Der Rosettennebel NGC 2244 im Sternbild Einhorn

Laura Kühl

Cronenbergerstraße 145a; lauramarie2070@gmail.com

Carl-Fuhlrott-Gymnasium, Wuppertal

Jahrgangstufe Q1
Projektarbeit im Rahmen des Projektkurses
Astronomie 2016/17
Kursleitung: Bernd Koch
Abgabedatum: 1.6.2017

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 2

2 Der Rosettennebel 3

3 Physikalischer Hintergrund 4

3.1 Photoelektrischer Effekt und Photoionisation 4

3.2 Balmer-Serie 6

3.3 Sternentstehung 7

3.4 Elefantenrüssel 8

4 Praktische Arbeit - Bildbearbeitung 9

4.1 Aufnahme der H-alpha Bilder 11

4.2 Das H-alpha Bild 13

4.3 Das gestackte Bild des Pentax 75-Refraktors 14

4.4 Das LRGB-Verfahren 16

4.5 Das fertige Bild 23

5 Technik und Kameras 24

5.1 S/W-Kamera STF-8300M 24

5.2 Das Celestron 11 Hyperstar 26

5.3 Canon EOS 450D 28

6 Fazit der Arbeit 29

7 Danksagung 29

Abschlusserklärung 30

Literaturangaben 31

Anhang

1 Einleitung

Gegenstand dieser Facharbeit ist die Beschreibung des Verlaufs der fotografischen Herausarbeitung des Rosettennebels in mehreren Verfahrensschritten. Zunächst wird das Objekt – der Rosettennebel - mit zwei verschiedenen Teleskopen fotografiert. Um eine möglichst hohe Bildqualität zu erhalten, werden die jeweiligen Bilder im Anschluss „gestackt“ (gestapelt). Darüber hinaus werden die Farben mit dem LRGB-Verfahren herausgearbeitet. Zum Abschluss werden die Bilder mit Photoshop verbessert und sie erhalten damit den „letzten Schliff“. Die einzelnen Schritte der Fotobearbeitung werden per Screen-shots deutlich gemacht.

Ich habe dieses Thema gewählt, weil ich zum einen Freude an der Fotografie habe und das Weltall zum anderen eine große Faszination auf mich ausübt. Mit den astronomischen Aufnahmen kann ich beides miteinander verbinden, indem ich ein Deep Sky Objekt, das sehr weit weg ist, aufnehme und durch meine Bildbearbeitung ganz nah erscheinen lassen kann. Dadurch habe ich die Möglichkeit, für das bloße Auge nicht Sichtbares sichtbar werden zu lassen – es entsteht ein tolles Bild. Gleichzeitig interessieren mich aber auch die physikalischen Hintergründe, die für die Entstehung dieses faszinierenden Objektes verantwortlich sind. Auch der Umgang mit den Teleskopen und die Möglichkeit des selbstständigen Arbeitens motivieren mich zur Auseinandersetzung mit dieser Thematik.

Ich erhoffe mir mit dieser Facharbeit, ein perfektes Bild vom Rosettennebel entstehen zu lassen, dies für den Leser nachvollziehbar darzulegen und mich darüber hinaus fachlich mit den Hintergründen auseinandersetzen zu können.

2 Der Rosettennebel

Der Rosettennebel ist ein diffuser Emissionsnebel mit einer Größe von 80.0‘ x 60.0‘ , befindet sich im Sternenbild Einhorn und ist ungefähr 5000 Lichtjahre entfernt. Seine Temperatur reicht von -233°C bis -263°C.

Die Rektaszension beträgt 6h 30m 42,00s und die Deklination +05° 01‘ 00,0‘‘.

Er hat fünf Katalogbezeichnungen (NGC 2237, NGC 2238, NGC 2239, NGC 2244, NGC 2246), die verschiedene Teile des Nebels kennzeichnen. Diese verschiedenen Bereiche wurden entdeckt von John Flamsteed, John Herschel, Albert Marth und Lewis A. Swift zwischen den Jahren 1690 und 1886. Dabei steht NGC 2244 für den offenen Sternhaufen, der sich in der Mitte des Nebels befindet und der dazu führt, dass dieser leuchtet.

Denn er ionisiert das Gas, welches größtenteils aus Wasserstoffteilchen besteht und dadurch rot erscheint. In einem Spektrum entsteht dadurch eine Hα Emissionslinie.

Blaue Anteile des Nebels kommen von dem Schwefel und grüne von dem Sauerstoff, die auch im Nebel enthalten sind.

Der Rosettennebel ist ein aktives Sternentstehungsgebiet.

Das Chandra Röntgenteleskop konnte dabei über 400 Emissionsquellen im Zentrum des Nebels, also um den Sternhaufen NGC 2244 herum, sichtbar machen. Es entstehen somit immer neue Protosterne.

3 Physikalischer Hintergrund

3.1 Photoelektrischer Effekt und Photoionisation

Ein Elektron wird aus einer Bindung gelöst, indem es ein Photon aufnimmt, wobei die Energie des Photons nicht kleiner sein darf als die Bindungsenergie des Elektrons. Zusammengefasst wird dieser Vorgang der Wechselwirkung von Photon und Materie unter dem Begriff „photoelektrischer Effekt", der sich in drei unterschiedlichen, jedoch nah verwandten Prozessen darstellt.[1]

In dem Fall des Rosettennebels handelt es sich um die **Photoionisation**.
Dabei werden einzelne Atome oder Moleküle durch die Bestrahlung mit Licht einer genügend hoher Frequenz Ionisiert. Diese hohe Frequenz wird durch Ultraviolett-, Röntgen- oder Gammastrahlung erreicht. Das Photon wird dann absorbiert und gibt seine gesamte Energie an ein Elektron ab. Dieser Vorgang wird in der Kernphysik Photoeffekt genannt. Auch der Comptonefekt trägt zu der Photoionisation bei. Dabei übernimmt das Elektron nur ein Teil der Energie, während der Rest der Energie als Photon größerer Wellenlängen emittiert wird.

Der Wirkungsquerschnitt σ, also die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten der Photoionisation, hängt von der Photonenenergie Eγ und der Ordnungszahl Z des Materials ab:

Abbildung 1 Ionisationswirkungsquerschnitt als Funktion der Photonenenergie (schematisch) mit Absorptionskanten

$$\sigma \propto Z^5 E_\gamma^{-3,5}$$

An der Formel kann man erkennen, dass der Wirkungsquerschnitt näherungsweise proportional der fünften Potenz der Ordnungszahl ist. Das bedeutet, dass Materialien mit hoher Ordnungszahl besonders gut Röntgen- und Gammastrahlen absorbieren. Mit steigender Photonenenergie nimmt der Wirkungsquerschnitt ab, wie die negative Potenz in der Formel zeigt; dies gilt allerdings nur, solange eine gleichbleibende Zahl der Elektronen des Atoms zur Ionisation verfügbar ist. Sobald die Photonenenergie

[1] Quelle: vgl. https://de.m.wikipedia.org/wiki/Photoelektrischer_Effekt

die Bindungsenergie der jeweils nächst fester gebundenen Elektronenschale erreicht, springt der Wirkungsquerschnitt auf einen entsprechend höheren Wert, von dem er dann bei weiterem Energieanstieg wieder allmählich abfällt. Dies führt im Absorptionsspektrum zu charakteristischen Strukturen, den Absorptionskanten. Elektronen-Bindungsenergien reichen von wenigen eV bis zu rund 100 keV in Elementen hoher Ordnungszahl.

Diese Photoionisation führt dazu, dass das **Gas des Rosettennebels leuchtet**, da das Licht der Sterne des Sternhaufens in der Mitte des Nebels eine genügend hohe Frequenz haben um die Atome oder Moleküle zu ionisieren. Da es sich bei den Molekülen des Rosettennebels hauptsächlich um Wasserstoffatome handelt kann man die Sprünge der Elektronen zwischen den verschiedenen Schalen sehr gut mit der **Balmer Serie** erklären und nachvollziehen.

3.2 Balmer-Serie

Elektronen in einem Atom sind auf verschiedenen Bahnen und haben deshalb verschiedene Energieniveaus.

- z.B. n = 1 → W_1
  n = 2 → W_2

Ein Elektron auf einer Bahn besitzt genau diese Bahnenergie. Das bedeutet, dass je höher die Bahn ist, desto höher ist auch die Energie die das Elektron besitzt.
Wenn ein Elektron also von einer äußeren auf eine innere Schale springt, wird Energie frei. Diese Energie wird in Form von Protonen abgegeben.
Elektronen wollen immer in einen Zustand mit möglichst wenig Energie, also auf eine niedrige Schale. Dies wird Relaxion genannt.

- **Balmer - Serie:** Photon, das beim Fallen des Elektrons von höherem Zustand in den zweiten Zustand entsteht
  → Balmer-Serie ist genau auf das Wasserstoffatom definiert

- **Balmer – Formel:** Rechnet aus, welche Wellenlänge ein beim Sprung emittiertes Photon besitzt

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

λ = die Wellenlänge, die das Photon hat, das emittiert wird
n = Hauptquantenzahl des Zustandes, aus dem in den zweiten Zustand gesprungen wird
$R = 1{,}097 \times 10^7 m^{-1}$

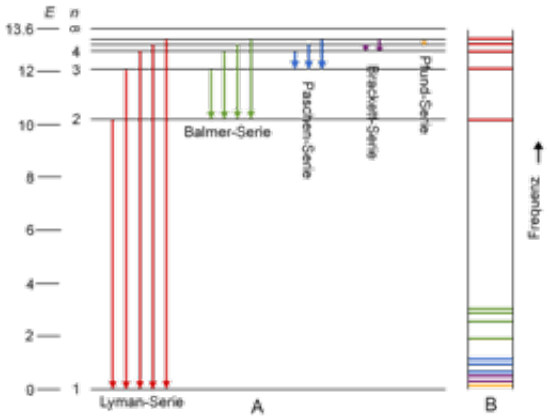
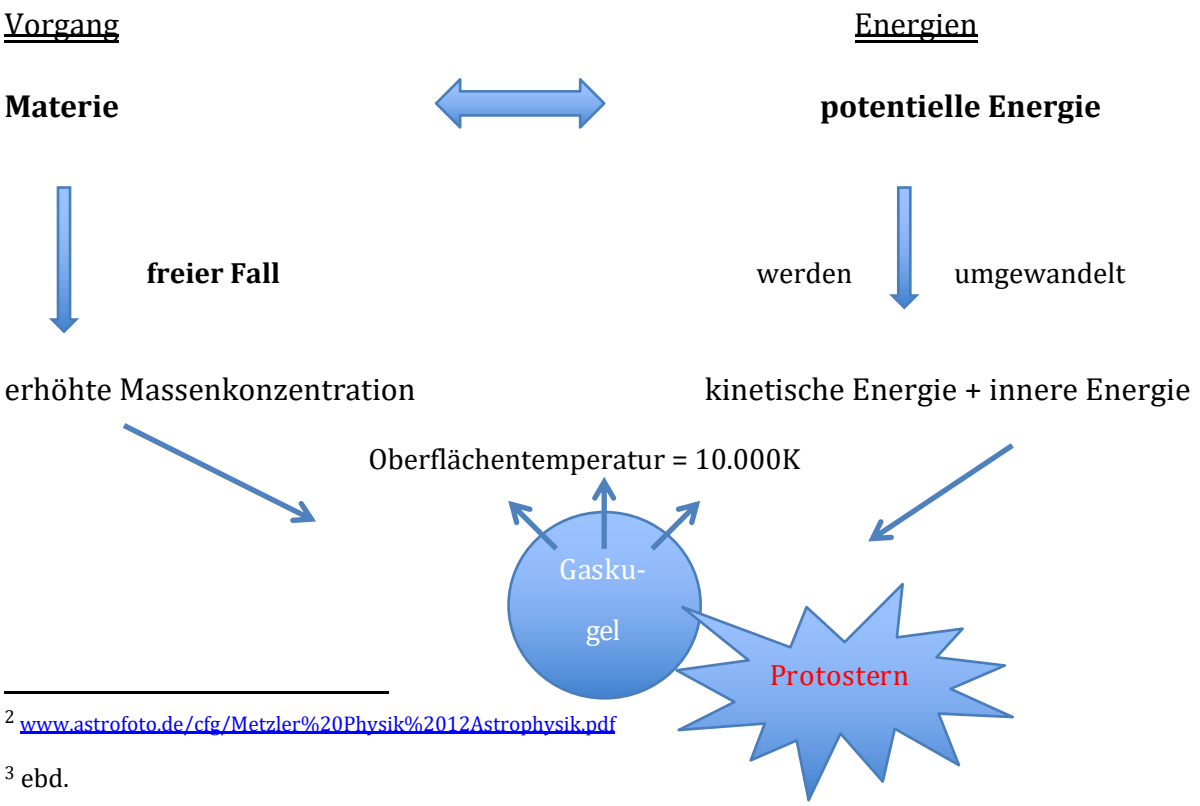


Abbildung 2 verschiedene Spektrallinien; enthalten die Balmer Serie
http://www.chemgapedia.de/vsengine/media/vsc/de/ch/13/p

3.3 Sternentstehung

Sterne entstehen aus Staub und Gaswolken von interstellarer Masse. Diese sind sehr dicht und relativ kalt. So kalt, dass zum Beispiel Wasserstoff in molekularer Form vorliegt. „Typische Molekülwolken haben Massen von bist zu 1 Mio. Sonnenmassen, Ausdehnungen bis zu 40 pc und Teilchendichten von etwa 100 Teilchen je cm^3“ [2]. Je dichter und kälter die Wolken sind, desto besser geeignet sind sie für die Sternentstehung. Damit ein Stern entsteht muss sich die Masse der Gaswolken stark verdichten. Dies kann zum Beispiel passieren, wenn der Gasdruck die Wolke nicht mehr aufrecht halten kann. Dadurch wird diese instabil und fällt auf Grund ihrer eigenen Schwerkraft in sich zusammen. Außerdem kann die Druckwelle einer Sternexplosion, der Supernova, dazu führen, dass die dichteren Stellen der Wolke eine höhere Anziehungskraft auf das umgebene Gas ausüben. Dadurch nimmt diese Stelle wiederum an Masse zu, wodurch noch mehr Materie angezogen wird. Da dieser Prozess im Inneren der Wolke stattfindet, ist dieser nicht sichtbar. Sobald sie allerdings aufgrund ihrer eigenen Energiequell anfangen zu leuchten, „können sie die Gasreste mit ihrer Strahlung von sich weg beschleunigen und kommen zum Vorschein“ [3]. Die jüngeren Sterne haben nur die Gravitation als Energiequelle.



[2] www.astrofoto.de/cfg/Metzler%20Physik%2012Astrophysik.pdf

[3] ebd.

3.4 Elefantenrüssel

Elefantenrüssel ("elephant trunks") sind Formationen interstellarer Masse, die zum Beispiel in Nebeln wie dem Rosettennebel zu finden sind. Um es etwas formeller auszudrücken werden sie von Wissenschaftlern auch kalte molekulare Säulen ("cold molecular pillars") genannt, wobei sich dabei darauf bezogen wird, dass diese in molekularen Wolken vorliegen. Elefantenrüssel befinden sich in der Nähe von massiven Sternen der Typen O und B, welche durch ihre intensive Strahlung dazu beitragen, dass sich ausbreitende Regionen aus ionisiertem Gas entstehen. Diese Regionen sind auch als H II Regionen bekannt. Da die Elefantenrüssel immer verschiedene Formen, Längen/ Größen und Farben haben untersuchen Forscher diese individuellen Formationsprozesse und benutzen auch Simulationen um zu verstehen wie diese Phänomene entstehen. [4]

Abbildung 3 ein Ausschnitt des fertigen Bildes des Rosettennebels; zu sehen sind die Elefantenrüssel

[4] https://en.wikipedia.org/wiki/Elephant_trunks

4 Praktische Arbeit – Bildbearbeitung

Datum	Uhrzeit	Belichtungszeit	Bemerkungen
05. Jan	21.41 Uhr	32s	
05.01.17	21.45 Uhr	32s	
05.01.17	21.47 Uhr	32s	
05.01.17	21.48 Uhr	32s	
05.01.17	21.49 Uhr	32s	
05.01.17	21.50 Uhr	32s	
05.01.17	21.52 Uhr	32s	
05.01.17	21.53 Uhr	32s	
05.01.17	21.54 Uhr	32s	
05.01.17	21.55 Uhr	32s	
05.01.17	21.57 Uhr	32s	
05.01.17	21.58 Uhr	32s	
05.01.17	21.59 Uhr	32s	
05.01.17	22.00 Uhr	32s	
05.01.17	22.02 Uhr	32s	
05.01.17	22.03 Uhr	32s	
05.01.17	22.05 Uhr	32s	
05.01.17	22.06 Uhr	32s	
05.01.17	22.07 Uhr	32s	Alle Bilder wurden zu erst als Canon CR2-Raw-Bild und dann als JPEG-Bild abgespeichert.
05.01.17	22.11 Uhr	32s	
05.01.17	22.12 Uhr	32s	
05.01.17	22.13 Uhr	32s	
05.01.17	22.14 Uhr	32s	
05.01.17	22.15 Uhr	32s	
05.01.17	22.17 Uhr	32s	
05.01.17	22.18 Uhr	32s	
05.01.17	22.19 Uhr	32s	
05.01.17	22.21 Uhr	32s	
05.01.17	22.22 Uhr	32s	
05.01.17	22.25 Uhr	32s	
05.01.17	22.27 Uhr	32s	
05.01.17	22.28 Uhr	32s	
05.01.17	22.29 Uhr	32s	
05.01.17	22.30 Uhr	32s	
05.01.17	22.32 Uhr	32s	
05.01.17	22.33 Uhr	32s	
05.01.17	22.34 Uhr	32s	
05.01.17	22.35 Uhr	32s	
05.01.17	22.37 Uhr	32s	
05.01.17	22.38 Uhr	32s	
05.01.17	22.39 Uhr	32s	
05.01.17	22.40 Uhr	32s	
05.01.17	22.41 Uhr	32s	
05.01.17	22.42 Uhr	32s	
05.01.17	22.44 Uhr	32s	

Datum	Uhrzeit	Belichtungszeit	Bemerkungen
05.01.17	22.45 Uhr	32s	
05.01.17	22.46 Uhr	32s	
05.01.17	22.47 Uhr	32s	
05.01.17	22.48 Uhr	32s	
05.01.17	22.50 Uhr	32s	
12.01.17	17.32 Uhr		Autosave.tiv
12.01.17	17.33 Uhr	3m12s	Stack 6 Bilder
12.01.17	18.22 Uhr	26m40s	Rosetta Stack (50 Bilder)
12.01.17	18.26 Uhr		

4.1 Aufnahme der H-alpha Bilder

Die Aufnahme des H-alpha Bildes erfolgte mit dem Celestron 11 Hyperstar System und der daran angeschlossen schwarz/weiß STF-8300M Kamera. Das Programm, was damit einherging, war Maxim DL. In diesem Programm wurden Einstellungen festgelegt, wie die Belichtungszeit.

Weitere Einstellungen werden in den folgenden Bildern (Abb. 4-6) sichtbar:

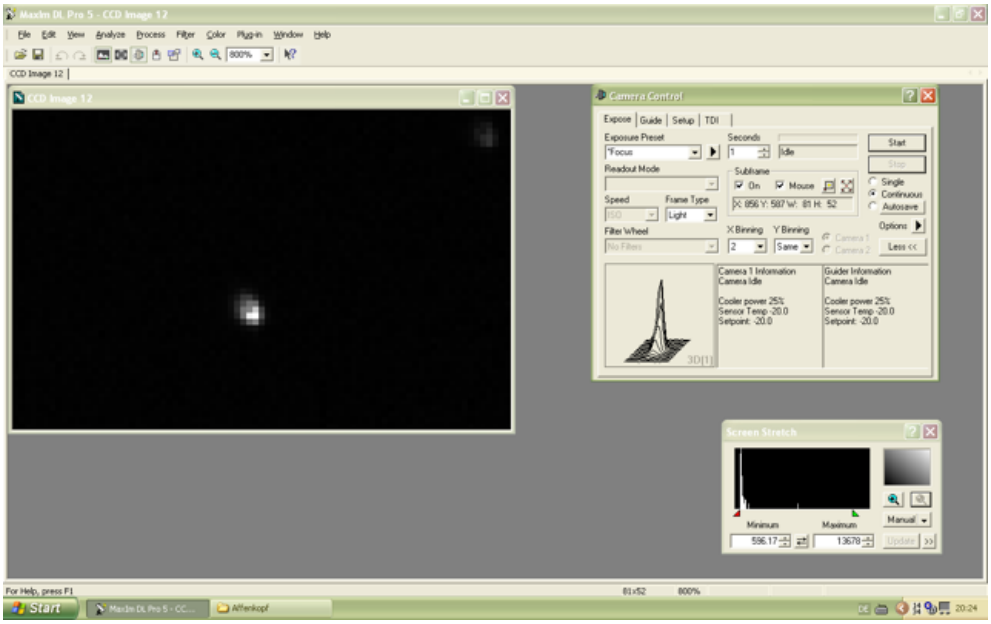


Abbildung 4, Mögliche Einstellungen: Seconds: 1; xBinning: 2; Frame Type: Light

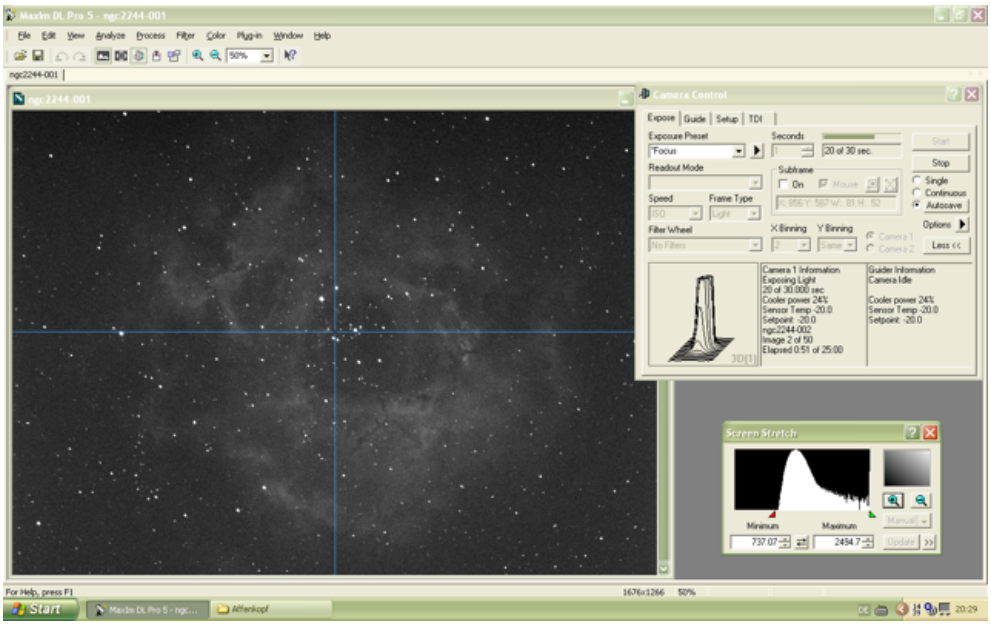


Abbildung 5, das erste aufgenommene Bild im Programm Maxim DL

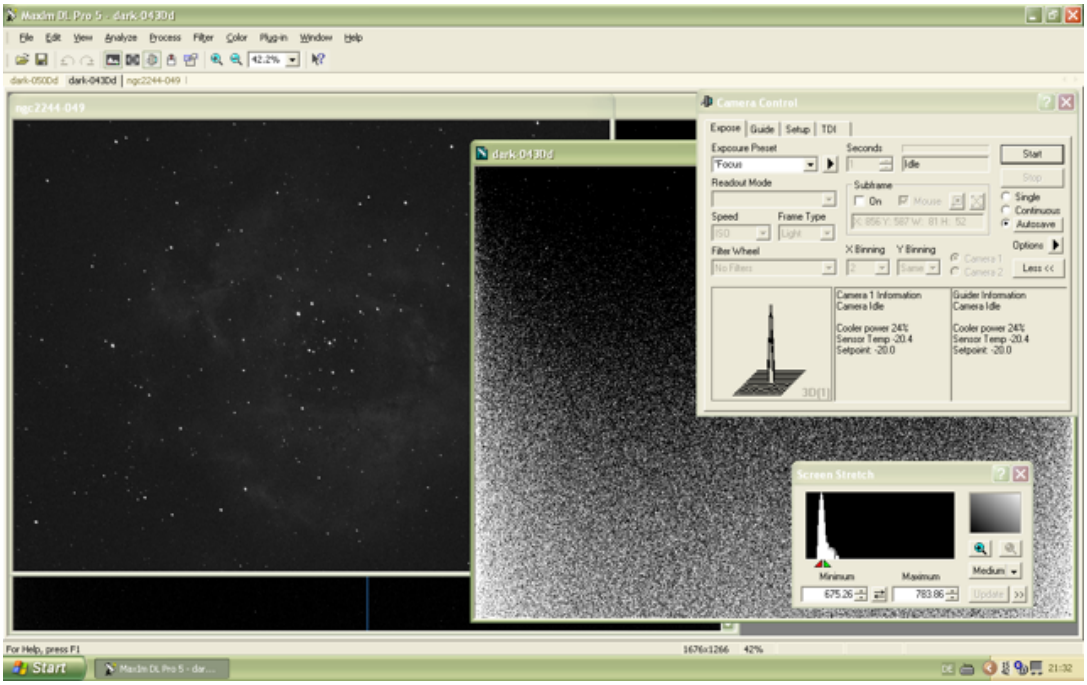


Abbildung 5, das 49. aufgenommene Bild mit zu sehendem Darkframe

4.2 Das H-alpha Bild

Das bei den Aufnahmen entstandene H-alpha Bild (Abb.7) wird im weiteren Verfahren genutzt, weil es qualitativ besser ist und nicht so viel Rauschen besitzt wie das Farbbild.

Abbildung 7, das aufgenommene H-alpha Bild

4.3 Das gestackte Bild des Pentax 75-Refraktors

Das Bild (Abb. 8) wurde mit dem Pentax 75-Refraktor Teleskop und der EOS 450D Farbkamera aufgenommen. Dafür wurden 50 Bilder aufgenommen und dann gestackt. Die Aufnahmezeit der Bilder betrug insgesamt 25 Minuten und 36 Sekunden.
Dieses Bild wurde genutzt, um die drei Farbkanäle rot, grün und blau in dem Bild zu haben.

Abbildung 8, das aufgenommene Farbbild

Das Stacking:

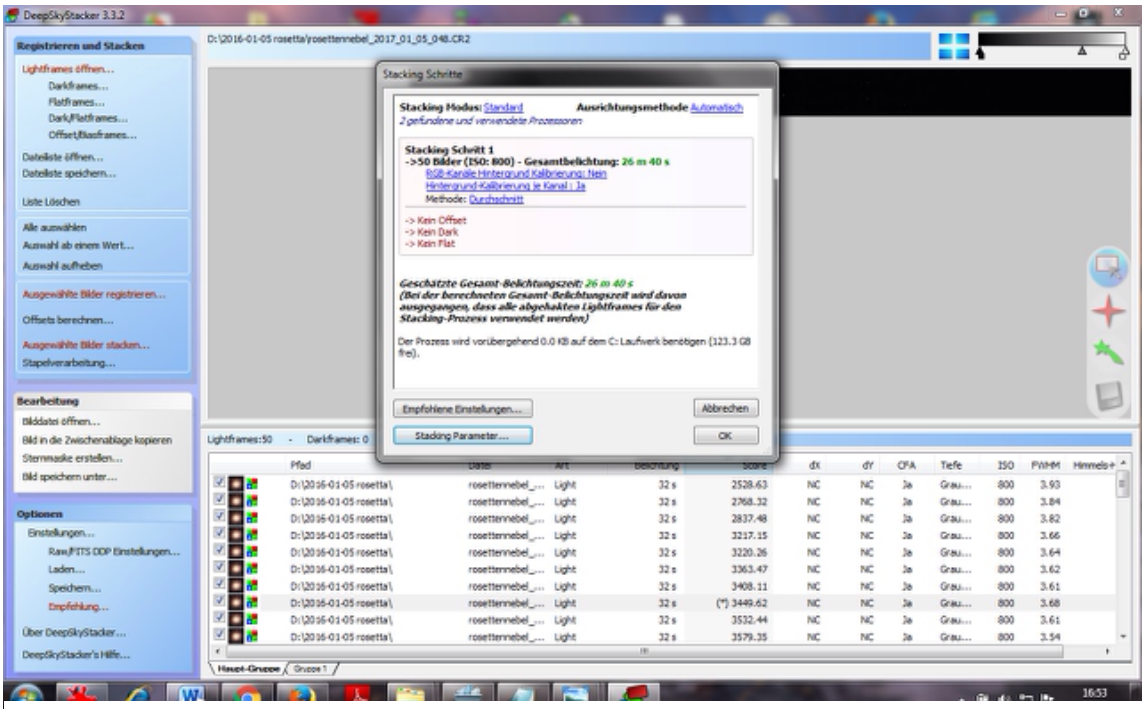


Abbildung 9

Beim Stacking werden mehrere Bilder mit dem DeepSkyStacker aufeinander gelegt, damit das entstehende Bild eine bessere Qualität hat. In meiner Arbeit habe ich alle 50 aufgenommenen Bilder verwendet. Diese waren ausschließlich Lightframes. Außerdem wurde eins der Bilder als Referenzbild ausgewählt, welches mit einem (*) gekennzeichnet ist. (Abb. 9)

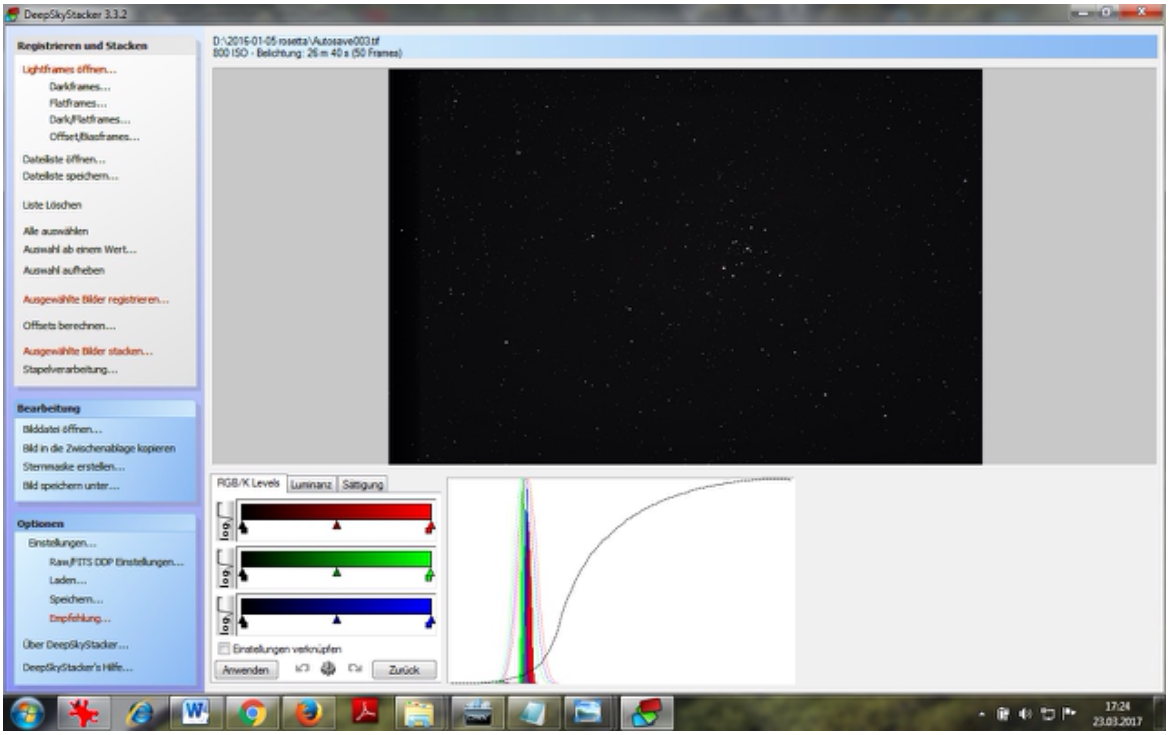


Abbildung 10, Das fertige, gestackte Bild

4.4 Das LRGB-Verfahren

Um eine höhere Qualität der Farben zu erreichen benutzt man das LRGB-Verfahren. Da das qualitativ bessere Schwarzweißbild in H-alpha (L (steht für Luminanz)) mit wenig Rauschen mit dem Farbbild (RGB) der EOS450D-Kamera kombiniert werden kann. Das Ergebnis ist ein rauscharmes Farbbild, indem die rot leuchtenden Wasserstoffnebelanteile optimal sichtbar sind. Dazu wird das Programm Maxime DL verwendet.

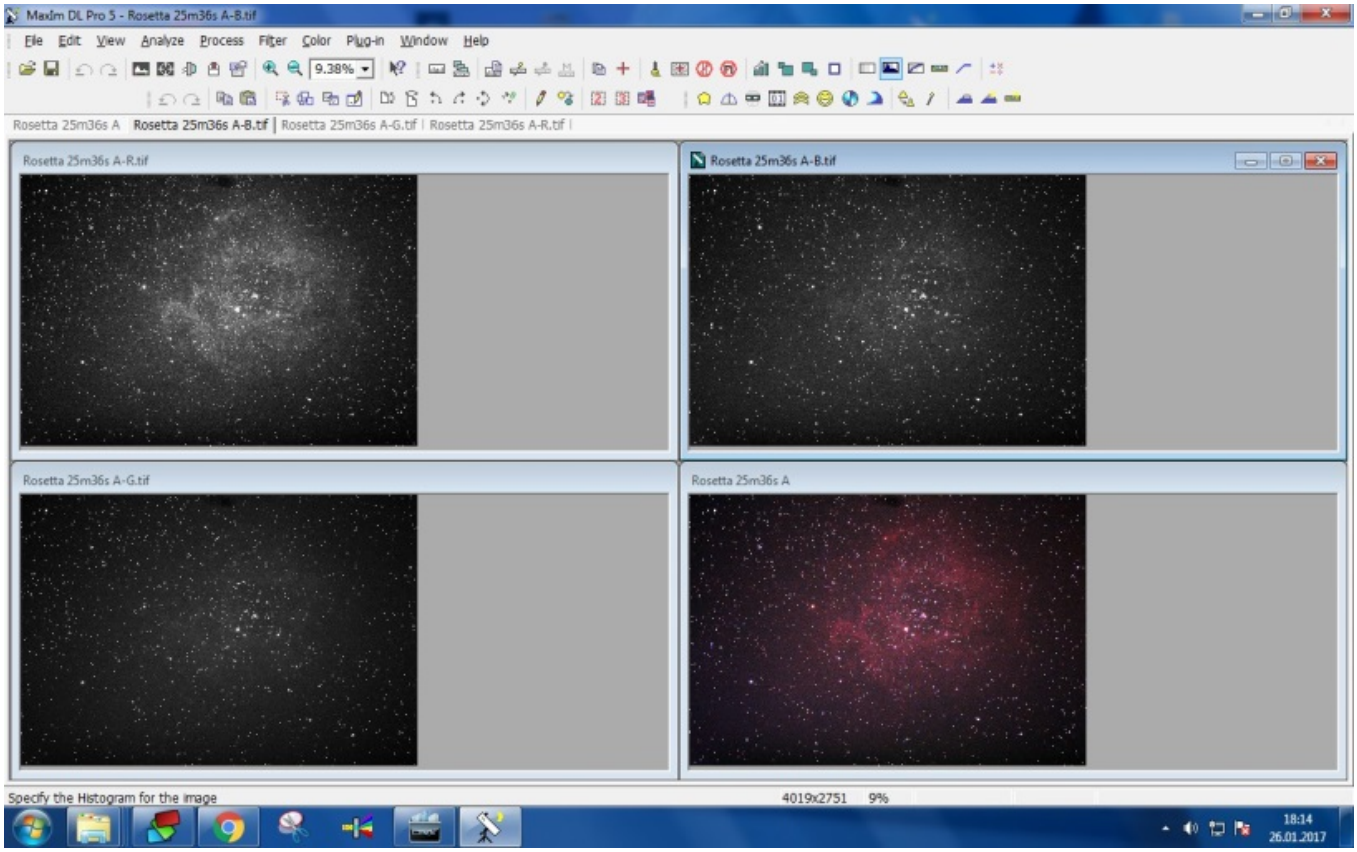


Abbildung 11

Im ersten Schritt wird das gestackte Bild des C11 Hyperstarsystems in drei verschiedene Bilder aufgeteilt (Abb.11): Das des Rotanteils, des Blau- und des Grünanteils. In der unteren rechten Ecke sieht man das Originalbild.

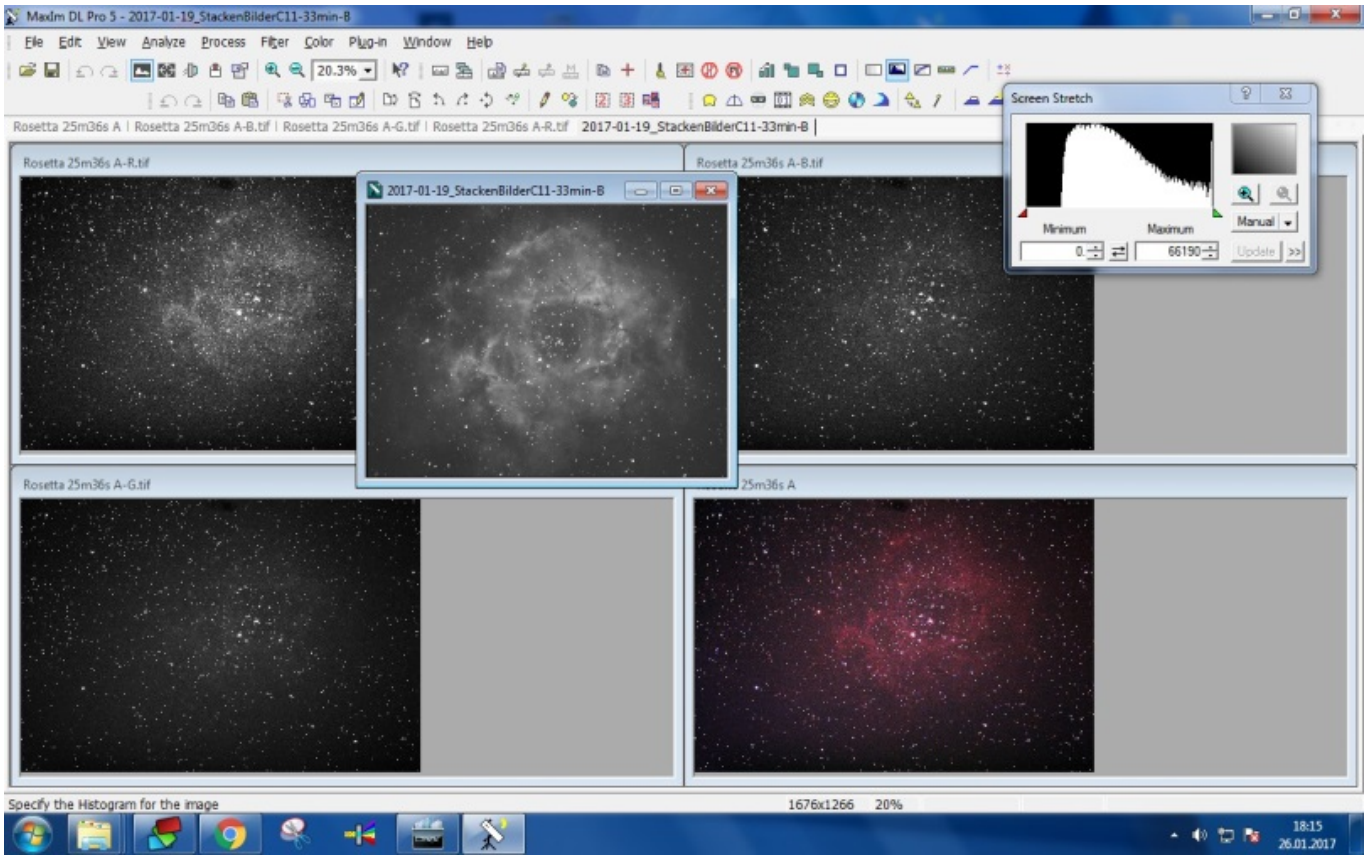


Abbildung 12

Danach wird das H-alpha Bild dazu genommen. Dabei werden die beiden Pfeile des Screen Stretches bis an die äußeren Enden gezogen. (Abb. 12)

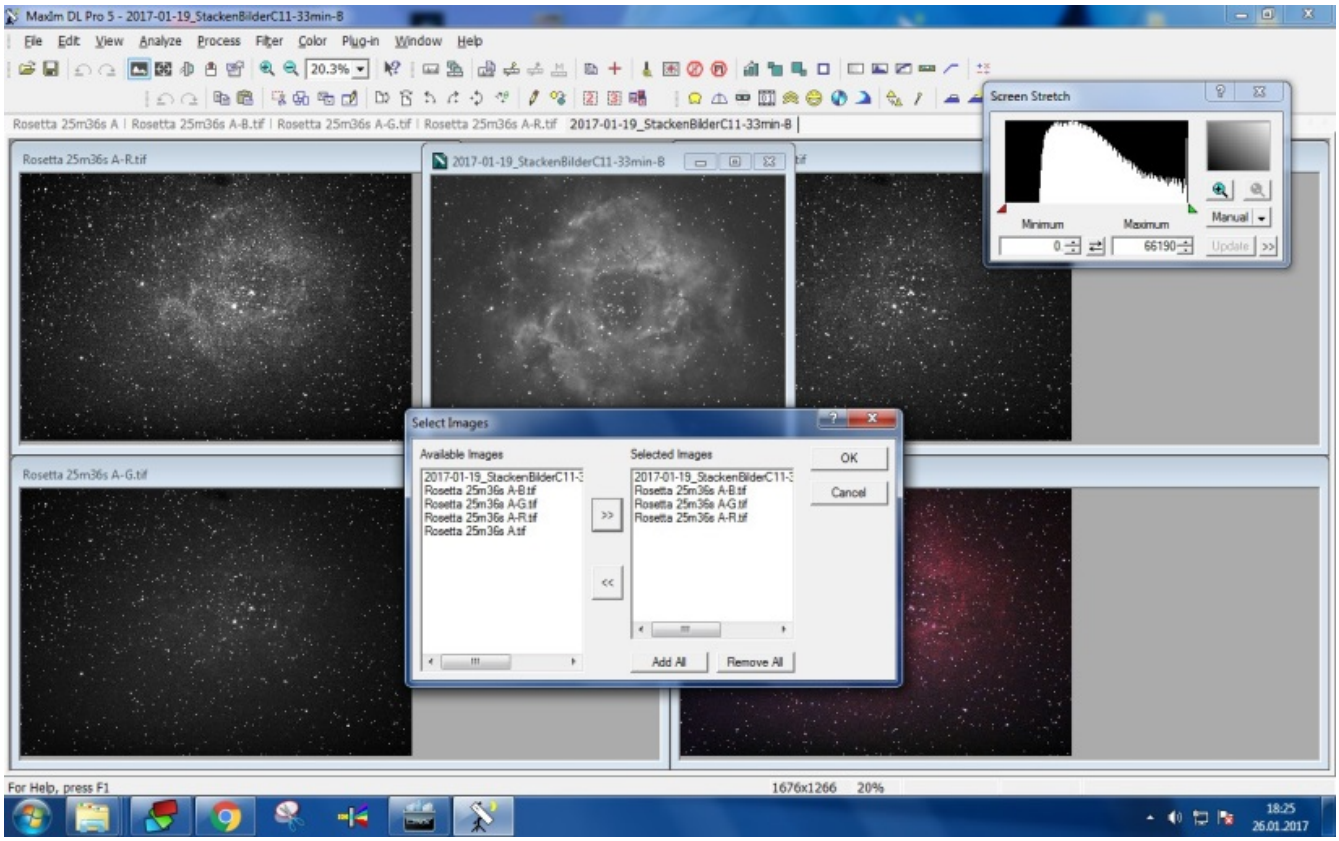


Abbildung 13

Im nächsten Schritt werden die drei Bilder des aufgeteilten C11 Bildes mit dem H-alpha Bild überlagert, damit alle Bilder die gleiche Ausrichtung haben. (Abb. 13)

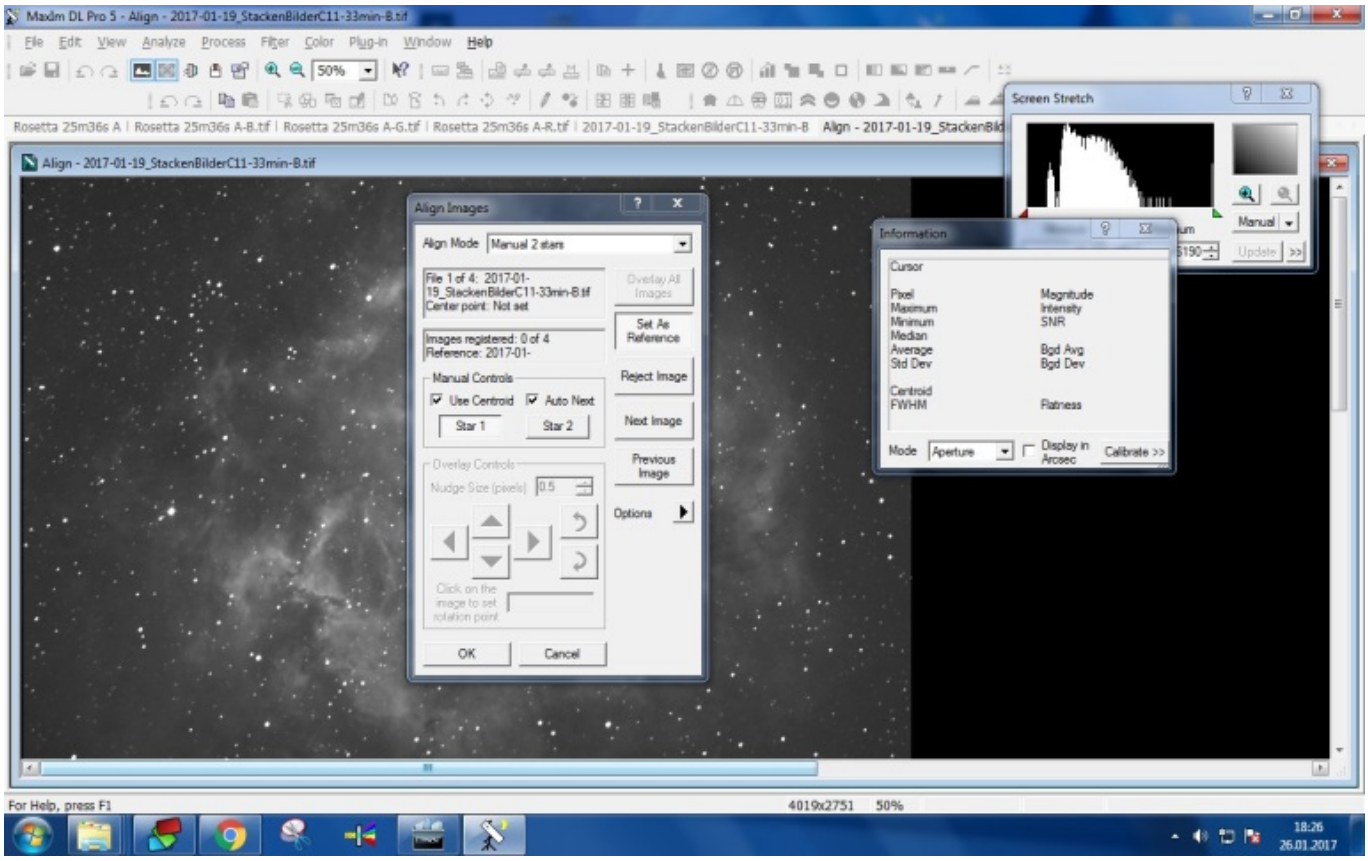


Abbildung 14

Dafür werden zwei Sterne ausgewählt, welche dann auf jenem Bild wiedergefunden und markiert werden müssen. Diese sollten möglichst weit auseinander liegen. (Abb. 14)

Gut geeignet sind also Sterne, welche sich in zwei diagonalen Ecken befinden.
Diese werden dann übereinander geschoben.

Dabei kam das folgende Bild heraus:

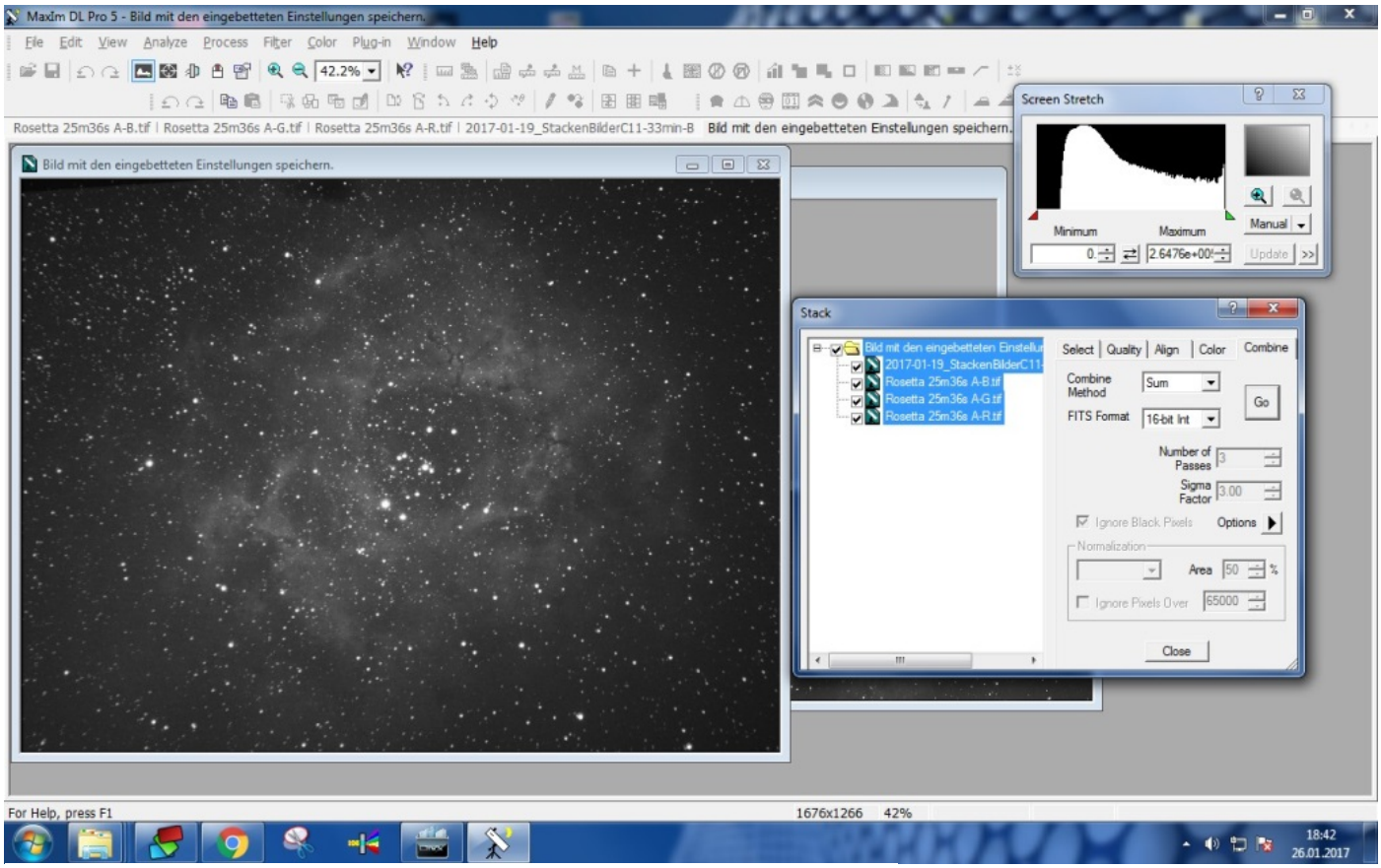


Abbildung 15

Danach werden in mehreren Schritten verschiedene Bilder übereinander gelegt, wobei die Pixel addiert (mit „Pixel Math“) und die Farben verbunden (mit „Combine Color“) werden. (Abb. 15)

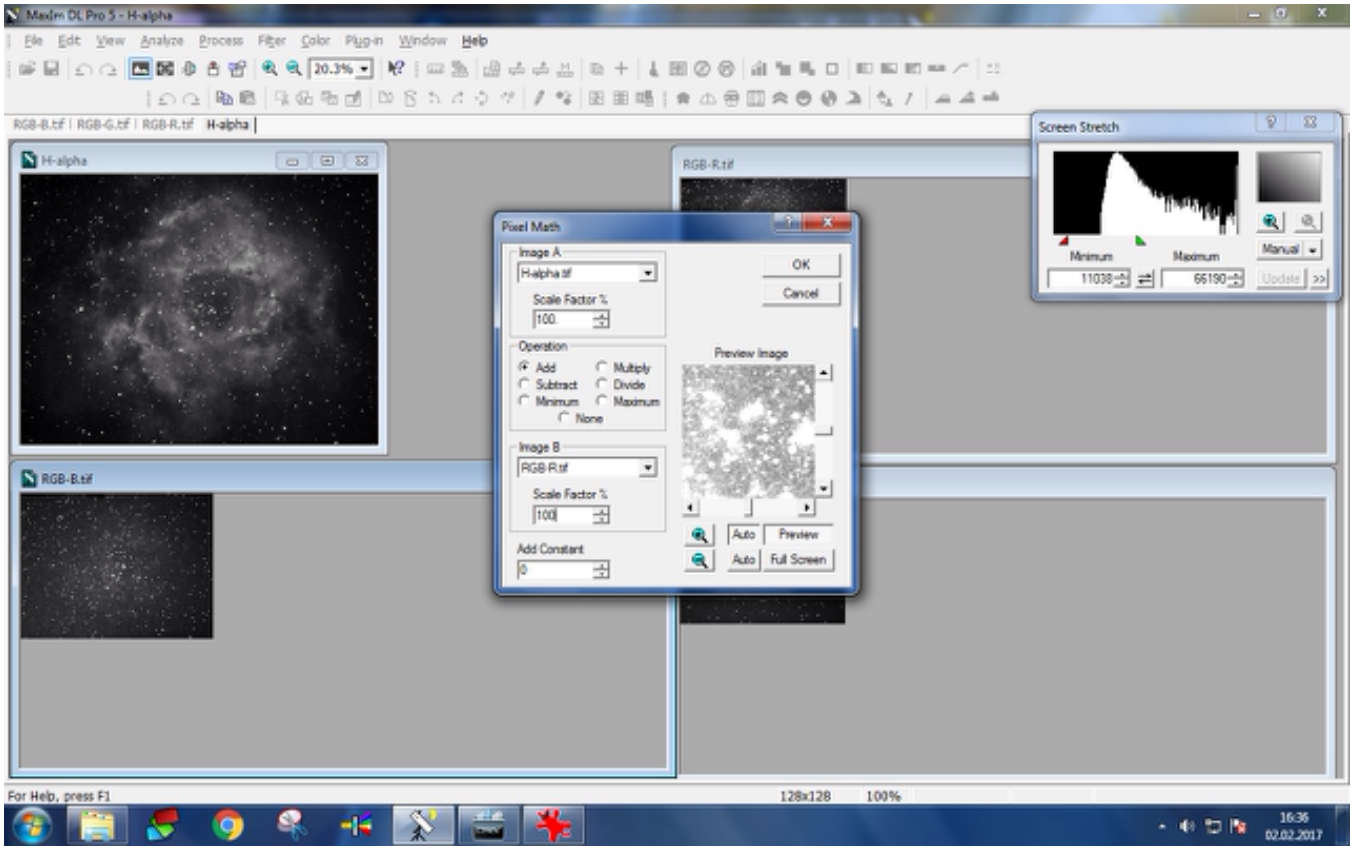


Abbildung 16

Dies geschieht zu erst mit dem H-alpha Bild und dem Rotkanal (Abb.16).

Außerdem werden in einem anderen Schritt alle drei Farbkanäle (rot, grün und blau) mit dem H-alpha Bild verbunden (Abb.17)

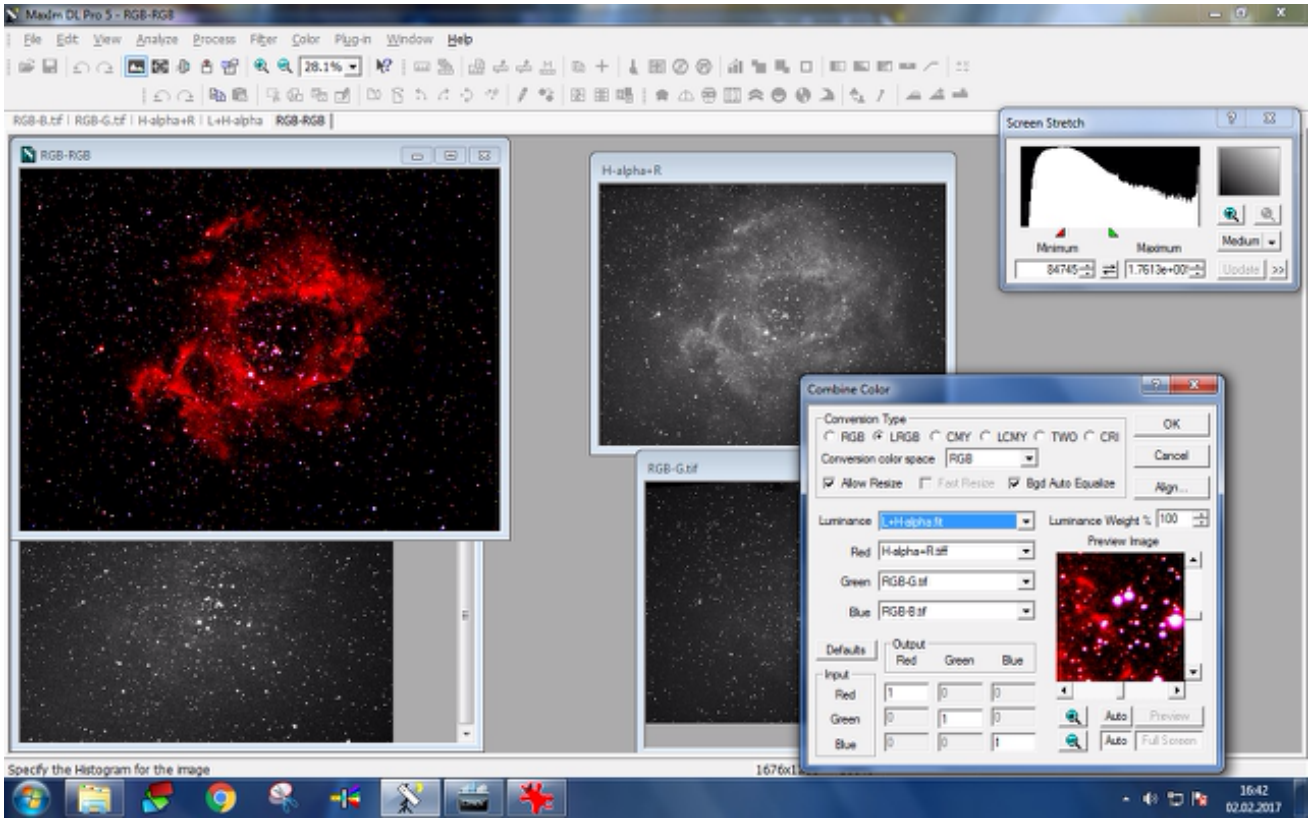


Abbildung 17

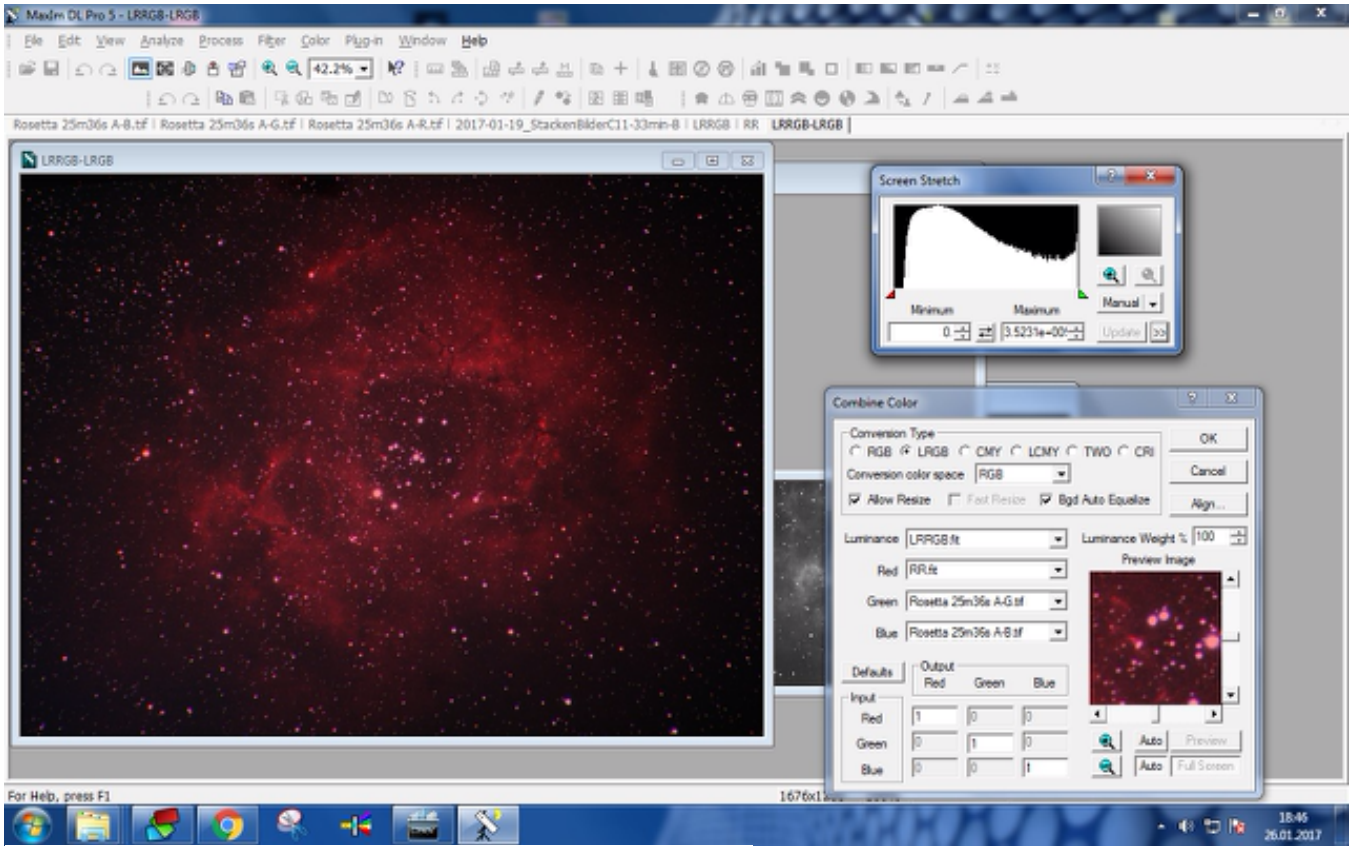


Abbildung 18

Danach wird dann das Bild, welches ausdem H-Alpha Bild und dem Rotkanal entstanden ist (genannt RR) mit dem LRGB (Luminanz + Rot + Grün + Blau) Bild überlagert (gestackt). (Abb. 18) Daraus entsteht dann das LRRGB Bild. Dieses wird dann noch einmal mit dem LRGB Bild zusammengeführt. Es ergibt sich das LRRGB-LRGB Bild.

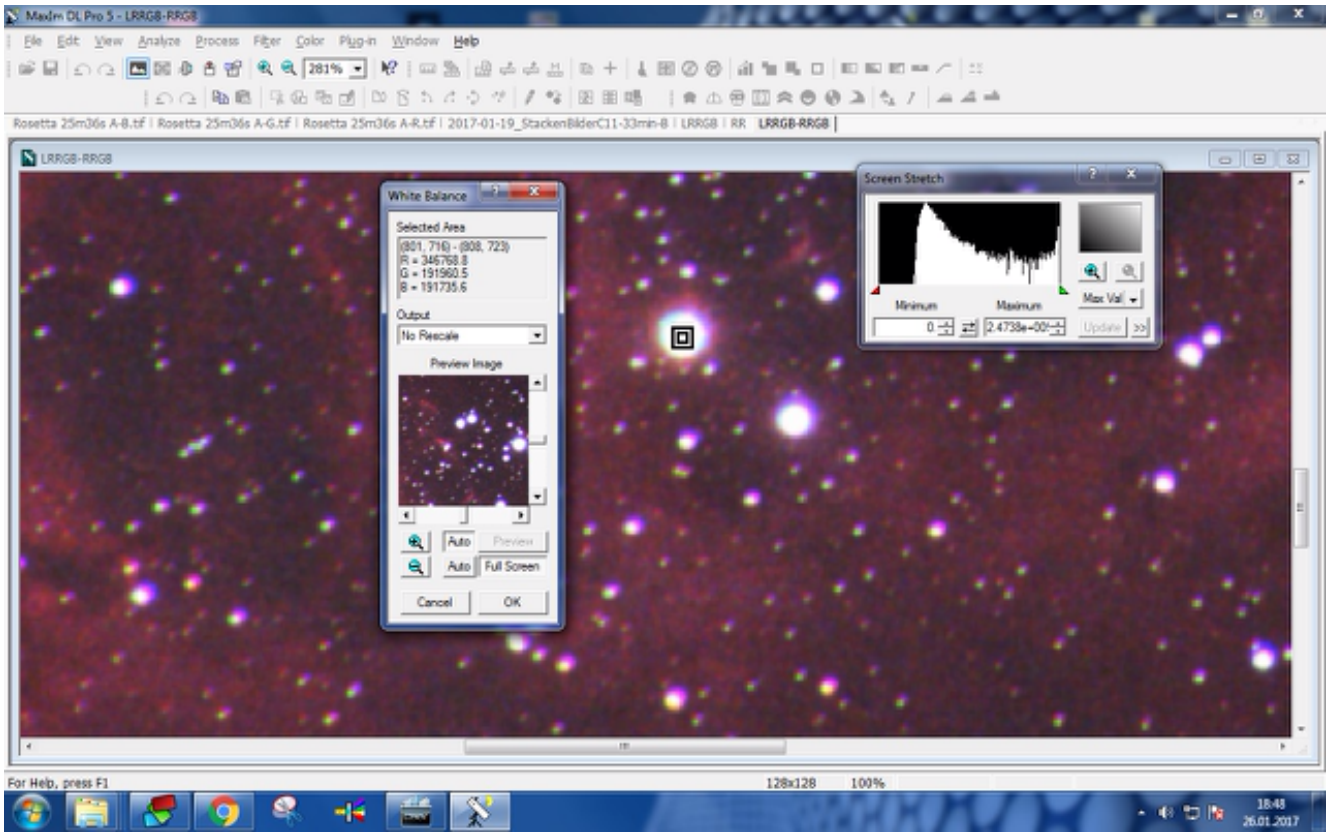


Abbildung 19

Da das LRRGB-LRGB Bild einen hohen Rotanteil besitzt, haben auch die Sterne einen Rotstich. Diesen kann man mit der Funktion „White Balance“ ausgleichen, indem man einen Stern auswählt, der dann mit den anderen Sternen abgeglichen und zu weiß geändert wird. (Abb. 19)

Das mehrfach gestackte Bild hat jedoch noch kleine Fehler (Abb. 20), die ausgebessert werden mussten.
Dazu zählt, dass es an der einen Seite heller war als an der anderen. Dabei konnten die Helligkeitsgradienten mit dem GradientXTerminator in dem Programm Photoshop behoben werden. Dafür wird der Nebel umrandet und die Auswahl invertiert, damit der Hintergrund ausgewählt ist. Danach kommt der GradientXTerminator zum Einsatz, der dann die Farben des Hintergrundes ausbalanciert.
Auch dunkele Stellen, welche bei der Aufnahme der Bilder am Teleskop entstanden sind, konnten per Photoshop entfernt werden.

Das bei der Fehlerbehebung entstandene Bild:

Abbildung 20, das gestackte und fehlerfreie Bild

4.5 Das fertige Bild

Das fertige Bild (Abb. 21) entstand dadurch, dass die Farben per Photoshop noch etwas hervorgehoben wurden. Dafür wurde die rote Farbe des Nebels vom Hintergrund getrennt und damit dann abgehoben. Dieser Schritt wurde ein paar Mal wiederholt, bis das Ergebnis zufriedenstellend war. Außerdem wurde die Farbsättigung erhöht.

Abbildung 21, das entgültige Bild (bearbeitet mit Photoshop)

5 Technik und Kameras

5.1 S/W-Kamera STF-8300M

Technische Daten:

Serie	STF
Gewicht (g)	800
Außenmaße LxBxH (cm)	5x10x12,7
Außenmaterial	Aluminium
Sensortyp	CCD-Chip (Kodak KAF-8300)
Megapixel	8,3
Aktive Kühlung	Ja
Farbkamera	Nein
Auflösung Foto (Pixel)	3326x2504
Pixelgröße (µm)	5,4
Belichtungszeit max. (Min.)	60
Belichtungszeit min. (Sek.)	0,1
Binning	1x1, 2x2, 3x3, 9x9, 1xn
Unterstützte Betriebsysteme	Windows 32, Windows 64 bit OS, Mac
Filtergröße	36
Anwendungsgebiete	Mond & Planeten, Nebel & Galaxien, Autoguider

Die STF-8300M (monochrom) Kamera ist eine erneuerte Version des bekannteren ST-8300 Models, welches auf Kodaks KAF-8300 CCD Kamera mit 8,3 Megapixeln und Vollbild basiert. Die KAF-8300 CCD besitzt ungefähr die Maße 18 x 14mm mit einer Diagonalen von 22 Millimetern. Mit ihren relativ kleinen Pixeln und einem großen Bildbereich ist sie ideal für Weitwinkelaufnahmen mit kurzen, schnellen Teleskopen und

Kameralinsen und gleichzeitig flexibel genug um an einem Schmidt-Cassegrain Teleskop mit langer Brennweite genutzt zu werden.

In meiner Arbeit benutzte ich die STF-8300M in Verbindung mit dem Celestron 11 Hyperstar System. Außerdem wurde ein H-alpha Filter verwendet, mit dem dann auch die schwarz/ weißen H-alpha Bilder entstanden sind.

Die STF-8300M Kamera angeschlossen an Das Hyperstarsystem:

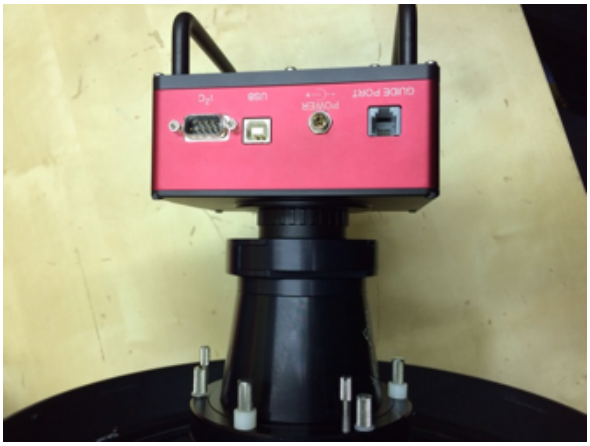


Abbildung 22

Der H-alpha Filter

Abbildung 23

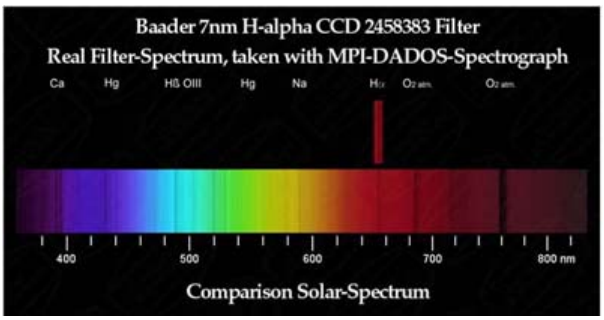


Abbildung 24, Spektrale Durchlasskurve des Filters

Filterschublade, in die der H-alpha Filter hinein gelegt wird:

Abbildung 25

5.2 Das Celestron 11 Hyperstar

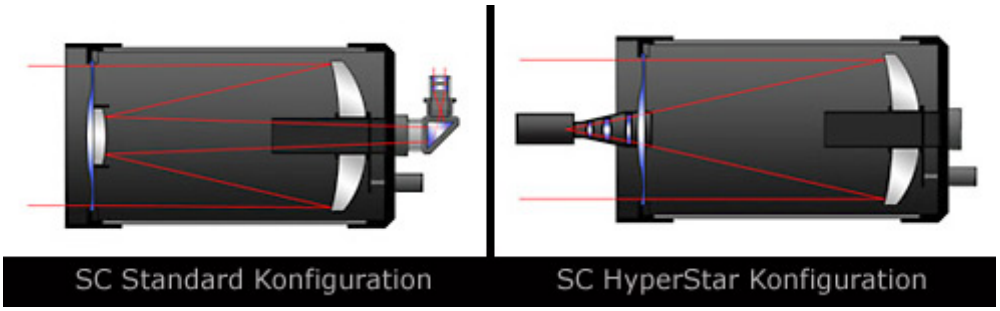


Abbildung 26 http://celestron-deutschland.de/images/files/downloads/61_hyperstarconfig.jpg

Das Celestron 11 Hyperstar ist eine modifizierte Version des C11 , bei der das Hyperstar-System anstelle des Fangspiegels eingesetzt wird. Es ist ein mehrlinsiges Korrektursystem, welches Koma und Bildwölbung des Hauptspiegels beseitigt.

Technische Daten	**Celestron 11**
Brennweite (mm)	560
Hyperstar Backfokus (gerechnet jeweils ab der kameraseitigen Abschlussfläche des Hyperstar-Gehäuses)	59,7mm
Öffnungsverhältnis	f/2.0
Max. Feldgröße	2.9 Grad
Max. Sensorgröße (diagonal/mm)	27
Gewicht	<1 kg
Abmessung (mm)	114,3 x 109,2
Hyperstar/Kameraadapter Abschlussgewinde	2.53x32 UNS-2A
Kamera Position	Frei rotierbar
DSLR kompatibel	Ja

http://www.celestron-deutschland.de/brands.php

Das Celestron 11 aufgebaut an der Sternenwarte des Carl-Fuhlrott-Gymnasiums:

Abbildung 27 aufgenommen von Lukas von Wieki und Henrik Rohde

5.3 Canon EOS 450D

Die Canon EOS 450D wurde benutzt, um die Farbbilder zu fotografieren, dafür war sie mit dem Pentax 75-Refraktor Teleskop verbunden.

Sensor	CMOS-Sensor APS-C 22,5 x 15,0 mm (Cropfaktor 1,6) 12,4 Megapixel (physikalisch) und 12,2 Megapixel (effektiv)
Pixelpitch	5,3 µm
Fotoauflösung	4.272 x 3.088 x 2.256 x Pixel 2.848 (3:2) 2.056 (3:2) 1.509 (3:2) Pixel
Bildformate	JPG, RAW
Farbtiefe	24 Bit (8 Bit pro Farbkanal), 42 Bit (14 Bit pro Farbkanal)
Metadaten	Exif (Version 2.21), DCF-Standard
Abmessungen B x H x T	129 x 98 x 62 mm
Gewicht	510 g (betriebsbereit)

http://www.digitalkamera.de/Kamera/Canon/EOS_450D.aspx

Die EOS 450D Kamera:

Abbildung28, http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Canon_EOS_450D_Xsi.JPG

6 Fazit der Arbeit

Insgesamt kann ich sagen, dass mir die Projektarbeit sehr viel Freude bereitet hat und ich viel dabei gelernt habe. Dazu gehören der Umgang mit den Teleskopen und der dazu gehörigen Technik, das Verstehen der physikalischen Hintergründe des Rosettennebels und die Besonderheiten bei der Bildbearbeitung.
Außerdem habe ich Erfahrungen darin gesammelt, wie man eine fachliche Arbeit verfasst.

7 Danksagung

Zum Schluss möchte ich noch all denen danken, die mich bei dieser Arbeit unterstützt haben. Dieser Dank gilt vor allem dem Kursleiter Herrn Koch, ohne den diese Arbeit gar nicht entstanden wäre. Zusammen mit Herrn Winkhaus brachte er uns alle theoretischen Grundlagen und den Umgang mit den Geräten bei.

Zusätzlich danke ich der Schule, dem Carl-Fuhlrott-Gymnasium, die die Sternwarte zur Verfügung stellt und die Möglichkeit diese Projektarbeit durchzuführen anbietet.

Zuletzt muss aber auch den anderen Schülern des Projektkurses gedankt werden, da man sich darauf verlassen konnte, dass sie einen unterstützen so gut es geht.

Abschlusserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich diese Arbeit selbstständig angefertigt , keine anderen als von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und die Stellen der Facharbeit, die im Wortlaut oder dem Inhalt nach aus anderen Werken entnommen wurden, in jedem einzelnen Fall mit genauer Quellenangabe kenntlich gemacht habe. Verwendete Informationen aus dem Internet sind der Arbeit als Ausdruck im Anhang beigefügt. Ich bin damit einverstanden, dass die von mir verfasste Facharbeit der schulinternen Öffentlichkeit in der Bibliothek der Schule zugänglich gemacht wird.

_____

Ort, Datum Unterschrift

Literaturangaben

J. Grehn, J. Krause (Hers.): Metzler Physik. Schrödel 2012

http://www.astrofreunde-franken.de/ngc2237.html

https://de.wikipedia.org/wiki/Rosettennebel

http://astrofotografie.hohmann-edv.de/aufnahmen/NGC2246.php

http://www.astronews.com/news/artikel/2010/04/1004-014.shtml

http://www.celestron-deutschland.de/brands.php

http://celestron-deutschland.de/images/files/downloads/61_hyperstarconfig.jpg

https://en.wikipedia.org/wiki/Elephant_trunks

http://www.digitalkamera.de/Kamera/Canon/EOS_450D.aspx

http://www.astroshop.de/kameras/sbig-kamera-stf-8300m/p,47233#tab_bar_1_select

Anhang

Rosettennebel - NGC2237,NG

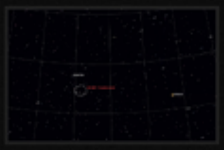
www.astrofreunde-franken.de/ngc2237.html

Astrofreunde Franken

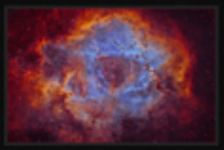
HOME PROJEKTE ÜBER UNS IMPRESSUM

Rosettennebel

NGC:	NGC 2237, NGC 2238, NGC 2239, NGC 2244, NGC 2246
Sternbild:	Einhorn (Monoceros)
Beste Sichtbarkeit:	Wintermonate
Position (Epoche 2000.0):	RA: 06h 33m 45s DE: +04° 59' 54"
Flächenhelligkeit:	hell
Ausdehnung:	90x90'
Entfernung:	5200 Lichtjahre



Suche und visuelles Erscheinungsbild:



Der Rosettennebel NGC 2237 ist ein markantes und sehr helles Objekt während der Wintermonate. Etwa 10 Grad östlich des bekannten hellen Sterns Beteigeuze im Sternbild Orion ist er zu finden (siehe Aufsuchkarte oben rechts). Mit einem großen Fernglas 10x70 zeigt sich ein leicht diffuser Nebelfleck. Mit einem 8 Zoll Newton ist bereits die rundliche Form Nebels wahrzunehmen. Der Nebel erscheint eingebettet in einer Ansammlung von dicht aneinander gepackten Sternen.

Beobachtungsbericht mit einem 12 Zoll Dobson bei 80x:
Der Rosettennebel. Sehr klar und guter Kontrast auch ohne Filter. Der Nebel erscheint sehr groß und detailliert, leichte Donut Form. Der offene Sternhaufen in den dunklen Teil ist brillant. UHC-Filter verbessert leicht den Kontrast. Sehr beeindruckend.

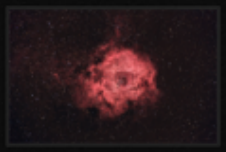
Rosettennebel - NGC2237,NG

www.astrofreunde-franken.de/ngc2237.html

Erkenntnissen auf etwa 100 Lichtjahre geschätzt.

Die Gaswolke dehnt sich zudem weiter aus. Mit Hilfe von alten Plattenaufnahmen konnte festgestellt werden das sich die Wolke im Inneren mit 50km/s, in den äußeren Bereichen sogar mit etwa 100km/s ausdehnt. Bei dem Rosettennebel handelt es sich, wie bei vielen anderen molekularen Gaswolken auch, um ein aktives Sternentstehungsgebiet. Während im engeren Zentrum nur etwa 40 Sterne im visuellen Licht gezählt wurden, konnte das Chandra Röntgenteleskop über 400 weitere Emissionsquellen und damit junge Protosterne sichtbar machen. Der zentrale Sternencluster NGC2244 wächst also weiter an.

Frühere Beobachtungen:



Die genaue Entdeckung lässt sich keiner bestimmten Person zuordnen. In der Literatur finden sich mehrere Forscher die Teile des Rosettennebels entdeckt haben. John Flamsteed entdeckte als erster den offenen Sternhaufen NGC 2244 am 17.2.1690. Verschiedene Sterne und Sternansammlungen wurde auch von John Herschel und Lewis A. Swift erwähnt. Albert Marth ist vermutlich der erste der den Nebel selbst entdeckte. Am 28.2.1864 notierte er "Knot of 1' diameter. Small star in nebulosity."

Autor: Claus Müller