

# Fokussierung

Ein gut fokussiertes Teleskop ist eine grundlegende Voraussetzung für jede erfolgreiche Beobachtung, insbesondere wenn Deep-Sky-Aufnahmen angefertigt werden sollen. Mit etwas Übung lässt sich der optimale Fokus in der Regel innerhalb weniger Minuten finden. Der folgende Leitfaden soll dabei helfen.

## Allgemeine Hinweise

Die Fokussierung des Teleskops erfolgt über einen Okularauszug, der in die Electronic Focuser Assembly (EFA) integriert ist. Diese kann entweder über ein Handterminal oder über das Observatory Management System (OMS) gesteuert werden. Da der EFA nur einen begrenzten Verstellbereich von 33mm besitzt, können verschiedene Adapter (M68) montiert werden, um mit unterschiedlichen Instrumenten den Fokus zu erreichen.

### Berechnung des idealen Adapters

Der Backfokus des Teleskops beträgt 147mm (hinter dem EFA). Der verwendete Zeiss-Schnellwechsler besitzt einen Backfokus von 25 mm. Die Länge des idealen Adapters  $D$  ergibt sich daher zu

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

wobei  $C$  der Backfokus des jeweiligen Instruments ist.

Die STF-8300 besitzt zusammen mit allen Anbauten einen Backfokus von 57,5mm. Der ideale Adapter für diese Kamera ist daher 50 mm lang.

### Erfahrungswerte für die Fokusposition:

Instrument	Adapter [mm]	Position des EFA [ $\mu$ m]
QHY600M	20+10	16900
SFT-8300	40+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

## Fokussierung mit dem Handterminal

Für die manuelle Steuerung des EFA steht ein Handterminal ([figure 1](#)) zur Verfügung. Das Handterminal befindet sich im beweglichen Aufbewahrungscontainer in der Kuppel. Es muss an die schwarze Steuerbox mit der Beschriftung *Electronic Focusing Accessory* auf der Rückseite des Teleskops angeschlossen werden.

Das Kabel des Handterminals wird in den Anschluss *H/C* gesteckt (siehe [figure 2](#)). Das Handterminal selbst kann an dem silbernen Bolzen in unmittelbarer Nähe der Steuerbox eingehängt werden. **Ist das Handterminal angeschlossen, ist eine Steuerung über das OMS nicht möglich.** Daher ist das Handterminal normalerweise nicht dauerhaft am Teleskop montiert.

Mit den Tasten *In* und *Out* kann der EFA nach innen bzw. außen bewegt werden. Die übrigen Tasten sind für einen Derotator vorgesehen, der bei unserem Teleskop nicht verwendet wird. Diese Tasten haben daher keine Funktion.



Fig. 1: Handterminal für den EFA



Fig. 2: Die Steuerbox des EFA

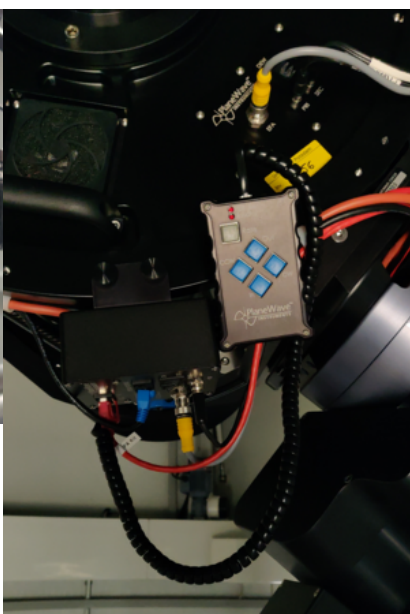
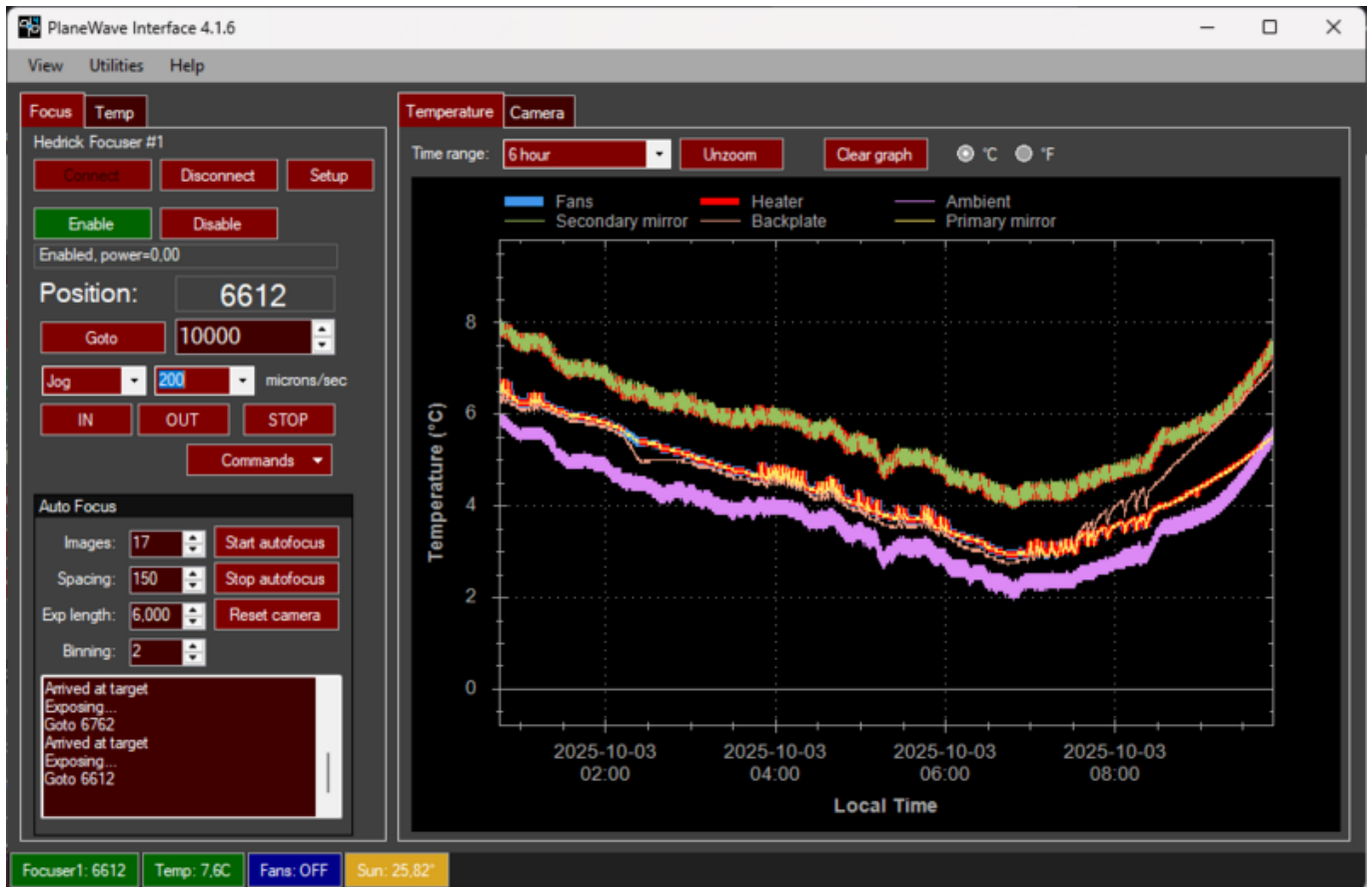


Fig. 3: Rückseite des Teleskops mit montiertem Handterminal

## Fokussierung mit dem Observatory Management System (OMS)

Die Fokussierung über das OMS erfolgt mit dem Programm *PW14*. Neben der Steuerung des Fokus regelt dieses Programm auch die im Teleskop installierten Lüfter und Heizungen. Diese beiden Aspekte werden im Artikel [Temperaturregelung](#) ausführlicher beschrieben.



Die Bedienung des EFA ist weitgehend selbsterklärend. Die aktuelle Position wird im Feld **Position** angezeigt, während der EFA mit den Tasten **IN** und **OUT** bewegt werden kann. Die Geschwindigkeit des Fokusz motors kann unter **Jog** eingestellt werden, indem ein entsprechender Wert eingegeben wird. Wir empfehlen die Standardeinstellung von 200  $\mu\text{m/s}$ .

Über das Menü **GOTO** kann der EFA zu einer bestimmten Position gefahren werden. Eine laufende Bewegung kann jederzeit mit der Taste **STOP** gestoppt werden. Der zeitliche Verlauf der Temperaturen des Hauptspiegels, der Hauptspiegelhalterung, des Sekundärspiegels sowie der Umgebungstemperatur kann mit den Tasten **SHOW** bzw. **HIDE** ein- oder ausgeblendet werden.

## Autofokus

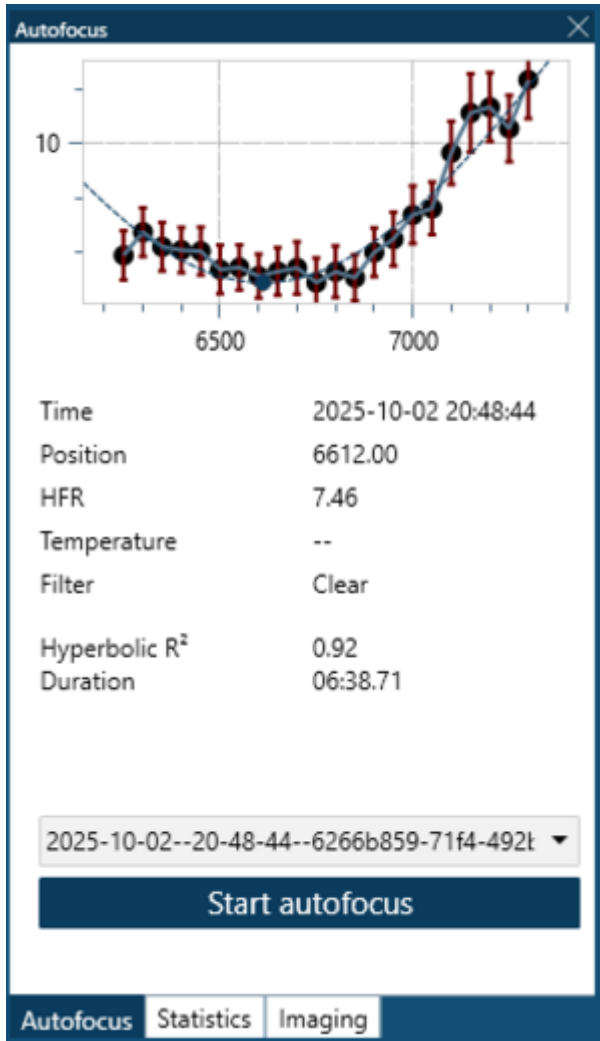
Die manuelle Fokussierung kann mühsam sein, selbst wenn ein geeigneter Fokuspunkt bereits aus früheren Beobachtungen bekannt ist. Aus diesem Grund bieten verschiedene Programme automatische Fokussiermethoden an. Im Folgenden beschreiben wir Autofokus mit *PWI4*, *Maxim DL* und *NINA*. Welches Programm verwendet wird, hängt von den Präferenzen der Beobachtenden sowie vom jeweiligen Beobachtungsziel ab.

## Maxim DL



Dieser Abschnitt muss noch geschrieben werden.

## NINA



In *NINA* kann der Autofokus gestartet werden, indem im Menü *Imaging* auf der rechten Seite *Autofocus* ausgewählt wird. Nach der Auswahl startet *NINA* den Prozess automatisch.

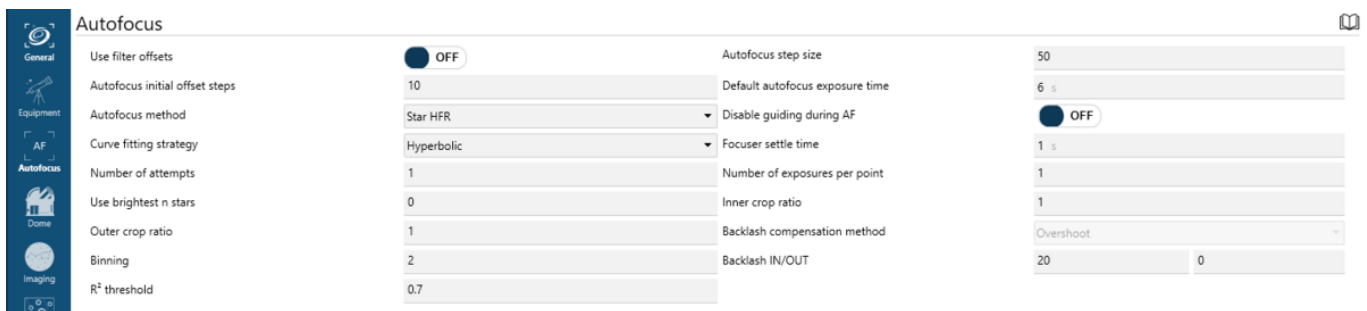
Dabei ist zu beachten, dass der Fokussmotor zuvor über *PWI4* gestartet und im **Equipment**-Tab verbunden sein muss. Außerdem verwendet *NINA* immer den aktuell ausgewählten Filter.

Ein erfolgreicher Autofokus-Durchlauf ist auf der linken Seite der Oberfläche erkennbar, wo eine klare hyperbolische Beziehung sichtbar wird. In dem gezeigten Beispiel dauerte der Lauf etwa 6:30 min und bestimmte 6612 als optimale Fokusposition für den Clear-Filter.

Unter *Options* > *Autofocus* können die Parameter zur Feinabstimmung des Autofokus eingestellt werden:

- **Use filter offsets** erlaubt es, vordefinierte Offsets pro Filter zu verwenden, statt jedes Mal neu zu fokussieren. (Derzeit noch nicht verfügbar; Testbeobachtungen erforderlich). Standard: OFF
- **Autofocus initial offset steps** bestimmt, wie weit der Fokussmotor zu Beginn nach außen fährt. Standard: 10
- **Autofocus method**: Methode zur Bestimmung der Fokusqualität. Standard: Star HFR (Half-Flux Radius)
- **Curve fitting strategy**: Funktion zur Anpassung der gemessenen Datenpunkte. Standard: Hyperbolisch

- **Number of attempts:** Anzahl der Wiederholungsversuche bei fehlgeschlagenem Autofokus. Standard: 1
- **Use brightest n stars:** Wenn >0, werden nur die n hellsten Sterne verwendet (gut für schlechte Sternfelder/verrauschte Bilder). Standard: 0
- **Outer crop ratio:** Wenn 1, wird der Overscan-Bereich abgeschnitten. Wenn -1, wird der Overscan-Bereich mit berücksichtigt. Standard: 1
- **Binning:** Pixel-Binning während des Autofokus. Standard: 2x2
- **R<sup>2</sup> threshold:** Minimale Fit-Qualität, bevor ein neuer Versuch gestartet wird. Standard: 0.8
- **Autofocus step size:** Schrittweite des Fokusmotors zwischen den Messungen. Standard: 150
- **Default autofocus exposure time:** Belichtungszeit pro Bild in Sekunden. Muss für jeden Filter angepasst werden. Standard: 6 s
- **Disable guiding during AF:** Deaktiviert das Guiding während des Autofokus. Standard: aus
- **Focuser settle time:** Wartezeit nach einer Fokusbewegung, damit Schwingungen im System Zeit haben abgebaut zu werden. Standard: 1 s
- **Number of exposures per point:** Anzahl der Bilder die pro Fokusposition erstellt und gemittelt werden. Standard: 1
- **Inner crop ratio:** Anteil des Bildes, der zur Sternsuche verwendet wird. Kann im Bereich von 0.2 bis 1 gesetzt werden. Standard: 0.5 = 50% der Aufnahme
- **Backlash compensation method:** Methode zur Kompensation des mechanischen Spiels. Zur Auswahl stehen Overshoot und Disable. Standard: Overshoot
- **Backlash IN/OUT:** Schrittzahl, die zur Korrektur des Backlash beim Ein- und Ausfahren verwendet wird. Standard: 20,0



### PWI 4

PWI4 bietet ebenfalls die Möglichkeit der automatischen Fokussierung. Zu diesem Zweck kann PWI4 eine Verbindung zu ASCOM-Kameratreibern herstellen. Die entsprechende Einstellung kann im Camera-Reiter des Einstellungsdialogs vorgenommen werden.

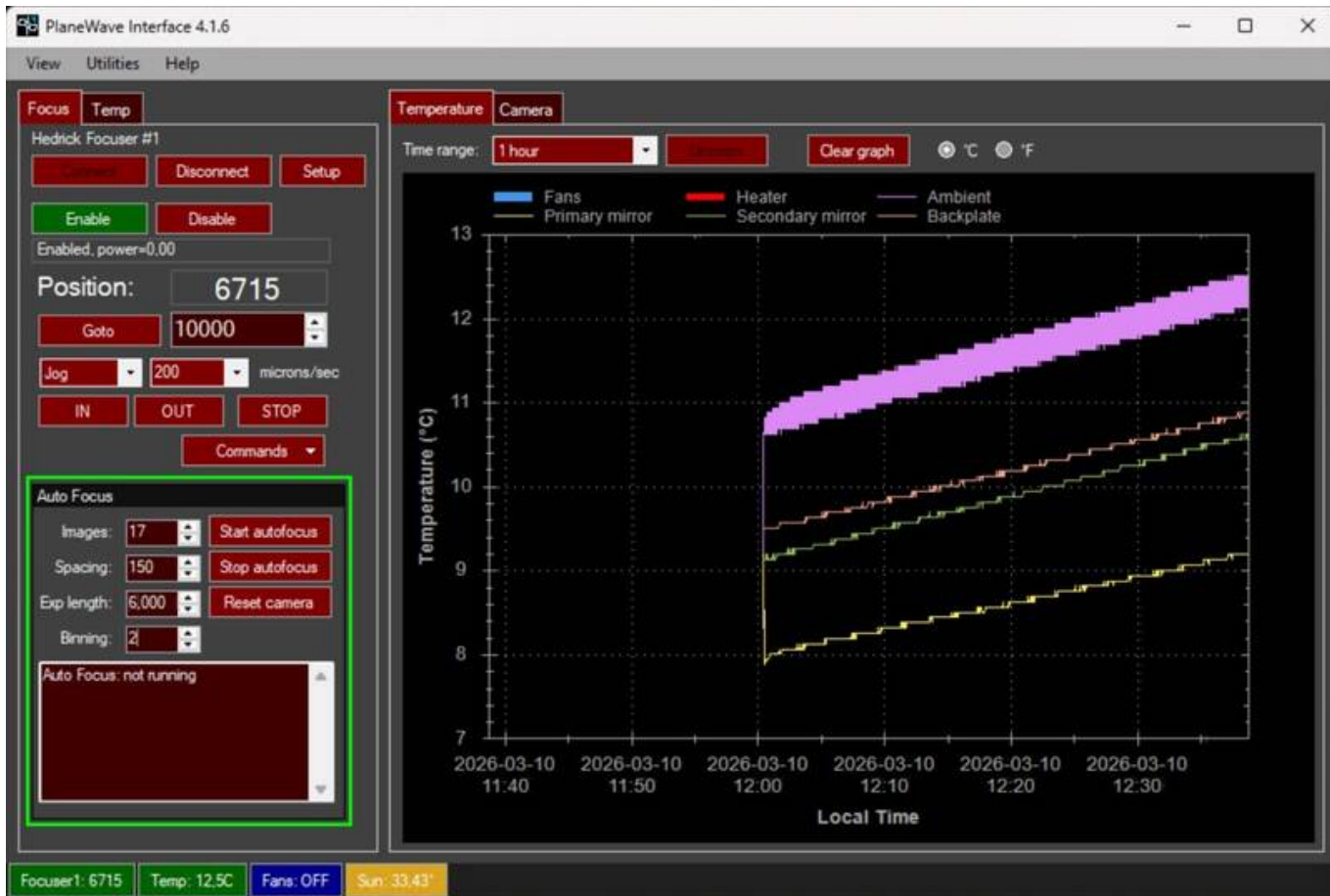
Setzen Sie **Selected device** auf ASCOM camera und wählen Sie im Dropdown-Menü **ASCOM driver** den entsprechenden Kameratreiber aus.


Anschließend können die Autofokus-Einstellungen im Bereich **Auto Focus** des **Focus**-Tabs im Hauptfenster von PWI4 angepasst werden. Der Parameter Images bestimmt die Anzahl der Fokuspositionen. Spacing definiert die Schrittweite in Mikrometern, um die der EFA zwischen den einzelnen Positionen bewegt wird. Belichtungszeit und Binning werden unter Exp length und Binning eingestellt.

Folgende Einstellungen haben sich in der Praxis bewährt:

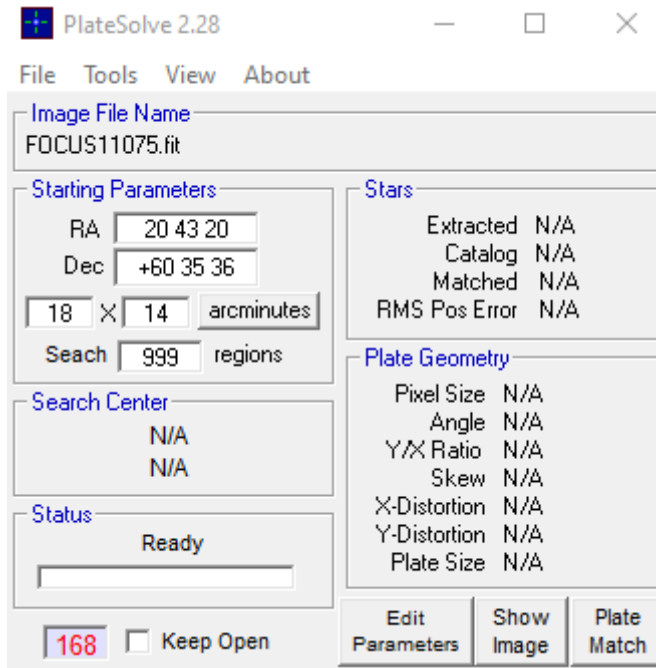
Images = 17

Spacing = 150  
Exp length = abhängig von Objekt/Filter (6 s sind ein guter Startwert)  
Binning = 2



 Der folgende Abschnitt muss noch überarbeitet werden...

Nach dem Start des Autofokus führt *PWI4* die einzelnen Fokuspositionen aus, bewegt den EFA jeweils um den Wert Spacing und nimmt ein Bild auf. Anschließend startet *PWI4* das Programm *PlateSolve*, welches jedes Bild analysiert, nach Sternen sucht, deren Durchmesser bestimmt und daraus die Fokusqualität abschätzt. Die Ergebnisse werden in einer Tabelle dargestellt.



Im Folgenden zeigen wir ein Beispiel für einen erfolgreichen sowie einen fehlgeschlagenen Autofokus-Durchlauf:

**Erfolgreicher Autofokus:**

File Name	Focus	Dist	Stars	Use?
FOCUS089491.fit	8491	20.89	5	Use?
FOCUS089440.fit	8940	18.34	6	Use?
FOCUS089376.fit	8736	16.48	4	Use?
FOCUS089440.fit	8940	14.49	4	Use?
FOCUS102911.fit	10291	12.74	4	Use?
FOCUS102463.fit	10243	10.82	4	Use?
FOCUS103300.fit	10300	9.9	5	Use?
FOCUS105411.fit	10541	7.67	4	Use?
FOCUS108991.fit	10891	6.38	5	Use?
FOCUS108463.fit	10843	5.9	5	Use?
FOCUS109860.fit	10980	6.77	4	Use?
FOCUS111443.fit	11140	7.87	4	Use?
FOCUS112291.fit	11291	9.71	4	Use?
FOCUS114443.fit	11443	11.83	4	Use?
FOCUS115968.fit	11580	13.90	4	Use?
FOCUS117411.fit	11741	16.02	4	Use?
FOCUS118368.fit	11833	17.73	4	Use?

Tabelle mit den Ergebnissen

Diagramm zur Darstellung der Fokusqualität (V-Kurve)

Ergebnis: gut fokussierter Stern

**Fehlgeschlagener Autofokus:**

File Name	Focus	Dist	Stars	Use?
FOCUS089200.fit	8200	0	0	Use?
FOCUS089760.fit	8760	0	0	Use?
FOCUS089200.fit	8200	0	0	Use?
FOCUS089776.fit	8776	0	0	Use?
FOCUS089200.fit	8200	36.82	3	Use?
FOCUS089780.fit	7780	31.73	2	Use?
FOCUS089200.fit	8200	22.78	3	Use?
FOCUS089760.fit	8760	13.90	4	Use?
FOCUS089200.fit	8200	8.03	5	Use?
FOCUS089760.fit	8760	4.9	10	Use?

Tabelle mit den Ergebnissen

Diagramm zur Darstellung der Fokusqualität (V-Kurve)

Ergebnis: schlecht fokussierter Stern

Es gibt verschiedene Gründe, warum ein Autofokus-Durchlauf fehlschlagen kann. Einer davon ist, dass

sich der optimale Fokuspunkt außerhalb des Bereichs befindet, der durch den Autofokus abgedeckt wird. Es wird daher empfohlen, das Teleskop zuvor grob manuell zu fokussieren. Außerdem kann es vorkommen, dass kein Stern gefunden wird und daher die Fokusqualität nicht bestimmt werden kann.

## Die traditionelle Methode



Bilder ersetzen...

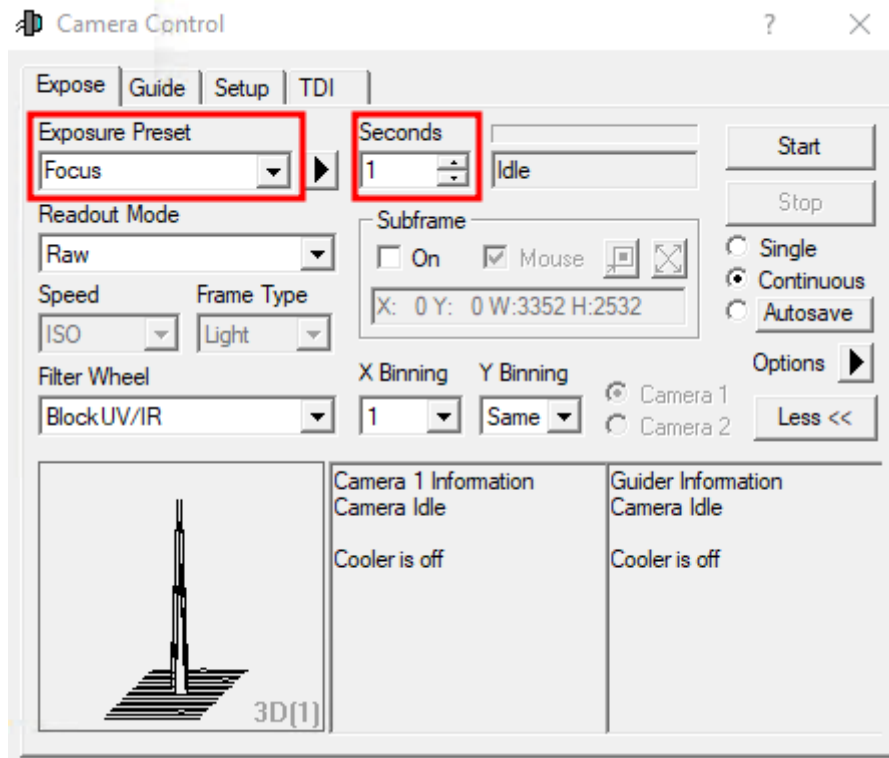
Die traditionelle Methode der Fokussierung besteht darin, ein Himmelsfeld mit vielen dicht beieinander stehenden Sternen zu beobachten, beispielsweise einen Kugelsternhaufen. Unter solchen Bedingungen lässt sich die Fokusqualität besonders gut beurteilen, da umso mehr dicht stehende Sterne getrennt aufgelöst werden können, je besser der Fokus ist.

Für diese Methode ist *Maxim DL* die benutzerfreundlichste Software, da sie standardmäßig die meisten Diagnosewerkzeuge bietet. Die wichtigsten Parameter können jedoch auch im Bereich **Statistics** im Imaging-Tab von *N.I.N.A* gefunden werden. Im Folgenden konzentrieren wir uns auf *Maxim DL*.

### Maxim DL Hauptsteuerung

Im **Exposure Tab** des **Camera Control**-Fensters (siehe unten) wird im Dropdown-Menü **Exposure Preset** die Option Focus ausgewählt. In dieser Voreinstellung sind viele für die Fokussierung wichtige Parameter bereits sinnvoll gesetzt.

In den unten gezeigten Beispielen ist die Belichtungszeit (Seconds) auf eine Sekunde eingestellt; dieser Wert muss je nach verwendetem Objekt angepasst werden.



Nach einem Klick auf Start werden kontinuierlich Bilder aufgenommen und angezeigt. Nun kann das Teleskop mithilfe von *PWI4* oder dem Handterminal des EFA fokussiert werden. Für die grobe Fokussierung empfiehlt es sich, zunächst einen hellen Stern anzusteuern und den Fokus so einzustellen, dass der Beugungsring verschwindet.

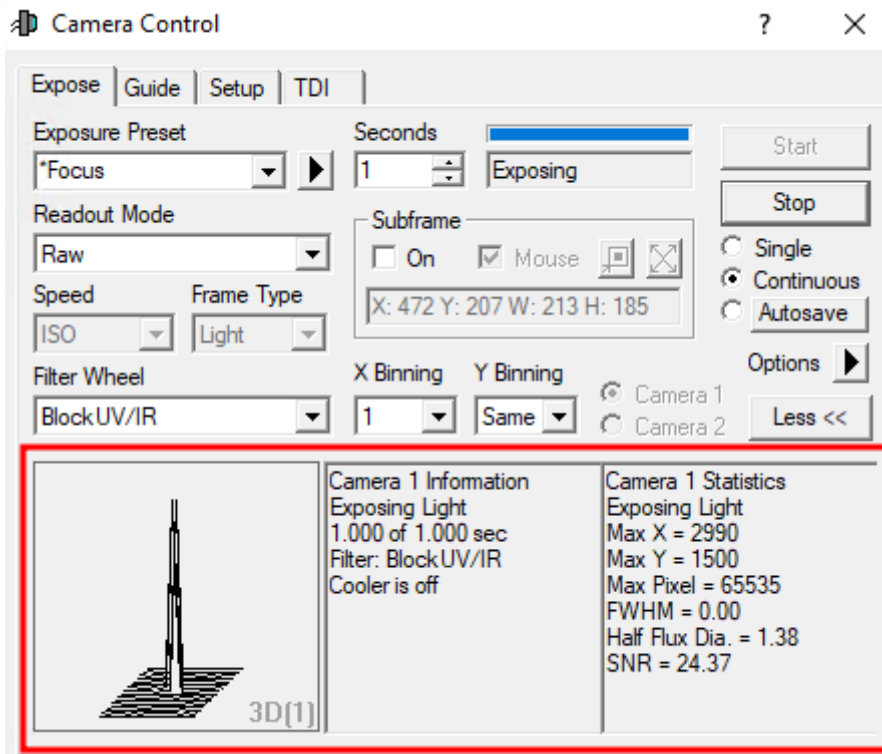
Um den Fokus weiter zu optimieren, kann anschließend ein Kugelsternhaufen beobachtet werden. Die geringe Winkelentfernung zwischen den Sternen erleichtert eine sehr präzise Fokussierung, da sich die Airy-Scheiben einzelner Sterne nur bei sehr guter Fokussierung voneinander trennen lassen.

Ein optimal fokussiertes Teleskop arbeitet mit einer seeing-limitierten Auflösung, die an unserem Standort häufig größer als 2" ist. Dies ist deutlich schlechter als die beugungsbegrenzte Auflösung unseres Teleskops von etwa 0,3". Das [Rayleigh-Kriterium](#) beschreibt die theoretische Grenze, bei der zwei Airy-Scheiben noch als getrennte Lichtquellen erkannt werden können.

Die unteren drei Panels des **Camera Control**-Fensters können verschiedene Informationen über die angeschlossenen Kameras sowie statistische Informationen über die Bilder anzeigen. Zwischen den verschiedenen Anzeigearten kann durch einen Rechtsklick in eines der Panels gewechselt werden.

Wenn keine Guiding-Kamera verwendet wird, empfehlen sich folgende Einstellungen:

- links: 3D Profile oder FWHM/time
- Mitte: Camera 1 Info
- rechts: Camera 1 Stats



Die Informationen im linken und rechten Panel beziehen sich auf den hellsten Stern im Bildfeld.

Der 3D Profile zeigt eine dreidimensionale Darstellung des Sternbildes, wobei die Intensität die dritte Achse darstellt. FWHM/time zeigt die Halbwertsbreite (FWHM) des Sterns als Funktion der Zeit.

Das rechte Panel zeigt:

- Position des hellsten Pixels (X/Y)
- Pixelwert
- FWHM
- Half Flux Diameter (HFD)
- Signal-zu-Rausch-Verhältnis (SNR)

Für eine gute Fokussierung gilt:

- möglichst hoher Pixelwert
- möglichst gutes SNR
- möglichst kleine FWHM
- möglichst kleine HFD

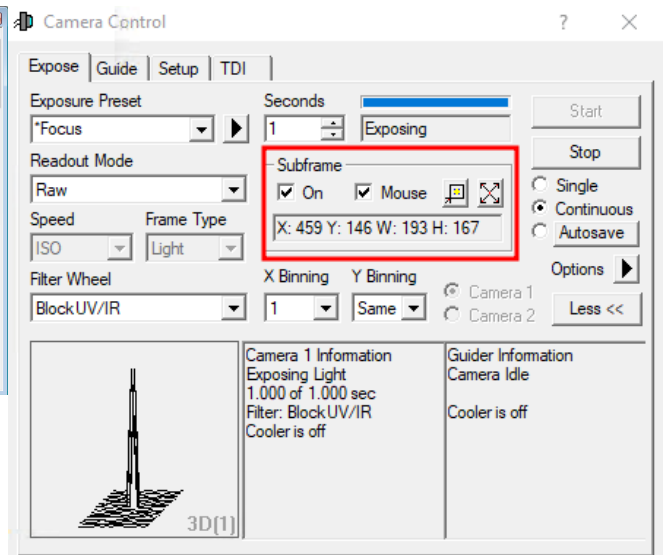
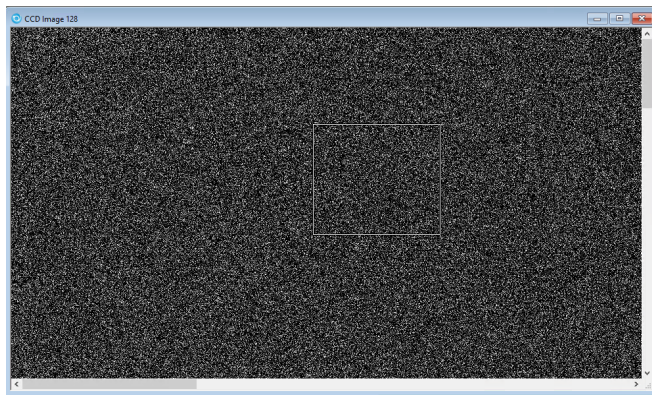
Diese Werte sollten während des Fokussierens optimiert werden.

### Maxim DL Subframes

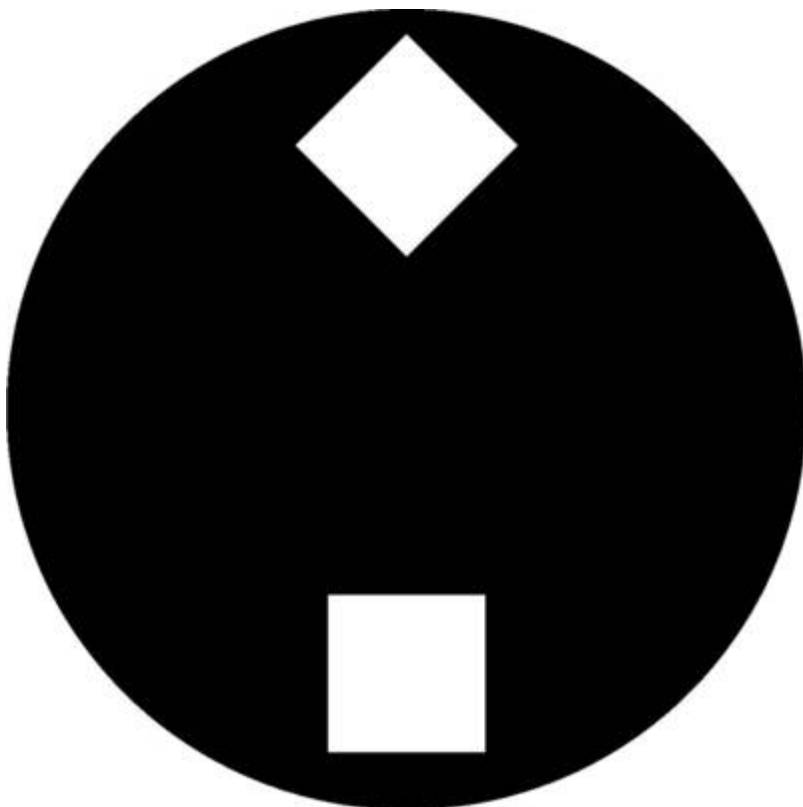
Subframes ermöglichen es, den Fokussierungsprozess deutlich zu beschleunigen. Dabei wird nur ein kleiner Teilbereich des CCD ausgelesen, den der Benutzer auswählen kann. Dadurch verkürzen sich sowohl Auslese- als auch Downloadzeiten erheblich.

Der Subframe-Modus wird aktiviert, indem im Bereich **Subframe** auf On geklickt wird.

Der auszulesende Bereich kann entweder direkt eingegeben oder mit der Maus ausgewählt werden.



## Aperturmasken



Scheiner-Blende, wie sie im Praktikum verwendet wird

Aperturmasken haben sich in der Astrofotografie als hilfreiche Werkzeuge zur Fokussierung und zur Prüfung der Abbildungsqualität von Teleskopen bewährt. Sie nutzen das physikalische Prinzip der Beugung, um die exakte Fokusposition eines Teleskops bestimmen zu können.

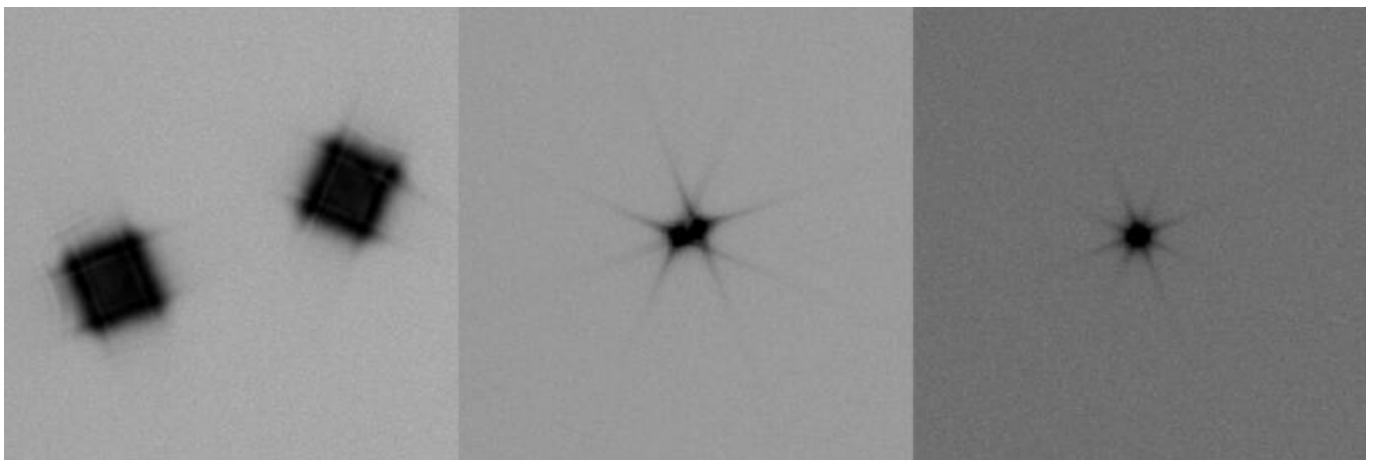
Masken mit zwei Öffnungen werden meist als **Scheiner-Blenden** bezeichnet, während Masken mit mehr als zwei Öffnungen **Hartmann-Blenden** genannt werden. Die Masken werden vor der Öffnung des Teleskops angebracht.

Zur Bestimmung des Fokus wird das Teleskop auf eine helle Lichtquelle (z. B. einen hellen Stern) ausgerichtet. Da das Licht durch verschiedene Öffnungen fällt, entstehen bei Defokus mehrere Bilder der Lichtquelle. Durch Anpassung des Fokus überlagern sich diese Bilder schließlich zu einem einzigen Punkt.

## Scheiner-Blende

Für einige unserer Teleskope stehen Scheiner-Blenden mit rechteckigen Öffnungen zur Verfügung, die um  $45^\circ$  gegeneinander gedreht sind. Dadurch entstehen Beugungsspiques, die ebenfalls um  $45^\circ$  gegeneinander versetzt sind. Diese Spikes sind eine gute Hilfe beim Fokussieren, da sie nur bei optimalem Fokus ein symmetrisches Muster bilden.

Eine Vorlage der beschriebenen Scheiner-Blende (Format A2) für das C14 von Celestron findet sich [hier](#).



Testaufnahme eines hellen Sterns mit Scheiner-Blende (Fokus verbessert sich von links nach rechts)

## Bahtinov-Masken

Eine Bahtinov-Maske enthält drei Gruppen von Schlitzen mit unterschiedlichen Orientierungen. Diese erzeugen beim Beobachten eines Sterns ein charakteristisches Beugungsmuster mit drei Spikes.

Zwei Spikes bleiben relativ fest, während sich der mittlere Spike abhängig von der Fokusposition verschiebt. Wird der Fokus so eingestellt, dass dieser Spike genau zwischen den beiden anderen liegt, ist der optimale Fokus erreicht.





Bilder hinzufügen...

From:

<https://141.89.178.218/wiki/> - **OST Wiki**

Permanent link:

[https://141.89.178.218/wiki/doku.php?id=de:ost:fokus\\_new](https://141.89.178.218/wiki/doku.php?id=de:ost:fokus_new)

Last update: **2026/03/10 13:28**

