

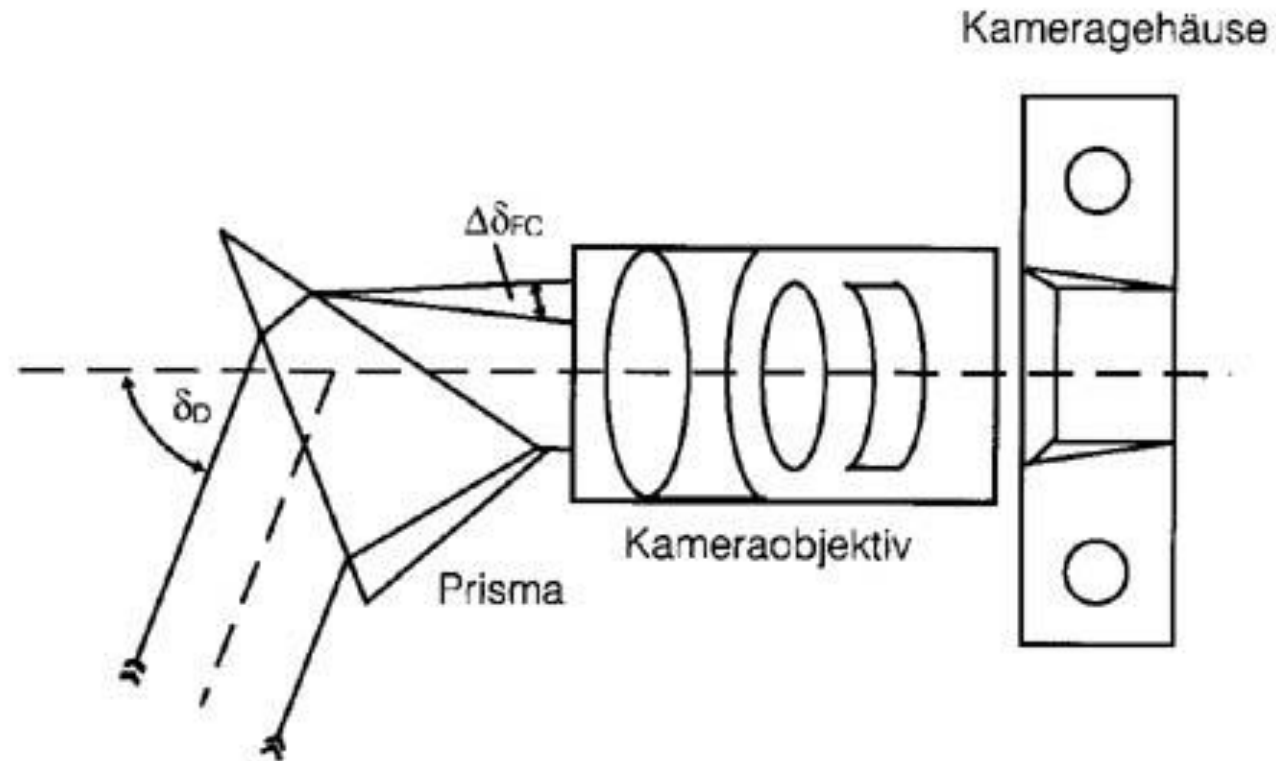


Spektroskopie

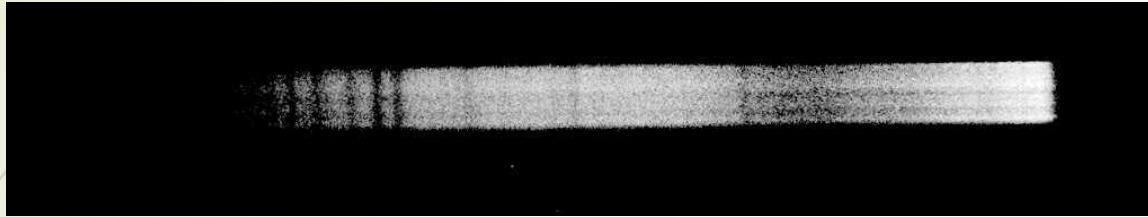
Voraussetzungen und Vorbereitung

Damals : Mit dem Objektivprisma und Film

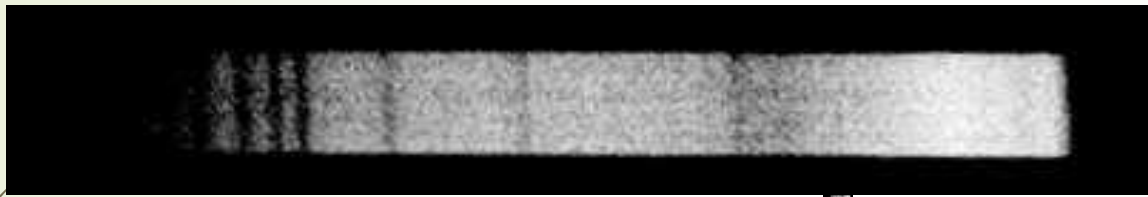
2



Spektren mit dem Objektivprisma und Film



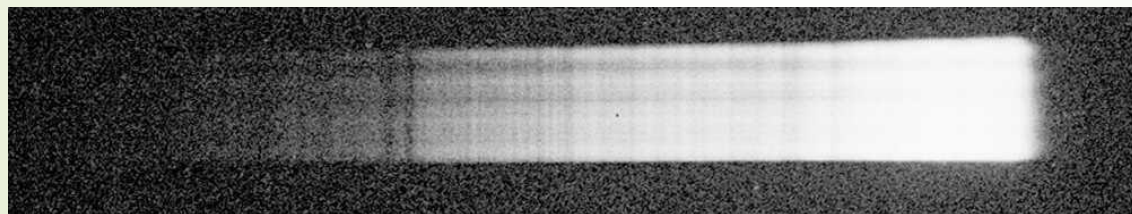
δ Cas



β Cas



α Cas



α Ori

Staranalyser und DSLR



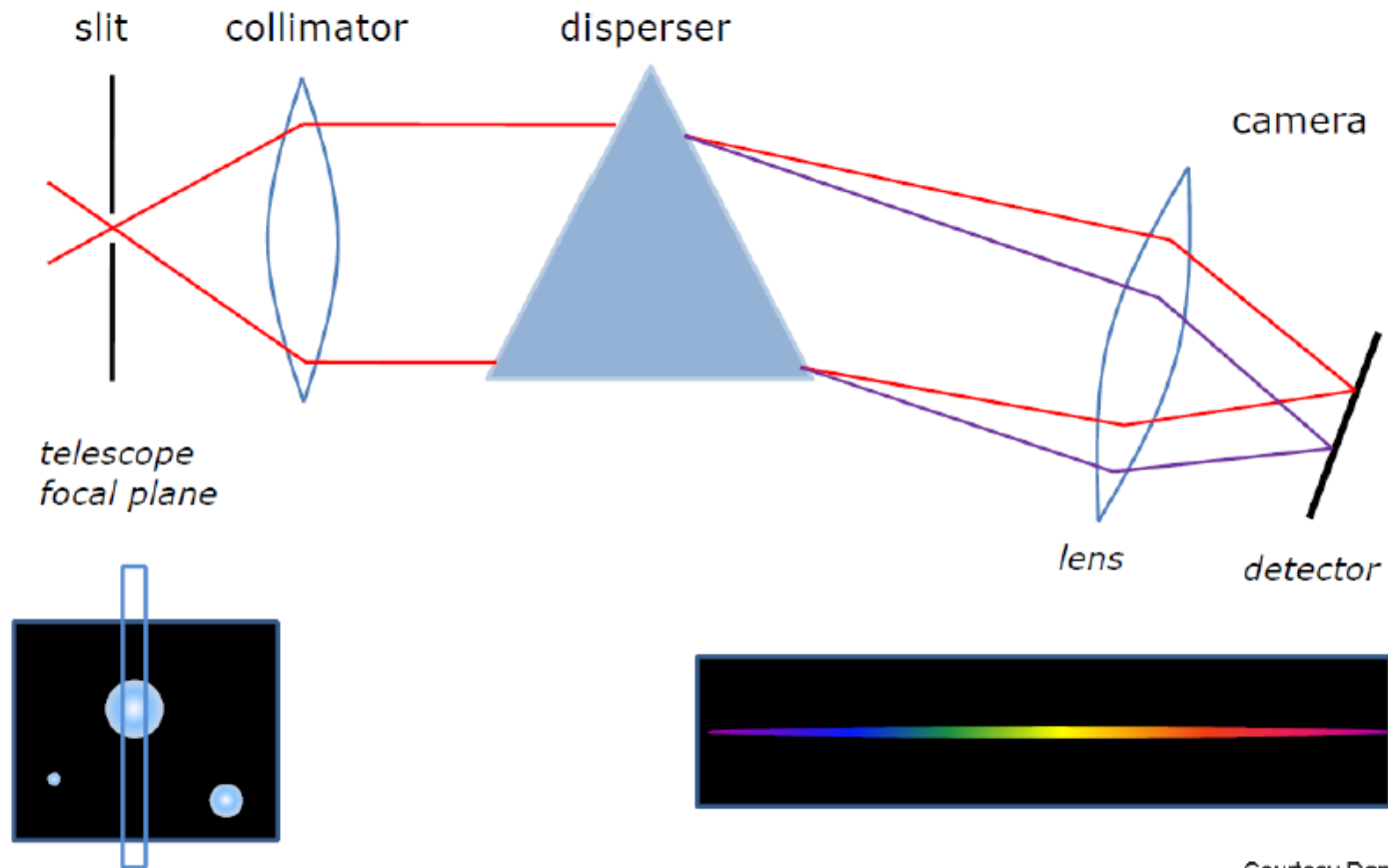
Altair

Unterschiede

- Ohne Spalt:
- Überlappung von Spektren
- Vom Seeing abhängig
- keine Trennung von Hintergrund und Spektrum
- Einfache Realisierung

- Mit Spalt:
- Keine Überlappung
- Vom Seeing unabhängig
- Einstellbare Auflösung, Spaltbreite
- Trennung von Nutz- und Störsignal
- Komplexerer Aufbau

The basic spectrograph

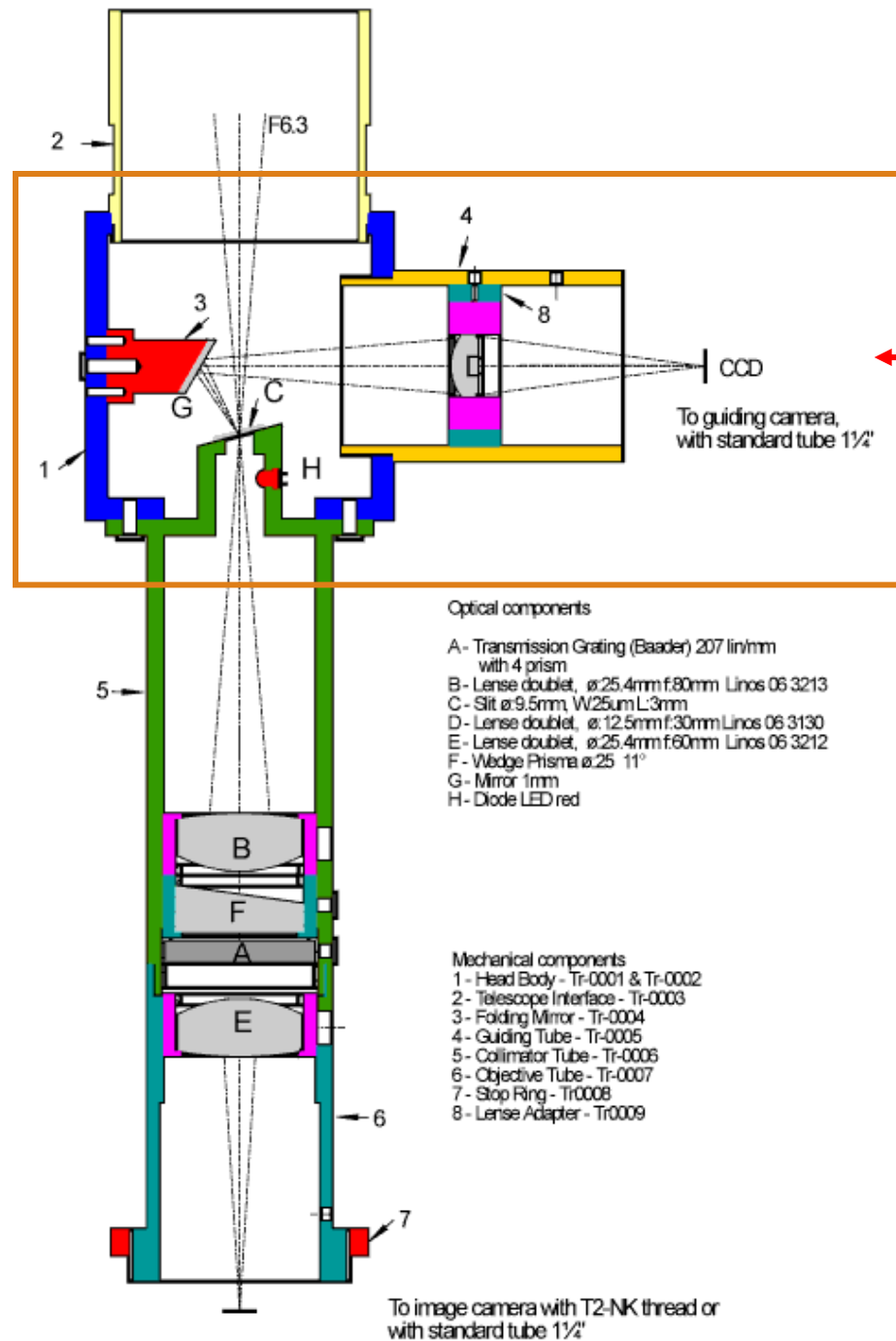


Courtesy Danny Steeghs

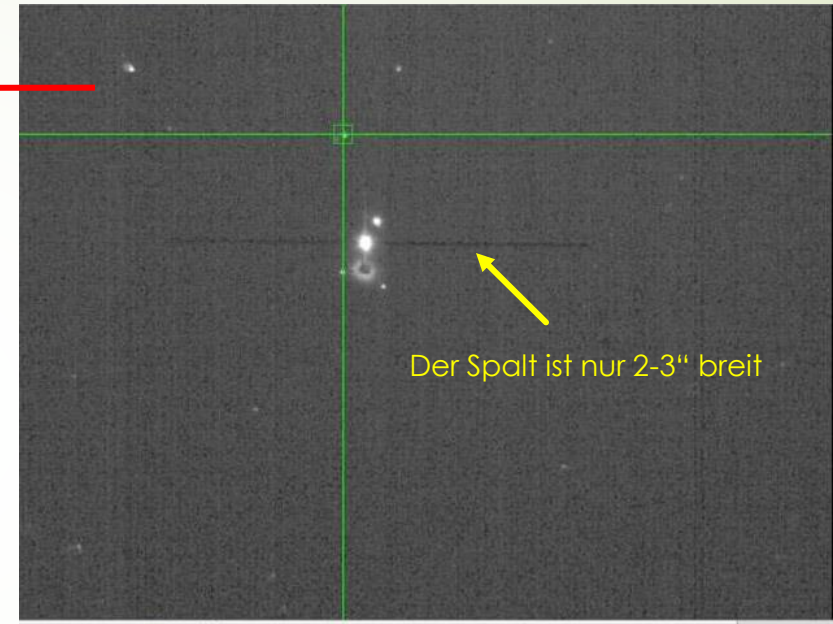
Grundsätzliches

- Ein Spektrograph wird speziell für ein Teleskop angepasst.
- Er ist in der Regel fest am Teleskop installiert.
- Käufliche Spektrographen sind für ein bestimmte Teleskopart und Größe bestimmt.
- Das Öffnungsverhältnis des Teleskops muss etwa gleich dem Kollimator sein, typischerweise $f/10$ oder $f/5$
- Lange Brennweiten führen zu großen Sternscheibchen, die Spaltbreite muss etwa zum Sternscheibchen passen. Ist das Sternscheibchen zu groß muss ein breiterer Spalt verwendet werden. Dadurch verliert man Auflösung.
- Lässt man in diesem Fall den Spalt klein, ergibt dies eine höhere Auflösung, aber man verliert Licht und kann gleich ein kleineres Teleskop nehmen.
- Fazit: Kleine Teleskope bringen eine höhere Auflösung als Große.
- Der hier gezeigte Selbstbau ist für kleine und mittlere Teleskope konzipiert d.h. 70 - 250 mm Optiken.

Bauarten von Spektrographen



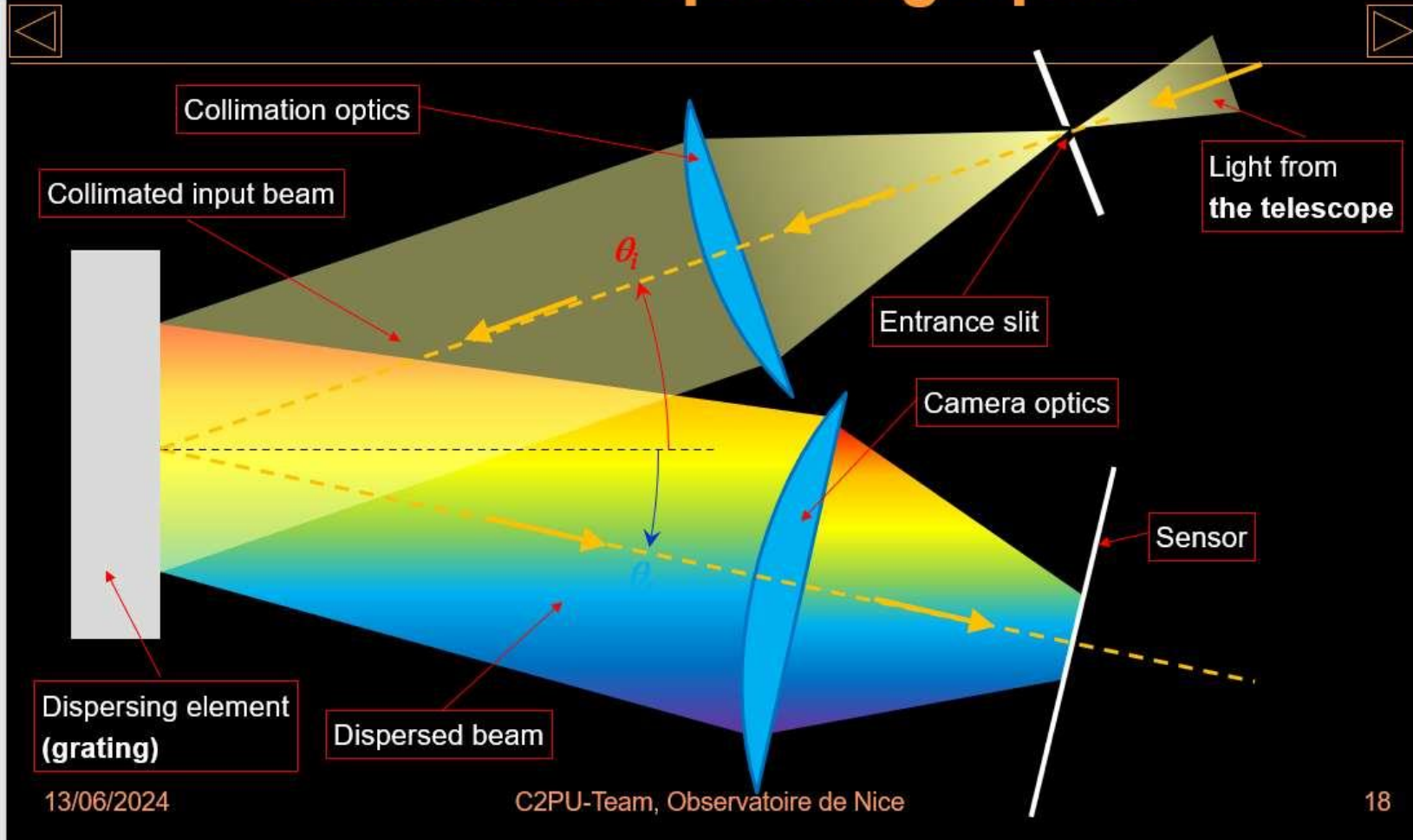
Strahlengang



Alpy- Spektrograph niedriger Auflösung $R= 600$



Basics on spectrographs



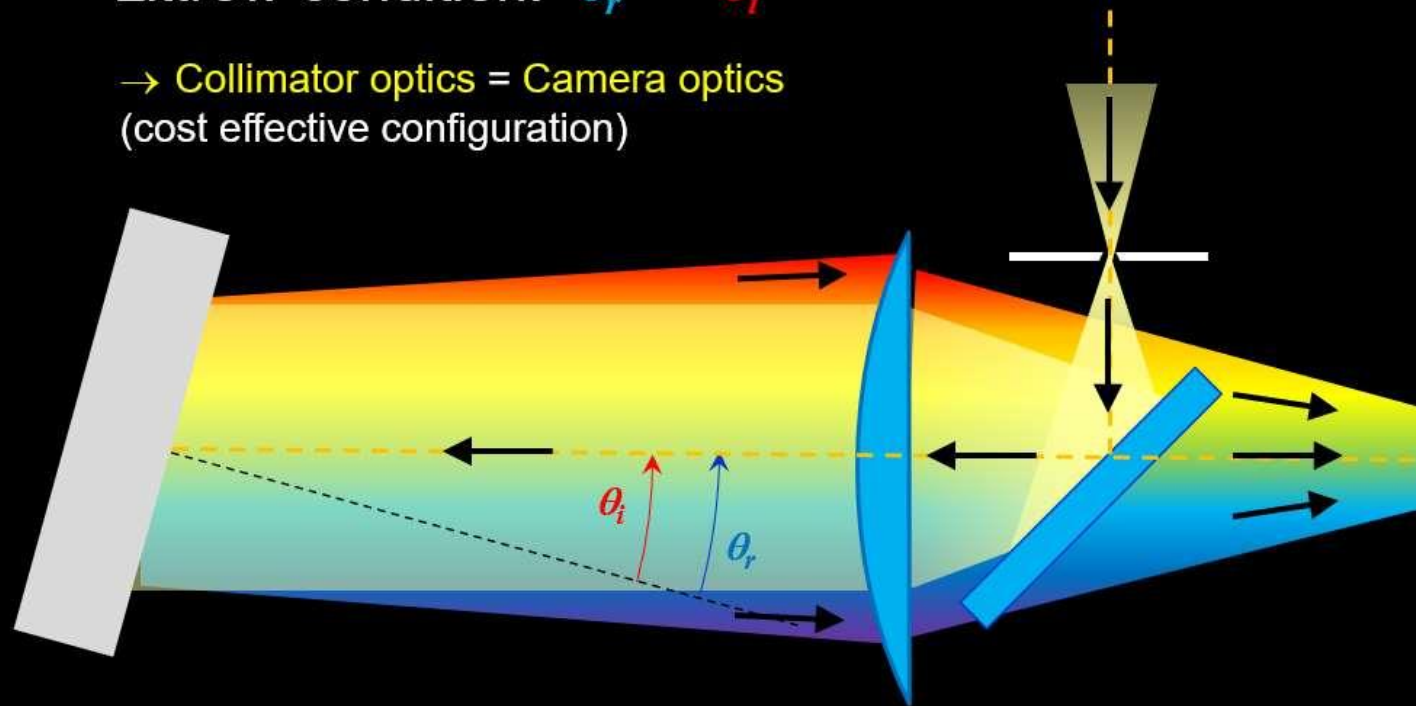
Selbstbau hochauflösender Spektrograph $R > 10.000$



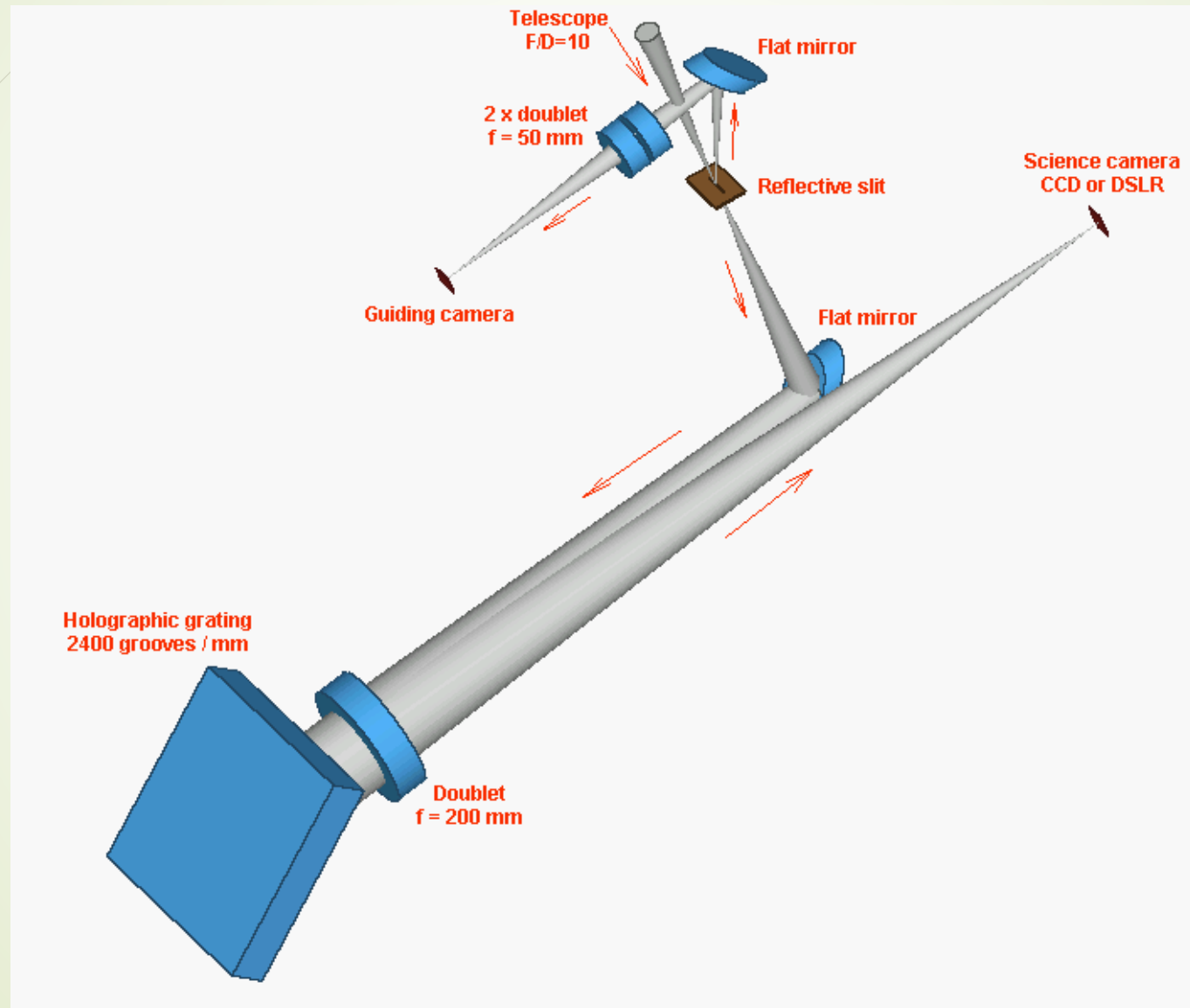
Littrow configuration

Littrow condition: $\theta_r = \theta_i$

→ Collimator optics = Camera optics
(cost effective configuration)



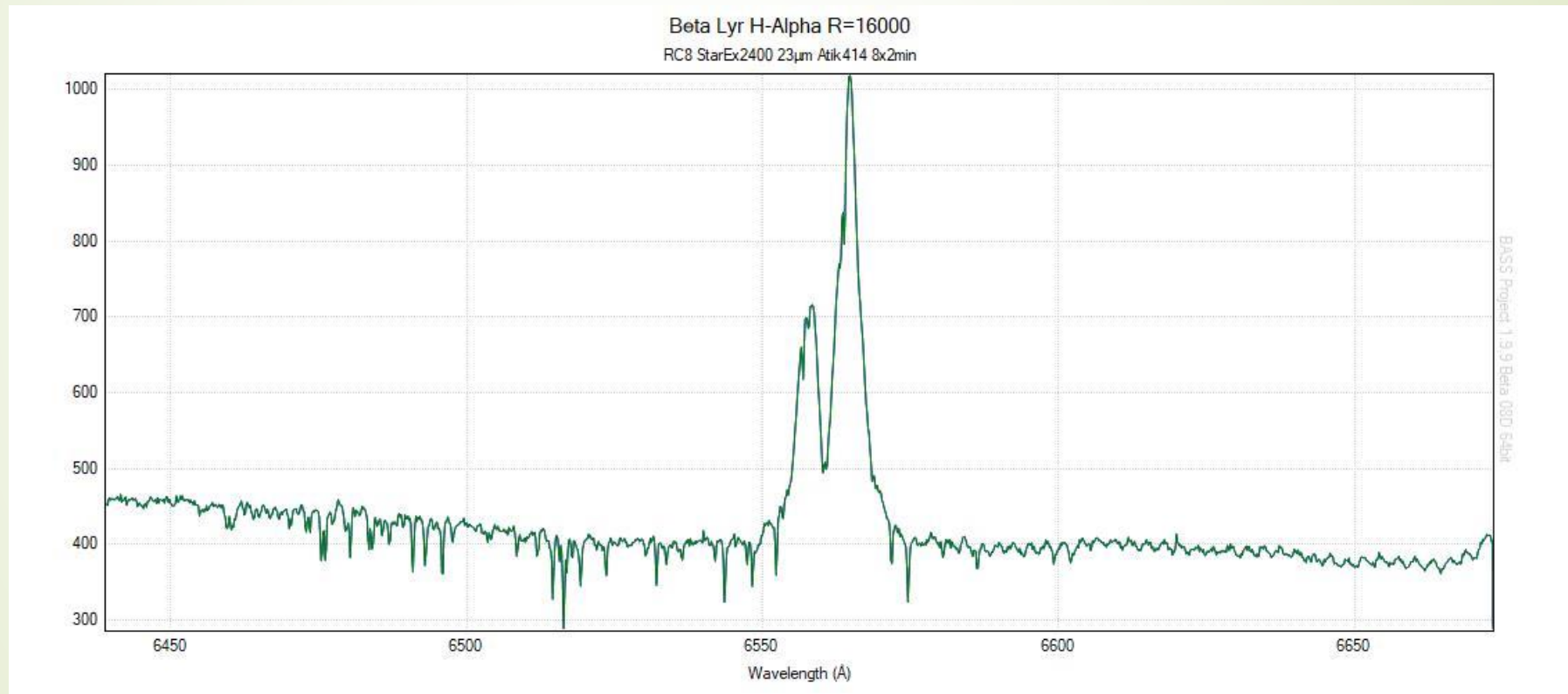
Strahlengang des Littrow-Spektrographen



L200-Littrow Kollimator f=200mm



H-alpha-Linie mit $R=16.000$



Was muss man in der Vorbereitung tun?

➤ **Am Schreibtisch:**

- Man muss 2x fokussieren. Den Stern auf den Spalt mit dem Okularauszug und die Kamera auf den Spalt fokussieren.
- Aufnahme-Kamera auf den Spalt fokussieren und Ausrichten am Sonnenspektrum. Diffuses Tageslicht reicht.
- Guiding-Kamera auf den Spalt fokussieren, Spalt parallel zum Chip
- Ohne diese Vorarbeiten hat man keine Chance am Teleskop!!

➤ **Das Teleskop:** (Beispiel mobiles Teleskop)

- Eingordnete Montierung
- Sucherteleskop mit Kamera (insgesamt brauchen wir 3 Kameras) parallel zum Teleskop ausrichten. Wird später für Platesolving genutzt.
- Teleskop in die Homeposition bringen und Spektrographen anschließen und Spalt muss parallel zu DE oder RA sein. Achtung Kollision mit Stativ oder Säule im Meridian prüfen
- Kabel (-Salat) sicher anschließen USB-Kabel für 3 Kameras, Montierung und Motorfokus des Okularauszugs = 5 Kabel.
- Stromanschluss : Montierung, Kamera, Notebook und Referenzlichtquelle, z.B. Neon

Das erste Spektrum

■ Am Teleskop

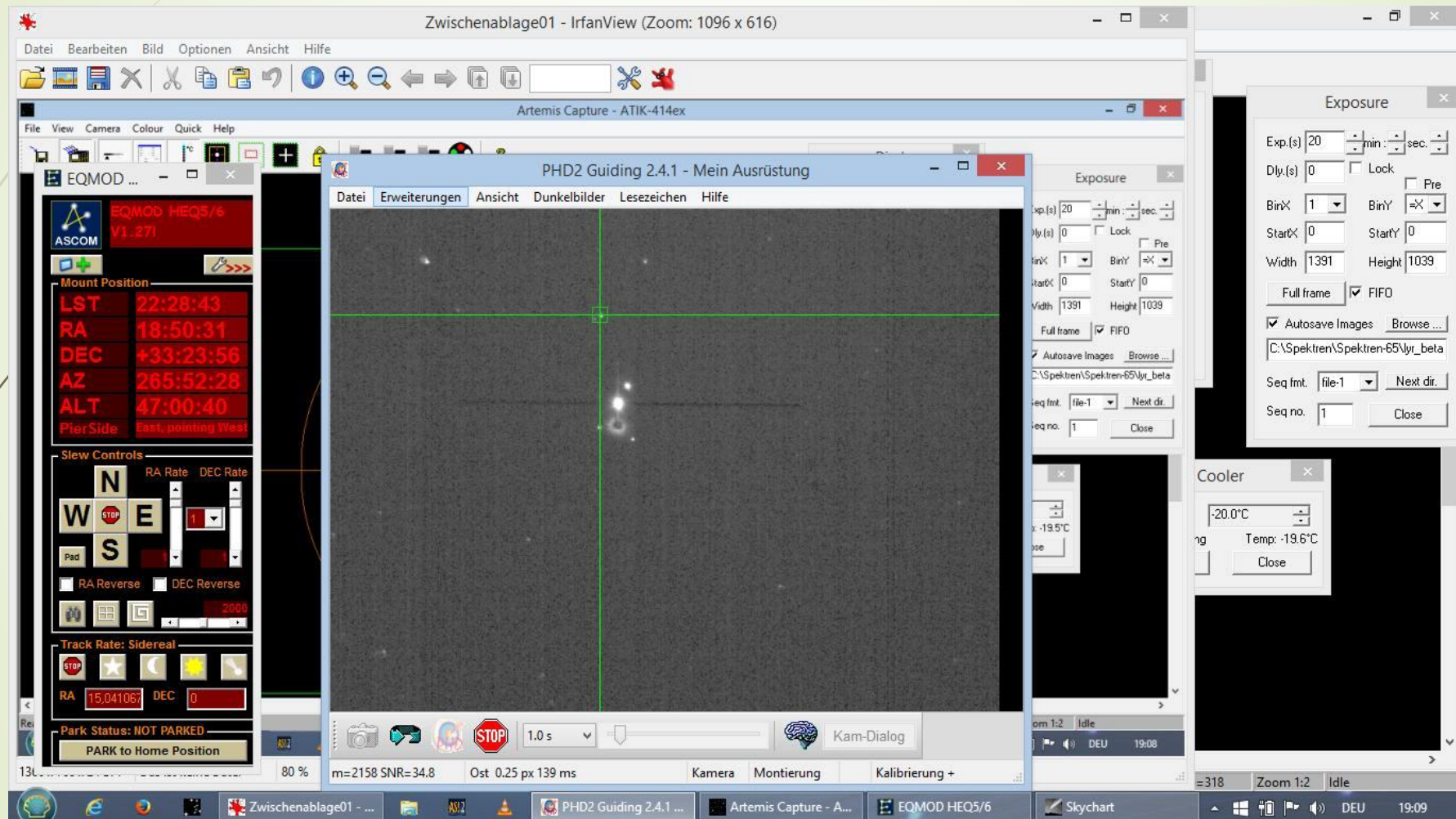
- Hellen Stern einstellen Nachführkamera Spalt parallel zum Chip, Stern fokussieren am Okularauszug, Stern mittig im Spalt, Spaltrichtung parallel zu RA oder DE
- In PHD-2 unter Ansicht->Spektrographenspalt, den Spalt markieren, sonst ist er nicht zu sehen! Mit Ansicht->Spaltposition... positionieren
- Testaufnahme: Aufnahmekamera, Spektrum parallel und mittig auf den Chip ausrichten, Spektrum am Okularauszug fokussieren, muss wie ein Strich sein.

Das Zielobjekt

- Zielobjekt einstellen und mit Platesolving prüfen
- Rote Sterne, zeigen sich aufgebläht in der Nachführkamera, hell im IR
- Belichtung prüfen ob genügend Signal und auch nicht gesättigt!
- Belichtungsreihe starten
- Kalibrierspektrum, Neon aufnehmen
- Spektrum eines Referenzsterns aufnehmen, dessen Profil bekannt ist aufnehmen, zur Ermittlung der „Instrumental Response“
- Bias, Darks und Flats aufnehmen

Spektrum aufnehmen – PHD-2

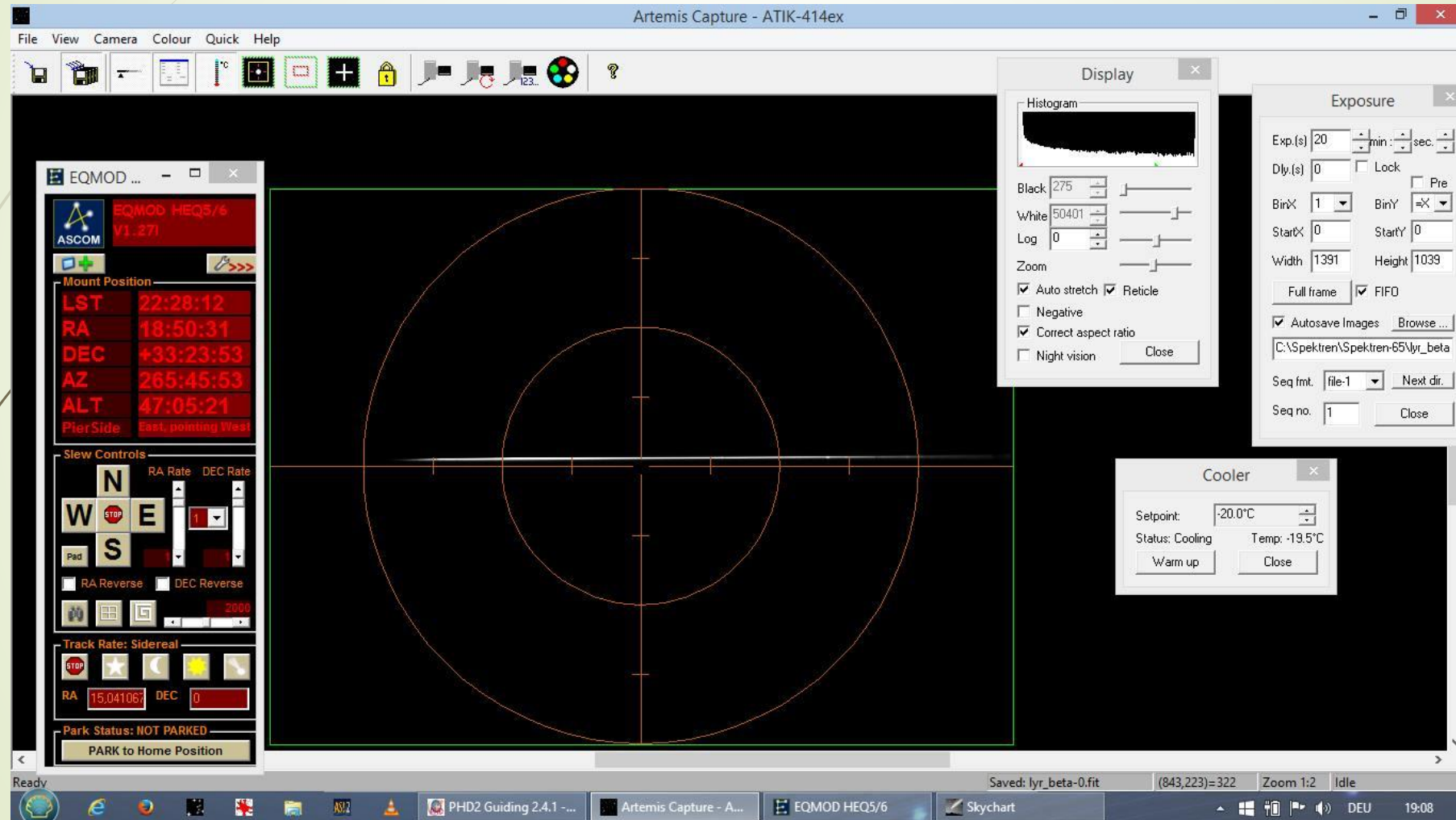
20



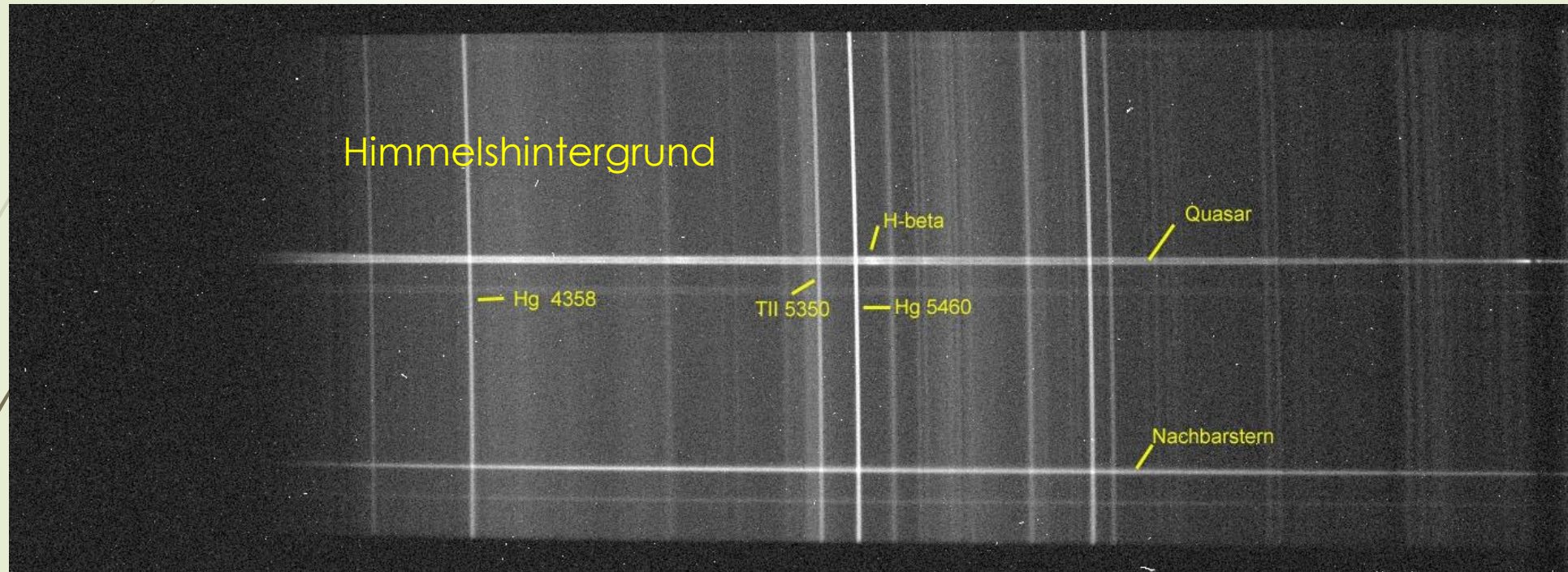
Spektroskopie

Atik-Aufnahme Software Artemis

21



Himmelshintergrund und Spektrum von Quasar 3C273



Kalibrierungsbilder

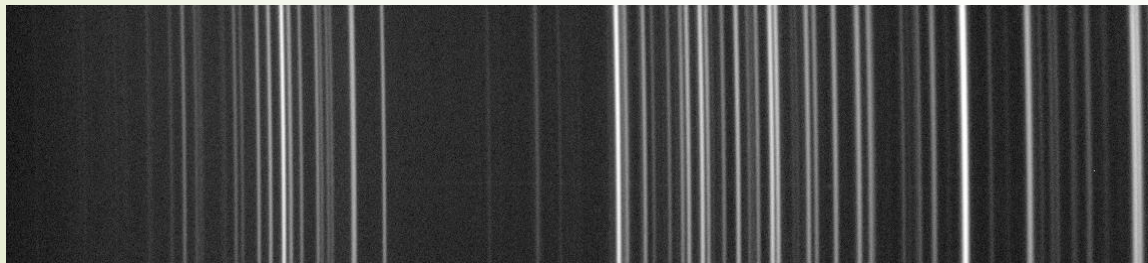
- Argon/Neonspektrum
- Bias
- Darks
- Flats



Xenon blau

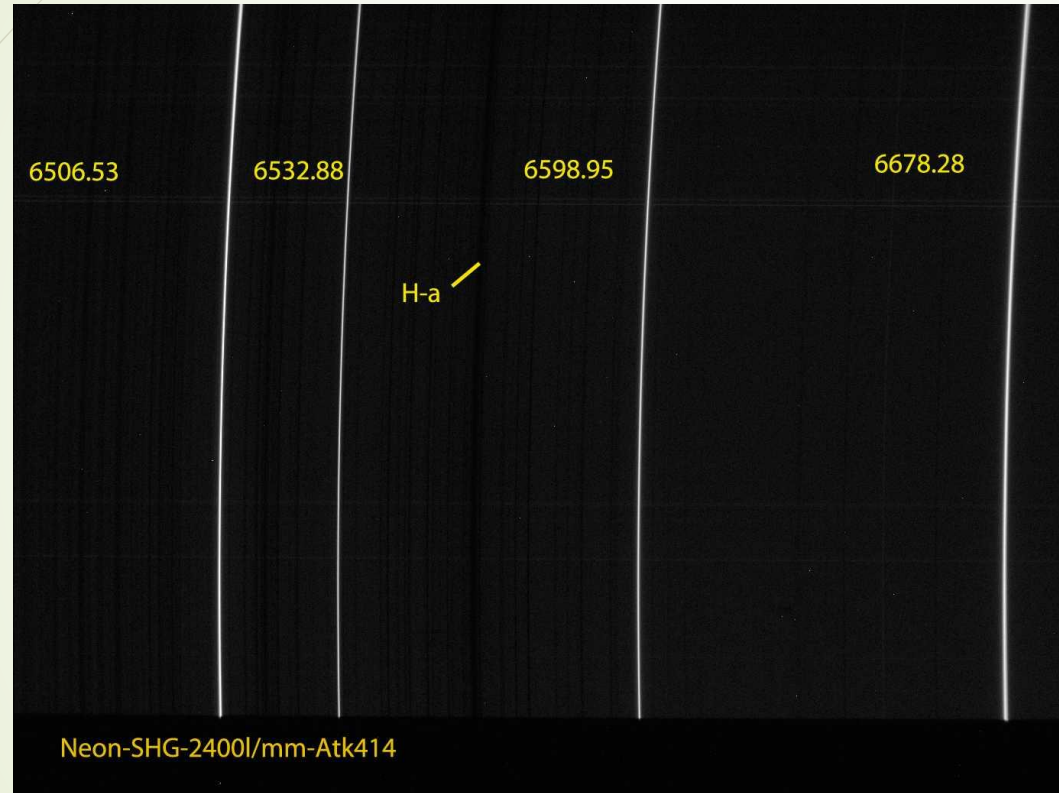
Neon rot

NeXe-Lampe
von Conrad,
nicht mehr
verfügbar



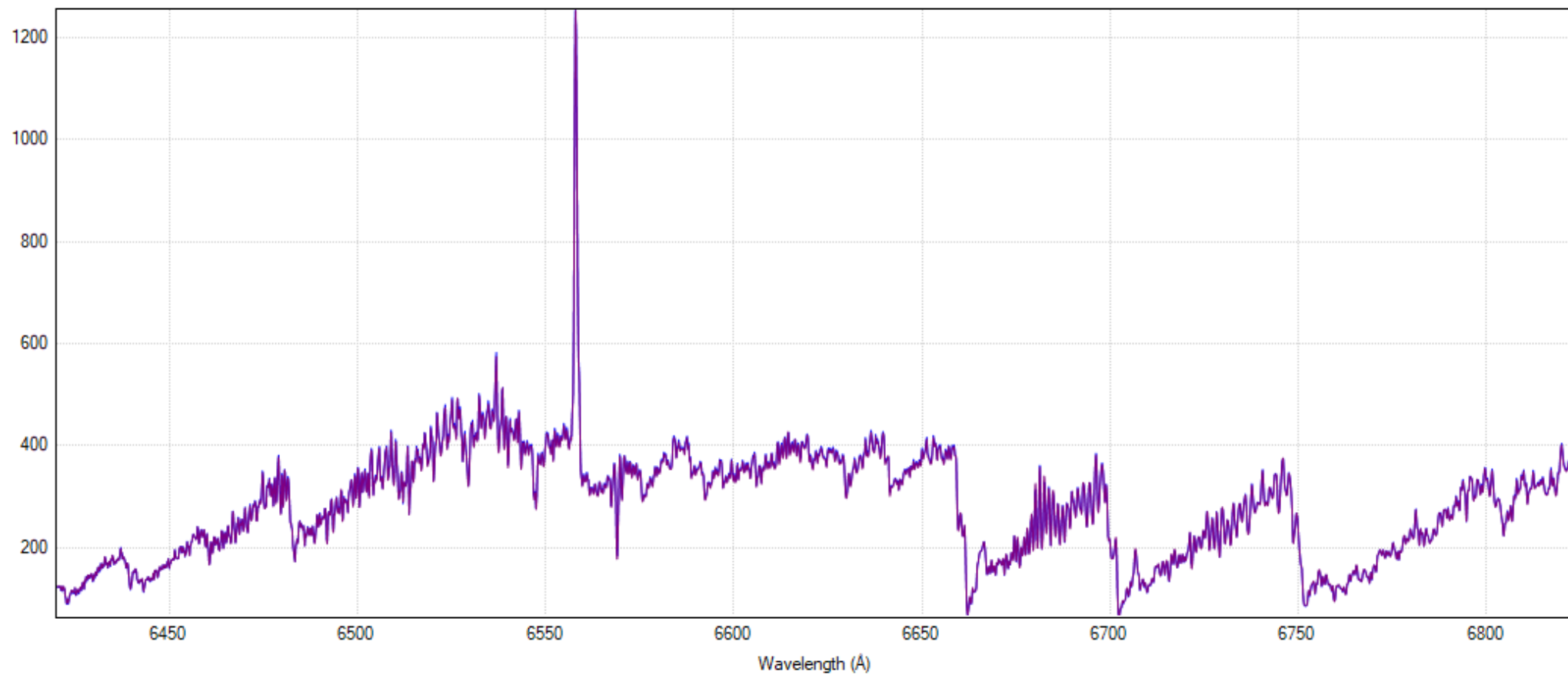
Spektroskopie

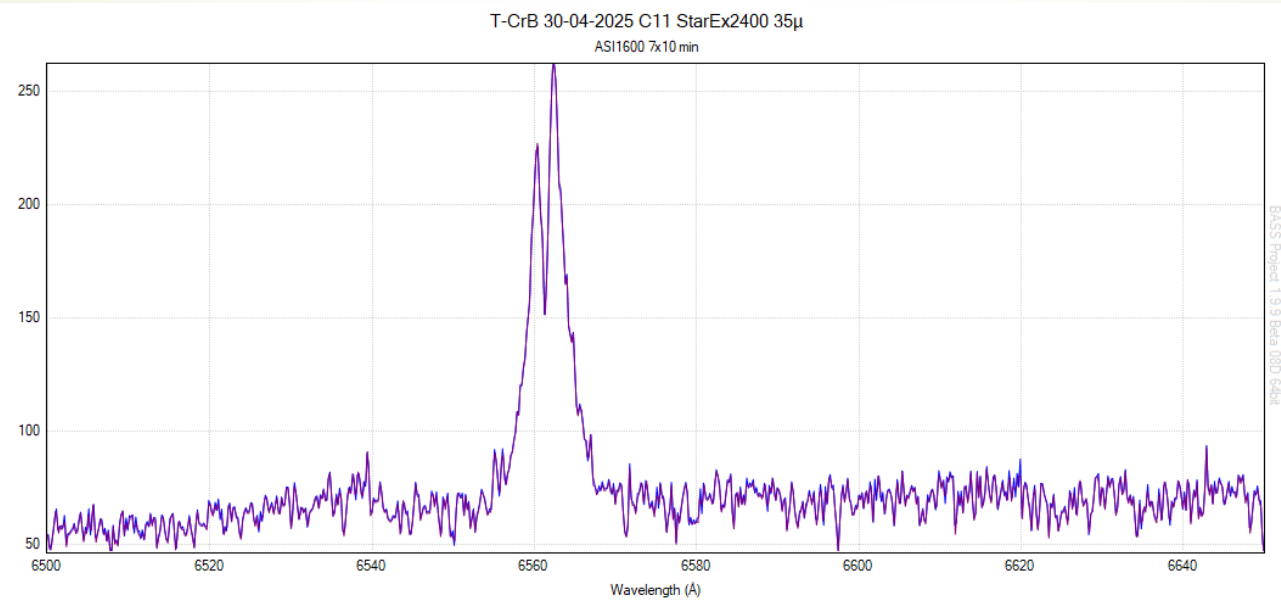
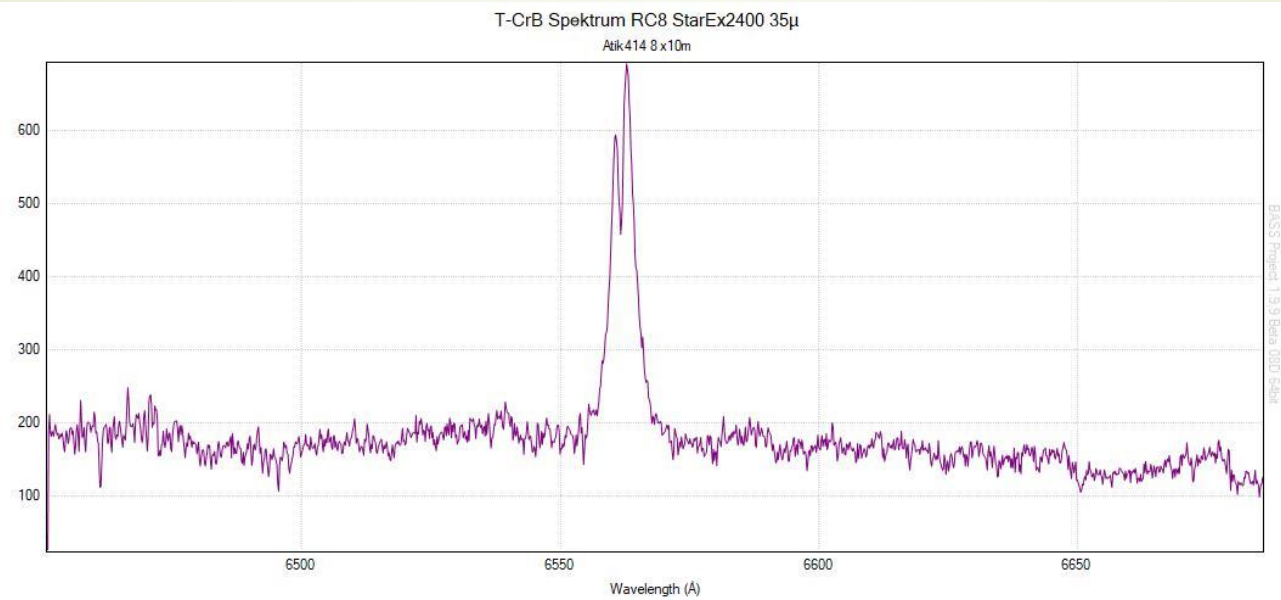
Kalibrierung bei H-alpha



R-Leo C11 StarEx2400 35 μ

ASI1600 7x4min





Simulation von Spektrographen

- Mit der Excel-Tabelle Simspec_StarEx lässt sich der Einsatz am Teleskop simulieren oder neu konstruieren
- Einfluss von Brennweite, Spaltbreite und Pixelgröße auf die Auflösung
- Einfluss der Komponenten des Spektrographen, Kollimator, Kameraoptik, Gitter durchspielen
- Teleskop-Parameter: Öffnung und Brennweite – Spaltbreite G17 beachten
- Größe des Gitters G22 beachten, 25mm beim StarEx
- Kamera Pixelgröße – Der Sampling-Faktor sollte 2-3x mal d.h. $\text{Pixelgröße} = \text{Spaltbreite} / 2-3$ hat Einfluss auf Resolving Power Zelle B26

Kosten Spektrograph

- Optiksatz 518€
- 2x Fokussierer 200€
- Bausatz 3D-Druck Gehäuse mit Schrauben 280€
- Selberdrucken Filament, diverse Schrauben und Gewindemuffen
- Nur Spektroheliograph
- Optiksatz 490€
- 1x Fokussierer 100€
- Bausatz 3D-Druck ab 175€

Links zum Selbstbau

- Webseite von Christian Buil das Projekt [Sol'Ex](#) und Star'Ex
- Videos [Sol'Ex](#) und Star'Ex Zusammenbau teilweise in französisch
- [Optiksat](#) 518€
- Fertige Druckteile mit Schrauben von [Azur3DPrint](#)
- Video zum [Spektrographen](#) von Azur3DPrint
- Live [Demo](#) des Spektrographen mit N.I.N.A.
- [Diskussionsforum](#) in französisch
- Aktuelles Buch über [Spektroskopie](#)
- [Excel-Blätter](#) zur Berechnung von Gitter-Spektrographen