

Justieren einer FFC (6", f/3,5)

Harald Strauß – Sternwarte Gahberg
März 2007

1/ Motivation:

Eine lichtstarke Optik ist bezügl. Justierzustand besonders heikel, da bereits geringe Abweichungen vom Idealzustand mangelhafte Bildergebnisse liefern. Gerade bei den immer größer werdenden Chipflächen ein zunehmendes Problem. In meinem Fall konnte ich mit einem Justierokular nur annähernd zufrieden stellende Ergebnisse erreichen welche auch nicht reproduzierbar waren. Die Abbildung in den Bildecken war nie wirklich perfekt.

Diverse Gespräche und eine interessante Beschreibung im Internet brachten mich zur nachstehenden Vorgangsweise.

Die beschriebenen Arbeitsschritte sind für alle vergleichbaren optischen Konzepte anwendbar und beschränken sich nicht ausschließlich auf eine Flatfil Kamera (FFC)

2/ Vorbereitungen:

Anschaffung eines Justierlasers:

In meinem Fall habe ich mir einen höherwertigeren Laserpointer beschafft (9.- €), da der Laserpunkt deutlich heller und punktförmiger ist, Dieser Laser kommt auch in meinem selbstgebauten Justierlaser zum Einsatz. Ein weiterer Vorteil ist, dass man normale Batterien verwenden kann. D.h. es sind keine teuren Knopfzellen nötig.

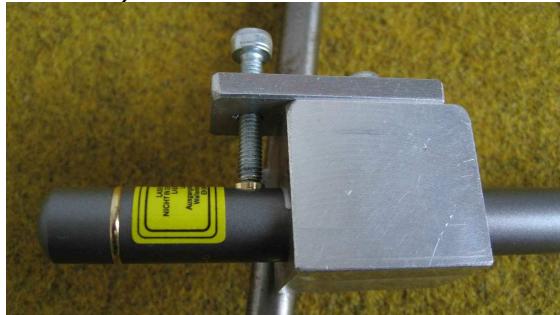
Herstellung einer Aufnahme für den Justierlaser:



Dazu habe ich einen alten Höhenreißer umgebaut, d.h. die Anreißnadel gegen eine neue Aufnahme + Laser ausgetauscht.

Zum aktivieren des Lasers und für den Dauerbetrieb kommt eine Stellschraube zum Einsatz.

Das Gerät ist recht schwer und dadurch sehr standfest, bzw. kann man mit einer Schraube den Winkel des Laserstrahls sehr feinfühlig verstellen (auf und ab).



Für die Durchführung der Justage ist jedoch grundsätzlich keine so aufwendige Konstruktion nötig. Den Laserpointer auf ein „zurecht geknülltes“ T-Shirt zu legen und mit einer Wäscheklammer auf Dauerbetrieb zu stellen geht natürlich auch.

Optik voreinstellen:

Die nachstehend beschriebenen Arbeitsschritte sind zur Feinjustage gedacht, das Instrument sollte daher nicht total „um die Ecke“ schauen, was in der Regel auch nicht der Fall ist, außer man hatte das Instrument z.B. zwecks Reinigung zerlegt. Weiters ist es vorteilhaft, wenn die Justage so vorgenommen wird, dass man sich bereits annähernd im Fokus befindet. Wenn man nach der Justage zwecks Fokussierung den Fangspiegel der FFC stark nachdrehen muss, so ist das eine zusätzliche Fehlerquelle welche vermeidbar ist. D.h. vorher mit der FFC und dem entspr. Kamerasetup Testbilder machen.

Anfertigung einer Vorrichtung für die Aufnahme des Teleskops:

Die FFC soll auf der Spiegelzelle und am Frontring welcher die Korrektorplatte aufnimmt, aufliegen und in der Vorrichtung drehbar sein. Diese Aufnahme ist aus Holz leicht herzustellen. In meinem Fall habe ich auf die Auflagepunkte noch Kunststoffplättchen angebracht. Das Teleskop sollte sich darin leicht drehen lassen, das Teleskop nicht zerkratzt werde und aber in jeder Stellung auch alleine stehen bleiben.



Eine Rohrschelle würde hier auch gute Dienste leisten.



Die Justierschrauben des Hauptspiegels beschriften



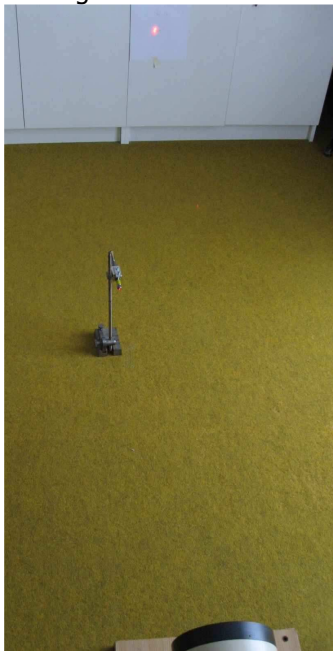
Die FFC in der Drehvorrichtung.
Da ich die mechanischen Anbauteile nicht abschrauben wollte, musste ich auch auf den Durchlass in der Mitte achten.

Um bei der Justage dann den Überblick zu behalten und später die Laserspotpunkte einer Stellung des Teleskops in der Drehvorrichtung zuordnen zu können, ist es sehr hilfreich wenn man sich die Justierschrauben nummeriert. Die Schrauben des Fangspiegels gehen da mit, da diese bei der FFC in Linie angeordnet sind (kein Winkelversatz).

3/ Durchführung der Justage:

Justierung des Hauptspiegels:

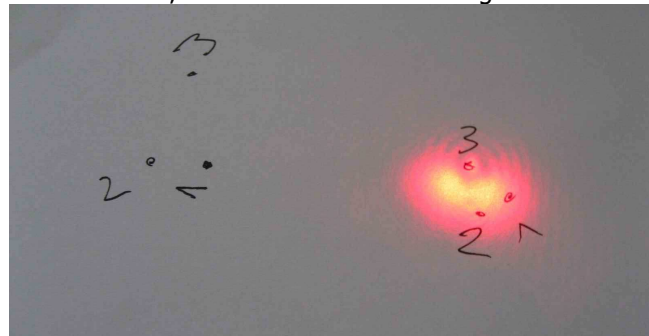
Man leuchtet mit dem Laser objektivseitig so auf den Hauptspiegel, dass der Laserstrahl aus dem Instrument wieder heraus und auf eine Projektionsfläche reflektiert wird. Wenn man nun bei feststehendem Laser das Fernrohr in der Vorrichtung dreht, so wird der Laserpunkt auf der Projektionsfläche einen Kreis beschreiben. Ziel ist es nun mit den Justierschrauben so lange die Optimierung vorzunehmen, bis der Laserpunkt auf der Projektionsfläche „still steht“ (nur minimal wandert). Das Objektiv sollte von der Projektionsfläche 2 bis 3m entfernt sein und der Laser wird ca. 1m vor dem Objektiv aufgestellt. Diese Entfernung ist nicht so wichtig. Der Abstand zur Projektionsfläche schon, da mit zunehmendem Abstand die Justage genauer wird, aber auch schwieriger. Mit 2m ist man da aber gut dabei.



Das linke Bild zeigt:

- ein am Kasten angebrachtes Blatt Papier mit dem Laserpunkt.
- In der Mitte den Laser auf der Haltevorrichtung
- unten den Frontring der FFC.

Man beginnt nun bei Pos. 1 und markiert den Laserpunkt am Papier und so weiter, bis man nachstehende Figur erhält.



Man nähert sich durch drehen der Hauptspiegeljustierschrauben jenem Punkt an, wo alle drei Punkte in einem Ort zusammentreffen. Man dreht dabei die Justierschrauben so, dass der Laserreflex zum Zentrum der drei Punkte wandert.

Der Laserpunkt selbst erscheint als Zerstreungsfigur mit Interferenzringen und nicht punktförmig. Man wählt daher zur Markierung am Blatt für alle drei Punkte den identen „Fleck“.

Die Einstellung des Lasers ist eine Spielerei, denn der Strahl soll ja auf der Projektionsfläche (z.B. Kasten oder Tür) und nicht am Boden erscheinen, bzw. nicht auf den Sekundärspiegel treffen bzw. von diesem nicht aus der FFC hinten hinaus reflektiert werden. Bei der Suche nach dem richtigen Punkt ist dann eine gute Laserhalterung schon was wert. Mit dem T-Shirt halt nicht mehr so einfach.

Justierung des Sekundärspiegels:

Man leuchtet mit dem Laser wiederum objektivseitig auf den Hauptspiegel, aber nun so, dass der Laserstrahl mittels Sekundärspiegel hinten aus dem Instrument wieder austritt und auf eine Projektionsfläche reflektiert wird.

Der Strahl wird dabei in der Regel nicht in der optischen Achse austreten, sondern seitlich davon, was aber OK ist.

Die Justage erfolgt nun in der gleichen Weise wie beim Hauptspiegel, aber nun mit den Justierschrauben des Sekundärspiegels. Der Abstand der Projektionsfläche vom Tubusende sollte wieder so um die 2m betragen.

Im Bild unten der Testaufbau

- links das Blatt mit dem Laserpunkt (am Kasten aufgeklebt)
- in der Mitte die FFC (rechts Objektiv)
- rechts der Laser auf der Haltevorrichtung



4/ Ergebnis:

Die FFC wird nun am Stern bereits eine gute Abbildung zeigen.

Eine Nachjustage kann aber immer noch notwendig sein. In diesem Fall aber immer nur den Sekundärspiegel justieren.

Zusätzliche Praxistipps zur Justage, insbesondere am Stern

Markus Blauensteiner – Sternwarte Gahberg, Juni 2011

1: Aufbau

Der oben beschriebene Aufbau zur Haupt - und Fangspiegeljustage sollte, wenn irgend möglich, reproduzierbar erfolgen. Das bedeutet, die Drehvorrichtung und den Laser einmal einzurichten und die exakte Position dann anhand irgendwelcher Möbelstücke, Wände o.ä. zu vermessen.

Somit kann, wenn das Gerät aufgrund von Dejustage wieder anfängt, schlechtere Bilder u liefern, 1 x die Dejustage aufgezeichnet werden. Einfach die drei Punkte, die der Laser in den verschiedenen Stellungen erzeugt, auf ein Blatt Papier aufzeichnen, so wie beim Justagevorgang selbst – und dieses Blatt dann archivieren.

Der ganz gründliche Fotograf könnte somit vor jeder Aufnahmesession den Testaufbau exakt wie beim letzten Mal nachstellen, das archivierte Blatt aufkleben und sich die aktuelle Abweichung ansehen. Ist sie geringer als die aufgezeichnete, die ja den Justagezustand widerspiegelt, als die FFC gerade wieder anfing, schlechtere Qualität zu liefern, dürfte das Gerät für diesen Abend gute Bilder liefern.

Somit ließen sich unangenehme Überraschungen und verlorene Belichtungszeit verhindern. In der Praxis wird, wenn sich die Ortsveränderung der FFC lediglich auf Auf – und Abbau beschränkt, also wenn nicht transportiert wird, eine Überprüfung alle 3 – 4 Nächte reichen.

3: Federcheck VOR der ersten Justage – FFCs haben Überraschungen eingebaut!!

Hat man eine FFC erworben und noch nie hineingeschaut, sollte man dies tun, bevor beim Justageversuch graue Haare wachsen – in einem Aufwasch lassen sich gleich noch weitere Verbesserungen anbringen, die nur wenige Minuten in Anspruch nehmen!

Man markiert sich die Position der Hauptspiegelfassung / Abschlussplatte, also welche Justageschraube zu welcher Befestigungsschraube am Rand gehört.

Dann baut man die Hauptspiegeleinheit einfach mal beherzt aus. Sie besteht aus zwei Platten, der rückwärtigen Abschlusspalette und der Hauptspiegelhalterung. Verbunden sind sie durch drei Schrauben, über die man die Federn zusammendrückt oder entspannt.

Der wichtigste Blick gilt den Federn – original sollten hier Tellerfedern verbaut sein – sollten, wohlgemerkt. Bei der FFC der Sternwarte Gahberg waren hier drei weiche, nutzlose Federchen verbaut – weiß der Himmel, wie die da hinein kamen! Wir haben sie in Ermangelung von Tellerfedern testweise durch steife Spiralfedern ersetzt – Test bestanden! Ist hier alles korrekt verbaut, zieht man die Schrauben so weit an, dass die Federn fast ganz gespannt sind. Mit einer Schublehre kontrolliert man rundherum den Abstand – überall gleich!

Danach kann die Zelle wieder eingebaut werden – 1. Baustelle beseitigt.

Die nächste Unzulänglichkeit ist die Fokussierskala – die 6" f/3,5 FF hat eine Fokustoleranz von 0,03 mm (!) – ich weiß nicht, warum Lichtenknecker hier so grobe Skalen verbaut hat. Abhilfe schafft ein Streifen Millimeterpapier, mit doppelseitigem Klebeband am Fokussierknopf angebracht.

Temperaturbedingtes Nachfokussieren erfolgt übrigens in Richtung Himmel gesehen immer gegen den Uhrzeigersinn!

Die Verriegelung des „Fokussierfensters“ erzeugt an einer Stelle im Bild einen Spike – hier kann man die Verriegelung einfach mit Velours / Samt versehen – Reflex beseitigt.

2: Position des Lasers

Es kann schwer fallen, den Laser zu positionieren – er reflektiert halt an jeder optischen Fläche, auch dort, wo man eigentlich nicht will.

Das Ausrichten fällt am leichtesten, wenn man durch das „Tubusfenster“ auf den Hauptspiegel blickt.

An der Wand können jetzt u.U zwei Punkte erscheinen, meist ist einer klein und einer sehr groß. Gemeinerweise drehen sie sich auch noch beide.

Der kleinere ist meistens der Reflex von der Korrektorplatte – man erkennt ihn daran, dass sich beim Hauptspiegel justieren nichts am Fleck verändert. Dann wird's Zeit, sich den dicken Fleck auf das Papier zu holen – hier sollte sich jetzt was bewegen, wenn man justiert. Sonst siehe Federproblem einen Punkt weiter oben. Oder man hat eine andere Überraschung zu finden und zu beseitigen.....

Ist der auftreffende Fleck klein und punktförmig, handelt es sich zu 90% um einen Reflex der Korrektorplatte. Der richtige Fleck ist kreisförmig und hat mehrere Zentimeter Durchmesser!

Die Justage erfolgt wie oben beschrieben, zum Feintuning geht's zur Justage am Stern!

3: Justage am Stern

Für diesen Schritt ist es auch bei Verwendung einer DSLR (Spiegelreflex) - Kamera ratsam, ein Laptop zu verwenden, da die Arbeit ungemein erleichtert wird. Geht natürlich auch ohne, kann aber Nerven kosten.

Das Instrument sollte temperiert sein und das Seeing nicht ganz mies – und die Justage sollte Richtung Zenit erfolgen, an einem hellen Stern. Das alleine schon macht den Live-View der DSLRs unpraktisch, wer legt ich schon gerne unter sein Teleskop?

Zur Nutzung der Live-View Funktion meiner Canon Eos 500d habe ich mir (2011) ein Freeware-Programm von „Astrojantools“ installiert – es kann die gesamte Steuerung der DSLR übernehmen, interessant ist das Livebild.

Also Kamera am Fernrohr befestigen, am Laptop anstöpseln, das Programm der Wahl starten und los geht's. Erst mal den Stern in die Mitte des Gesichtsfeldes holen. Dann defokussieren, ob intra - oder extrafokal ist egal. Bei Astrojantools kann man im Livebild zoomen – der Stern darf ruhig gut die Hälfte des Fensters einnehmen. Jedenfalls soll der Schatten deutlich sichtbar sein.

Man sieht den Fangspiegelschatten im großen Sternscheibchen, und wenn man kein absoluter Glückspilz ist, ist er NICHT zentral. Er wird jetzt mit den Justageschrauben des Fangspiegels zentriert.





Man fährt nun mit der Hand in den Tubus und sucht sich die richtige Schraube – steht der Schatten beispielsweise in Richtung des schmalen Pfeils versetzt, fährt man mit der Hand so hin, dass man sie an der Seite des dicken Pfeiles erkennt. Die nächstgelegene Schraube ist die richtige!

Nun dreht man ein mal vorsichtig – der Stern wird aus dem Bild laufen. Ich hatte also bei diesem Vorgang rechts die Steuerbox der Montierung und links den Inbusschlüssel in der Hand, und ein Auge am Monitor. So lässt sich der Stern leicht wieder einfangen.

Im Beispiel oben, also Fangspiegelschatten rechts, muss der Stern beim Drehen LINKS aus dem Bild laufen – also immer von der Fehlerseite WEG. Schatten rechts – Stern muss nach links laufen – Schatten oben – Stern muss nach unten laufen usw.

So bringt man den Schatten mühsam aber sicher in die Mitte, ist man sich nicht sicher, helfen kurz belichtete Bilder so wie oben – besonders eindeutig zu beurteilen sind die etwas dunkleren Scheibchen.

Jetzt sollte die FFC wirklich brauchbare Bilder liefern – die finale Feinjustage kann man ja nach einer Aufnahmenacht mit sicher ausgekühltem Instrument machen.

Wir wünschen viel Glück, Spaß, Erfolg und wenige Überraschungen!