamellen können entnommen werden.



Auf den Zusammenbau gehe ich nicht weiter ein, die Blende ist nach dem gleichen Muster aufgebaut wie die der bereits beschriebenen Auflicht-Leuchtfeldblende. Ferner existieren Dokumentationen zu Kondensoren in der Lomo-Infothek. Diese verwenden ebenfalls den gleichen Aufbau.

Durchlichteinrichtung: Lampen und Spiegelgehäuse

Das Lampen und Spiegelmodul der Durchlichteinrichtung ist mit einer Schwalbenschwanzführung hinten an der Stativsäule befestigt. Es beinhaltet neben dem abnehmbaren Lampengehäuse eine Kollektorlinse gefolgt von einem ortsfesten Umlenkspiegel und abschließend einen werksseitig justierten, zweiten, Umlenkspiegel der die Lichtquelle dem pankratischen System übergibt. Es ist ratsam das bereits in Kapitel zur Durchlicht-Leuchtfeldblende erwähnte Schutzblech zu entfernen um vor der Demontage die Position des pankratischen Systems prüfen zu können, es könnte je nach Stellung im Weg sein. Vorsicht mit der Kollektorlinse, Texthinweis beachten!



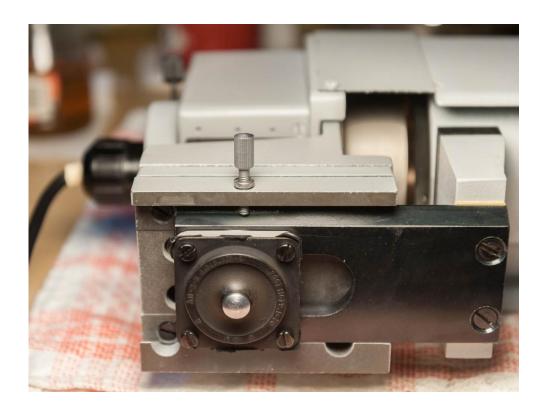
Auf der linken Seite des Mikroskops befinden sich zwei Madenschrauben mit Schlitzmutter zu erkennen. Die Schlitzmuttern sind Gewindehülsen und bleiben montiert! Einfach die Madenschrauben lösen und den Anbau aus seiner einseitigen Schwalbenschwanzfassung drehen. Das Foto zeigt die Schwalbenschwanzführung bei geöffneter Spiegelabdeckung, diese kann montiert bleiben. Ebenfalls zu sehen ist der Höhenanschlag für das gesamte Modul, beim Zusammenbau das Modul entsprechend wieder in Anschlag bringen.



Der untere Umlenkspiegel kann durch entfernen eines mit vier Schrauben befestigten Abdeckblechs auch von unten justiert werden.



Um Zugang zum oberen Spiegel zu bekommen wird das Abdeckgehäuse entfernt. Die beiden äußeren, kleineren Senkkopfschrauben sind dafür zuständig.



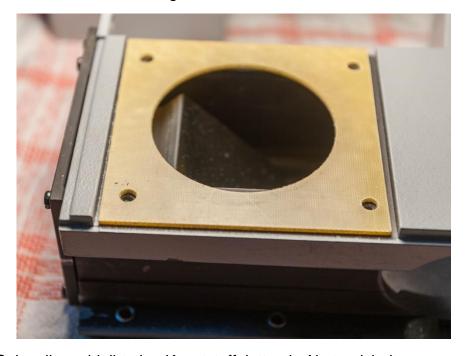
Als nächstes entferne ich das Lampengehäuse welches mit einer Rändelschraube auf einer Schwalbenschwanzführung befestigt ist.



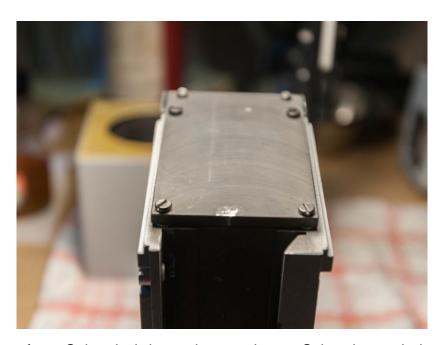
Um die Kollektorlinse sicher entnehmen zu können entferne ich die vier nun zugänglichen Schrauben, zwei nur durch das Gehäuse der Kollektorlinse erreichbar, mit einem langen Schraubendreher.



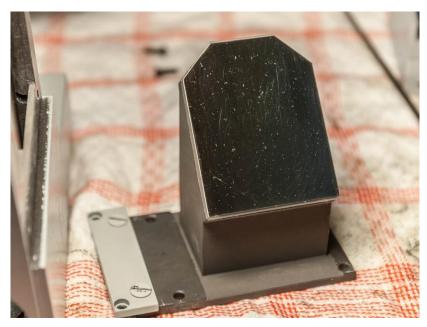
Die Kollektorlinse wird nur vom Stellhebel in Position gehalten! Sie kann durchrutschen und wird den Aufschlag gemäß Murphy nicht überstehen! Entsprechende Vorsicht ist somit geboten.



Auf dem Spiegelhaus bleibt eine Kunststoffplatte als Abstandshalter.



Der obere, ortsfeste Spiegel wird von vier unterlegten Schrauben gehalten.



Bei der Reinigung ist zu beachten: Es handelt sich um optische Spiegel die im Gegensatz zu Alltagspiegel auf ihrer Oberfläche verspiegelt sind. Dies bedeutet man wischt nicht auf einer Glasplatte, sondern auf der Verspiegelung selbst! Die Beschichtung ist sehr viel weicher als Glas und leicht zu verkratzen, wie mein Exemplar hier beweist.



Durch das mittlerweile fast komplett zerlegte Spiegelgehäuse ist der untere Spiegel nun ebenfalls leicht zu erreichen, ich kann ihn reinigen ohne ihn ausbauen und somit neu justieren zu müssen.

Zwischenstand:

Dank der Hilfe von Wolfgang und Gerd sind die beiden fehlenden wichtigen Teile vorhanden:



Der Auflicht-Hellfeldeinschub und ein 30 mm Distanzring. Nun lässt sich das Mikroskop wieder im vollen Umfang nutzen.

EPI-Objektive



Im meinem Zubehörkasten befanden sich vier EPI Objektive, die beiden Höheren hinten und zwei der Flachen.

Edit: Die langen Objektive sind die älteren Baumuster. Die Vergrößerung ist noch als Brennweite "F" angegeben. Die neueren, kürzeren Objektive sind mit der Vergrößerungsangabe versehen.



Wie rechts im Bild zu sehen, ist die Angabe auf dem Objektiv F=8,16 Д=0,37

Das bedeutet: Brennweite 8,16mm (ca.20x) Apertur 0,37

Das Biolam-I ist auf eine Tubuslänge von 160 mm berechnet, mittels eines 30 mm Distanzringes lässt es sich auf 190 mm erweitern. Mein Distanzring ist von Zeiss/J, er ist ohne Anpassungen kompatibel.

Hier die neueren Epiobjektive



9x0,20 und 21x0,40 beide für 190 mm Tubuslänge berechnet...



... und 40x0,65 sowie 95x1,0 ebenfalls für 190 mm.

Alle vier sind leider nicht parfocal.

Edit: das 95x ist ein Ölimmersionsobjektiv und somit wie alle Immersionsobjekive nicht parfocal.

Die Reinigung gestaltete sich nicht schwer, es gibt genügend gute Anleitungen für Anfänger wie mich. Das MBS-10 Stemi war dabei fast unverzichtbar um den Zustand der kleinen Linsen beurteilen zu können.



Das Ergebnis war allerdings ernüchternd: Alle Frontelemente haben einige Schrammen, vor allem die beiden die ich bei Ebay als "new old stock, perfect condition" erworben hatte. Meinen Dank an Paypal, wenigstens waren sie im Nachhinein kostenlos. Würde ich mit dem Mikroskop arbeiten anstatt damit zu "spielen" wären alle vier Objektive in der Tonne gelandet.

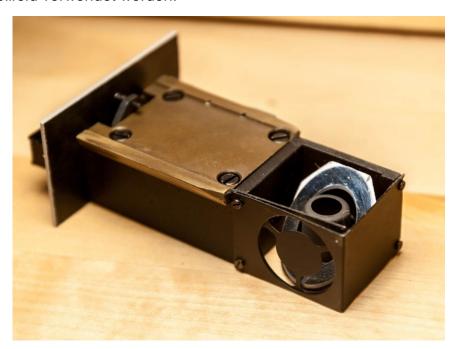


Mein 95x Objektiv klapperte, eine Gelegenheit einen Blick in Innere des Objektivs werfen zu können. Die Kappe hatte sich gelöst und muss nun neu justiert werden.

Abschließend ein Blick auf die beiden Einschübe:



Der Hellfeldeinschub, simple Konstruktion: Eine um 45° angewinkelte Glasplatte leitet die Strahlen der Lichtquelle nach unten durchs Objektiv. Da hier ein optisches Element in den Strahlengang eingebracht wird, sollte der Schieber ausschließlich für Auflicht-Hellfeld verwendet werden.



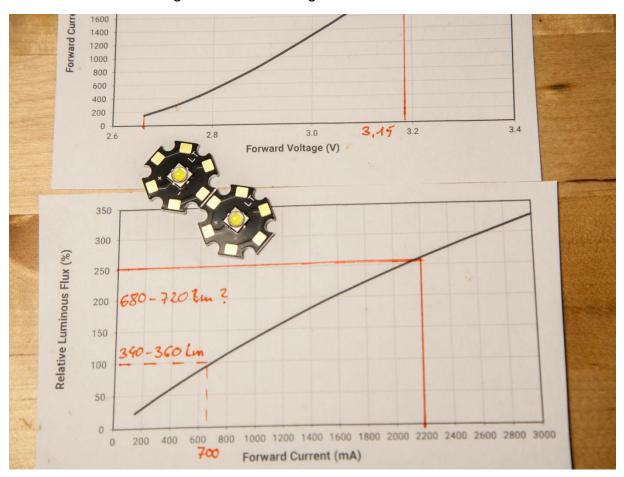
Im Vergleich dazu der Dunkelfeld-Auflicht und Durchlicht Einschub welcher keinen Einfluss auf den Durchlicht-Strahlengang nimmt. Die Lochblende ist geschraubt und lässt sich entnehmen.

Beide Schieber können in allen Achsen justiert werden.

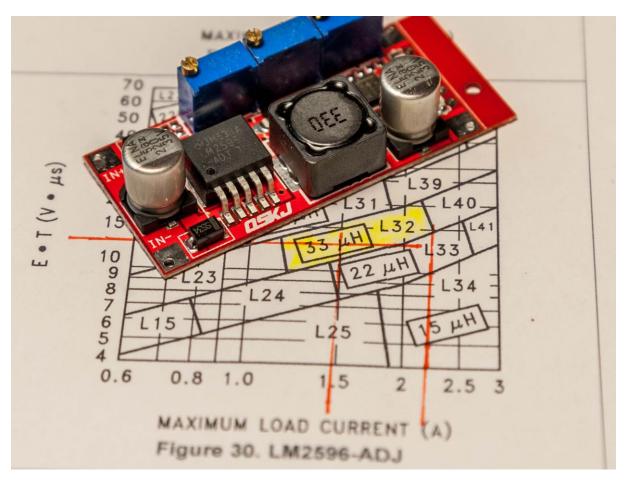
LED Umbau.

Vorweg: Ich bin kein Elektroniker oder Elektriker, bin weder VDE geprüft, noch sehe ich mich in einer Position eine verlässliche und sichere Anleitung zu schreiben. Dies und das Folgende ist weiterhin eine Dokumentation meines, für meinen persönlichen Gebrauch bestimmten, LED Umbaus sowie die Überlegungen die mit der Umsetzung einhergehen.

Beginnend mit der Entscheidungsfindung für diese oder jene LED habe ich mich ohne weitere Kenntnisse einfach auf die Cree XM-L2 U4 festgelegt. Die XM-L Serie wurde hier im Forum bereits mehrfach erwähnt, das war mein einziger Anhaltspunkt. Wie sich die LED schlägt werde ich im Folgenden herausfinden.



Zunächst der Blick in das (richtige!) Datenblatt. Interessant sind die Diagramme welche Strom und Lichtintensität sowie Spannung und Strom gegenüberstellen. Daraus ergeben sich die Kennwerte für die Spannungsquelle.



Als Konstantstromquelle kommt ein Buck Converter mit unechtem LM2596 Regulator zum Einsatz. Der chinesische Händler hatte diesen Buck Converter mit einer Belastbarkeit von 3A angepriesen. Die Schaltung folgt dem Referenzdesign des Chipherstellers, die Belastungsgrenze hängt stark von der verbauten Induktivität ab, hier eine 33*10^0 µH Spule. Das entsprechende Diagramm weist diese Konstellation bei 12V Eingangsspannung für ca. 1.5A aus, das deckt sich in etwa mit der zulässigen Belastung der Spulen vergleichbarer Größe und Induktivität. Chinesische Händlerangabe * 40 % = maximale Belastbarkeit hat sich wieder einmal als zuverlässige Faustregel erwiesen.

Ich werde die Buck Converter aktiv kühlen und habe, nach ersten Tests, ein gutes Gefühl dabei sie bis etwas über 2A zu verwenden. Aus dieser Entscheidung ergaben sich die angestrichenen Daten auf dem Blatt zur LED.

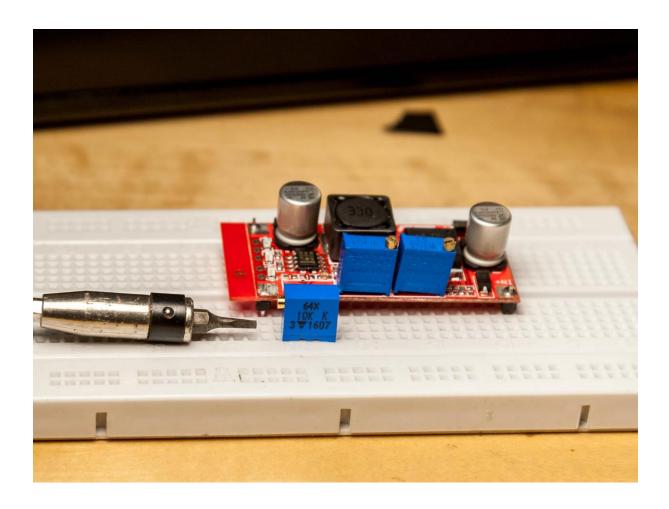


Los geht es mit der LED Steuerung. Analog? Digital?

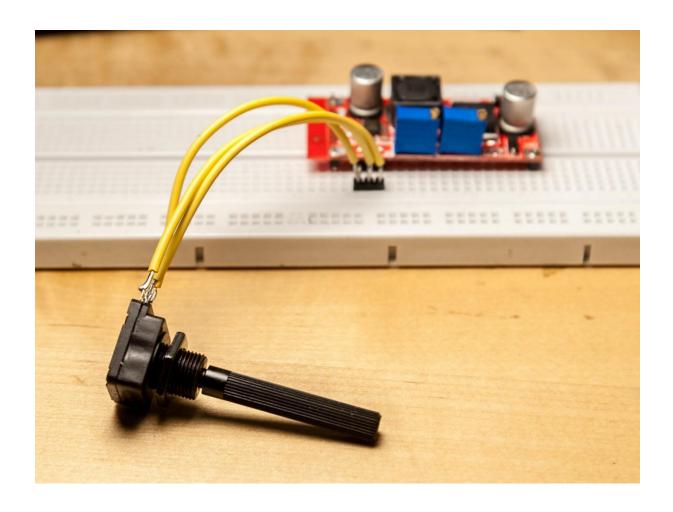
Wie zu erkennen ist wird der Buck Converter über drei Trimmer Pots eingestellt, einer für Spannung, einer für Strom und ein dritter für eine Ladungserhaltung, falls dieser als Ladegerät für eine Li-Ion Batterie verwendet werden soll.

Die LED wird über eine Strombegrenzung geregelt. Die Spannungseinstellung dient dabei als feste, unveränderliche Obergrenze.

Zunächst die analogen Methoden um den Buck Converter regelbar zu machen:

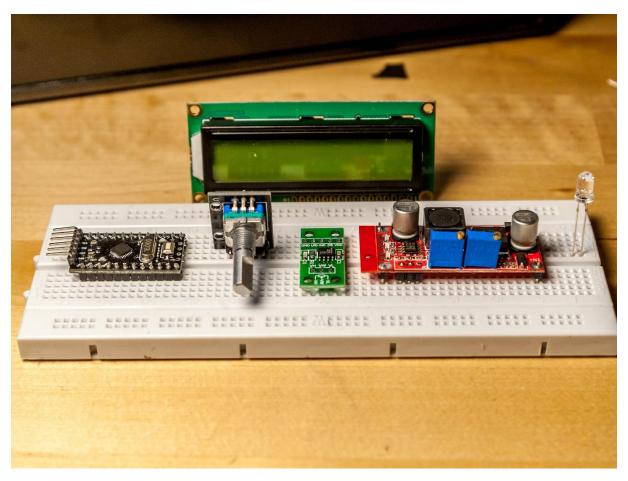


Trimmer über eine Verlängerung und Drehknauf zugänglich machen. Ich nutze ca. 1/3 des möglichen Stellbereichs, bei diesem Trimmer Pot sind es damit ca. fünf volle Umdrehungen. Eigentlich perfekt.



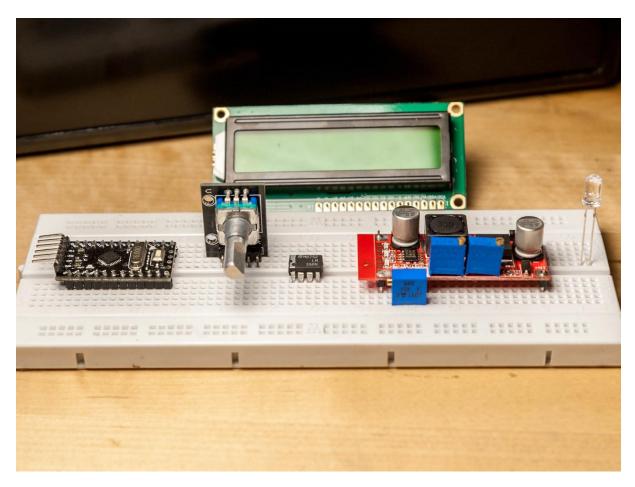
Alternativ ließe sich der Trimmer durch ein Potentiometer ersetzen. In der Praxis ist das eine schlechte Idee, bei diesem Potentiometer wäre dies nur 90° einer Umdrehung an relevantem Stellbereich.

Digital?

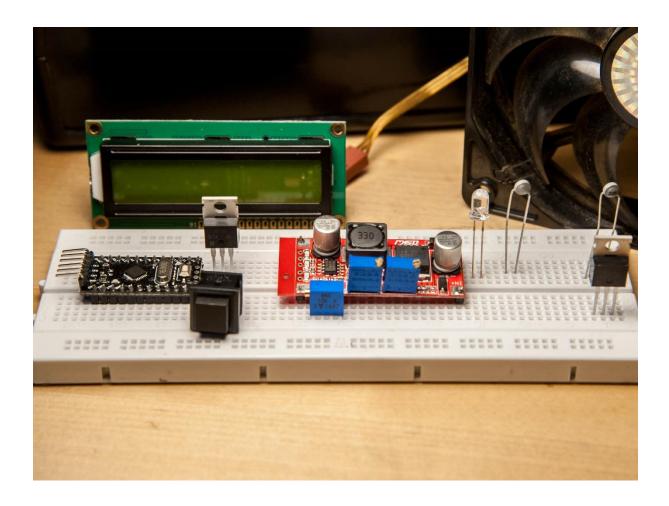


Hier eine Anordnung aus Arduino Nachbau (Micro Controller) einem Rotationsencoder als digitales Eingabegerät mit integriertem Taster – sehr schön zu bedienen, digitales Potentiometer, Buck Converter und exemplarischer LED.

Das elektronische Potentiometer verfügt leider nur über 100 Rastpunkte, der Umbau wäre zwar extrem einfach, aber es fehlt die gleich feine Einteilung wie beim Potentiometer.



Eine weitere Möglichkeit ist es den Buck Converter über einen Operationsverstärker parasitär zu steuern. Der Operationsverstärker könnte als Komperator die Spannung vom Shunt mit einem geglätteten PWM Signal vom Arduino überschreiben oder als Voltage Follower direkt am Feedback Pin des LM2596 die Spannung in Beschränkung anheben. Da die PWM Funktion des Arduino nur ca. 250 Abstufungen abbilden kann, ebenfalls keine perfekte Lösung. Es wäre zwar feiner als das digitale und analoge Potentiometer, aber noch immer nicht fein genug für meinen Geschmack.



Die letzte Möglichkeit ist somit nur noch gepflegt zu schummeln.

Ich mache den Trimmer bedienbar und regle meinen Strom damit analog. Der Buck Converter lässt sich aber mittels Tastendruck, Mosfet und Arduino ein- und ausschalten. (Buck Converter allein können keine 0V ausgeben!) Ferner steuert der Arduino Lüfter, überwacht die Temperatur und wird die momentane Einstellung des Buck Converters auf dem Display anzeigen (Amperemetermodul, leider noch auf dem Postweg.)

Das Ganze dann natürlich in doppelter Ausführung: Ein Arduino, zwei Lampenhäuser, zwei Buck Converter, zwei Lüfter, beide Zeilen am Display...

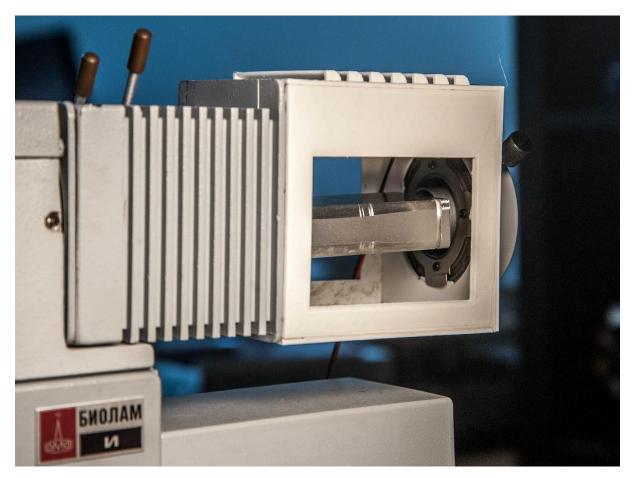
Im nächsten Teil baue ich die Schaltung auf und starte mit dem ersten Prototypen für die neuen Lampenhäuser.

Lampengehäuse und Prototypen

Nachdem ich Schauergeschichten über überhitzende LEDs gelesen habe und nach näherer Betrachtung der existierenden Lampenhäuser am Biolam-I, habe ich mich für zwei Dinge entschieden.

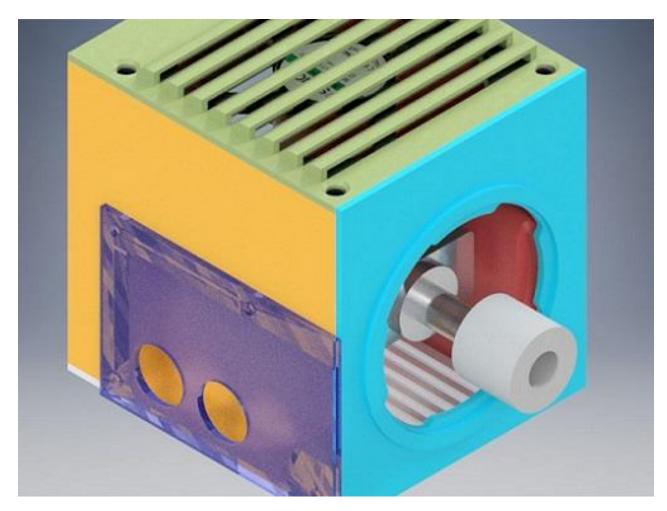
- 1. Ich baue ein neues Lampenhaus.
- 2. Ich möchte die Option einer aktiven Kühlung haben.

Diese beiden Entscheidungen lassen mir für weitere Modifikationen viele Optionen sollte ich mit der LED unzufrieden sein oder später auf andere LEDs und Leistungsklassen wechseln wollen. Zwecks der aktiven Kühlung war es für mich naheliegend das neue Gehäuse um einen 80 mm PC Lüfter herum zu entwickeln.

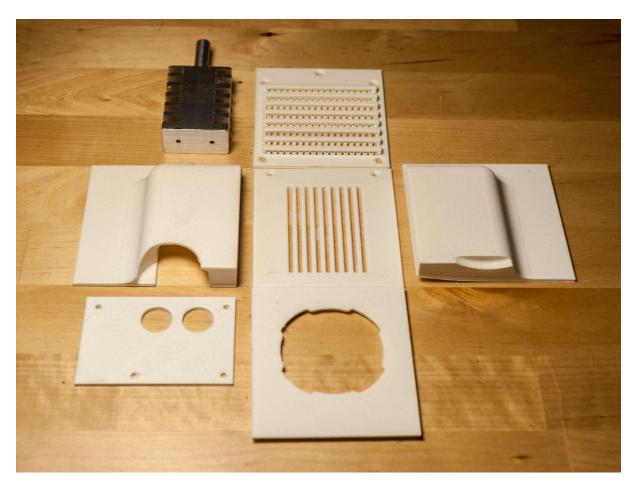


Der erste Prototyp war schnell entworfen und fix montiert. Als Kühlkörper dient hier ein Halbzeug aus der Restekiste. Direkt einige Dinge dabei gelernt: Ein Kühlkörper der sich über fast 8 cm durch das Gehäuse streckt ist zu viel des Guten: Abweichung aus der Ebene durch zu viel Gewicht. Für eine Cree XM-L total überdimensioniert und das Gehäuse hat zu viel Volumen um den Kühler effektiv aktiv zu "bewettern". Ferner zeigen die Öffnungen im Deckel in die falsche Richtung und es besteht die Gefahr durch Abschattungen durch freiliegende Leitungen.

Ich zeige den Entstehungsprozess deshalb um damit auch andere zu motivieren Fehler zu machen und diese auszubessern und ggf. eigene Anforderungen neu zu formulieren. Würde hier nur ein Bild des fertigen Lampenhauses stehen, könnte man sonst meinen diese Dinge wären mit einem Fingerschnipsen erledigt.



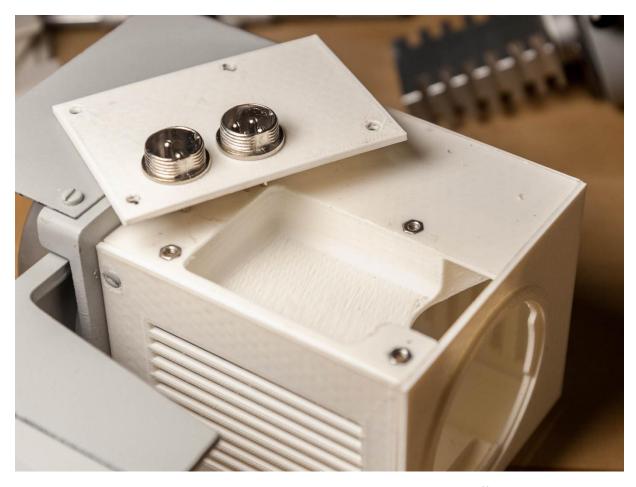
Die finale Version wurde deshalb nochmal überarbeitet und wurde komplexer. Der Luftstrom wird um den Kühler gezwängt, die Verdrahtung hat ihre eigene Unterbringung und alles bleibt einfach zu warten.



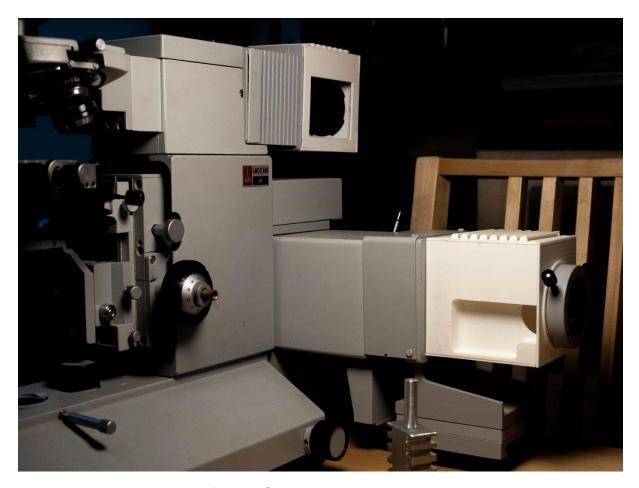
Mein 3D Drucker ist ca. einen vollen Tag mit allen beiden Lampengehäusen beschäftigt. Bis auf eine verbogene Ecke am rechten Seitenteil lief alles glatt. Die Wölbung kommt durch die unterschiedliche Höhe der Seitenwand, ABS schrumpft leicht beim Abkühlen, durch die ungünstige Spannungsverteilung hebt sich diese Ecke vom Druckbett. Abhilfe würde nur eine Vergrößerung der Fläche an der Ecke schaffen, z.B. einen Kreis unterlegen und diesen im Nachhinein wegschneiden...



Die Kunststoffteile werden zunächst geklebt und sofern alles passt mit Aceton verschweißt. Die halbrunde Aussparung dient zum Durchführen der Leitungen für LED und Thermistor.



Mittels Lötkolben habe ich dann noch M3 Muttern in den Kunststoff eingelassen um die Blende mit den Steckverbindungen wieder entfernen zu können.



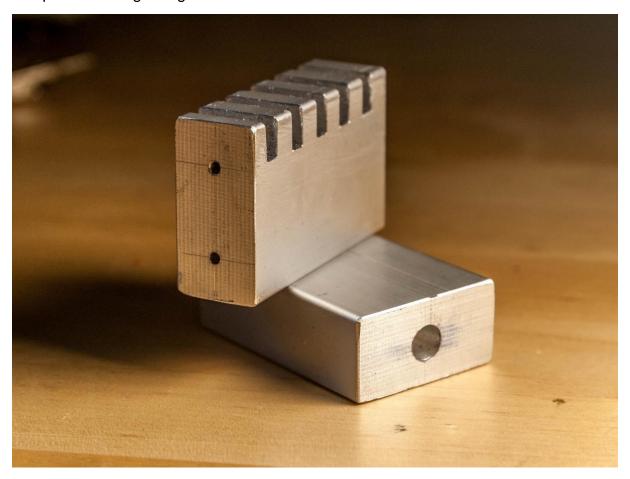
Hier noch ein Bild mit dem finalen Gehäuse am Durchlicht und dem Prototyp am Auflicht. Nach meiner Meinung fügen sie sich gut in das Konzept des Mikroskops ein, aber die eigenen Kinder...

Abschließend werden die neuen Gehäuse noch passend lackiert werden.

Kühler

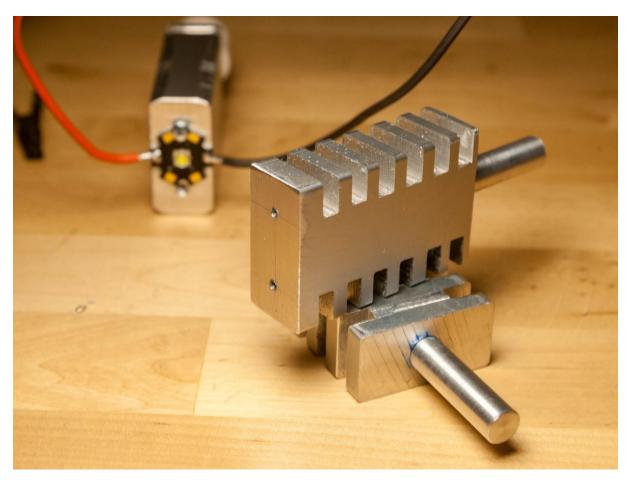
Ich habe Aluminium generell immer in zwei verschiedenen Größen: zu dünn und zu schade.

Alu Rundmaterial mit 35 mm Durchmesser wäre hier ideal gewesen. Im Regal fand ich 7075 Aluminium, rund, 70 mm, wohl allein mehr wert als der gesamte Umbau, also zu schade. Nächst kleiner war dann 15 mm, also Kategorie: zu dünn. Die LEDs sind auf runden Platinen mit 20 mm Durchmesser montiert. Was meinem Wunsch am nächsten kam waren dann Rechteckprofile mit 20x40 mm aus einer schlecht zerspanbaren Legierung.

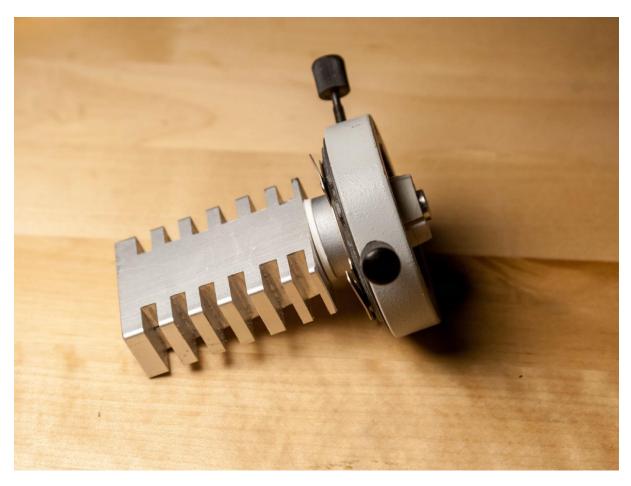


Ursprünglich hatte ich eine Bearbeitung an der Drehbank geplant, ob des Profils und der schlechten Eigenschaften der Legierung bin ich dann auf die Fräse ausgewichen. Frustriert und lustlos wurde frei Schnauze mit stumpfem 4 mm HSS 2 Fluter gegen die Aufbauschneide gekämpft.

Die Kühlkörper sind ca. 6 cm lang, vorne mit zwei M3 Gewinde ausgestattet und hinten für die Haltebolzen mit 8 mm aufgebohrt. Relevante Merkmale waren hierbei die bestmögliche Parallelität der Stirnflächen und das dazu senkrechte Bohrloch für den Bolzen.



Das Ergebnis ist nichts Tolles, weit unter dem was ich als vertretbaren Standard ansehen würde. Als Zwischenlösung bis ich wieder einmal Material einkaufen aber ausreichend.



Damit die LED noch justiert werden kann habe ich die ursprünglichen Lampenhalter weiterverwendet. Die Kontaktdurchführung aus Bakelit ist einer 3D gedruckten Hülse mit Spannzangen gewichen. Eine Kappe kann hinten aufgeschraubt werden und verspannt den Kühlkörper damit sicher im System.

Verstellen lässt ich die LED mit dieser Konstruktion im Abstand und in der Ebene parallel zur Kollektorlinse.

Steuergerät

Weiter geht es mit dem Netzteil oder hier sogar Steuergerät. Ich selbst habe mich für die Variante mit dem digitalen Potentiometer entschieden.

Beginnet mit den HIDs (Human Interface Devices;) habe ich für jede der beiden LEDs einen eigenen Rotationsencoder vorgesehen, die Drehung inkrementiert die Helligkeit in 1% Schritten (theoretisch) und ein Tastendruck schaltet die betreffende LED ein oder aus. Das LCD mit seinen zwei Zeilen wird Informationen zu aktuellen Leuchtstufe der Kühlertemperatur und dem Status ausgeben.



Im CAD Programm die Module platziert und ausgedruckt. Mittels Dremel dann die Aussparungen in die Frontblende geschnitten. Meine erstes Projektgehäuse welches diesen Vorgang ohne dicke Schrammen überstanden hat.



Rotationsencoder, Display und Netzschalter eingebaut und verlötet. Drehknauf fehlt leider noch.

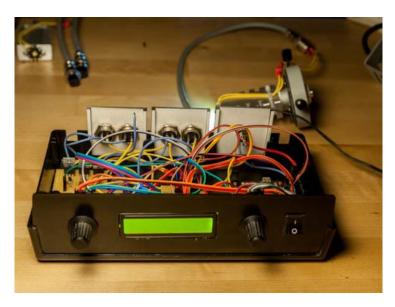


Die Rückseite besteht aus Einschubblenden aus meinem 3D Drucker für die beiden Lampenhäuser steht je ein vierpoliger Stecker für Thermistor und Lüfter und ein zweipoliger Anschluss für die LED zur Verfügung. Auch hier merkt man deutlich, dass ich das verwertet habe was ich bereits in meinen Bastelkisten hatte. Die GP-16 Steckverbinder habe ich samt hochwertiger Leitung von meiner kleinen CNC Drehbank übrig, das Gehäuse war irgendwann einmal für 50 Cent im Elektronikladen im Abverkauf, usw.

Würde man für dieses Projekt dediziert nur die passenden Teile kaufen, wäre man schnell über hundert Euro los, zumal auch kaum alles von einer Quelle erhältlich wäre. Ich möchte hier eine saubere Funktionalität erreichen, auf Kosmetik lege ich dabei keinen weiteren Wert.

Zielgerade! Der LED Umbau ist fertig und damit auch meine Dokumentation:

Steuergerät:



Das Steuergerät ist quasi fertig. Fertig insofern dass alle Probleme beseitigt werden können. Alle Schwierigkeiten fallen hierbei aufs Hausaufgaben machen zurück:

1. Irrtum:

Das Mosfet schaltet schon durch. Bei 5V Steuerspannung logic level MOSFETs verwenden. Ich hatte keine in meiner Kiste.

2. Irrtum:

Das mit den digitalen Potentiometer wird schon ausreichen: Ich habe, wie ursprünglich vermutet, lediglich 30 Helligkeitsstufen anstatt der theoretisch möglichen 100. Der Weg über den Opamp war zumindest auf dem Steckbrett zielführender.

3. Irrtum:

Der Pro Mini reicht aus. Nein, nicht genug Pins.

4. Irrtum:

Der Arduino Leonardo reicht dann aber auf jeden Fall: Nein 2kb RAM bei zwei Fourier Transformation (Thermistoren/NTCs), zwei Interrupts und i²c LCD sind zu wenig, jedenfalls wenn man auf gehobenen Einsteigerniveau arbeitet. Das LCD bleibt damit fürs erste aus.

Jedenfalls kann ich zumindest beide LEDs über die Rotationsencoder steuern.



So sieht der Kasten fertig aus. Die Anschlussblenden hinten wurden schwarz lackiert, die Drehknöpfe wurden gedruckt.

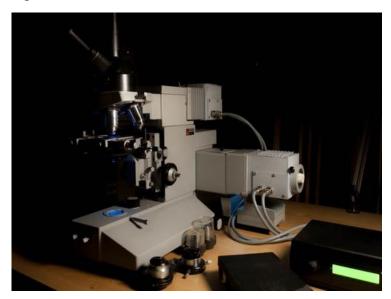
LED Lampengehäuse:



Direkt aus dem 3D Drucker ist das Material durchscheinend. Keine gute Eigenschaft für ein Lampengehäuse. Innen und außen lackiert, ist das Material dann dicht.



So sieht das Gehäuse dann fast fertig aus. Die graue Farbe ist Grundierung, ich möchte das Material dann doch noch verspachteln bevor ich die endgültige Farbschicht auftrage.



Die neuen Handräder fehlen noch, aber das Mikroskop kann wieder wie vorgesehen verwendet werden. Zeit für erste Gehversuche.



Hier noch eine Aufreihung meiner Objektive für Durchlicht: 2,5x0,05 Plan Achro; F=25 0,25 Plan Achro; 10x0,3 Plan Apo; 16x0,4 Plan Apo; 40x0,65 Plan Achro; 100x1,25 Plan Apo Öl;

Meine anderen Objektive vom kleinen Biolam passen hier nicht in die Reihe, sie scheinen eine andere Abgleichlänge zu haben