

Filterprobleme und die unglaublichsten Ursachen

Wer von der „einfachen“ Astrofotografie in anspruchsvollere Gebiete wechselt und mit verschiedenen Filtern, Korrektoren und Systemen arbeitet, wird rasch auf zahlreiche neue Fehlerquellen stoßen. Einige treten erst in Erscheinung, wenn sich Filter im Strahlengang befinden – aber nicht immer ist der Filter dann auch die Ursache für das Problem.

Generell gilt: Je weniger Linsen in einem optischen System verbaut sind, desto besser beherrschbar ist es. Auch wenn moderne Mehrfachvergütungen und Fertigungstechniken mittlerweile komplexe Optiken mit vielen Linsen ermöglichen, kann es bei der Kombinationen verschiedener optischer Komponenten immer wieder zu überraschenden Effekten kommen. Oft liegt die Ursache an unvermuteter Stelle, manchmal sogar außerhalb des Teleskops.

Horizontale Linien und Bänder

Einige Kunden berichteten uns über horizontale helle Linien auf den Bildern, die in bestimmten Kombinationen mit einigen CCD-Kameras (vor allem bei Atik) auftreten. Im Dunkelbild mit aufgesetztem Deckel waren sie nicht zu sehen, was ein Problem mit der Kamera unwahrscheinlich erscheinen ließ.

Ein Verdrehen des Filters änderte das Bild kaum, und der helle Streifen blieb immer perfekt auf die Kante des CCD-Sensors ausgerichtet. Damit konnte der Schuldige letztlich identifiziert werden: Einige CCD-Sensoren sind an der Kante stark reflektierend – nämlich dort,

wo die Drähte angeschlossen sind. In Kombination mit dem Atik-Filterrad ergab sich ein Backfokus, durch den es mit einem eingesetzten Filter zu einer Vorwärts-Rückwärts-Reflexion kam. Das Ergebnis waren helle Streifen auf dem Sensor.

Damit hat der Filter die Reflexionen der Kamera erst sichtbar gemacht und war nicht ursächlich verantwortlich – ein optisches System ist ja nicht für internes Streulicht ausgelegt.

Nachdem die Ursache gefunden war, war die Abhilfe einfach: Der Filter wurde mit einem 5 mm Abstandsring neu positioniert, so verschwanden die Knotenmaxima der Reflexion, und das System funktionierte einwandfrei.



Die Aufnahme zeigt eine horizontale Linie im oberen Bereich – verursacht durch den Kamerasensor.

Halos rund um helle Sterne

Vor allem rund um helle Sterne kann es zu Halos kommen, insbesondere bei Interferenzfiltern an schnelleren Optiken. Um die Fehlerquelle einzugrenzen, sollten Sie mehrere Faktoren überprüfen und testen, ob sich die Bildfehler verändern:

- Ist ein Komakorrektor oder Bildfeldebner eingebaut – falls ja, ist das Halo auch ohne ihn zu sehen?
- Können Sie den Filter (samt Fassung oder in ihr) umdrehen, sodass die (reflektivere) Vorderseite nicht zur Lichtquelle, sondern zum Sensor zeigt? Vor allem bei ungefassten Filtern sollten Sie das zuerst einmal ausprobieren um festzustellen, ob es sich um eine Rückflexion im Teleskop handelt. Schrauben sie einen Einschraubfilter auch einmal nicht ganz in die Fassung ein, um einen anderen Abstand zu erzielen. Optische Elemente, die nahe aneinander liegen, können sich leicht negativ beeinflussen; ein vergrößerter Abstand kann bereits viel bewirken.

Sehr stark aufgeweitete, überlagerte Reflexionen deuten auf Reflexionen an weiter entfernten Stellen hin; interne Reflexionen im Filter verursachen eher kleine Halos. Wenn die Halos zum Bildrand hin exzentrisch zum Stern sind, deutet das auf eine gewölbte Linsenfläche hin, zum Beispiel auf einen Bildfeldebner. Mögliche Quellen sind neben dem Filter unter anderem



Auf dieser Aufnahme sind sowohl großflächige Reflexionen zu sehen, die wohl durch einen Komakorrektor verursacht wurden, als auch Halos um helle Sterne.

Korrektoren oder auch das optische Fenster der CCD-Kamera. Es kann durchaus sein, dass das optische Fenster einer Kamera unvergütet ist.

Um die Fehlerquelle zu finden, sollte der Aufbau auch einmal an einem anderen Teleskop und/oder mit einer anderen Kamera getestet werden – wenn der Fehler nicht am Filter liegt oder dieser nur ein prinzipielles Problem deutlich macht, ändert auch ein Ersatzfilter nichts am Ergebnis.

Auch Einschraubfilter können minimal verkippen. Ein Hinweis darauf ist es, wenn die Halos z.B. bei kombinierten RGB-Aufnahmen nicht exakt aufeinander liegen.

Bei Interferenzfiltern, die ja auf interner Reflexion basieren, besteht bauartbedingt immer die Möglichkeit von Reflexionen. Diese können aber in der Regel so weit reduziert werden, dass sie nicht bemerkbar sind.

Einen ausführlichen, englischsprachigen Text zur Ursachensuche von Halos finden Sie auch unter https://web.archive.org/web/20140729003031/http://www.astrodon.com/articles_faq/articles_faq/press_release:391,355,49

Halos – Problem Bildbearbeitung bei H-Alpha, OIII und SII

Auch durch die Bildbearbeitung können Halos entstehen. Die meisten Nebel leuchten in den OIII- und SII-Kanälen wesentlich weniger hell als in H-Alpha. Der Unterschied kann leicht ein bis drei Größenordnungen betragen. Wenn nun in der Bildbearbeitung das Histogramm der OIII- und SII-Kanäle auf ähnliche Werte gebracht wird (ausgewogene Grauwertverteilung für jeden Kanal), werden auch eigentlich feine Sterne aufgebläht.

Die Sterne sind in den Bilddaten ja keine reinen Punkte, sondern erscheinen eher als Kegel oder Glockenkurven. Durch Stretching, also durch Anpassen des Histogramms, werden auch diese flachen Basen der Sterne auffälliger, und man gewinnt den Eindruck, dass diese Filter stärkere Halos produzieren als der H-Alpha-Filter – dabei ist das nur ein Ergebnis der Bildbearbeitung. Bei schwachen Sternen ist die Basis kleiner und geht ggf. in der Hintergrundhelligkeit unter.

Zudem tendiert man dazu, für diese schwächeren Kanäle größere Filterbandbreiten zu verwenden, um dadurch ein stärkeres Signal zu erhalten. Das ist aber genau der falsche Weg, denn die meisten Emissionslinien der Nebel zeigen kaum eine Zeeman- o.ä. Linienverbreiterung. Ein enger Filter, der genau die Zentralwellenlänge der Emissionslinie durchlässt, zeigt den Nebel also praktisch genauso hell wie ein breiterer Filter. Der Unterschied beträgt vielleicht nur wenige Prozent. Dafür lässt ein breitbandiger wesentlich mehr Stern- und Hintergrundlicht durch, was die Sterne in Relation zum Nebel wesentlich heller macht. Genau die Sterne sind aber das Problem: Durch die gesteigerte Helligkeit entstehen durch Übersättigung Halos, Blooming, Fehlfarben usw.

Ein sehr enger Filter kann andererseits an sehr schnellen Optiken aufgrund der Zentralwellenverschiebung wiederum zu Problemen führen, da die Zentralwellenlänge dann nicht mehr exakt getroffen wird. An diesen Teleskopen funktionieren breitbandigere Filter besser, da sie kein Licht des Nebels blockieren – weder durch Fertigungstoleranzen noch durch die Folgen des schnellen Öffnungsverhältnisses.

Für ältere Kameras mit Selfguide hinter den Filtern war das ein nötiger Kompromiss; mittlerweile ist das nicht mehr nötig – heute sind lange Belichtungszeiten interessant, um auch schwache Nebelstrukturen zu erfassen. Ein engbandiger Filter erlaubt durch die schwächere Sternabbildung und den reduzierten Hintergrund längere und tiefere Belichtungen.

Nebel durch die Atmosphäre

Wunderschöne Halos können natürlich auch durch die Atmosphäre entstehen. Durch Streuung an Wassertropfen in der Luft oder Schmutz auf der Optik hat man den selben Effekt wie mit einem Weichzeichner vor dem Objektiv. Ein guter Hinweis darauf ist es, wenn der Halo gleichmäßig verläuft, ohne Abstufung. Auch schwache Cirruswolken, die dem bloßen Auge kaum auffallen, können diesen Effekt verursachen. In klaren Nächten und bei sauberen Optiken treten diese Halos nicht auf – aber sie können natürlich irritieren, wenn im Lauf der Nacht unbemerkt Schleierwolken aufziehen oder die Optik zutaut.



Ein Halo durch Bewölkung oder Tau auf der Optik

Fokusprobleme bei parfokalen Filtern

Bei der Addition von Aufnahmen, die durch verschiedene Filter aufgenommen wurden, kann es immer wieder zu leichten Unterschieden in der Schärfe kommen, auch wenn die Filter eigentlich parfokal sind. Schon die Temperaturschwankungen im Lauf einer Nacht können es erforderlich machen, gelegentlich nachzufokussieren, wenn sich der Teleskoptubus beim Abkühlen minimal zusammenzieht.

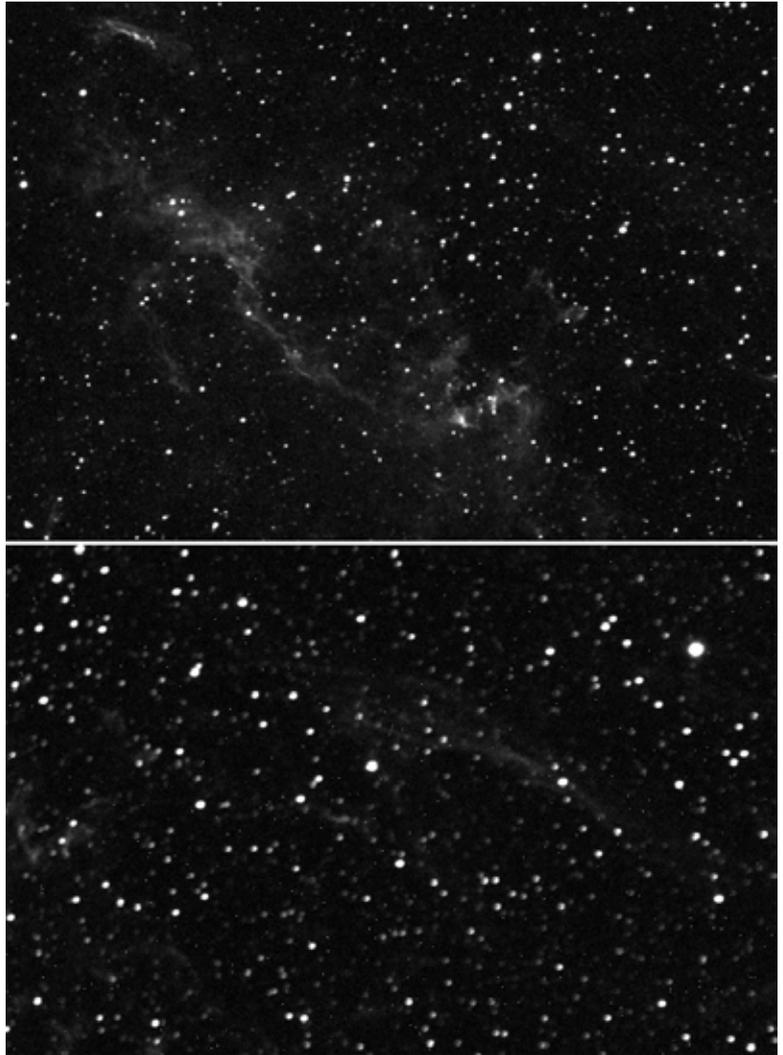
Bei Refraktoren mit nicht perfekter Farbkorrektur zeigen helle Sterne insbesondere im Blaukanal einen Hof auf; auch hier kann nachfokussieren das ggf. etwas verbessern.

Aber auch bei parfokalen Filtern können leichte Fokusdifferenzen auftreten – je nachdem, für welches Öffnungsverhältnis sie ausgelegt sind. Soweit nicht anders spezifiziert, sind die gängigen Filter für etwa $f/6$ bis $f/8$ ausgelegt und funktionieren auch an langsameren Optiken. Bei diesen Öffnungsverhältnissen fallen kleine Toleranzen nicht ins Gewicht.

Anders sieht es bei sehr schnellen Optiken mit $f/4$ o.ä. aus: Diese Geräte sind

sehr justagekritisch, sodass auch minimale Abweichungen auffallen. Daher empfehlen wir bei der Fotografie mit solchen Geräten, nach jedem Filterwechsel die Schärfe noch einmal zu überprüfen.

Bitte beachten Sie auch, dass bei sehr schnellen Systeme normale Interferenzfilter nicht mehr zufriedenstellend funktionieren. Für echte Astrographen mit Öffnungsverhältnis unterhalb von $f/4$ bieten wir daher die $f/2$ Highspeedfilter an, die für $f/2$ optimiert sind und bei Optiken zwischen etwa $f/1,8$ und $f/3,5$ deutlich bessere Ergebnisse liefern als Standardfilter.



Beim Wechsel von Filtern kann es zu einer Fokusverlagerung kommen – insbesondere bei achromatischen Teleskopen.

Zum Schluss...

Bei allem Streben nach Perfektion: Jede Glasoberfläche hat Auswirkungen auf das Bild, daher bevorzugen Planetenbeobachter seit jeher Okulare mit möglichst wenig Linsen. Auch die modernsten Profi-Sternwarten kennen das Problem, wie diese Aufnahme des VLT Survey Telescopes der ESO (Press Release eso1705a) zeigt: Rund um die hellen Sterne gibt es Halos durch Reflexionen, die der Faszination und der (auch wissenschaftlichen) Verwendung der Aufnahme nicht schaden.



Am VLT Survey Telescope der ESO entstand diese Aufnahme des Cat's Paw Nebels (NGC 6334, oben rechts) und des Lobster Nebels (NGC 6357, unten links). Mit den Worten der Europäischen Südsternwarte: Note that the circular features in the image around bright stars are not real, they are due to reflections within the optics of the telescope and camera.

Credit: ESO. <http://www.eso.org/public/images/eso1705a/>

Dieses Dokument sowie die Text selbst unterliegen unserem Copyright. Kein Teil dieses Dokumentes oder seiner Formulierungen dürfen für Zwecke Dritter übernommen werden. Jegliche Vervielfältigung oder Kopie dieses Dokumentes oder Teilen davon und jegliche Veröffentlichung in Printmedien oder in elektronischer Form – auch die Veröffentlichung dieses Dokuments im Internet zur Information Dritter – ist untersagt. Eine Zuwiderhandlung wird strafrechtlich verfolgt.

(c) 2017 by Baader Planetarium GmbH, Mammendorf



BAADER PLANETARIUM G M B H
Zur Sternwarte • D-82291 Mammendorf • Tel. +49 (0) 8145 / 8089-0 • Fax +49 (0) 8145 / 8089-105
Baader-Planetarium.de • kontakt@baader-planetarium.de • Celestron-Deutschland.de