



## Tommy's Foto Newton Justage Primer

\*\*\*\*\*  
Newton-Justage ist \*eigentlich\* ganz einfach! J  
\*\*\*\*\*

Um die Newton Justage ranken sich viel Mythen, und sie gilt als schwierig. Es gibt viele Anleitungen im Netz, einige leider wenig zielführend, andere unnötig genau. Tatsächlich ist es aber sehr einfach und logisch – reine Geometrie, keine höhere Mathematik. Ich vergleiche es gerne mit dem Radfahren: Kann man es nicht, fragt man man sich wie das je möglich ist. Kann man es dann, fragt man sich wo überhaupt das Problem war. Wichtig ist zu wissen: Justage kann jeder erlernen, es gibt absolut kein Mysterium dabei.

Alle Anleitungen die ich kenne, befassen sich mit der Justage für visuelle Zwecke, in der Annahme dass es dann für Fotografie auch passen muss. Das ist theoretisch zwar richtig, in der Praxis braucht man als Fotograf aber die Genauigkeit nicht nur auf Achse, sondern auch in den Bildecken. Das erfordert öfters zusätzliche Schritte, welche ich entwickelt habe und sicher bin dass sie unbedingt zielführend sind. Das Vorgehen wird in einfachen Stufen beschrieben, zuerst mit Laser, und dann mit angesetzter Kamera. Diese Systematik führt sicher und je nach Übung relativ schnell zu bestmöglichen Sternabbildung auch im Feld.

Man nutze eine angenehme Vollmondnacht, wo es sonst nichts zu tun gibt, ohne Hektik und mit Ruhe, systematisches Vorgehen und astronomischer Seelenfriede sind sehr förderlich.

Der Newton hat nur zwei optische Elemente, die bei der Justage aufeinander ausgerichtet werden müssen, einen parabolischen Hauptspiegel (kurz HS), und ein an sich optisch inaktiver Planspiegel, welcher nur das Licht umlenkt (der Fangspiegel, kurz FS).

### **Prinzip und Ziel der Justage:**

Der FS muss die Achse des OAZ genau in den Mittelpunkt des HS lenken (der hat dazu eine Mittenmarkierung), und zugleich selbst zentrisch vor dem OAZ sitzen. Der OAZ muss nicht genau  $90^\circ$  kerzengerade am Tubus sitzen, denn beim Justieren macht man die opt. Achse mit der OAZ Achse deckungsgleich (zB Lowrider Dobson, der OAZ steht  $45^\circ$  zum Tubus). Die Bildebene steht bei der Parabel auf die opt. Achse immer genau senkrecht. Eine Verkippung liegt möglicherweise irgendwo in der Adaption von Kamera/Gewindeadapter/Filterrad/Chip, und kann leicht von Justagefehlern auseinandergelassen werden: Einen mm einwärts defokussieren, und die Bildecke mit den größten Sternscheibchen ist jene wo der Chip weitesten vom Fokus entfernt ist (Achtung, das angezeigte Bild wird Kamera intern bereits aufgerichtet).

### **Justagehilfsmittel:**

Ich empfehle den Justierlaser, vorzugsweise direkt mit dem Korrektor verschraubt. Der Lasterstrahl und die Punkte wo er Fang- und Hauptspiegel trifft können leicht gesehen werden, und sind unverwechselbar. Das erleichtert die Justage sehr, denn mit anderen Hilfsmitteln muss man sich zuerst vertraut machen, welche Elemente der Optik und der Mechanik man da eigentlich wo sieht - und welche für einen bestimmten Justierschritt zu beachten und welche zu ignorieren sind.

### **mit Korrektor justieren!**

Der Korrektor befindet sich im OAZ Rohr, am besten fest mit dem Laser verschraubt, und darf jedenfalls selbst keine Verkippung machen (Rotationstest: Laser extern montieren und beliebig durch den Korrektor senden, Korrektor in geeigneter 2" Hülse drehen und der Laserpunkt darf keinen kleinen Kreis beschreiben).

Laser am Korrektor verschrauben und in OAZ bündig einsetzen. Durch Drehtest schauen ob der Laser selbst zentriert ist: Der Laserpunkt am HS darf sich nur in sich selbst drehen, und muß auf derselben Stelle bleiben. Andernfalls Laser nachjustieren. Bei der nun folgenden Klemmung auf bündiges Aufliegen achten, besonders wenn es eine Sicherungsnut am Korrektor gibt (z.B.beim MPCC). Am Octo60 OAZ übernimmt das Auszugsrohr die Führung, dort kann der Korrektor nur ums Schlupfmass verkippfen. Das, oder fest verschrauben, ist reproduzierbar und das Beste.

Sinnvoll ist es, bei der Justage den OAZ so weit ausgefahren zu haben wie beim Fotografieren, also in der Fokusposition. Nur in der Theorie ist die Ausrichtung des OAZ Rohrs über den ganzen Hub exaktest dieselbe.

**Schritt 1:** Den FS justieren. Es gibt nur genau eine Position, die korrekt ist – in Höhe, Drehung und seitlicher Kippung des FS. Zuerst justiert man so, dass der Laser vom OAZ kommend den FS mittig trifft, aber nicht ganz mittig, sondern mittig minus Offset in Richtung OAZ. Der offset ist eine Verschiebung des FS vom OAZ weg, bei einem f/4 Fotonewton rechnen Sie mit 4-5mm. Genaugenommen berechneter Offset mal Wurzel 2, da der FS um 45° geneigt ist. Später wird der offset genauer erklärt, und am Ende ein Weblink zu einem Rechner angeführt.

nun zur Praxis:

am FS hat man folgende Möglichkeiten der Einstellung:

- die Zentralschraube am FS Halter. Sie hält den FS Halter an der Spinne, und regelt die Höhe des FS über dem HS
- der FS-Halter kann um die Zentralschraube gedreht werden (wenn diese angelöst ist)
- am FS Halter sind 3 Schrauben zum Einstellen der Kippung des FS vorhanden. Meist ist die Anordnung so, dass zwei die links/rechts Kippung regeln (in Bezug auf den OAZ), und die dritte die Kippung hin oder weg vom OAZ.

Für die 4 Schrauben am FS gibt es nur eine einzige korrekte Position, und der FS muss sich in dann auch in der korrekten Drehlage befinden. Darum ist das der heikelste Part der Justage.

- Vom Tubusende aus sieht man die FS Oberfläche ja nicht direkt, aber man sieht ihre Spiegelung im HS, und wo der Laserstrahl an FS auftrifft. Die links/rechts Symmetrie kann man recht gut beurteilen, und den offset schätzt man. So kann man das recht genau einstellen. Manche FS haben eine Markierung für den korrekten Punkt, wo der Laser treffen soll. Der Offsetpunkt wird zuerst über FS Höhe eingestellt, also Zentralschraube am FS Halter rein

oder rausdrehen, bis der Laserpunkt auf der richtigen Höhe ist (aufpassen, die Schraube hat ein Ende!). Dann werden jene 2 von den 3 Kippungs-Schrauben am FS-Halter betätigt, welche den FS links/rechts verkippen, so dass der Laserpunkt den FS am richtigen Fleck trifft. (natürlich muss der FS mit dem korrekten Offset aufgeklebt sein, sonst ist er am Ende nicht ganz zentrisch vor dem OAZ). Die dritte Schraube dabei leicht locker halten, damit der FS Halter noch drehbar ist.

- Dann schaut man wo der Laser den HS trifft, er soll dort in die Mittenmarkierung hinein. Oft ist es nötig, den FS zuerst um die Zentralschraube zu drehen, damit der Laser auf die Höhe der Markierung kommt. Ideal ist es, wenn er von der Mittenmarkierung etwas in Richtung auf den OAZ zu liegen kommt. Eventuell die 2 links/rechts Schrauben so verändern, dass dies möglich ist. Danach nur noch mit der 3. Kippschraube am FS Sockel (welche dem OAZ am nächsten ist), den Laserpunkt direkt in die Mittenmarkierung befördern. Der offset leidet nur wenig darunter. Ist er zu sehr verstellt, dann eine zweite Runde für den FS einlegen.

**Schritt 2:** Den HS ist so justieren, dass der Laser in das Loch wo er herauskommt zurückreflektiert wird. Das ist der einfache Part. Zuerst alle 3 Schraubensets (Zug und Druck) am HS fixieren, um eine stabile Ausgangslage zu erhalten. Beim Justieren dann jeweils immer nur ein Set verwenden und wieder anziehen, bevor das nächste geöffnet wird. So wird es schnell klar, welche Drehung an welcher Schraube den Laserpunkt in welche Richtung bewegt. Die Kontermuttern nicht zu fest anziehen, denn meist werden wir den HS später noch nachstellen müssen. Den Laserstrahl nun schön mittig in seinem Ausgangsloch einlochen.

Wichtig: Nie mit Tubus horizontal in der Waagrechten justieren! Denn der HS wird nie ganz von seinen Klammern fixiert - nur gegen Herausfallen gesichert - und kippt in der Horizontalen vielleicht etwas nach vorne. Immer auf die Sterne zielen beim Justieren, genau wie beim Knipsen, damit der HS korrekt in seiner Zelle sitzt.

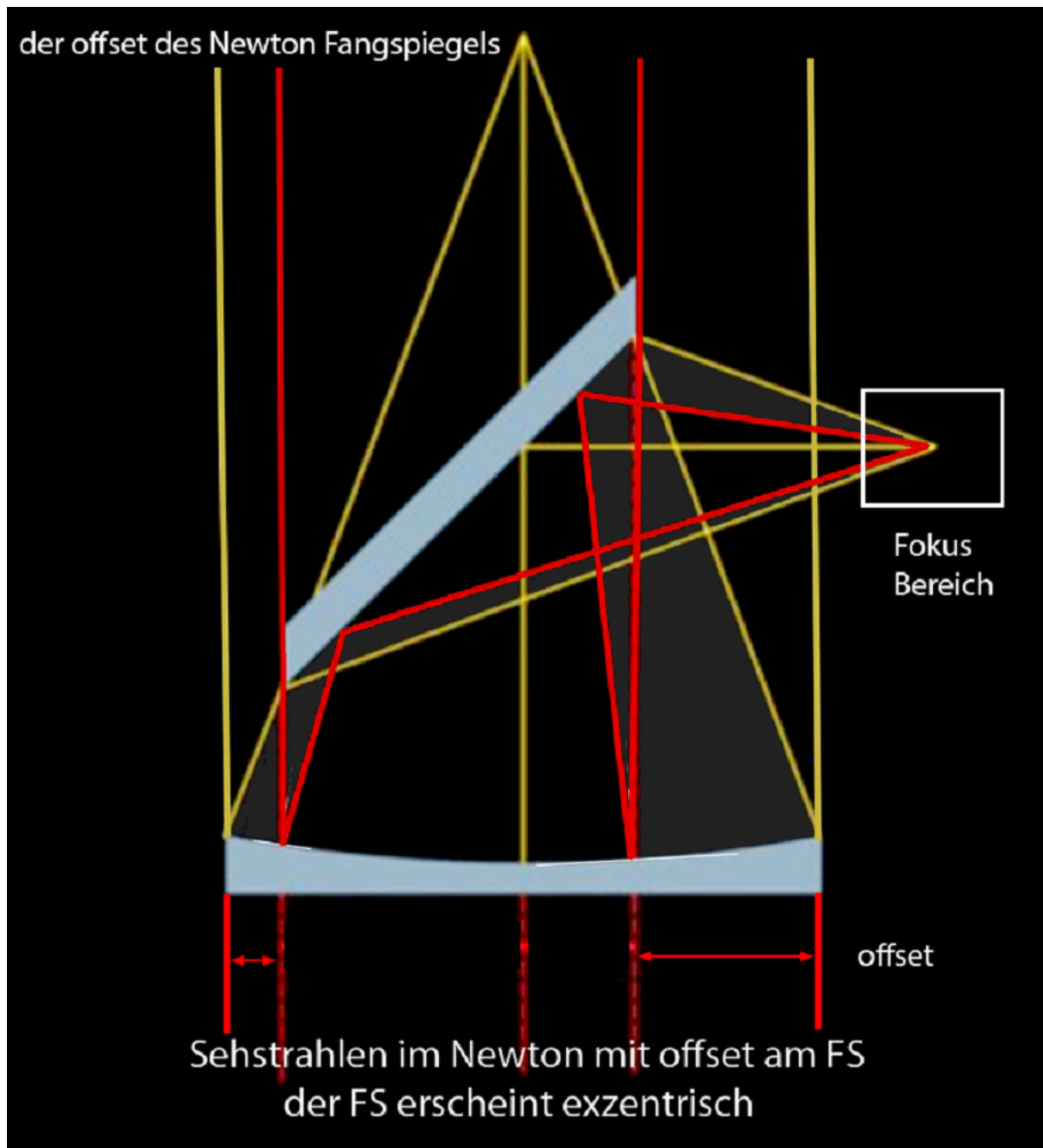
**Schritt 3 – Feinjustage für gute Abbildung im Feld:** Kamera dran und einen halbwegs hellen Stern in die Bildmitte nehmen, den braucht man sowieso zum Scharfstellen. Etwa 1-2mm intra und extrafokal defokussieren, und das Sternscheibchen anschauen, der FS Schatten soll deutlich in seinem Umriß im hellen Sternscheibchen zu sehen sein. Der FS-Schatten soll idealerweise intra zu extrafokal gleichmässig die Seite wechseln (wegen seiner exzentrischen Lage in der Eintrittspupille – dem offset).

Wenn der FS Schatten beim Durchfokussieren nicht gleichmässig die Seite wechselt, dann wird am HS nachjustiert wie unten beschrieben. Die FS-Justage ja in Ruhe lassen, das kann mit aufgesetzter Kamera nicht mehr justiert werden!

Wenn das in der Bildmitte befindliche defokussierte Sternscheibchen rund ist, und der FS Schatten darin intra/extra gleichmässig die Seite wechselt, dann hat man die optische Achse im Zentrum des Bildes. Das ist das primäre Ziel der Justage! Was ist damit gemeint?

**kurze Abschweifung – was ist der offset, wie entsteht der und wie sieht das Ganze aus?**

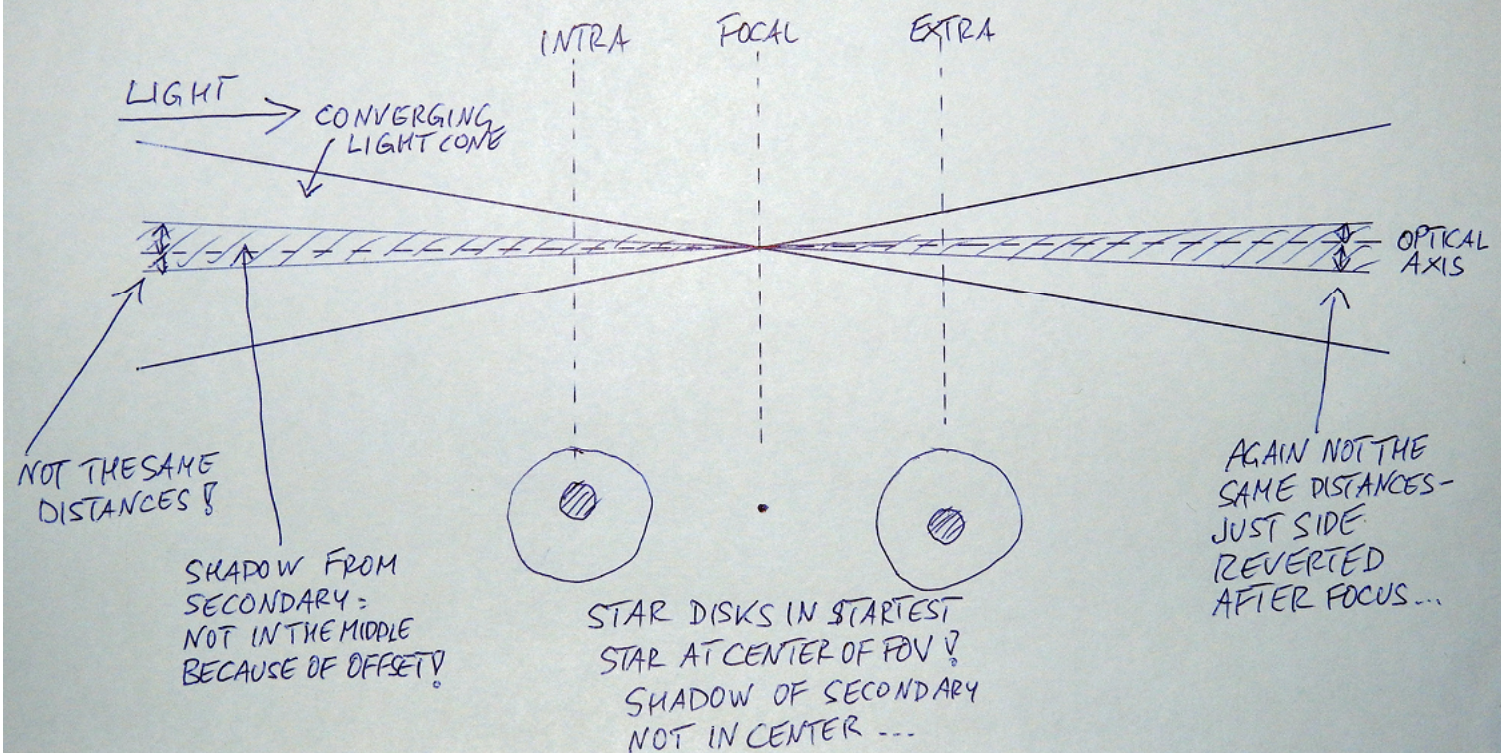
Der offset ist der seitliche Versatz des FS, weg vom Okularauszug. Er ist um so größer, je kleiner die F Zahl des Newtons ist. Bei f/8 kaum zu bemerken, ist er bei f/4 schon sehr deutlich zu sehen. Er entsteht, weil der vom HS kommende Strahlkegel vom FS im 45° Winkel umgelenkt wird, aber der gesamte Strahlkegel erfasst werden soll. Folgende Grafik veranschaulicht das:



Damit der FS den ganzen Lichtkegel erwischt, muss er exzentrisch im Tubus sitzen vom OAZ etwas weggerückt. Der Schatten den er wirft, sitzt daher auch exzentrisch im Lichtkegel. Wir betrachten jetzt näher, wie das um den Fokusbereich herum aussieht:



## LIGHT AND SHADOW IN A COLLIMATED NEWTONIAN (NEAR FOCUS)



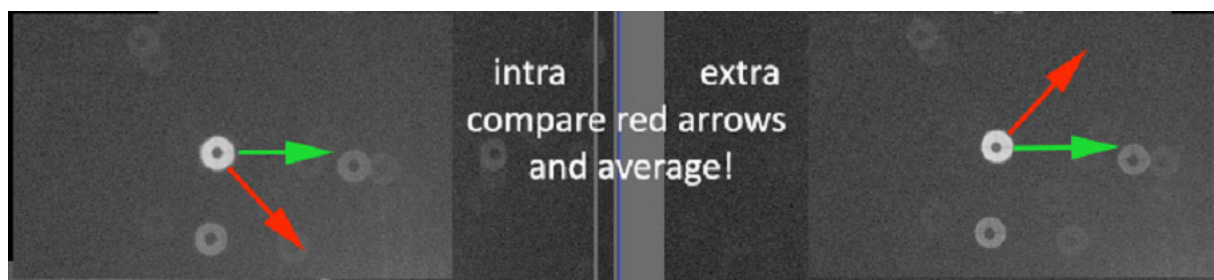
Von links kommt der Strahlkegel, und darin sitzt exzentrisch der Schattenkegel den der FS wirft. Im Fokus laufen die Kegel zusammen, und der Schatten verschwindet im Sternpunkt. Hinter dem Fokus tauchen die beiden verschachtelten Kegel aber wieder auf, nun ist der Schattenkegel auf die andere Seite hin exzentrisch – einfach weil das Licht gerade weiterläuft. Nun suchen wir uns zwei Punkte intra und extrafokal, welche gleich weit vom Fokus entfernt sind. Weit genug, damit der Schatten ganz deutlich wird, und nicht von Beugungserscheinungen nahe des Fokus überlagert wird. Unten sehen wir die Querschnitte durch den Lichtkegel mit dem Schatten darin, wie das defokussierte Sternscheibchen am Bild erscheint. Der exzentrische Schatten wechselt die Seite.

Das machen wir uns zunutze, um die optische Achse zu finden und sie in die Bildmitte zu befördern! Die optische Achse befindet sich dort, wo das Wechseln der Seite des Schattens genau gleichmäßig zum Zentrum des Sternscheibchens erfolgt.

Wir nehmen also einen Stern in die Bildmitte und defokussieren abwechselnd intra und extrafokal, etwa 1-2mm vom Fokus weg, und beurteilen wie der Schatten im Sternscheibchen gelagert ist. Dazu schauen wir, wo der Lichtring intra/extra jeweils am dicksten ist, und merken und diese zwei Richtungen. Am Hauptspiegel wird nun so nachjustiert, dass der Stern sich in der aus den 2 Richtungen gemittelten Richtung bewegt. Oft genügen sehr kleine Drehungen an den Justageschrauben!

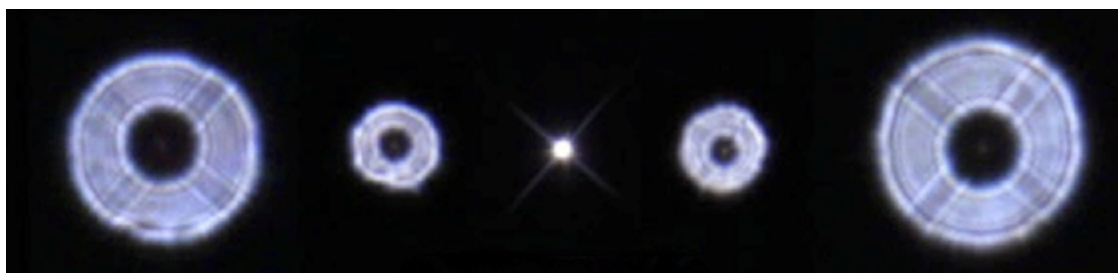
Dann wird der Stern über die Montierung wieder in die Mitte des Bildes gebracht, und ein weiteres Mal intra/extra getestet. Wenn dann nach einigen Durchgängen die dicksten Stellen des defokussierten Sternes sich  $180^\circ$  gegenüber liegen und gleich dick sind, dann hat man die optische Achse ins Bildzentrum gebracht.

Folgendes Bild veranschaulicht den Vorgang: Die Sternscheibchen sind am dicksten in Richtung der roten Pfeile. Am Hauptspiegel wird so justiert, dass der Stern sich am Bild in Richtung des grünen Pfeils bewegt.



Hat man zufällig eines der intra/extra Sternscheibchen genau symmetrisch, und nur das andere exzentrisch, so richtet man sich nur nach dem exzentrischen Bild – und justiert den Stern in Richtung der dicksten Stelle.

Nach erfolgreicher Justage sollte es dann so aussehen (10" f/4 Lacerta Newton, Eos600d). Die dicksten Stellen sind gleich dick und liegen sich  $180^\circ$  gegenüber.



Komplikation: Bemerkt man beim Sternscheibchen Astigmatismus (Eierform, die sich intra/extra um  $90^\circ$  dreht) dann kann (neben Optikfehlern) auch die FS-Justage falsch sein. Der Newton zeigt Asti, wenn die OAZ Achse nicht ins Zentrum des HS trifft (FS Justage checken, genaue Lage der HS Mittenmarkierung checken!). Das Koma kann man dann zwar justieren, der Asti bleibt.

Die optische Achse durchstößt die Bildebene nun in Bildmitte, und theoretisch sollten nun die Verzerrungen der Sterne am Bildrand verschwunden, oder zumindest symmetrisch zum Bildzentrum sein. In der Praxis kann aber eine ganze Reihe von Faktoren noch immer Probleme bereiten. Jetzt haben wir aber die Kamera dran und wollen fotografieren. Eine weitere kurze Prozedur hilft uns das Bild zu optimieren:

**Schritt 4:** Wenn nötig! Sind die Sterne in den Ecken immer noch nicht gut geformt, kann Verschiedenes die Ursache sein. Der Laser ist ein Hilfsmittel, aber er arbeitet nur mit Reflexion an einem Punkt und nicht mit der ganzen Optik. Keine Optik hat ideale Genauigkeit, manchmal ist ein Anteil Koma in den Spiegeln vorhanden, das kann mit einem

Laser nicht rausjustiert werden. In diesem Fall, wenn eine Seite oder Ecke des Bildes verzogene Sterne hat, dann bestimme man die Richtung der stärksten Verformung. Es ist gut, dazu ein Programm zur Ansteuerung der Kamera zu nehmen, welches es einfach macht, am live Bild die Ecken anzuspringen – wie zB. APT. Dann hat man zwei Möglichkeiten zu justieren - immer am HS - den Stern hin zur schlechten Richtung bewegen oder weg davon. Einfach eine Richtung auswählen und kleine Justage Bewegungen machen. Eine der beiden Richtungen wird ein besseres Ergebnis bringen, bis die Abweichungen verschwinden oder aber symmetrisch zum Bildzentrum werden.

Ist der Fehler dann in den Ecken symmetrisch zum Bildzentrum verteilt, dann ist der Korrekturabstand noch nicht ganz getroffen, und es braucht da noch etwas Feintuning. Aber Bravo, gut justiert!

### **Zusatzhinweise:**

Die defokussierten Scheibchen in den Bildecken sind wegen der Vignette aussen sichelförmig beschnitten, sie sollten symmetrisch zum Bildzentrum beschnitten sein (das ist wahnsinnig empfindlich, also sollen das nur Wahnsinnige anschauen).

Ist der Kamerachip/die Adaption zur opt. Achse verkippt, sieht man das daran, dass die Sterne insgesamt recht gut rund sind, aber irgendwo im Bild etwas defokussiert. Eine genaue Prüfung besteht darin, etwas intrafokal zu defokussieren und dann zu prüfen, ob die entstandenen Sternscheibchen im ganzen Bild genau gleich groß sind. Im Falle einer Verkipfung sind sie unterschiedlich groß. So kann man auch am besten einen Entkipper trainieren. Leider haben die meist 3 Schraubensets, während der Chip 4 Ecken hat. Geometrie hat ihre Tücken.

Auch wichtig: Alle Kabel zur Kamera komplett entspannt verlegen, und gegen Zug entlasten. Die kontinuierliche Bewegung des Teleskops führt sonst unweigerlich zu Zug und Eiersternen uniform übers ganze Bild.

Die Spikes kommen von der FS-.Spinne und sollen schmal und fokussiert sein (das funktioniert wie eine Bahtinov-Maske). Sind sie das nicht, prüfen ob die Spinnenbeine in sich gerade sind und über den FS-Halter hinaus jeweils ineinander fluchten – mit einem angelegten Lineal prüfen.

Fehler durch Nachführung und durch Justage bei der Analyse auseinanderhalten:  
Kurz belichten! Eine 30 Sekunden (ev. mit hoher Iso Zahl) Aufnahme wird weniger Nachführfehler als eine 10 Minuten Aufnahme aufweisen, und zeigt meist genug Sterne zur Beurteilung.

Wenn irgendwo im Bild runde Sterne zu finden sind, dann ist die Nachführung ok.

Wenn ein Nachführfehler da ist, dann werden die Sterne überall im Bild länglich, und die Fehler addieren sich zu den Justagefehlern - sie subtrahieren sich niemals!

Berechnung des Offsets:

<http://www.otterstedt.de/atm/mynewton.workshop.fangspiegeloffsetberechnen.php>

\*\*\*\*\* Version 6.3.2017

Tommy Nawratil

<https://teleskop-austria.at/>

<https://lacerta-optics.com/>