

Fokussieren

Ein gut fokussiertes Teleskops ist von essentieller Bedeutung für jede erfolgreiche Beobachtung. Insbesondere wenn Deep-Sky-Aufnahmen erstellt werden sollen ist eine sorgfältige Fokussierung unerlässlich. Mit ein wenig Übung lässt sich der optimale Fokus innerhalb weniger Minuten finden. Die folgende Anleitung soll dabei Hilfestellung leisten.

Prinzipielles

Die Fokussierung des Teleskops erfolgt über einen Okularauszug, welcher sowohl manuell als auch über das OMS gesteuert werden kann. Da der Okularauszug naturgemäß einen begrenzten Verstellweg (33mm) hat können unterschiedliche Adapter (M68) am Okularauszug montiert werden, sodass man mit den verschiedensten Instrumenten in den Fokus kommt.

Berechnung des idealen Adapters

Der Backfokus des Teleskops liegt 147 mm hinter dem Okularauszug. Der verwendete Zeiss-Schnellwechsler hat einen Backfokus von 25 mm. Die Länge des idealen Adapters D errechnet sich dementsprechend wie folgt:

$$D = 147 - 25 - 33/2 - C,$$

wobei C der Backfokus des jeweiligen Instrumentes ist. Die STF-8300 zusammen mit allen Anbauten hat einen Backfokus von 57.5 mm. Der ideale Adapter für die STF-8300 ist daher 50mm lang.

Erfahrungswerte in Bezug auf die Fokussierung:

Instrument	Adapter [mm]	Position des Okularauszugs [μm]
QHY600M	20+10	16900
SFT-8300	20+10	9500
Canon 700D	20+10	13000
Baches + QHY268M	10	15000
Baches + QHY268M + Barlow	20	17500
DADOS + QHY268M	0	5000
Hyperionokular: 36mm	80	14500
Hyperionokular: 22mm	80	
Hyperionokular: 13mm	80	25200
Canon + Superzoom	80	19550

Manuell



Fig. 1: Handterminal für den Okularauszug

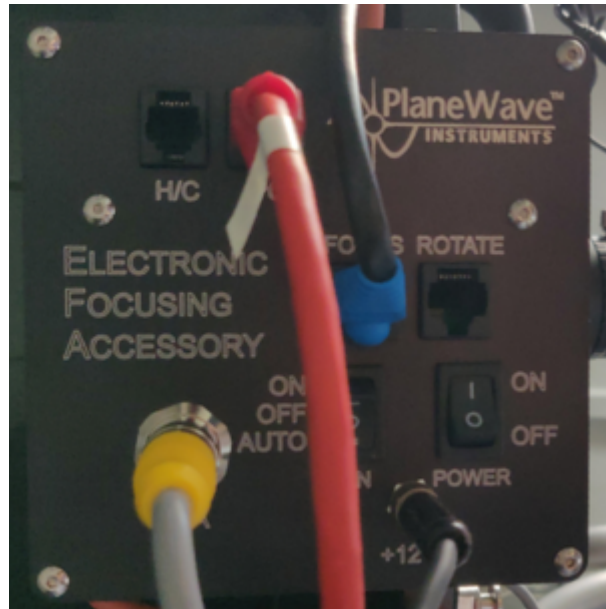


Fig. 2: Die Kontrollbox des Okularauszugs

Für die manuelle Bedienung des Okularauszugs steht ein Handterminal zur Verfügung ([figure 1](#)), welches sich im Rollcontainer in der Kuppel befindet. Das Handterminal wird an den schwarzen Kasten mit der Bezeichnung *Electronic Focusing Accessory* an der Rückseite des Teleskops montiert. Das Kabel des Handterminal wird dazu einfach in den Port mit der Bezeichnung *H/C* gesteckt (siehe [figure 2](#)), während das Handterminal als solches an einen silbernen Bolzen in der direkten Nähe des schwarzen Kastens gehängt werden sollte. Hierbei muss beachtet werden, dass das Handterminal nur relativ locker auf dem Bolzen sitzt und daher bei weiten Bewegungen des Teleskops die Gefahr besteht, dass dieses herunter fällt. **Bei montiertem Handterminal ist die Steuerung über das OMS nicht möglich**, daher ist das Handterminal normalerweise nicht am Teleskop verbaut.

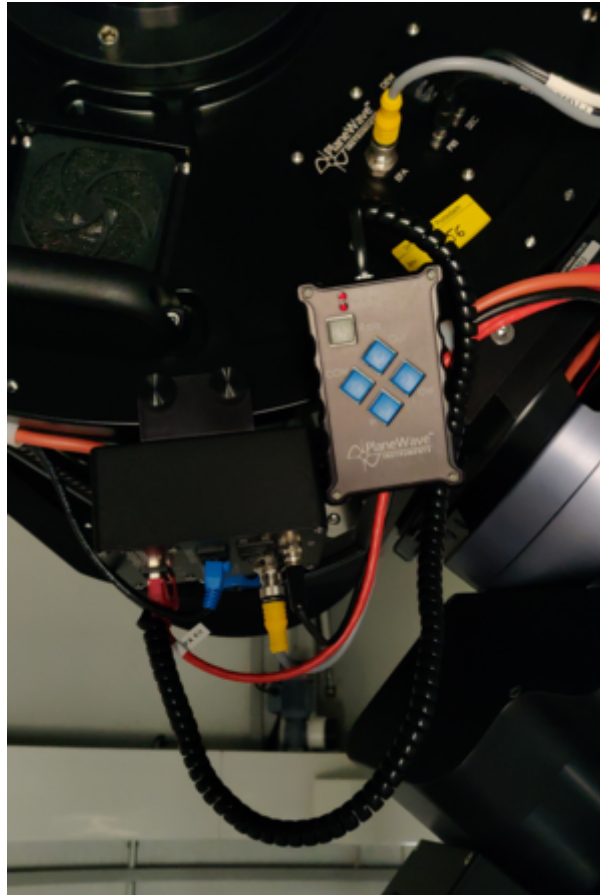
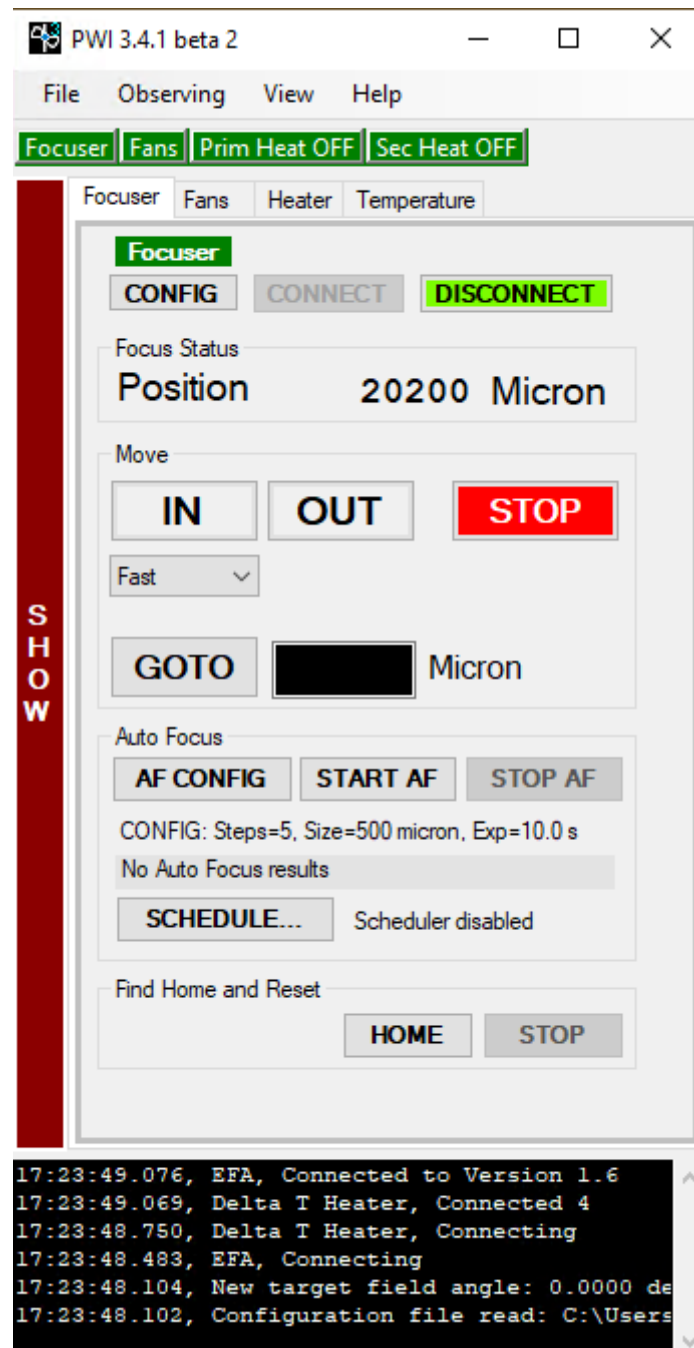


Fig. 3: Rückseite des Teleskops mit montiertem Handterminal

Über die Buttons In und Out des Handterminals kann der Okularauszug rein und raus gefahren werden. Die übrigen Knöpfe sind für einen Derotator, den unser Teleskop nicht benötigt. Daher sind diese Knöpfe ohne Funktion.

Observatory Management System (OMS)

Die Fokussierung mittels des OMS erfolgt über das Programm *PW/3*, welches neben der Fokussierung auch die Regelung der Lüfter und der im Teleskop verbauten Heizungen übernimmt. Die letzten beiden Punkte sind im Artikel [Temperaturregulation](#) näher beschrieben.



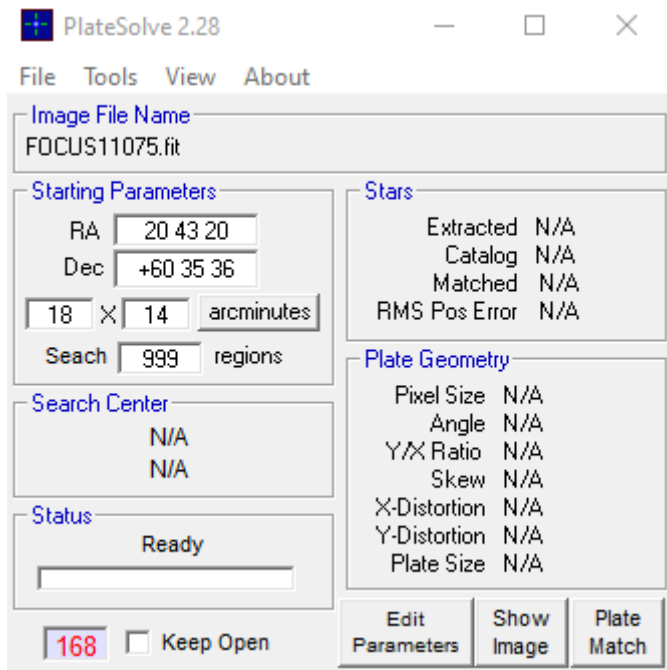
Die Bedienung des Okularauszugs ist im Grunde selbsterklärend. Die aktuelle Position ist in dem Feld Focus Status zu finden, während man den Okularauszug über die Schaltflächen IN und OUT fahren kann. Als Geschwindigkeit lässt sich Fast, Slow und Increment über ein Drop-down-Menü auswählen. Eine spezifische Position lässt sich über das GOTO-Menü anfahren, während eine laufende Bewegung sich über die Schaltfläche STOP jederzeit beenden lässt. Der zeitliche Verlauf der Temperatur des Hauptspiegels, der Halterung des Hauptspiegels, des Sekundärspiegels und der Umgebungstemperatur kann über die Schaltflächen SHOW bzw. HIDE ein und ausgeblendet werden.



Autofokus-Funktion

PWI3 bietet auch die Möglichkeit eine automatische Fokussierung durchzuführen. Hierfür verbindet sich PWI3 zu [MaximDL](#), um darüber die nötigen Aufnahmen zu erstellen. Bevor man die automatische Fokussierung startet, muss also zuerst die Kamera im *MaximDL* eingebunden werden. Durch ein Klick auf AF CONFIG können die Einstellungen angepasst werden. Zu den wichtigen Einstellungen zählen die Step Size (micron), welche die Schrittweite in Mikrometer definiert, die der Okularauszug bei jedem Fokussierschritt fahren soll. Steps (Image Count) ist die Zahl der Fokussierschritte, die vom Okularauszug durchgeführt werden und gleichzeitig die Zahl der Bilder, die aufgenommen werden sollen. Die Belichtungszeit in Sekunden muss bei Exposure length (sec) angegeben werden. Bisher haben sich folgende Einstellungen bewährt:

Step Size (micron)	= 150
Steps (Image Count)	= 17
Exposure length (sec)	= muss je nach Objekt gewählt werden



Nachdem man den Autofokus gestartet hat, wird *PW13* die einzelnen Fokussierschritte durchführen, den Okularauszug um die Step Size weiter fahren und dazu jeweils eine Aufnahmen erstellen. Im Anschluss wird *PW13* das Programm *PlateSolve* (siehe oben) starten, was jedes einzelne Bild analysiert, dort nach Sternen sucht, den Durchmesser dieser Sterne sowie eine Abschätzung für den Fokus ermittelt. Dies wird dann in einer Tabelle aufgelistet. Durch einen Klick auf Show Graph kann man sich das Ergebnis noch visualisieren lassen. Es wird dann der ermittelte Sterndurchmesser über die Position des Okularauszugs dargestellt. Im Idealfall folgt diese Darstellung einer V-Kurve, die ebenfalls in die Daten gefittet wird.

Im folgenden zeigen wir ein Beispiel für einen erfolgreichen sowie einen fehlgeschlagenen Autofokusbuchlauf.

Erfolgreicher Autofokus:

	File Name	Focus	Diam	Stars	
1	FOCUS089491.RI	8941	28.89	5	Use?
2	FOCUS089494.RI	8943	18.34	6	Use?
3	FOCUS089790.RI	9790	14.48	4	Use?
4	FOCUS089948.RI	9948	14.48	4	Use?
5	FOCUS102091.RI	10291	12.74	4	Use?
6	FOCUS102405.RI	10245	10.82	4	Use?
7	FOCUS103305.RI	10330	8.9	5	Use?
8	FOCUS105411.RI	10541	7.67	4	Use?
9	FOCUS105951.RI	10591	6.35	5	Use?
10	FOCUS108448.RI	10848	5.9	5	Use?
11	FOCUS109988.RI	10988	6.77	4	Use?
12	FOCUS111448.RI	11148	7.67	4	Use?
13	FOCUS112811.RI	11281	9.71	4	Use?
14	FOCUS114488.RI	11448	11.63	4	Use?
15	FOCUS115988.RI	11588	13.95	4	Use?
16	FOCUS117411.RI	11741	16.82	4	Use?
17	FOCUS118988.RI	11888	17.78	4	Use?

Through-Focus Graph

Region: UL LM UR ML M MR LL LM LR Full Image

Scale Using: All Points Selected Points

Focus Pos: 10791

CCD Image 183

Tabelle mit den Ergebnissen

Plot der die Qualität des Fokus zeigt (V-Plot)

Ergebnis: gut fokussierter Stern

Fehlgeschlagener Autofokus:

	File Name	Focus	Diam	Stars	
1	FOCUS085250.RI	8250	0	0	Use?
2	FOCUS085750.RI	8750	0	0	Use?
3	FOCUS085250.RI	8250	0	0	Use?
4	FOCUS085750.RI	8750	0	0	Use?
5	FOCUS087250.RI	7250	36.82	3	Use?
6	FOCUS087750.RI	7750	51.73	2	Use?
7	FOCUS085250.RI	8250	23.78	3	Use?
8	FOCUS085750.RI	8750	13.95	4	Use?
9	FOCUS085250.RI	8250	8.93	5	Use?
10	FOCUS085750.RI	8750	4.9	10	Use?

Through-Focus Model

Over Entire Image

Best Focus: 9901.2

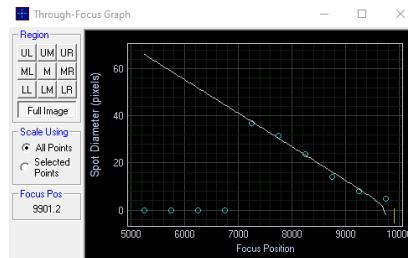
Spot Diameter: N/A

Focus Tolerance: N/A

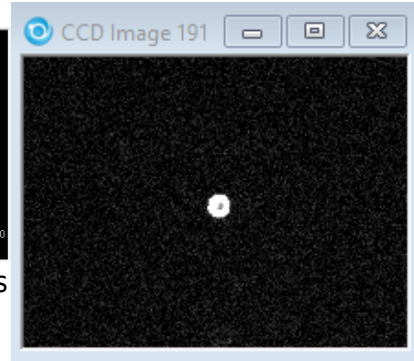
Best Focus Positions (Pixel): -9900 9900 -9900 -9900 74.8 -9900 -115 75.2 -9900

Minimum Star Diameter: 0 0 0 0 N/A 0 4.65 N/A 0

Tabelle mit den Ergebnissen



Plot der die Qualität des Fokus zeigt (V-Plot)



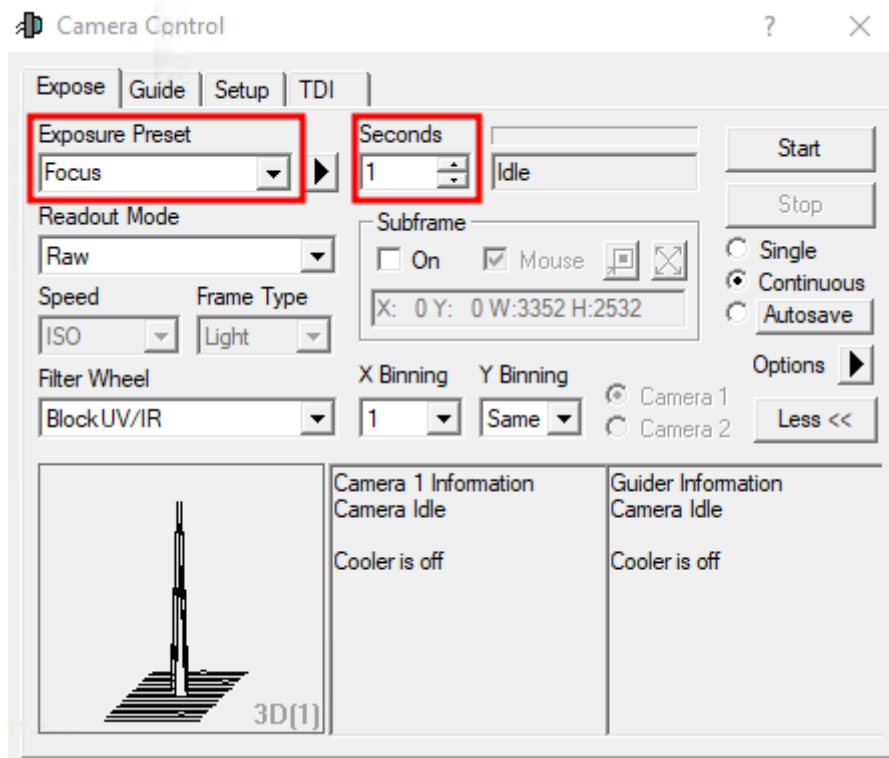
Ergebnis: schlecht fokussierter Stern

Es gibt verschiedene Gründe warum der Autofokus fehlschlagen kann. Dazu zählt unter anderem, dass der ideale Fokus gar nicht in dem Bereich liegt, der im Rahmen des Autofokus abgefahren wird. Es empfiehlt sich daher das Teleskop vorher grob per Hand zu fokussieren. Des Weiteren kann es sein, dass keine Sterne gefunden werden und daher die Qualität des Fokus nicht abgeschätzt werden kann. Ein Grund hierfür wiederum kann sein, dass beim Setup die Option Use a Subframe, Central 1/4 pixels ausgewählt wurde und im Zentralbereich kein Stern zu finden ist.

Mittels MaximDL

Alle unsere SBIG-CCD-Kameras können sowohl über *CCDOPS* als auch *MaximDL* gesteuert werden. Hier konzentrieren wir uns zunächst auf *MaximDL*, bevor wir weiter unten auf *CCDOPS* eingehen werden. Die wichtigsten Funktionen von *MaximDL* wurden bereits im Hauptartikel zu [MaximDL](#) eingeführt.

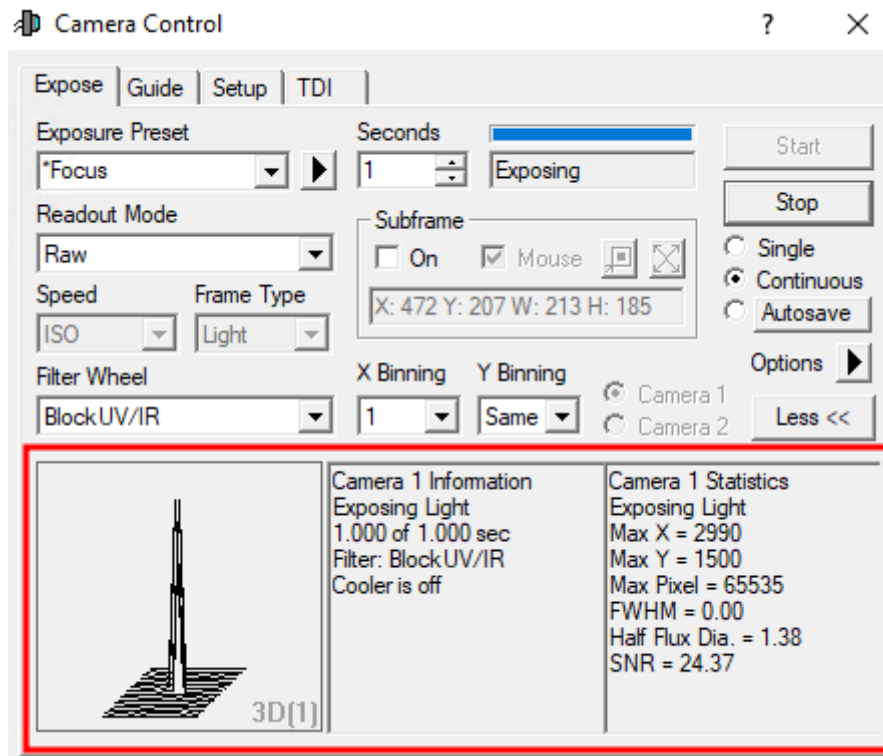
Zum Fokussieren nutzt man am besten das *Exposure Preset Focus*, welches über das entsprechende Drop-down-Menü im *Exposure Tab* des *Camera Control* Panels ausgewählt werden kann (siehe unten). In diesem Preset sind bereits viele, für das Fokussieren wichtige Einstellung, vor ausgewählt. In den unten gezeigten Beispiel ist die Belichtungszeit (Seconds) auf eine Sekunde eingestellt, dies soll bzw. muss entsprechend des angefahrenen Objektes angepasst werden.



Nach einem Klick auf Start werden kontinuierlich Aufnahmen aufgenommen und dargestellt. Nun kann das Teleskop mittels CW3 oder des Handterminals für den Okularauszug fokussiert werden. Um den groben Fokus zu finden empfiehlt es sich erst einmal einen hellen Stern anzufahren und so zu fokussieren, dass der Beugungsring verschwindet. Grobe Richtwerte für den Fokus mit den unterschiedlichen Instrumenten und Okularen können der Tabelle oben entnommen werden.

Um den Fokus weiter zu optimieren kann anschließend ein Kugelsternhaufen angefahren werden. Da diese Objekte durch eine hohe Sterndichte gekennzeichnet sind, ermöglichen sie es sehr gute Fokussierungsergebnisse zu erzielen. Dies liegt daran, dass die Winkelabstände zwischen den Sternen klein sind und daher die Beugungsscheibchen der einzelnen Sterne nur bei einem sehr gut fokussierten Teleskop in einzelne Objekte getrennt werden können. Hat man den optimalen Fokus gefunden, arbeitet das Teleskop mit dem Seeing limitierten Auflösungsvermögen, welches bei uns oft über 2" liegt und somit in der Regel deutlich schlechter als das Beugung begrenzte Auflösungsvermögen von 0.23" ist. Ab wann zwei Beugungsscheibchen theoretisch noch als getrennte Lichtquellen wahrgenommen werden können wird über das [Rayleigh-Kriterium](#) beschrieben.

Die unteren 3 Paneele des *Camera Control* Panels können verschiedene Informationen zu den verbundenen Kameras sowie statistische Informationen zu den Aufnahmen anzeigen. Um zwischen den unterschiedlichen Anzeigemodi zu wechseln, kann man einfach mit der rechten Maustaste in eines dieser Paneele klicken. Das rechte und das mittlere Paneel sind dabei den Kameras vorbehalten, während im linken Paneel Grafiken angezeigt werden können, die qualitative Information über die Güte des Fokus veranschaulichen. Wenn keine Guide-Kamera verwendet wird, hat sich folgendes Setting bewährt: links: 3D Profile oder FWHM/time, mitte: Camera 1 Info und rechts: Camera 1 Stats.



Die Infos aus dem linken und rechten Paneel werden jeweils anhand des hellsten Stern im Gesichtsfeld ermittelt. Das 3D Profile ist sozusagen eine 3D-Ansicht der Aufnahme dieses Sterns, wobei die Intensität, die dritte Achse bildet. FWHM/time hingegen zeigt die Full-width Half Maximum (FWHM) dieses Sterns in Abhängigkeit von der Zeit. Das rechte Paneel zeigt die folgenden Informationen: die Position des hellsten Pixels in X- und Y-Richtung, der Wert in diesem Pixel, die FWHM des hellsten Sterns, den Half Flux Diameter (HFD), dieses Sterns und das Verhältnis aus dem Signal zum Rauschen (SNR).

Als Anhaltspunkt für einen guten Fokus kann die Höhe des Wertes des hellsten Pixels, die FWHM, der HFD und das SNR herangezogen werden. Je höher der Wert im hellsten Pixels, je besser das SNR, je kleiner die FWHM und der HFD, als desto besser kann der Fokus angesehen werden. Es gilt daher diese Werte während des Fokussiervorgangs zu optimieren. Diesbezüglich können die unterschiedlichen Grafiken im linken unteren Paneel sehr hilfreich sein, da man sich dort z.B. auch die zeitliche Abfolge anzeigen lassen kann.

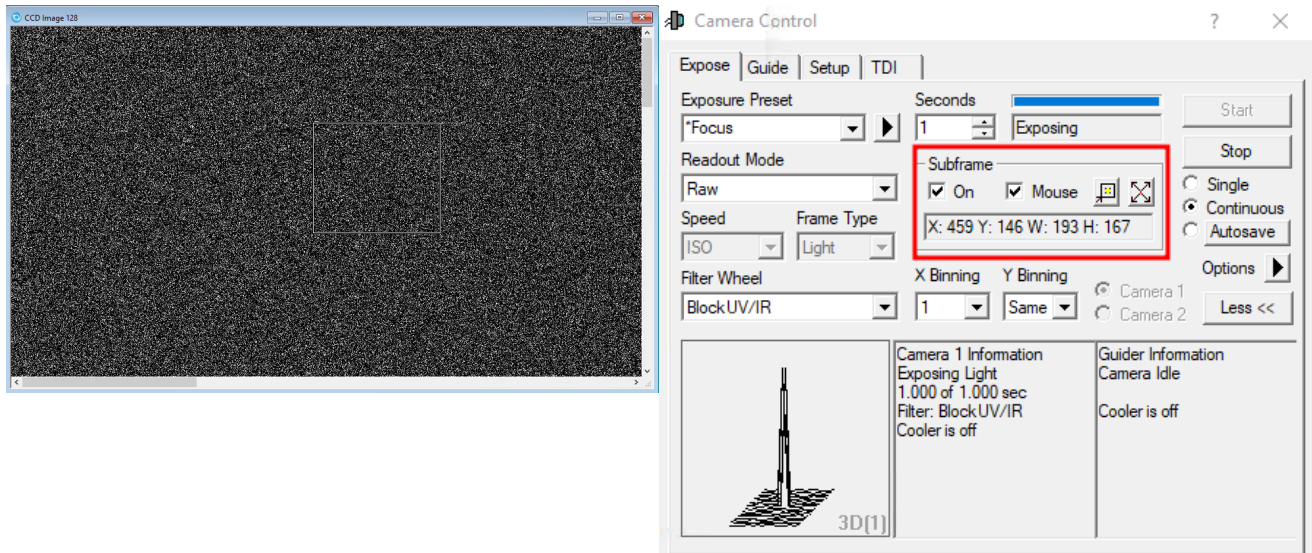
Das mittlere Paneel fasst wiederum die aktuellen Information zur Kamera zusammen, wie z. B. ob gerade eine Aufnahme läuft, welche Belichtungszeit eingestellt ist, den gewählten Filter, ob die Kühlung läuft und wenn dies der Fall ist, die aktuelle sowie die Zieltemperatur des Sensors.

Subframes

Subframes bieten die Möglichkeit das Auffinden der optimalen Einstellungen für den Fokus deutlich zu beschleunigen. Indem nur ein kleiner Bereich der CCD, welcher selbst gewählt werden kann, ausgelesen wird, kann die Auslesezeit und auch die Downloadzeit stark reduziert werden.

Der Subframe-Modus kann durch ein Klick auf On im Abschnitt *Subframe* aktiviert werden. Nun kann der auszulesende Bereich entweder direkt eingegeben oder per Maus definiert werden. Für Ersteres muss man auf die Zeile mit X: Y: W: H: klicken. In dem sich öffnenden Fenster kann dann der X- und Y-Wert des Startpixels, sowie die Breite (Width) und die Höhe (Height) des auszulesenden Kastens angegeben werden. Ist die Option Mouse aktiviert kann mittels der Maus ein entsprechender

Kasten auch direkt um einen Stern oder eine Sternengruppe gezogen werden. Dafür muss natürlich erst einmal ein Bild aufgenommen werden 😊 Der Kasten kann durch klicken auf den Rand auch verschoben und durch klicken auf die Ecken in der Größe angepasst werden. **Achtung:** Sollte die Fokussreihe bereits laufen muss diese einmal gestoppt und wieder gestartet werden, damit der Subframe-Modus Wirkung zeigt.



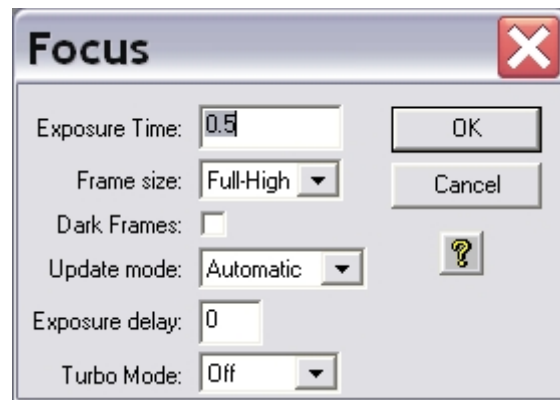
ToDo: Aufnahmen ersetzen!

Mittels CCDOPS

In diesen Abschnitt gehen wir nur auf die technischen Details ein, welche die Fokussierung mittels *CCDOPS* von der mittels *MaximDL* unterscheidet. Die Grundfunktionen von *CCDOPS* wurden bereits im Hauptartikel zu [CCDOPS](#) eingeführt.

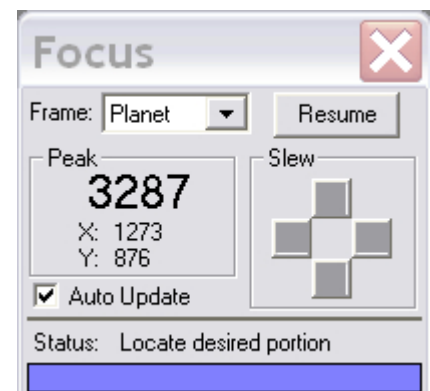
Zum Fokussieren der jeweiligen CCD-Kamera nutzt man die Funktion **Focus** im Camera-Menü.

Camera -> Focus

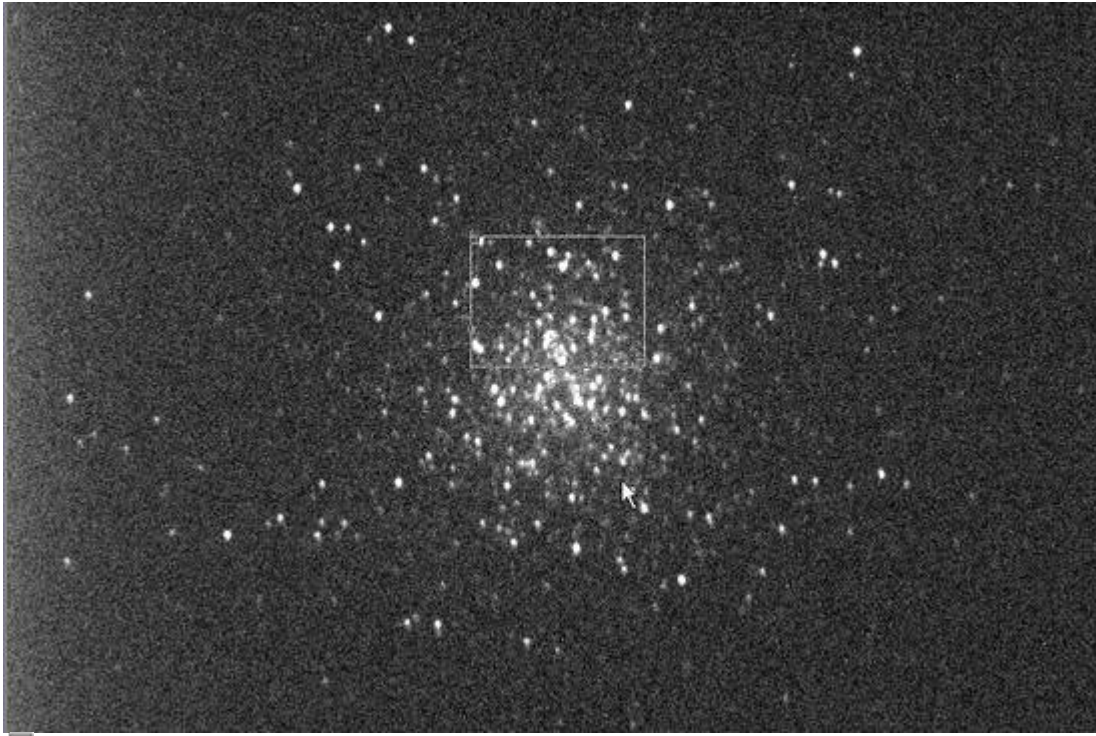


Die Einstellungen sollten wie auf den linken Bild seien. Mit dieser Funktion wird wiederholt eine Aufnahme mit einer gewissen Belichtungszeit (Exposure Time) in diesem Beispiel von 0.5s gemacht. Die Aufnahmen werden automatisch geladen und dargestellt. Nun kann das Teleskop mittels CW3 oder des Handterminals für den Okularauszug fokussiert werden.

Planet Mode



Der Planet Mode folgt den gleichen Prinzipien, die die Subframe-Option bei *MaximDL*. Aufgerufen wird der Planet Mode indem in dem Auswahlmenü für den Fokus (siehe obige Abbildung) der Menüpunkt **Frame size** auf **Planet Mode** gesetzt wird. Ist die Fokusreihe bereits gestartet kann diese über den Pause-Button in dem Statusmenü (siehe Abbildung rechts) unterbrochen werden und der Planetmodus über das Drop-down-Menü (Frame) ausgewählt werden. Über den Resume-Button kann die Fokusreihe anschließend fortgesetzt werden.

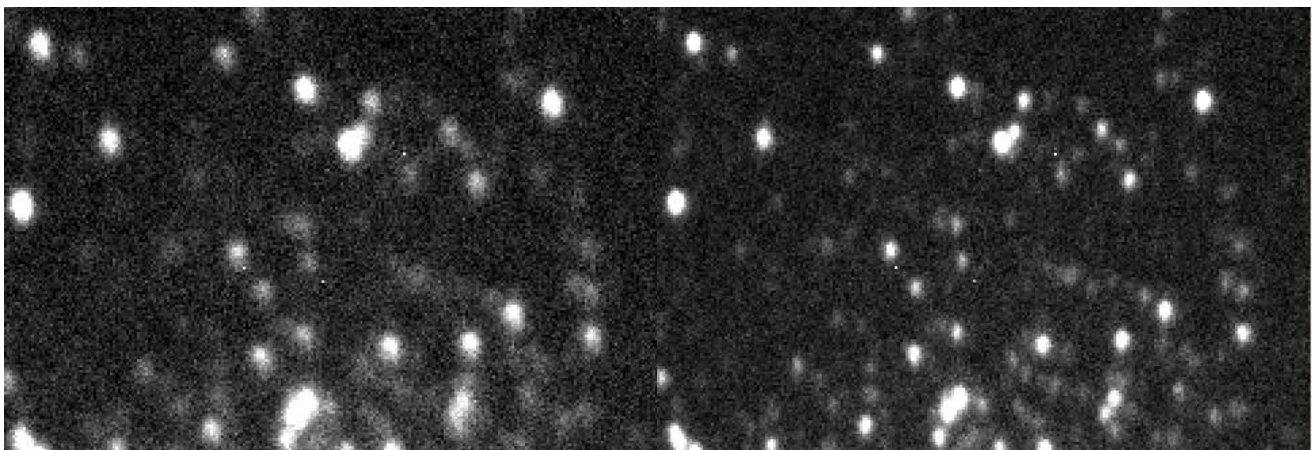


Zehn sekundige Aufnahme des Kugelsternhaufens M13 mit Auswahlfenster (kleines weißes Rechteck)

Hat man eine Fokusreihe im Planet Mode gestartet, wird zuerst eine Aufnahme in voller Auflösung erstellt und auf dem Bildschirm dargestellt. Auf dieser Aufnahme kann man den Subframe auswählen, welcher anschließend im Rahmen der Fokusreihe ausgelesen und dargestellt wird. Die Größe des Subframe kann über das kleine weiße Rechteck definiert werden. Die Größe dieses Rechtecks lässt sich über die kleinen Kästchens in der oberen linken und unteren rechten Ecke anpassen. Der Subframe sollte so gewählt werden, dass möglichst viele nahe beieinander liegende Punktquellen enthalten sind.

Der Fokus kann jetzt bequem und relativ zügig verbessert werden. Als Anhaltspunkt für die Qualität der aktuellen Fokuseinstellung kann auch die maximale Countzahl (Peak) herangezogen werden, die dem Statuspannel entnommen werden kann. Je besser die Fokussierung desto höher ist die Countzahl. Dabei muss allerdings beachtet werden, dass Schwankungen bis zu einer Größenordnung von 30% in aufeinanderfolgenden Aufnahmen aufgrund des Seeings völlig normal sind.

Die beiden Aufnahmen unten geben Aufschluss über die Verbesserungen, welche bei relativ schlechtem Seeing zu erreichen sind.



Subframe bevor die Fokussierung optimiert

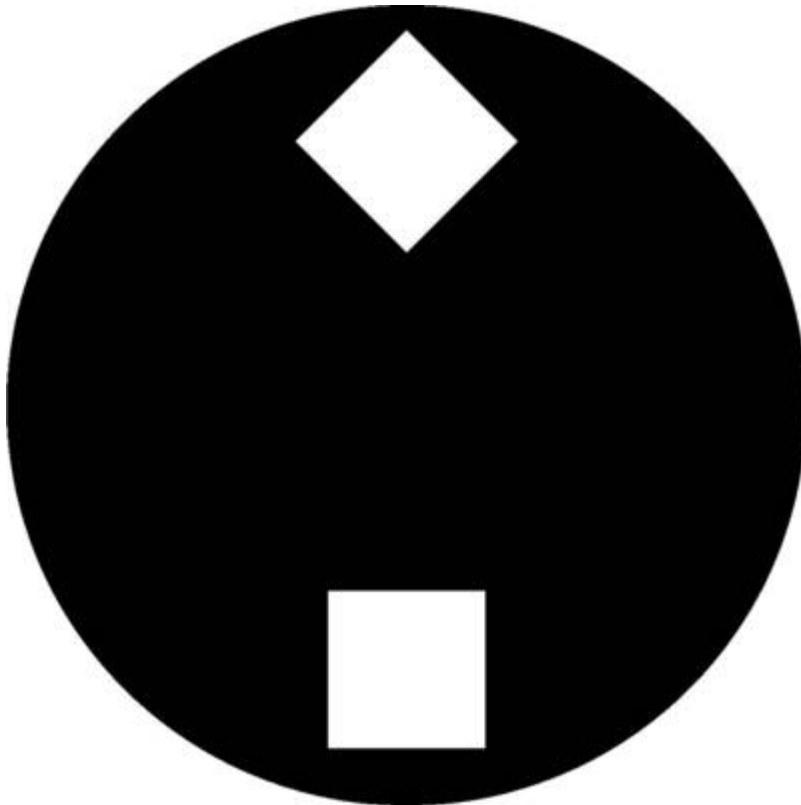
Subframe mit optimierter Fokussierung

wurde

Fokushilfen

Lochblenden

Lochblenden haben sich in der Astrophotographie als Fokussierhilfen und zum Test der Abbildungsqualität von Teleskopen bewährt. Lochblenden mit zwei Öffnungen bezeichnet man in der Regel als Scheinerblende, wohingegen Lochblenden mit mehr als zwei Öffnungen als Hartmannblende bezeichnet werden. Angebracht werden Lochblenden vor der Öffnung des Teleskops.



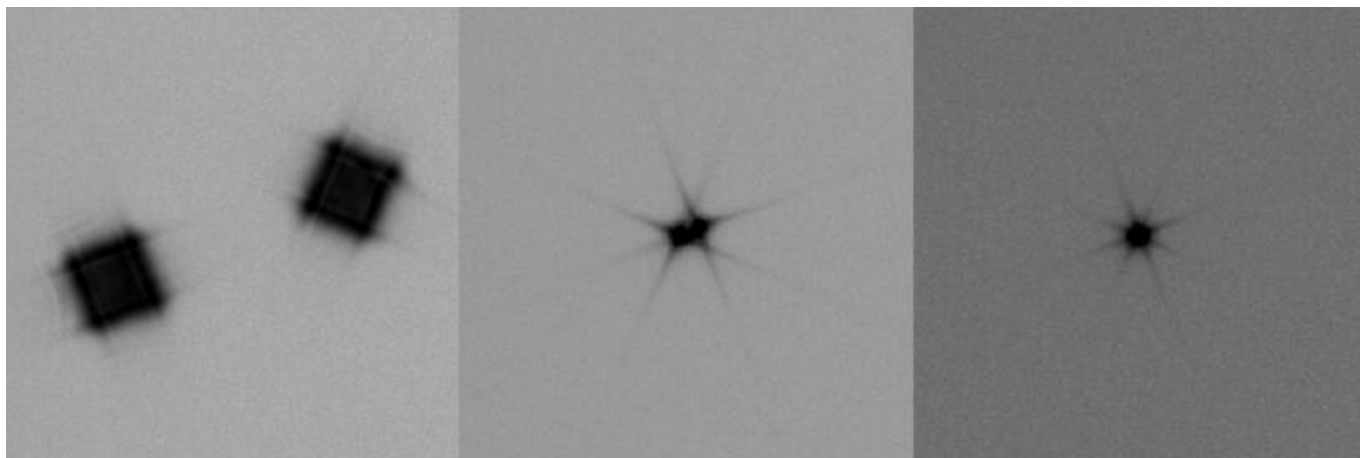
Scheinerblende wie sie für das Praktikum zur Verfügung steht

Zur Fokussierung wird das Teleskop auf eine helle Lichtquelle (z.B. einen hellen Stern) gerichtet. Da das Licht, welches durch die unterschiedlichen Öffnungen der Lochblende fällt, an verschiedenen Punkten die Ebenen vor und hinter der Fokalebene passieren sind mehrere Abbildungen der Lichtquelle zu erkennen, falls das Teleskop defokussiert ist. Durch anpassen des Fokus können die mehrfachen Abbildungen zum überlappen gebracht und schlussendlich zu einer Punktquelle vereinigt werden. Hat man dies erreicht kann man davon ausgehen, dass man den optimalen Fokus gefunden hat.

Scheinerblende

Für das Praktikum steht bisher eine Scheinerblende mit rechteckigen Öffnungen zur Verfügung, bei der einer diese Öffnungen um 45° gegen die andere gedreht ist (siehe rechte Abbildung). Diese Lochmaske hat den Vorteil, dass aufgrund der Beugung an den Öffnungen die Abbildungen des zu fokussierenden Objektes jeweils mit Spikes überlagert sind, welche entsprechen der Drehung der

Öffnungen ebenfalls um 45° gegeneinander verschoben sind. Die Spikes sind eine gute Hilfestellung bei fokussieren, da diese nur bei idealer Fokussierung ein symmetrisches "Sternchen" bilden (siehe Abbildung unten). Eine Vorlage der beschriebene Scheinerblende im A2-Format für das C14 von Celestron ist [hier](#) zu finden.



 Testaufnahmen eines hellen Sterns erstellt mit der Scheinerblende (von links nach rechts zunehmend bessere Fokussierung)

Bathinovblende

Kommt noch!

From:

<https://polaris.astro.physik.uni-potsdam.de/wiki/> - OST Wiki

Permanent link:

https://polaris.astro.physik.uni-potsdam.de/wiki/doku.php?id=de:ost:fokus_new&rev=1734736590

Last update: 2024/12/20 23:16

