Carl-Fuhlrott-Gymnasium
Jung-Stilling-Weg 45,
42349 Wuppertal

Carl-Fuhlrott-Gymnasium
Europaschule

Projektkurs Astronomie
Jahrgangsstufe Q1,
Schuljahr 2013/2014

Astrofotografie

Am Beispiel der Messier-Objekte

Verfasser
Jonathan Schill
Kleinenhammerweg 14
42349 Wuppertal
jon.schill@gmx.de
Jannik Hensel
Hans-Rötzel Weg 39
42349 Wuppertal
jannik.hensel@googlemail.com

Kursleiter
Bernd Koch

Abgabedatum
04.06.2014

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 4

1.1 Vorstellung unseres Themas 4

2 Teleskope 4

2.1 Das C11 Hyperstar 5

2.1.1 Allgemein 5

2.1.2 Vergleich: Hyperstar-Standard 5

2.1.3 Konstruktion 6

2.1.4 Vorteile/Nachteile des C11 Hyperstar 6

2.2 Pentax 75 8

2.2.1 Allgemein 8

2.3 Das Hubble-Space-Telescope 9

2.3.1 Allgemein 9

2.3.2 Funktionsweise 10

2.3.3 Instrumente 11

3 Die Eos 450D 12

3.1 EOS Utility 13

4 Charles Messier 14

5 Messier-Objekte 15

5.1 Messier- Katalog 15

5.2 Fehler des Messier-Katalogs 15

5.3 Sterne 16

5.3.1 Allgemein 16

5.3.2 Astrophysik 16

5.4 Offene Sternhaufen 17

5.4.1 Allgemein 17

5.4.2 Astrophysik 17

5.4.3 Bezeichnung und Kataloge 18

5.5 Kugelsternhaufen 19

5.5.1 Allgemein 19

5.6 Planetarische Nebel 20

5.6.1 Allgemein 20

5.6.2 Bezeichnungen und Kataloge 21

5.6.3 Geschichte 21

5.7 Galaktische Nebel 21

5.7.1 Allgemein 21

5.7.2 Bezeichnung und Kataloge 22

5.7.3 Emissionsnebel 22

5.7.4 Reflexionsnebel 22

5.8 Galaxien 23

5.8.1 Allgemein 23

5.8.2 Aufbau 24

5.9 Galaxienhaufen 25

6 Der Aufbau 26

7 Stacken 30

8 Die Bearbeitung am Beispiel von M42 31

9 Unsere aufgenommenen Objekte 42

9.1 M42 – Orion-Nebel 42

9.2 M43 43

9.3 M47 44

10 Vergleich 45

10.1 Vergleich zwischen dem C11 Hyperstar und Hubble Teleskop anhand des Messier-Objektes 42..... 45

10.1.1 Unterschiede 47

10.1.2 Ursachen der Unterschiede 48

10.2 Vergleich zwischen Hyperstar und Pentax anhand des Messier-Objektes 47 49

10.2.1 Die Bearbeitung 49

10.2.2 Unterschiede 50

10.2.3 Ursachen für Unterschiede 51

11 Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse 54

12 Abschließende Überlegungen 54

13 Danksagung 55

14 Anhang 56

14.1 Liste aller Messier-Objekte 56

14.2 Abbildungsverzeichnis 62

14.3 Verwendete Software 62

14.4 Literarturverzeichnis 63

1 Einleitung

1.1 Vorstellung unseres Themas

In unserer Facharbeit wollen wir uns vor allem mit den Objekten aus dem Messier-Katalog beschäftigen. Der Messier-Katalog bietet sich an, weil er eine relativ überschaubare Menge der bekanntesten und schönsten Deep-Sky-Objekte beinhaltet. Im Buch „Praxishandbuch Deep Sky Beobachtungen von Sternen, Nebeln und Galaxien“ wird der Katalog auf Seite 101 auch als „Einstiegsdroge“ für Anfänger beschrieben. Der Katalog bietet verschiedene Objektklassen in den verschiedensten Formen, Farben und Konstellationen. Das stellt verschiedenste Anforderungen an uns und unser Equipment.

Weiterhin haben wir uns vorgenommen in unserer Facharbeit verschiedene Teleskope bei gleichen Objekten zu verwenden, sodass wir die Aufnahmen und auch die Arbeit bzw. den Aufwand während des Aufnehmens vergleichen können und wir am Ende die Vor- und Nachteile der verschiedenen Teleskope herausstellen können.

Außerdem haben wir vor, Bilder aus professionellen Quellen wie z. B. der NASA hinzuzunehmen, um dann festzustellen, wie sehr sich die Bilder in ihrer Qualität unterscheiden. Und wo unsere Grenzen bzw. die Grenzen der Amateur Astronomie im Allgemeinen liegen.

2 Teleskope

Die Wahl des Teleskops spielt eine große Rolle: Zum einen ergeben sich aus den verschiedenen Brennweiten in Kombination mit den verschiedenen Sensoren verschiedene Gesichtsfelder d. h. welchen Teil des Himmels man fotografiert. Zum anderen ist die Blende (das Verhältnis von Durchmesser, an der Stelle an der das Licht eintritt, und der Brennweite) $\frac{Brennweite}{Durchmesser} = Blende$ wichtig für die Aufnahme. Sie bestimmt wie hell das Bild wird und wie lange man dafür belichten muss.

Da die Blende mit der Brennweite zusammen hängt, muss man spezifisch für verschiedene Objekte je nach Größe und Leuchtkraft die richtige Kombination zwischen Brennweite und Blende finden.

2.1 Das C11 Hyperstar

2.1.1 Allgemein

Das C11 Hyperstar Teleskop ist eine speziell modifizierte Form des C11 Teleskops. Hierbei macht man sich den großen Durchmesser des C11 zunutze um eine möglichst niedrige Blende zu erhalten. Im Gegenzug büßt man zwar einiges an Brennweite ein, aber da man nur für wenige Objekte eine derart hohe Brennweite braucht, wie sie das Standard Modell hat. Ist dies auch kein allzu großer Nachteil.

2.1.2 Vergleich: Hyperstar-Standard

C11 (Standard):

Brennweite: 2800 mm

Durchmesser: 280 mm

Blende: 10

Länge: 610 mm

Gewicht: 12,5 kg

C11 Hyperstar:

Brennweite: 560 mm

Durchmesser: 280 mm

Blende: 2

Länge: 610 mm

Gewicht: 12,5 kg

2.1.3 Konstruktion

Im Grunde liegt der Unterschied zwischen den beiden Konstruktionen darin, dass für den Umbau zum Hyperstar der Fangspiegel an der Frontseite des Teleskops herausgenommen wird und an dieser Stelle ein Adapter und ein Korrektor, der dafür sorgt, dass das Bild nicht verzerrt und gleichmäßig scharf ist, eingesetzt wird. Darauf wird die Kamera (optional auch noch diverse Filter) gesetzt. Da nun einer der Spiegel fehlt wird das Licht nur einmal statt zweimal gespiegelt. Die Brennweite wird kleiner und in der Folge auch die Blende.

2.1.4 Vorteile/Nachteile des C11 Hyperstar

2.1.4.1 Blende

Die niedrige Blende des C11 Hyperstar hat große Vorteile. Das Bild wird bei gleicher Belichtungszeit wesentlich heller und bei einer kürzeren Belichtungszeit gleich hell.

Genau genommen sind die Hyperstar Aufnahmen 25mal (Formel: $\left(\frac{BlendeC\ \ 11\left(Standard\ \ \right)}{BlendeC\ \ 11\,Hyperstar}\right)^2$) heller als die Standardausführung des Celestron 11.

Die kürzeren Belichtungszeiten sind sehr praktisch, da man erstens mehr Bilder in kürzerer Zeit machen kann und zweitens, weil das Bild in dieser kurzen Zeit nicht so ein hohes Risiko hat, dass die Bilder verwackeln. Außerdem erlaubt die niedrige Blende das Einstellen kleinerer ISO-Werte. Das hilft das Rauschen zu reduzieren.

2.1.4.2 Brennweite (Gesichtsfeld)

Gesichtsfeld nennt man den Teil des Himmels den man mit dem Teleskop und dem Sensor der Kamera abbilden kann. Auch hier bringt die verkleinerte Brennweite Vorteile mit sich: Objekte die etwas größer sind können mit einem Foto vollständig auf das Bild gebracht werden. So muss man nicht mehrere Aufnahmen von verschiedenen Teilen machen und zusammensetzen. Zusätzlich ist ein größeres Gesichtsfeld von Vorteil, wenn man auch ein wenig des Himmels um das Objekt

herum mit aufnehmen möchte. Der einzige Nachteil des größeren Gesichtsfeldes ist, dass man kleinere bzw. fernere Objekte (z.B. M1 - den Krebsnebel) nur sehr schlecht also unscharf aufnehmen kann. Die Auflösung ist geringer.

2.1.4.3 Umbau/Aufwand

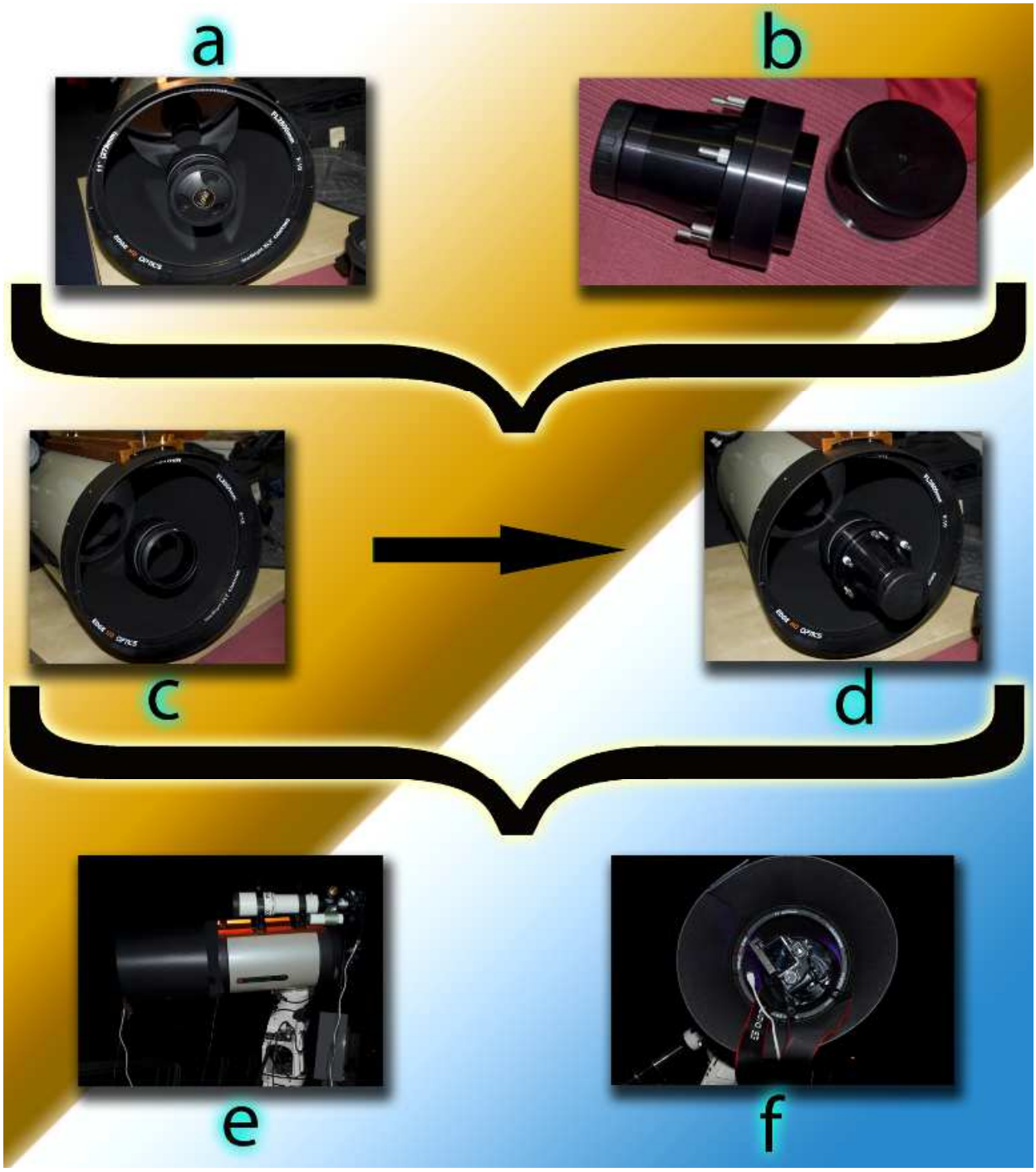

Abbildung 1 Der Hyperstarauf/umbau

Ein weiterer Nachteil des Hyperstar Teleskops ist, dass das Umbauen vor und nach dem Beobachten immer ein wenig Zeit beansprucht und dass man beim zurückbauen darauf achten muss, dass nichts beschlägt und man keine Feuchtigkeit im Teleskop einschließt. Das gilt vor allem, wenn man nicht draußen zurückbaut.

2.1.4.4 Vignettierung

Einer der wenigen Nachteile der Hyperstar Technologie ist der folgende: Aufgrund des niedrigen Öffnungsfaktors bzw. der Blende kommt es an den Rändern des Bildes zu Lichtverlusten und der Rand ist deutlich dunkler. Dieses Phänomen nennt man Vignettierung.[1]

2.2 Pentax 75

2.2.1 Allgemein

Brennweite: 500 mm

Durchmesser: 75 mm

Blende: 6,6

Länge: 480-530 mm

Gewicht: 2.2 kg

Der Pentax ist vor allem praktisch, weil er so klein, leicht und handlich ist. Er ist somit schnell aufgebaut und man kann ihn auch ohne große Probleme im Gegensatz zum Celestron Teleskop alleine montieren oder transportieren.

[1] http://www.celestron-deutschland.de/product.php?CatID=10&ProdID=636

Ein weiterer Vorteil oder auch Nachteil je nach dem anvisierten Ziel ist die etwas kleinere Brennweite des Pentax 75. Er eignet sich auf Grund dieser kleineren Vergrößerung besser für größerer Objekte oder Übersichtsaufnahmen.[2]

2.3 Das Hubble-Space-Telescope

2.3.1 Allgemein

Das Hubble-Space-Telescope ist ein Projekt der NASA. Hierbei handelt es sich um ein Teleskop, das in den 1990er Jahren in die Umlaufbahn der Erde befördert wurde. Das Teleskop kann also Aufnahmen machen ohne das die Atmosphäre, die Qualität der Bilder signifikant beeinflusst, stört. Die Atmosphäre ist gleich für zwei Qualitätseinbußen verantwortlich: Zum einen verzerren die Strömungen in der Atmosphäre die Bilder, was unter anderem auch für das funkeln der Sterne verantwortlich ist. Zum anderen filtert die Atmosphäre das Licht bzw. die Strahlung, die von den Himmelsobjekten zu uns kommt. Vor allem Röntgen-, Gamma- und ultraviolette Strahlungen werden nur teilweise oder gar nicht durchgelassen.

Diese besondere Position erlaubte es Beobachtungen zu machen, die die Forschung in einigen Gebieten weiterbrachten z.B. in der Bestimmung des Alters des Universums oder in der Forschung um dunkle Energie.

Die Bilder, die das Hubble-Space-Telescope macht, haben nicht nur wissenschaftlichen Wert. Sie sind besonders schön, eindrucksvoll und hochauflösend. Daher nutzen sie der NASA auch als Prestige-Projekt um Leute für Astronomie und die NASA zu begeistern. Auf der offiziellen Hubble-Webseite werden z. B. Wallpaper von Aufnahmen des Hubble Teleskops zum kostenlosen Download angeboten.

[2] http://www.baader-planetarium.de/pentax/pentax.htm

2.3.2 Funktionsweise

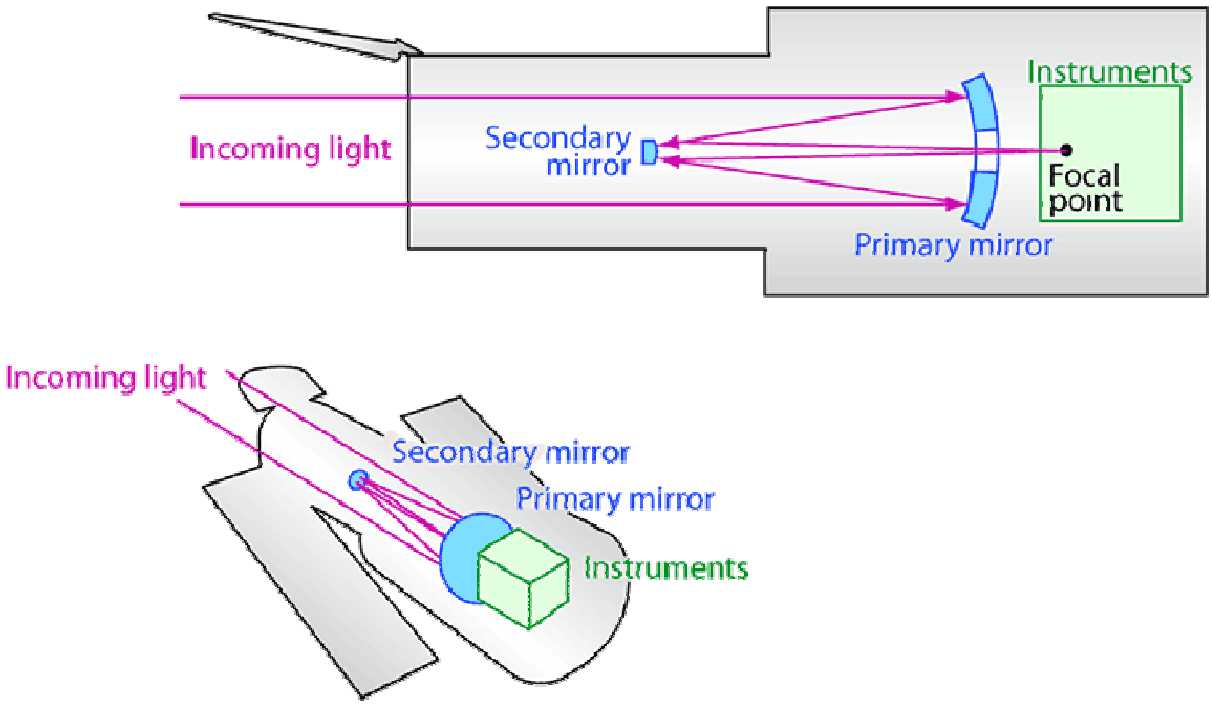

Abbildung 2 Aufbau des Hubble-Space-Telescope

Das Hubble-Space-Telescope rotiert mit einer Geschwindigkeit von 8 km/s um die Erde. Innerhalb von 97 Minuten hat es sie einmal umkreist.

Wie man oben an der Graphik (Abbildung 2) sehen kann arbeitet das Hubble-Space-Telescope ähnlich wie das C11 mit zwei Spiegeln. Das ermöglicht eine größere Brennweite bei einem kürzeren Teleskop. Wenn das Licht durch die Öffnung fällt trifft es zuerst auf den 2,40 m großen Primärspiegel. Dieser reflektiert das Licht auf

den kleineren Sekundärspiegel und dieser leitet das Licht letztendlich auf die verschiedenen Instrumente, welche das Licht auswerten, um. Der große Primärspiegel erlaubt es dem Teleskop eine sehr große Menge Licht auf einmal einzufangen. Das Hubble-Space-Telescope ist so in der Lage wesentlich mehr Licht aufzunehmen als ein menschliches Auge.

2.3.3 Instrumente

2.3.3.1 Wide Field Camera 3 (WFC3)

Die Wide Field Camera ist eines der zwei neuesten Instrumente am Hubble Teleskop und imstande drei Arten von Licht aufnehmen: nahes-ultraviolettes Licht, nahes-infrarot Licht und sichtbares infrarot. Wie der Name schon sagt kann die WCF3 ein weites Feld des Sternenhimmels aufnehmen. Sie hat ein großes Gesichtsfeld. Momentan wird unter anderem es genutzt um dunkle Energie und dunkle Materie zu untersuchen.

2.3.3.2 Fine Guidance Sensors (FGS)

Das FGS erfasst bestimmte Sterne damit es die Ausrichtung und die Position des Hubble Teleskops genau bestimmen kann. Außerdem wird das FGS genutzt um die Abstände von Sternen oder ihre Bewegungen zu messen.

Das Hubble-Space-Telescope verfügt über viele andere Instrumente und Sensoren zum auswerten des eingefangenen Lichts, aber diese sind für unsere Arbeit nicht relevant.[3]

[3] http://hubblesite.org/the_telescope/hubble_essentials/

3 Die Eos 450D

Technische-Daten der Eos 450D[4]:

Typ	CMOS-Sensor (22,2 x 14,8 mm)
Seitenverhältnis	3:2
Pixel gesamt	12,4 Megapixel
Pixel effektiv	12,2 Megapixel
Pixelgröße	5,2µm
Auflösung	4.272 x 2.848 Pixel
Chipgröße	22,2mm x 14,8mm

Wir haben die Eos 450D für unsere Aufnahmen benutzt. Diese wurde durch einen ACF Filter so umgebaut, dass sie ein größeres Specktrum aufnimmt, als herkömmliche Kameras, da diese nur das Licht erfassen, welches das menschliche Auge auch wahrnimmt. Insbesondere die H-Alpha-Wellenlänge hat sich somit fast verdoppelt (Abbildung 3).

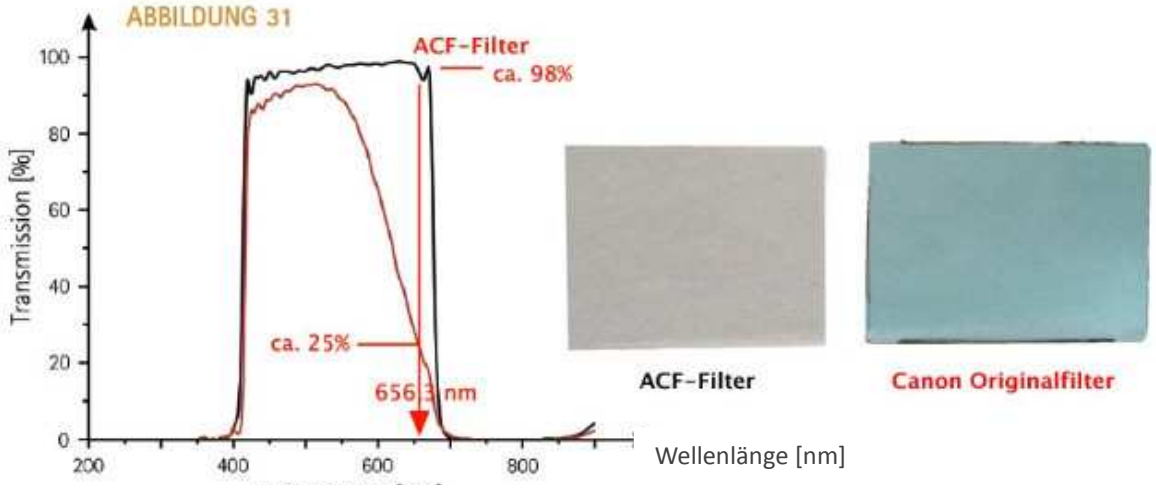

Abbildung 3 **H-Alpha-Empfindlichkeit mit Originalfilter und ACF-Filter**

[4]http://www.canon.de/For_Home/Product_Finder/Cameras/Digital_SLR/EOS_450D/

Abbildung 4 Startmenü von EOS Utility

3.1 EOS Utility

Die Aufnahmen haben wir dann mit der Software „EOS Utility“ (Abbildung 4) gemacht, da wir so die Bilder direkt auf dem Computer hatten und einfacher Serienaufnahmen aufnehmen konnten. Unter anderem hatte das aber auch den Vorteil, dass der Name des Bildes bestimmbar war und es somit hinterher für uns einfacher wurde, die Himmelsobjekte zu stacken. Dafür mussten wir aber auch darauf achten, die Uhrzeit des Notebooks mit der der Kamera zu synchronisieren.

Nachdem wir den ISO-Wert und die Belichtungszeit, sowie die Blendengröße bestimmt hatten, mussten wir nur noch das Speicherformat festlegen. Zumeist haben wir RAW und JPEG Bilder synchron aufgenommen.

4 Charles Messier

Charles Messier wurde am 26.6.1730 in Badonviller in Frankreich als das zehnte von zwölf Kindern geboren.

Sein Interesse für die Himmelsobjekte wurde zum ersten Mal geweckt als er mit 14 einen besonders hellen Kometen beobachten konnte. 7 Jahre später kam er dann das erste mal richtig mit der Astronomie in Kontakt. Er wurde von Joseph Nicolas Delisle dem damiligen Astronom der französischen Marine angestellt. Von Delisle und seinem Sekretär lernte der junge Charles Messier die Grundlagen Astronomie, sodass er 1953 seine erste eigene dokumentierte astronmische Beobachtung machte.

Es birgt eine gewisse Ironie, dass Messier später für den gleichnamigen Katalog berühmt wurde. Denn eigentlich war er auf der Suche nach Kometen und stieß dabei immer wieder auf verschiedene Himmelsobjekte, die keinerlei Bewegung zeigten. Also auch keine Kometen waren. Damit ihn diese Objekte nicht weiter bei seiner Suche nach Kometen nicht weiter störten, indem er sie immer wieder neu zu entdeckte, beschloß der Kometen-Jäger, die Nicht-Kometen zu katalogisieren. Messier bediente sich dazu auch der Erkenntnisse anderer Astronomen, die ihm später auch entsprechende Entdeckungen sendeten.

1806 verlieh Napoleon Charles Messier das Kreuz der Ehrenlegion und dieser benannte im Gegenzug einen von ihm entdeckten Kometen aus dem Geburtsjahr des damaligen Machthabers nach eben diesem.

Messier wurde 87 Jahre alt. Er starb 1817 in der Nacht zwischen dem 12. und 13. April in seinem Haus in der Hauptstadt Frankreichs.[5]

[5] http://www.messier.de/Biografie.html

5 Messier-Objekte

Die Objekte die Charles Messier in seinem Katalog auflistete gehören zu den Deep-Sky-Objekten. Die meisten der Messier Objekte lassen sich zu einer dieser drei Kategorien einordnen: Sternhaufen, Nebel und Galaxien. Es gibt 110 dieser Objekte, die alle im sogenannten Messier-Katalog zu finden sind. Dort werden sie durchnummeriert und mit einem großen „M“ vor dieser Zahl aufgeführt.

5.1 Messier- Katalog

Der Messier-Katalog ist eine vergleichsweise kleine und noch lange nicht vollständige Sammlung von nicht-stellaren Objekten wie Planetarischen Nebeln, Galaktischen Nebeln, Offene Sternhaufen, Kugelsternhaufen und Galaxien.

Trotz seiner unvollständigkeit ist der Katalog gerade bei Einsteigern und Amateuren beliebt, da er erstens mit 110 Objekten relativ überschaubar ist und zweitens da er einige der schönsten, hellsten und größten Deep-Sky Objekte wie z. B. den Orionnebel oder die Plejaden beinhaltet.

5.2 Fehler des Messier-Katalogs

Im Messier Katalog gibt es einige Objekte deren Natur, Standort oder gar Existenz bis heute umstritten bzw. noch nicht bekannt ist. M40 ist kein Nebel wie Messier es annahm sondern ein Doppelstern. Bei M73 ist man sich nicht sicher, ob es sich um eine optische Sterngruppe oder um einen offenen Sternhaufen handelt. Und M102 ist bis heute nicht eindeutig bestätigt worden. Bisher vermutet man das es sich bei M102 um die Spindelgalaxie NGC 5866[6].

[6]NGC ist wohl einer der größten Kataloge für interstellare Objekte. Er umfasst 13 226 Einträge

5.3 Sterne

5.3.1 Allgemein

Obwohl (Einzel-)Sterne an sich nicht zu den Messier Objekten zählen sind sie oft die zentralen Elemente dieser und für entsprechende Phänomene verantwortlich.

5.3.2 Astrophysik

Ein Stern bildet sich, indem sich eine Materie-Wolke verdichtet. Die Masse der Materie hat Auswirkungen auf die Leuchtkraft des Sterns. Je mehr Masse umso mehr Energie kann in Licht umgesetzt werden.

In einem Stern finden stetig Kernfusionen statt. Diese setzten große Energie vor allem in Form von Licht und Wärme frei.

Die Farbe des Lichts ermöglicht uns Rückschlüsse auf die Oberflächentemperatur der Sterne: Rotes Licht ist energiearm. Der Stern hat eine niedrige Oberflächentemperatur von unter 3000 Kelvin[7]. Blaues Licht hingegen ist reich an Energie. Der Stern hat eine hohe Oberflächentemperatur von über 11 000 Kelvin.

Abbildung 5 Monochrome Aufnahme des offenen Sternhaufens M45

[7] Eine in der Wissenschaft oft benutze Einheit für Temperatur. 0°C entsprechen 273 K, 1°C entsprechen 274 K usw.

5.4 Offene Sternhaufen

5.4.1 Allgemein

Offene Sternhaufen sind, wie der Name unschwer erkennen lässt, eine Anhäufung von Sternen, die frei verteilt ohne besondere Struktur existieren. Dadurch heben sie sich vom Hintergrund ab und waren deswegen immer wieder Teil von Sagen und Legenden antiker Völker.

5.4.2 Astrophysik

Nach dem heutigen Stand der Wissenschaft geht man davon aus, dass sich die Sternhaufen aus großen Wolken interstellarer Materie, die sich in den Spiralarmen der Milchstraße befinden, bilden. In diesen Wolken verdichtet sich die Materie an bestimmten Stellen bis einige Sterne daraus entstehen.

Da diese Sterne aufgrund ihres gemeinsamen Ursprungs meist nah beieinander sind, wirken ihre Gravitationskräfte aufeinander ein, sodass sie zusammenbleiben und sich kaum Sterne aus den Haufen entfernen. Ob sich Sterne aus dem Haufen lösen oder anders gesagt wie lange die Sternhaufen als solche bestehen bleiben, ist von mehreren Faktoren abhängig.

Einer davon ist die Summe aus der Masse der verschiedenen Sterne. Bei einer größeren Gesamtmasse wirken stärkere Gravitationskräfte und es ist schwerer für einzelne Sterne sich von den anderen zu entfernen.

Ein weiterer Punkt ist der Abstand zum Mittelpunkt der jeweiligen Galaxie. Denn davon hängt die Geschwindigkeit ab, mit der die Sternhaufen um das Zentrum kreisen. Und durch die Rotation driften die Sterne auseinander. Das ist auch der Grund wieso offene Sternhaufen sehr jung „sterben“. Die Lebenserwartung liegt zwischen 100 und 1000 Millionen Jahren. Zum Vergleich: unsere Sonne ist inzwischen schon 5 Milliarden Jahre alt.

Offene Sternhaufen sind ideal für die Wissenschaftler, die sich mit Theorie der Sternentwicklung beschäftigen. Denn wichtig für einen Stern sind vor allem: chemische Zusammensetzung, Alter und Masse und in den meisten Fällen sind die ersten beiden Faktoren für alle Sterne eines offenen Haufens gleich. Somit lassen sich prima die Auswirkungen des dritten Faktors – der Masse – untersuchen.

5.4.3 Bezeichnung und Kataloge

In der bisherigen Geschichte der Astronomie gab es viele verschiedene Kataloge und Listen, in denen offene Sternhaufen aufgeführt sind. Die Zahl der Einträge in diesen Katalogen variierte stark. Während die Astronomen Upgren und Iskudarian (*1936[8]) jeweils nur einen Eintrag hatten, listete Collinder[9] (1890-1975) 471 offene Sternhaufen auf. Eine Zusammenführung dieser Kataloge in der Moderne erfolgte 1958. In diesem Jahr wurden die Objekte aus all den Listen und Katalogen von drei tschechischen Astronomen (G. Alter, J. Ruprecht und V. Vansyek) in einem Katalog zusammengeführt. Dieser hieß: „Catalogue of Star Clusters and Associations“. Im Laufe der Zeit wurde der CSCA mehrmals verändert und vom „Catalogue of Open Cluster Data“ abgelöst. Heute umfasst der Katalog 1151 offene Sternhaufen. Die Nomenklatur dieses Kataloges setzte sich jedoch nicht durch und so werden die Objekte weiterhin mit ihren alten Bezeichnungen genannt. So werden die Plejaden z. B. immer wieder als M45 (Messier-Katalog) bezeichnet und nicht als C0334+239, wie es der „Catalogue of Star Clusters and Associations“ nahelegt.

[8]http://www.aras.am/Members/IskudarianSofik.htm

[9]http://articles.adsabs.harvard.edu/full/1976JHA.....7R.224.

5.5 Kugelsternhaufen

5.5.1 Allgemein

Abbildung 6 Kugelsternhaufen M15

Kugelsternhaufen sind besondere Sternhaufen, die sich dadurch auszeichnen, dass die Stern Konzentration zum Zentrum hin stark zunimmt: Während die Stern-Dichte am Rand eines Kugelsternhaufens meist nur 10-fach höher ist als in der Umgebung der Sonne, ist die Konzentration im Zentrum noch einmal um ein 100-faches höher. Durch diese extrem hohe Stern-Dichte ist es sehr schwierig Sterne im Zentrum des Haufens aufzulösen. Selbst mit dem Hubble Space Telescope war es z. B. nicht möglich die Sterne im Zentrum des Kugelsternhaufens M15 (Abbildung 6) vollständig aufzulösen.

Kugelsternhaufen finden sich vor allem in den Vorhöfen der Galaxien. Sie sind zwischen 10 000 Lichtjahre und 400 000 Lichtjahre.

Die Anzahl der Sterne (1000 – 10 Mio.), die Masse (10^3 – 10^6 Sonnenmassen) und der Durchmesser (65 - 500 Lichtjahre) verschiedener Kugelsternhaufen ist sehr unterschiedlich.

5.6 Planetarische Nebel

5.6.1 Allgemein

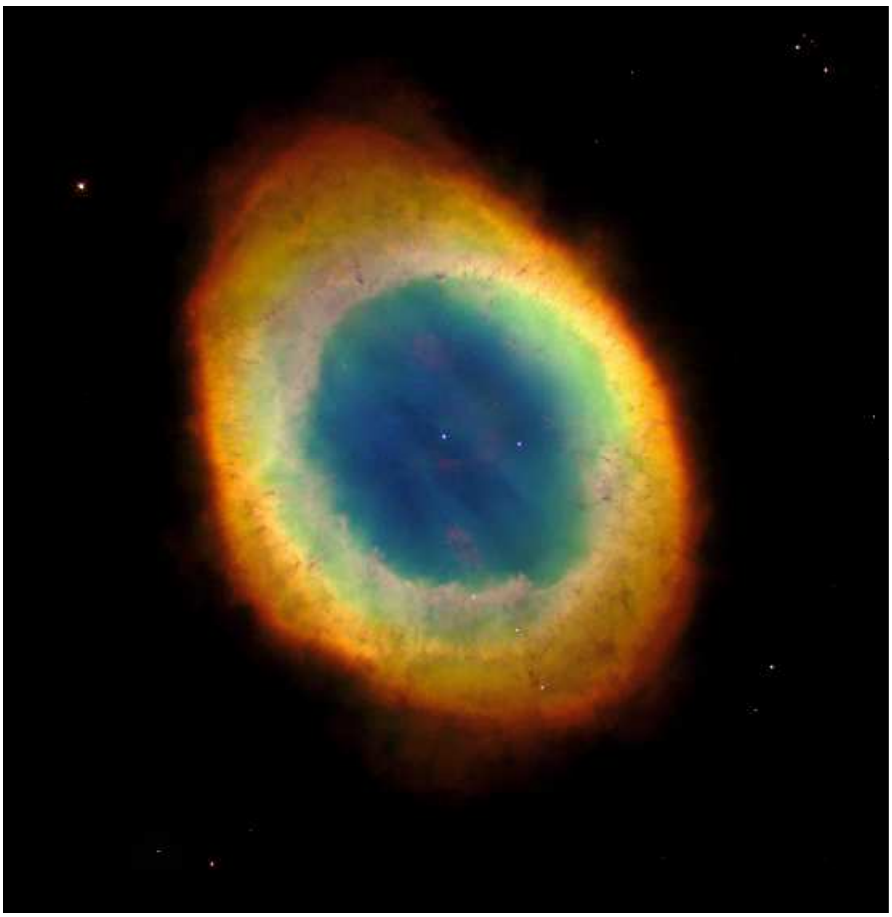

Abbildung 7 Planetarischer Nebel M57 (Ringnebel)

Planetarische Nebel sind Materie Wolken meist aus den Gasen: Helium, Wasserstoff und Sauerstoff. Die Nebel entstehen, wenn der Zentralstern des Nebels am Ende seines Lebens einen großen Teil seiner Maße abstößt. Die Gase bilden dann Blasen oder Ringe um ihren Zentralstern und dehnen sich dann mit 20 bis 30 km/s.

Die Zentralsterne werden auch „planetary nebulae nuclei“ kurz PNN genannt und bringen durch ihre hochenergetische ultraviolette Strahlung die Gase zum Leuchten, indem sie sie ionisieren. Vier dieser Nebel lassen sich im Messier Katalog finden.

5.6.2 Bezeichnungen und Kataloge

Ähnlich wie bei den offenen Sternhaufen gab es in der Historie der Astronomie auch bei den planetarischen Nebeln eine Vielzahl von verschiedenen Katalogen und Listen für diese Objekte. Und auch hier gab es wieder einige Versuche die verschiedenen Kataloge zusammen zufassen. Die Bezeichnungen dieser Kataloge setzten sich aber wieder ähnlich wie bei den offenen Sternhaufen nicht durch und so werden vor allem in Amateur Kreisen alle möglichen Bezeichnungen und Kataloge verwendet. Bis heute sind über 1500 planetarische Nebel in unserer Milchstraße katalogisiert.

5.6.3 Geschichte

Die planetarischen Nebel sehen durch ein Teleskop Planeten oft sehr ähnlich. Daher kommt auch ihr Name. Im 18. Jahrhundert beschäftigten sich die Astronomen das erste Mal ernsthaft mit den planetarischen Nebeln allen voran William Herschel, der einen planetarischen Nebel, den er im Sternbild Stier entdeckte, als „Stern mit Atmosphäre“ beschrieb. Die wirkliche Beschaffenheit der planetarischen Nebel wurde jedoch erst im nächsten Jahrhundert erforscht, da erst dann die entsprechenden astrophysikalischen Methoden zur Verfügung standen. Mithilfe dieser Methoden fand William Huggins heraus, dass es sich bei den planetarischen Nebeln um Wolken aus heißem Gas handelt.

5.7 Galaktische Nebel

5.7.1 Allgemein

Die Objektklasse der Galaktischen Nebel vereint alle Gas- und Staubnebel innerhalb unserer Galaxie. Am häufigsten findet man sie in Sternentstehungsgebieten. Eigentlich sind die Planetarischen Nebel auch nur eine Unterklasse der Galaktischen Nebel. Jedoch bilden sie aus traditionellen Gründen eine eigene Objektklasse. Im allgemeine lassen sich die Galaktischen Nebel in drei Unterklassen unterteilen: selbst strahlende Nebel (emittierende Nebel), angestrahlte Nebel (reflektierende Nebel) und dunkle Nebel (absorbierende) Nebel.

5.7.2 Bezeichnung und Kataloge

Die ersten Galaktischen Nebel wurden von Charles Messier katalogisiert und auch in den späteren Jahrhunderten gab es einige Astronomen die sich der Katalogisierung von Galaktischen Nebeln widmeten. Einige der wichtigsten dieser Kataloge sind der Sharpless-Katalog, der vom gleichnamigen Astronomen stammt und 313 aufgelistete Objekte enthält und der „Catalogue of Bright Nebulae“ von Beverly Linds, in dem 1125 Galaktische Nebel aufgeführt sind.

5.7.3 Emissionsnebel

Diese Nebel gehören zu den emittierenden Nebeln. In diesen Nebeln finden quantenmechanische Wechselwirkungen zwischen den Photonen bzw. dem Licht, das die Sterne im und um den Nebel aussenden, und den Elektronen der Atome im Nebel. Diese Prozesse haben zur Folge, dass der Nebel selber in einer für ihn spezifischen Wellenlänge leuchtet also Photonen auf einem bestimmten Energielevel aussendet.

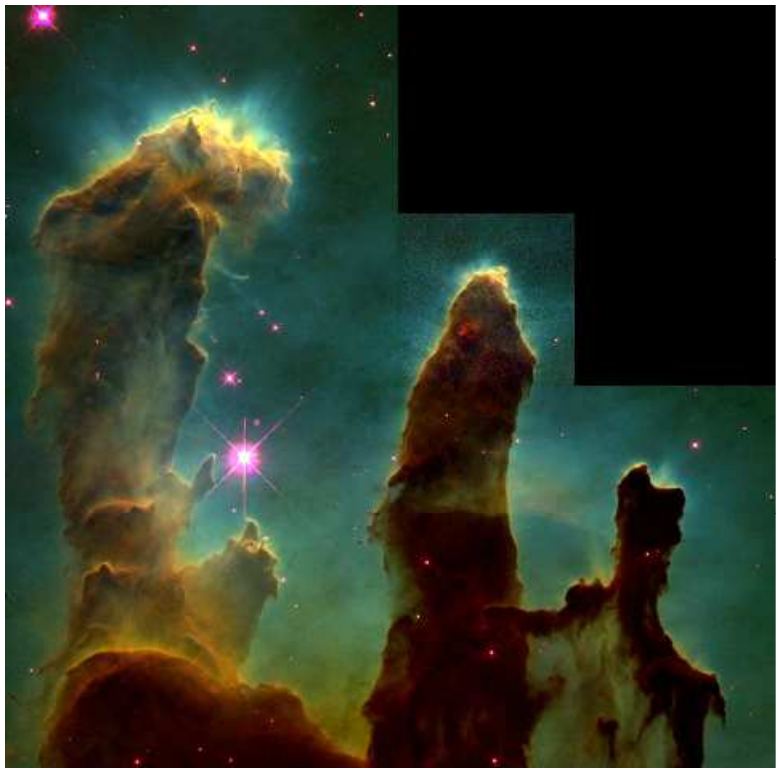

Abbildung 8 Emissionsnebel M16 (Adlernebel)

5.7.4 Reflexionsnebel

Wie der Name schon sagt sind Reflexionsnebel Nebel bzw. Rauchwolken um helle Sterne, die im Gegensatz zu den Emissionsnebeln nicht selber leuchten. Sie werden

lediglich von den Sternen angestrahlt und reflektieren das Licht. Aus diesem Grund senden sie ein kontinuierliches Spektrum aus. Und die Farbe der Nebel hängt von

den Sternen ab von denen sie angestrahlt werden. Bei heißen blauen Sternen ist das Licht entsprechend blau wie bei dem Merope-Nebel in M45 (siehe Abbildung 9) und bei den kühlen roten Sternen sind die Nebel rot wie bei den

Abbildung 9 **Der Merope-Nebel in M45**

Abbildung 10 **Der rote Reflexionsnebel um Antares**

5.8 Galaxien

5.8.1 Allgemein

Galaxien sind die am weitesten entfernten Deep-Sky-Objekte. Ihr Licht braucht oft viele 100 Millionen Jahre bis es an der Erde ankommt. Galaxien sind nicht nur weit entfernt. Meist sind sie auch besonders hell. Diese Eigenschaft macht sie zu beliebten Beobachtungsobjekten.

Abbildung 11 Die Galaxie M83 (Südliche Feuerradgalaxie)

In der Geschichte der Astronomie, als man noch nicht um die Beschaffenheit der Galaxien wusste, wurden beobachtete Galaxien als diffuse Nebel oder ähnliches beschrieben. Messier leistete einen großen Anteil an der Entdeckung und Katalogisierung solcher „(Spiral-)Nebel“. In seinem Katalog finden sich heute 40 Galaxien, die damit die meist aufgelistete Objektart im Messier-Katalog sind.

Erst 1924 fand man mithilfe astrophysikalischer Berechnungen die Entfernung zu der Galaxie M31 heraus und bewies damit, dass es sich bei diesen „(Spiral-)Nebeln“ um eigenständige Sternsystem bzw. Galaxien handeln muss.

5.8.2 Aufbau

Eine Galaxie besteht aus ihren Sternen, Planeten und Nebeln, die zusammen eine dicke rotierende Scheibe („Disc“ - auf Abbildung 12 kann man das sehr gut erkennen) bilden. Die Scheibe wiederum setzt sich aus einzelnen Spiralarmen (diese Spiralstruktur ist auf Abbildung 11 sehr gut zu erkennen) um den sphärischen Zentralbereich, auch „bulge“ genannt, zusammen.

Abbildung 12 Die Galaxie M104 (Sombrero-Nebel)

Die Scheibe unserer Galaxie also der Milchstraße hat einen Durchmesser von 100 000 Lichtjahren und ist 16 000 Lichtjahre dick. Ihr Gewicht beläuft sich auf 180 Milliarden Sonnenmassen, was ungefähr dem durchschnittlichen Gewicht einer Galaxie entspricht.

5.9 Galaxienhaufen

Dass eine Galaxie die einzige in ihrer Umgebung ist, ist eher selten. Es sind meist eher kleine Doppel- und Mehrfachsysteme aus Galaxien oder auch riesige Galaxienhaufen, welche mehrere tausend Galaxien umfassen.

Die Milchstraße ist Teil eines so genannten „poor clusters“. Das heißt wir haben eher weniger Nachbar-Galaxien. Es sind ca. 40 Stück. Normal ist ein Abstand von etwa 10 bis 15 Millionen Lichtjahren zwischen den Galaxien. [10]

[10] Informationen zu den Messier-Objekten und dem Katalog und dem aus den Büchern: VdS-Fachgruppe Projektleitung: Steinicke, Wolfgang (Hrsg.): Praxishandbuch Deep Sky Beobachtungen von Sternen, Nebeln

6 Der Aufbau

Auf dem Dach des Carl-Fuhlrott-Gymnasiums gibt es 7 Teleskopstationen, von denen eine überdacht ist (Abbildung 13 rechts).

Zuerst muss die Schutzhaube (wie auf Abbildung 13 links) entfernt werden.

Anschließend muss auf der Montierung (Abbildung 13) das Teleskop angebracht werden. Im zur Station gehörenden Wagen sind alle Teleskope, außer dem C11.

Abbildung 13 Die Stationen

Die Station muss nun nur noch „zusammengebaut“ werden. Dazu wurde bei uns immer zuerst das C11 Teleskop aufgesetzt und festgeschraubt (Abbildung 14). Danach wurden je nach Schwere des Teleskops Gewichte angebracht. Zum Teil haben wir

und Galaxien. Kosmos-Verlag, Stuttgart (2004) und Koch, Bernd, Stefan Korth: Die Messier-Objekte. Die 110 klassischen Ziele für Himmelsbeobachter. Kosmos-Verlag, Stuttgart (2010)

zwei Teleskope angebracht (Abbildung 15), was auch mehr Gewichte bedeutete. Das Zweite Teleskop war dann ein Pentax (Abbildung 19 rot) Teleskop, welches oben auf dem C11 (Abbildung 19 blau) befestigt wurde und mit einem zweiten Laptop gesteuert wurde (Abbildung 19 rot).

Abbildung 14 Station mit C11 Teleskop

Anschließend werden das Steuergerät, der Laptop und je nach Witterung auch eine Heizung angeschlossen (Abbildung 16). Ohne die Heizung würde Korrektionsplatte vorne am Teleskop sonst beschlagen. Wenn wir zwei Teleskope genutzt haben, haben wir auch zwei Kameras und Laptops an der Station angebaut um schneller und einfacher zwischen den Teleskopen wechseln zu können (Abbildung 15).

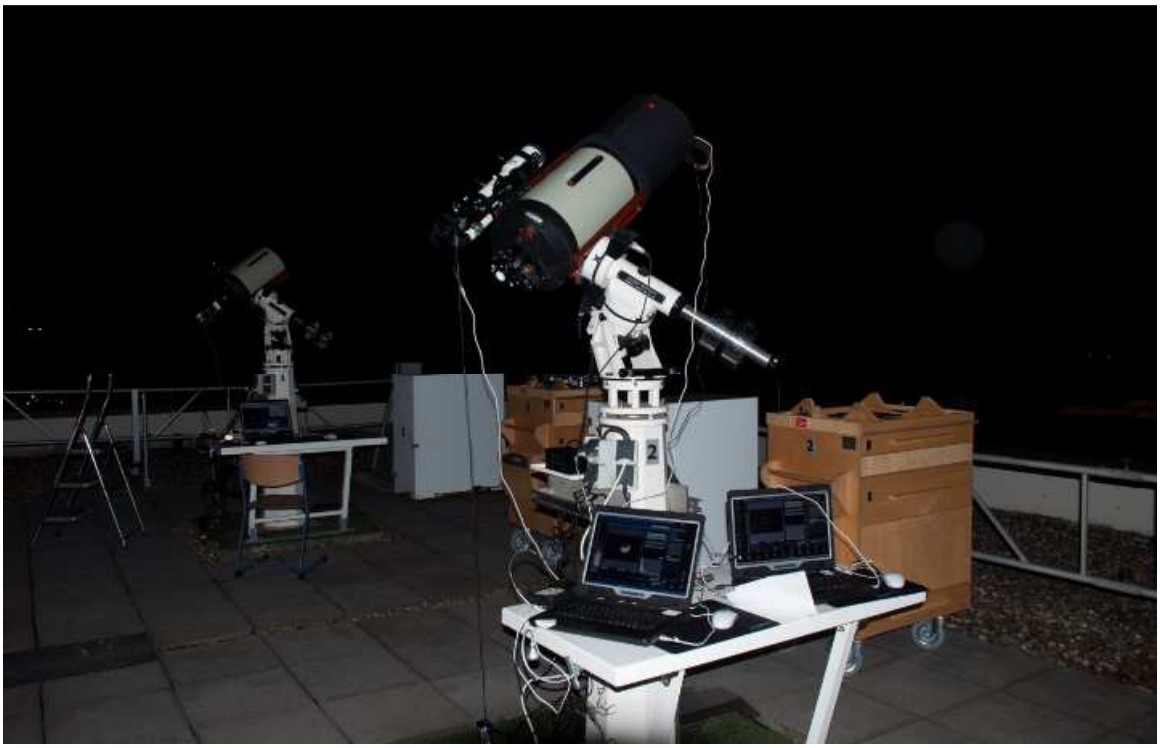

Abbildung 15 Station mit C11 und Pentax

Im Detail wurde wie folgt verkabelt:

Das Steuergerät (Abbildung 16 rot) wird an dem Stamm, unterhalb des Teleskops (Abbildung 17 rot) angebracht.

Das Netzteil (Abbildung 16 blau) wird ebenfalls am Stamm, neben dem Steuergerät (Abbildung 17 blau) angeschlossen.

Die Heizung ist bandartig und wird vorne um die Teleskopöffnung gelegt. Meistens wird diese in Kombination mit einer schwarzen Haube angebracht und außen um diese gelegt, wodurch sie gleichzeitig diese stabilisiert wird (Abbildung 19 blau). Das Netzgerät der Heizung (Abbildung 18 rot) wird mit einem weiteren Gerät verbunden, an welchem die Wärmestufe einstellen kann (Abbildung 18 blau). In diesem wird die eigentliche Heizung eingesteckt.

Abbildung 16 Steuergerät und Netzteil

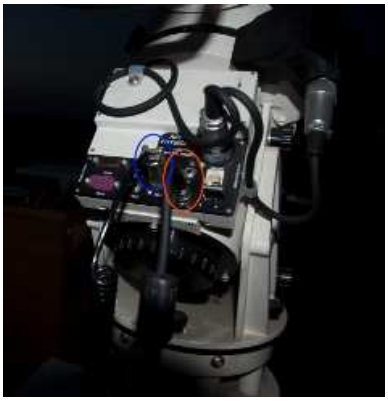

Abbildung 17 Stamm mit Kabeln

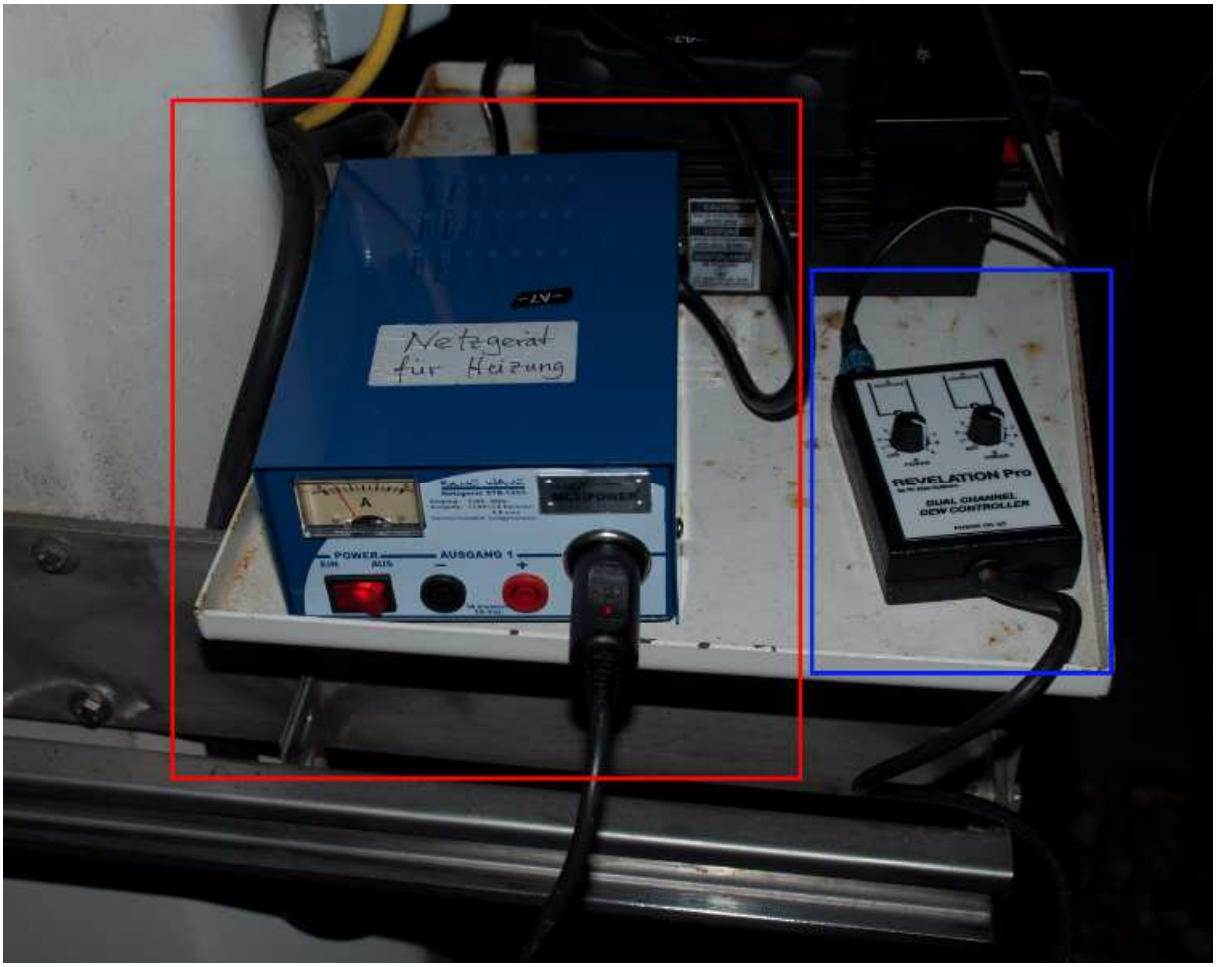

Abbildung 18 Netzgerät der Heizung

Beim Aufbau mit zwei Teleskopen (Abbildung 19) haben wir die beiden Laptops mit den Teleskopen nur nacheinander nutzen können, da die Teleskope nicht gleich

ausgerichtet werden konnten und nicht dieselben Einstellungen haben. Dadurch mussten wir diese einzeln ausrichten und dann die Bilderserien nacheinander aufnehmen, was dadurch mehr Zeit gekostet hat.

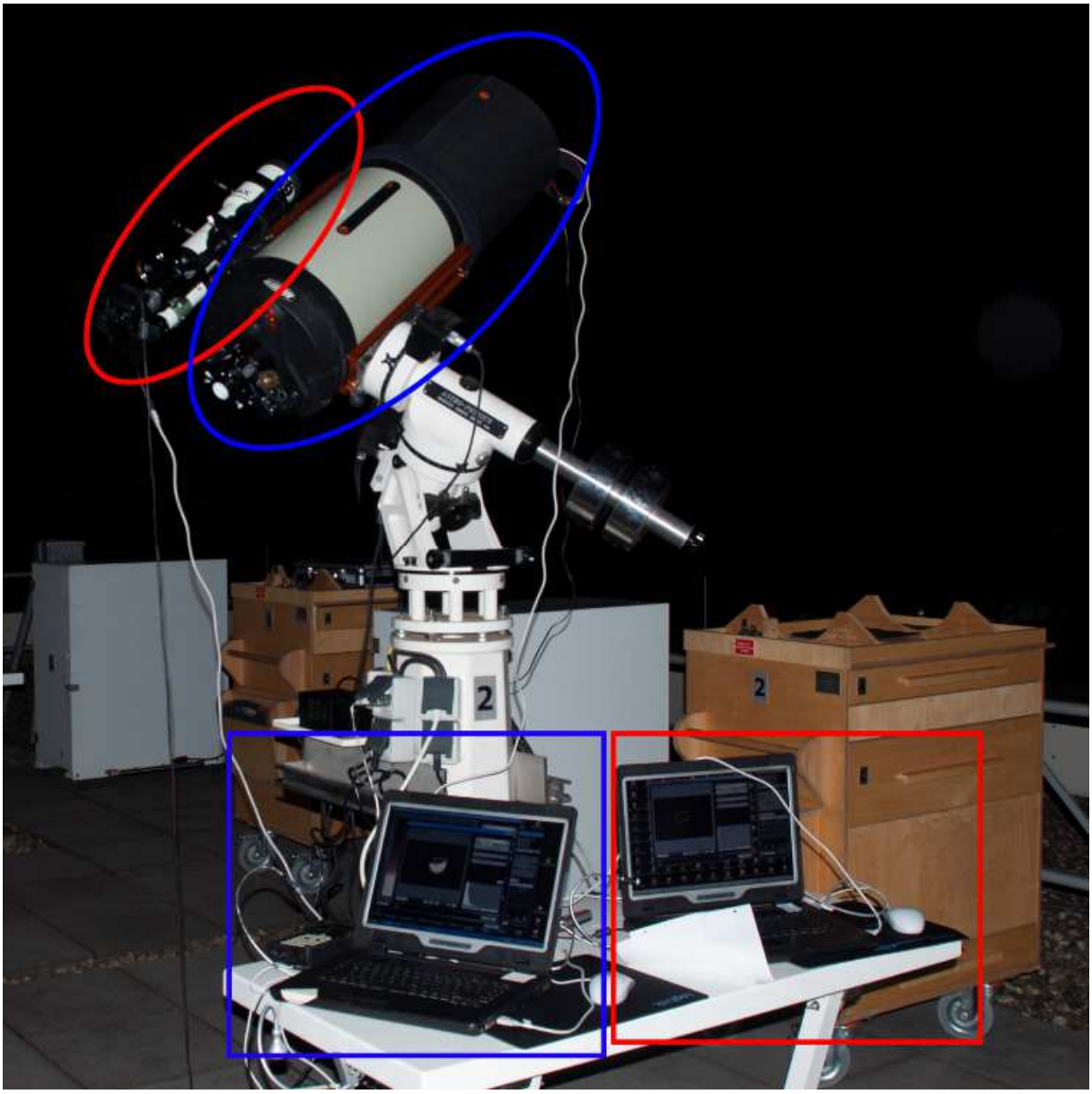

Abbildung 19 Aufbau mit zwei Teleskopen (rot Pentax; blau C11 mit Hyperstar)

7 Stacken

Um die Qualität einer Aufnahme zu steigern macht man mehrere Bilder von dem aufzunehmenden Objekt und legt diese dann später mit einer Speziellen Software

zusammen. Dieser Vorgang hilft vor allem das Rauschen zu reduzieren und nennt sich stacken.

Das Programm das wir zum Stacken benutzten heißt DeepSkyStacker. Hierbei handelt es sich um Freeware, die gerade von Amateur-Astronomen sehr häufig genutzt wird.

Zum Stacken muss man nun zuerst alle Bilder (am besten die RAW Dateien der Bilder, dann sind noch keine Information durch das Komprimieren gelöscht worden), die man verwenden will, in das Programm laden und auswählen.

Bevor es zum eigentlichen Stacken kommt müssen die Bilder erst einmal registriert werden. Hierbei sucht das Programm alle Sterne auf dem Bild und berechnet Abstände zueinander. Die Sternenkonstellationen lassen es dann später zu die Bilder deckungsgleich zu stacken, auch wenn die verschiedenen Aufnahmen ein bisschen verrutscht sind.

Beim eigentlichen Stacken rechnet das Programm für jeden Pixel den einen Helligkeitsdurchschnitt aus. Für die Durschnittsberechnung stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung (Arithmetisches Mittel, Median, Auto Adaptive Weighted Average usw.).

Ferner kann man auswählen, wie die einzelnen später zusammengesetzt werden sollen bzw. welchen Ausschnitt das Endbild zeigen soll. Der Schnittmengen Modus bezieht nur die Teile der Bilder ein, die auch auf allen Bildern vorhanden sind. Dieser erschien uns am sinnvollsten, da sich unsere Bildausschnitte kaum unterschieden haben.

8 Die Bearbeitung am Beispiel von M42

Wir haben das Bild des Orionnebels bearbeitet, um unser Bild mit einem Bild der NASA zu vergleichen. Die Bilder der NASA werden mit einem Teleskop im Weltall aufgenommen, welches dadurch extrem hochaufgelöste Bilder

Das Bild des Orionnebels besteht aus 31 einzelnen Bildern, die wir mit dem Programm *DeepSkyStacker 3.3.2* gestackt haben.

Die Bilder hatten folgende Einstellungen:

Anzahl der Bilder	ISO-Wert	Belichtungszeit pro Bild
1	400	30 s
6	200	1min 18 s
13	200	2min 10 s
6	200	1min 30 s
5	200	2min 5 s

Daraus entstand Abbildung 20.

Abbildung 20 Das gestackte Bild

Abbildung 21 Nach „Aufhellen ohne Ausbrennen“ und Tonwertkorrekturen

Das Bild muss mit der Software *Adobe Photoshop* aufgehellt werden. Damit die vier Trapezsterne Theta Ori A, -B, -C und –D (Abbildung 14) nicht ausbrennen, gibt es bei *Adobe Photoshop* die Aktion für den Astronomiebereich: „Aufhellen ohne Ausbrennen“ von Klaus Weyer.

Nach dem Aufhellen mussten wir die Bilder über den Bearbeitungspunkt „Tonwertkorrekturen“ (Abbildung 22) abdunkeln, somit konnten wir das Bild erneut aufhellen, um das Objekt, den Orion-Nebel, besser erkennbar zu machen.

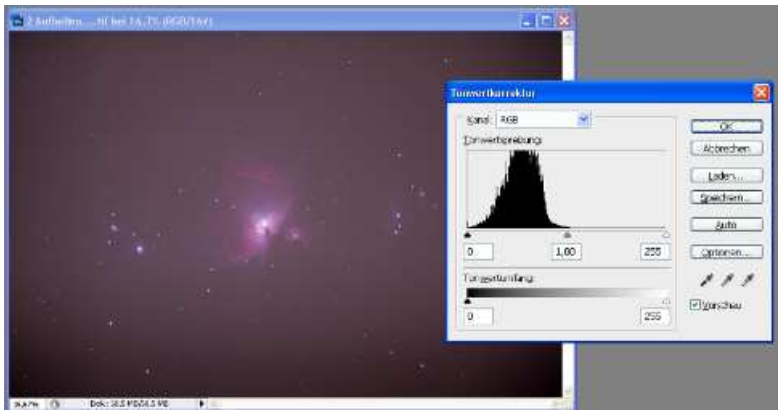

Abbildung 22 Tonwertkorrekturen

Zudem werden so Details aus dem Bild verstärkt und die Nebel-Ausläufe werden

klarer. Abschließend haben wir das Bild erneut aufgehellt und mit „Tonwertkorrekturen“ abgedunkelt (Abbildung 23).

Abbildung 23 Nach dem zweiten „Aufhellen ohne Ausbrennen“ und „Tonwertkorrekturen“

Anschließend haben wir das Bild um 90° im Uhrzeigersinn gedreht und horizontal gespiegelt (Abbildung 25), um es besser mit anderen Bildern von diesem Objekt zu vergleichen zu können (Abbildung 24). Bei der Aufnahme hatten wir das Bild nicht nach Norden ausgerichtet.

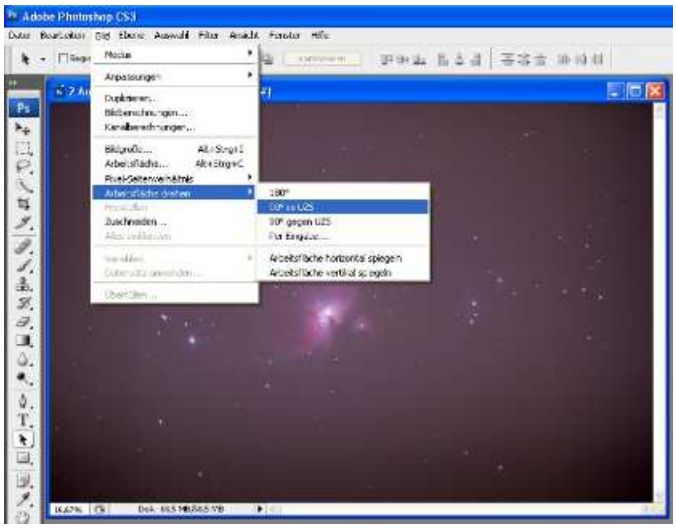

Abbildung 24 Drehen und Spiegeln

Zudem ist die Aufnahme gespiegelt, da das Teleskop die Aufnahme durch die Atmosphäre gespiegelt aufnimmt.

Abbildung 25 Drehen und Spiegeln

Nach dem Drehen mussten wir noch eine Farbkorrektur vornehmen, damit der Rot-Stich (Abbildung 25) beseitigt wird, da der Orion und vor allem der Hintergrund eher bläulich sind und nicht so Magenta-stark (Abbildung 28). Auch lässt sich auf diesem Bild (Abbildung 25) die für das Hyperstar typische Vignettierung (Randabdunkelung) erkennen, die wir bei der weiteren Bearbeitung ausgleichen werden.

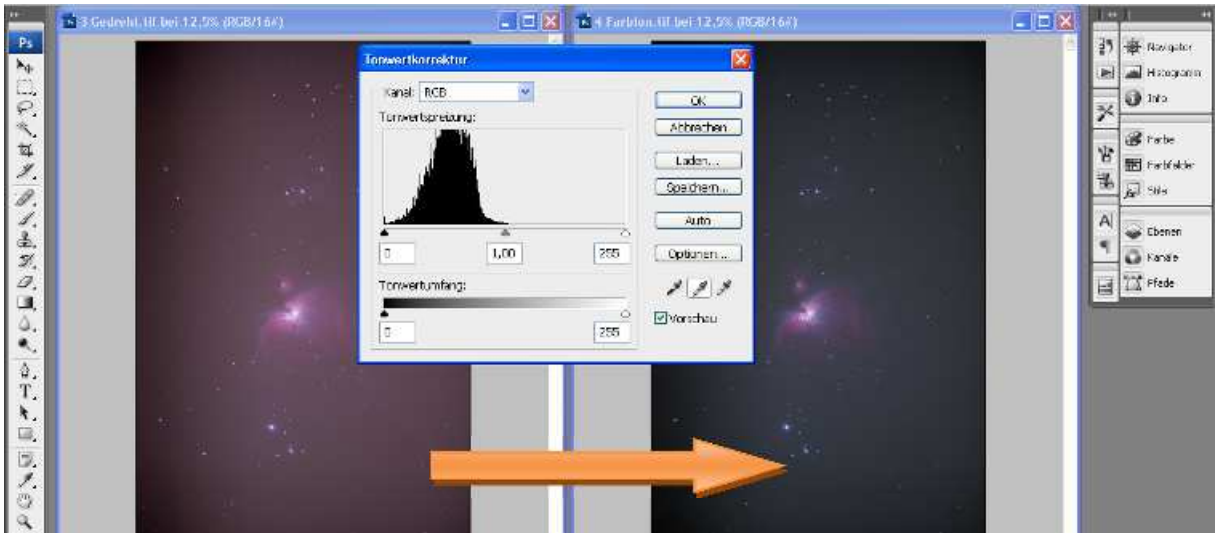

Abbildung 26 Farbtonanpassung des Hintergrundes

Abbildung 27 Anpassung der Hintergrundfarbe

Durch das Abdunkeln des Hintergrundes ist auch die Vignettierung weniger sichtbar (Abbildung 30). Zudem wirkt das Bild auch gleich natürlicher. Damit wir nun endgültig die hier vorliegende Vignettierung beseitigen konnten, bedienten wir uns des Filters „GradientXTerminator“[3] (kurz „GXT“). Dieser bringt die Farbe des Hintergrundes auf eine einheitliche Farbe. Dazu mussten wir zuerst eine Auswahl erstellen, um die Sterne und den Nebel zu schützen, da gerade der sonst teilweise weggerechnet werden würde (Abbildung 28). Anschließend wendeten wir den „GradientXTerminator“ an (Abbildung 29) und die Abschattungen sind zurückgegangen.

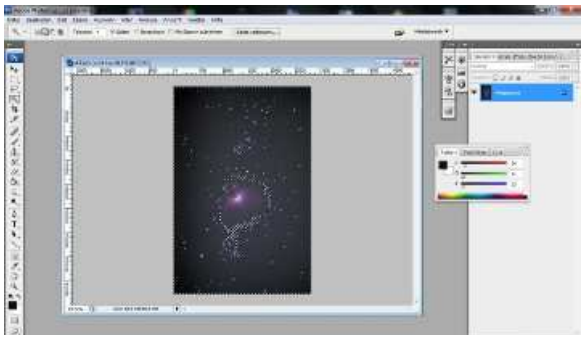

Abbildung 28 Auswahl um die Sterne und den Orion

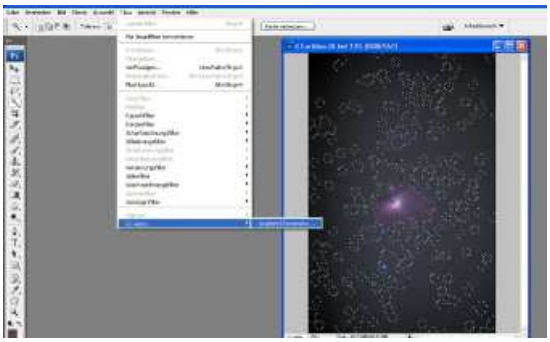

Abbildung 29 „GradientXTerminator“

Abbildung 30 Nach „GradientXTerminator“

Nach der Bearbeitung durch den GradientXTerminator haben wir den Tonwert erneut verändert, indem wir den Mittel-Tonspreizung-anpassen-Regler nach links näher an den schwarzen Ausbruch über dem Regler verschoben (Abbildung 31). Dies bewirkte, dass das komplette Bild dunkler wurde und wir erneut den Filter GradientXTerminator anwenden konnten.

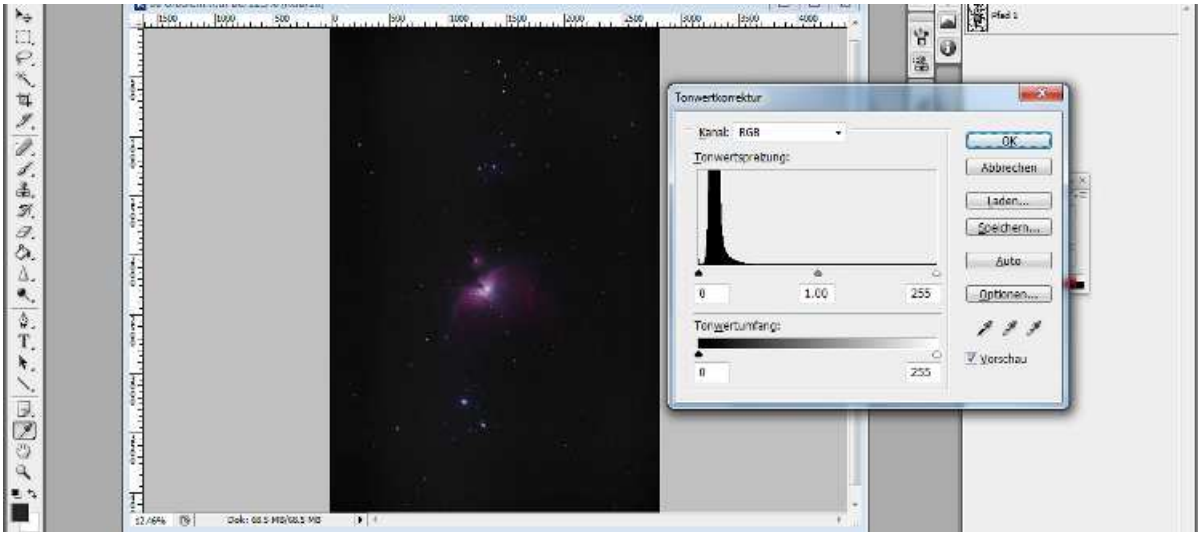

Abbildung 31 Tonwertkorrektur

Abbildung 32 Erneute Anwendung des „GradientXTerminator“

Der Filter „GradientXTerminator“ lässt sich verschieden einstellen (Abbildung 33).

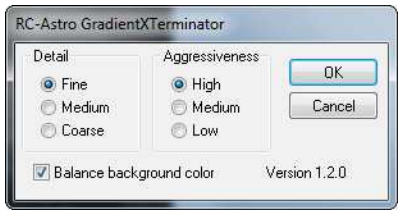

Abbildung 33 Einstellungrn des „GXT“

Durch diese Einstellungen ließen sich die verschieden stark ausgeprägten Stadien der Vignettierungen abschwächen, beziehungsweise verändern.

Abbildung 34 Staub

Anschließend mussten wir noch das große Staubkorn (Abbildung 34) unten links auf dem Bild entfernen.

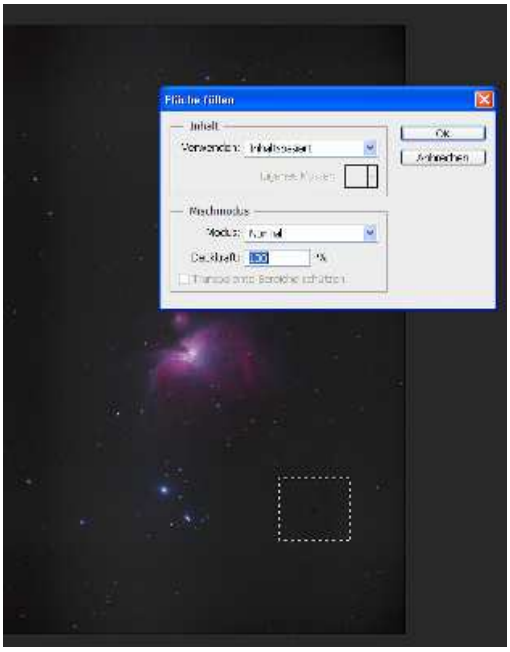

Abbildung 35 Fläche Füllen

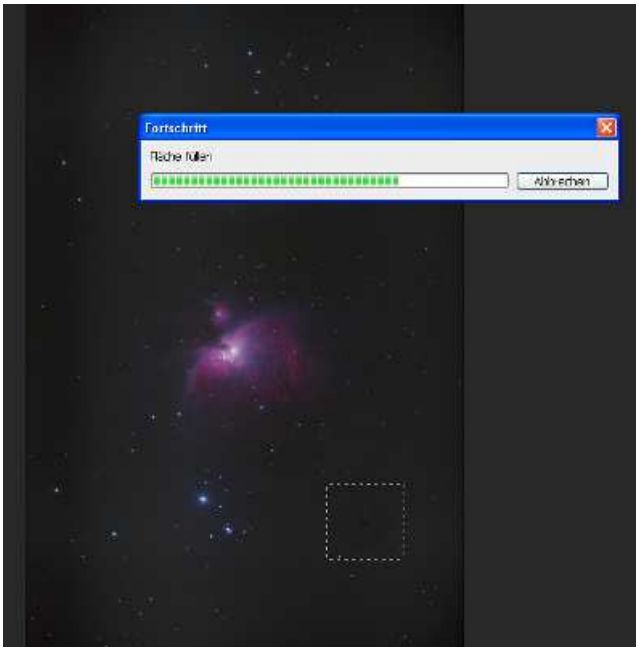

Abbildung 36 Fläche inhaltsbasiert füllen

Den Staub haben wir über den Menüpunkt Bearbeiten Fläche Füllen (Abbildung 35) entfernt, indem wir auf Verwenden Inhaltsbasiert gegangen sind. Somit haben wir vermieden, den Stempel zu benutzen, durch welchen schnell Unebenheiten auf dem Bild zustande kämen und man die Retusche sofort sähe.

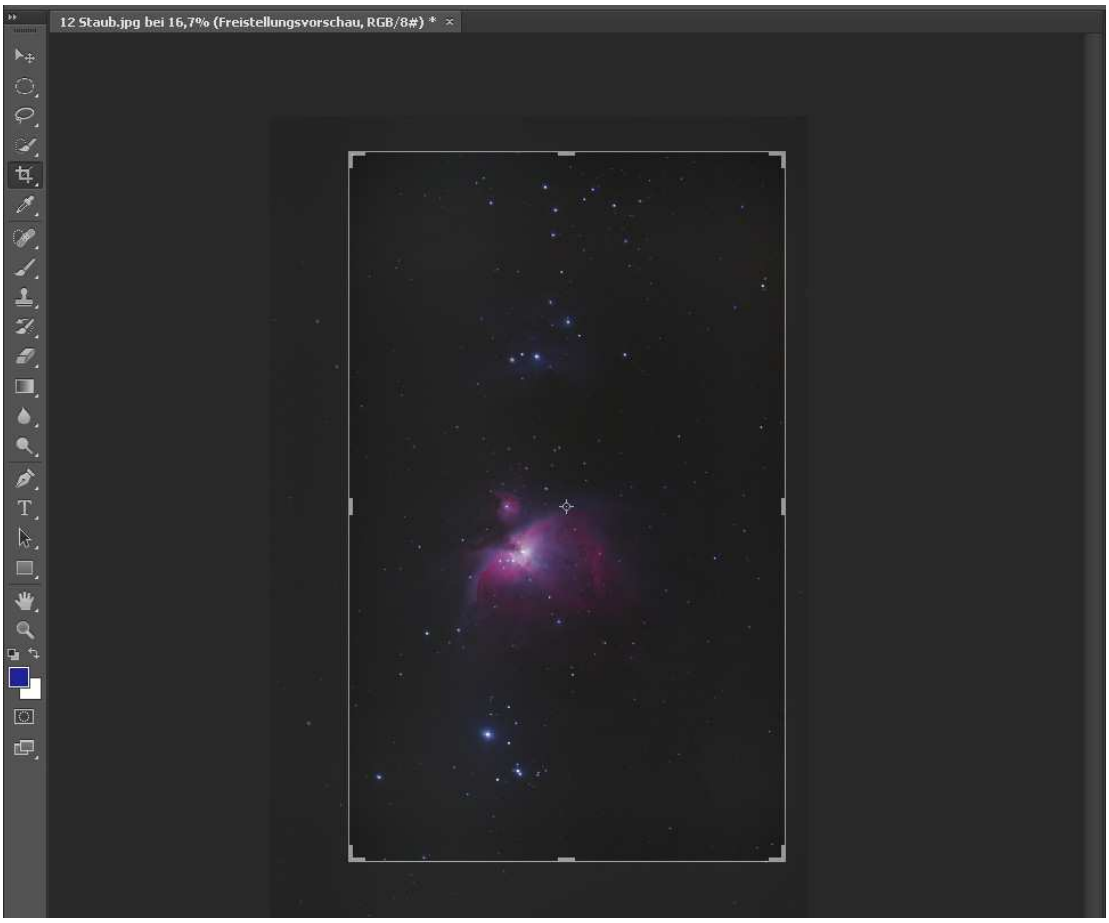

Abbildung 37 Zuschnitt

Unser Endprodukt haben wir dann noch zugeschnitten (Abbildung 37), um die Vignettierungen am Rand endgültig zu verlieren.

Abbildung 38 Das fertige Bild

9 Unsere aufgenommenen Objekte

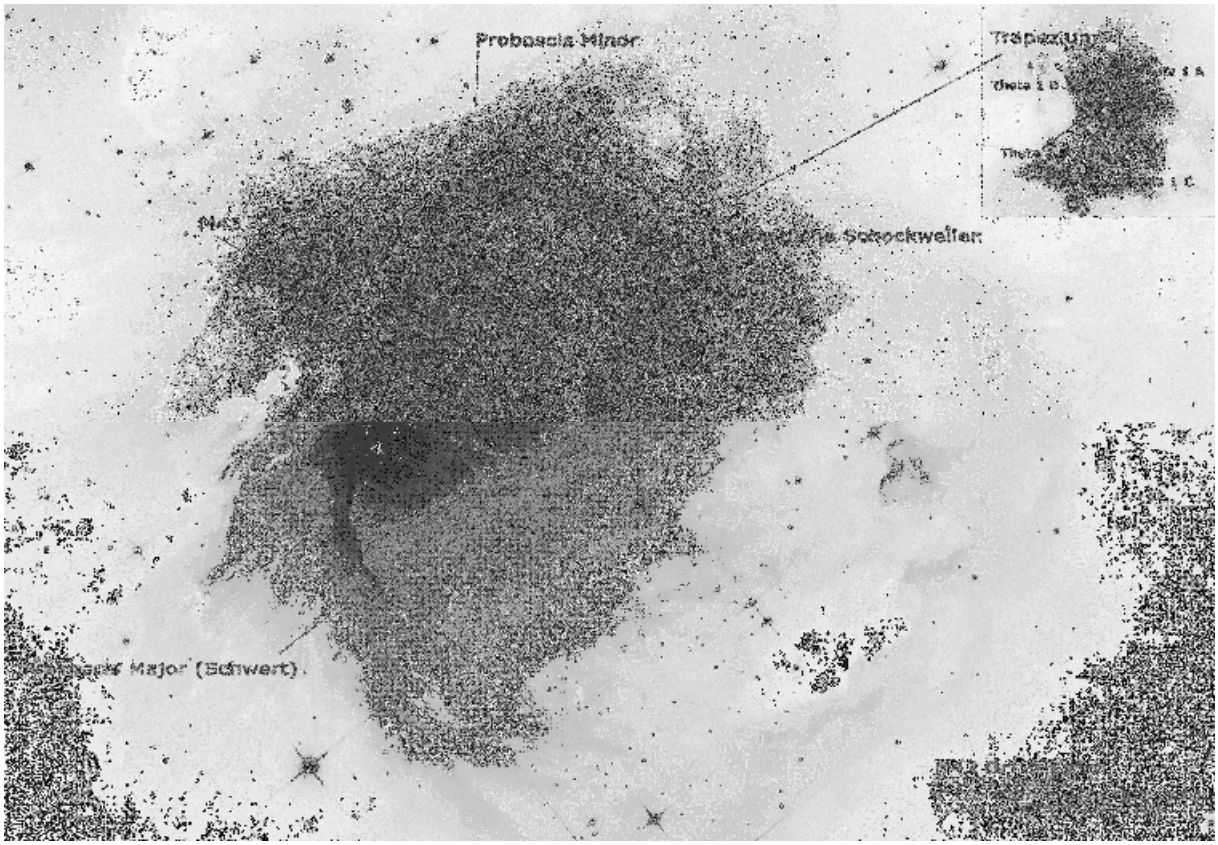

Abbildung 39 Die Objekte im M42

9.1 M42 – Orion-Nebel

Der Orion Nebel gehört zur Klasse der Emissionsnebel. Und hat seinen Namen hauptsächlich dem Sternbild, in dem er steht, zu verdanken: dem Orion. Er besteht zum Großteil aus Helium und Wasserstoff. Man geht davon aus, dass M42 circa 1350 Lichtjahre (Ein Lichtjahr entspricht ungefähr 9461 Billionen Kilometern) von uns entfernt ist und einen Durchmesser von etwa 30 Lichtjahren hat. Der Orion-Nebel ist 5,0 m hell. Der Emissionsnebel wird hauptsächlich von den Sterne Theta Ori A, B, C und D zum Leuchten angeregt. Diese liegen im Zentrum des Nebels und werden wegen ihrer Anordnung Trapezsterne genannt. Im Orion-Nebel entstehen stets neue Sterne. Er beinhaltet bereits 467 junge Sterne. Diese jungen Protosterne sind noch nicht stabil und neigen daher zu unterschiedlich starken und unregelmäßigen

Helligkeitsausbrüchen. Um die Trapezsterne, im Zentrum des Orion, wurden etwa 50 „braune Zwerge“ entdeckt. Braune Zwerge sind ähnlich dem Planeten Jupiter. Sie haben wesentlich weniger Masse als richtige Sterne. Aus diesem Grund erreichen sie nicht die Zündtemperatur, die zur Kernfusion nötig wäre. Und somit kühlen sie nach und nach aus.[11]

Obwohl der Orion-Nebel ohne Emissionslicht der Städte mit dem bloßen Auge erkennbar ist und der Orion-Nebel deshalb wahrscheinlich schon in den frühsten Tagen der Menschheit gesehen wurde, wird die Entdeckung Nicolas-Claude Fabri de Peiresc zugeschrieben. Und auf das Jahr 1610 datiert. Ca. 160 Jahre später am 04.03.1769 wurde der Orionnebel als das 42. Objekt in den Messier-Katalog aufgenommen.

Da er so groß ist, kann man ihn schon mit nur kleinen Brennweiten oder sogar mit dem bloßen Auge erkennen. Deswegen und wegen seiner großen Helligkeit und Farbenpracht ist er ein beliebtes Ziel für fast alle Astronomen – Amateure als auch Profis.[12]

9.2 M43

M43 ist eigentlich auch Teil des Orion-Nebel. Wird im Messier-Katalog aber trotzdem als gesondertes Objekt aufgeführt. Es ist der Kreisrunde rote Bereich oberhalb des Hauptnebels mit dem NU Orionis in der Mitte.

M43 wurde 1731 von Jacques d'Ourtes de Mairan entdeckt. Er gehört genauso wie M42 zur Klasse der Emissionsnebel und ist 7,0 m hell. M43 hat einen Durchmesser von 3 Lichtjahren und ist logischerweise ebenso wie M42 1350 Lichtjahre von der Erde entfernt.

---

[11] http://www.astrofreunde-franken.de/m42.html, http://www.gymnasium-wasserburg.de/de/unterricht/physik/astronomie/astroausstellung/orionnebel/

[12] http://www.maa.clell.de/Messier/D/m042.html, http://www.unitjuggler.com/length-umwandeln-von-km-nach-ly.html

9.3 M47

Das Messier Objekt befindet sich im Sternbild Achterdeck und gehört zur Klasse der offenen Sternhaufen. Er ist 1600 Lichtjahre von uns entfernt und erstreckt sich über 14 Lichtjahre in der Galaxie. Der Offene Sternhaufen strahlt mit einer Helligkeit von 4,4 m. M47 besteht aus ein bisschen mehr als hundert Sternen und existiert seit ca. 132 Millionen Jahren

Wie auch bei dem Orion-Nebel ist Charles Messier nicht der Entdecker dieses Objekts. Diese Sternanhäufung wurde 1654 erstmals von Giovanni Battista Hodernia beobachtet und dokumentiert. 1771 wurde das Objekt von Messier zu seinem Katalog hinzugefügt. Damals charakterisierte er sein neustes Messier Objekt mit den Worten: „Sternhaufen, nahe dem vorhergehenden, die Sterne sind heller, der Haufen enthält keinen Nebel“.

Da M47 sich sehr nahe bei M46, der ebenfalls ein offener Sternhaufen ist, liegt, bietet es sich an eine kleinere Brennweite zu benutzen und so beide Objekte auf ein Bild zu kriegen.[13]

[13]Information zu allen drei Objekten aus: Koch, Bernd, Stefan Korth: Die Messier-Objekte. Die 110 klassischen Ziele für Himmelsbeobachter. Kosmos-Verlag, Stuttgart (2010)

10 Vergleich

10.1 Vergleich zwischen dem C11 Hyperstar und Hubble Teleskop anhand des Messier-Objektes 42

Abbildung 40 Aufnahme des Orion-Nebels vom Hubble Teleskop

Abbildung 41 Unsere Aufnahme des Orion-Nebels

10.1.1 Unterschiede

Der Qualitätsunterschied der beiden Bilder ist gewaltig. Das Bild das vom Hubble Teleskop geschossen wurde hat eine viel größere Farbenvielfalt. Es gibt die verschiedensten Farben und Nuancen. Auf unserem Bild hingegen lassen sich nur wenige verschiedene Farben und deren Nuancen erkennen.

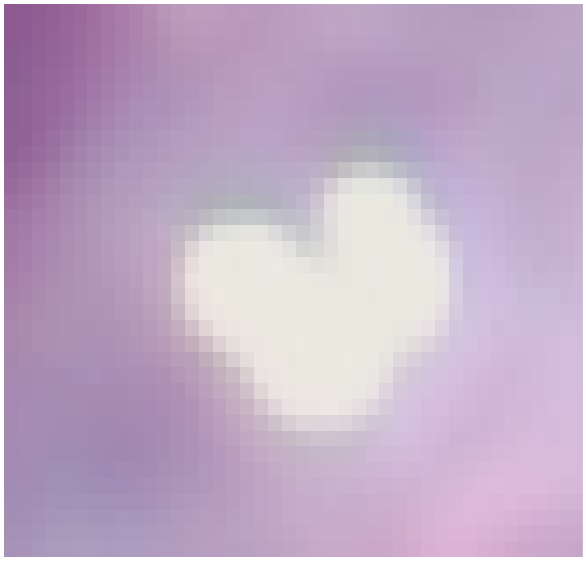

Abbildung 42 Trapezsterne in unserer Aufnahme

Abbildung 43 Trapezsterne in der Aufnahme des Hubble-Space-Telescope

Auch lassen sich auf dem Bild der NASA die Nebelstrukturen ganz klar und definiert erkennen. Auf unserem Bild sind diese wesentlich gröber und nicht so klar definiert.

Auch ist bei der Hubble-Aufnahme die Auflösung und damit auch die Vergrößerung wesentlich besser. Bei unserem Bild muss man nicht weit rein zoomen und das Bild wird unscharf. Bei dem Bild, das mit dem Hubble Teleskop aufgenommen wurde, ist das Bild bei fast jeder noch gut bis sehr gut aufgelöst. So lassen sich bei dem Hubble Bild z. B. die Trapezsterne und die darum liegenden Nebelstrukturen sehr gut erkennen (Abbildung 43), wohingegen diese bei unserer Aufnahme (Abbildung 42) schon undefiniert und verschwommen sind.

10.1.2 Ursachen der Unterschiede

Der Vergleich der Bilder zeigt sehr deutlich den Unterschied zwischen der Arbeit von Amateuren bzw. Einsteigern wie uns und professionellen Astronomen. Das Equipment ist wesentlich besser, die Nachbearbeitung wird bei der NASA auch wesentlich besser sein – wir arbeiten ausschließlich mit Freeware. Die NASA wird bessere und teilweise auch eigene Programme für die Bearbeitung haben. Außerdem haben die Leute, die die Bilder bearbeiten wahrscheinlich mehr Erfahrung und bessere Fähigkeiten – und wir haben natürlich nicht die Möglichkeit ein Teleskop außerhalb der Atmosphäre zu nutzen und müssen mit den Qualitätsverlusten leben, die die Atmosphäre verursacht.

10.2 Vergleich zwischen Hyperstar und Pentax anhand des Messier-Objektes 47

10.2.1 Die Bearbeitung

Wir haben M47 fast genauso wie den Orion-Nebel bearbeitet. Der Unterschied war nur, dass es bei diesen Aufnahmen stärkere Windböen gab. Diese hatten zur Folge, dass die Sterne durch die lange Belichtungszeit nicht rund sondern strichartig waren. Um diese zu entfernen haben wir die Hintergrundebene auf Photoshop dupliziert und haben die obere Ebene auf „Abdunkeln“ (Abbildung 44) gestellt. Dann mussten wir die Ebene noch so verschieben, dass die Sterne rund wurden. Anschließend sind wir mit der Bildbearbeitung verfahren, wie bei der Bearbeitung des Orion.

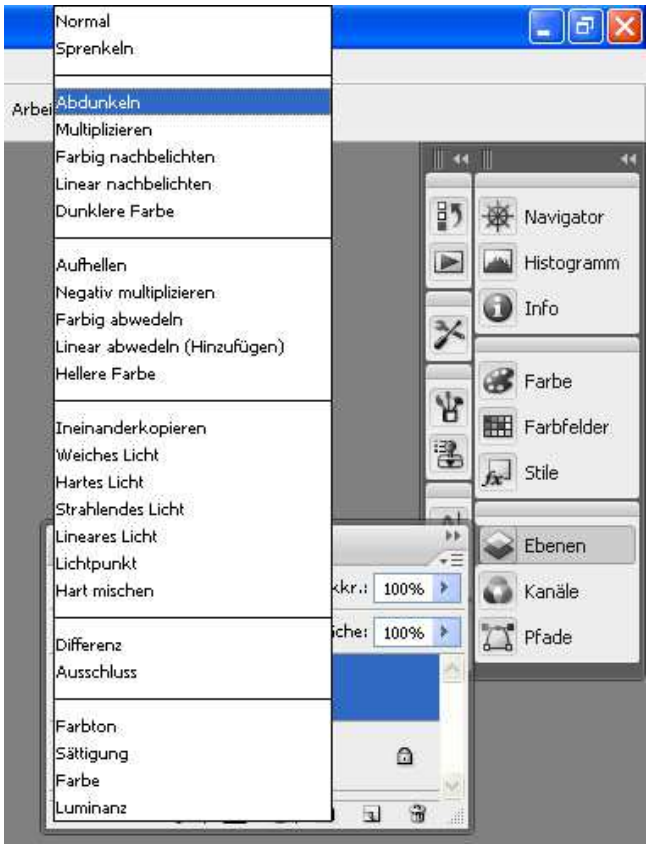

Abbildung 44 Abdunkeln

10.2.2 Unterschiede

Ein Unterschied ist zu aller erst das Blickfeld der Beiden Teleskope (Abbildung 45 und 46). Im Gesichtsfeld des Pentax sind ein paar mehr Objekte.

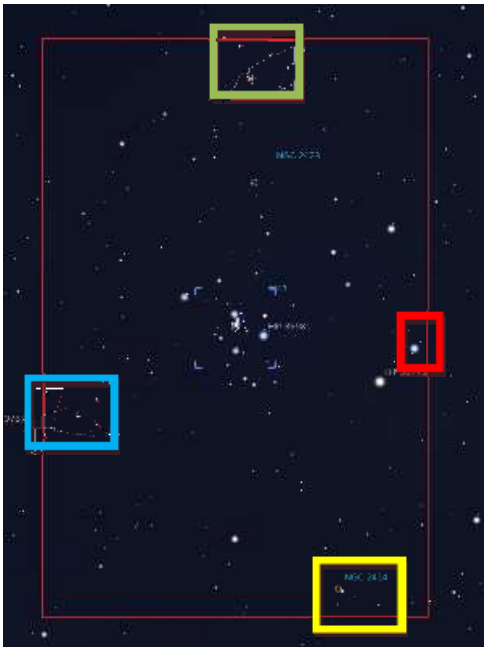

Abbildung 45 **Gesichtsfeld aus Stellarium - Pentax**

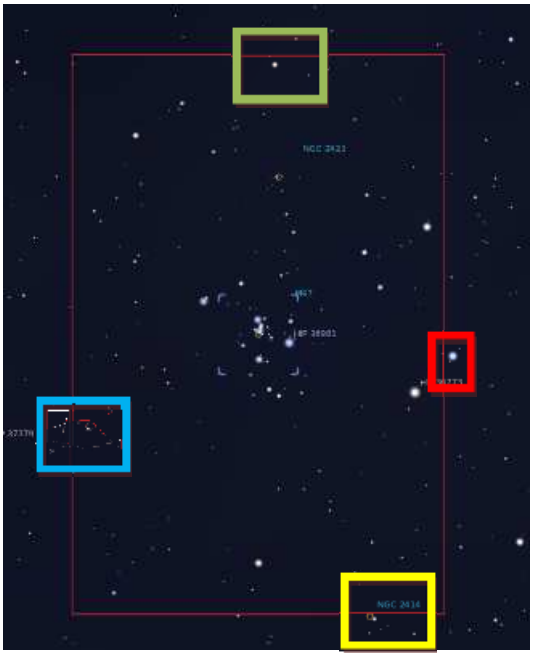

Abbildung 46 **Gesichtsfeld aus Stellarium - Hyperstar**

Die Sterne bei der Hyperstar Aufnahme sind sehr Lichtstark und unterscheiden sich stark in ihren verschiedenen Farben. Man kann klar die eher kalten rotorangen Sterne von den eher heißen weißblauen Sternen unterscheiden. Insgesamt wird das Bild kräftiger und heller.

Das Pentax Bild hingegen ist viel zu dunkel. Die Sterne leuchten nur sehr schwach und sind generell schwerer zu erkennen. Das Bild ist auch viel verrauschter und undetaillierter als die Hyperstar Aufnahme. Da wir im Hochformat fotografiert haben, nutzt das etwas größere Gesichtsfeld des Pentax auch nichts. Denn um weitere relevante Objekte wie z. B. den in der Nähe liegenden offenen Sternhaufen M46 auf das Bild zu kriegen, hätten wir im Querformat fotografieren müssen.

10.2.3 Ursachen für Unterschiede

Zu aller erst ist wichtig, dass es an diesem Tag sehr windig war und wir daher nur verwackelte Bilder aufnehmen konnten.

Der fast einzige und damit auch wichtigste Unterschied ist, dass das C11 Hyperstar Teleskops signifikant Lichtstärker ist und wir somit hellere Rohbilder in einer kürzeren Belichtungszeit erhalten haben.

Das bringt gleich zwei Vorteile: Zum einen stecken in den helleren Bildern mehr Informationen und zum anderen hatte der Wind wegen der kürzeren Belichtungszeiten weniger negativen Einfluss auf die Aufnahme.

Ob man es jetzt eher besser findet auch ein bisschen des Himmels um das Objekt auf dem Bild zu haben wie auf der Aufnahme des Pentax oder ob man es gut findet, wenn das Objekt etwas größer zu sehen ist wie auf der Aufnahme des Hyperstar, ist letztendlich Geschmacksache bzw. eine Frage des Verwendungszweck für das Bild. Aufgrund der geringen Unterschiede der Gesichtsfelder sind diese auch nicht wirklich relevant für die Qualität des Bildes ist.

Abbildung 47 Aufnahme des M47 durch Hyperstar

Abbildung 48 Aufnahme des M47 durch Pentax

11 Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse

Letztendlich lässt sich sagen, dass wir gerade mit dem C11 Hyperstar Teleskop die Möglichkeit haben gute Bilder von Depp-Sky-Objekten zu machen. Auch wenn wir natürlich nicht an die Qualität der Bilder der NASA bzw. an die Qualität der Hubble-Space-Telescope Bilder nicht herankommen, sind die Aufnahmen, die wir mit den uns zur Verfügung stehenden Mitteln gemacht haben, durchaus brauchbar.

Wobei hier noch einmal zu hervorheben wäre, welcher große Qualitätsunterschied zwischen der Aufnahme von M47 mit dem C11 Hyperstar und der mit dem Pentax liegt. Es ist beeindruckend welchen Vorteil eine kleine Blende birgt.

12 Abschließende Überlegungen

Rückblickend lässt sich auch sagen, dass wir wesentlich effizienter arbeiten hätten können, wenn wir uns besser organisiert hätten. Das geht vom Vorbereiten der Aufnahmetermine bis hin zum Umgang mit den gewonnenen Daten.

Wir hatten aufgrund des Wetters leider nur zwei Tage an denen wir aufnehmen konnten. Und mangels Vorbereitung, Erfahrung und Routine konnten wir die Zeit die wir auf der Sternwarte hatten dann nicht optimal ausnutzen, sodass wir am Ende nur zwei Objekte aufgenommen hatten.

Auch haben wir alle möglichen Bilder, Dokumente und Screenshots in verschiedensten Ordnern auf verschiedenen Sticks gespeichert und so den Überblick verloren. Das hat effizientes Arbeiten während des Unterrichts und Zuhause deutlich erschwert, weil man erst einmal die entsprechenden Dateien lokalisieren musste.

Weiterhin hatten wir das Problem, das nur einem von uns beiden Word zur Verfügung stand. Der andere musste auf Freeware wie LibreOffice zurückgreifen. Das Zusammenfügen der einzelnen Teile hat nie wirklich einwandfrei geklappt und deswegen sehr viel Zeit in Anspruch genommen. Das hat am Ende unserer Arbeitsphase für extremen Zeitdruck gesorgt.

13 Danksagung

Unser Dank geht in erster Linie an alle, die mitgeholfen haben die Sternwarte zu realisieren, da wir dadurch die Möglichkeit hatten erste Erfahrungen im Fachbereich der Astronomie und speziell im Bereich der Astrofotografie zu sammeln.

Weiterhin bedanken wir uns bei unserem Astronomie Projektkursleiter Bernd Koch, der uns immer wieder hilfreich zur Seite stand.

Auch möchten wir uns bei dem gesamten Kurs für die tolle Arbeitsatmosphäre, die stets geherrscht hat, bedanken.

In diesem Sinne: Clear Skies!

14 Anhang

14.1 Liste aller Messier-Objekte[14]

M	Name	Objekttyp	Sternbild
1	Krebsnebel	Supernovarest	Stier
2		Kugelsternhaufen	Wassermann
3		Kugelsternhaufen	Jagdhunde
4		Kugelsternhaufen	Skorpion
5		Kugelsternhaufen	Schlange
6	Schmetterlingshaufen	Offener Sternhaufen	Skorpion
7		Offener Sternhaufen	Skorpion
8	Lagunennebel	Emissionsnebel und Offener Sternhaufen	Schütze
9		Kugelsternhaufen	Schlangenträger
10		Kugelsternhaufen	Schlangenträger
11	Wildentenhaufen	Offener Sternhaufen	Schild
12		Kugelsternhaufen	Schlangenträger
13	Herkuleshaufen	Kugelsternhaufen	Herkules
14		Kugelsternhaufen	Schlangenträger

[14]Koch, Bernd, Stefan Korth: Die Messier-Objekte. Die 110 klassischen Ziele für Himmelsbeobachter. Kosmos-Verlag, Stuttgart (2010)
Layout aus: Fischer, Arne: Die Messier-Objekt (http://www.astrofoto.de/Kurse/Facharbeiten/Die%20Messier-Objekte%20Projektarbeit%20Arne%20Fischer%202013.pdf)

15		Kugelsternhaufen	Pegasus
16	Adlernebel	Offener Sternhaufen und Emissionsnebel	Schlange
17	Omeganebel, Schwanennebel	Emissionsnebel und Offener Sternhaufen	Schütze
18		Offener Sternhaufen	Schütze
19		Offener Sternhaufen	Schlangenträger
20	Trifidnebel	Emissionsnebel und Offener Sternhaufen	Schütze
21		Offener Sternhaufen	Schütze
22		Kugelsternhaufen	Schütze
23		Offener Sternhaufen	Schütze
24	Kleine Sagittarius-Wolke	Milchstraßenwolke	Schütze
25		Offener Sternhaufen	Schütze
26		Offener Sternhaufen	Schild
27	Hantelnebel	Planetarischer Nebel	Füchschen
28		Kugelsternhaufen	Schütze
29		Offener Sternhaufen	Schwan
30		Kugelsternhaufen	Steinbock
31	Andromeda-Nebel	Galaxie	Andromeda
32		Galaxie	Andromeda

33	Dreiecks-Nebel	Galaxie	Dreieck
34		Offener Sternhaufen	Perseus
35		Offener Sternhaufen	Zwillinge
36		Offener Sternhaufen	Fuhrmann
37		Offener Sternhaufen	Fuhrmann
38		Offener Sternhaufen	Fuhrmann
39		Offener Sternhaufen	Schwan
40	Winnecke 4	Zwei Sterne	Großer Bär
41		Offener Sternhaufen	Großer Hund
42	Orion-Nebel	Emissionsnebel	Orion
43		Emissionsnebel	Orion
44	Praesepe	Offener Sternhaufen	Krebs
45	Plejaden	Offener Sternhaufen	Stier
46		Offener Sternhaufen	Achterdeck
47		Offener Sternhaufen	Achterdeck
48		Offener Sternhaufen	Wasserschlange
49		Galaxie	Jungfrau
50		Offener Sternhaufen	Einhorn
51	Whirlpool-Galaxie	Galaxie	Jagdhunde
52		Offener Sternhaufen	Kassiopeia
53		Kugelsternhaufen	Haar der Berenike
54		Kugelsternhaufen	Schütze

55		Kugelsternhaufen	Schütze
56		Kugelsternhaufen	Leier
57	Ringnebel	Planetarischer Nebel	Leier
58		Galaxie	Jungfrau
59		Galaxie	Jungfrau
60		Galaxie	Jungfrau
61		Galaxie	Jungfrau
62		Kugelsternhaufen	Schlangenträger
63	Sonnenblumengalaxie	Galaxie	Jagdhunde
64	Das Schwarze Auge	Galaxie	Haar der Berenike
65		Galaxie	Löwe
66		Galaxie	Löwe
67		Offener Sternhaufen	Krebs
68		Kugelsternhaufen	Wasserschlange
69		Kugelsternhaufen	Schütze
70		Kugelsternhaufen	Schütze
71		Kugelsternhaufen	Pfeil
72		Kugelsternhaufen	Wassermann
73		Vier Sterne	Wassermann
74		Galaxie	Fische
75		Kugelsternhaufen	Schütze
76	Kleiner Hantelnebel	Planetarischer Nebel	Perseus

77		Galaxie	Walfisch
78		Reflexionsnebel	Orion
79		Kugelsternhaufen	Hase
80		Kugelsternhaufen	Skorpion
81		Galaxie	Großer Bär
82	Zigarrengalaxie	Galaxie	Großer Bär
83	Südliche Feuerradgalaxie	Galaxie	Wasserschlange
84		Galaxie	Jungfrau
85		Galaxie	Haar der Berenike
86		Galaxie	Jungfrau
87		Galaxie	Jungfrau
88		Galaxie	Haar der Berenike
89		Galaxie	Jungfrau
90		Galaxie	Jungfrau
91		Galaxie	Haar der Berenike
92		Kugelsternhaufen	Herkules
93		Offener Sternhaufen	Achterdeck
94		Galaxie	Jagdhunde
95		Galaxie	Löwe
96		Galaxie	Löwe
97	Eulennebel	Planetarischer Nebel	Großer Bär
98		Galaxie	Haar der Berenike

99		Galaxie	Haar der Berenike
100		Galaxie	Haar der Berenike
101	Feuerradgalaxie	Galaxie	Großer Bär
102	Spindelgalaxie	Galaxie	Drache
103		Offener Sternhaufen	Kassiopeia
104	Sombrero-Nebel	Galaxie	Jungfrau
105		Galaxie	Löwe
106		Galaxie	Jagdhunde
107		Kugelsternhaufen	Schlangenträger
108		Galaxie	Großer Bär
109		Galaxie	Großer Bär
110		Galaxie	Andromeda

14.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2: http://hubblesite.org/the_telescope/hubble_essentials/image.php?image=light-path

Abbildung 3: Bernd Koch –Skript „Astrofotografie mit der Canon EOS 450D

Abbildung 5: http://photojournal.jpl.nasa.gov/jpeg/PIA08260.jpg

Abbildung 6: http://imgsrc.hubblesite.org/hu/db/images/hs-2002-18-b-full_jpg.jpg

Abbildung 7: http://imgsrc.hubblesite.org/hu/db/images/hs-1999-01-a-full_jpg.jpg

Abbildung 8: http://imgsrc.hubblesite.org/hu/db/images/hs-1995-44-a-full_jpg.jpg

Abbildung 9: Fischer, Arne: Die Messier-Objekt (http://www.astrofoto.de/Kurse/Facharbeiten/Die%20Messier-Objekte%20Projektarbeit%20Arne%20Fischer%202013.pdf)

Abbildung 10: http://photojournal.jpl.nasa.gov/jpeg/PIA13974.jpg

Abbildung 11: http://hubblesite.org/gallery/album/galaxy/pr2014004a/xlarge_web/titles/true/

Abbildung 12: http://hubblesite.org/newscenter/archive/releases/2003/28/image/a/format/large_web/

Abbildung 39: Bernd Koch –Skript „Astrofotografie mit der Canon EOS 450D

Abbildung 40 und 43: http://imgsrc.hubblesite.org/hu/db/images/hs-2006-01-a-full_jpg.jpg

*alle weiteren Abbildungen wurden von uns aufgenommen

14.3 Verwendete Software

- „Aufhellen ohne Ausbrennen“-Filter, in: http://www.watchgear.de/Photoshop/Aufhellen.zip
- GradientXTerminator, in: http://www.rc-astro.com/resources/GradientXTerminator/
- DeepSkyStacker, in: http://deepskystacker.free.fr/german/
- EOS Utility, in: http://www.canon.de/For_Home/Product_Finder/Cameras/Digital_SLR/eos30d/software/eosutility.aspx
- Adobe Photoshop CS3, in: http://www.adobe.com/de/products/photoshop.html
- Adobe Photoshop CS6, in: http://www.adobe.com/de/products/photoshop.html
- Stellarium, in: http://www.stellarium.org/de/
- FastStone Capture, in: http://www.faststone.org/FSCaptureDetail.htm

14.4 Literarturverzeichnis

Bücher:

VdS-Fachgruppe Projektleitung: Steinicke, Wolfgang (Hrsg.): Praxishandbuch Deep Sky Beobachtungen von Sternen, Nebeln und Galaxien. Kosmos-Verlag, Stuttgart (2004)

Koch, Bernd, Stefan Korth: Die Messier-Objekte. Die 110 klassischen Ziele für Himmelsbeobachter. Kosmos-Verlag, Stuttgart (2010)

Websites:

http://www.celestron-deutschland.de/product.php?CatID=10&ProdID=636
http://www.baader-planetarium.de/pentax/pentax.htm
http://hubblesite.org/the_telescope/hubble_essentials/
http://www.messier.de/Biografie.html
http://www.aras.am/Members/IskudarianSofik.htm
http://articles.adsabs.harvard.edu/full/1976JHA.....7R.224.
http://www.astrofreunde-franken.de/m42.html
http://www.gymnasium-wasserburg.de/de/unterricht/physik/astronomie/astroausstellung/orionnebel/
http://www.maa.clell.de/Messier/D/m042.html
http://www.unitjuggler.com/length-umwandeln-von-km-nach-ly.html
http://www.canon.de/For_Home/Product_Finder/Cameras/Digital_SLR/EOS_450D/

PDF:

http://www.astrofoto.de/Kurse/Tutorials/Astrofotografie%20mit%20der%20EOS%20450D%20%28Grundkurs%29.pdf
http://www.astrofoto.de/Kurse/Facharbeiten/Die%20Messier-Objekte%20Projektarbeit%20Arne%20Fischer%202013.pdf