Hα-Fotografie von kosmischen Nebeln mit dem Celestron C11-Hyperstar

Carl-Fuhlrott-Gymnasium, Jahrgangsstufe 11
Schuljahr 2012/2013
Verfasser: Vincent Blümer
Aufnahmen: Tillmann Bade, Vincent Blümer, Jan Martin Müller
Kursleiter: Bernd Koch

Inhalt

1: Einleitung S2
2: Die Ausrüstung S3
2.1: Das Celestron C11 Hyperstar S3
2.1.1: Allgemeines S3
2.1.2: Umbau S3
2.1.3: Vergleich des C11 Hyperstar zum Standard C11 S4
2.1.3.1: Lichtstärke S4
2.1.3.2: Gesichtsfeld S5
2.1.3.3: Fokussierung S6
2.2: Canon EOS 450D S7
2.2.1: Sensor S7
2.2.2: Bayer Matrix S8
2.2.3: Modifizierter Filter S8
2.3: Hα-Filter S9
2.4: Aufbau S10
3: Hintergrundinformationen über die Beobachtungsziele S11
3.1: Orionnebel M42 S11
3.2: Plejaden M45 S13
3.3 :Rosettennebel NGC 2244 S14
4: Aufnehmen der Bilder S15
4.1: Aufbau der Ausrüstung S15
4.2: Suchen der Beobachtungsziele S15
4.3: Fokussierung S16
4.4: Einstellen der Kamera S16
4.5: Aufnehmen der Bilder S18
5: Bearbeitung Orionnebel M42 S19
5.1: Stacking S19
5.2: Hα-Stacking S21
5.3: Bearbeitung in Photoshop S25
6: Bearbeitung: Plejaden M45 S28
6.1: Aufnehmen der Bilder S28
6.2: Stacking S28
6.3: Stretch und Tonwertkorrektur S29
6.4: GradientXTerminator (GXT) S30
6.5: Aufhellen des Nebels S31
7: Bearbeitung Rosettennebel NGC 2244 S35
7.1: Aufspalten der Kanäle S35
7.2: Stacking S36
7.3: Aufhellen ohne Ausbrennen S36
7.4: GradientXTerminator S36
7.5: Horizontal Banding Noise S37
7.6: Invertieren des Helligkeitskanals S37
8: Diskussion der Bilder S38
8.1: M42 Orionnebel S38
8.2: M45 Plejaden S39
8.2.1: Satellitenbestimmung S39
8.2.2: Anmeldung bei CalSky S40
8.2.3: Bestimmung der Koordinaten des Objekts S40
8.2.4: Vergleich der Koordinaten mit CalSky S41
8.3: NGC 2244 Rosettennebel S42
8.4: Zusammenfassung S43

1: Einleitung

Die Deep-Sky-Fotografie ist einer der spannendsten Bereiche der Astronomie. Sie liefert spektakuläre Bilder von weit entfernten Sternhaufen, Nebeln und Galaxien. Leider gibt es jedoch auf dem Weg zu einem guten Bild eines Deep-Sky Objekts viele Hürden. Das größte Problem ist die niedrige Lichtstärke der Objekte. Um selbst lichtschwache Objekte aufnehmen zu können, muss man hohe Belichtungszeiten und ISO-Werte benutzen. Dadurch passiert es meistens, dass sich auch der Hintergrund um das Objekt aufhellt, was auf die hohe Lichtverschmutzung in Wuppertal zurückzuführen ist. Filter könnten hier Abhilfe leisten. Doch durch die Verwendung von Filtern, die dieses Stadtlicht minimieren sollen, verringert sich die Lichtempfindlichkeit des Teleskops. Außerdem kommt es durch die hohen ISO-Werte zu höherem Rauschen.

Bisher wurde an der Sternwarte das Pentax 75 Teleskop zur Deep-Sky-Fotografie eingesetzt, da es recht lichtstark ist und damit besser geeignet ist als das Celestron C11. Das C11 kann jedoch mit wenigen einfachen Schritten zum C11 Hyperstar umgebaut werden, welches viel lichtstärker ist, jedoch immer noch eine Vergrößerung hat, die mit der des Pentax 75 vergleichbar ist.

In dieser Facharbeit werde ich die Teleskope vergleichen, meine Technik zur Bearbeitung der Bilder beschreiben und meine Endergebnisse diskutieren.

2: Die Ausrüstung

2.1: Das Celestron C11 Hyperstar:

2.1.1: Allgemeines:

Das Celestron C11 Hyperstar ist das Herzstück der Ausrüstung. Es ist eine modifizierte Version des Celestron C11. Das Celestron C11 hat zwei Spiegel zum Umlenken des Lichts und dadurch trotz der relativ kurzen Länge eine hohe Brennweite. Die einzige Veränderung, die es vom Standard C11 unterscheidet, ist die Aufnahme der Kamera. Diese ist beim Standard C11 am Okularauszug hinter dem Hauptspiegel, beim C11 Hyperstar jedoch auf der Seite der Eintrittsöffnung. Dabei ersetzt die Kamera beim C11 Hyperstar den Fangspiegel, der beim Standard C11 an der Korrektionsplatte befestigt ist.

2.1.2: Umbau

Um ein Standard C11 in ein C11 Hyperstar umzubauen, muss man die Abdeckung des Fangspiegels an der Seite der Öffnung abschrauben und den Spiegel entnehmen.

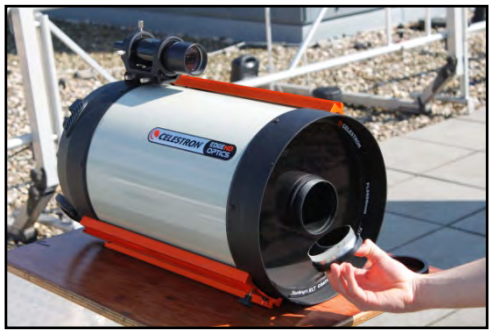


Abbildung 1: Entnehmen des Fangspiegels

Nun schraubt man einen Adapter auf das freigewordene Gewinde, der auf der anderen Seite das passende Gewinde für die Kamera hat. In den Adapter mit Korrekturoptik kann man optional einen Filter einsetzen.

Abbildung 2: Adapter des C11 Hyperstar

An diesem Adapter wird die Kamera befestigt. Zwei Dinge sind durch die Befestigung an der Frontseite des Teleskops zu beachten. Da die Frontseite immer gen Himmel gerichtet ist, ist die Entfernung vom Notebook zur Kamera länger. Vor allem beim Schwenken des Teleskops ist darauf zu achten, dass die Kabel nicht überspannt werden und abreißen.

Abbildung 3: Montage der Canon EOS 450D

2.1.3: Vergleich des C11 Hyperstars zum Standard C11

2.1.3.1: Lichtstärke:

Das Verhältnis aus Brennweite und Durchmesser der Öffnung nennt man Blende. Je niedriger der Wert für die Blende, desto lichtstärker ist das Teleskop. Beim Standard C11 gilt:

$$\frac{Brennweite}{Durchmesser\ d.\text{Öffnung}} = \frac{2800[mm]}{280[mm]} = 10\ \ (f/10)$$

f/10 ist kein guter Wert. Das Teleskop ist recht lichtunempfindlich und bei der Deep-Sky-Fotografie muss man das durch lange Belichtungszeiten ausgleichen.

Durch die Verkürzung der Brennweite verändert sich beim C11 Hyperstar auch die Blende und damit die Lichtstärke. Für das C11 Hyperstar gilt:

$$\frac{Brennweite}{Durchmesser\ d.\text{Öffnung}} = \frac{560[mm]}{280[mm]} = 2\ \ (f/2)$$

Durch den besseren Wert für die Blende werden die Ergebnisse bei der Deep-Sky-Fotografie optimiert und man kann mit kürzeren Belichtungszeiten arbeiten. Auch die folgende Bildbearbeitung am PC wird deutlich vereinfacht, weil die Objekte besser zu erkennen sind und viel weniger Bearbeitungsschritte vorgenommen werden müssen, um eine gute Qualität zu erhalten.

2.1.3.2: Gesichtsfeld:

Das Gesichtsfeld ist der Bereich im Himmel, der auf den Fotos zu sehen ist. Der Wert wird in Grad, Bogenminuten und Bogensekunden angegeben. Das Gesichtsfeld errechnet sich aus Größe des Kamerachips und der Brennweite des Teleskops. Im PC-Programm Stellarium kann man sich das Gesichtsfeld von verschiedenen Optiken mit verschiedenen Kameras am Sternenhimmel darstellen lassen. Das ist sehr hilfreich für die Planung von Beobachtungen, weil man herausfinden kann, ob man das passende Teleskop bzw. die passende Kamera für das gewünschte Objekt verwendet, ohne es aufbauen zu müssen. In dieses Fenster (siehe Abb.4) trägt man die zuvor genannten Werte ein. Man schließt dieses Fenster wieder und sucht das Objekt, das man beobachten möchte. Mit einem Tastendruck auf Alt+O erscheint ein rot umrandetes Feld, das das Gesichtsfeld der Kamera darstellt (siehe Abb. 5 und 6).

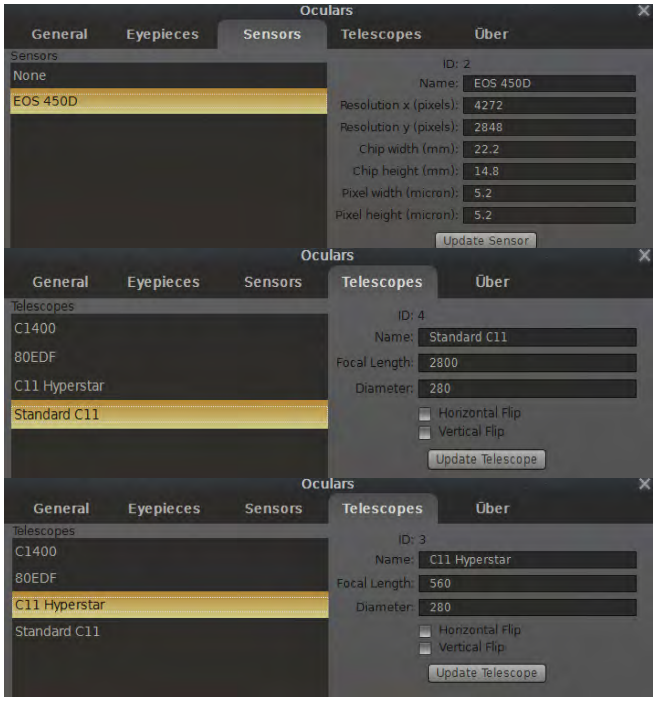


Abbildung 4: Eingeben der Werte in Stellarium

Durch die kürzere Brennweite beim C11 Hyperstar wird das Gesichtsfeld größer, was man in Stellarium gut erkennen kann. Die beiden Abbildungen zeigen die Gesichtsfelder der beiden Teleskope am Beispiel des Orionnebels.

Abbildung 5: Gesichtsfeld des Standard C11

Abbildung 6: Gesichtsfeld des C11 Hyperstar

2.1.3.3: Fokussierung[1]

Durch den veränderten Weg des Lichts im C11 Hyperstar kommt es zu zwei Modifikationen, die man bei der Fokussierung beachten muss.

Dadurch, dass das Licht nur noch einmal gespiegelt wird, treffen die Strahlen im Brennpunkt steiler aufeinander. Infolgedessen wird der Bereich, in dem das Bild perfekt scharf ist, kleiner und man muss viel genauer bei der Fokussierung vorgehen.

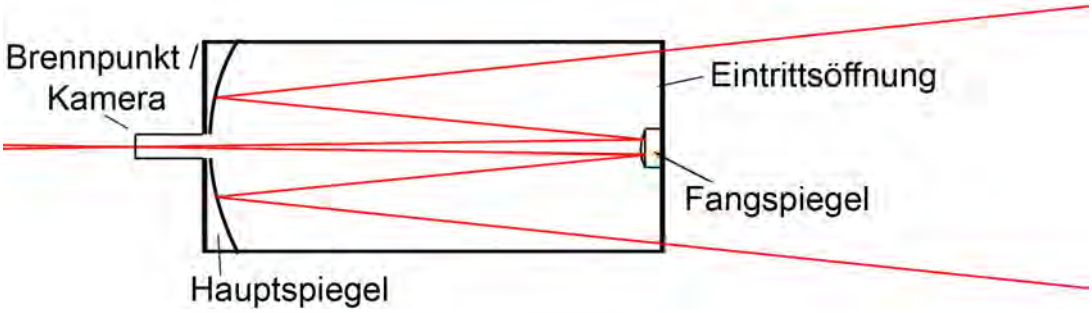


Abbildung 7: Skizze des Standard C11

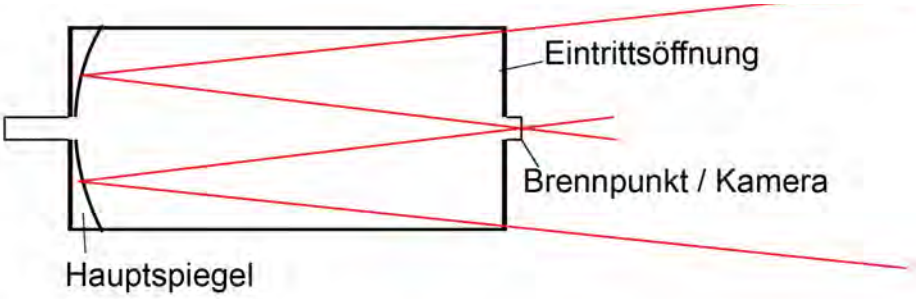


Abbildung 8: Skizze des C11 Hyperstar

Die zweite Veränderung, auf die man achten muss, ist, dass die beiden Verstellrädchen am Okularauszug für die Fokussierung nicht mehr verwendet werden können, da diese nicht die Position des Spiegels verstellen, sondern nur die Länge des Okularauszugs. Da die Kamera jedoch nicht am Okularauszug befestigt ist, kann man auf diese Weise beim C11 Hyperstar nicht fokussieren.

[1] Koch, B.(Hrsg.): Handbuch der Astrofotografie,
Springer Verlag, Berlin Heidelberg 1995

2.2: Canon EOS 450D[2]

2.2.1: Sensor

Abbildung 9: Die Canon EOS 450D

Zum Aufnehmen der Bilder verwende ich die Digitalkamera Canon EOS 450D. Sie zeichnet Bilder mit einer Auflösung von maximal 4272x2848 Pixeln auf und hat eine Chipgröße von 22,2mm x 14,8mm. Ihr Sensor ist vom Typ CMOS, das heißt, jeder Pixel hat seinen eigenen Ausleseverstärker, anders als beim CCD Sensor, bei dem nur jede Zeile einen Ausleseverstärker hat. Dadurch hat der CMOS Sensor einen Nachteil. Durch die vielen unabhängigen Verstärker, kann es zu Ungenauigkeiten zwischen den Verstärkern kommen. Bei hohen ISO-Werten um 800 oder 1600, die in der Astrofotografie nicht selten verwendet werden, kommt es zu Bildrauschen. Zwei Pixel, die eigentlich die gleiche Helligkeit aufgenommen haben, können auf dem Bild verschieden hell erscheinen, weil die Verstärker das Signal nicht gleichmäßig verstärkt haben.

Ein weiterer Nachteil ist, dass es durch die vielen Verstärker neben den Pixeln mehr lichtunempfindliche Oberfläche gibt. Dieses Problem wurde jedoch von Canon behoben. Über den Pixeln werden kleine Linsen montiert, die das Licht so umlenken, dass es die Pixel trifft und nicht die lichtunempfindlichen Verstärker. Die Lichtausbeute wird somit größer.

[2] Astrofotografie mit der CANON EOS 450D.pdf – Bernd Koch
Martin, A.; Koch, B.: Digitale Astrofotografie Grundlagen und Praxis und der CCD- und Digitalkameratechnik, 1. Auflage, Okulum-Verlag, Erlangen 2009

2.2.2: Bayer Matrix

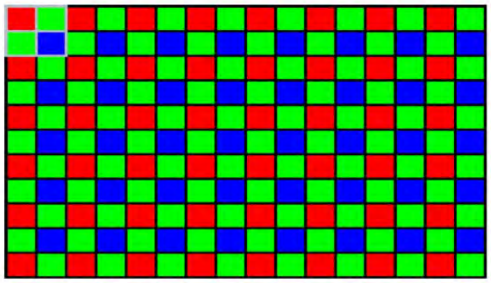


Abbildung 10: Anordnung der Farbfilter in der Bayermatrix

Die Canon EOS 450D erstellt das Farbbild durch Verwendung der Bayer Matrix. Vor jedem Pixel ist ein Farbfilter, der entweder nur rotes, grünes oder blaues Licht durchlässt. Jeder Pixel zeichnet also einen Wert für entweder Rot, Grün oder Blau auf. Wenn man nun die Werte von drei verschiedenen benachbarten Pixeln interpoliert, erhält man einen Farbpixel mit Informationen über alle drei Farben. Mit diesen Farbpixeln kann man ein farbiges Bild erstellen. Auf der Abbildung kann man die Verteilung der Farbfilter auf dem Sensorchip sehen.[3]

2.2.3: Modifizierter Filter[4]

Um die Canon EOS 450D für die Astrofotografie zu optimieren, wurde eine Modifikation vorgenommen. Der handelsübliche Filter wurde durch einen ACF-Filter ersetzt. Der Grund dafür ist, dass der Canon Filter Rot filtert. In der Alltagsfotografie wird dadurch ein Rotüberschuss vermieden, was ein wünschenswerter Effekt ist. Bei der Astrofotografie jedoch geht viel Licht im Hα-Bereich verloren, das von Emissionsnebeln emittiert wird. Besonders für Aufnahmen vom Orionnebel ist dies fatal. Der ACF Filter dagegen ist rotdurchlässig und absorbiert Licht der Wellenlänge Hα nur zu etwa 2%.

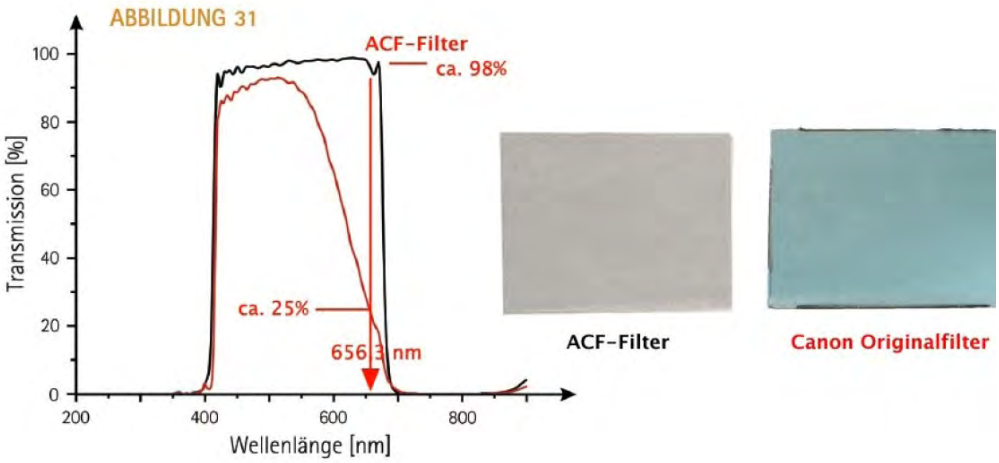


Abbildung 11: Vergleich - Standard u. modifizierter Filter der Canon EOS 450D

[3] Martin, A.; Koch, B.: Digitale Astrofotografie Grundlagen und Praxis und der CCD- und Digitalkameratechnik, 1. Auflage, Okulum-Verlag, Erlangen 2009

[4] Astrofotografie mit der EOS 450D.pdf – Bernd Koch

2.3: Hα-Filter

Ein weiterer Teil meiner Ausrüstung ist der Baader Hα-CCD-Narrowbandfilter. Dieser ist sehr nützlich für Aufnahmen von Emissionsnebeln, da diese sehr viel Licht mit der Hα-Wellenlänge (656,28 nm) ausstrahlen. Ein Hα-Filter ist nur für Licht der Hα-Wellenlänge durchlässig, sodass alle störenden Lichtquellen, wie z. B. Stadtlicht, nicht zu sehen sind. Fotos, die mit dem Hα-Filter aufgenommen werden, enthalten dadurch aber keine Informationen über andere Farben. Das Bild ist monochrom. Trotzdem sind solche monochromen Bilder sehr nützlich, weil sie schärfer sind und mehr Details enthalten. Bei der späteren Bearbeitung können monochrome und Farbbilder kombiniert werden, um ein Bild zu erstellen, das die Vorteile beider Bildtypen vereint. Dies ist das Durchlassspektrum meines Filters:[5]

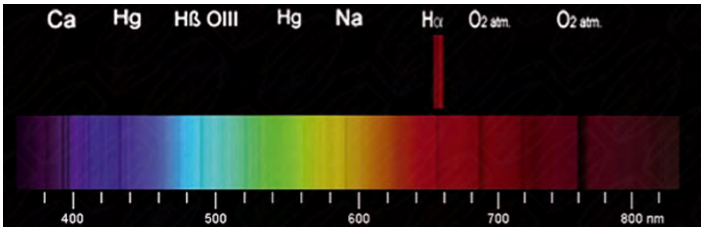


Abbildung 12: Durschlassspektrum des H-αFilters

[5]Abbildung 10: http://www.baader-planetarium.de/sektion/s43d/bilder_filtersticker/gross_BP43dTN2458384-01E__Baader_Filtersticker_large_Hα-Filter_7_2inch.jpg

2.4: Aufbau

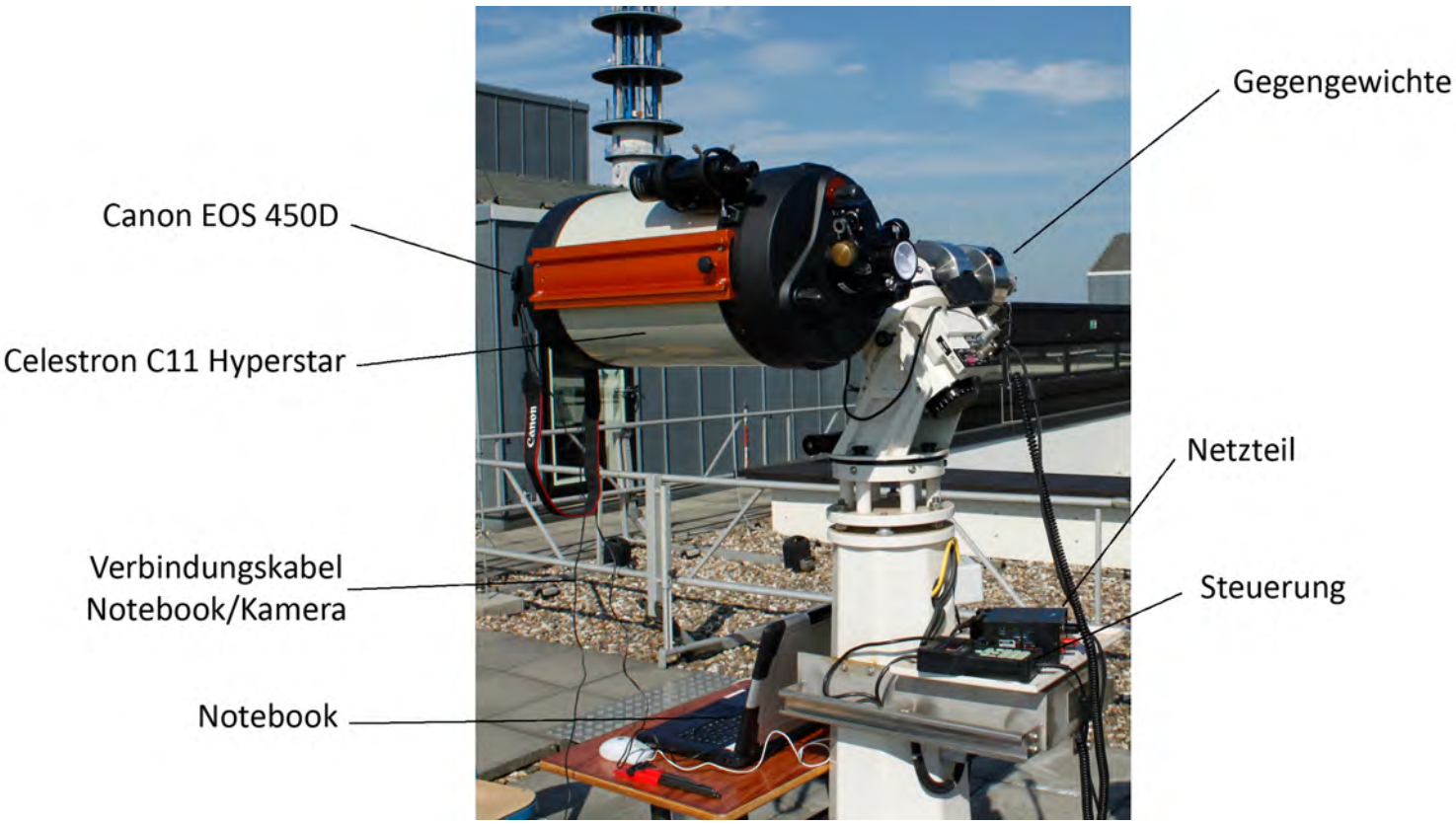


Abbildung 13: Fertig aufgebautes C11 Hyperstar

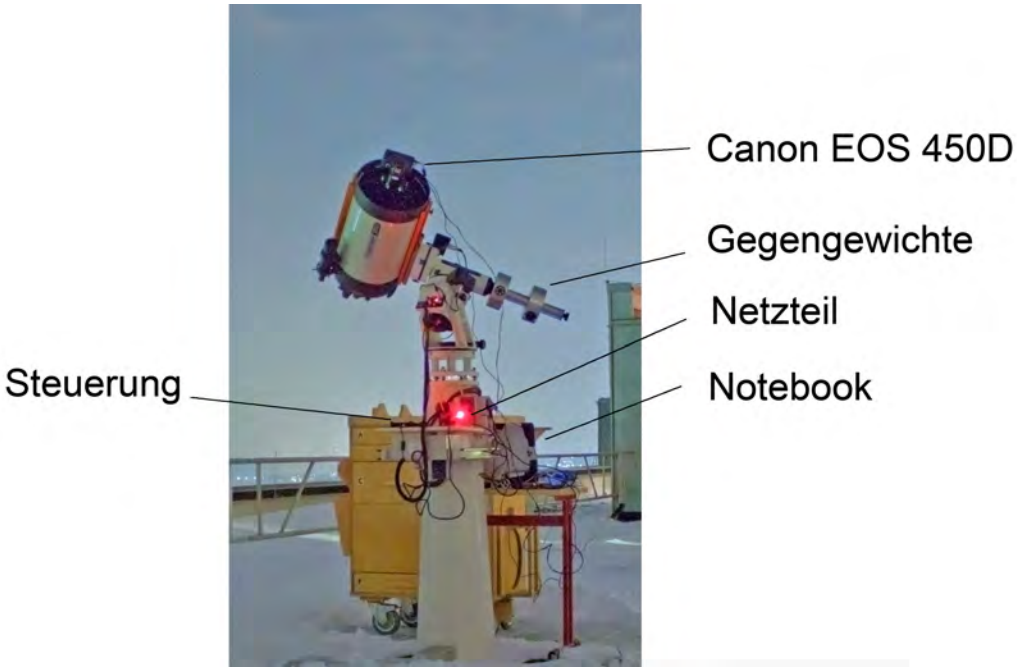


Abbildung 14: Aufgebautes C11 Hyperstar von der anderen Seite

3: Hintergrundinformationen über die Beobachtungsziele

3.1: Orionnebel M42

Abbildung 15: NASA-Foto des Orionnebels

Der Orionnebel wurde im Jahr 1610 von Nicolas-Claude Fabri de Peiresc entdeckt, von Messier wurde er jedoch erst 1769 in seinen Katalog aufgenommen.

Der Orionnebel ist ein Emissionsnebel im Sternbild Orion. Er ist der zweiundvierzigste Eintrag in Messiers Katalog, daher M42. Er ist ca. 1350 Lichtjahre von der Erde entfernt.[6] Außerdem ist er der Geburtsnebel der Sterne, die ihn zum Leuchten bringen, was nicht bei allen Nebeln der Fall ist. Die Abbildung zeigt ein Foto der NASA, welches mit professioneller Ausrüstung aufgenommen wurde. Eine solche Qualität werde ich mit dem C11 Hyperstar natürlich nicht erreichen.

Er ist deshalb ein Emissionsnebel, weil das Gas, aus dem er besteht, selber Licht emittiert. Dadurch unterscheidet er sich grundlegend von Reflektionsnebeln, bei denen das Leuchten durch Reflektion des Lichts der Sterne von Staubwolken entsteht.

Bei Emissionsnebeln wird das Gas durch den Prozess der Ionisation und Rekombination vom Wasserstoff zum Leuchten gebracht. Dabei werden Elektronen von den Gasatomen durch das sehr energiegeladene Licht der Sterne in der Trapezformation im Zentrum des Nebels losgerissen.[7] Die Atome werden ionisiert und die Elektronen bewegen sich frei. Die Elektronen können anschließend wieder von Wasserstoffionen aufgenommen werden.

---

[6] Koch, B.; Korth, S: Messier-Objekte Die 110 klassischen Objekte Für Himmelsbeobachter, Franckh-Kosmos Verlag, Stuttgart 2010
Abbildung 12: http://hubblesite.org/newscenter/archive/releases/2006/01/image/a/

[7] Mitton, S.(Hrsg.): Cambridge Enzyklopädie Bertelsmann Verlag, Gütersloh 1978

Dabei befindet sich das Elektron meist zunächst auf einer höheren Elektronenschale und bewegt sich dann nach und nach im Energieschema nach unten. Jedes Mal, wenn das Elektron eine Stufe "fällt", kommt es zur Emission eines Photons.[8] Dabei leuchtet der Wasserstoff im Hα-Bereich, also mit einer Wellenlänge von 656,28 Nanometern

Beim Fotografieren des Orionnebels kann es bei Brennweiten unter 1000 mm passieren, dass die Trapezregion aufgrund von nicht ausreichendem Auflösungsvermögen zu einem einzigen Lichtfleck verschmilzt. Doch das ist nicht die einzige Schwierigkeit bei der Fotografie des Orionnebels. Der M42 ist wegen seines großen Dynamikumfangs einer der schwierigeren Nebel bezüglich der Fotografie. Dynamikumfang heißt, dass es im ganzen Gasnebelkomplex sehr große Helligkeitsunterschiede gibt. Die Zentralregion ist sehr hell und selbst bei kurzen Belichtungszeiten um 5 s gut sichtbar, die Nebelausläufer dagegen sind lichtschwach bis sehr lichtschwach und werden erst bei hohen Belichtungszeiten um 30 s sichtbar. Daher ist es unmöglich, ein Bild zu schießen, auf dem große Teile der Randbereiche zu sehen sind, ohne dass die Zentralregion überbelichtet wird. Ein solches Ergebnis kann erst durch Nachbearbeitung realisiert werden.

[8] Weigert, A.; Wendker, H. J.: Astronomie und Astrophysik-ein Grundkurs, Physik Verlag, Weinheim 1982

3.2: Plejaden M45

Die Plejaden sind ein gut sichtbarer Sternhaufen, der von einem Reflektionsnebel umgeben wird. Er ist 425 Lichtjahre entfernt. Da der Sternhaufen auch ohne Teleskop zu sehen ist, wurde er schon zu prähistorischen Zeiten entdeckt. Das genaue Datum seiner Entdeckung kann nicht bestimmt werden.[9]

Abbildung 16: NASA-Foto der Plejaden

Er ist der fünfundvierzigste Eintrag im Messier-Katalog. Auch diese Abbildung zeigt ein von der NASA aufgenommenes Bild.

Im Gegensatz zum Orionnebel leuchtet der Nebel um die Sterne nicht selber, sondern das Leuchten kommt durch Reflektionen zustande. Die hellen Sterne bewegen sich durch eine große Staubwolke und beleuchten den Staub, der dadurch sichtbar wird, ähnlich wie der Mond, der von der Sonne beleuchtet wird und dadurch von der Erde aus zu sehen ist, obwohl er nicht selber leuchtet. Diese Tatsache bringt Vor- und Nachteile bei der Aufnahme von Fotos. Der Vorteil ist, dass der Dynamikumfang des Nebels nicht so groß ist wie beim M42. Das heißt, man kann mit höheren Belichtungszeiten arbeiten, ohne dass man Sorgen haben muss, dass Bereiche des Nebels überbelichtet werden. Ein Nachteil jedoch ist, dass die Plejaden kein Licht mit Hα-Wellenlänge aussenden. Dadurch kann man nicht wie beim M42 einen Hα-Filter einsetzen und so alle anderen Wellenlängen bis auf die Hα-Wellenlänge filtern.

[9] Koch, B.; Korth, S: Messier-Objekte Die 110 klassischen Objekte Für Himmelsbeobachter, Franckh-Kosmos Verlag, Stuttgart 2010
Abbildung 13: http://hubblesite.org/newscenter/archive/releases/2004/20/image/a/

3.3: Rosettennebel NGC 2244

Abbildung 17: Professionelles Foto des Nebels

Der Rosettenebel ist wie der Orionnebel ein Emissionsnebel und leuchtet daher auch nach dem gleichen Prinzip. Er ist allerdings mit 2000-4000 Lichtjahren deutlich weiter entfernt, als der vorherig Genannte. Er gilt als eines der schönsten Objekte am Winterhimmel. Außerdem ist er ein geeignetes Ziel für die Fotografie mit dem C11 Hyperstar, da er mit ca. 80 Bogensekunden Ausdehnung sehr groß ist[10]. Der Sternhaufen NGC 2244, der den Wasserstoff durch das Prinzip der Ionisation und Rekombination zum Leuchten bringt, ist aus dem Nebel selbst entstanden. Ein besonders schönes Detail des Rosettennebels sind die Staubsäulen am rechten Rand der Gaswolke.

[10] http://www.intercon-spacetec.de/sternhimmel/objekte/objekte-winter/objekt-lngc2237/
Abbildung 14: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:NGC_2244_Rosette_Nebula.jpg

4: Aufnehmen der Bilder

In der Nacht des 12.01.13 ist der Himmel kaum bedeckt, sodass wir mit dem Aufnehmen der Fotos beginnen können. Bei den Aufnahmen der Fotos sind auch Tillmann Bade und Jan Martin Müller beteiligt.

4.1: Aufbau der Ausrüstung

Zuerst jedoch muss die Technik aufgebaut werden, das heißt, das C11 Hyperstar muss an der Montierung befestigt werden, die Kamera muss an das C11 angebracht werden und mit einem Notebook über ein USB-Kabel verbunden werden. Außerdem sollte man die Stromversorgung der Kamera und des Notebooks mit Netzteilen sichern.

4.2: Suchen der Beobachtungsziele

Nach dem Aufbauen der Ausrüstung fangen wir damit an, den Orionnebel zu suchen. Am schnellsten geht dies mit der Steuerung der Montierung AP900 GTO-Montierung. Diese hat ein Verzeichnis, das alle wichtigen Himmelskörper und ihre Koordinaten beinhaltet. Man muss nur beachten, dass das Teleskop beim Einschalten der Steuerung perfekt in der Parkposition steht, da sonst Ungenauigkeiten bei der Ausrichtung vorkommen. Beide Achsen der Montierung müssen waagerecht sein, kontrollieren kann man dies mit einer Wasserwaage. Auf dem Notebook starten wir das Programm EOS-Utility, das der Fernsteuerung der Kamera vom Notebook aus dient. EOS-Utility hat eine sogenannte Live-View Funktion, mit der man das Gesichtsfeld der Kamera auf dem Notebook darstellen kann. Dies ist sehr hilfreich bei der Suche nach Objekten und der Fokussierung. Nun geben wir der Steuerung den Befehl, das Teleskop auf den Orionnebel auszurichten. Trotz erfolgter Ausrichtung bleibt das Gesichtsfeld der Kamera fast ganz schwarz und der Orionnebel ist nicht zu

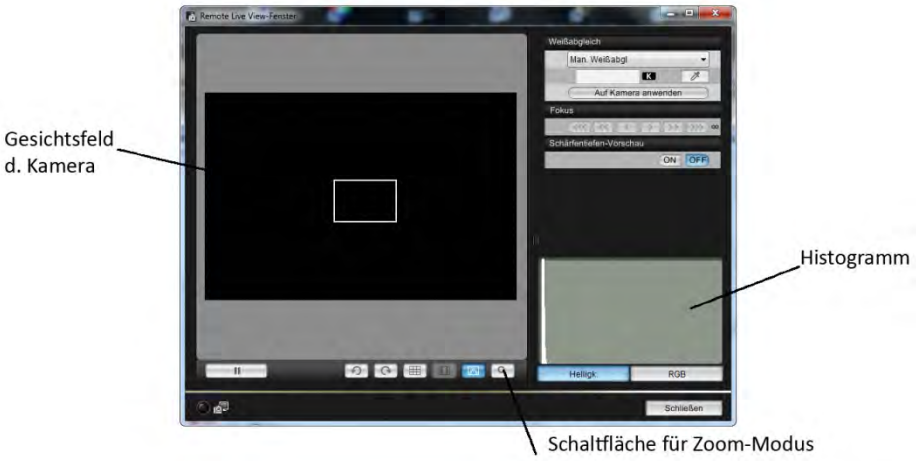


Abbildung 18: Live-View Fenster in EOS-Utility

sehen. Dies liegt daran, dass die Kamera nur die momentane Anzahl von Photonen darstellt, die auf den Sensor fallen. Der Orionnebel wird erst sichtbar, wenn man die Kamera Photonen für mehrere Sekunden sammeln lässt. Schon bei einem Bild mit der Belichtungszeit 5 s ist der Orionnebel recht gut zu sehen.

4.3: Fokussierung

Doch bevor wir Aufnahmen anfertigen können, muss das Teleskop zuerst fokussiert werden. Fokussieren kann man am besten anhand der Sterne, da diese nicht nur auf Fotos mit höherer Belichtungszeit zu sehen sind, wie der Orionnebel. Das Teleskop ist dann fokussiert, wenn die Sterne so klein wie möglich auf dem Live-View Bildschirm zu sehen sind. Wie in Schritt 2.1.3.3. bereits erklärt, kann man nur das große, grobe Einstellrad zur Fokussierung verwenden. Die Fokussierung wird noch weiter durch die geringe Schärfentiefe des C11 Hyperstars erschwert. Dieser Arbeitsschritt kann also einige Zeit in Anspruch nehmen, trotzdem sollte man sich Zeit für die Fokussierung lassen.

4.4: Einstellen der Kamera

Der letzte Schritt, der vor der Aufnahme der Bilder vorgenommen werden muss, ist die Einstellung der Kamera. Alle benötigten Einstellungen können bequem vom Notebook aus über EOS-Utility gemacht werden. Als Aufnahmeformat der Bilder verwenden wir RAW+JPEG. Das Raw-Format (engl. roh) speichert die Bilder ohne jegliche Komprimierung. Dies ist bei JPEG-Bildern nicht der Fall. Selbst bei der höchsten Einstellung für Qualität wird das Bild komprimiert. Eine solche Komprimierung könnte z.B. die Anzahl der Graustufen verringern. Diese Komprimierungen sind im Alltag sehr nützlich, weil sie die Dateigröße eines Bildes mehr als halbieren können, ohne dabei Veränderungen am Bild zu verursachen, die ohne Nachbearbeitung sichtbar sind. Da es bei der Deep-Sky-Fotografie jedoch um jede Graustufe geht, verwenden wir das RAW-Format. Zusätzlich zum RAW-Format lassen wir jedes Bild auch als .jpg abspeichern, da man von RAW-Bildern nur in wenigen Programmen Vorschauen erstellen kann. Außerdem geben wir der Kamera über EOS-Utility den Befehl, alle Bilder auf dem Chip in der Kamera und zusätzlich auf der Festplatte des Notebooks zu speichern. So kann garantiert werden, dass die Fotos auch im Falle eines Defekts beim Kabel oder der Speicherkarte der Kamera gespeichert werden. Auch der ISO-Wert, den die Kamera

verwenden soll, kann bequem vom Notebook aus eingestellt werden. Wir wählen einen Wert von 800, da dieser gute Ergebnisse bei akzeptablem Rauschen liefert.

Abbildung 19: Hauptfenster in EOS-Utility

4.5: Aufnehmen der Bilder

Jetzt können wir endlich mit dem Aufnehmen beginnen. Die Bilder des Orionnebels nehmen wir in zwei Gruppen auf. Bei den Bildern der ersten Gruppe verwenden wir keinen Filter, bei den Aufnahmen der zweiten Gruppe verwenden wir den Hα-Spezialfilter. Im Laufe des Abends verwenden wir vier verschiedene Belichtungszeiten. Diese verschiedenen Belichtungszeiten lösen ein großes Problem. Bei Bildern mit langer Belichtungszeit kann man alle Ausläufer und Randbereiche des Nebels gut erkennen, das Zentrum des Nebels ist jedoch überbelichtet. Bei Bildern mit kurzer Belichtungszeit kann man die einzelnen Sterne im Sternenhaufen im Zentrum des Nebels gut erkennen, die Randbereiche sind jedoch nicht mehr sichtbar. Die goldene Mitte kann man mit einem einzigen Foto beim Orionnebel mit dem C11 Hyperstar nicht treffen. Bei der Bearbeitung der Bilder jedoch kann das PC-Programm Deep-Sky-Stacker die Rohbilder zu einem Summenbild kombinieren, in dem Informationen über die Randbereiche und einzelnen Sterne im Zentrum sind.

Gruppe 1 (kein Filter):

Anzahl Bilder	Belichtungszeit
13	32 s
5	10 s
6	5 s
10	1 s
Summe:	Summe:
34	8m 26 s

Gruppe 2 (Hα-Filter):

Anzahl Bilder	Belichtungszeit
53	32 s
9	20 s
9	10 s
10	5 s
Summe:	Summe:
81	33m 36 s

Diese vielen Aufnahmen lassen sich am bequemsten mit einer Zeitschaltuhr aufnehmen. Auf diese kann in EOS-Utility eingestellt werden. Jedoch sollte man das Intervall zwischen den Fotos immer 10 Sekunden länger als die Belichtungszeit einstellen, da die Kamera etwas Zeit zum Auslesen der Bilder und Schreiben der Dateien braucht.

5: Bearbeitung Orionnebel M42

5.1: Stacking:

Die 34 Rohbilder müssen jetzt noch weiter bearbeitet werden. Auf den Bildern ist oft ein zu hohes Rauschen und der Orionnebel ist zu undeutlich. Diese Probleme können mit dem PC-Programm Deep-Sky-Stacker behoben werden. Das Programm bildet einen Durchschnitt der Informationen aller Bilder für jeden Pixel und erstellt aus diesen Durchschnittswerten ein neues Bild. Dadurch wird das Rauschen stark verringert.

Um ein solches Bild zu erstellen, lädt man alle Rohbilder in den Deep-Sky-Stacker. Dieser stellt diese dann in einer Liste dar (siehe Abb. 17). Neben dem Dateinamen werden auch andere nützliche Informationen aufgelistet, wie zum Beispiel das Datum der Aufnahme und der verwendete ISO-Wert. Mit einem Doppelklick auf einen Dateinamen gibt das Programm auch eine Vorschau des Bildes. Nun geht man alle Bilder durch und prüft sie auf ihre Brauchbarkeit. Die Sterne auf dem Bild müssen punktförmig sein, besonders in den Randbereichen. Wenn die Sterne strichförmig sind, kann man daran erkennen, dass nicht gut scharfgestellt wurde.

Die brauchbaren Bilder versieht man dann mit einem Häkchen und klickt auf „ausgewählte Bilder stacken“.

Jetzt teilt Deep-Sky-Stacker alle Rohbilder in mehrere Gruppen ein, geordnet nach Belichtungszeit und ISO Werten. Bei unseren Rohbildern gibt es vier verschiedene Gruppen, da wir mit vier verschiedenen Belichtungszeiten gearbeitet haben.

Datei	Datum/Zeit	Größe	Infos	ISO	Belic...	#Sterne
M42_hyperstar_eos450d_35.CR2	12.01.2013 20:50:35	4290 x 2856	RAW...	800	32 s	438
M42_hyperstar_eos450d_36.CR2	12.01.2013 20:52:12	4290 x 2856	RAW...	800	32 s	400
M42_hyperstar_eos450d_37.CR2	12.01.2013 20:53:22	4290 x 2856	RAW...	800	32 s	507
M42_hyperstar_eos450d_38.CR2	12.01.2013 20:54:33	4290 x 2856	RAW...	800	32 s	512
M42_hyperstar_eos450d_39.CR2	12.01.2013 20:55:42	4290 x 2856	RAW...	800	32 s	483
M42_hyperstar_eos450d_40.CR2	12.01.2013 20:56:52	4290 x 2856	RAW...	800	32 s	436
M42_hyperstar_eos450d_41.CR2	12.01.2013 20:58:03	4290 x 2856	RAW...	800	32 s	466
M42_hyperstar_eos450d_42.CR2	12.01.2013 20:59:12	4290 x 2856	RAW...	800	32 s	436
M42_hyperstar_eos450d_43.CR2	12.01.2013 21:00:22	4290 x 2856	RAW...	800	32 s	503
M42_hyperstar_eos450d_44.CR2	12.01.2013 21:01:33	4290 x 2856	RAW...	800	32 s	463
M42_hyperstar_eos450d_45.CR2	12.01.2013 21:02:42	4290 x 2856	RAW...	800	32 s	489
M42_hyperstar_eos450d_46.CR2	12.01.2013 21:03:52	4290 x 2856	RAW...	800	32 s	413
M42_hyperstar_eos450d_47.CR2	12.01.2013 21:05:03	4290 x 2856	RAW...	800	32 s	461
M42_hyperstar_eos450d_48.CR2	12.01.2013 21:07:27	4290 x 2856	RAW...	800	5 s	221
M42_hyperstar_eos450d_49.CR2	12.01.2013 21:08:05	4290 x 2856	RAW...	800	5 s	205
M42_hyperstar_eos450d_50.CR2	12.01.2013 21:08:25	4290 x 2856	RAW...	800	5 s	212
M42_hyperstar_eos450d_51.CR2	12.01.2013 21:08:45	4290 x 2856	RAW...	800	5 s	168
M42_hyperstar_eos450d_52.CR2	12.01.2013 21:09:05	4290 x 2856	RAW...	800	5 s	192
M42_hyperstar_eos450d_53.CR2	12.01.2013 21:09:25	4290 x 2856	RAW...	800	5 s	208
M42_hyperstar_eos450d_54.CR2	12.01.2013 21:10:18	4290 x 2856	RAW...	800	1 s	102
M42_hyperstar_eos450d_55.CR2	12.01.2013 21:10:23	4290 x 2856	RAW...	800	1 s	79
M42_hyperstar_eos450d_56.CR2	12.01.2013 21:10:28	4290 x 2856	RAW...	800	1 s	78
M42_hyperstar_eos450d_57.CR2	12.01.2013 21:10:33	4290 x 2856	RAW...	800	1 s	97
M42_hyperstar_eos450d_58.CR2	12.01.2013 21:10:38	4290 x 2856	RAW...	800	1 s	95
M42_hyperstar_eos450d_59.CR2	12.01.2013 21:10:43	4290 x 2856	RAW...	800	1 s	88
M42_hyperstar_eos450d_60.CR2	12.01.2013 21:10:48	4290 x 2856	RAW...	800	1 s	97
M42_hyperstar_eos450d_61.CR2	12.01.2013 21:10:53	4290 x 2856	RAW...	800	1 s	87
M42_hyperstar_eos450d_62.CR2	12.01.2013 21:10:58	4290 x 2856	RAW...	800	1 s	97
M42_hyperstar_eos450d_63.CR2	12.01.2013 21:11:03	4290 x 2856	RAW...	800	1 s	94
M42_hyperstar_eos450d_64.CR2	12.01.2013 21:11:43	4290 x 2856	RAW...	800	10 s	262
M42_hyperstar_eos450d_65.CR2	12.01.2013 21:12:08	4290 x 2856	RAW...	800	10 s	290
M42_hyperstar_eos450d_66.CR2	12.01.2013 21:12:33	4290 x 2856	RAW...	800	10 s	223
M42_hyperstar_eos450d_67.CR2	12.01.2013 21:12:58	4290 x 2856	RAW...	800	10 s	261
M42_hyperstar_eos450d_68.CR2	12.01.2013 21:13:23	4290 x 2856	RAW...	800	10 s	285

Abbildung 20: Liste der Fotos in Deep-Sky-Stacker

Um die Einstellungen zu verändern klickt man auf „Standard“ an der oberen Kante des Fensters. Nun öffnet sich der abgebildete Dialog. Ich benutze folgende Einstellungen:

- Ergebnis -> Standard
- Modus, Licht -> Durchschnitt,
- Ausrichtung -> Automatisch,
- Zwischenbilder -> Zwischenbilder als TIFF-Datei speichern,
- Kosmetik -> Erkennen und Entfernen der verbliebenen Cold-Pixel (Filter Größe: 1Px, Erkennungs-Schwellenwert: 84,8%),
- Ausgabe -> Ausgabedatei erstellen, HTML Beschreibungs-Datei erstellen, Ausgabedatei-Name -> Autosave.tif

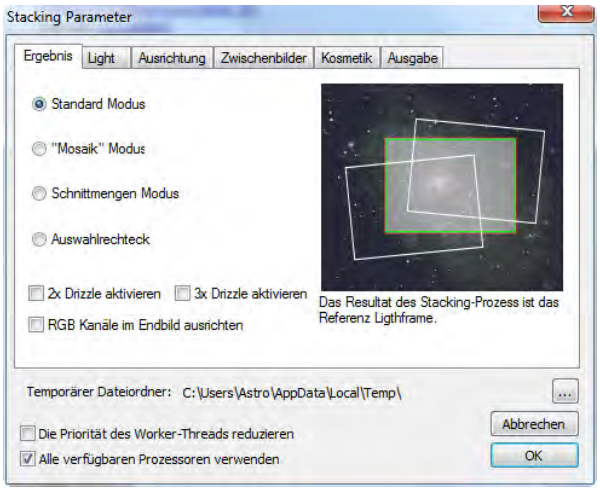


Abbildung 21:Stacking Einstellungen in DSS

Um den Stackvorgang zu starten, drückt man auf „OK“. Dies kann, abhängig von der Anzahl der gelisteten Bilder, eine Weile dauern. Am Ende des Prozesses speichert Deep-Sky-Stacker ein Summenbild.

In den Abbildungen unten sieht man den Unterschied zwischen einem Rohbild und dem von Deep-Sky-Stacker erstellten Bild. Zwischen diesen beiden Abbildungen ist auf den ersten Blick kein großer Unterschied zu sehen, jedoch ist das Hintergrundrauschen im zweiten Bild deutlich geringer, was die anschließende Bildbearbeitung deutlich erleichtert. Um nun noch die Bilder richtig auszurichten, spiegele ich sie vertikal mit der Funktion Bearbeiten->Transformationen->Vertikal spiegeln in Photoshop.

Abbildung 22: Rohbild (links) und Bild nach Stacking (rechts)

5.2: Hα-Stacking

Eine Möglichkeit, die Qualität des Bildes drastisch zu erhöhen, ist die Addition des Hα-Bildes zum Rotkanal des Bildes, das ohne Filter aufgenommen wurde. Um diese Addition noch effektiver zu machen, bearbeite ich zunächst das Hα-Bild. Im Bild sind mehr Informationen über lichtschwächere Nebelbereiche als im Farbbild, doch sie sind vom Hintergrund kaum zu unterscheiden. Fast alle Pixel sind auf dem Histogramm sehr nah an der linken Grenze, das heißt fast gleich 0. Da das Bild mit einer Bittiefe von 16 Bit und damit einer sehr guten Qualität gespeichert wurde, gibt es trotzdem Unterschiede zwischen all diesen Pixeln. Diese sind aber nicht sichtbar, weil sie so nah aneinander liegen. In MaximDL gibt es eine Funktion, um dies zu beheben. Sie heißt 'Stretch' und kann unter Process -> Stretch gefunden werden. Diese Funktion "zieht" (stretch engl.: auseinanderziehen) die Pixel, die bis jetzt knapp an der Untergrenze nah aneinander lagen, auseinander und verteilt sie über die Bandbreite des Histogramms, sodass die Unterschiede zwischen den Pixeln sichtbar werden.

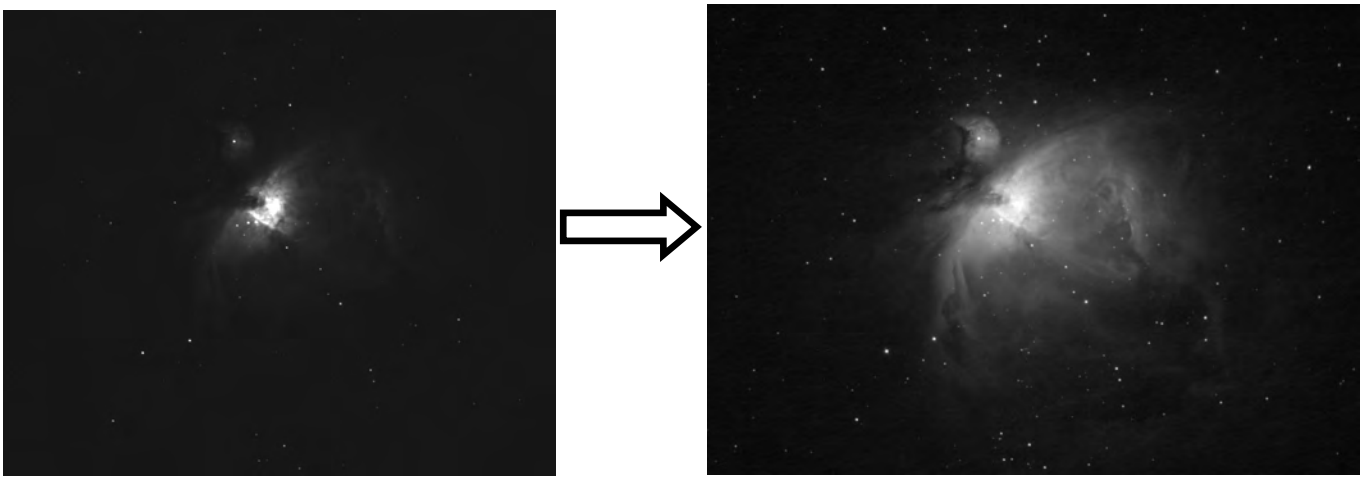


Abbildung 23: Bild vor (links) und nach Stretch (rechts)

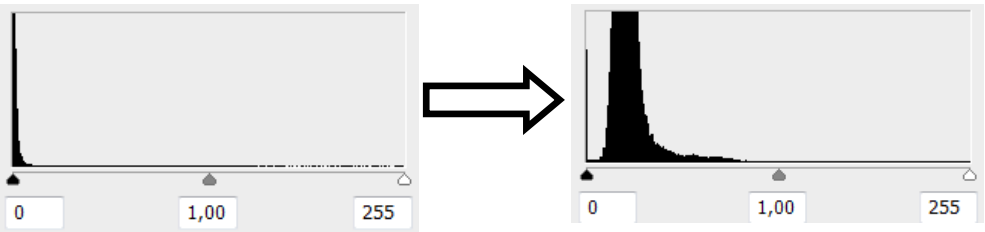


Abbildung 24: Histogramm des obigen Bildes vor und nach Stretch

Auch das Farbbild braucht etwas Bearbeitung vor der Addition. Das Zentrum des Nebels ist zu hell und bei der Addition der beiden Bilder würde es zur Überbelichtung kommen.

Man sollte jedoch darauf achten, dass alle Randbereiche des Nebels sichtbar bleiben. Folgerichtig darf also nicht einfach die Helligkeit verringert werden. Stattdessen verwendet man das Tiefen/Lichter Tool in Photoshop unter Bild -> Anpassungen -> Tiefen/Lichter. Ich wähle unter ‚Lichter' die Werte Stärke = 100%, Tonbreite = 50%, und Radius = 30 Px. Da ich die dunklen Bereiche des Bildes nicht verändern will, gebe ich unter ‚Tiefen' den Wert Stärke = 0% ein.

Nach diesen Korrekturen kann ich mich der Addition der Bildinformationen des Hα-Bildes in das Farbbild zuwenden.

Der erste Schritt dazu ist das Ausrichten der Bilder, sodass die Bildinformationen beim Addieren an der richtigen Stelle hinzugefügt werden. MaximDL hat eine Funktion zum Ausrichten von Bildern, die unter Process -> Align zu finden ist. Zur Sicherheit benutze ich die manuelle Option, da diese meist zuverlässiger ist. MaximDL erteilt die Aufforderung, zwei Sterne im Bild per Mausklick auszuwählen. Man sollte beachten, dass diese Sterne möglichst weit auseinander liegen und nicht zu groß oder zu klein sind. Außerdem ist es wichtig, das Referenzbild einzustellen. Das Referenzbild ist das Bild, das beim Ausrichten der Bilder nicht verschoben wird. Da ich das schwarz-weiße Bild in das Farbbild einfügen will, soll das Farbbild von der Position unverändert bleiben. Deshalb wähle ich das Farbbild als Referenzbild. Mit Knopfdruck auf "OK" startet MaximDL die Ausrichtung.

Abbildung 25: Ausrichten der Bilder

Überprüfen kann man diese Ausrichtung, indem man aus den beiden Bildern eine Animation macht. Dazu wählt man die Funktion View -> Animate. Man wählt beide Bilder aus und stellt ein, dass die Bilder abwechselnd kurz sichtbar sind.

Wenn die Bilder richtig ausgerichtet sind, kann man mit dem nächsten Schritt fortfahren. Da man das Schwarzweißbild nur zum Rotkanal des Farbbildes und nicht zu allen Kanälen addieren möchte, muss man die drei Kanäle des Farbbildes trennen. Das geht mit der Funktion Color -> Split Tricolor. Jetzt erstellt MaximDL drei schwarz-weiße Bilder, die die drei Kanäle darstellen.

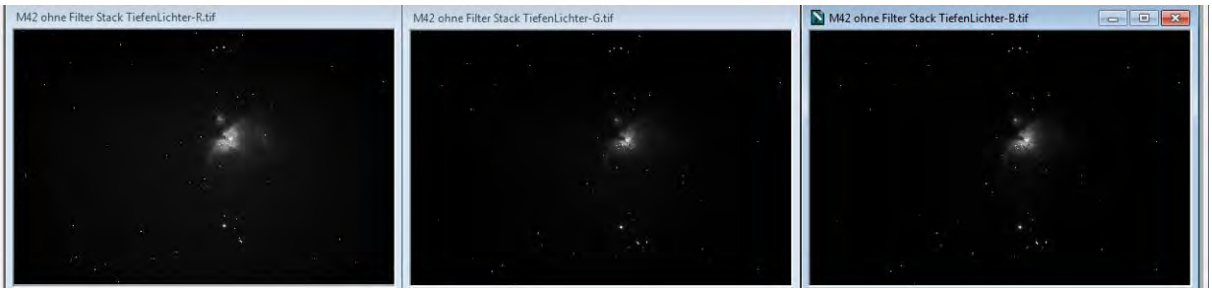


Abbildung 26: Die Namen der drei Bilder enden auf R, G und B – Rot, Grün und Blau.

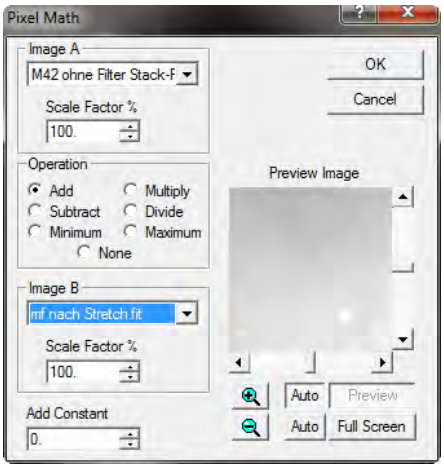


Abbildung 27: Pixel-Math-Fenster

Jetzt wählt man das Bild aus, was auf "R" endet und wählt Process -> Pixel Math. Es öffnet sich ein Fenster mit vielen Optionen zum Rechnen mit Bildinformationen (siehe Abb.23). Die Felder, die relevant sind, sind Image A, Mode und Image B. Im Mode wird angegeben, wie mit den Pixeln gerechnet werden soll, also z.B. Addition oder Subtraktion. In Image A gibt man das Bild an, zu dem die Informationen aus dem Image B hinzugefügt werden. Als Image A gebe ich das Bild an, das den Rotkanal des Farbbildes darstellt, als Mode "add" und als Image B das Hα-Bild. Mit einem Klick auf "OK" wird die Rechnung ausgeführt. Nun sollten auf dem Rotkanalbild zuvor fehlende Nebelbereiche zu sehen sein.

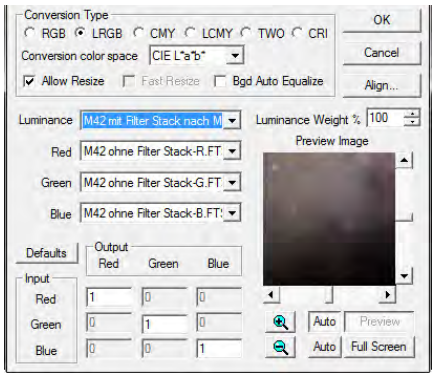


Abbildung 28: Combine-Color-Fenster

Um nun die drei Bilder wieder zu einem zusammenzufügen, gibt es eine Funktion unter Color -> Combine Color. Nun muss man nur angeben, welches Bild für welchen Kanal stehen soll. Das gestaltet sich recht einfach, da

MaximDL die Bilder bereits passend mit den Endungen R, G und B benannt hat. Zusätzlich zu den drei Farbkanälen richtet man einen Luminanzkanal für die Helligkeit ein. Dadurch wird ein Rotüberschuss beim Kombinieren der drei Bilder vermieden. Um den Luminanzkanal einzurichten, wählt man in der Conversion Type Zeile des Fensters "LRGB". Als Bild für den Luminanzkanal wähle ich das Hα-Bild.

Nach diesem Bearbeitungsschritt ist eine deutliche Verbesserung in der Qualität des Nebels zu erkennen.

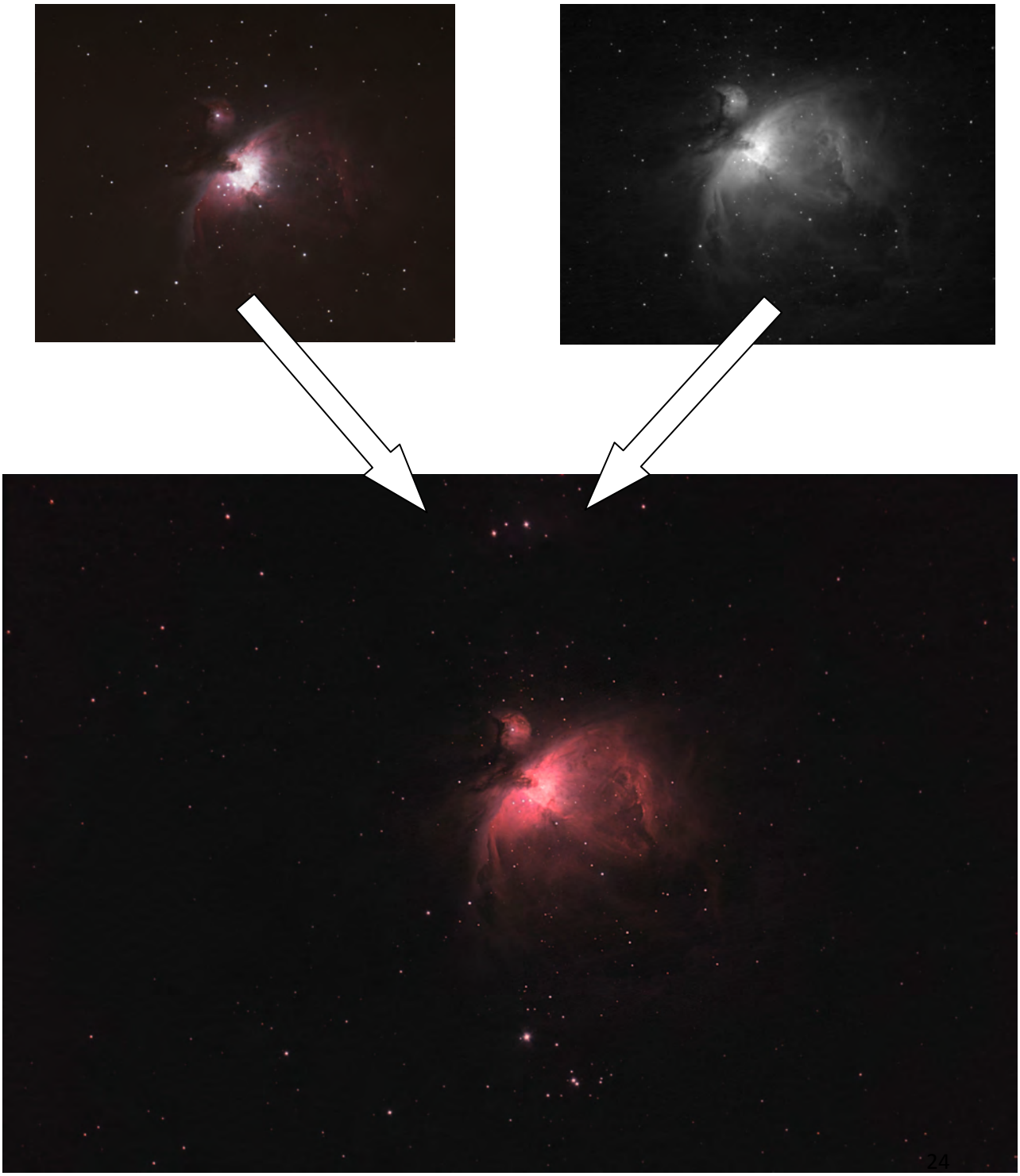


Abbildung 29: Kombination des Farb- und des monochromen Bildes

5.3: Bearbeitung in Photoshop

Nach der umfangreichen Bearbeitung in MaximDL müssen in Photoshop nur noch kleine Änderungen vorgenommen werden. Das Bild hat durch die Blende f/2 eine starke Vignettierung. Das heißt, die Randbereiche des Bildes sind dunkler als die Mitte. Diese Unebenheiten im Hintergrund kann man mit dem Plug-In GradientXTerminator beheben. Das Plug-In arbeitet größtenteils selbstständig. Das einzige, was manuell eingestellt werden muss, ist die Auswahl der Bereiche, die GradientXTerminator beeinflussen soll. Nebelbereiche sollten vom GXT nicht beeinflusst werden, weil sonst wichtige Bildinformationen verloren gehen können. Um nun die Bereiche auszuwählen, die vom GXT beeinflusst werden dürfen, wählt man zunächst die Bereiche aus, die nicht verändert werden sollen und kehrt anschließend die Auswahl um. Der Nebel muss nur sehr grob ausgewählt werden, also kann man die Auswahl mit dem Lassowerkzeug erstellen. Die Sterne kann man am schnellsten mit dem Zauberstabwerkzeug treffen, da sie alle ähnliche Werte haben und leicht vom Rest des Bildes zu unterscheiden sind. Wichtig ist dabei, dass man beim Zauberstabwerkzeug kein Häkchen unter benachbart setzt, da die Sterne überall im Bild sind und oft große Abstände haben. Da die Auswahl um die Sterne sehr eng ist, kann man diese durch den Befehl Auswahl -> Auswahl verändern -> Erweitern um etwa 20 Pixel erweitern. Wenn alle zu schützenden Bereiche ausgewählt sind, kehrt man die Auswahl mit Auswahl -> Auswahl umkehren um und startet GradientXTerminator. GradientXTerminator gibt einem mehrere Optionen bezüglich Qualität und Aggressivität. Bei Qualität sollte auf jeden Fall "Fine", also höchste Qualität gewählt werden, der beste Wert für die Aggressivität ist bei diesem Bild 'Medium'.

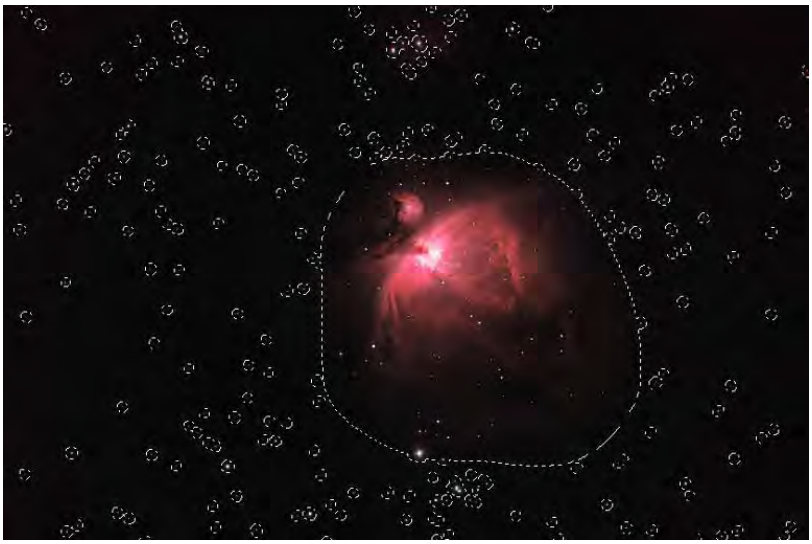


Abbildung 30: Auswahl für den GXT

Nach Verwendung des GradientXTerminators ist eine leichte Veränderung im Hintergrund festzustellen. Diese fällt besonders auf, wenn man den Hintergrund aufhellt.

Nach Beseitigung der Unebenheiten im Hintergrund ist die Bearbeitung so gut wie abgeschlossen. Das Bild hat einen leichten Rotstich. Diesen kann man mit einem Weißabgleich unter Bild -> Anpassungen -> Tonwertkorrektur beheben. Um den Weißabgleich durchzuführen, wählt man die mittlere Pipette aus (siehe Abb. 27) und klickt auf einen beliebigen Pixel im Hintergrund. Dadurch gibt man Photoshop an, dass dieser Pixel farblos sein soll. Photoshop nimmt die notwendigen Korrekturen vor, um den Pixel farblos zu machen und wendet anschließend genau diese Korrekturen auf alle anderen Pixel an. Dadurch sollte der Farbstich entfernt werden. Die Helligkeit der Pixel wird nicht beeinflusst. Der letzte Schritt ist nun, in der Mitte des Nebels in der Nähe der Trapezformation, die Helligkeit zu verringern. Diese Region ist besonders interessant, auf dem Bild jedoch nicht sehr deutlich zu erkennen. Um dies zu beheben, gibt es die Funktion Bild -> Anpassungen -> Tiefen/Lichter. Durch die Erhöhung des Werts für Stärke unter Lichter auf 74% bekommen die Trapezsterne einen höheren Kontrast zum Rest des Nebels. Der Rest des Bildes wird kaum beeinflusst. Nach diesem Schritt ist die Bearbeitung vollendet.

Abbildung 31: Weißabgleich in Photoshop

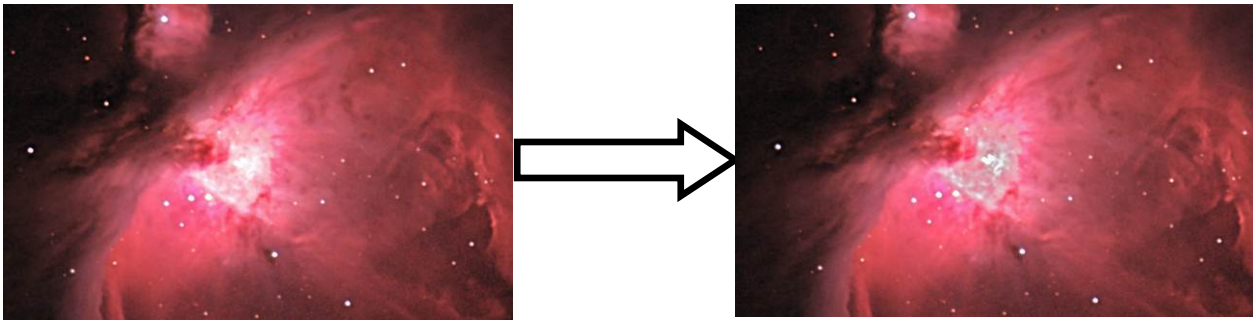


Abbildung 32: Bearbeitung durch Tiefen/Lichter-Werkzeug

M42 - Orionnebel

Abbildung 33: Endergebnis M42

6: Bearbeitung: Plejaden M45

6.1: Aufnehmen der Bilder

Abbildung 34: Originalbild der Plejaden

Wie auch bei der Bearbeitung des M42 setzt man als ersten Bearbeitungsschritt das Stacking ein. Da bei den Plejaden keine großen Helligkeitsunterschiede vorkommen wie beim M42, ist es nicht unbedingt nötig mit verschiedenen Belichtungszeiten und ISO Werten zu arbeiten, um eine gute Qualität zu erzielen. Wir entscheiden uns für 32 Sekunden Belichtungszeit und einen ISO Wert von 800. Wir nehmen insgesamt 33 Bilder auf, von denen wir 21 für die weitere Bearbeitung des Bildes verwenden (siehe Abb.28). Am Originalbild rechts (siehe Abb. 27) sieht man einige Probleme, die behoben werden müssen, darunter starke Vignettierung, zu heller Hintergrund und kaum sichtbare Nebelbereiche.

Datei	Datum/Zeit	Größe	ISO	Belichtung	#Sterne
Plejaden_hyperstar_eos450d_12.CR2	12.01.2013 19:40:08	4290 x 2856	800	24 s	586
Plejaden_hyperstar_eos450d_14.CR2	12.01.2013 20:16:43	4290 x 2856	800	32 s	540
Plejaden_hyperstar_eos450d_15.CR2	12.01.2013 20:17:53	4290 x 2856	800	32 s	937
Plejaden_hyperstar_eos450d_16.CR2	12.01.2013 20:19:03	4290 x 2856	800	32 s	949
Plejaden_hyperstar_eos450d_17.CR2	12.01.2013 20:20:13	4290 x 2856	800	32 s	653
Plejaden_hyperstar_eos450d_18.CR2	12.01.2013 20:21:23	4290 x 2856	800	32 s	865
Plejaden_hyperstar_eos450d_19.CR2	12.01.2013 20:22:33	4290 x 2856	800	32 s	856
Plejaden_hyperstar_eos450d_20.CR2	12.01.2013 20:23:43	4290 x 2856	800	32 s	982
Plejaden_hyperstar_eos450d_21.CR2	12.01.2013 20:24:53	4290 x 2856	800	32 s	722
Plejaden_hyperstar_eos450d_22.CR2	12.01.2013 20:26:03	4290 x 2856	800	32 s	938
Plejaden_hyperstar_eos450d_23.CR2	12.01.2013 20:27:13	4290 x 2856	800	32 s	1007
Plejaden_hyperstar_eos450d_24.CR2	12.01.2013 20:28:23	4290 x 2856	800	32 s	1041
Plejaden_hyperstar_eos450d_25.CR2	12.01.2013 20:29:33	4290 x 2856	800	32 s	1008
Plejaden_hyperstar_eos450d_26.CR2	12.01.2013 20:30:43	4290 x 2856	800	32 s	905
Plejaden_hyperstar_eos450d_27.CR2	12.01.2013 20:31:53	4290 x 2856	800	32 s	905
Plejaden_hyperstar_eos450d_28.CR2	12.01.2013 20:33:03	4290 x 2856	800	32 s	1071
Plejaden_hyperstar_eos450d_29.CR2	12.01.2013 20:34:13	4290 x 2856	800	32 s	1050
Plejaden_hyperstar_eos450d_30.CR2	12.01.2013 20:35:23	4290 x 2856	800	32 s	1093
Plejaden_hyperstar_eos450d_31.CR2	12.01.2013 20:36:34	4290 x 2856	800	32 s	1068
Plejaden_hyperstar_eos450d_32.CR2	12.01.2013 20:37:43	4290 x 2856	800	32 s	974
Plejaden_hyperstar_eos450d_33.CR2	12.01.2013 20:38:53	4290 x 2856	800	32 s	1000

Abbildung 35: Liste der verwendeten Aufnahmen

6.2: Stacking

Abbildung 36: Bild nach Stacking

Beim Stacking verwende ich die gleichen Einstellungen wie beim M42. Nach dem Stacking sieht das Bild viel dunkler aus und die Farbstörung scheint aufgehoben zu sein, doch der Eindruck täuscht. Deep-Sky-Stacker speichert die Bilder mit einem merkwürdigen Wert für den Tonwert. Die Lösung dieses Problems ist die Stretch Funktion in MaximDL, wie bereits in Schritt 5.2 beschrieben.

6.3: Stretch und Tonwertkorrektur

Für den Stretch in MaximDL verwende ich die Einstellungen Log, Max Pixel und 16 Bit. Nun ist das Bild leider viel zu hell. Deshalb öffne ich nun das Bild in Photoshop und korrigiere die Untergrenze wieder etwas nach oben. Dabei wähle ich den Wert 175 für die Untergrenze, die Obergrenze lasse ich unverändert. Außerdem sieht man am rechten Rand des Bildes einen dunklen Streifen. Dieser kommt zustande, weil es beim Stacking Prozess einige Bilder gab, auf denen dieser Bereich nicht zu sehen war. Dadurch konnten keine Informationen dorthin addiert werden und die Summe der Helligkeit aller Bilder an diesem Randbereich war geringer als die Summe aller Bilder im Zentrum. Da dieser Streifen nicht angemessen korrigiert werden kann, entferne ich ihn mit dem Crop Tool in Photoshop.

Abbildung 37: Bild nach Stretch

Abbildung 38: Bild nach Crop und Tonwertkorrektur

6.4: GradientXTerminator (GXT)

Wie beim Bild des M42 auch hat dieses Bild eine starke Vignettierung. Auch hier kommt wieder der GXT zum Einsatz. Das Verfahren ist gleich: Man markiert alle Bereiche, die geschützt werden sollen, dreht dann die Auswahl um und startet den GXT. Auch hier ist es wieder wichtig, die Nebelbereiche großzügig auszuwählen, weil man diese auf keinen Fall beschädigen möchte. Aufgrund der sehr starken Vignettierung wähle ich die Einstellungen Aggressiveness: 'High' und Details: 'Fine'.

Abbildung 39: Auswahl der zu schützenden Bereiche

Abbildung 40: Bild nach der Bearbeitung durch den GXT

Nach der Bearbeitung des GXT Ist die Vignettierung vollständig beseitigt. Der Hintergrund ist jedoch zu hell. Dies kann man durch eine weitere Tonwertkorrektur beheben. Ich verschiebe den Wert der Untergrenze des Histogramms um 37 Helligkeitsstufen nach oben.

Durch die Tonwertkorrektur wird der Hintergrund dunkler und der Kontrast der Nebelbereiche zum Hintergrund höher. Obwohl der Nebel immer noch kaum zu sehen ist, bildet dieses Bild eine hervorragende Basis für die weitere Bildbearbeitung.

Abbildung 41: Bild nach erneuter Tonwertkorrektur

6.5: Aufhellen des Nebels

Die nächsten Arbeitsschritte haben alle das Ziel, den Kontrast von Nebel zum Hintergrund zu erhöhen und dadurch mehr Nebelbereiche sichtbar zu machen, daher können sie gut unter einem Unterpunkt zusammengefasst werden.

Abbildung 42: Bild nach Bearbeitung durch 'Aufhellen ohne Ausbrennen'

Als erstes verwende ich die Photoshop Aktion Aufhellen ohne Ausbrennen von Klaus Weyer[11]. Diese Aktion erhöht die Helligkeit sehr schwacher Pixel, ohne dabei helle Pixel vollkommen auszubrennen. Da sie jedoch auch etwas die Helligkeit des Hintergrunds anhebt, weil auch dieser nicht vollkommen schwarz ist, nehme ich anschließend wieder eine Tonwertkorrektur vor, bei der ich die Untergrenze des Histogramms um 20 nach rechts verschiebe.

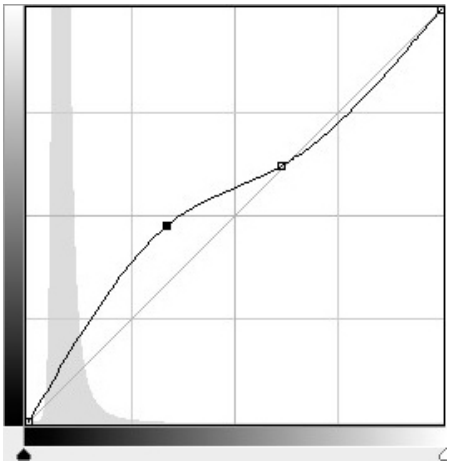


Abbildung 43: Bearbeitung durch die Gradationskurve

Als nächstes verwende ich das Gradationskurven Werkzeug (Bild -> Anpassungen -> Gradationskurven). Es öffnet sich ein Fenster mit einer Geraden, die von links unten nach rechts oben verläuft. Durch Veränderungen an dieser Gerade kann man einstellen, welche Pixel man wie modifizieren will. Gibt man der Geraden im oberen Bereich eine Hebung, so wird die Helligkeit aller hellen Pixel noch weiter erhöht. Gibt man ihr im oberen Bereich eine Senkung, so werden alle hellen Pixel abgedunkelt. Da ich den recht dunklen Pixeln Helligkeit hinzufügen will, gebe ich der Geraden im unteren Bereich eine Hebung.

[11] www.watchgear.de

Nach Bearbeitung durch das Gradationskurven Tool ist der Nebel schon etwas besser sichtbar. Um die Sichtbarkeit weiter zu erhöhen, verwende ich ein zweites Mal die 'Aufhellen ohne Ausbrennen' Aktion.

Wie beim letzten Mal auch, hat die Aktion auch etwas den Hintergrund aufgehellt, daher nehme ich nun wieder eine Tonwertkorrektur vor, bei der ich die Untergrenze des Histogramms um 30 Helligkeitsstufen nach rechts verschiebe.

Nach der Tonwertkorrektur wird deutlich, dass sich nun der Nebel noch besser vom Hintergrund absetzt.

Abbildung 44: Bild nach Bearbeitung durch die Gradationskurve

Abbildung 45: Bild nach 'Aufhellen ohne Ausbrennen'

Abbildung 46: Bild nach Tonwertkorrektur

Um den Nebel noch ein letztes Mal weiter aufzuhellen, verwende ich wieder einmal das Gradationskurven Tool, wieder mit einer ähnlichen Kurve.

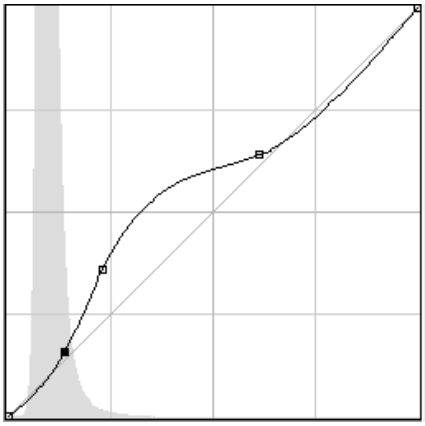


Abbildung 47: Verwendete Gradationskurve

Abbildung 48: Bild nach Bearbeitung durch Gradationskurve

Jetzt sind nur noch winzige Änderungen vorzunehmen, da der Nebel nun deutlich sichtbar ist. Da der Hintergrund wieder etwas an Helligkeit gewonnen hat, korrigiere ich wieder den Tonwert. Im Hintergrund gibt es etwas Bildrauschen, das man optional noch mit dem 'Rauschen reduzieren' Filter beheben kann (Filter -> Rauschfilter -> Rauschen reduzieren). Als Einstellungen wähle ich Stärke: 10, Details erhalten: 10%, Farbstörung reduzieren: 100%, Details scharfzeichnen: 0%. Die Aufhellung des Nebels hat auch alle Sterne größer gemacht, weil durch die Veränderungen an der Gradationskurve viele fast weiße Pixel rund um die Sterne vollkommen weiß geworden sind. Diese vielen großen Sterne lassen das Bild sehr unruhig wirken. Beheben kann man dies durch die Aktion 'Make Stars Smaller', die ein Teil des Astronomy Tools Aktionssets[12] ist.

Damit ist meine Bearbeitung abgeschlossen.

[12] http://www.prodigitalsoftware.com/Astronomy_Tools_For_Full_Version.html

M45 - Plejaden

Abbildung 49: Endergebnis Plejaden

7: Bearbeitung: Rosettennebel NGC 2244

Da auch der Rosettennebel ein Emissionsnebel ist und daher größtenteils im Hα-Wellenbereich leuchtet, kann man wieder mit einem Hα-Filter die Qualität der Bilder erheblich steigern. Bei den Umständen meiner Aufnahmen war er sogar unersetzlich und machte das Fotografieren des Nebels erst möglich. Zur Zeit dieser Aufnahmen verdeckte ein Hochnebel den Rosettennebel. Es war nicht möglich ihn auf dem Live-View Fenster von EOS-Utility zu sehen und selbst bei Fotos mit Belichtungszeiten um 30 s blieb er unsichtbar. Diese Bedingungen waren also ideal um zu testen, wie gut das C11 Hyperstar bei schlechten Wetterverhältnissen ist. Zwar ist die Qualität der Endergebnisse am Ende dieser Bearbeitungsreihe deutlich geringer als die vorherigen Ergebnisse, doch trotzdem ist der Nebel zu sehen, was durchaus ein befriedigendes Resultat ist, da dies mit anderen Teleskopen höchstwahrscheinlich nicht der Fall gewesen wäre. Allerdings sind nur drei meiner Bilder für die weitere Bearbeitung von Nutzen. Diese drei Fotos wurden alle mit dem Hα-Filter aufgenommen. Zwei der Bilder wurden mit einer Belichtungszeit von 90 Sekunden aufgenommen, das dritte wurde mit 30 Sekunden Belichtungszeit aufgenommen.

7.1: Aufspalten der Kanäle

Da das Bild mit dem Hα-Filter aufgenommen wurde ist es monochrom. Trotzdem hat die Canon EOS 450D auch Kanäle für den Grün- und Blaugehalt des Bildes erstellt. Diese Kanäle sind aber unnütz, weil sie bis auf das von der Kamera erzeugte Rauschen sowieso nur die Information enthalten, dass es keinen Grün- und Blaugehalt gibt. In Maxim DL kann man den Rotkanal aus dem Bild extrahieren. Um dies zu tun, benutzt man die Funktion Color-> Extract Bayer Plane. Nun öffnet sich ein kleines Fenster, welches einen fragt, welchen Kanal man extrahieren möchte. Der rote Kanal ist in der Bayer Matrix links oben angeordnet und ist daher Kanal 1. Diesen Vorgang wiederhole ich für alle drei Bilder.

7.2: Stacking

Auch bei dieser Bearbeitungskette ist das Stacken ein wichtiger Schritt. Allerdings lasse ich das Summenbild nur aus drei Fotos erstellen. Diese drei Fotos wurden alle mit dem Hα Filter aufgenommen. Da ich nur aus drei Bildern stacke, wird der Qualitätsgewinn nicht hoch sein, doch bei so schwierigen Wetterverhältnissen sollte man kein Mittel zur Verbesserung der Qualität unversucht lassen. Allerdings verwende ich dieses Mal MaximDL für das Stacking. Nach Extrahieren des Rotkanals und Stacken der Bilder ist dies das Zwischenergebnis. (siehe Abb. 40)

Abbildung 50: Bild nach Stacking

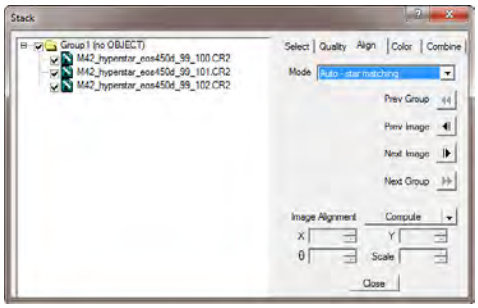


Abbildung 51: Stacking-Fenster in MaximDL

7.3: Aufhellen ohne Ausbrennen

Nun kann man in Photoshop den Nebel aufhellen. Da die Hintergrundhelligkeit aufgrund der schlechten Wetterverhältnisse jedoch sehr hoch ist, sind die Möglichkeiten begrenzt. Ich wende einmal die Aktion ‚Aufhellen ohne Ausbrennen', verzichte aber auf weitere Maßnahmen, da schon bei einmaliger Anwendung der Aktion das Rauschen viel stärker wird.

Abbildung 52: Bild nach 'Aufhellen ohne Ausbrennen'

7.4: GradientXTerminator

Natürlich gibt es auch bei diesem Bild eine starke Vignettierung, die man jedoch mit dem GXT entfernen kann. Das Verfahren ist auch hier das selbe. Zuerst markiert man alle Bereiche, die der GXT nicht bearbeiten soll, dann invertiert man diese Auswahl und startet den GXT. Als Einstellungen wähle ich Aggressiveness: 'Medium', Details: 'Fine'.

Abbildung 53: Bild nach Bearbeitung durch GXT

7.5: Horizontal Banding Noise

Abbildung 54: Bild nach Entfernung des Horizontal Banding Noise

Die Aufhellung des Nebels in Photoshop hatte außerdem zur Folge, dass das Horizontal Banding Noise verstärkt wird. Horizontal Banding Noise ist ein Bildrauschen, das von der Kamera bei der Auslese der Pixel erstellt wird. Es ist als horizontale Steifen auf dem Bild zu sehen. Dieses Rauschen kann man im Programm Fitswork mit der Funktion Bearbeiten- > Ebnen -> Zeilen gleichhell beheben.

7.6: Invertieren des Helligkeitskanals

Durch das Invertieren des Helligkeitskanals kann man den Nebel deutlich besser sichtbar machen, auch wenn sich die eigentliche Qualität des Bildes nicht verbessert. Viele Drucker können nicht in ausreichend vielen Graustufen drucken, um ein Objekt, das sich nur um wenige Graustufen vom Hintergrund unterscheidet, angemessen darzustellen. Dieses Problem ist bei Bildern, auf denen das Objekt dunkelgrau ist und der Hintergrund schwarz, größer als bei Bildern, bei denen der Hintergrund weiß ist und das Objekt hellgrau. Aus diesem Grund ist es manchmal sinnvoll, die Helligkeit zu invertieren. Natürlich sieht das Bild dadurch sehr realitätsfremd aus.

Ein letzter Schritt ist das horizontale Spiegeln des Bildes, damit Westen im Bild auch links ist. Das ist bei unseren Rohbildern nämlich nicht der Fall. In Photoshop kann man das Bild unter Bearbeiten -> Transformieren -> Horizontal spiegeln richtig ausrichten.

Nach abgeschlossener Bearbeitung ist dies das Endergebnis:

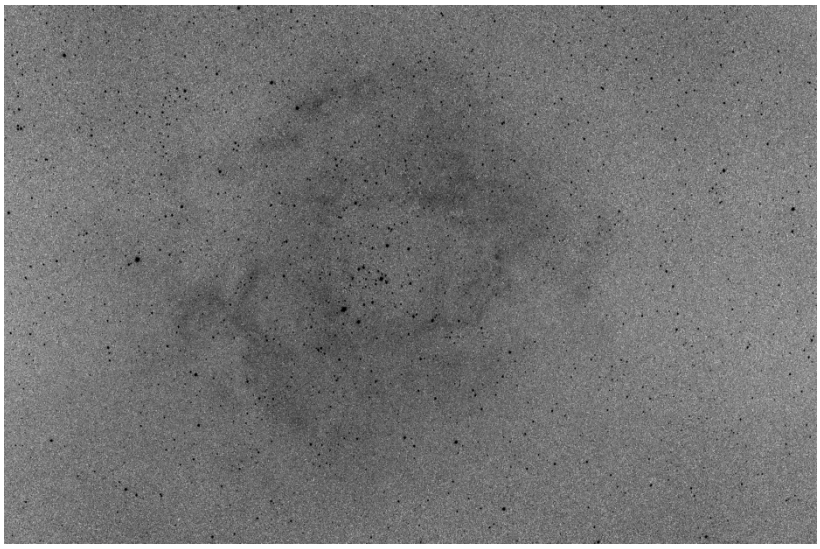


Abbildung 55: Endergebnis NGC 2244

8: Diskussion der Bilder

8.1: M42 Orionnebel

Abbildung 56: Fertiges Bild des M42

Auf dem Bild des Orionnebels sind selbst die etwas lichtschwächeren Bereiche wegen der hohen Lichtempfindlichkeit des C11 Hyperstars gut zu erkennen. Doch durch diese hohe Lichtempfindlichkeit und die damit einhergehende geringe Brennweite ist das Auflösungsverhalten des Teleskops nicht hoch genug, um die vier Sterne der Trapezregion eindeutig zu sehen. Im Bild kann man zwar die vier Sterne sehen, doch sie sind zu einen großen Lichtpunkt verschmolzen. Etwas weiter oberhalb des M42 kann man auf der Aufnahme den M43 sehen. Dank des Stackings ist die Zentralregion des M42 nicht überbelichtet, obwohl man viele lichtschwächere Nebelbereiche sehen kann, was sehr erfreulich ist.

8.2: M45 Plejaden

Abbildung 57: Fertiges Bild der Plejaden

Das Bild der Plejaden ist von ähnlicher Qualität wie das Bild des Orionnebels. Auf den Originalaufnahmen sind nur die Sterne zu sehen und selbst nach dem Stacking und der Bearbeitung durch den GradientXTerminator hat man Schwierigkeiten den Nebel zu sehen. Erst nach weiteren Bearbeitungsschritten wird der Nebel mehr und mehr sichtbar. Insgesamt bin ich auch mit der Qualität des Plejadenbilds zufrieden. Bezüglich der Qualität ist es zwar kein Vergleich zu dem Bild der NASA, aber trotzdem sind alle wichtigen Nebelbereiche zu sehen.

8.2.1: Satellitenbestimmung

Eine Besonderheit des Bildes ist ein nur schlecht sichtbarer, weißer Strich, der in der unteren Bildhälfte horizontal verläuft. Meine erste Vermutung ist, dass es sich bei diesem Strich um einen Satelliten handelt. Er ist als Strich zu sehen, weil er sich im Laufe der Aufnahmen, ja sogar im Laufe der Belichtungszeit eines einzigen Bildes über das Gesichtsfeld der Kamera bewegt. Um diese Hypothese zu bestätigen, kann man mit Hilfe von CalSky[13], einem astronomischen Beobachtungskalender im Internet, versuchen ein Objekt zu finden, was zur Zeit der Aufnahme passende Koordinaten am Himmel hatte.

Abbildung 58: Satellitenspur

[13] http://www.calsky.com/

8.2.2: Anmeldung bei CalSky

Der erste Schritt zur Identifikation des Objekts ist die Anmeldung bei CalSky. Die wichtigste Aktion der Anmeldung ist die Angabe der Koordinaten des Aufnahmeorts. Diese macht einem CalSky jedoch sehr einfach, da man einfach den Aufnahmeort auf einer Karte anzeigen kann. Aus dieser Angabe leitet CalSky dann die Koordinaten ab.

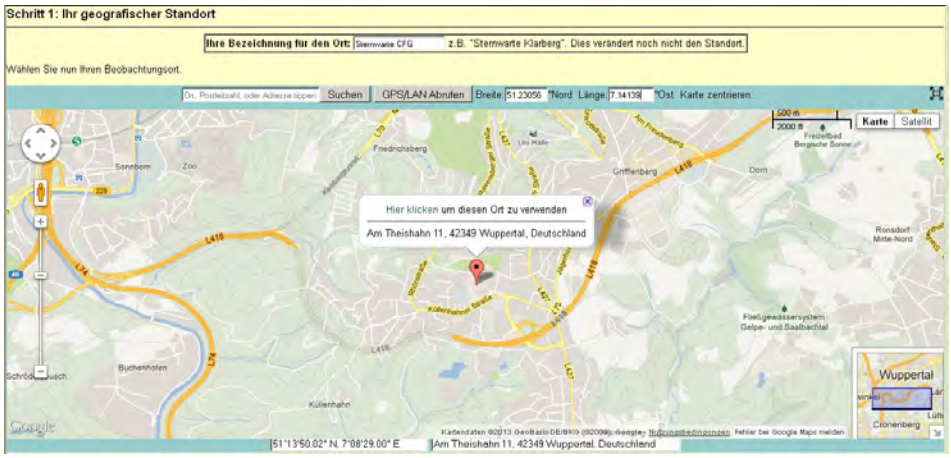
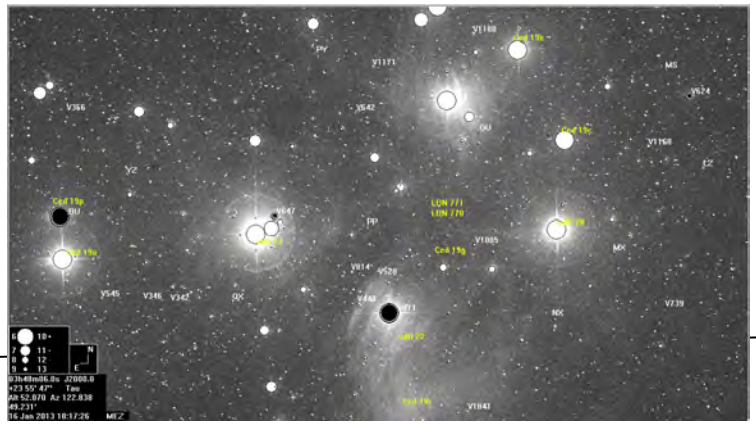


Abbildung 59: Eingabe des Aufnahmestandorts auf in CalSky

8.2.3: Bestimmung der Koordinaten des Objekts

Um die Koordinaten des Objekts zu bestimmen, verwende ich das Programm Guide 8, welches Koordinaten zu jedem beliebigen Punkt auf dem Nachthimmel ausgeben kann. Um nun die Koordinaten des Objekts zu finden, synchronisiere ich zunächst das Gesichtsfeld der Kamera, welches ich auf meinem Bild sehe, mit dem Gesichtsfeld von Guide 8. Jetzt bewegen wir den Mauszeiger zu einem Punkt, der auf dem Strich auf meinem Bild liegt. Guide8 gibt währenddessen die Koordinaten des Mauszeigers in der linken, unteren Ecke aus. Die ungefähren Koordinaten des Objekts sind 3h 49m Rektaszension und +23°55' Deklination. Eine weitere notwendige Information für CalSky ist der Zeitpunkt, an dem die Aufnahmen angefertigt wurden. Dieser ist einfach zu bestimmen, und zwar, in dem man das Erstelldatum der Rohbilder nachguckt.



Ungefähre Bahn des Objekts

Abbildung 60: Ansicht der Plejaden in Guide 8

8.2.4: Vergleich der Koordinaten mit CalSky

Da ich nun die Koordinaten des Aufnahmeorts, die Koordinaten des Objekts und die Aufnahmezeit bestimmt habe, kann ich mit der Suche nach dem Objekt in CalSky beginnen. Da CalSky bereits die Koordinaten des Aufnahmeorts hat, muss ich nur den Zeitpunkt der Aufnahmen angeben. Nach Bestätigung der Anfrage gibt CalSky eine Liste mit Objekten aus, die für uns zu diesem Zeitpunkt sichtbar waren. Leider werden nicht immer die gleichen Objekte für die gleichen Angaben bei CalSky gelistet, da die Einträge täglich erneuert werden. Zum Zeitpunkt meiner Anfrage gab es kein Objekt, welches als Lösung für das Objekt in Frage käme. Deshalb stütze ich mich auf eine Liste, die meinem Kursleiter, Herrn Koch, ausgegeben wurde, auf eine Anfrage, die zu einem anderen Zeitpunkt gestellt wurde. Das bemerkenswerteste Objekt auf dieser Liste ist das Schrotteil „Debris 1994-074X“. Leider ist die Differenz der Koordinaten des Objekts und der des Schrottteils recht groß, doch auch auf CalSky wird eine Zeitunsicherheit von +/-1.5 Tagen eingeräumt, welche diese Ungenauigkeiten erklären könnte. Abschließend ist zu sagen, dass ich das Objekt nicht eindeutig identifizieren konnte, das Schrotteil Debris 1994-074X scheint jedoch die wahrscheinlichste Lösung zu sein.

	Rektaszension	Deklination
Position von Debris 1994-074X	1h 28m	98° 45'
Position des Objekts	3h 49m	23°55'

Abbildung 61: Eintrag über "Debris 1994-074X" in CalSky

8.3: NGC 2244 Rosettennebel

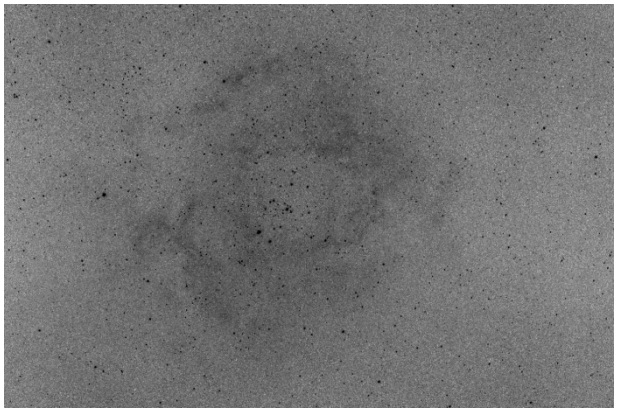


Abbildung 62: Fertiges Bild des Rosettennebels

Das Bild des Rosettennebels ist von der Qualität her kein Vergleich zu den anderen beiden Aufnahmen. Dies ist durch die sehr schlechten Wetterbedingungen zur Zeit der Aufnahme zu erklären. Man hätte eine bessere Qualität durch längere Belichtungszeiten erreichen können, doch diese können nur mit Guiding der Steuerung durch eine zweite Kamera realisiert werden. Leider war meine Zeit zu begrenzt, um dies zu versuchen, aber der Einsatz eines Guiding Systems ist eine gut geeignete Erweiterung dieses Themas, die man bei Ausbau der Arbeit in Angriff nehmen könnte.

8.4: Zusammenfassung

Nach meiner ausführlichen Beschäftigung mit dem C11 Hyperstar ist es nun an der Zeit, ein Urteil über die Eignung dieses Teleskops in der Deep-Sky-Fotografie zu fällen.

Ich halte das Celestron C11 Hyperstar für ein sehr geeignetes Teleskop und für das beste Deep-Sky Teleskop auf der Sternwarte, da es viele Vorteile gegenüber dem Pentax 75 hat. Der größte Vorteil ist natürlich die hohe Lichtstärke. Mit f/2 übertrifft das C11 Hyperstar das Pentax 75 bei Weitem. Dadurch wird die Qualität der Rohbilder besser und das Nachbearbeiten am PC deutlich erleichtert. Außerdem ermöglicht es Filter für das Stadtlicht oder sogar Hα-Filter einzusetzen, ohne höhere Belichtungszeiten oder ISO-Werte einsetzen zu müssen. Vor allem das Aufnehmen von Hα-Bildern hat bei der Bearbeitung sehr geholfen. Allerdings gibt es auch einige Nachteile, die jedoch von keiner großen Bedeutung sind. Zu diesen Nachteilen gehören die erschwerte Fokussierung und die aufwendige Montage der Kamera an der Vorderseite des Teleskops.

Da jedoch die Vorteile überwiegen, bleibe ich bei meiner Bewertung, dass das C11 Hyperstar für die Deep-Sky-Fotografie gut geeignet ist.

Abschlusserklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich diese Arbeit selbstständig angefertigt habe und alle verwendeten Quellen als Quellenverweis deutlich gemacht wurden und/oder als Datei auf der beiliegenden CD gespeichert wurden. Alle Textstellen, welche wortwörtlich oder inhaltlich anderen Werken entsprechen, wurden mit einem Quellenverweis versehen.
Ich bin damit einverstanden, dass die von mir verfasste Facharbeit der schulinternen Öffentlichkeit in der Bibliothek der Schule zugänglich gemacht wird.

Literaturverzeichnis

Koch, B.(Hrsg.): Handbuch der Astrofotografie,
Springer Verlag, Berlin Heidelberg 1995

Koch, B.; Korth, S: Messier-Objekte Die 110 klassischen Objekte Für Himmelsbeobachter, Franckh-Kosmos Verlag, Stuttgart 2010

Martin, A.; Koch, B.: Digitale Astrofotografie Grundlagen und Praxis und der CCD- und Digitalkameratechnik, 1. Auflage, Okulum-Verlag, Erlangen 2009

Mitton, S.(Hrsg.): Cambridge Enzyklopädie Bertelsmann Verlag, Gütersloh 1978

Weigert, A.; Wendker, H. J.: Astronomie und Astrophysik-ein Grundkurs, Physik Verlag, Weinheim 1982

Internetquellen

Abbildung 10: http://www.baader-planetarium.de/sektion/s43d/bilder_filtersticker/gross_BP43dTN2458384-01E__Baader_Filtersticker_large_Hα-Filter_7_2inch.jpg

Abbildung 12: http://hubblesite.org/newscenter/archive/releases/2006/01/image/a/

Abbildung 13: http://hubblesite.org/newscenter/archive/releases/2004/20/image/a/

http://www.intercon-spacetec.de/sternhimmel/objekte/objekte-winter/objekt-lngc2237/

Abbildung 14: : http://commons.wikimedia.org/wiki/File:NGC_2244_Rosette_Nebula.jpg

www.watchgear.de

http://www.prodigitalsoftware.com/Astronomy_Tools_For_Full_Version.html

http://www.calsky.com/