

Reparatur des Binokularaufsatzes AY-12

Originalbeitrag von Christian Böckle im Mikro-Forum, hier auszugsweise.
<http://www.mikroskopie-forum.de/index.php?topic=14604.0>

Hallo

(Nachfolgend werde ich diverse Dinge laienverständlich formulieren.)

Gerade bin ich mit der Untersuchung meines Lomo-Binokularaufsatzes AY12 beschäftigt, der einen Fehler hinsichtlich der exakten stereoskopischen optischen Abbildung aufweist, wobei mir meine Erfahrungen, die ich vor über zwanzig Jahren bei der Justierung (der optischen Achsen) von unzähligen ("Billig-Schrott"-)Feldstechern gesammelt habe, sehr zugute kommen.

Damals habe ich in meditativer Form 1000e Stunden mit optischen Justage-(und Umbau-)Spielereien (an Billigmikroskopen, Billigfernrohren, Diaprojektoren udgl.) zugebracht und dabei (analytisches) "sehen" gelernt. Und gerade die Lösung von Problemen, die sich aufgrund verschobener optischer Achsen ergeben, ist äußerst komplex, wenn es um stereoskopisches Sehen geht.

Das Problem bei Justagen ohne technische Hilfsmittel ist, dass das Gehirn innerhalb eines gewissen Rahmens korrigierend wirkt (wodurch sich eine Justage ohne technische Hilfsmittel immens erschwert).

Das heißt:

Das Gehirn versucht, zwei "einlangende" Bilder, die gegeneinander verschoben sind, ÜBEREINANDER zu legen. Wenn diese Verschiebung aber ZU STARK ist, stellt sich (zumindest bei mir) sofort "Übelkeit" ein (NOCH GRÖßERE Abweichungen führen dann zu eindeutigen "Doppelbildern").

MINIMALE Verschiebungen nehme ich DADURCH wahr, indem sich mein Sehen auf Dauer nicht VÖLLIG entspannt gestaltet.

Anmerkung: Das KORREKTE Sehen in Verbindung mit einem Binokular bedeutet, dass man mit den Augen sozusagen "völlig entspannt geradeaus ins Unendliche" blickt.

Nun.

Diese Dinge sind in nur sehr schwer erklärbar, weil sie in Wahrheit ein intensives Seh-Training erfordern und auf dieser Basis ERFAHREN werden müssen.

Die extremste Übung bedeutete für mich, einen Feldstecher OHNE JEGLICHE TECHNISCHE HILFSMITTEL komplett neu zu justieren. Damit meine ich: ALLE VIER Porroprismen eines Feldstechers "neu" einzusetzen und einschließlich der Objektiv-Exzenter SO einzurichten, dass man am Schluss völlig entspannt hindurchsehen konnte.

Erschwerend kommt HIER nämlich noch folgender Umstand hinzu:

Ein herkömmlicher Porroprismenfeldstecher besteht aus zwei (dreilinsigen) Okularen und zwei zweilinsigen Objektiven (verkittete Achromaten). Damit würde das sich ergebende Bild "auf dem Kopf" stehen.

Der "Clou" besteht hier in den Prismen:

Die Prismen, die zueinander in einem Winkel von 90 Grad montiert sind, kehren nämlich das Bild um, so dass es dann im Endeffekt "aufrecht" zu sehen ist.

Wenn nun aber dieser 90-Grad-Winkel nicht ABSOLUT EXAKT stimmt, so bekommt das resultierende Bild eine "Schräglage", wodurch dann parallele Linien NICHT MEHR parallel sind.

Es gibt hier also bildspezifisch nicht nur ein VERSCHIEBUNGS-Problem hinsichtlich des "oben/unten/rechts/links", sondern auch noch ein VERDREHUNGS-Problem (also "schräg nach rechts oder links geneigt").

Aber zurück zum Lomo-Binokular-Aufsatz (AY18), mit dessen optischer Leistung ich nicht zufrieden gewesen bin (Anmerkung: Im strengen Gegensatz zu ECHTEM stereoskopischem (also DREIDIMENSIONALEM) Sehen, blickt man mit einem Binokularaufsatz einfach mit beiden Augen auf eine "PLANE ZWEIDIMENSIONALE Fläche" (ähnlich der (beid-äugig erfolgenden) Betrachtung einer Photographie)).

Da ich die Thematik aus einem anderen Thread ausgelagert habe, schildere ich nochmals kurz die Vorgeschichte:

Bei meinem Lomo Binokulartubus war die Dioptrienverstellung komplett festgefressen, sodaß ich das (linke) Tubus-Rohr vom Tubus abgebaut habe, um es GESONDERT behandeln zu können, damit die empfindlichen Prismen des Tubus NICHT in Mitleidenschaft gezogen werden können.

Entfernen des Tubus-Rohres:

Jene (vier) gut sichtbaren Befestigungsschrauben entfernen, mit denen das große gerundete Abdeckblech (hinter dem sich die Prismen verbergen) befestigt ist. Dann sind (von unten) drei Schrauben zugänglich, die den Okular-Rohr-Flansch festhalten.

Nun:

WEDER durch das "Einweichen" in Reinigungsbenzin NOCH in Verbindung mit brachialster Gewalt-Einwirkung ließ sich das (Okular-)Tubusrohr in seinem Gewinde drehbar machen.

Dann aber der "Durchbruch":

Ich habe das Rohr-Element einfach mittels eines herkömmlichen Haar-Föhns (in Verbindung mit dort aufgesteckter Düse) aus unmittelbarer Nähe so lange erhitzt, bis es sich endlich wieder drehen (und dadurch komplett "auseinanderschrauben") ließ.

Anmerkung: Der Einsatz meiner Heißluftpistole erschien mir (vorerst) ZU riskant.

Danach erfolgte (nach der Reinigung und Neuschmierung mittels weißer Vaseline) die Funktionskontrolle, wobei sich folgendes optisches Problem ergab:

Bei der Durchsicht zeigte sich (in stark abgeschwächter Form) ein ähnlicher Effekt, wie man ihn aus Spielfilmen kennt, bei denen dargestellt wird, wie ein Protagonist gerade durch einen "Feldstecher" blickt:

Man sieht dann zwei gegeneinander verschobene, sich überschneidende Lochkreise.

(Anmerkung: DIES ist aber im Grunde eine völlig falsche Darstellung. Denn: Bei einem korrekt justierten Feldstecher sieht man nämlich nur EINEN EINZIGEN Lochkreis (genauso, wie bei einem monokularen Teleskop).)

Detaillierte Fehlerbeschreibung und Justierungs-Ablauf:

Die Betrachtung von diversen Objekten durch das Mikroskop gestaltete sich durch den Binokulartubus (näherungsweise) völlig problemlos.

ABER:

Wenn ich Objekte ENTLANG DES LOCHKREISES betrachtete, stellte ich fest, daß kleinste Abschnitte, die (beispielsweise) auf der linken Seite noch knapp sichtbar gewesen sind, auf der rechten Seite gefehlt haben, UND dass sich der Lochkreis an manchen Stellen im Ansatz als "leichtes Doppelbild" dargestellt hat.

Nun stellte sich mir folgende Frage:

WIE soll ich diesem Falle vorgehen, OHNE irgendwelche Prismen aus ihrer Verankerung zu lösen (bzw. zu dejustieren)?

Denn GRUNDSÄTZLICH gilt:

Man sollte NIEMALS irgendwelche verklebte bzw. justierte optische Teile aus ihrer Verankerung lösen, bzw. verstellen, wenn man sich nicht ABSOLUT SICHER ist!

Genauer:

Wenn man mit einem Binokulartubus (unabhängig welcher Marke) ein Problem hinsichtlich seiner exakten stereoskopischen Abbildung hat, so sollte man in erster Linie nach optischen Baugruppen suchen, die sich (aufgrund eines Sturzes, einer sonstigen Gewalt-Einwirkung oder aufgrund von Befestigungsschrauben, die sich im Laufe der Zeit gelöst haben!) nicht mehr in ihrer korrekten Position befinden.

Beispiel:

Beim Binokulartubus meines Olympus CHA hatte ich ein (relativ starkes) "Doppelbild-Problem" (Man "schielte" regelrecht beim Hindurchsehen.)

Ursache: Die (vorne am Rand von unten frei zugängliche (im Blech versenkte))

Befestigungsschraube der zentralen Prismen-Einheit hatte sich gelöst, wodurch sich diese Prismeneinheit im Inneren des Tubus verdreht hatte.

Anders formuliert:

GENERELL ist es am Ratsamsten, wenn man nur JENE Dinge verstellt, die bereits schon verstellt SIND!

(Siehe oben.)

Im Zuge meines Binokularaufsatz-Problems habe ich zuerst folgenden interessanten Thread durchgearbeitet und mir die dort geschilderte "Laser-Methode" angesehen:

<http://www.mikroskopie-fo...e/index.php?topic=10232.0>

Und da ich ja (mehrere) große Helium-Neon-Laser hier habe, führte ich kurz einen Test in Verbindung mit meinem Binokularaufsatz durch.

Jedoch:

Mein Tubus zeigte keinerlei Auffälligkeiten und auch bei der Durchsicht mit freiem Auge hatte ich nicht den Eindruck, dass die beiden optischen Achsen tatsächlich gegeneinander verschoben wären.

Ergo:

Ich kam zum Schluss, dass der Fehler bei meinem Tubus wohl "im Detail" liegen müsse, und die "Laser-Methode" möglicherweise "zu grob" (oder nicht in jedem Falle zielführend) ist.

Nach reiflichen Überlegungen entwarf ich nun nachfolgende Test-Prozedur zur Fehler-Eingrenzung, sowie einen (völlig ohne technische Hilfsmittel durchführbaren) Justierungs-Ablauf (bei dessen Durchführung man sich aber sehr stark konzentrieren muss).

Als "Objekt" benutzte ich einen leicht verschmutzten Objektträger, auf dem ich ganz einfach einen beliebigen winzigen (Verschmutzungs-)Punkt auswählte. Denn nur ein winziger fokussierter "Punkt" ist für eine präzise Justierung wirklich geeignet!!!

Es ging mir also ALLEINIG darum, mich auf "DAS WESENTLICHE" konzentrieren zu können: Nämlich auf die Exaktheit der optischen Achsen.

Objektiv: 10x

Okular: 10x

Test-Prozedur:

1. Okular-Kontrolle (optische Achse)

Nun wird es etwas kompliziert:

Beim nachfolgenden Vorgang muss man die die Augen nämlich SO WEIT von den Okularen entfernen, dass der (zuvor in der Mitte des Blickfeldes eingestellte) Punkt, dem DAS ALLEINIGE AUGENMERK GILT, nur noch im (unscharf zu sehenden) Lochkreis der sog. "Austrittspupille" zu sehen ist (Die Begründung für diesen Vorgang folgt in Punkt 2). Dadurch nimmt man also nicht mehr (wie beim "normalen" Durchsehen) den EIGENTLICHEN (scharf begrenzten) GROSSEN Lochkreis der Okulare wahr, sondern nur noch einen unscharfen KLEINEN Lochkreis, in dessen Zentrum man den "Punkt" sehen kann.

Dann dreht man zuerst das linke und dann das rechte Okular um 360 Grad und fixiert dabei jenen winzigen Punkt, den man in der Mitte der unscharfen Austrittspupille sehen kann. Wenn der Punkt während des Drehens der Okulare seine Lage NICHT verändert, so bedeutet dies, dass die Linsen der Okulare EXAKT zentriert, bzw. die Okulare die Lage der optischen Achsen nicht beeinflussen.

2.) Okular-Kontrolle (Lochkreis)

Nun wählt man mit den Augen den KORREKTEN Betrachtungsabstand, sodaß man den ("originalen") Lochkreis scharf sehen kann, und dreht dann zuerst das linke und dann das rechte Okular um 360 Grad.

Wenn nun bei diesem Vorgang der Lochkreis an manchen Stellen ein minimales "Doppelbild" zeigt (bzw. an diesen Stellen (zwischen rechts und links) unterschiedliche Bereiche der betrachteten Objekte sichtbar sind (oder werden)), so bedeutet dies, daß die Okularblenden NICHT exakt in den Okularen montiert sind (HIER kann man aber NICHTS ausrichten, weil es sich hier mit großer Wahrscheinlichkeit um mechanische Fertigungstoleranzen handelt.).

Nun komme ich zum "springenden Punkt" bzw. der Begründung für die obige Vorgehensweise:

Durch JENEN Umstand, dass das Gehirn versucht, geringe Abweichungen zwischen rechts und links AUSZUGLEICHEN (bzw. zwei (in ihrer Position) minimal abweichende Bilder ÜBEREINANDERZULEGEN) wird das Justieren zweier optischer Achsen drastisch erschwert:

Zur Verdeutlichung:

Abhängig DAVON, AUF WELCHEN BEREICH man gerade blickt, nimmt das Gehirn (minimale) Korrekturen vor. Wenn beispielsweise der Lochkreis eine kleine (doppelbildartige) Abweichung zeigt, wirkt dies immens irritierend, weil das Gehirn immer JENEN Bereich "korrigiert", auf den man gerade sein "Augenmerk" richtet:

Anders formuliert:

Wenn man auf den (leicht ungenauen) Lochkreis blickt, "korrigiert" das Gehirn diesen Lochkreis (wodurch sich dann aber der (in den "Augenwinkeln" sichtbare) mittige Punkt ("gegeneinander") verschiebt.

Und wenn man mit den Augen den mittigen Punkt fixiert, driftet (in den Augenwinkeln) der Lochkreis wieder auseinander.

Man erkennt die Komplexität des Dilemmas. Meine primitive "Austrittspupillen-Methode" verhindert, dass das Gehirn "störende Anhaltspunkte" erhält, die einen präzisen Justierungs- oder Beurteilungsvorgang verunmöglichen.

3.) Okulartubuskontrolle (Parallelität)

Man blickt OHNE Objektträger in das Mikroskop, so dass nur eine weiße homogene Lichtfläche zu sehen ist. Wenn man jetzt nur EINEN EINZIGEN Lochkreis sieht, bedeutet dies, dass die Tubusrohre exakt parallel sind.

4.) Exakte Justierung der optischen Achsen eines Binokulartubus

Anmerkung:

Bei meinem Lomo-Binokulartubus habe ich erkannt, dass sich die Lage der optischen Achse tatsächlich DADURCH verschieben lässt, indem man ganz einfach den gesamten Flansch des (Okular-)Tubusrohres verschiebt (Die drei Befestigungsschrauben lassen ausreichend Spielraum).

Wichtig:

Es bedeutet bei nachfolgendem Justierungs-Ablauf KEINERLEI Unterschied, ob man nun (wie in meinem Falle) ein Tubusrohr, oder ob man eine Prismen-Einheit (die sich aus ihrer Verankerung gelöst hat) verschiebt. Denn der EIGENTLICHE Justierungs-Vorgang bleibt immer gleich und lässt sich praktisch auf alle Varianten und Marken von Binokulartuben anwenden.

Grundsätzlich gilt:

Eine exakte DETAILjustierung der optischen Achsen kann (wie oben geschildert) nur DERGESTALT vorgenommen werden, indem man sich mit den Augen von den Okularen SO WEIT entfernt, dass die Korrekturmechanismen des Gehirns sozusagen "völlig ausgehebelt" werden.

Nun komme ich (endlich) zum eigentlichen Justierungsvorgang der optischen Achsen eines Binokulartubus:

a) Zuerst stellt man ABSOLUT EXAKT den korrekten Augenabstand ein (Achtung: Diese Einstellung ist äußerst wichtig und sollte daher sehr genau vorgenommen werden.)

b) Man sucht auf einem Objektträger einen winzigen (Verunreinigungs-)Punkt, bringt diesen exakt in die Mitte des Bildes und stellt ihn scharf.

c) Nun entfernt man sich ganz langsam (ca. 20cm weit) von den Okularen und konzentriert sich dabei AUSSCHLIESSLICH auf den scharf gestellten Punkt, der dann im Endeffekt im Zentrum der unscharfen kleinen Austrittspupille zu sehen ist.

Anmerkung:

Die beiden vorhandenen Austrittspupillen stellen sich natürlich (wenn man den Augenabstand korrekt eingestellt hat und die Augen in der KORREKTEN Position hält) wie EINE EINZIGE Austrittspupille dar.).

d) Jetzt sorgt man (in Verbindung mit abwechselndem Schließen des rechten und linken Auges) mittels Verschieben der optischen Achse DAFÜR, dass sich der beobachtete Punkt IN BEIDEN (durch das Abwechselnde Schließen der Augen diesmal ja EINZELN wahrgenommenen) AUSTRITTSPUPILLEN jeweils EXAKT IN DER MITTE befindet. Dabei muss man den Kopf unbedingt sehr ruhig halten!

Dann fixiert man die optische Achse in der so eruierten Position.

(Anmerkung:

Das Verschieben der optischen Achse erfolgt entweder (wie in meinem Falle des Lomo AY12) durch ein Verschieben eines Okulartubusflansches oder beispielsweise durch das Verschieben einer Prismenbaugruppe (die sich aus ihrer Verankerung gelöst hat). Dies ist natürlich von Fall zu Fall verschieden und auch von den jeweiligen Konstruktionsmerkmalen des gerade vorliegenden Binokulartubus abhängig.)

e) Man blickt wieder "normal" in das Mikroskop und verdreht die Okulare (nur falls erforderlich!) so weit gegeneinander, bis AM UNMITTELBAREN RANDE des sichtbaren Lochkreises (rechts und links) DIESELBEN OBJEKTDDETAILS zu sehen, und auch keinerlei Doppelbilder des Lochkreises wahrnehmbar sind.

Anmerkung (Die Punkte a, b und c eignen sich auch hervorragend zur Kontrolle, ob ein Binokulartubus wirklich exakt justiert ist.)

Bei exakt erfolgter Justierung scheint der sichtbare Lochkreis in minimalem Abstand über der Objekt-Ebene zu "schweben" und zeigt entlang seines gesamten Umfangs hinweg KEINERLEI Doppelbilder mehr. Dieser Eindruck rührt möglicherweise daher, daß der Lochkreis SELBST wirklich DREIDIMENSIONAL, die betrachtete Objekt-Ebene hingegen ZWEIDIMENSIONAL ist.

Herzliche Grüße
Christian

PS.: Hoffentlich habe ich mich ausreichend verständlich ausgedrückt.