

Erste Ergebnisse mit einem APO130-Refraktor mit/ohne Autoguiding



Montierungen CEM60 von iOptron mit TS PHOTOLINE
130 mm-f/7-Triplett-APO

aus der Arbeit der AVL-Arbeitsgruppe "Deep Sky Fotografie"

Inhalt

- **Refraktorwahl**
 - **TS Photoline 130 mm**
 - **TS Photoline 3“ Korrektor**
- **Fokussierung mit der Cuzdi-Maske**
- **Autoguiding-Einsatz**
- **Messen der Nachführgenauigkeit**
- **Erste Autoguiding-Tests**
- **Bildbeispiele anhand von NGC 6888**
- **Gemeinschaftsprojekt NGC 6888**
- **Fazit**

Refraktorwahl

- APO-Refraktor mit hoher Lichtleistung und großer Öffnung wurde für die Astrofotografie angeschafft
- Verschiedene Varianten standen dabei zur Auswahl
 - TS Photoline 130 mm-f/7-Triplett-APO
 - TS Photoline 107mm f/6,5 Super-APO
 - TS Photoline 130mm f/6,6 Super-APO
- Eine Brennweite von ca. 900 mm sollte erreicht werden
- Das Gewicht sollte dabei auch beachtet werden: 5,6 kg bis 13 kg standen zur Auswahl
- Ebenso die Farbreinheit und Qualität der Optik (Glaselemente)
- Qualität des Auszugs und der fotografischen Öffnung war ebenfalls relevant



APO130-Refraktor auf
CEM60-Montierung

TS Photoline 130 mm

- Die Wahl fiel nach der ATT in Essen auf folgenden Refraktor
 - TS Photoline 130 mm-f/7-Triplett-APO
 - 130 mm Triplett-Luftspaltobjektiv mit FPL-53 Glas von Ohara
 - 910 mm Brennweite, Öffnungsverhältnis 1/7
 - Multivergütung auf jeder Glas-Luft-Fläche
 - 2,5"-RPA-Photoline-Auszug mit 1:10-Mikrountersetzung und Zahntriebverstellung
- Das hatte folgende Gründe
 - Die Brennweite liegt bei 719/910 mm (mit/ohne Reducer)
 - Die Lichtstärke kann mittels Reducer weiter erhöht werden
 - Das Gewicht liegt mit 10,3 kg im noch tragbaren Bereich
 - Der Auszug mit Mikrountersetzung besitzt eine hohe Qualität

TS Photoline 3“ Korrektor

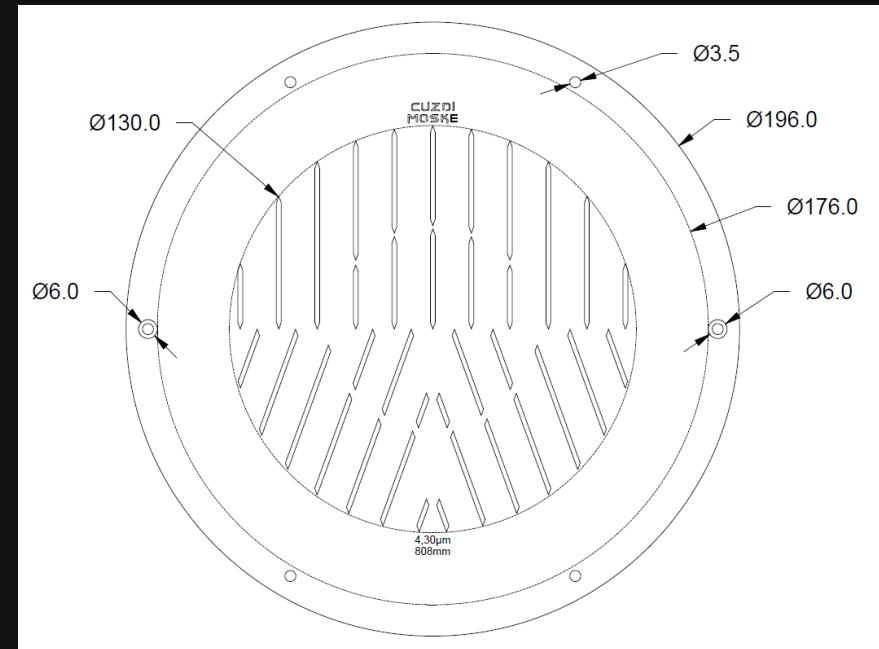
- Um die Lichtstärke zu erhöhen wurde zusätzlich der Flattner-/Korrektor TS PHOTOLINE 3“, 0,79x 4-Element-Korrektor für APO-Refraktoren angeschafft
- Er bietet eine Ausleuchtung bis 45 mm Sensordurchmesser und ist geeignet für DSLR und CCD-Kameras bis Vollformat
- Einsetzbar an allen Refraktoren mit Okularauszügen ab 2,5"
- Einfache Kameraadaption über das M48-Anschlussgewinde
- Keine Probleme mit Backfokus: er kann an allen Refraktoren, die für 2"-Zubehör ausgelegt sind, verwendet werden
- Die Lichtstärke erhöht sich von 1/7 auf 1/5,53



TS PHOTOLINE 3“, 0,79x 4-Element-Korrektor am APO-Refraktor

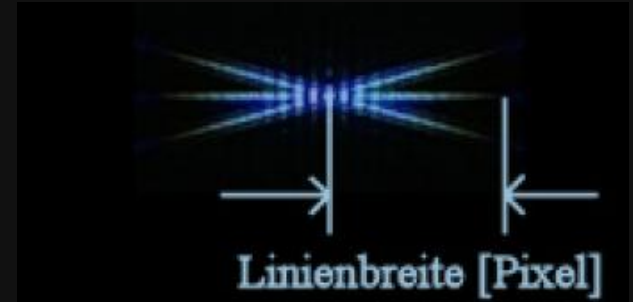
Fokussierung mit der Cuzdi-Maske (1)

- Die Cuzdi-Maske ist wie die Bahtinov-Maske ebenfalls eine Scharfstellhilfe für Teleskope oder Kameraobjektive
- Sie unterscheidet sich jedoch von der bekannten Bahtinov-Maske dadurch, dass sie für jede Optik speziell berechnet wird
- Dazu werden verschiedene Randparameter der Optik benötigt, wie z.B. Pixelgröße der Kamera, verwendete Wellenlänge, Brennweite des Teleskops, Innen- der Optik und Außendurchmesser der Optik



Fokussierung mit der Cuzdi-Maske (2)

- Normalerweise wird die Wellenlänge für 573 nm berechnet, da dies einen guten Mittelwert zwischen verschiedenen Schmalbandfiltern (OIII bei 500 nm, H-Alpha bei 656 nm) darstellt
- Diese Wellenlänge ist auch für DSLR mit L-RGB geeignet
- Für das Beugungsmuster wird Stege zu Spalten mit dem Faktor 7 sowie eine Beugungsbreite/Linienbreite von 70 Pixeln empfohlen (siehe Bild)
- Die Spaltbreite und Stegbreite wird automatisch aus den Teleskop- und Sensordaten berechnet



Fokussierung mit der Cuzdi-Maske (3)

- Die Positionen der Löcher für die Befestigungsschrauben werden automatisch so berechnet, dass die Bolzen an der Taukappe direkt anliegen (siehe rechtes Bild)
- Nach der individuellen Fertigung erhält man eine Maske, die wesentlich genauer unter Live-View das strahlenförmige Muster anzeigt, welches zum Fokussieren benötigt wird
- Daher lassen sich mit der Cuzdi-Maske genauere Fokussierungsergebnisse erzielen, als teilweise mit der Bahtinov-Maske



Cuzdi-Maske am APO130-Refraktor

Autoguiding-Einsatz (1)

- Die höhere Brennweite von 718 bzw. 910 mm macht den Einsatz von Autoguiding notwendig, um runde Sterne zu erhalten
- Es wurde ein Standalone-Autoguider angeschafft, damit kein zusätzliches Laptop zum Einsatz kommen muss
- Der M-GEN von Lacerta erfreut sich dabei einer hohen Beliebtheit bei Hobby-Astronomen, durch
 - zuverlässige Nachführung
 - einfache Bedienung
 - hochempfindliche CCD-Kamera mit Sony-Chip ICX279AL-E, wodurch Sucheroptiken verwendet werden können
 - Dithering- und Timer-Funktionen



Autoguiding mit der M-GEN

Autoguiding-Einsatz (2)

- Sucher ab 50 mm Öffnung und 180 mm Brennweite können zum Guiding eingesetzt werden
- Im Bild rechts ist ein 60 mm Sucher mit 240 mm Brennweite im Einsatz
- Sterne von bis zu 12 mag sollen erreichbar sein
- Über das Live-View-Bild kann der Fokus eingestellt werden
- Kalibrierung der Achsen muss vor jedem Start des Autoguidings durchgeführt werden und sollte bei $> 90 \%$ liegen (bei CEM60: 98-100%)
- Es wird der Guiding-Prozess aufgezeichnet, so dass sich auch Rückschlüsse auf die Qualität der Montierung ableiten lassen



Sony CCD-Kamera
am Sucher

Autoguiding-Einsatz (3)

- Die DSLR-Kamera wird direkt mit der Handsteuerbox der M-GEN verbunden
- Dadurch können Belichtungszeiten, Spiegelvorauslösung, Wartezeiten zwischen den Aufnahmen etc. eingestellt werden
- Die Aufnahmeserie wird dadurch in den Autoguiding-Kreislauf mit eingebunden
- Dithering kann ebenfalls aktiviert werden, wodurch eine leichte Pixelverschiebung automatisch vorgenommen wird
- Dadurch werden Chipdefekte nicht mehr übereinander gelegt beim Stacken
- Darkframes könnten dadurch evtl. überflüssig werden und eine bessere Tiefe wird erreicht



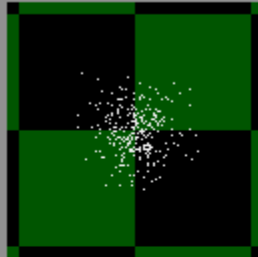
TS-Sucher mit 60 mm Öffnung und
240 mm Brennweite

Messen der Nachführgenauigkeit (1)

Guided exposure #1 2015.09.09.

AutoExposure info Point spread

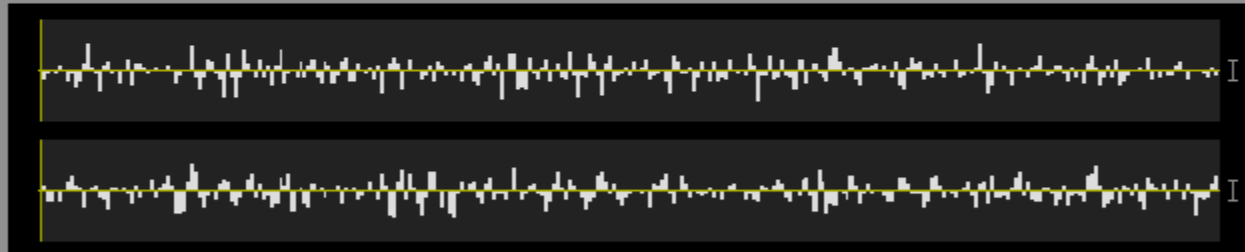
Start 23:11:48.7
WAIT 4.1
EXP 300.0
End 23:16:52.8



293 star positions, 0.98 guiding frames/sec.
RA correction signal sent 244 times.
DEC correction signal sent 248 times.

Guide star drifts

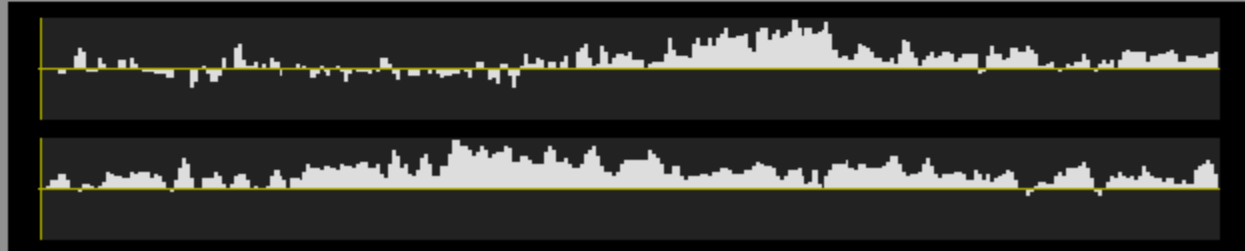
RA mean 0.00 px
std. 0.19 px
DEC mean 0.00 px
std. 0.20 px



Approx. tracking error of the mount

(corrections required)

RA scale 1.59 sec
DEC scale 1.63 sec



Messen der Nachführgenauigkeit (2)

- **Guide Star Drifts**

- **RA mean / DEC mean:** Mittelwerte über die Dauer der Aufnahme zeigen die Einnordungsgenauigkeit an (0 ist das Optimum)
- **RA std. / DEC std.:** Standardabweichung über die Dauer der Aufnahme ist ein Maß für die Fluktuation während des Guidings (0,13 – 0,2 sind gute Werte bei 240 mm Brennweite)

Guide star drifts

RA mean 0.00 px
std. 0.19 px
DEC mean 0.00 px
std. 0.20 px

- **Approx. Tracking Error of the Mount**

- **Abweichungen der Leitsternpositionierung ohne Korrekturen (Autoguiding) werden angezeigt**
- **Es wird der Einnordungsfehler vom periodischen Schneckenfehler überlagert angezeigt**
- **Genauigkeit von +/- 5 arc sec wurde eingehalten**

Approx. tracking error of the mount

(corrections required)

RA scale 1.59 sec
DEC scale 1.63 sec

Messen der Nachführgenauigkeit (3)

- Durch das Autoguiding werden Werte von ca. 0,2 px erreicht
- Für kleine Winkel kann man folgende Faustformel annehmen:
 - $\theta = 206 \times L/f$ ($[f] = \text{mm}$, $[L] = \mu\text{m}$, $[\theta] = \text{arcsec}$)
 - Der Sony-Chip hat die Chipmaße $4,85 \times 4,65 \mu\text{m}$
 - Die Pixeldiagonale ist $5,13 \mu\text{m}$
- Bei 240 mm hat ein Pixel des M-GEN Autoguiders daher ungefähr die Kantenlänge von 3,99 arcsec (Auflösung: 4,4 arcsec)
- Dies bedeutet, dass der periodische Fehler auf $\pm 0,8 \text{ arcsec}$ ($3,9 \text{ arcsec} \times 0,2\text{px}$) gebracht werden kann!
- Bei einer Sucherbrennweite von 420 mm (ED70) kam sogar eine Genauigkeit von weniger als $\pm 0,5 \text{ arcsec}$ heraus!
- Da die Genauigkeit von $\pm 1 \text{ arcsec}$ in unseren Breiten nicht übertroffen werden kann, ist die Qualität der Nachführung sehr gut

Messen der Nachführgenauigkeit (4)

- Allerdings sind die einzustellende Parameter für das Guiding noch herauszufinden, die Einfluss auf das Erkennen/Halten des Sterns haben:
 - Guide Speed: 0,5x
 - Verstärkung (Gain): 7
 - Toleranz (tol.): 0,10
 - Belichtung (exp): 1000 ms
 - Schwellwerterkennung (Thresh.): 10
 - Aggressivität: (aggr.): 70%
- Die Belichtungszeit ist dabei am stärksten zu beachten: je kürzer sie ist, desto größer ist die Gefahr dem Seeing hinterher zu guiden
- Daher sollte man ruhig 1-2 sec einstellen
- Die Werte müssen auf jeden Fall immer wieder angepasst werden, da sie vom Sternfeld und Seeing abhängen

Erste Autoguiding-Tests

- Es wurden Testaufnahmen mit der Canon 1000Da bei 800 ASA anhand des Ringnebels (M57) gemacht
 - Ohne Autoguiding mit 10 min Belichtung (leicht de-fokussiert)
 - Mit Autoguiding mit 10 min Belichtung (leicht de-fokussiert)



Ohne Autoguiding



Mit Autoguiding

- Mittels Autoguiding werden die Sterne nun rund!

Zusammenfassung der Arbeitsschritte

- **Montierung ausbalancieren in beiden Achsen (RA/DEC)**
- **Montierung auf den Polarstern ausrichten**
- **Ausrichtung auf einen oder mehrere Stern(e)**
- **Fokussierung mittels der Cuzdi-Maske**
- **Anfahren des Himmelsobjektes und erste Probeaufnahme**
- **Autoguiding-Stern über Live-View ermitteln**
- **Autoguiding-Kalibrierung der RA-/DEC-Achsen durchführen**
- **Autoguiding starten und kontrollieren**
- **Dithering/Timer für Aufnahmeserie einstellen und auslösen**
- **Nachfokussieren nach ca. 1,5-2 Stunden**

Bildbeispiele anhand von NGC 6888

- Als nächstes wurden unterschiedliche Bildserien anhand des Crescent-Nebels (NGC) angefertigt
- Dies wurde im Rahmen eines Gemeinschaftsprojektes mit Mark Schocke von der VdS durchgeführt
- Folgende Ausrüstung kam bei Mark Schocke zum Einsatz:
 - Teleskop: 200/800mm Newton
 - Kamera: Moravian G2-8300 CCD
 - Ort: Oberhausen (Ruhrgebiet)
- Geplant war, dass die CCD-Aufnahmen für den Kontrast und die DSLR-Bilder für die Farbe bzw. das Sternfeld genommen werden sollen
- Im Ruhrgebiet können aufgrund der Lichtverschmutzung nur H-Alpha- und OIII-Aufnahmen erstellt werden (Falschfarben)
- Daher wurde die Tiefe versucht über H-Alpha/OIII herzustellen und die Farbe über die DSLR-Aufnahmen

Eigene Aufnahme ohne Autoguiding



TS Photoline Refraktor 130 mm f/5,53 Triplet APO, Brennweite 719 mm, kein Autoguiding, CLS-Filter,
Canon 1000Da, 14 Bilder à 5 min, 20 Darkframes, 800 ASA, 09. August 2015

Eigene Aufnahme mit Autoguiding



TS Photoline Refraktor 130 mm f/5,53 Triplet APO, Brennweite 719 mm, Autoguiding, Dithering, Canon 1000Da
CLS-Filter, 37 Bilder à 5 min, 26 Darkframes, 28 Flatframes, 24 Biasframes, 800 ASA, 09. und 11. September 2015



Erste Ergebnisse

- Der Fokus konnte durch die Cuzdi-Maske exakt getroffen werden
- Die Sternabbildung kann man jetzt über den gesamten Bildbereich verwenden!
- Selbst in den Ecken bleiben die Sterne rund, wenn das Autoguiding läuft
- Nebelstrukturen treten klarer zutage
- Das Rauschen wird durch Dithering stark vermindert, wodurch auch eine bessere Tiefe entsteht
- Dies liegt natürlich auch an der längeren Belichtungszeit
- Vielleicht können sogar Darkframes durch Dithering weggelassen werden



Ohne Autoguiding



Mit Autoguiding

Eigene Aufnahme, bearbeitet von Mark



TS Photoline Refraktor 130 mm f/5,53 Triplet APO, Brennweite 719 mm, Autoguiding, Dithering, CLS-Filter, Canon 1000Da, 43 Bilder à 5 min, 26 Darkframes, 28 Flatframes, 24 Biasframes, 800 ASA, 07., 09. und 11. September 2015



Endergebnis des Gemeinschaftsprojektes



TS Photoline Refraktor 130 mm f/5,53 Triplet APO und 200/800 mm Newton, Autoguiding, Dithering,
Canon 1000Da mit CLS-Filter und Moravian G2-8300, 43 Bilder à 5 min und 60 Bilder à 15 min,
27. August, 07., 09. und 11. September 2015



Fazit

- **Durch den Reducer/Flattner konnte erstmals das gesamte Bildfeld ausgenutzt werden, statt nur einen Teil**
- **Mit der Cuzdi-Maske ist eine enorm exakte Fokussierung möglich, die über den Möglichkeiten einer Bahtinov-Maske liegt**
- **Die Fokussierung muss aber nach ca. 2 Stunden überprüft werden, da sie sich aufgrund der Umgebungstemperatur verändert**
- **Auch 5 min Belichtungen kann die CEM60 noch fast genau genug nachführen, da sie eine Genauigkeit von ± 5 arcsec besitzt, die meistens darunter liegt (± 2 arcsec)**
- **Der periodische Fehler der Montierung kann auch separat von der M-GEN gemessen werden, anhand eines Leitsterns**
- **Mittels Autoguiding eröffnen sich aber jetzt ganz andere (neue) Horizonte mit höheren Belichtungszeiten von 10 oder gar 15 min**
- **Mittels Dithering und der Ansteuerung der DSLR mittels M-GEN können die gewonnenen Bilder noch besser genutzt werden und neue Tiefen erreicht werden**
- **Gemeinschaftsprojekte machen Spaß und fördern die Motivation!**

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!!



Milchstraßenaufnahme auf Mallorca mit Sigma 10/2,8 EX DC Fisheye HSM Objektiv mit AstroTrac TT320X-AG, Canon 700D, 9 x 5 min Belichtung, 400 ASA, 3 Darkframes, 13. August 2015