Galaxienfotografie in der Großstadt Wuppertal

Andromeda-Nebel M31

Zigarrengalaxie M82

Lorena Paff
Obere Rutenbeck 18
42349 Wuppertal
Deutschland
Email: lolopaff@live.de

Maximilian Jotzo
Steinbeck 54
42119 Wuppertal
Deutschland
Email: maximilianjotzo@gmail.com

Carl-Fuhlrott-Gymnasium, Wuppertal
Jahrgangsstufe Q1
Projektarbeit im Projektkurs Astronomie 2017/2018
Kursleiter: Bernd Koch
Abgabetermin: 30.05.2018

2. Inhaltsverzeichnis

Nummerierung	Thema	Seite
1	Deckblatt	1
2	Inhaltsverzeichnis	2
3	Einleitung	3-4
3.1	Themenwahl	3
3.2	Erwartungen	4
4	Was ist eine Galaxie?	5-6
5	Andromeda-Nebel (M31)	7-9
6	Zigarrengalaxie (M82)	10-11
7	Aufbau für einen Beobachtungsabend	12-18
8	Celestron-11	19
9	Canon EOS 450D	20
10	Arbeiten an der Sternwarte	21-22
11	Bearbeitung der Aufnahmen mit MaximDL	23-27
11.1	Verarbeitung von RAW-Images	23-25
11.2	Stacking	26-27
12	DeepSkyStacker - Stacking	28-30
13	Auswertung des Andromeda-Nebels	31-32
14	Zigarrengalaxie im Vergleich	33-35
15	Fazit der Projektarbeit	36
16	Danksagung	37
17	Abschlusserklärung	38

3. Einleitung

3.1 Themenwahl

Schon seit der Grundschule, als zum ersten Mal das Thema „unser Weltall“ auf dem Lehrplan stand, interessierten wir uns ab diesem Zeitpunkt für das Universum und integrierten es durch das Lesen von Artikeln über Ereignisse und Entdeckungen in unseren Alltag. Am besten eigneten sich Sommernächte, in denen wir den Himmel beobachtet haben, zwar ohne Teleskop, aber es freute uns Sternbilder erkennen zu können und manchmal auch den Mars oder Venus zu sehen. Als wir dann noch auf der Friedrich-Bayer-Realschule hörten, dass in der Q1 ein Projektkurs in Astronomie angeboten wird, fiel uns die Wahl dieses Projektkurses am Ende der Einführungsphase auf dem Carl-Fuhlrott-Gymnasium nicht schwer, sodass wir nun an dem Astronomie-Projektkurs teilnehmen.

Hier hatten wir die Möglichkeit unser Wissen zu erweitern und auch praktische Ergebnisse sammeln zu können. Uns war sofort klar, dass wir uns mit einem Thema der Astrofotografie beschäftigen wollen, da wir erst dann das eigentliche Objekt betrachten und es nach möglichen Besonderheiten untersuchen können.

Unsere Entscheidung für das Thema der Projektarbeit fiel schließlich auf die Galaxienfotografie in der Großstadt Wuppertal. Da uns Deep-Sky-Objekte aufgrund von ihrer noch eher geringen Erforschung von Anfang an am meisten ansprachen, wurde unser Interesse über die bevorstehenden Ergebnisse immer größer und förderte das zukünftige Arbeiten. Während der Suche nach Inspirationen zu einem oder mehreren geeigneten Deep-Sky-Objekten für die Wahl des Themas der Projektarbeit, blieben uns die Galaxien im Hinterkopf aufgrund ihrer verschiedenartigen Eigenschaften und der beeindruckenden Erscheinungen.

Auch angesichts, dass in den vorherigen Jahren noch niemand eine Projektarbeit über die Fotografie von Galaxien fertiggestellt hatte, reizte uns es, dieses neue Thema zu beginnen, anzufertigen und mit einer Projektarbeit zu dokumentieren.

In unserer Projektarbeit über Galaxien spezialisieren wir uns auf die Fotografie der Galaxien und dessen Bearbeitung sowie die Auswertung, um mögliche andere Objekte in der jeweils untersuchten Galaxie zu entdecken oder zu erkennen. Wir möchten die bestmöglichen Fotografien von Galaxien erstellen aus unserem Standort am Carl-Fuhlrott-Gymnasium mit der Bereitstellung der Sternwarte auf dem Dach der Schule aus der Großstadt Wuppertal.

3.2 Erwartungen

Unsere Erwartungen an die Projektarbeit über die Galaxienfotografie sind angemessen hoch. Wir erwarten von unserem Standort Wuppertal am Carl-Fuhlrott-Gymnasium die bestmöglichen Ergebnisse zu erreichen, sodass wir am Ende des Projektkurses glücklich und zufrieden sagen können, dass unsere Arbeit zu diesem Thema unseren Vorstellungen entspricht und wir zu guter Letzt unsere Bemühungen in der Projektarbeit erkennen können.

Wir erhoffen uns, die Möglichkeit zu haben, eine Vielzahl von Galaxien fotografieren zu können und dabei auch gute Fotografien zu ermöglichen. Weiterhin wünschen wir uns keine Probleme bei den Beobachtungsnächten, in denen wir fotografieren sowie nicht bei der Bearbeitung jener Fotografien und bei der Fertigstellung der Projektarbeit.

Vor allem ist es wünschenswert, dass wir klare Nächte auch in dieser kalten Jahreszeit haben werden, genauso, dass genug Galaxien für uns günstig am Himmel stehen werden, sodass wir keine Probleme bei der Ansammlung der Galaxien haben.

Zudem erhoffen wir uns keinen Zeitdruck am Ende der Anfertigung der Projektarbeit zu haben, da dies eventuell die Projektarbeit ins Negative beeinflussen könne.

Dazu glauben wir, durch die Erarbeitung der Projektarbeit unser Wissen erweitern zu können, spezifisch auf die verschiedenen Galaxien, sodass uns weiterhin die Arbeit an diesem Projekt Spaß macht und nicht in eine Langeweile oder ein Muss übergeht.

Des Weiteren fänden wir es super, wenn uns die Erarbeitung über das Thema der Galaxien inspirieren würde, und wir uns in Zukunft auch weiter mit der Astronomie beschäftigen wollen und das auch im praktischen Bereich, sodass wir weiterhin eigene Ergebnisse sammeln können. Zwar nicht mit einer so großen Verfügung von professionellen Materialien und Teleskopen, jedoch von eigenen Materialien, wie beispielweise für den privaten Anfang mit einem einfachen und kleinen Teleskop.

Letztendlich ist die Zusammenarbeit von uns beiden einer der wichtigsten Punkte, die wir von uns erwarten, da dies am Ende eine gute Projektarbeit ausmacht und uns erst so die Bearbeitung Freude am Projekt bereiten kann.

Somit geben wir unser Bestes, um das optimalste Ergebnis dieser Projektarbeit zu erarbeiten, beziehungsweise zu erreichen.

4. Was ist eine Galaxie?

Eine Galaxie ist ein System bestehend aus übermäßig großen Mengen von Sternen, Planeten und anderen Deep-Sky-Objekten. Alle anderen Sternensysteme werden Galaxien genannt, unsere Milchstraße nennen wir Galaxis. Sie sind durch die Gravitation der Sterne und Planetensysteme, Gasnebeln und weiteren stellaren Objekten miteinander gebunden. Astronomen schätzen, dass es im Universum mehr als 100 Milliarden Galaxien gibt, welche alle in verschiedenen Formen sind und in Typen zugeordnet werden können. Genauso wird vermutet, dass jede Galaxie im Zentrum ein schwarzes Loch hat, welches enorm viel Gravitation hat, dass man nicht weiß, was genau im schwarzen Loch sein könnte. Weiterhin weiß man nicht, wie Galaxien entstanden sind und auch nicht, was genau die Galaxien zusammenhält. Einige Forscher erklären sich dies mit dunkler Materie, doch einen endgültigen Beweis gibt es nicht.

Bis heute nimmt man für die Benennung eines Typs der Galaxien die Klassifikation von Edwin Hubble. Dabei werden die Galaxien zwischen Spiral-, Balkenspiral-, Zwerggalaxien, elliptischen, irregulären und aktiven Galaxien unterschieden.

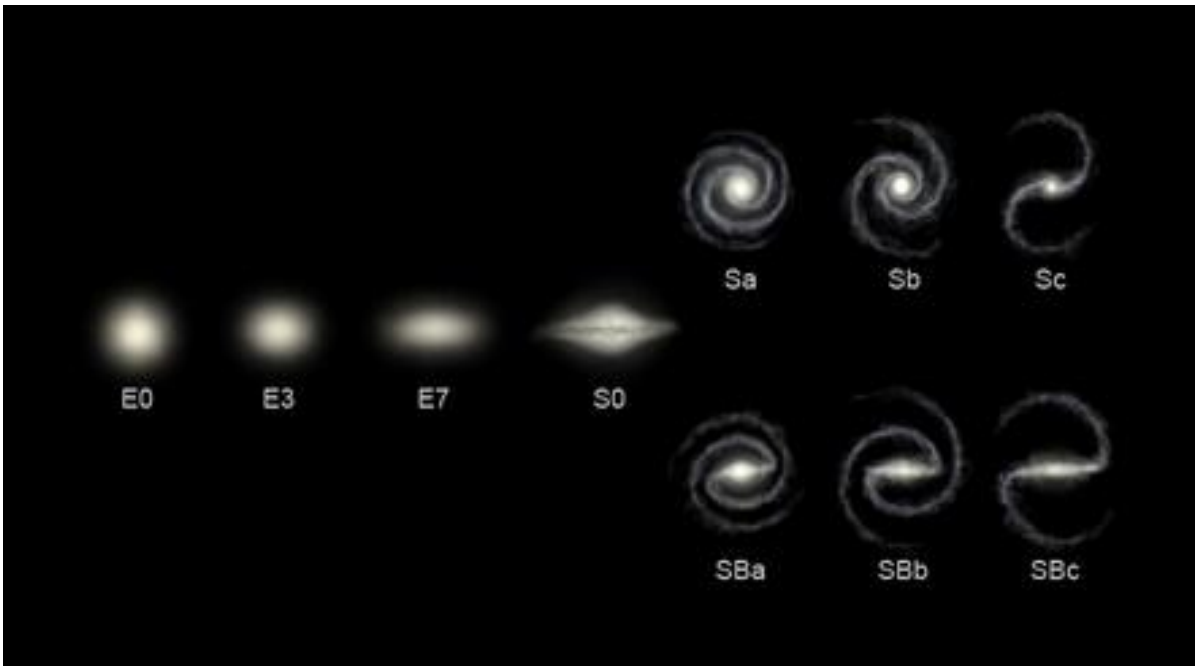


Abbildung 1: Hubble-Sequenz: https://de.wikipedia.org/wiki/Hubble-Sequenz

Eine Spiralgalaxie hat lange Spiralarme, in denen die Sternentstehungsgebiete zu finden sind. Diese Galaxien, welche mit einem „S“ gekennzeichnet sind, sind im Vergleich zu anderen Galaxien mittelgroß. Unsere Galaxis ist eine von diesem Typ, genauso wie unser nächster Nachbar, der Andromeda-Nebel.

Balkenspiralgalaxien werden mit den Buchstaben „SB“ gekennzeichnet. Ihr Zentrum ist in einer länglichen Form und ähnelt einem Balken, am Ende des Balkens beginnen die Spiralarme. Unsere fotografierte M82 ist von diesem Typ.

Die größten Galaxien sind die elliptischen Galaxien. Sie haben einen Durchmesser bis 160.000 Lichtjahre und werden in E0 bis E7 bezeichnet. Die Zahl beschreibt die Stärke der elliptischen Bahn,

E0 ist sehr rund und einem Kreis ähnlich und E7 ist stark elliptisch. Diese Galaxien sind alte Sternensysteme, in denen hauptsächlich alte Sterne zu finden sind und machen ein Viertel aller Galaxien aus.

Zwerggalaxien gibt es in jedem Typen. Sie besitzen einen Durchmesser von unter 20.000 Lichtjahren und werden mit „d“ benannt. Diese Art von Galaxien hat viele Sternentstehungsgebiete.

Zudem gibt es auch die irregulären Galaxien, jene sind mit „Ir“ gekennzeichnet. Diese Galaxien besitzen keine regelmäßige Struktur und bilden auch nur einen geringen Teil aller Galaxien. [1] [2]

Abbildung 2: Beispiel für eine irreguläre Galaxie: http://www.gymnasium-wasserburg.de/de/unterricht/physik/astronomie/astroausstellung/verschmelzung/

[1] https://www.youtube.com/watch?v=noJ-LD98ysc

[2] http://www.br-online.de/wissen-bildung/spacenight/sterngucker/deepsky/galaxietypen.html#spiral

5. Andromeda-Nebel (M31)

Abbildung 3: Andomeda-Nebel: Credit: Bernd Koch

Der Andromeda-Nebel ist eine Spiralgalaxie des Typs B. Sie umfasst einen Durchmesser von 200.000 Lichtjahren, ist doppelt so groß wie die Milchstraße sowie deren nächstliegende Galaxie und ist 2,54 Millionen Lichtjahre von der Erde entfernt. Ihren Namen bekam sie aufgrund ihrer Lage im Sternbild Andromeda im Nordhimmel in einer Rektaszension von 0 Stunden, 42 Minuten und 44,31 Sekunden und in einer Deklination von +41° 16´ 9,4´´ und da die Staubbänder, Nebel ähneln. Die Galaxie hat eine Gesamtmasse von circa 800 Milliarden Sonnenmassen und umfasst circa 10.000.000.000.000 Sterne. Zudem hat der Andromeda-Nebel die bekannten astronomischen Objekte: Sternentstehungsgebiete, 400 bis 500 Kugelsternhaufen, die vor allem in den äußere Gebieten zu finden sind, andere Deep-Sky-Objekte und Staubbänder.

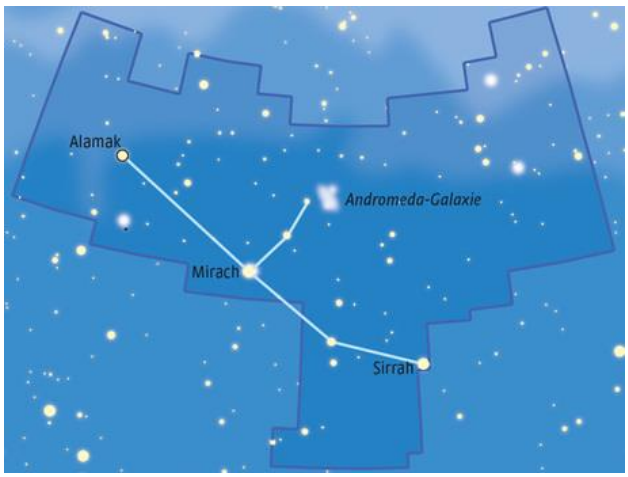


Abbildung 4: Lage des Andromeda-Nebels im Sternbild Andromeda: https://www.redshift-live.com/de/kosmos-himmelsjahr/himmelsereignisse/36880-Beobachtungstipp_November-1.htm

Der Andromeda-Nebel ist das größte Mitglied in der lokalen Gruppe und in ihm befindet sich auch der größte Kugelsternhaufen dieser Gruppe, der Mayall II heißt. Die lokale Gruppe ist Bestandteil des Virgo-Superhaufens. Die Galaxie ist von ungefähr 60 kleineren Galaxien umgeben. Aufgrund von der enormen Anziehungskraft zog und wird der Andromeda-Nebel immer wieder Zwerggalaxien anziehen und mit ihnen kollidieren. Diese Zwerggalaxien befinden sich dann in neuer Anordnung im Halo des Andromeda-Nebels.

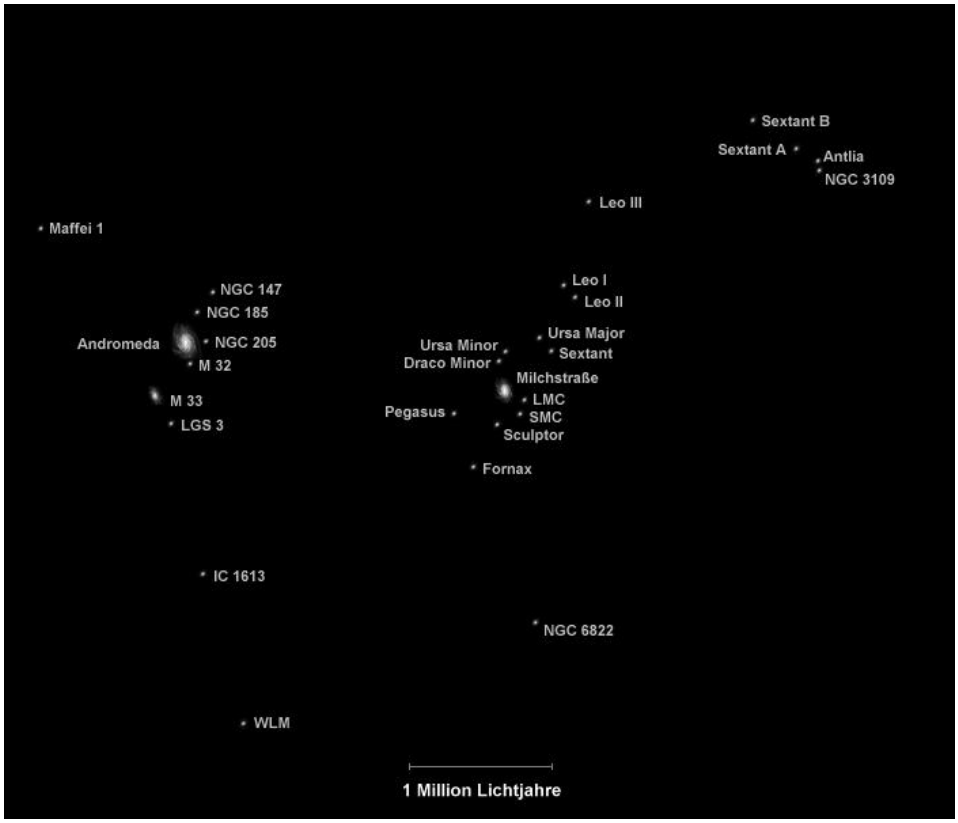


Abbildung 5: Lokale Gruppe: http://www.andromedagalaxie.de/html/lokalegruppe.htm

Außerdem besitzt die Galaxie eine Tangentialgeschwindigkeit von 17km/s, welche erst durch die Entdeckung von H_20-Masern genauer berechnet werden konnte und eine Radialgeschwindigkeit von -114km/s, also -410.400 km/h, mit welcher sie auf die Milchstraße zu rast und mit der sie in zwei Milliarden Jahren kollidieren wird. Dies geschieht durch die gegenseitige Anziehungskraft. Dadurch würde eine neue Supergalaxie entstehen, welche vermutlich elliptisch sein wird. Die Erde und unsere Galaxie so wie wir sie kennen, würden ausgelöscht werden und komplett verändert sein. Die Erde wäre dennoch ungefähr 100.000 Lichtjahre vom Zentrum der neu entstanden Galaxie entfernt, im Vergleich wäre das viermal weiter als zum heutigen Zeitpunkt. Weiterhin hätten wir auch einen neuen Nachthimmel, welcher eine riesige Wölbung aus Milliarden von Sternen wäre.

Zudem ähnelt der Andromeda-Nebel der Milchstraße und konnte durch seine Nähe schon viel erforscht werden. Er ist von der Erde mit bloßem Auge aus als kleiner, schwacher Nebelfleck am Nachthimmel, vor allem in dunklen Standorten zu erkennen und ist von unseren Standpunkt aus in einer etwas gekippten Lage sichtbar.

Der Kern des Andromeda-Nebels ist ein supermassenreiches, schwarzes Loch mit 100 Millionen Sonnenmassen. Er besteht aus zwei Ringen. Zum einen gibt es einen inneren Ring mit älteren, roten

Sternen und zum anderen einen äußeren Ring mit jüngeren, blauen Sternen. Dazu kommt es, weil es außerhalb des Zentrums und in den Spiralarmen die größte Menge an Gas und Staub gibt, wodurch Sterne entstehen. Im inneren Ring ist die Materie relativ gleich verteilt, weshalb nicht genügend Energie zur Entstehung der Sterne vorhanden ist. Der äußere Ring, auch Feuerring genannt, hat so womöglich so viele Sternentstehungen, aufgrund möglicher Gezeitenkräfte, die kleinere Begleitgalaxien auf den Andromeda-Nebel ausüben.

Für eine lange Zeit dachte man, dass die Galaxie einen Doppelkern besitze und demnach zwei supermassenreiche schwarze Löcher hätte. Zudem sollten beim Zentrum auch noch Millionen von dicht gepackten Sternen sein, welche aus einer früheren Kollision mit einer anderen Galaxie hinzukamen. 2005 wurde dann die heutige immer noch bestehende Erkenntnis entdeckt, dass der Kern ein sehr massenreiches, schwarzes Loch ist mit zwei Ringen aus älteren und neueren Sternen. Im Vergleich ist das schwarze Loch des Andromeda-Nebels 24-Mal massenreicher als das schwarze Loch der Milchstraße.[3 4 5 6 7]

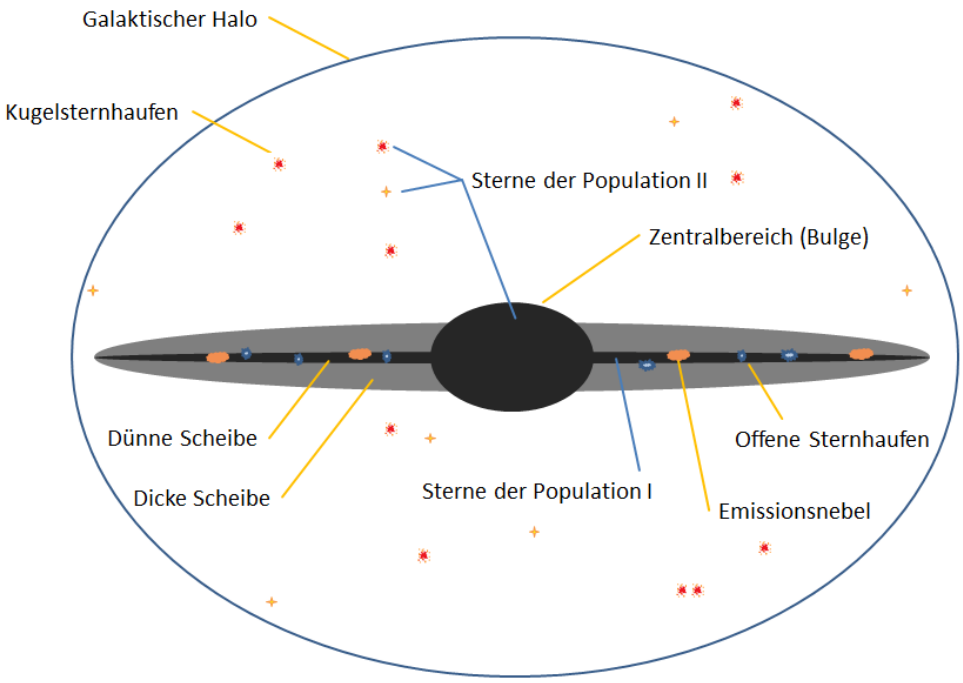


Abbildung 6: Aufbau einer Spiralgalaxie: https://de.wikipedia.org/wiki/Spiralgalaxie

[3] https://de.wikipedia.org/wiki/Andromedagalaxie

[4] https://www.wasistwas.de/archiv-wissenschaft-details/der-andromeda-nebel.html

[5] https://www.wasistwas.de/details-wissenschaft/der-andromeda-nebel-6606.html

[6] http://www.spiegel.de/wissenschaft/weltall/milchstrasse-wird-laut-hubble-mit-andromeda-galaxie-kollidieren-a-836399.html

[7] http://www.faz.net/aktuell/wissen/weltraum/galaxien-der-andromedanebel-ist-groesser-1229741.html

6. Zigarrengalaxie (M82)

Abbildung 7: Zigarrengalaxie: https://www.starobserver.org/ap101219.html

Die Zigarrengalaxie ist eine Balkenspiralgalaxie des Typs Sbc. Sie umfasst einen Durchmesser von 40.000 Lichtjahren und ist 13 Millionen Lichtjahre von unserer Erde entfernt. Ihren Namen bekam sie aufgrund der Erscheinung der Galaxie: die Balken sind dabei die Zigarre und die Spiralarme sind dessen Rauchschwaden. Die Galaxie befindet sich im Sternenbild Großer Bär im Nordhimmel in einer Rektaszension von 9 Stunden, 55 Minuten und 52,2 Sekunden und in einer Deklination von +69° 40´ 48,8´´. Die Galaxie umfasst 30 Milliarden Sterne, wodurch zu entnehmen ist, dass die Galaxie eine Starbust-Galaxie ist. Es entstehen zehnmal so viele Sterne in den vielen Sternentstehungsgebieten, vor allem im Zentrum, wie es normal für Galaxien dieser Größe ist. Dies geschieht seit 500 Millionen Jahren, da zu dieser Zeit ein naher Vorbeiflug von der nahegelegenen Galaxie, M81, die Zigarrengalaxie stark veränderte. Aufgrund des Starbusts gibt es viele Supernova-Explosionen, wodurch es eine Gasausströmung senkrecht zur Galaxienebene gibt. Hinzu kommt, dass sie die nächstgelegene Starbust-Galaxie ist und sie demnach auch die am besten erforschte Galaxie dieser Art, wodurch man auch weiß, dass sich die Galaxie in den letzten 40.000 Jahren weiter ausgedehnt hat. Außerdem besitzt die Galaxie eine Radialgeschwindigkeit von +203 ± 4 km/s, mit welcher sie sich auf die Milchstraße zu bewegt. Zudem hat die Galaxie eine Helligkeit von 8,6 Magnitudo. Das ist fünfmal heller, als die Helligkeit der Milchstraße und sie ist einer der hellsten Infrarot-Galaxien. M82 beinhaltet vor allem die Elemente Wasserstoff, Sauerstoff und Schwefel.

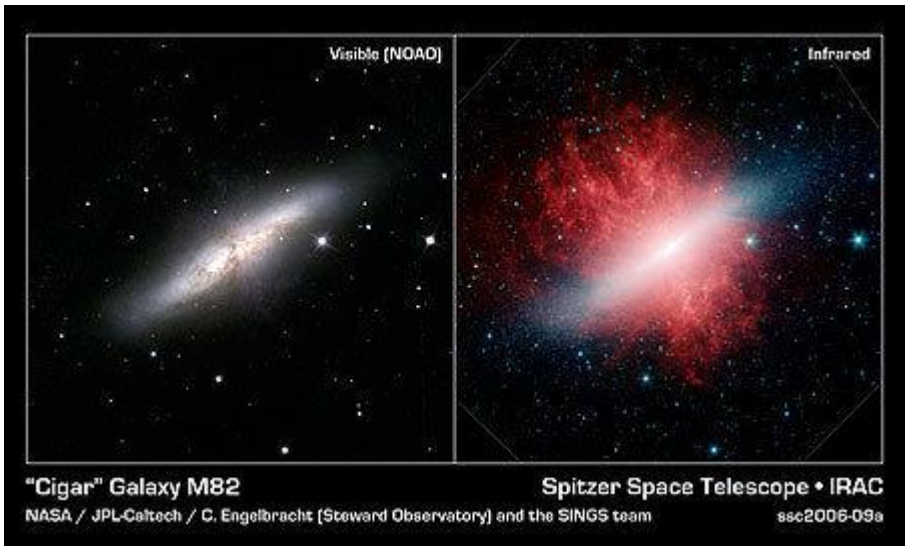


Abbildung 8: Infrarotaufnahme (rechts) https://www.mpifr-bonn.mpg.de/563211/m81

Die Zigarrengalaxie ist Mitglied der M81-Gruppe und des Virgo-Superhaufens und ist mit der Galaxie M81 physikalisch verbunden und bildet mit ihr und NGC 3077 das Zentrum der Gruppe. Sie hat eine ultrahelle Röntgenquelle M82-X-1 und hat eine Masse von 415 Sonnenmassen in dessen Schwarzen Loch. Die besten Beobachtungsmöglichkeiten bietet der Monat April. Zu der Zeit ist die Galaxie mit einem Fernrohr zu erkennen. Um jedoch dann das Zentrum der Galaxie ausfindig zu machen, braucht man größere, professionellere Teleskope, da sie von uns aus von der Kante sichtbar ist.

Die Galaxie ist erstmals im Jahr 1774 von Johann Elert Bode zusammen mit M81 entdeckt worden. 5 Jahre später wurde ohne dass Pierre Méchain dies wusste, die Galaxie auch zusammen mit M81 von ihm entdeckt und im Messier-Katalog von Charles Messier aufgenommen. Außerdem wurde die Galaxie nach Jahren weiterer Forschung als irreguläre Galaxie bezeichnet, da der Balken sehr kurz ist und die Spiralarme zunächst nicht als symmetrisch angesehen worden wurden. Jedoch seit 2005 ist sie als Balkenspiralgalaxie anerkannt.[8] [9] [10] [11]

[8] https://de.wikipedia.org/wiki/Messier_82

[9] https://physik.cosmos-indirekt.de/Physik-Schule/Messier_82

[10] https://en.wikipedia.org/wiki/Messier_82

[11] https://www.nasa.gov/feature/goddard/2017/messier-82-the-cigar-galaxy

7. Aufbau für einen Beobachtungsabend

Wenn die Galaxien gut am Himmel standen, sind wir zu der Sternwarte auf dem Dach des Carl-Fuhlrott-Gymnasiums und haben unseren Beobachtungsabend vorbereitet. Im Folgenden zeigen wir unseren Aufbau an einer der sechs Inseln, die es dort aufzufinden gibt. Jede von ihnen verfügt über ein Celestron-11 , den Astro Physics 900GTO Servo Drive, welcher die Erddrehung ausgleicht, und ein Equipment-Wagen. In Station 7 mussten wir nie arbeiten. Deshalb folgt der Aufbau nun an Insel 5, wessen sich in 51°14‘ nördlicher Breite und 7°08‘ östlicher Länge befindet.

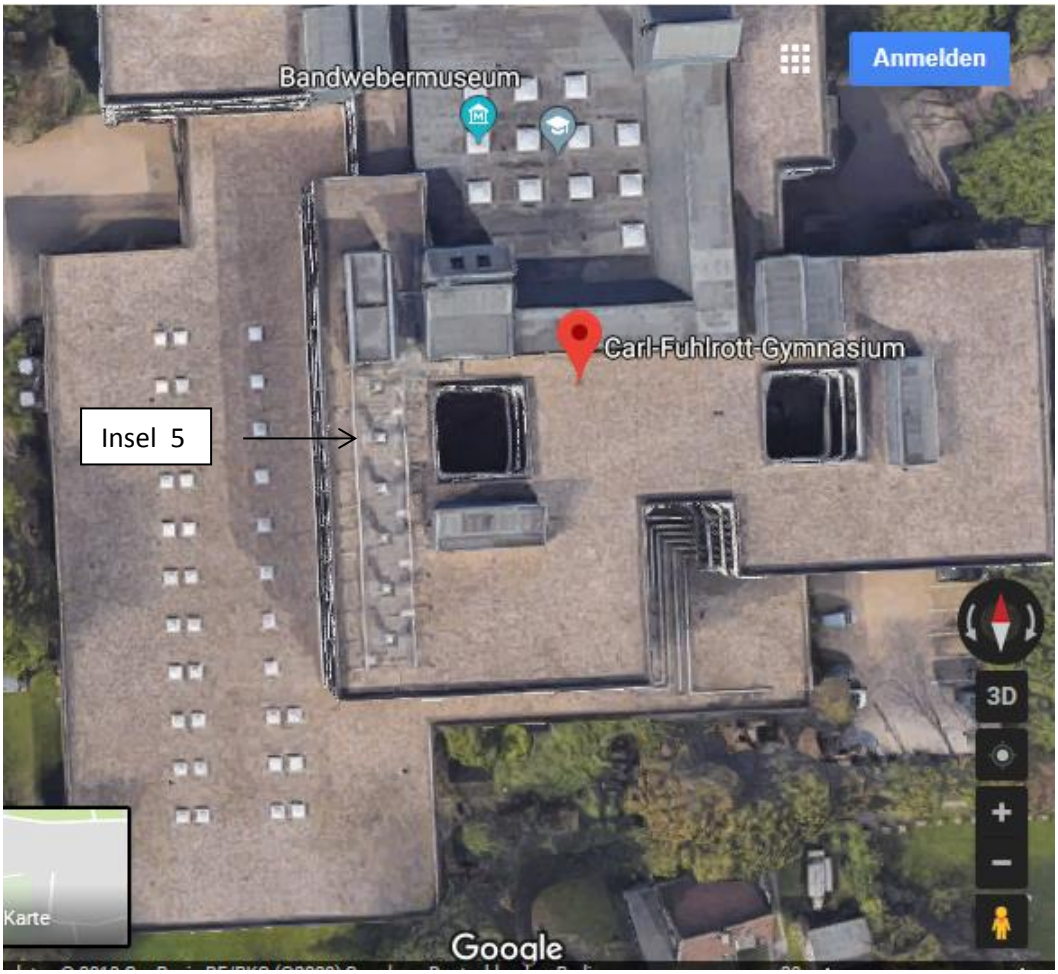


Abbildung 9: Vogelperspektive Carl-Fuhlrott-Gymnasium

https://www.google.de/maps/place/Carl-Fuhlrott-Gymnasium/@51.230595,7.1410403,116m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x47b8d66916af2a91:0x9f0799ab4f9fcbbc!8m2!3d51.2306398!4d7.1416324

Nachdem wir vorher überlegt hatten, auf welche Objekte wir im Nachthimmel um eine bestimmte Uhrzeit antreffen können, fingen wir den Aufbau noch im Tageslicht an, sodass schon bei Dämmerung mit der Beobachtung angefangen werden konnte.

Abbildung 10: Insel 5 und Equipment-Wagen

Das Foto zeigt Insel 5. Zu Insel 5 gehören das Stativ, ein Equipment-Wagen und später noch das C11. Der Equipment-Wagen (rechts) wird aus dem Equipmentraum der Sternwarte geholt. In Insel 5 ist das Stativ für das C11 (links).

In dem Equipment-Wagen befinden sich alle technischen Geräte, die wir für den weiteren Aufbau brauchen, unter anderem die Canon EOS 450D Kamera, das Laptop, mehrere Kabel und die Steuerung.

Abbildung 11: Abschieben

Abbildung 12: Herabnehmen

Jetzt haben wir den Tisch hochgeklappt, die Stühle bereitgestellt und nun schieben wir den Kasten hinunter und stellen ihn neben den Equipment-Wagen ab.

Abbildung 13: vorbereitete Insel 5

Dies ist Insel 5. Die Gewichte sind eingestellt und dienen als Gegengewicht. Zudem ist der Motor Astro Physics 900GTS Servo Drive zum Ausgleichen der Erdumdrehung zu sehen.

Abbildung 14: Sternwarte-Equipmentraum

Zunächst holen wir das C11 aus dem Equipmentraum der Sternwarte.

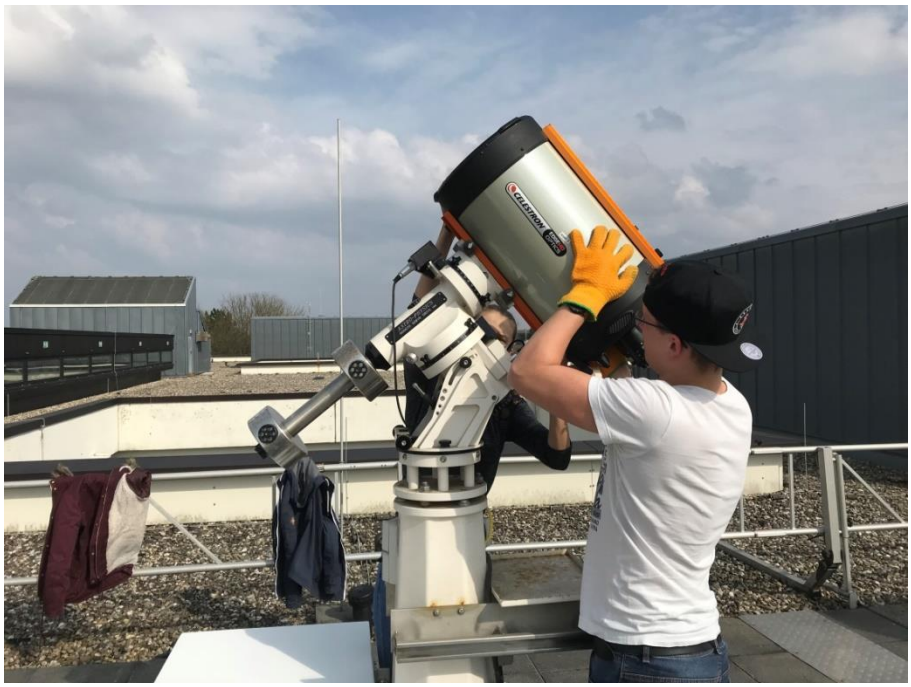


Abbildung 15: Anbringung des C11

Nun wird das C11 auf das Stativ drauf gesetzt und dann mit Schrauben befestigt.

Abbildung 16: fertig angebrachtes C11

Jetzt ist das C11 in Parkposition 3 aufgebaut.

Abbildung 17: mit dem Teleskop verbundenes Steuergerät

Die technischen Geräte sind jetzt angeschlossen: die Steuerung (links).

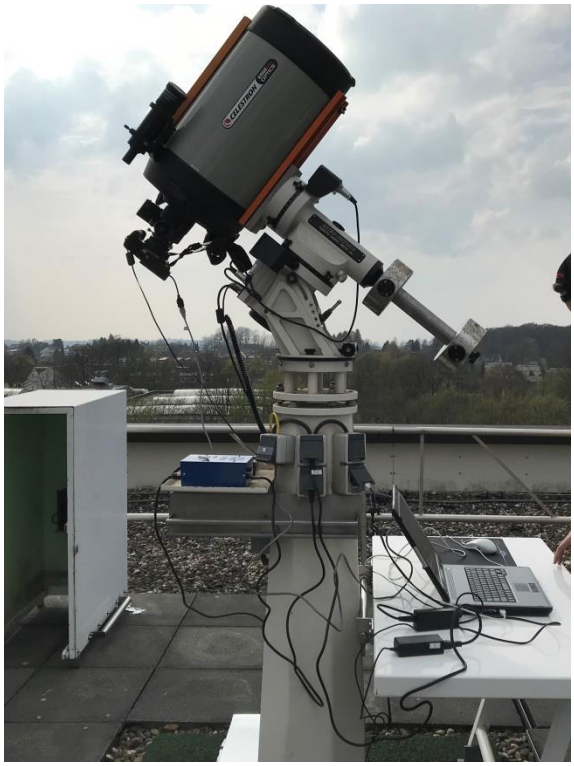


Abbildung 18: komplett fertig aufgebautes Teleskop mit benötigtem Equipment

Schließlich ist der Laptop auch aufgebaut und verbunden mit dem Internet, sodass nun alles vorbereitet und aufgebaut ist und nur noch auf die Dunkelheit gewartet werden muss.

Abbildung 19: Frontalblick auf das fertig aufgebaute Teleskop und das benötigte Equipment

Nun kann mit der Belichtung, sobald es dunkel ist, begonnen werden.

8. Celestron-11

Abbildung 20: Celestron-11

Mit dem Celestron-11 haben wir die Galaxien fixiert, sodass wir die Objekte vergrößert sehen und somit detailgenauere Fotografieren machen können.

Lichterfassung	1.600 Mal mehr als das bloße Auge
Software	Computersteuerung mit dem Handcontroller
maximale Sensorgröße (diagonal/mm)	27
Abmessung (mm)	114,3 x 109,2
Kameraposition	frei rotierbar

[12] [13]

[12] https://www.celestron-deutschland.de/product.php?ProdID=1133

[13] https://www.celestron-deutschland.de/brands.php

9. Canon EOS 450D

Abbildung 21: Canon Eos 450D: https://www.megapixel.cz/canon-eos-450d-ef-s-18-55-mm-55-250-mm-is

Unsere Farbbilder entstanden durch die Spiegelreflexkamera Canon EOS 450D, welche mit dem Celestron-11 verbunden war.

Die Kamera hat einen 12,2 Megapixel CMOS-Sensor und erschafft detailreiche Bilder mit einem minimalen Bildrauschen. Sie kann Objekte auch außerhalb der Bildmitte scharf erfassen. Zudem macht sie 3,5 Bilder pro Sekunde, die als JPEG- und RAW-Bildformate (14 Bit) gespeichert werden können.

Sensorgröße	APS-C (22,2 x 14,8 mm)
Bildgröße	4.272 x 2.848 Pixel
Belichtungsindex	100 - 1.600
Verschlusszeiten	30 - 1 / 4.000 s, Bulb
Farbraum	sRGB, Adobe RGB
Belichtungsmessung	Mehrfeldmessung, Selektivmessung, mittenbetonte Integralmessung, Spotmessung

[14] [15]

[14] https://de.wikipedia.org/wiki/Canon_EOS_450D
[15] https://www.amazon.de/Canon-SLR-Digitalkamera-Megapixel-LiveView-bildstabilisiert/dp/B00131W8IW

10. Arbeiten an der Sternwarte

Um an der Sternwarte Bilder aufnehmen zu können, muss man vorerst einige Vorkehrungen treffen. Dazu gehört unter anderem auch eine vernünftige und ausführliche Planung des Abends. Nachdem das Teleskop vollständig aufgebaut und auf das Ziel gerichtet ist, können nun die entsprechenden Bilder aufgenommen werden. Nach Anschließen der Kamera an den Laptop öffnet sich das Programm *EOS Utility.*

Abbildung 22: EOS Utility Startseite

Nachdem man auf *„Kamera-Einstellungen/Fernaufnahmen“* geklickt hat, öffnet sich ein Fenster zum Einstellen der Feineinstellungen.

In den Feineinstellungen kann man nun die notwendigen Einstellungen vornehmen und manuell den Auslöser betätigen.

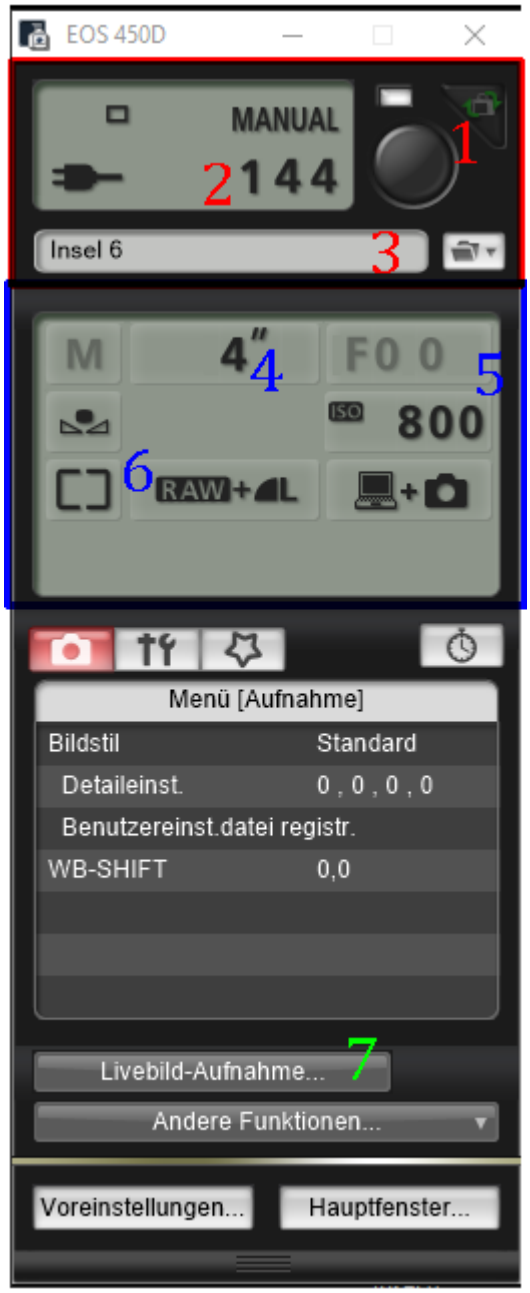


Abbildung 23: Auslöser und Einstellungen für die Kamera

Bereich 1

Die Runde Taste (1) ist der Auslöser zum Aufnehmen eines Bildes. Links daneben ist zu erkennen, wie viele Bilder man noch insgesamt aufnehmen kann (hier: 144) (2). Unter der Anzeige ist der Speicherort (3) angezeigt, der auch veränderbar ist. Da wir an Insel 6 gearbeitet haben sind die Bilder dem entsprechend im Ordner *„Insel 6“.*

Bereich 2

In dem Fenster kann man nun verschiedene Sachen einstellen, wie zum Beispiel die Belichtungszeit (4), die in der Abbildung bei 4 Sekunden steht. Außerdem ist noch die Iso-zahl (5) zu verändern. Dem Bereich zu entnehmen ist auch noch, welche Bilder aufgenommen werden (6). In unserem Fall RAW-Images.

Das Programm *EOS Utility* kann mit Hilfe der Funktion *Livebild-Aufnahme (7)* das gerade gesehene Bild anzeigen, sodass man sein Objekt, welches man aufnehmen möchte, auch mittig im Bild platzieren kann.

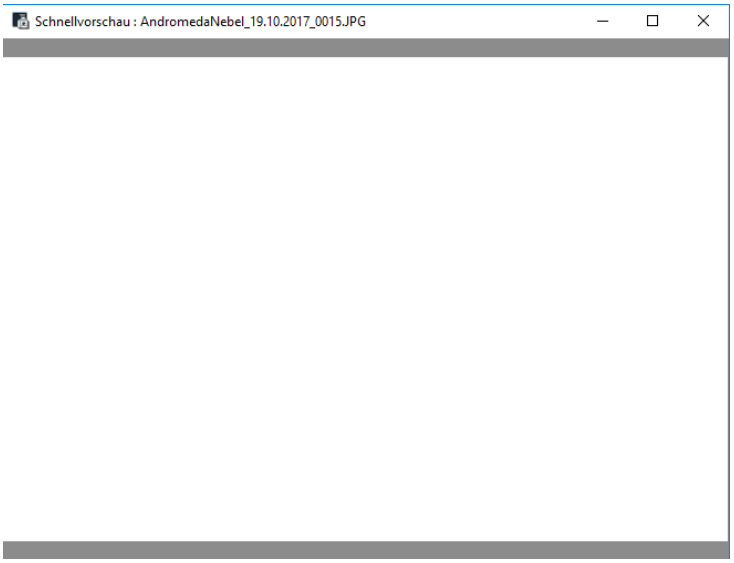


Abbildung 24: Schnellvorschau des aufgenommenen Fotos

11. Bearbeitung der Aufnahmen mit MaximDL

11.1 Verarbeitung von RAW-Images

Nach dem Aufnehmen der schwarz-weißen RAW-Images müssen diese Bilder in Farben konvertiert werden. Dazu benutzten wir das Programm *MaximDL.*

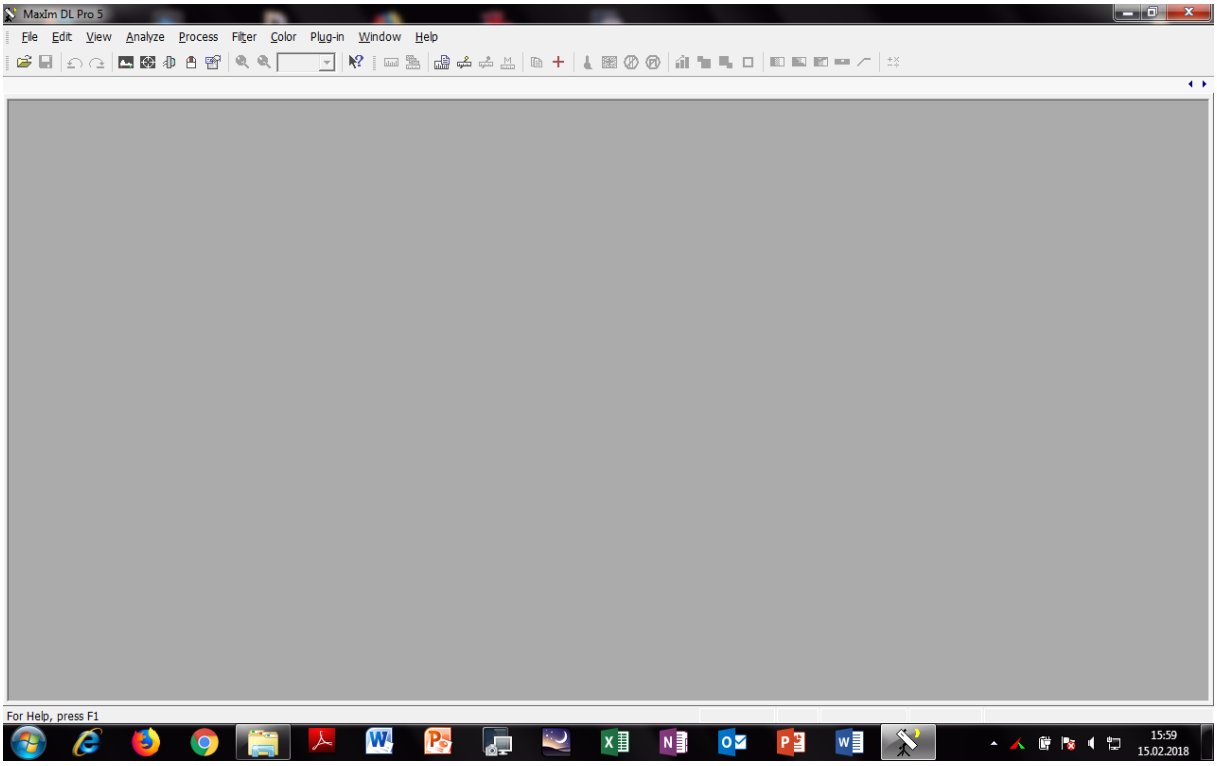


Abbildung 25: MaximDL Startseite

Um die einzelnen Bilder zu öffnen, muss man folgenden Pfad verfolgen:

File → Open → Bilder aus gewünschten Ordner auswählen

Nachdem die gewünschten Bilder hinzugefügt wurden, kann man nun die *RAW-Images,* die noch schwarz-weiß sind, in Farbe konvertieren.

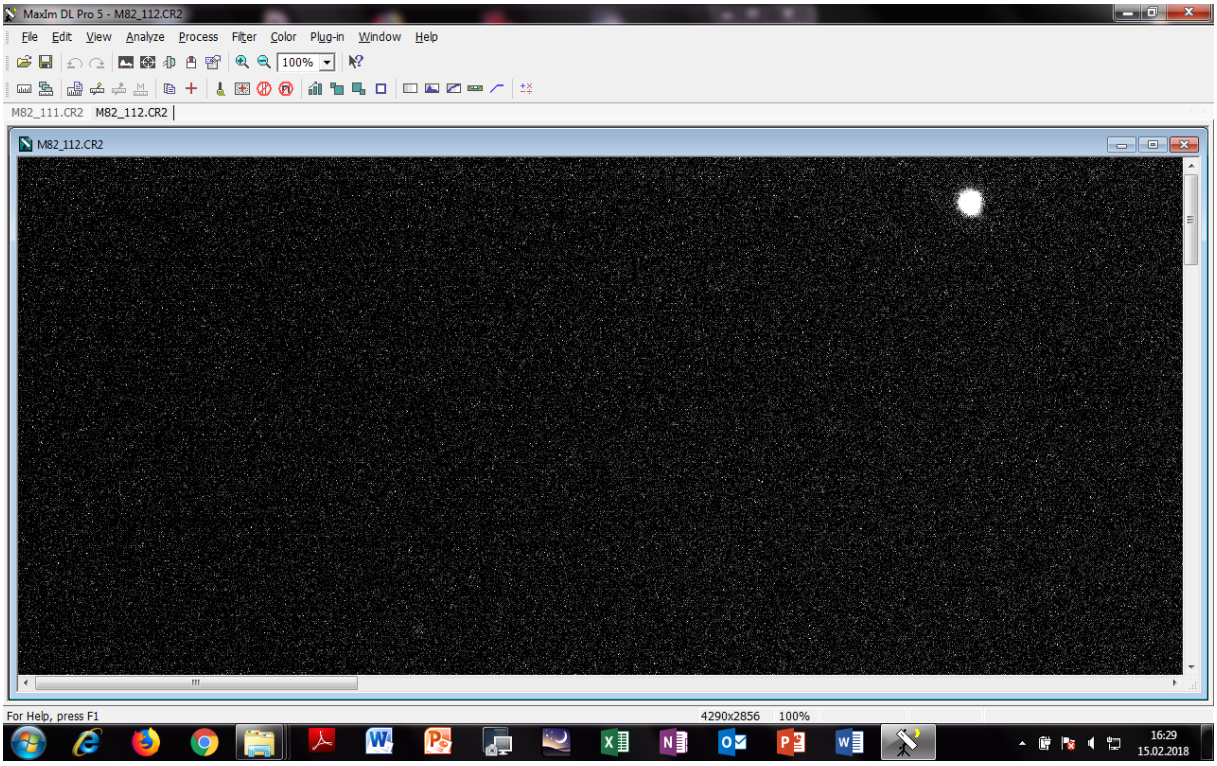


Abbildung 26: geöffnetes RAW-Image

Bild vorher → dann Einstellungen vornehmen

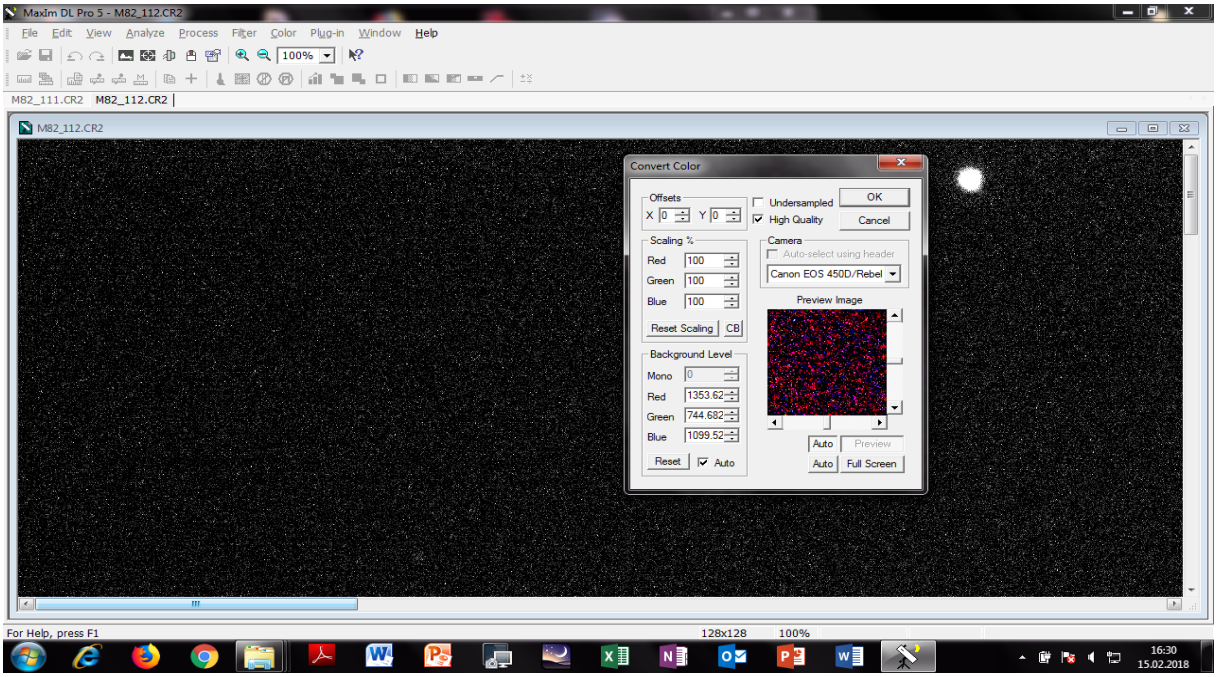


Abbildung 27: Einstellungen zum Konvertieren

Konvertieren →

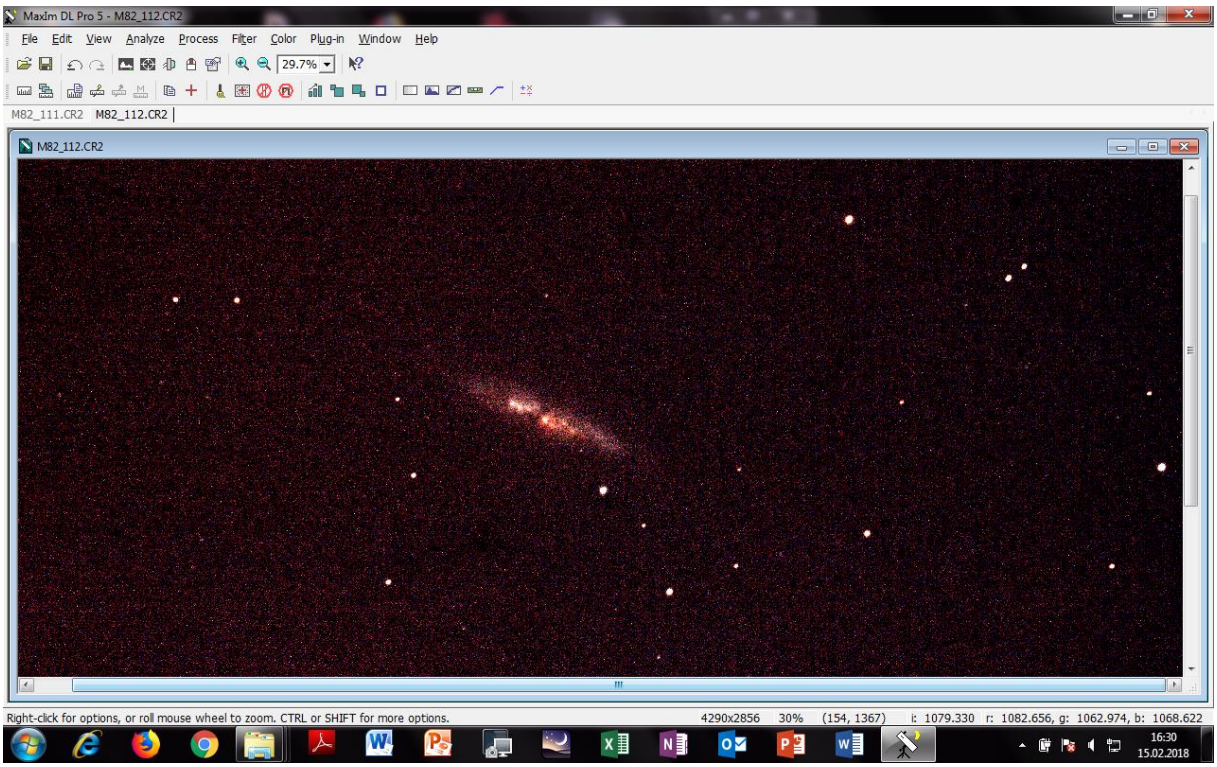


Abbildung 28: fertig in Farbe konvertiertes Bild

Nachdem alle Schritte abgeschlossen sind, erhält man ein solches Bild wie in Abbildung 20. Dieses Vorgehen fertigt man mit allen in Frage kommenden Bildern, welche weiterverarbeitet werden sollen, an. Sobald alle Bilder konvertiert sind, kann man noch die Farbeinstellungen etwas verstellen, um den Rotstich heraus zu bekommen (Abbildung: 20).

11.2 Stacking

Als nächstes haben wir alle farblich konvertierten Bilder genommen, um diese zu einem neuen Bild zusammenzufügen. Dafür haben wir erneut *MaximDL* verwendet und alle Bilder, die in Frage kommen, übereinander gelegt (= gestacked). Aber wie funktioniert das Ganze?

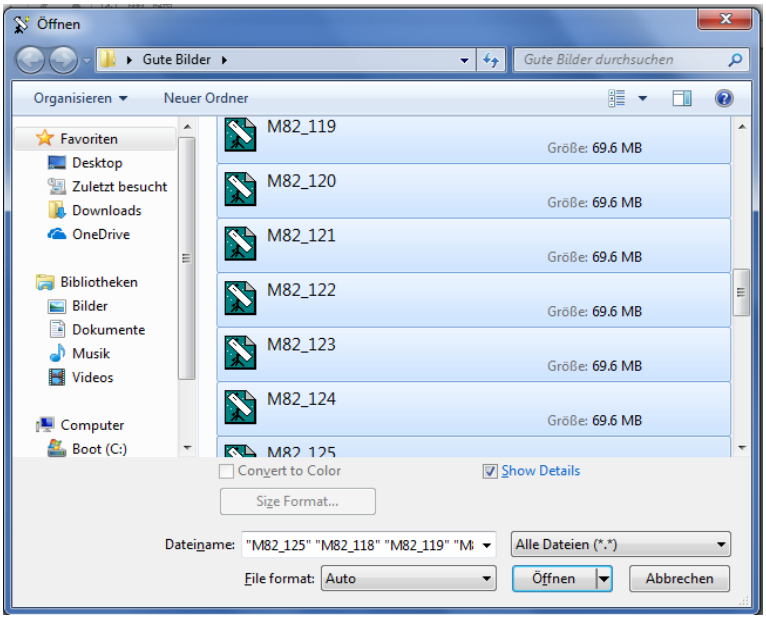


Abbildung 29: gewünschte Bilder auswählen um diese in MaximDL zu öffnen

Zunächst öffneten wir die Bild-Dateien in *MaximDL* , die wir verwenden wollten. Um ein gutes Ergebnis zu bekommen, mussten wir ca. 30 Bilder auswählen.

Sobald sich die Bilder geöffnet haben, konnten wir nun mit dem *Stacking* beginnen. Dafür mussten wir die Bilder noch einmal dem *Stacking* hinzufügen (Abblidung 21).

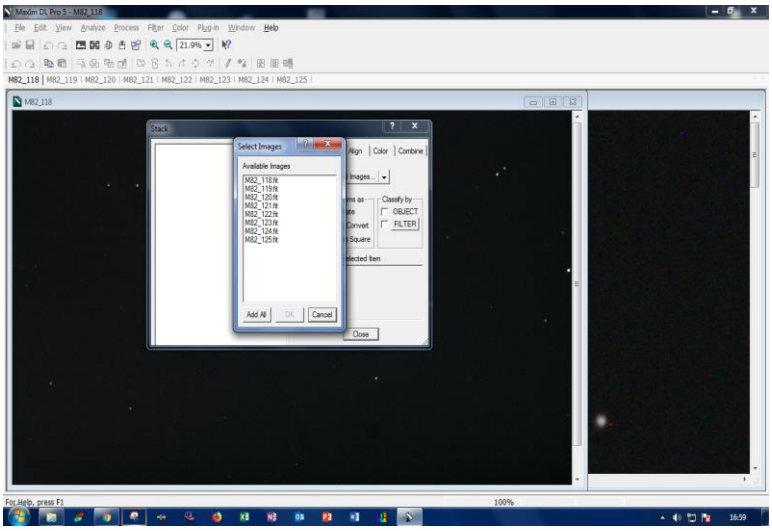


Abbildung 30: Bilder aus MaximDL dem Stacking hinzufügen

Die dann hinzugefügten Bilder haben in sich eine Verschiebung, welches durch die Erdrotation entsteht und somit können die Bilder nicht so leicht übereinander gelegt werden.

Um die Verschiebung der Zigarrengalaxie auszugleichen, gibt es eine spezielle Methode in *MaximDL,* die wir dann verwendet haben.

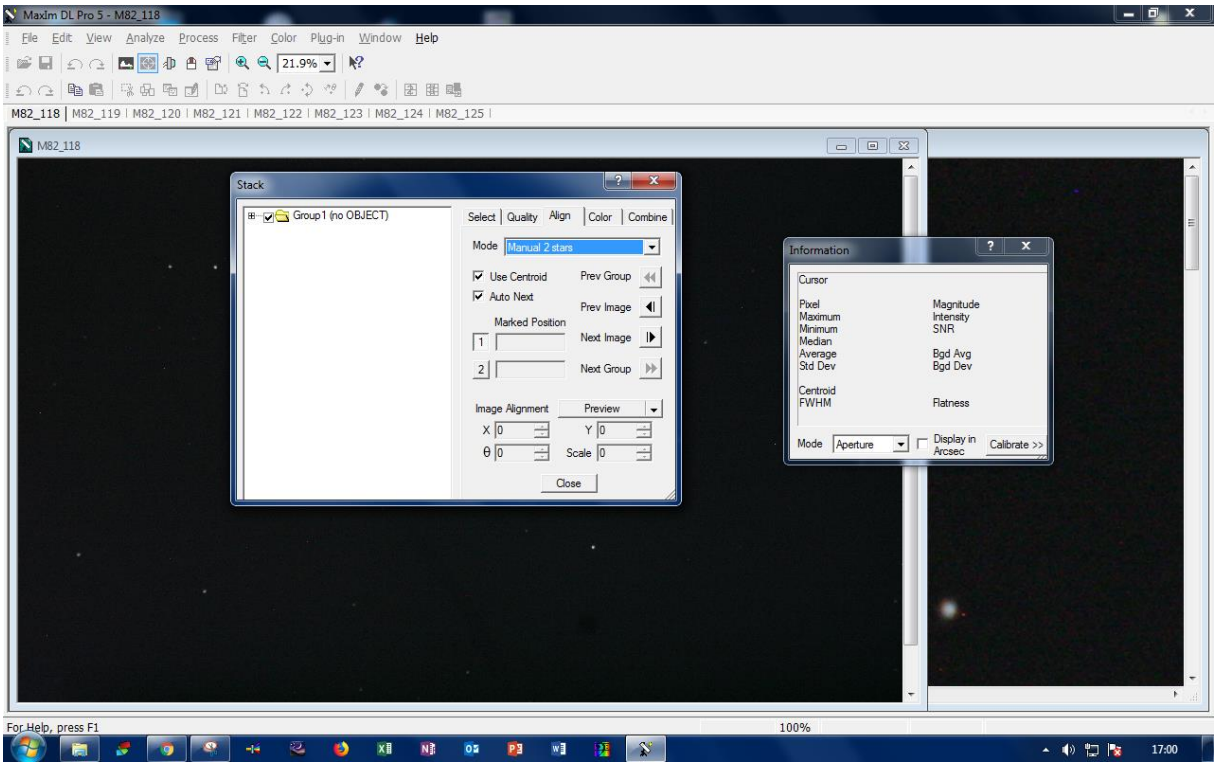
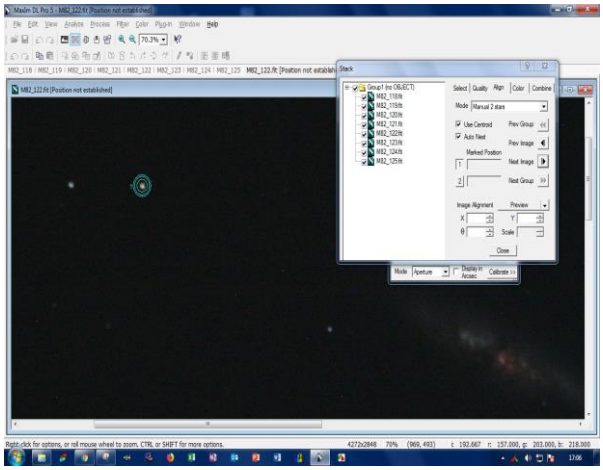
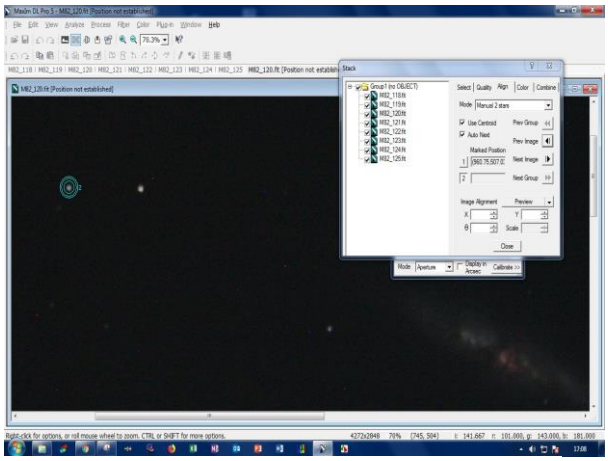


Abbildung 11: Auswahl der gewünschten Methode „Manuel 2 stars"

Um diese Methode anwenden zu können, mussten wir in den *Stacking- Einstellungen* unter *„Align"* den Modus zum Stacken auf „Manuel 2 stars" verändern. Bei dieser Funktion mussten wir in jedem Bild zwei Sterne auswählen, an dem sich das Programm orientieren konnte, um die Verschiebung auszugleichen. Zuerst haben wir den ersten Stern als Fixpunkt ausgewählt und sobald wir in jedem Bild diesen Stern angeklickt hatten, machten wir das Gleiche mit dem zweiten Stern.





Abbildungen 32+33: Auswahl von „Stern 1" & „Stern 2"

12. DeepSkyStacker - Stacking

am Beispiel M31

Ein weiteres Programm, um Bilder zu *stacken* ist der „DeepSkyStacker“. Das Verfahren, wie man hier stacked, ist ein wenig anders als bei *MaximDL.*

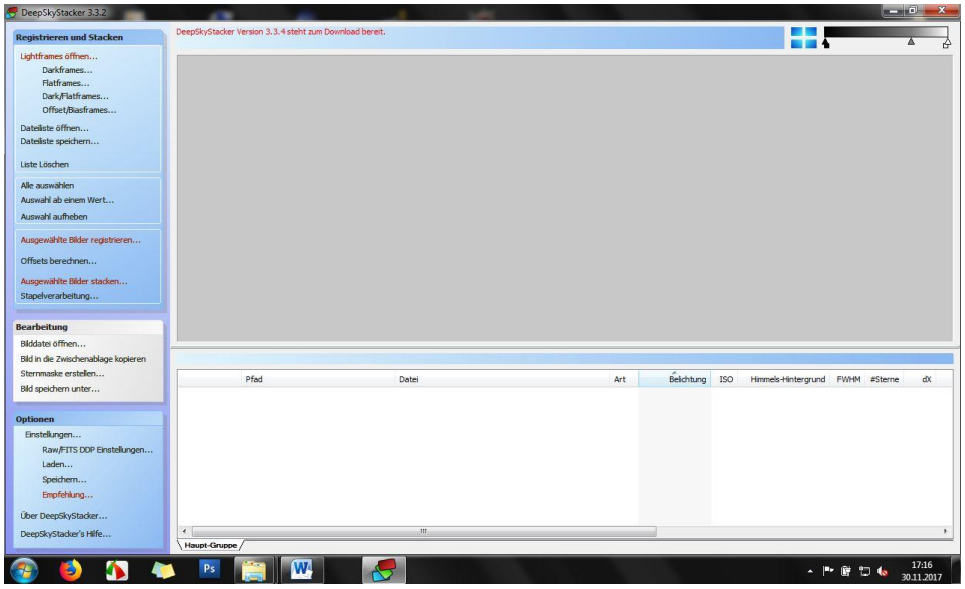


Abbildung 34: Startseite von DeepSkyStacker

Hier ist anders, dass man zu Beginn des Stackens anstelle von Bild- Dateien „Lightframes“ öffnet. Wenn man oben links auf *„Lightframes öffnen“* klickt, öffnet sich ein Fenster mit den vorhandenen Lightframes, welche wir stacken wollen.

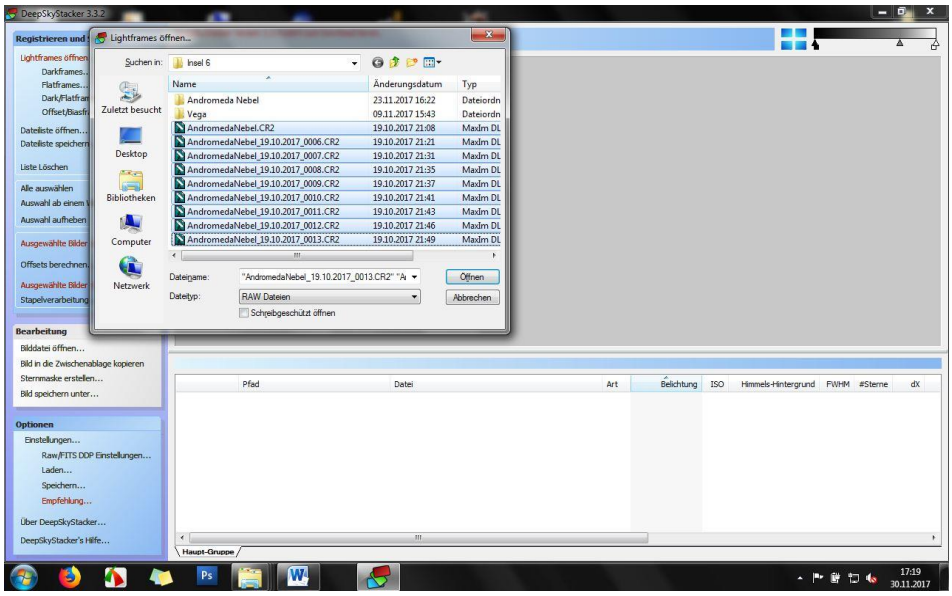


Abbildung 35: Auswahl der Bilder

Nachdem wir alle Bilder hinzugefügt hatten, mussten wir diese nun zur Registrierung beifügen, damit das Programm „DeepSkyStacker“ auch die ausgewählten Bilder weiterverarbeitet.

Es besteht nämlich auch die Möglichkeit, dass man Bilder in dem Programm öffnet, aber wenn diese nicht mit registriert sind, werden sie auch nicht mit in dem Stackingvorgang eingebunden.

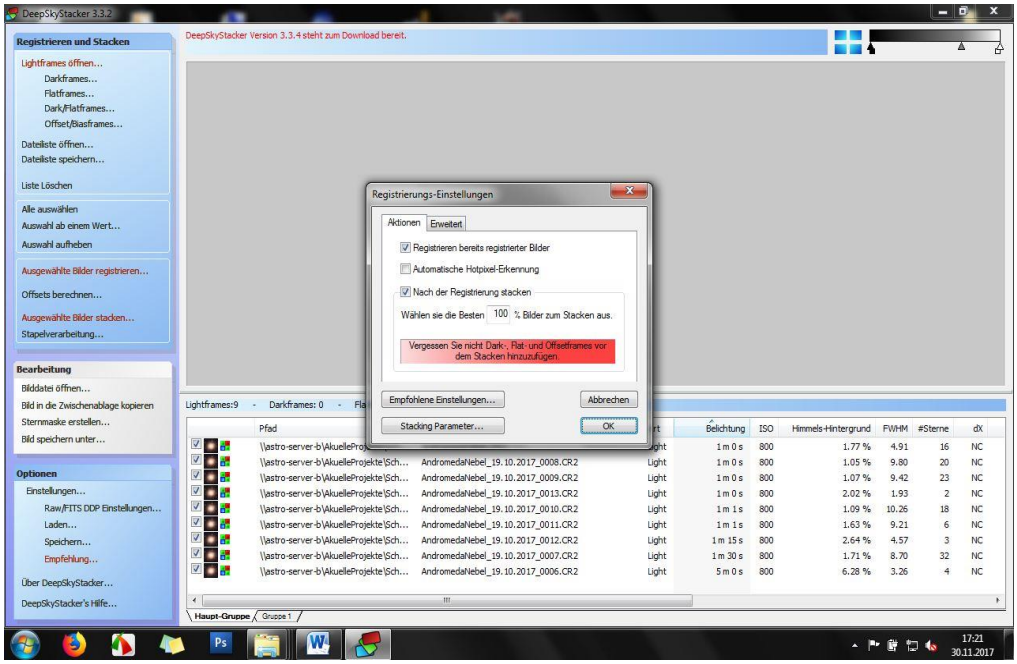


Abbildung 36: Bilder der Registrierung hinzufügen

Nachdem dies erfolgt ist, wurden uns die einzelnen Stacking-Schritte im Vorgang erläutert.

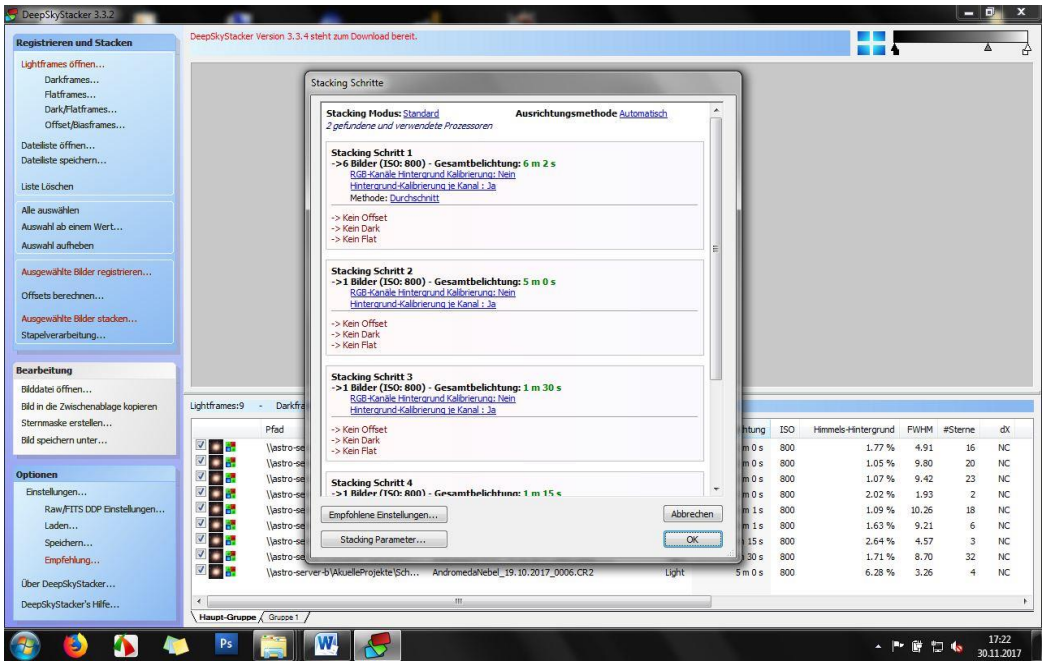


Abbildung 37: Die einzelnen Stacking-Schritte

Sobald alle Vorkehrungen abgeschlossen waren, konnte nun das Programm die Bilder zuerst registrieren und danach diese Stacken.

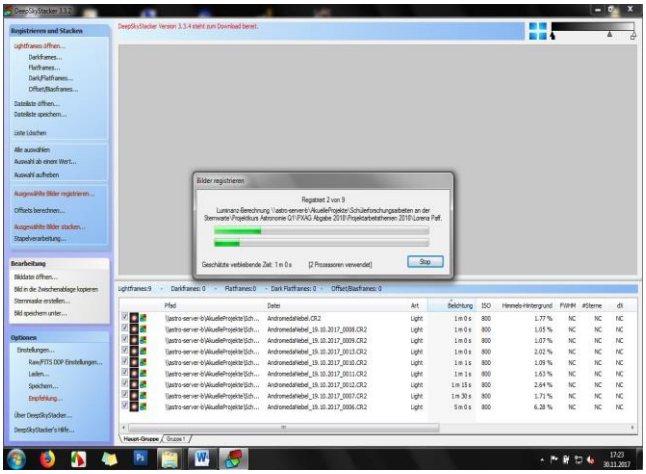


Abbildung 38: Fortschritt Registrierung

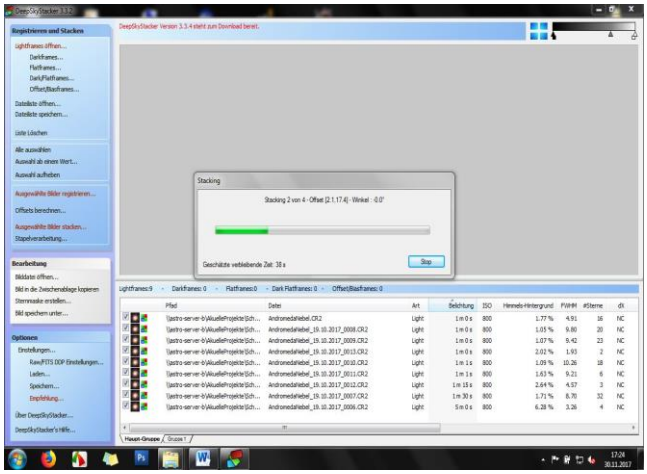


Abbildung 39: Fortschritt Stacking

Am Ende von den ganzen Prozessen, kam dann das finale Bild heraus, welches nun bereit war, fertiggestellt zu werden.

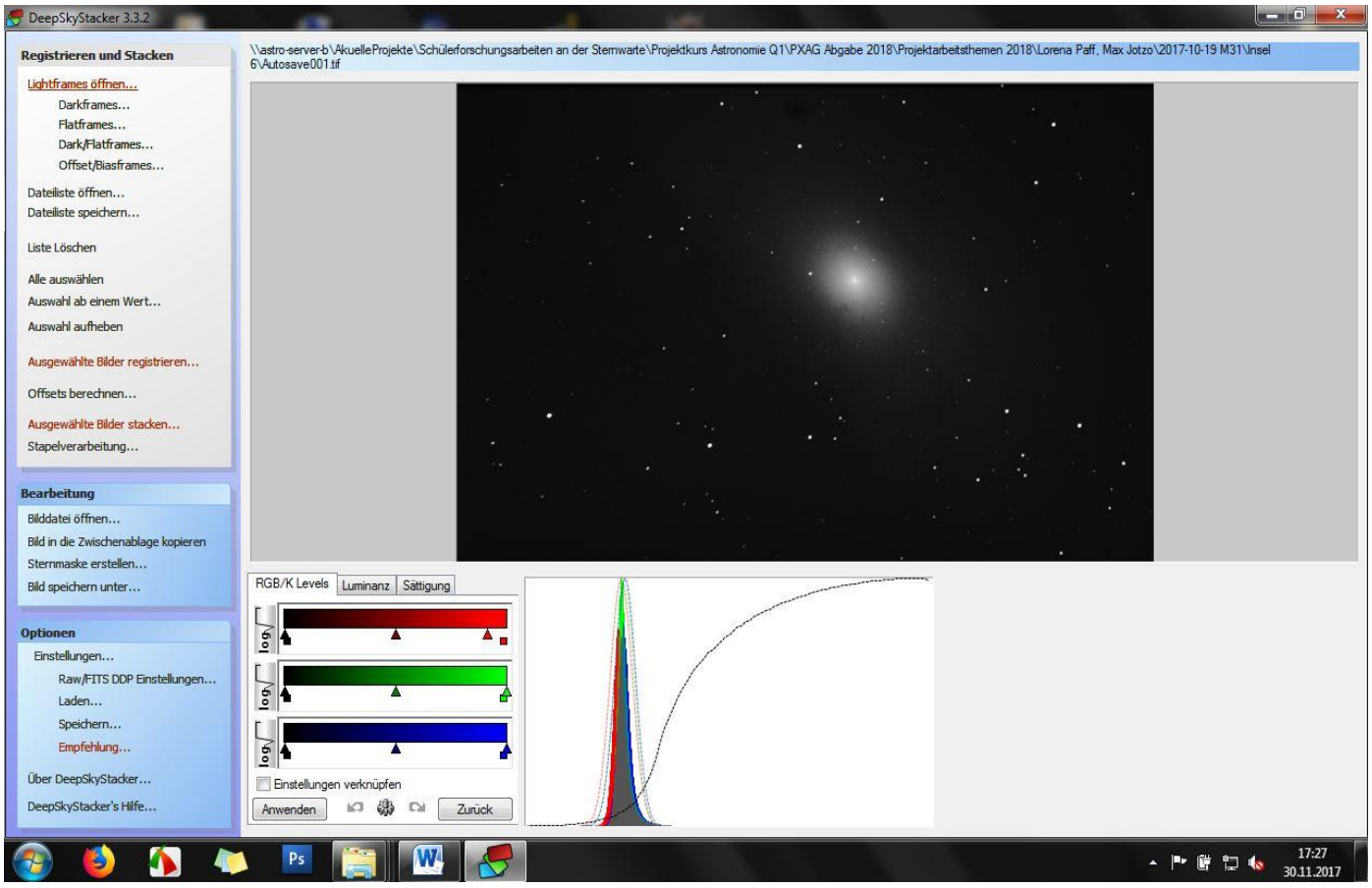


Abbildung 40: Ergebnis des Stackings

13. Auswertung des Andromeda-Nebels

Besondere Objekte innerhalb unserer Aufnahme:

Abbildung 41: Gesamtbild Andromeda-Nebel vom 19.10.2017 → Fokus auf Var 19 und G 114

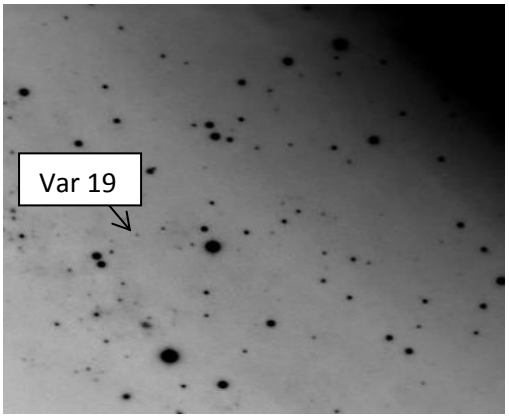


Abbildung 42 : Negativbild von Var 1

Classic LBV in M31 -- AF And in Eruption

ATel #10752; *R. M. Humphreys, C. E. Woodward (Univ. Minnesota), R. Mark Wagner (LBTO and Ohio State Univ.), J. C. Martin (Univ. Illinois, Springfield)*
on 15 Sep 2017; 14:23 UT
Credential Certification: Roberta Humphreys (roberta@umn.edu)

Subjects: Optical, Star, Transient, Variables

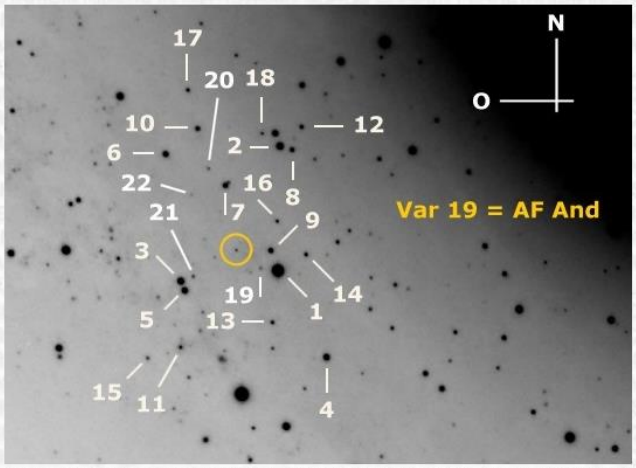
Tweet

A recent spectrum of the classic Luminous Blue Variable (LBV) AF And (J004333.08+411210.3 = Var 19) in M31 confirms that it has undergone a significant spectroscopic transition since 2015 October (see ATEL 10502). A moderate resolution spectrum was obtained on 28 Aug 2017 UT at the MMT on Mt. Hopkins, Arizona using the Blue Channel Spectrograph with the 500 line/mm grating. The spectrum reveals strong, narrow Hydrogen emission lines with prominent P Cygni absorption profiles and broad wings. Emission lines of Fe II with P Cygni profiles are present. The He I lines and Mg II 4481 are in absorption. Previous spectra observed in 2010 (see Fig. 5 in Humphreys et al. ApJ, 790, 48), 2013 and 2015 resembled an Of/late WN star with N III emission and strong He I emission. Its spectrum is now similar to that of a late B-type supergiant. These spectral changes correspond to a shift in its energy distribution to cooler temperatures likely due to enhanced mass loss and the formation of a cooler dense wind similar to other LBV/S Dor variables as first suggested by the visual brightening and redder color of AF And reported in ATEL 10383. The current spectrum and the spectra from 2010, 2013, and 2015 are at http://etacar.umn.edu/LuminousStars/M31M33/M31stars.html . AF And slowly increased in apparent brightness from 2014 but since May 2017 it has shown very little change in magnitude or color. On Aug 23 it was V = 16.2 with B-V = 0.15. See https://go.uis.edu/m31m33photcat .

Abbildung 43: Erläuterung zu *Var 19*

Ein weiteres - genau untersuchtes - Feld liegt ziemlich genau östlich des Zentrums von M31 (Feld 02). Dort findet man den hellsten Einzelstern des Andromedanebels, Hubbles Variablen Nr. 19, der bei maximaler Helligkeit mit größeren Teleskopen auch visuell beobachtbar ist .

V 19 ist identisch mit AF And, einem unregelmäßig Veränderlichen der S Doradus Klasse (LBV = Luminous Blue Variable), dessen Helligkeit zwischen ca. 13m3 und 17m5 schwankt. Die Helligkeiten der Vergleichssterne gibt nebenstehende Tabelle (nach Hubble+Sandage, 1953). Es sind ebenfalls fotografische Blauhelligkeiten.



Stern	[mag]	Stern	[mag]
1	13.13	12	16.33
2	14.65	13	16.65
3	14.68	14	16.83
4	15.04	15	16.96
5	15.40	16	17.03
6	15.55	17	17.05
7	15.71	18	17.07
8	15.89	19	17.47
9	16.20	20	17.61
10	16.23	21	17.98
11	16.30	22	18.62

http://www.baader-planetarium.de/projekt-andromeda/htm/n-andromeda_grenzgroesse.htm

Abbildung 44: Var 19 und Vergleichssterne

Während wir nach Objekten in unserer Andromeda-Nebel-Aufnahme vom 19. Oktober 2017 Ausschau gehalten haben, fanden wir den Stern Var 19 und den Kugelsternhaufen G114.

Der Stern Var 19 hatte zu der Zeit der Aufnahme einen seltenen Helligkeitsausbruch, der im August 2017 begann und bis zum 19. Oktober 2017, zum Zeitpunkt unserer Aufnahmen, anhielt.

Weiterhin endeckten wir in unseren Aufnahmen auch den Kugelsternhaufen G114, mit einer Helligkeit von 16,080 Magnituden.

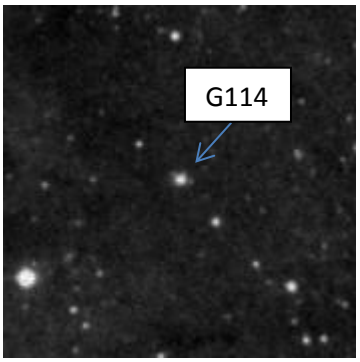


Abbildung 45: Nahaufnahme von G 114: http://www.andromedagalaxie.de/html/m31_kugelsternhaufen2.htm

14. Zigarrengalaxie im Vergleich

Nun werden wir die fertig bearbeitete Aufnahme von der Zigarrengalaxie mit einer professionellen Fotografie von der NASA vergleichen und nachschauen, wie gut unsere Aufnahme ist und was genau nicht so gut zu erkennen ist.

Abbildung 46: Aufnahme der Zigarrengalaxie vom 15.03.2018

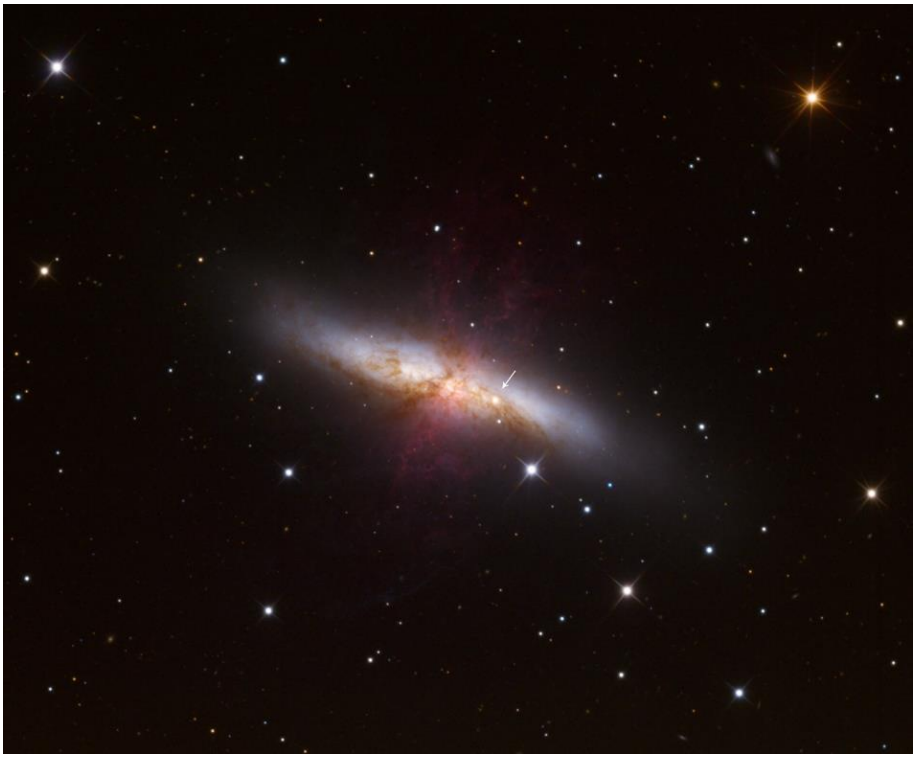


Abbildung 47: https://apod.nasa.gov/apod/ap140124.html (SN2014J)

Diese beiden Aufnahmen sind aus einer ähnlich weit entfernten Perspektive aufgenommen worden. Dabei kann man erkennen, dass bei unserer Aufnahme das Zentrum der Galaxie aufgrund der enormen Leuchtkraft der vielen Sternentstehungsgebieten, sichtbar ist. Außerdem kann man eine leicht bläuliche Färbung erkennen, welche durch den Starbust der Galaxie zustande kommt. In der professionelleren Aufnahme leuchtet das Zentrum stärker und die Galaxie ist viel blauer gefärbt. Weiterhin kann man aber auch noch bei der NASA-Aufnahme den Gasausstoß erkennen, welcher aus dem Zentrum hervorkommt. Solch ein Gasausstoß ist bei unserer Aufnahme fast gar nicht zu erkennen. Hinzu kommt, dass unser aufgenommenes Zentrum viel orangener erscheint, als dasjenige von der NASA. Außerdem sind bei uns die Gaswolken, die vor allem um das Zentrum herum sind, bräunlich, anstatt rötlich.

In der professionelleren Aufnahme wurde eine Supernova gekennzeichnet, diese Supernova können wir nicht mehr in unserer Aufnahme finden.

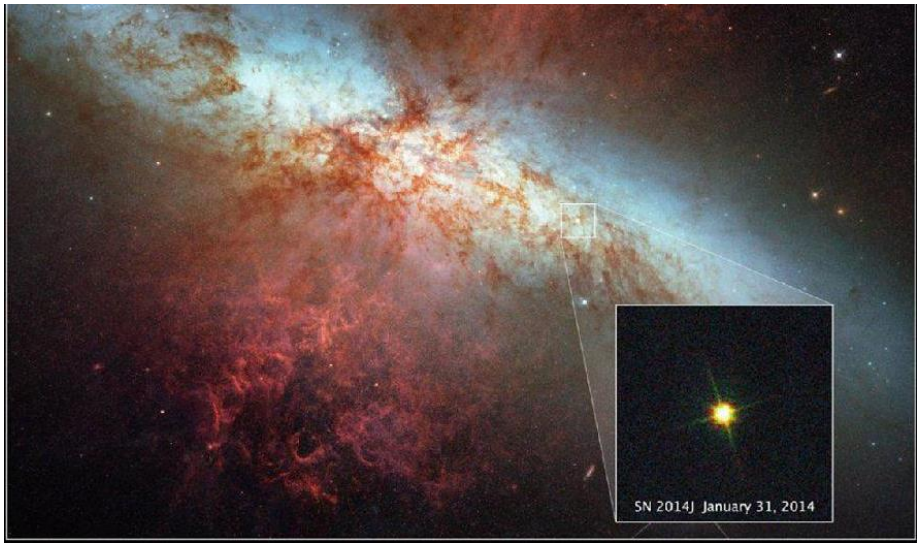


Abbildung 48: M82 (SN2014J): http://www.fr.de/wissen/astronomieraumfahrt/supernova-in-m82-hubble-und-spitzer-beobachten-supernova-a-615840

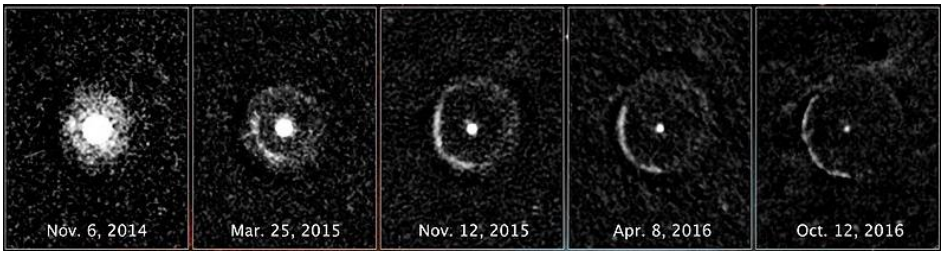


Abbildung 49: SN2014J: https://en.wikipedia.org/wiki/SN_2014J

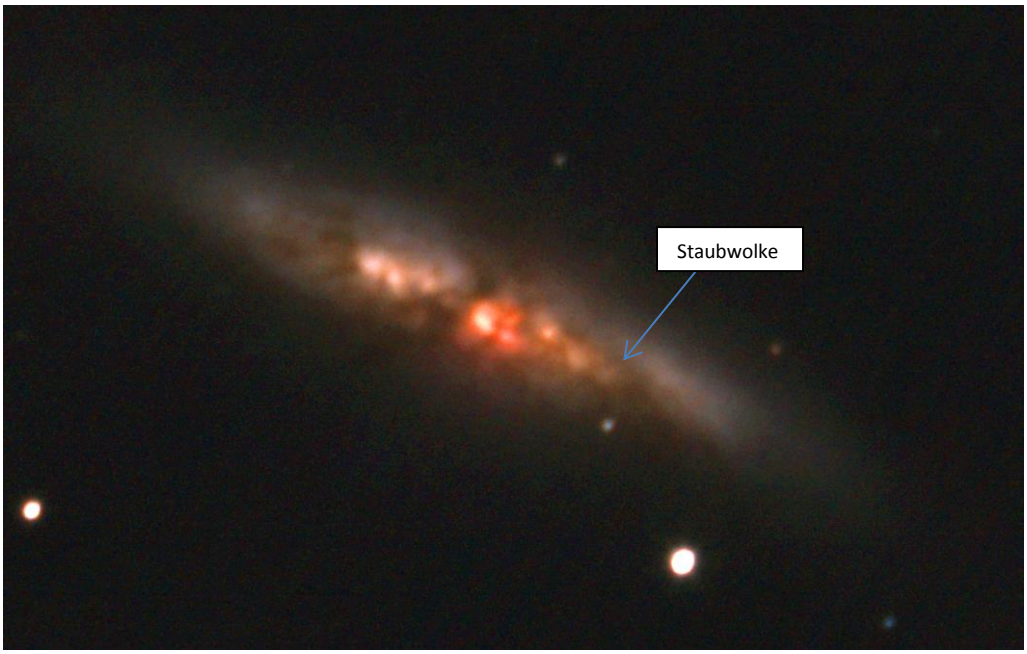


Abbildung 50: Vergrößerung der Zigarrengalaxie (Staubwolke)

In unserer Aufnahme ist nur eine Staubwolke zu erkennen, da der Supernova mittlerweile lichtschwach geworden ist.

Diese Supernova gehört dem Typen *Ia* an und wurde am 10. Dezember 2013 entdeckt. SN2014J war bis 2018 der nächstgelegene Supernova des Typs. Die Supernova befindet sich in einer Rektaszension von 9 Stunden 55 Minuten und 42,217 Sekunden und in einer Deklination von 69° 40` 26,56``.

Zudem kann man viele Sterne, die zur Milchstraße gehören, in der NASA-Aufnahme sehen, welche auch in unserer Aufnahme erkennbar sind. Dabei ist auch bei unserer Aufnahme eine Rotfärbung des Sternes Im Nordosten zu sehen (rechts oben) wie es auch deutlich in der NASA- Aufnahme zu erkennen ist.

Für unsere Möglichkeiten mit der Nutzung der Sternwarte mit dem C-11-Hyperstar-Teleskop ist unsere Aufnahme von M82 nicht so detailgetreu wie bei der NASA-Aufnahme, jedoch kann man vieles auf unserer Aufnahme wiedererkennen.

15. Fazit der Projektarbeit

Insgesamt konnten wir viel Wissen schon im Voraus neu erlernen und verstehen, vor allem über das Equipment für die Beobachtung und auch über dessen Nutzung, genauso wie über verschiedene Himmelskörper und weiterer Deep-Sky-Objekte. Zudem bekamen wir einen Überblick über die Programme, die wir beim „Stacken“, dem Überlagern, der Bearbeitung benutzen mussten. Dies half uns später enorm für die Erarbeitung für das Thema der Galaxienfotografie. Das Arbeiten an der Projektarbeit fing zu Anfang sehr gut für uns an. Da unser Thema über die Galaxienfotografie ist, nutzten wir den allerersten möglichen Beobachtungsabend am 19.10.2017. An diesem Abend waren super Beobachtungsmöglichkeiten, sodass wir den Andromeda-Nebel mit ausgesprochenem gutem Ergebnis fotografieren konnten. Wir waren über den ersten Erfolg sehr überrascht und wollten direkt die nächsten Beobachtungsnächte an weiteren Galaxien verbringen und diese aufnehmen. Doch leider spielten die Wetterverhältnisse viele weitere Male nicht mit, sodass wir keine Möglichkeiten hatten unseren praktischen Teil der Projektarbeit weiterzuführen. Als es dann ab dem 15.03.2018 wieder klare Nächte gab, konnten wir nach vorherigen Versuchen, welche aufgrund von nicht optimalem Wetter nur Versuche blieben, endlich eine weitere Galaxie, die Zigarrengalaxie fotografieren. Diese nicht nutzbare Zeit für die Fotografie veränderte unsere Projektarbeit. Nun handelt unsere Projektarbeit nicht mehr über mehrere, verschiedene Galaxien, sondern wir spezialisieren uns nur auf zwei Galaxien, zum einen auf den Andromeda-Nebel und zum anderen auf die Zigarrengalaxie. Die Bearbeitung der Fotografien der Galaxie ist uns anfangs etwas schwer gefallen, da die viele unterschiedliche Funktionen in den Programmen verwirrend erscheinen, doch bei weiterer Einarbeitung und ein bisschen Übung, stellte dieser Teil kein Problem dar, wodurch wir gute Ergebnisse entstanden ließen. Die Auswertung wurde zum aufwendigsten Projektteil, jedoch auch zu dem interessantesten. Es nahm Zeit in Anspruch, jedoch waren wir vor allem über den gefundenen Stern des Andromeda-Nebels über unsere Ergebnisse erfreut.

Das Erstellen der Projektarbeit war problemlos. Wir hatten uns die verschiedenen, zu bearbeitenden Themen gut aufgeteilt und erledigten dies ohne großen Zeitdruck. Jedoch war es umständlich, dass wir das Schreiben nicht auch während der Unterrichtszeit erledigen konnten, weil durch die verschiedenen alten Microsoft Word-Programme, die Dokumente nicht auf den Computer zu Hause übertragen werden konnten.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass wir mit unseren Ergebnissen und unserer fertigen Projektarbeit durchaus zufrieden sind, auch wenn wir uns leider auch nur mit zwei Galaxien beschäftigt haben. Dennoch sind beide Galaxien mit einer guten Fotografie festgehalten worden.

16. Danksagung

Zum Schluss möchten wir uns einmal bei allen bedanken, die uns bei dieser Projektarbeit unterstützt und uns bei Schwierigkeiten geholfen haben. Dabei geht unser besonderer Dank an Herrn Koch, der uns vor allem bei Rat und Tat beiseite stand. Ohne ihn wäre diese Projektarbeit gar nicht entstanden, da er uns erst viele verschiedene Grundlagen über das Universum beibrachte. Ebenso erklärte er uns die verschiedenen Geräte des Equipments und dessen Umgang sowie die Programme für die Vorbereitung eines Beobachtungsabends und für das Bearbeiten. Ohne dem hätten wir nun nicht diese Projektarbeit verfassen können.

Zudem danken wir Herrn Winkhaus, da wir durch ihn erst auf den Astronomie-Projektkurs aufmerksam geworden sind und ihn, genauso wie auch Herrn Koch, sehr interessant präsentierte und auch bei Nachfragen behilflich sein konnte.

Weiterhin danken wir der Schule, dem Carl-Fuhlrott-Gymnasium, welche uns die Sternwarte ermöglicht und zur Verfügung gestellt hat, wodurch uns das Arbeiten an einer Projektarbeit im spezifischen Fachgebiet Astronomie angeboten wurde.

Ein weiterer Dank geht an die Schüler und Schülerinnen unseres Projektkurses, die bei Momenten, in denen wir Hilfe benötigten, immer versucht haben zu helfen, damit wir weiter arbeiten können und nicht daran gehindert wurden. Außerdem war das Arbeitsklima sehr gut, sodass das Arbeiten Spaß gemacht hat.

17. Abschlusserklärung

Hiermit versichern wir, dass diese Arbeit selbstständig angefertigt, keine Anderen als die von uns angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und die Stellen der Projektarbeit, die im Wortlaut oder dem Inhalt nach aus anderen Werken entnommen wurden, in jedem Fall mit genauer Quellenangabe kenntlich gemacht haben.

Wir sind damit einverstanden, dass die von uns verfasste Verschriftlichung der Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird.

Lorena Paff, 30.05.2018 Maximilian Jotzo, 30.05.2018