Schmalband-Daten in Farbbilder einmischen

von Tommy Nawratil

Dieser Artikel erschien zuerst im Astronomie Magazin Ausgabe 13 (Okt./Nov. 2020), redigiert von Stefan Deiters die Redaktion und grafische Gestaltung des nun vorliegenden pdf besorgte Willi Kasakow

Mit Schmalband-Filtern gelingt es, selbst bei starker Lichtverschmutzung in Stadtnähe oder bei Mondschein, tiefe Aufnahmen von Emissionsnebeln anzufertigen. Sie filtern nahezu das gesamte Spektrum heraus, und lassen nur ein schmales Band um die Emissionslinie des jeweils angeregten Elements durch. Da Streulicht die Filter nicht passieren kann, lässt sich das Schmalband Signal stark hervor heben. Auf normalen Farbbildern erscheinen zwar die Sterne, aber von den Nebeln selbst ist oft wenig zu sehen. Wie kann man vorgehen, um die stärkeren, monochromen Schmalbandbilder so in das Farbbild einzumischen, dass daraus ein Komposit mit schöner Darstellung der Nebel in naturnahen Farben entsteht?

Was bedeutet "naturnahe Farben"?

Farben, wie wir sie mit bloßem Auge sehen? Die Empfindlichkeit des nachtadaptierten (skotopischen) Auges ist beispielsweise im Bereich der Hα-Alpha Wellenlänge (656 nm) nahezu Null. Wir würden ohne das Hilfsmittel Fotografie von den berühmten, roten Nebeln, die in diesem Wellenlängenbereich leuchten, praktisch gar nichts sehen. Stattdessen nimmt das Auge sehr wohl die Hβ-Beta Wellenlänge wahr (486 nm). Beide H-Linien entstehen als Teil der Balmer-Serie in der Anregungskette des Wasserstoffs und haben der Stärke nach ein festes Verhältnis. Hα-Alpha ist etwa dreimal so stark wie Hβ-Beta. Würden wir nun das für das Auge sichtbare Hβ-Beta für unsere Bilder verwenden, dann wären die gleichen Strukturen also viel schwächer und würden sich noch dazu mit den Strukturen der [OIII]- Linien (496 und 501 nm) farblich rettungslos vermischen. Diese liegen nämlich in der Nähe von Hβ-Beta, im blaugrünen Teil des Spektrums.

Naturnahe Bilder

Die Entscheidung für H α -Alpha hat somit zwei sehr gute Gründe, die allerdings eher ästhetischer und praktischer Art sind, jedoch nicht unbestreitbar **naturnah**.

Und noch etwas: Die Intensitäten der Emissionslinien sind gegenüber den breitbandigen Kontinuum-Strahlern, wie z. B. den Sternen, relativ schwach, so dass wir sie beim Einmischen unverhältnismäßig stark darstellen. Es entstehen eindrucksvolle Bilder, aber über ihre Natürlichkeit könnte man diskutieren. *Naturnahe Farben* darf man jedoch als valide Abgrenzung zu *Falschfarben* verstehen. Den einzelnen Wellenlängen (Filter) bei Schmalbandbildern werden oft willkürliche Farben zugeordnet (z. B. Hubble-Palette) und damit sehr kontrastreiche Bilder erzeugt, welche die Verhältnisse am Himmel dann noch weniger *naturnah*, sondern eher stark überzeichnet darstellen.

Die SII-Linie, welche bei der Hubble-Palette sehr wichtig ist, wird in unserem Beispiel nicht verwendet. Sie liegt unweit der Hα-Alpha Linie im noch tieferen Rot. Die SII-Strukturen entsprechen meist den helleren Hα-Alpha-Anteilen (insbesondere den Stoßfronten), so dass sie für ein Bild, das "naturnahe" Farben zeigen soll, wenig neue Information beisteuern würden.

Das Verfahren

Gehen wir nun zum praktischen Teil über. Wie genau entsteht ein möglichst naturnahes Kompositbild? Die einzelnen Bearbeitungsschritte werden hier im Programm PixInsight vorgestellt, sind aber vom Prinzip her in anderen, vergleichbaren Programmen ähnlich. Die Schmalbandbilder werden zuerst mit einem geeigneten Tool (hier StarNet) von den Sternen befreit. Anschließend folgen einige Bearbeitungsschritte, um Kontrast und Helligkeit anzupassen, sowie eine Entrauschung der Bilder. Schließlich werden sie den einzelnen Farbkanälen des RGB-Breitbandbildes zugemischt. Hα-Alpha wird dabei dem R-Kanal zugemischt (manchmal auch eine Spur in den B- Kanal, wegen des Hβ-Beta Anteils) und [OIII] wird sowohl in G als auch in B eingemischt, da die [OIII]-Linie im Bereich zwischen den beiden Farben liegt. Da die Sterne beim Mischvorgang leiden, werden Sie anschließend mit dem LRGB wieder »aufgefrischt«. *Hinweis*: Der gesamte Workflow kann als PixInsight- Project-File heruntergeladen werden (Link am Ende des Artikels). Alle Bearbeitungsschritte und Einstellungen, sowie alle Zwischenbilder mit ihrer Bearbeitungs-History sind dort gespeichert, so dass alles Schritt für Schritt nachvollzogen werden kann.

1. Voraussetzung

Es liegen die bereits bearbeiteten Masterbilder vor, also das Farbbild (DSLR) oder das kombinierte LRGB (CCD/CMOS), sowie die Schmalbandbilder. Damit sind gestackte, mit Flats/Darks/Bias kalibrierte Summenbilder gemeint, die auch schon von Gradienten befreit, farbkalibriert (das RGB), entrauscht und gestreckt sind. Dadurch wird es einfacher, die beim Mischen entstehenden Versionen einzuschätzen und dann Einstellungen und Ausgangsbilder iterativ anzupassen.

Als Beispiel dienen hier Aufnahmen des Wolf-Rayet Nebels um WR 134, die von mir in unmittelbarer Nähe von Wien mit einem 10" Newton und einer CCD-Kamera (Moravian G2-8300) gewonnen wurden. Es handelt sich um LRGB-Breitband, sowie Hα-Alpha und [OIII]-Aufnahmen mit einer Bandbreite von 7 bzw. 8 nm.



LRGB-Aufnahme des Wolf-Rayet-Nebels um den heißen Stern WR 134. Wie man sieht dominieren die Sterne. Der Nebel ist zwar angedeutet, aber schwach und strukturlos. Der superheiße Stern WR134 ist der mittlere der drei weißblauen Sterne in der Bildmitte.



Das H-Alpha Bild zeigt die Schwaden leuchtenden Wasserstoffgases, welche sich durch das ganze Bild ziehen, sowie den Bogen der von der Strahlung des WR-Sternes freigeschaufelten Blase.



Das OIII Bild zeigt weniger Nebel, aber ein deutlich strukturiertes Filament, welches ebenfalls Teil der WR Blase ist.

2. Sterne aus den Schmalband- Bildern entfernen – mit Starnet

Die Schmalband-Bilder enthalten natürlich auch Sterne, welche aber Kontinuum-Strahler sind und nicht zum Nebel gehören. Sie würden durch das spätere, starke strecken der Schmalband-Bilder im Kontrast soweit verstärkt werden, dass sie beim Einmischen Artefakte hervorrufen würden. Sternmasken könnten zwar helfen, aber sie sind schwierig mit der nötigen Passgenauigkeit herzustellen. Viel einfacher ist es, die störenden Sterne ganz zu entfernen, um so die reinen Schmalband-Nebel nach Belieben bearbeiten zu können.

Dazu wird eine Kopie des H α -Bildes durch clonen erstellt und der Prozess **Starnet** aufgerufen (Process \rightarrow /ObjectRecognition \rightarrow /Starnet). Starnet ist recht neu in PixInsight und musste früher manuell installiert werden, ist aber ab der Version 1.8.8-6 Teil des Installationspakets.

Es erfordert einen modernen Prozessor, damit es funktioniert. Wer den nicht hat, kann auch auf das externe Standalone-Programm **Straton** zurückgreifen. Für diejenigen, die nicht mit PixInsight arbeiten, gibt es im Netz auch die Standalone- Version von Starnet. Das Programm ist unglaublich gut darin, wirklich alle Sterne aus einem Schmalband-Bild zu entfernen und durch Umgebungsmuster zu ersetzen. Dabei lässt es aber durch ein trainiertes, neuronales Netzwerk selbst scharfe Filamente unbehelligt. In PixInsight muss man dazu lediglich das blaue Dreieck vom Starnet-Kästchen aufs Bild ziehen und ein wenig warten – schon sind die Sterne verschwunden, einfacher geht's wirklich nicht!

Wir nennen das Bild »Ha_starless«. Bei hellen Sternen sind Artefakte zu sehen. Um die brauchen wir uns nicht weiter zu kümmern, da sie später von den RGB- Sternen überlagert werden. Anschließend werden dann auch aus dem [OIII]-Bild (Clone!) die Sterne mithilfe von Starnet entfernt – das Ergebnis wird als »OIII_starless« gespeichert.



Mit StarNet werden die Sterne aus dem Bild entfernt (hier das Hα-Bild)

3. Vorbereitung der sternlosen Schmalband Bilder - Mehr Kontrast

Für die effektive Einmischung in das RGB-Bild empfiehlt es sich, die Kontraste in den Nebeln zu erhöhen und die Helligkeiten anzupassen. Es sollen auch schwächere Nebelanteile im Bild sichtbar werden und nicht nur die Highlights. Dafür gibt es eine Menge Möglichkeiten, aber einer der am besten geeigneten Prozesse ist das »HDRMultiscaleTransform« (Process → /Multiscale/ → HDR). Der Prozess betrifft Objekte verschiedener Größenskalen. Ein experimentieren lohnt sich. In unserem Beispiel werden 7 Layers ausgewählt. Für die maximale Stärke kann man auf die »auto Lightness«- Maske verzichten und sollte diese dann nicht abhaken. Unter dem Punkt »Deringing« kann man mit dem »Large Scale Regler« einstellen, wie hart die Kontraste werden. Er beeinflusst auch die Helligkeit des Gesamtbildes. Mit der Einstellung »0.07« erreichen wir, dass die Nebel nicht zu harte Strukturen bekommen, also »neblig« bleiben, aber deutlich kontrastreicher werden. Im untersten Bereich des Kästchens findet sich »Midtone Balance«, hier wird die Gesamthelligkeit des Bildes nach dem Prozess eingestellt. Dazu wählen wir »manual« aus und stellen den Wert auf »0.30«. So hat das HDR-Bild in etwa die gleiche Helligkeit wie vor dem Prozess. Die helleren Nebelanteile sind somit dezent verstärkt worden und die Kontraste sehr deutlich angehoben.



Mit »HDRMultiscaleTransform« kann der Kontrast der Nebel verstärkt werden. Hier das Programmfenster für das Hα-Bild



Für das [OIII]-Bild sind die HDR-Einstellungen ähnlich, nur für »Midtones Balance« wurde der Wert »0.20« gewählt

Ob die nun folgenden Einstellungen richtig waren, lässt sich abschließend erst nach dem Mischvorgang beurteilen, so dass man ggf. im Workflow hierher zurückkehren muss, um noch einmal fein zu tunen. Es empfiehlt sich daher, die nachfolgend angewandten Prozesse als Icon auf dem PixInsight-Desktop zu speichern, um sie jederzeit wiederholen zu können.



Um das Hα-Bild für das Einmischen passend aufzuhellen, »HistoTransfer« mit etwas aufgezogenem Mittenregler anwenden



Das [OIII]-Bild wird auch etwas aufgehellt, aber auch der Schwarzpunkt leicht versetzt

Um nun die härtesten Spitzen abzufedern und auch die ebenfalls verstärkten Artefakte in den Sternüberresten abzuschwächen, sollte eine leichte Entrauschung angewendet werden. Das verhindert unnötiges Farbrauschen im fertigen Endresultat. Das Modul »Process/ACDNR (Advanced Contrast Driven Noise Reduction« (Process → ACDNR)) bietet komfortable Einstellmöglichkeiten um schnell zu einem Ergebnis zu kommen. Dabei verwenden wir nur den Tab »Lightness«. Mit aktivierter »Lightness Mask« wirkt ACDNR stärker auf die dunklen Partien. Die Stärke wird über »StdDev« eingestellt und die hellen Kontrastkanten zusätzlich minimal über »Edge Protection« mit dem Wert 0.001 geschützt.

	Gray 1:1 Ha16_starless->Preview01 <*new*>	- = + ×	
0	Real-Time Preview: ACDNR	+ ×	
0			
		ACDNR	x
R		ACDNR Filters	
G		Lightness Chrominance	
в		Apply 🗹 Lightness mask)
		StdDev: 3.0	
		Amount: 0.90	
-		Prefilter: None	
0		Robustness: 3x3 Weighted Average	
8		Structure size: 5	
		Symmetric	
		Threshold: 0.001	
		Overdrive: 0.00	
		Bright Sides Edge Protection	
		Threshold: 0.001	
		Overdrive: 0.00	
		Star threshold: 0.030	
		Lightness Mask	
		Real-Time Preview	
K		No. Contraction of the second s	
->			
4-			

Weitere Anpassungen vor dem Einmischen werden mit dem Modul »ACDNR« durchgeführt, hier am Beispiel von Ha.



Für das [OIII]-Bild konnten dieselben Einstellungen verwendet werden, nur bei »Edge Protection« wurde der Wert 0.02 gewählt

In diesem Fall war noch eine spezielle Anpassung des [OIII]-Bildes mit »Curves« nötig, um die schwächeren Anteile nicht übermäßig ins kombinierte Bild einzumischen. Die helleren Anteile bleiben dabei unberührt. Der Cursor liegt auf einer der abgesenkten Stellen und da die linke Maustaste gedrückt ist, erscheint die korrespondierende, senkrechte Linie im Histogramm bei »Curves«. So lassen sich die Helligkeiten für die Kontrollpunkte auf der Kurve gut auswählen.



Anpassung mit »CurvesTransformation«

Wie aus der History des LRGB zu ersehen ist, wurde das Blau der Sterne mit »Curves« etwas tiefer eingefärbt, damit der Farbunterschied zu [OIII] deutlicher wird. Genauso sollten die roten Sterne ein etwas anderes Rot als Hα-Alpha aufweisen – das war aber hier sowieso der Fall.

4. Das Einmischen der Schmalbandbilder in das LRGB mit dem NBRGB-Script

Nach diesen Vorbereitungen folgt nun der wesentliche Schritt:

Das Einmischen der Schmalbandbilder in das Farbbild.

Sehr gut dafür geeignet ist das Skript »NBRGB«, welches unter »Scripts/ \rightarrow Utilities/ \rightarrow NBRGB Combination« zu finden ist. Zuerst muss das LRGB als aktives Bild im PixInsight- Desktop geöffnet und ausgewählt werden, danach kann das Skript aufgerufen werden.

Es öffnet sich ein größeres Preview-Fenster, das zunächst noch schwarz ist, sowie das Bedienungsfeld des Skripts. Hier werden die Bilder in die bezeichneten Felder eingeladen: Das LRGB- Bild als Quelle, das »Ha_starless«- Bild zum R-Kanal und das »OIII_starless«- Bild sowohl in den G-, als auch in den B- Kanal. » Bandwidth« bezeichnet die Breite des Filters in nm: Beim RGB kann der Wert »100« stehen bleiben und bei den Schmalbandbildern kann man die entsprechenden Werte (hier 7.00 und 8.00 nm) eintragen. Große Auswirkung hat dieser Wert aber nicht.

Wichtig hingegen ist der Wert bei »Scale«: Er steht für die Intensität der Zumischung. Die Gewichtung der Schmalbandaufnahmen je Farbkanal lässt sich damit fein steuern.

Oben links im Skript-Fenster sind die Kanäle anzuklicken und rechts sind Zoomfunktionen für das Vorschaufenster, sowie die Einstellungen für die Screen Transfer Function (STF). Das größte Vorschaufenster erhält man mit »Zoom to Fit«. Da wir mit gestreckten Bildern arbeiten, sind »STF« und »linked STF« nicht auszuwählen, sehr wohl aber das Kästchen »Non Linear«. Das Mischen gestreckter, nicht linearer Bilder, erlaubt eine einfachere Beurteilung des Ergebnisses, da die STF mit ihrer Streckfunktion das Aussehen des Bildes ganz wesentlich beeinflusst und schwer davon abstrahiert werden kann.

Sobald man die Bilder eingeladen und »Non Linear« angehakt hat, kann man NBRGB anklicken. Das Skript wird ausgeführt und zeigt das Vorschaubild an. Nun kann man die »Scale«-Faktoren verändern. Der Wert »1« steht für 100 % Zumischung. Der Wert kann nach oben und unten variiert werden. Es kann mit mehr oder weniger experimentiert werden. Nach jeder Veränderung muss NBRGB erneut angeklickt werden, um eine Neuberechnung zu veranlassen. Über den Button »RGB« kann zum Breitbandbild umgeschaltet und verglichen werden.



Das Einmischen der Schmalbandbilder in das LRGB-Bild erfolgt mithilfe des Skripts NBRGB

Das NBRGB-Skript kann die Bilder nur als Ganzes einmischen. Die Bilder selbst können nicht editiert werden. Editieren kann man aber schnell, da man in der History des Bildes (rechter Mausklick auf das Bild und dann »History« auswählen) zu allen angewandten Bearbeitungsschritten, samt allen Parametern, zurückkehren kann. Man zieht die Prozess-Icons aus der History auf den Desktop, verändert z.B. einen der früheren Bearbeitungsschritte und kann alle nachfolgenden, die unverändert bleiben sollen, sofort wieder anwenden. Das ist eine sehr typische Arbeitsweise in PixInsight, welche eine völlig reversible Bearbeitung ermöglicht.

Die hier angegebenen Werte für unser Beispiel wurden durch wiederholtes Ausprobieren und iteratives Feintuning gefunden. Hier ist ausprobieren angesagt!

Ein Nachteil beim NBRGB-Skript ist, dass seine Einstellungen nicht als Icon auf dem Desktop abgelegt werden können. Es ist ein älteres Skript, das dieses Feature noch nicht implementiert hat. Das erneute Einladen geht sehr flott und der große Vorteil einer direkten Vorschau und der damit berechenbaren Arbeitsweise, wiegt das allerdings auf.

Hat man einen guten Wert für die »Scale« Einstellung gefunden, sollte man auch die hellen und schwächeren Nebelanteile sorgsam prüfen. Stellt man dabei Probleme fest, müssen die einzelnen, vorbereiteten Arbeitsschritte mit angepassten Werten wiederholt werden. So erschien z. B. eine frühere Version des kombinierten Bildes durch ein zu starkes, diffuses [OIII]-Signal im gesamten Bild sehr verwaschen.



Verwaschene Strukturen durch diffuses [OIII]-Signal im gesamten Bild

Ein leichtes Absenken der diffusen [OIII]-Signale im Feld über »Curves« führte dann zu einem frischeren und klareren Bild.



Deutliche Verbesserung durch »Curves« auf das [OIII]-Bild

5.Nachbereitung

Bei genauer Betrachtung des Komposits fällt auf, dass die Sterne an Leuchtkraft verloren haben und gegenüber dem LRGB blasser geworden sind. Anstatt mit Sternmasken zu arbeiten, ist es hier sehr einfach die Sterne organisch und ohne Maskenartefakte wiederzubeleben. Die Sterne sind im LRGB heller als im Komposit, bei dem nur die erwünschten Schmalbandanteile heller erscheinen. Indem man die jeweils helleren Anteile beider Bilder in einem neuen Bild zusammenfügt, blendet man die Sterne organisch und nahtlos in das NBRGB-Bild ein.

Am besten verwendet man die Maximumfunktion in Pixelmath. »Keine Angst vor Pixelmath, es geht wirklich kaum einfacher« Man ruft Process \rightarrow P/Pixelmath« auf und schreibt beide Bildernamen in einer Klammer und setzt "max" davor: max(LRGB, NBRGBCombination). Als Ziel wird »create new image« ausgewählt.

Durch Klick auf das blaue Viereck Pixelmath ausführen - mehr ist nicht zu tun.



Sterne wieder aufhellen durch die Maximumfunktion von Pixelmath

Die Artefakte, welche Starnet bei der Sternentfernung verursacht hatte, werden komplett durch die wiedererstrahlten Sterne ersetzt. Man bekommt das Beste aus beiden Bildern.

Voilá, Operation gelungen!



Das finale Ergebnis zeigt eindrucksvoll die Nebelstrukturen rund um WR 134 und helle Sterne

Das fertige Kompositbild kann nun nach Gutdünken wie ein normales LRGB weiterbearbeitet werden. Viel Spaß bei der Bearbeitung.

Tommy Nawratil

Alle hier verwendetenBilder stammen vom Autor.

Das Process File:

PixInsight erlaubt es, den gesamten Workflow als Process File zu speichern. Es enthält alle Bilder in voller Auflösung. Mittels Rechtsklick auf ein Bild kann seine History ausgewählt und geöffnet werden. Das ist eine Liste der auf das Bild angewendeten Prozesse in ihrer Reihenfolge. Jeder einzelne kann aus der History als Icon auf den Desktop gezogen und dort geöffnet werden. So sind alle Einstellungen sichtbar und man kann nun die Werte selbst verändern und mit eigenen Einstellungen experimentieren. Das NBRGB Process File für diesen Workflow hat eine Größe von 1,1 GB und kann hier heruntergeladen werden:

https://data.tommynawratil.com/PI/NB_LRGB.pxiproject.zip