



Smarte Teleskope

1

Der „Game Changer“ bei den Teleskopen?

Was ist ein Smartes Teleskop?

- ▶ Mit dem Smartphone oder Tablet steuerbares Teleskop.
- ▶ Einsteiger und Anfänger können ohne Vorkenntnisse Himmelsobjekte aufnehmen und anschauen. Die Maschine macht die Fotos.
- ▶ Einfach das Objekt auswählen' und los geht's. Die Bilder werden automatisch gestackt und angezeigt bis man die Belichtung stoppt.
- ▶ Es ist eine „All in One-Lösung“. Teleskop, Kamera und Filter können nicht ausgetauscht oder erweitert werden.
- ▶ Das Teleskop ist azimutal montiert und muss zu Beginn genau waagerecht gestellt werden. Die Einzelbelichtung ist auf 10-30s wegen der Bilddrehung limitiert. Das ergibt je nach Lage immer einen Verschnitt beim Stacking.
- ▶ Durch das geschlossene System sind auch keine Flats, wegen Staub nötig. Durch den kleinen Chip ist die Helligkeitsabnahme zum Optikrand vernachlässigbar. Wegen der kurzen Belichtungszeit sind nur Bias nötig, die das Teleskop automatisch macht.
- ▶ Es wird einem in der Astrofotografie dadurch viel Arbeit abgenommen.

Was ist ein Smartes Teleskop?

- ▶ Die Öffnung der Teleskope liegt derzeit bei 30 -150mm
- ▶ Das Gewicht 3-20kg
- ▶ Der Preis 500€ -5000 €
- ▶ Das beste Preis/Leistungsverhältnis hat das SeeStar S50 der Firma ZWO mit einem 50mm Triplet Objektiv, f=250mm Gewicht 3 kg, für ca. 700.-€
- ▶ Die Kamera ist eine ungekühlte ASI462 Farbkamera mit 1936x1096 Pixel mit 2,9µm Größe d.h. 2,12 Megapixel, Abbildungsmaßstab 2,4"/Pixel, Feld= 1,3°x0.7°
- ▶ Integrierte Filter UV/IR und für Deep Sky Dualband-Filter
- ▶ Objektiv-Sonnenfilter im Lieferumfang
- ▶ Eingebaute Heizung gegen Beschlagen der Optik
- ▶ Speicherplatz 50Gb, Auslesen über USB-C zum PC
- ▶ Interner Akku bis zu 6h, externer Akku über USB-C anschließbar
- ▶ Sehr leise beim Schwenken!

Leistungsmerkmale des SeeStar S50

- ▶ Auswahl der Objekte Deepky, Sonne, Mond, Planeten und Kometen.
- ▶ Anfahren der Objekte und automatische Fokussierung
- ▶ Prüfung mit Platesolving
- ▶ Objekte wie M31 und M42 passen nicht auf den Chip, dafür gibt es die Mosaikfunktion
- ▶ Automatisches Stacken und das Ergebnis als jpg-Datei
- ▶ **Wichtige Option** Einzelbilder können als fits-Datei unkomprimiert gespeichern werden. Weiter verarbeiten mit Programmen wie Siril.
- ▶ Ständige Weiterentwicklung der Software über Firmware Updates

Für wen ist das SeeStar S50 geeignet?

- ▶ Einsteiger und Anfänger ohne Vorkenntnisse.
- ▶ Einsteiger, die erstmal die Maschine die Bilder machen lassen um sich nur auf die Bildbearbeitung zu konzentrieren.
- ▶ Geringe Investition und Prüfen ob Astrofotografie überhaupt dein Ding ist, bevor man sich in Unkosten stürzt.
- ▶ Die Qualität der Bilder reicht für Smartphone und Social Media, aber nicht an eine klassische Ausrüstung heran.
- ▶ Letztlich muss man die Schritte zur Bildgewinnung selber erfahren mit Fehlern und Rückschlägen klar kommen. Es gibt keine Abkürzung.
- ▶ Für den erfahrenden Astrofotografen ist es ein nettes Spielzeug, was man mal eben schnell aufbauen kann oder einfach als visueller Beobachter mitlaufen lassen kann. Dieses Gerät macht richtig Spaß!
- ▶ Als Reisetekskop im Rucksack auf den Zimmerbalkon oder am Strand Bilder machen oder den Leuten Deepsky Bilder live zeigen.

SeeStar S50 nach Koordinaten ausrichten

Seestar nach Koordinaten ausrichten, dazu trägt man ein eigenes Himmelsobjekt ein. Das geht so:

Menüleiste unten: SkyAtlas wählen

Menüleiste rechts: Objects wählen

Menüleiste rechts: 2. Begriff: More wählen

Es erscheint die Seite: My Favorites
oben: Customize wählen

Nun kann ein Objekt mit Namen und RA, Dekl. eingetragen werden.

„Science stuff“ mit dem SeeStar S50

- ▶ Photometrie von Veränderlichen Sternen
- ▶ Photometrie des Lichtwechsels von Planetoiden und Auswertung mit dem Programm Tycho Tracker.
- ▶ Screenshots-Folien zu dem Thema im Anhang.

SeeStar S50 über Web-Interface steuern

- ▶ Ab Version 2.7 kann man im „Station Mode“ sein Seestar ins Heimnetzwerk einbinden.
- ▶ Nach Ausführen von `win_seestar_alp.exe` in der Command-Zeile erscheint nach einiger Zeit „Startup Completed“. Das Fenster keinesfalls schließen.
- ▶ Im Internet-Browser die Adresse `localhost:5432` eingeben und der „Simple Seestar Controller“ erscheint.
- ▶ Neben den Zugriff auf alle Seestar-Funktionen lassen sich auch Skripte für die Ablaufsteuerung mehrerer Objekte angeben.
- ▶ Auch mehrere Seestars lassen sich so gleichzeitig steuern.

SeeStar S50 über Web-Interface steuern

- ▶ Das Programm [seestar_alp](#) ermöglicht das Seestar fernzusteuern.
- ▶ Das Programm ist in Python geschrieben und im [Github](#) hinterlegt.
- ▶ [Ausführbare Version](#) (ohne Python-Installation) und die Entwicklungsumgebung für Windows und Linux
- ▶ Zugriff auf weitere Kataloge, Planetoiden, Kometen und Veränderliche und der „Simbad“ Datenbank.

SeeStar S50 mit N.I.N.A. steuern

- ▶ Am Version 2.7 kann man im „Station Mode“ sein Seestar ins Heimnetzwerk einbinden.
- ▶ Die Adresse ist 192.168.0.199
- ▶ Das Seestar muss im „Equatorial Mode“ sein. Das heißt man braucht eine Äquatorial-Plattform.
- ▶ Die Steuerung erfolgt über die „Alpaca“-Schnittstelle.

Ausblick

- ▶ Größere Smart-Teleskope sind deutlich teurer und auch schwerer > 20kg
- ▶ Konfigurierbare Geräte – Kamera und Filter, azimutal oder parallaktisch
- ▶ Eigene Kataloge laden
- ▶ Remote steuerbar über Notebook bereits möglich
- ▶ KI gestützte Bildbearbeitung
- ▶ Erweiterung des Benutzerkreises
- ▶ Gruppenbeobachtung: Mehrere Nutzer nehmen das gleiche Objekt auf
- ▶ Beispiel mehrere SeeStars mit Extrembelichtung von 100h
- ▶ Auswirkung der Bildqualität durch lange Gesamtbelichtungszeit, dieses Video zeigt, wie sich die Anzahl von Bildern bei der Summierung auswirken.

Bildfeld-Drehung



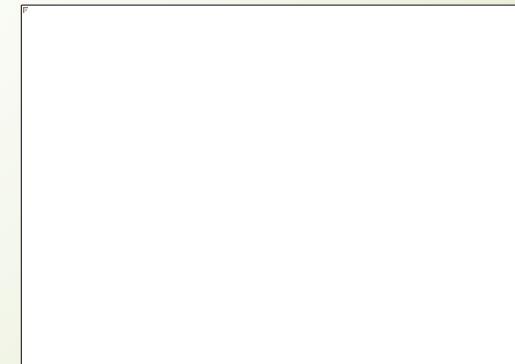
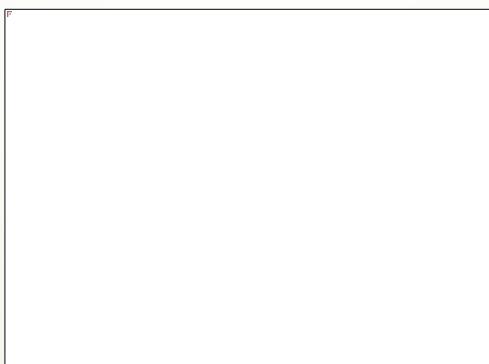
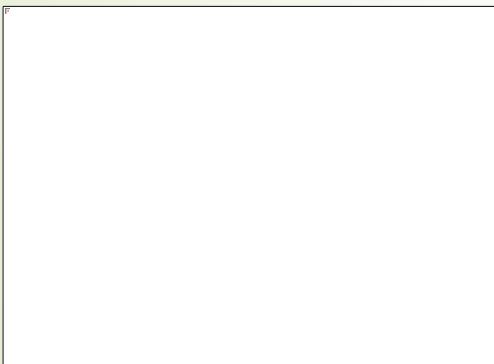
Orion im Osten



Orion im Süden



Orion im Westen



Plejaden ebenso

Bilddrehung Azimutal -Parallaktisch



Quelle

Bildfeld-Drehung

Wie variiert Bildfeld-Drehung? Worauf kommt es an?

Feldrotationseffekte für eine Alt-Az-Montierung sind eine Funktion von mehreren Dingen:

- ▶ Die siderische Rotation der Erde
- ▶ Breitengrad des Beobachters
- ▶ Die Rektaszension und Deklination eines Objekts, das in der Nacht zu der unterschiedlichen Höhe und Azimut hat.
- ▶ Das Zenitloch, Singularität
- ▶ und schließlich, wie viel Feldrotation angesichts der Auflösung der Kamera oder der end-gültigen Bildgröße in Pixeln als akzeptabel angesehen werden kann

Zuerst werden die ersten drei Effekte berücksichtigen: siderische Rotation, Geographische Breite des Beobachters und Zielort am Himmel.

Die Formel zur Berechnung der Feldrotation der Himmelskugel im Verhältnis zu einem Alt-Az-Koordinatensystem (in Grad pro Stunde) lautet:

Bildfeld-Drehung

- Winkelrate der Bildfeld-Drehung = $K \times \cos(\text{Azimut}) / \cos(\text{Höhe})$
 - $K = \text{Observer's Constant} = 15.04106858 \text{ grad/h} \times \cos(\text{Breitengrad})$
- Hinweis: Bei 90° ist $\cos(90^\circ)=0$ und man würde durch 0 dividieren im Zenit.

Bildfeld-Drehung



Bildfeld-Drehung

Wie man diese Grafik liest:

- ▶ Der Azimutwinkel des Objekts verläuft von 0° (Nord) durch 180° (Süd) bis 360° (Norden)
- ▶ Der Höhenwinkel des Objekts verläuft von vorne zur Rückseite des Graphen von Alt- 0° (am Horizont) bis Alt- 80° (nahe Zenit - nicht der Himmelstpol)
- ▶ Die Felddrehung in Grad pro Stunde wird auf der linken (vertikalen) Achse angezeigt.
- ▶ Die Kurven werden für alle 10° Azimut und jede 10° Breite (bis zu 80°) berechnet.
- ▶ Das Ausmaß der resultierenden Felddrehung Farbe codiert wie +50 bis +60 bis -60 bis -50, um ähnliche Werte zu sehen.

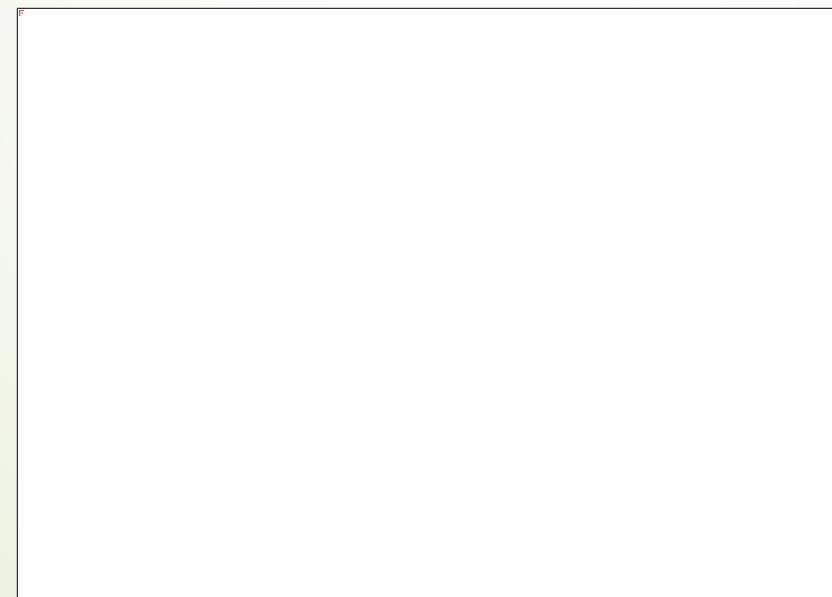
Dinge, die man im Ergebnis beobachten muss

- ▶ Die minimale Felddrehung (rote Linien) tritt auf, wenn das Objekt entweder im Osten (90°) oder im Westen (270°) in jeder Höhe (natürlich ein paar Minuten später wird das Objekt nicht mehr im Osten oder Westen sein).
- ▶ Die maximale Felddrehung (blaue Linien) tritt auf, wenn das Objekt bei 0° (oder 360°) Nord oder bei 180° (Süd) ist und mit der Höhe des Objekts dramatisch zunimmt (in Richtung der Rückseite der Grafik).
- ▶ Die Feldrotationsrate kann positiv sein (Objekte, die gegen den Uhrzeigersinn zu rotieren scheinen) oder negativ (Objekte, die sich im Uhrzeigersinn zu drehen scheinen).
- ▶ Objekte im Süden haben eine negative Feldrotationsrate (sie scheinen sich im Uhrzeigersinn wie Orion zu drehen).
- ▶ Objekte im Norden haben eine positive Feldrotationsrate (sie scheinen gegen den Uhrzeigersinn wie Cassiopeia zu rotieren)

Bildfeld-Drehung und Breitengrad

Wie ändert sich das mit dem Breitengrad?

- ▶ Die Breite des Beobachters beeinflusst nur das Ausmaß der Feldrotationsrate.
- ▶ Der Graph hat die gleiche Form für alle Breitengrade außer den Polen (90° Nord oder Süd).
- ▶ Daher müssen nur die linken Achswerte geändert werden.
- ▶ Hier ist ein Diagramm des maximalen Wertes für die linke (vertikale) Achse für Dreh- und -Haltung von -90° :
- ▶ 50° Breite und der Wert der maximalen Felddrehung dort als rote Linie.



Die Kamera

► Wie also bedeutet dies Pixel pro Sekunde für eine Kamera?

Das hängt von folgenden ab:

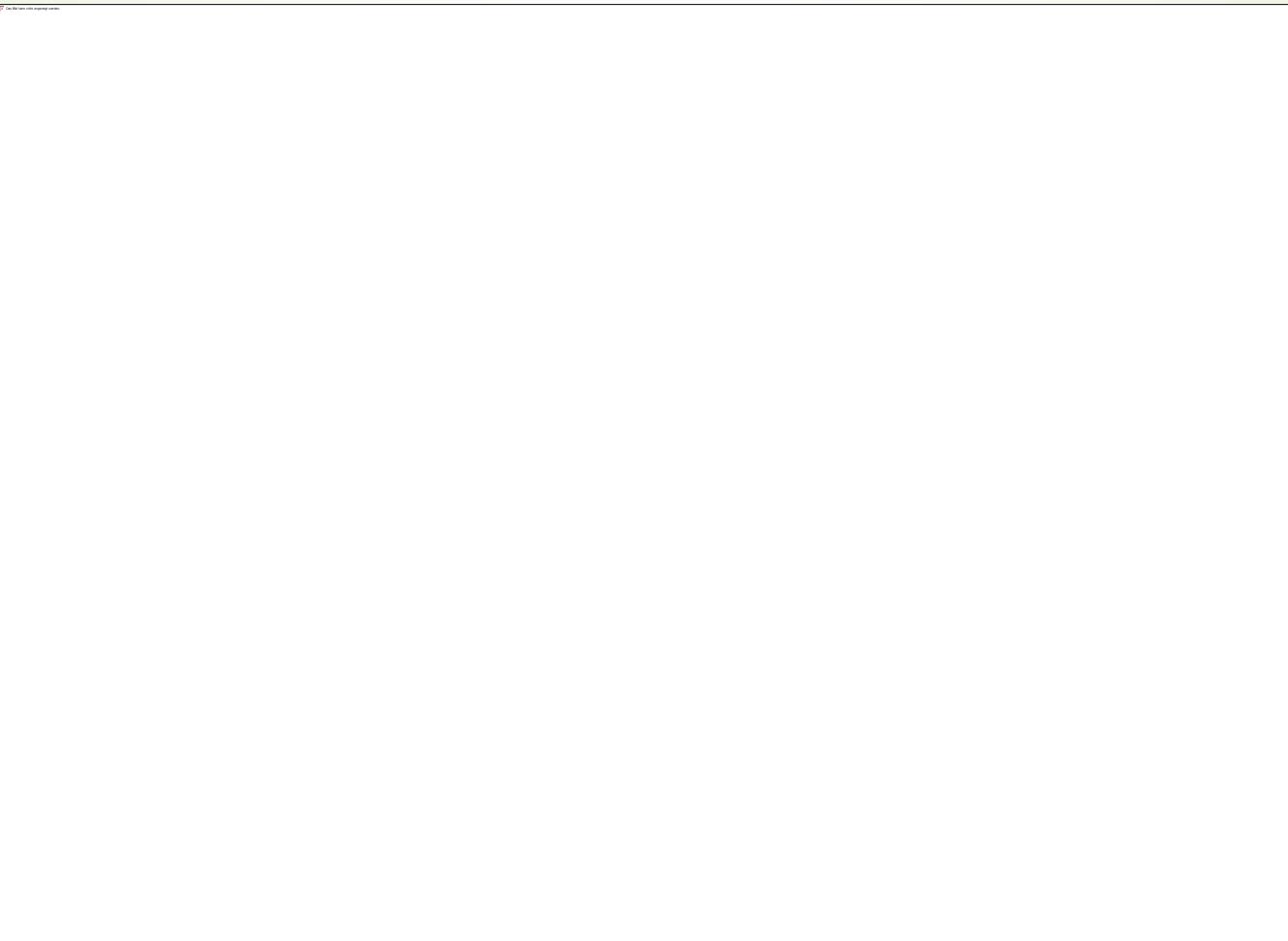
- Die Anzahl der Pixel auf dem Chip horizontal und vertikal.
- Ob Pixel für eine kleinere Bildgröße kombiniert Binning.
- Ob Sie sich Sorgen um Pixel oben und unten, linke oder rechte Kanten oder rechts in den Ecken des Rahmens machen.

Grundsätzlich besteht die Berechnung darin, die Feldrotationsrate in Grad pro Stunde pro Punkt am Himmel in Radians zu verwandeln pro Sekunde die Entfernung auf dem Film, die Sie beunruhigen, um Pixel pro Sekunde der Rotation zu bekommen. Seit den meisten Fotos dauern länger als eine Sekunde, berücksichtigen Sie auch die Belichtungszeit.

- Winkelrate der Feldrotation (Pixel/Exposition) in Grad/Stunde

Die Kamera (DSLR)

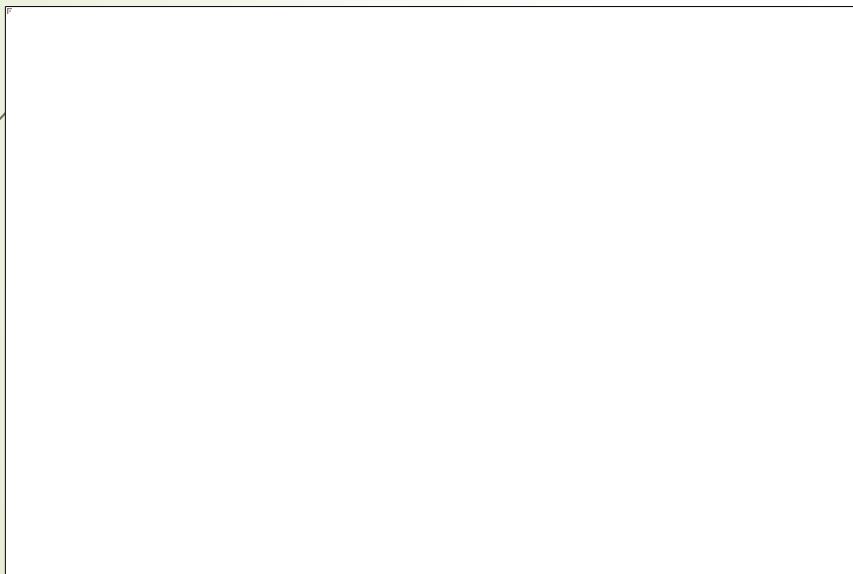
- Winkelrate der Feldrotation (Pixel/Exposition) in Grad/Stunde
- Canon DSLR mit einer Pixelzahl von 3072x2048 und einer Belichtungszeit von 30 Sekunden ergibt sich folgende Grafikergebnisse



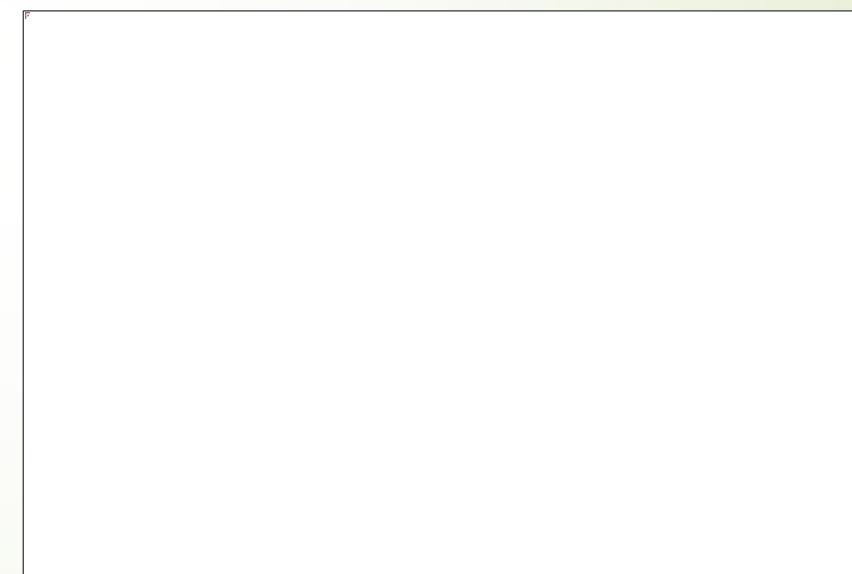
Zusammenfassung

► Regel:

- Belichtung kurz halten
- nicht Nord oder Süden
- besser Osten oder Westen
- nicht zu hoch zielen, Zenit meiden



Im Osten 4 min keine Felddrehung



Im Süden 4min mit Felddrehung

Bildbearbeitung der Seestar-Bilder

- ▶ Werkzeuge:
 - ▶ Siril für Stacking und Bearbeitung
 - ▶ [GraXpert](#) für Gradienten entfernen und Entrauschen
 - ▶ Gimp fürs Finishing
- ▶ Variante 1: Das Summenbild von Seestar bearbeiten
- ▶ Variante 2: Einzelbilder selber stacken und bearbeiten
- ▶ Das gilt natürlich auch für Bilder die mit anderer Ausrüstung erstellt wurden.

Gradienten entfernen

- ▶ GraXpert wurde entwickelt, um Gradienten aus Astrofotos zu entfernen. Wie der Name schon sagt, sind Gradienten Helligkeitsverläufe, die nicht zum Astrofoto gehören, sondern durch äußere Störungen verursacht werden. Ursachen können z.B. Lichtverschmutzung, falsche oder fehlende Flat-Korrektur, aber auch natürliche Helligkeitsverläufe des Nachthimmels und Eigenheiten der verwendeten Optik (Abschattung in Form einer Vignette), sein.
- ▶ Um Deep-Sky-Fotos zu bearbeiten, ist es sinnvoll, solche Verläufe aus den Bildern zu entfernen. Das sieht nicht nur besser aus, sondern vereinfacht auch die weitere Bearbeitung des Bildes. Auch Farbstiche lassen sich auf diese Weise entfernen und generell ist es sinnvoll, das Astrofoto von der Menge des Himmelshintergrunds zu befreien. Kurzum: Eine Gradientenentfernung ist sehr nützlich, wenn auch nicht zwingend notwendig.
- ▶ Kommt zur Anwendung wo die Hintergrund-Extraktion von Siril nicht soviel bringt.
- ▶ [Video](#)

Gradienten entfernen und entrauschen

- ▶ Voraussetzung: Die Bilder sind kalibriert und gestackt. Bei Seestar ist dies das Summenbild.fit
- ▶ Gradienten entfernen gleich nach dem Stacking und das Bild keine Ränder hat ggf. noch abschneiden. Die Bilder sind nicht gestretched (keine Histogramm-Transformation).
- ▶ Stretchoption auf 30% setzen nur zur Ansicht hat keine Wirkung auf das Bild.
- ▶ Samples setzen Sicherheitsabstand zum Objekt, sonst gibt es einen dunklen Rand um das Objekt. Keine Sampling-Punkte auf dem Objekt oder auf Sternen.
- ▶ Smoothing eher klein
- ▶ Bei kleiner Galaxie in der Mitte->Gitter erstellen
- ▶ Bei bildfüllendem Objekt nur wenige Sample-Punkte manuell setzen und ggf. sukzessiv erhöhen.
- ▶ Die Entrauschungsstärke mit dem Regler erstmal auf Mitte. Vergleich mit Denoised/Original im oberen Bereich in der Mitte vergleichen
- ▶ Als 32 Bit Fits-Datei speichern und weiter in Siril

Bild mit Siril weiter

- ▶ Photometrische Farbkalibrierung
- ▶ Histogramm-Transformation
- ▶ Farbsättigung
- ▶ Rauschreduzierung
- ▶ Als tiff exportieren
- ▶ In Gimp Hintergrund dunkler und Farbkurven korrigieren, ggf. unscharfe Maske

Einzelbilder vom Seestar in Siril bearbeiten

- ▶ Sequenz anlegen, debayern anklicken
- ▶ Registrierung, Bilder ausrichten
- ▶ Globale Sternregistrierung in 2 Durchläufen, auf das „Rad“ klicken und dann auf die „3 Räder“ klicken und schauen wie viele Sterne registriert werden >20.
- ▶ Weniger dann Schwellwert verkleinern
- ▶ Dann Stacking „Durchschnittswert mit Ausschluss“ und Normalisierung „Additiv mit Skalierung“



27

Anhang

Doing Science with Seestar

Screenshots-Folien von Andrew Pearce, Australien

