

# Pretalk

Eine kurze Einführung in die Astrofotografie

Zum Einstieg ein paar ausgewählte Aufnahmen von mir





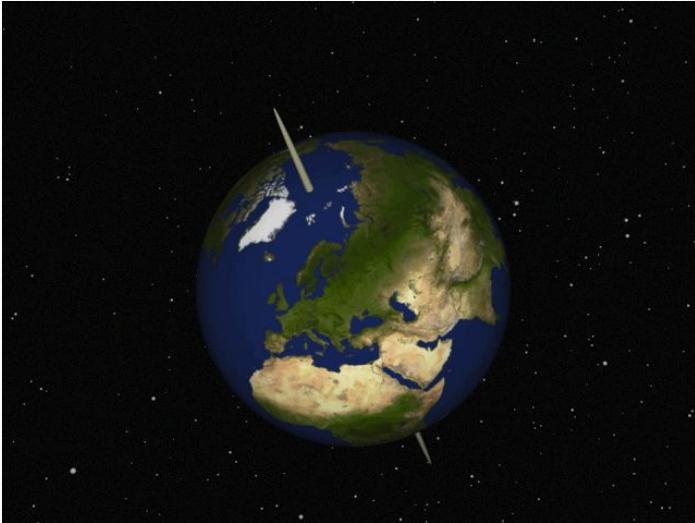




Cool, was brauch ich dafür denn alles?

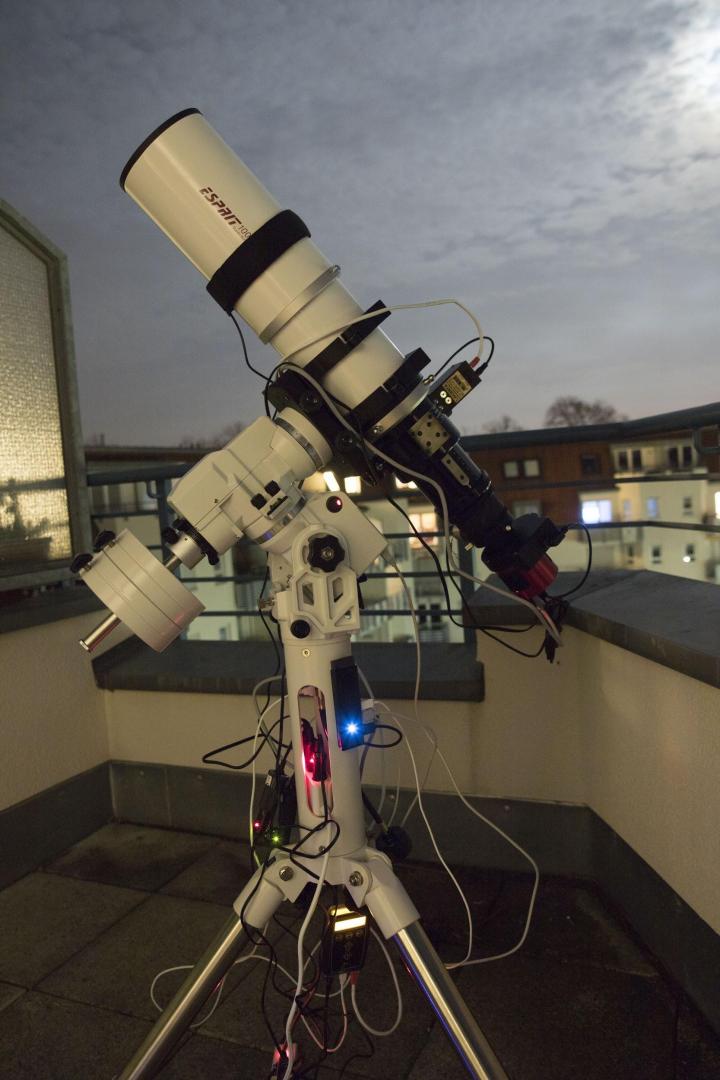
**Herausforderung:**

Verdammt, da war doch was! Die Erde dreht sich ja!

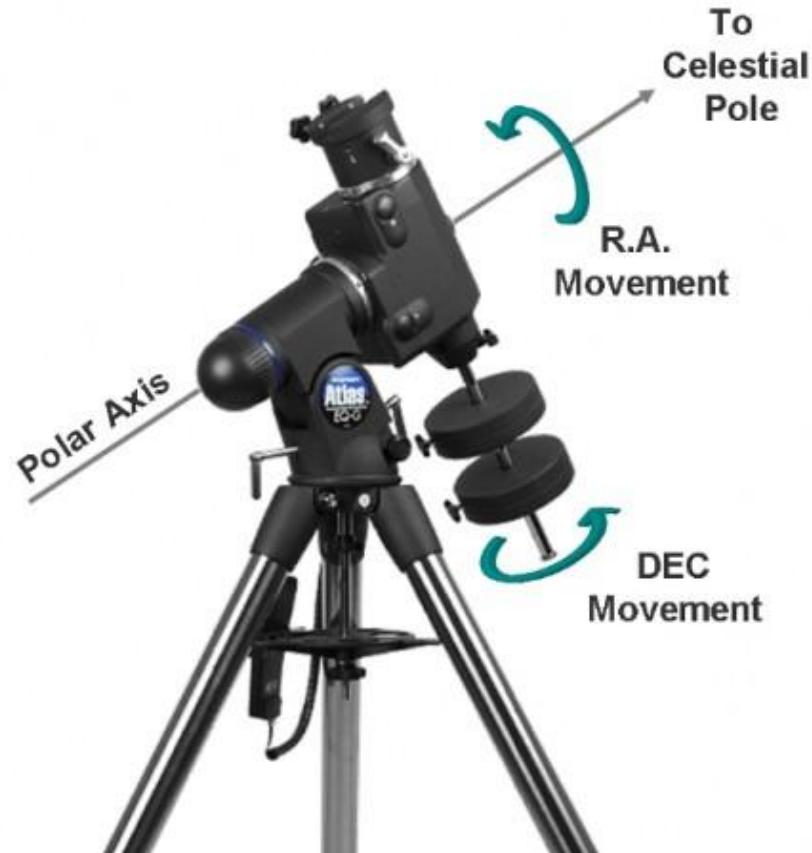
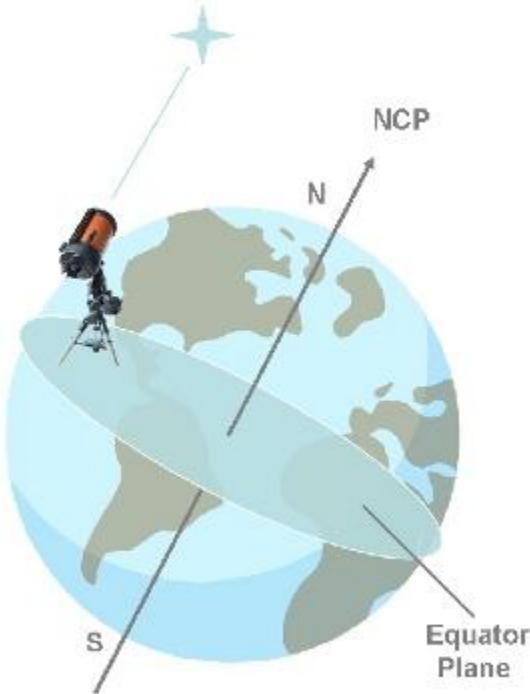


**Lösung:**

Man braucht eine sogenannte “Nachführung”.



Äh, ok?! Und was macht das Ding?



# Echt jetzt? Nur um R.A. drehen?

<https://youtu.be/-opDeUmOZtk?t=5s>

<https://youtu.be/ho7un4taV0M?t=50s>

Problem gelöst :)

Aber extrem hohe Präzision erforderlich.

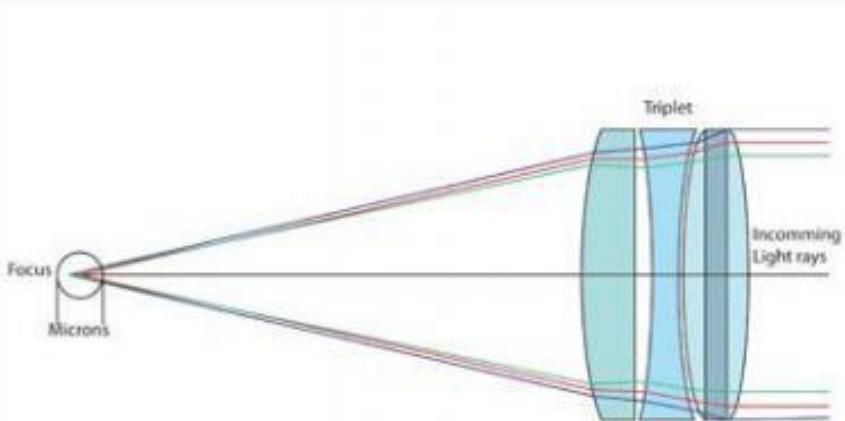
Sterne bewegen sich subjektiv mit ~15 Bogensekunden pro Sekunde

Kontext:

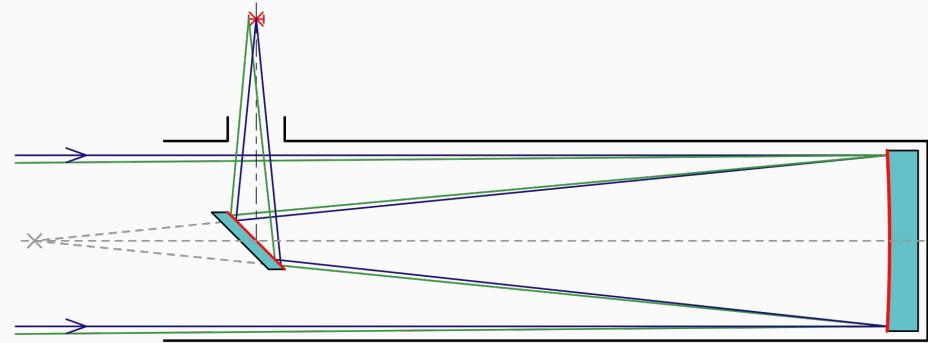
- 60 Bogensekunden = 1 Bogenminute
- 60 Bogenminute = 1 Grad
- Auflösung meiner Bilder: 1,412 Bogensekunden pro Pixel

# So ein Teleskop wäre nett oder? Aber was für eins?

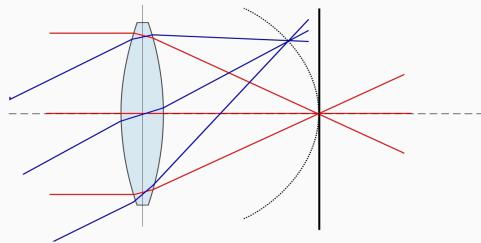
Refraktive Optik (z.B. Refraktor)



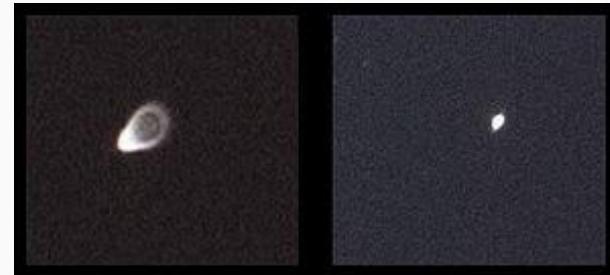
Reflektive Optik (z.B. Newton)



Größtes Problem: Bildfeldkrümmung



Größtes Problem: Coma



# Teleskope

Für die Lösung der üblichen optischen Probleme braucht man für die Fotografie spezielle **Korrektoren**  
→ Linsensystem was optische Fehler korrigiert  
→ Dann werden die Sterne auch bis zum Rand punktförmig

Leider gibt es kein perfektes Teleskop. JEDES Teleskopdesign hat optische Fehler. Manche schwerwiegender und manche weniger problematisch.

Was sind wichtige Eigenschaften von Teleskopen?

- Öffnung
  - bestimmt das Lichtsammelvermögen und die maximale Auflösung
- Brennweite
  - bestimmt den Bildausschnitt und die tatsächliche Auflösung
- Teleskopart
  - bestimmt die vorliegenden optischen Fehler

# Also so große Öffnung wie möglich ja?

Leider macht uns die Atmosphäre einen Strich durch die Rechnung. Das **Seeing** verhindert hohe Auflösung.

Die maximale Auflösung von der Erde beträgt an den besten Observatorien der Welt  $\sim 0.5$  Bogensekunden

Normal sind eher 2-4 Bogensekunden. Da kann man als Amateur wenig gegen tun

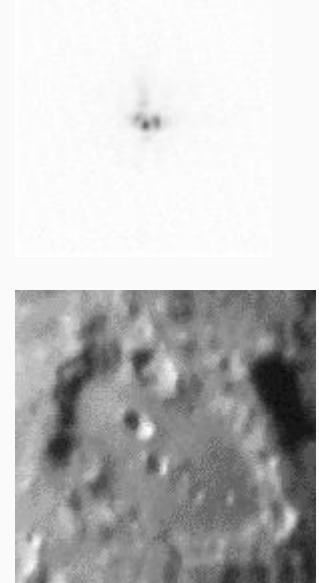
Im Weltraum



Auf der Erde



Quelle Animationen rechts: [https://en.wikipedia.org/wiki/Astronomical\\_seeing](https://en.wikipedia.org/wiki/Astronomical_seeing)



Und jetzt noch ne Kamera!

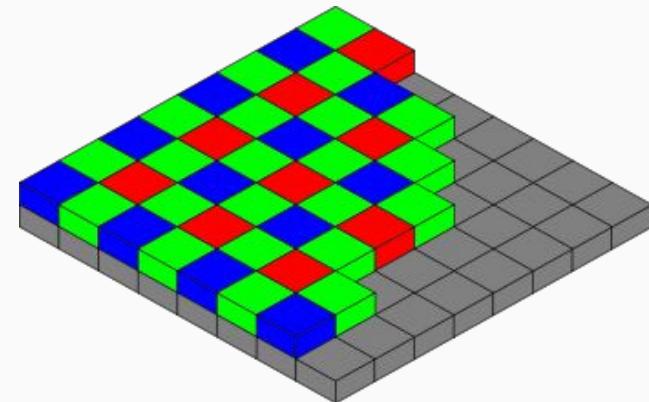
Erster Gedanke:



# Fazit Spiegelreflex oder Systemkamera

## Fazit:

- Ja das geht tatsächlich und ist ein guter Anfang, wenn man einsteigen will
- Vor allem mit Objektiven kurzer Brennweite ein geniale Möglichkeit "reinzuschnuppern"
- Hat aber auch deutliche Nachteile gegenüber gekühlten monochromen Astronomiekameras
- Warum?
  - Bayer Filter vorm Sensor
  - Trend zu immer kleineren Pixeln
  - Teils schlechte Quanteneffizienz der Pixel
  - Eigenerwärmung des Sensors im Betrieb erzeugt Photonen, die wiederum fälschlicherweise vom Detektor registriert werden → Rauschen



# Astronomiekameras

Astronomiekamera



Filterrad mit Filtern für bspw. L, R, G, B und bestimmten Emissionen (z.B. Wasserstoff alpha)



# Stacking

Für gute Bilder braucht man ein so gutes Signal-zu-Rauschen (Signal to Noise) Verhältnis wie es geht.

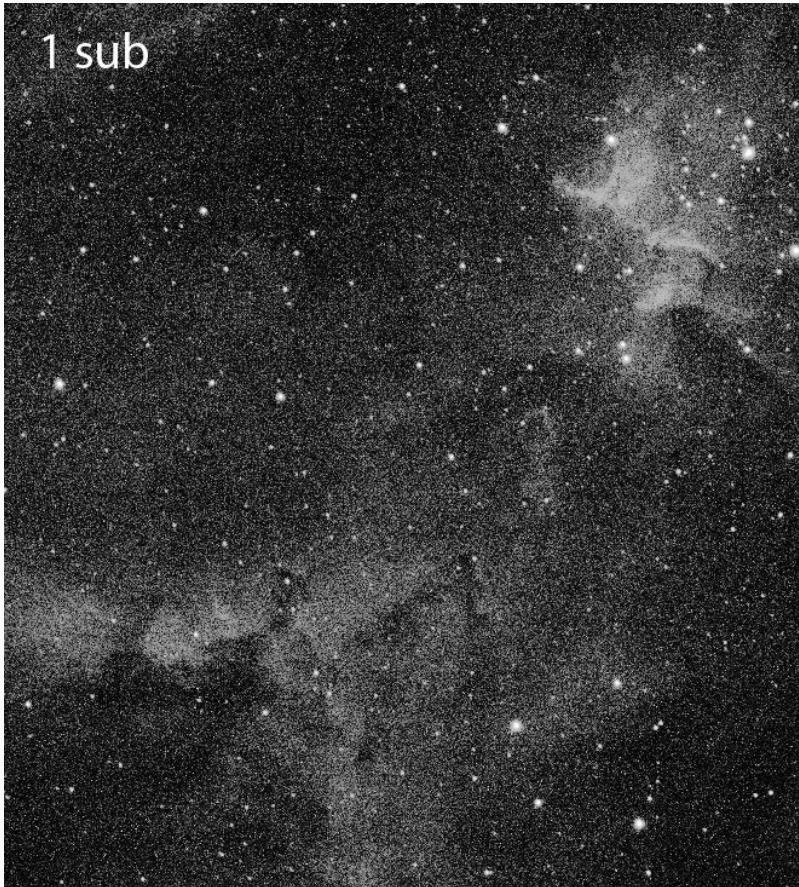
Zwei Möglichkeiten gibt es:

- länger Belichten (limitiert durch die dynamische Reichweite des Pixels)
- Stacking
  - Bilder werden von Algorithmen anhand der Sterne ausgerichtet
  - Vorgang der Kombination von Einzelaufnahmen gleicher Belichtungszeit um statistisches Rauschen zu unterdrücken

Gesamtbelichtungszeit ist am Ende entscheidend, gute Bilder normalerweise zwischen 8h und 20h

# Wie muss ich mir den Effekt vom Stacking vorstellen?

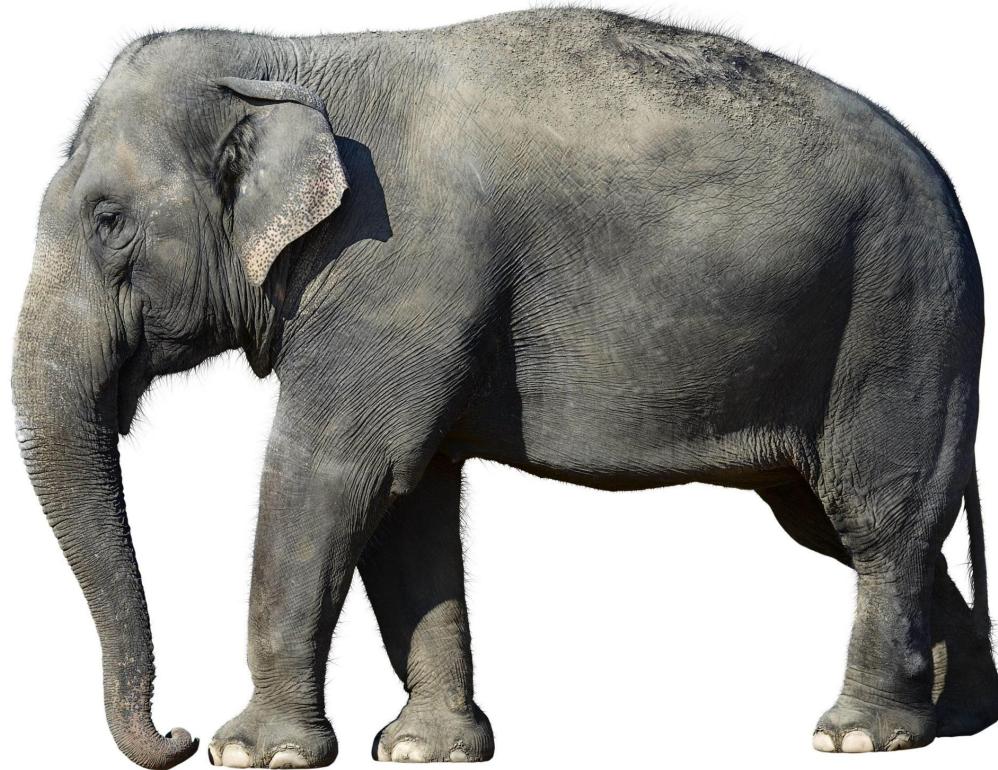
1 sub



Quelle Animation:

[https://stargazerslounge.com/uploads/gallery/album\\_1080/gallery\\_5051\\_1080\\_1075975.gif](https://stargazerslounge.com/uploads/gallery/album_1080/gallery_5051_1080_1075975.gif)

Nachführung, Teleskop, Korrektor, Kamera, Stacking, check!



# Lichtverschmutzung

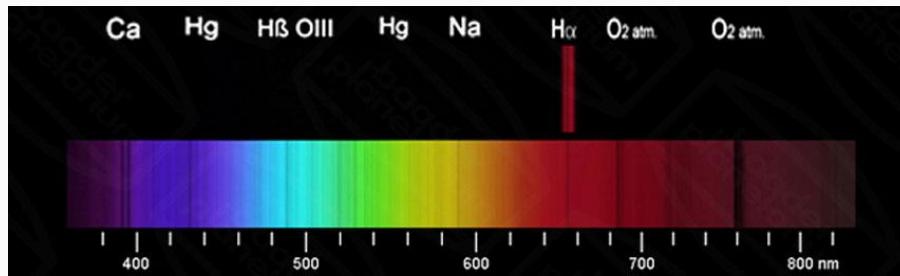


# Strategien gegen Lichtverschmutzung

Informieren und an einen besseren Ort fahren: <https://www.lightpollutionmap.info>

- Die aufwändigste aber beste Möglichkeit bessere Bilder aufzunehmen
- Durch mehr Stacking teilweise kompensierbar, aber schnell Faktor 10x notwendig
- Lichtverschmutzungsfilter helfen begrenzt

Alternative: Schmalbandaufnahmen von Emissionen einzelner ionisierter chemischer Elemente mit Filtern



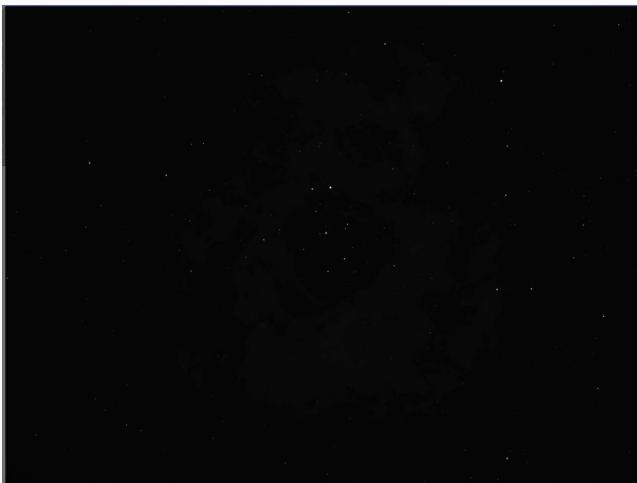
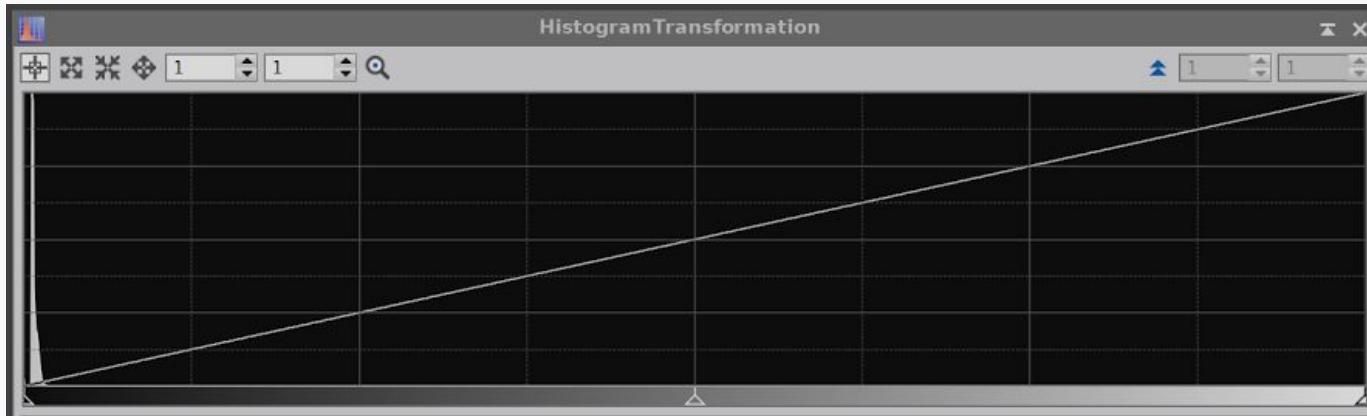
Üblich: Wasserstoff (H $\alpha$ ), Schwefel (SII), Sauerstoff (OIII)  
→ zu falschfarbenen Aufnahmen kombinieren

## Und die Nachbearbeitung?

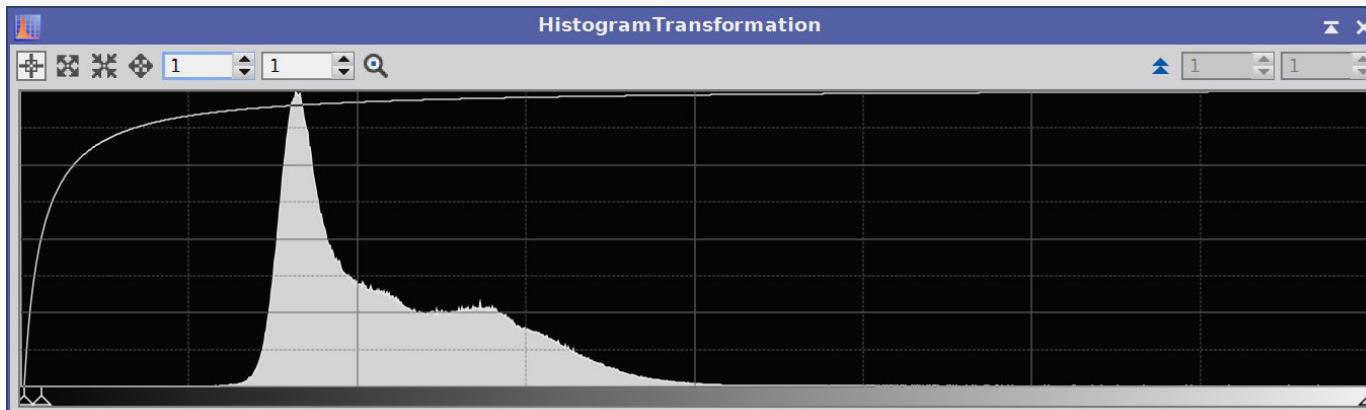
Nachbearbeitung ist eine komplette Wissenschaft für sich

Wichtigste Operation ist das Strecken / Stretching

# Stretching



## Stretching - Nachher



## Themen die sonst noch relevant sind

- Auto-Guider
- Feinst-Motorisierter Fokusser fürs Teleskop (Fokus oder nicht bedeutet Mikrometer!)
- Tauschutz mit Wärmebändern
- Strom im Feld
- Rechner für Orchestrierung aller Komponenten (z.B. Intel Compute Stick)
- Software-Automatisierung für Aufnahmen, Filterwechsel, Objekteinstellung, Fokussierung, ...





## Kontakt

Sven Hoffmann

Mail: [sven.hoffmann@saxsys.de](mailto:sven.hoffmann@saxsys.de)

Xing: [https://www.xing.com/profile/Sven\\_Hoffmann42](https://www.xing.com/profile/Sven_Hoffmann42)

Astrofotos: <http://www.astrobin.com/users/roofkid/>