



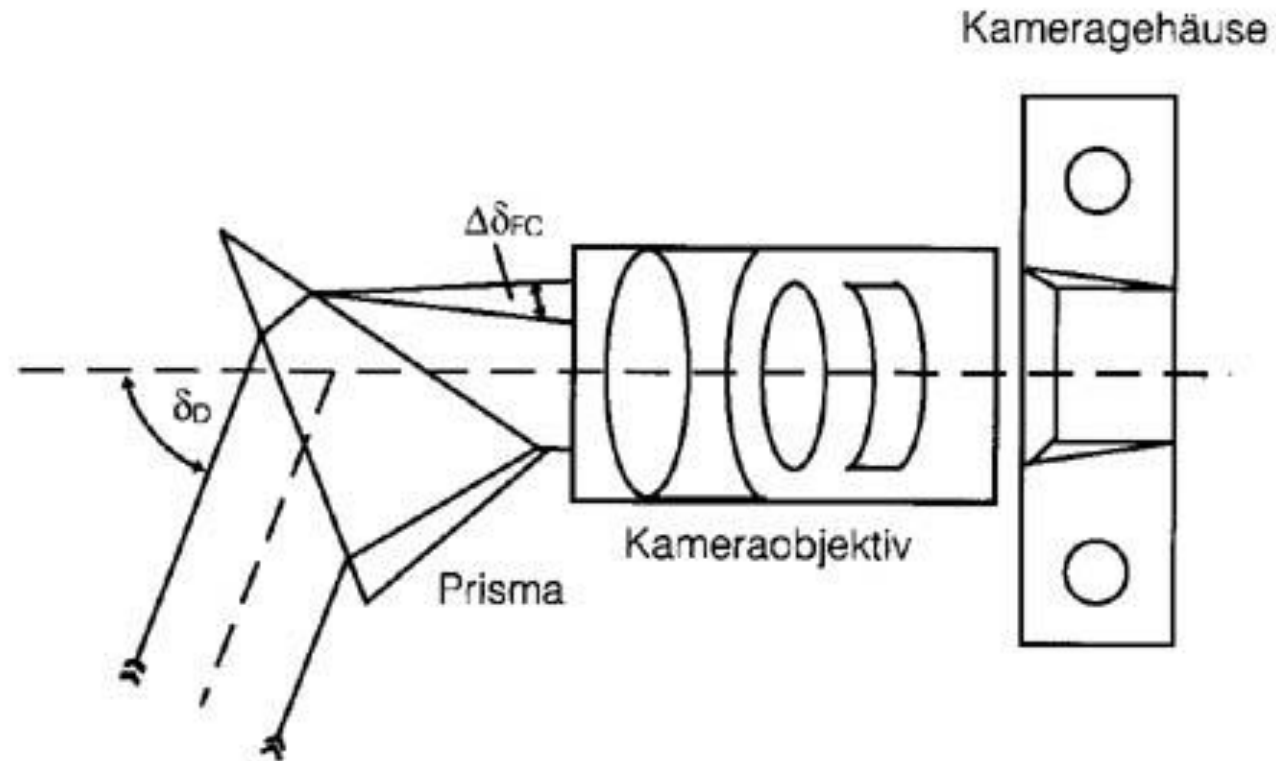
# Spektroskopie

1

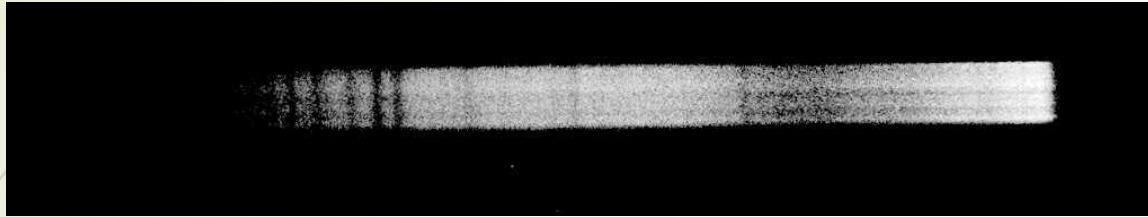
Voraussetzungen und Vorbereitung

# Damals : Mit dem Objektivprisma und Film

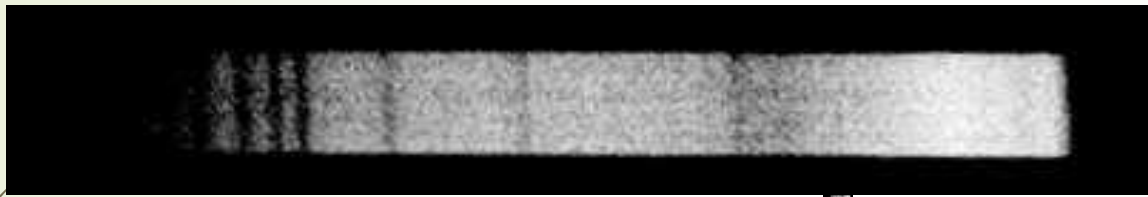
2



# Spektren mit dem Objektivprisma und Film



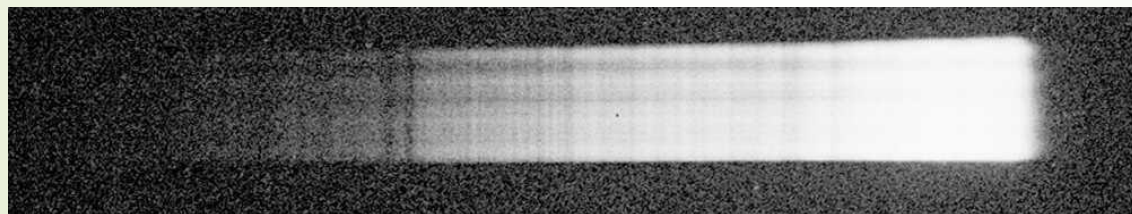
$\delta$  Cas



$\beta$  Cas



$\alpha$  Cas



$\alpha$  Ori

# Staranalyser und DSLR

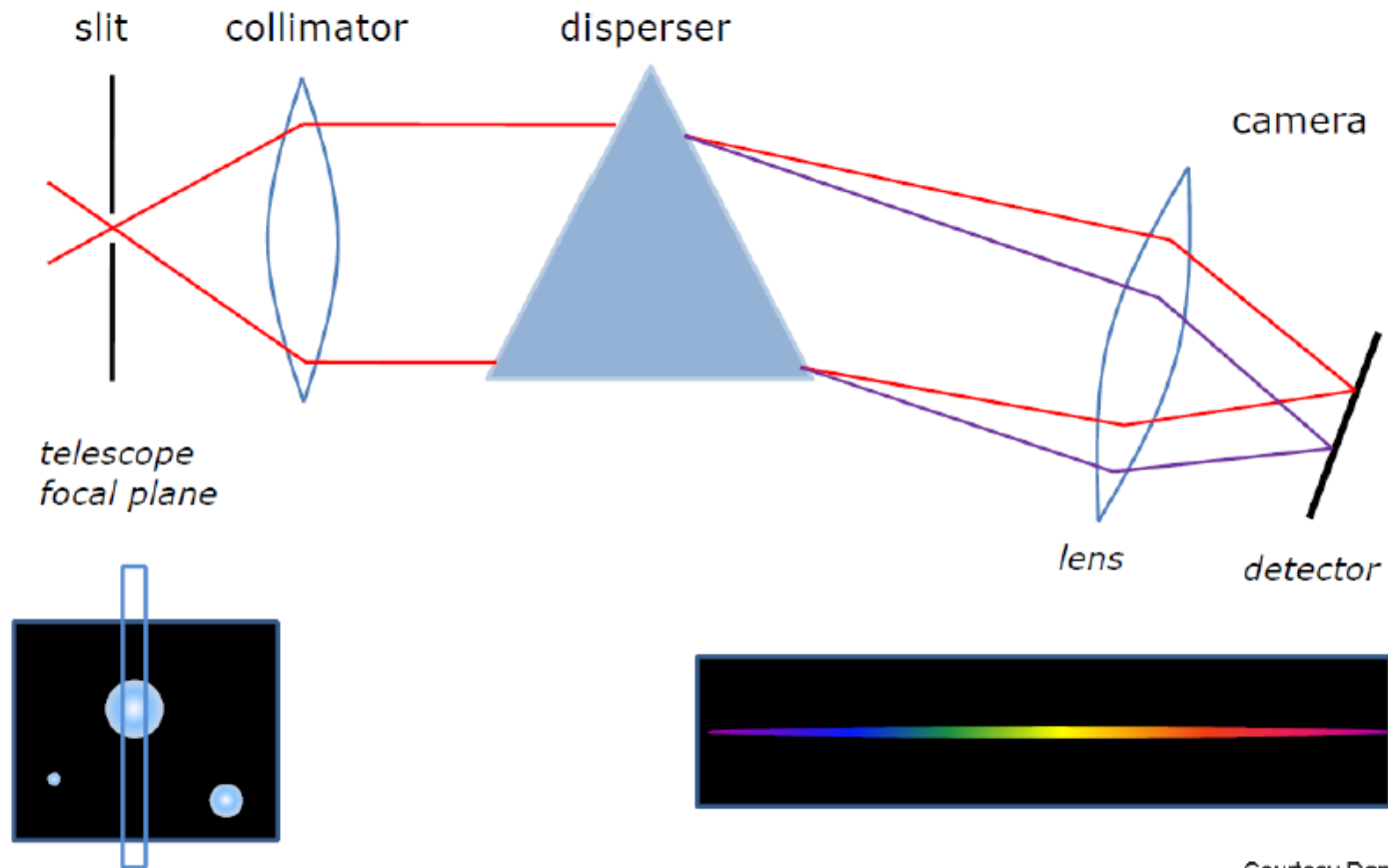


Altair

# 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

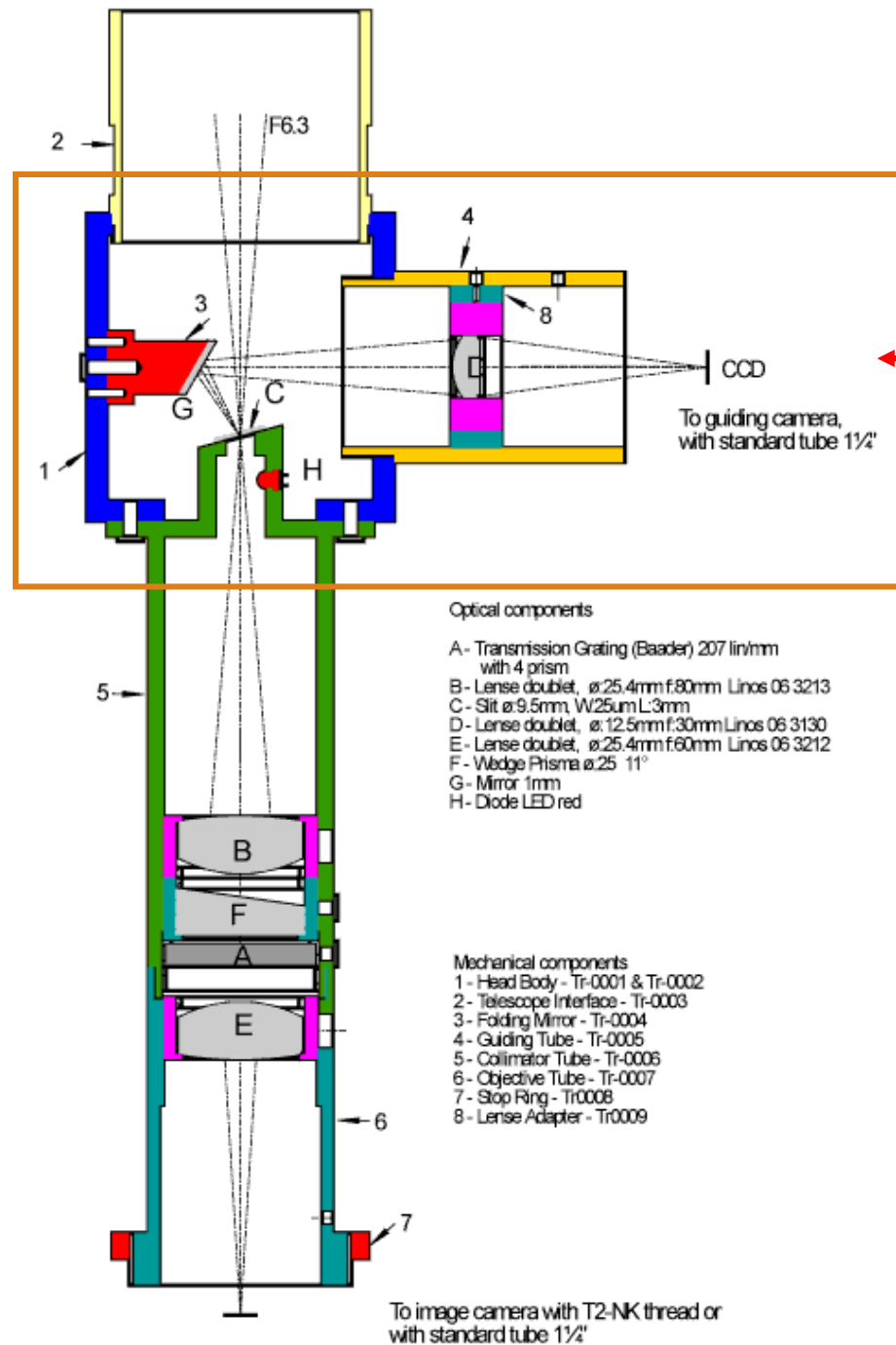


## Grundsätzliches

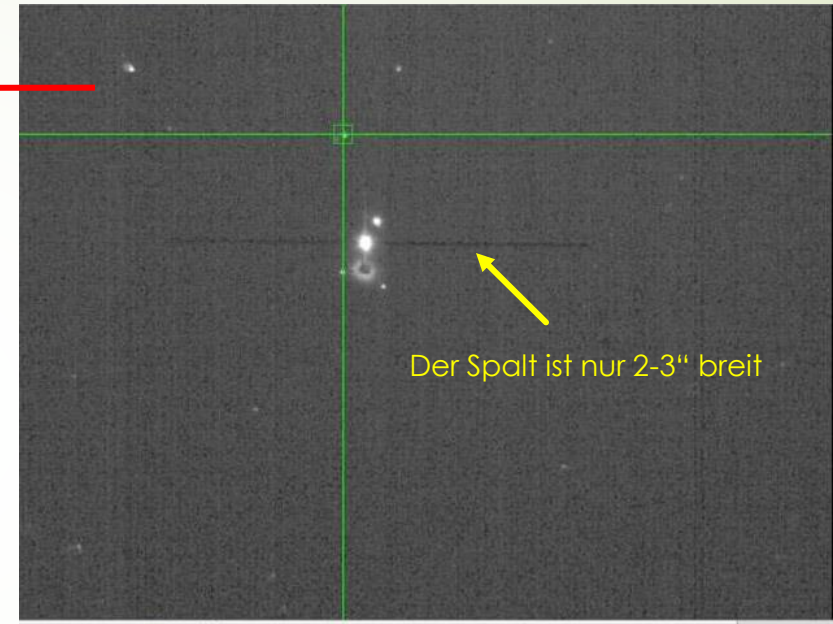
- Ein Spektrograph wird speziell für ein Teleskop angepasst.
- Er ist in der Regel fest am Teleskop installiert.
- Käufliche Spektrographen sind für ein bestimmte Teleskopart und Größe bestimmt.
- Das Öffnungsverhältnis des Teleskops muss etwa gleich dem Kollimator sein, typischerweise  $f/10$  oder  $f/5$
- 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.

# Bauarten von Spektrographen





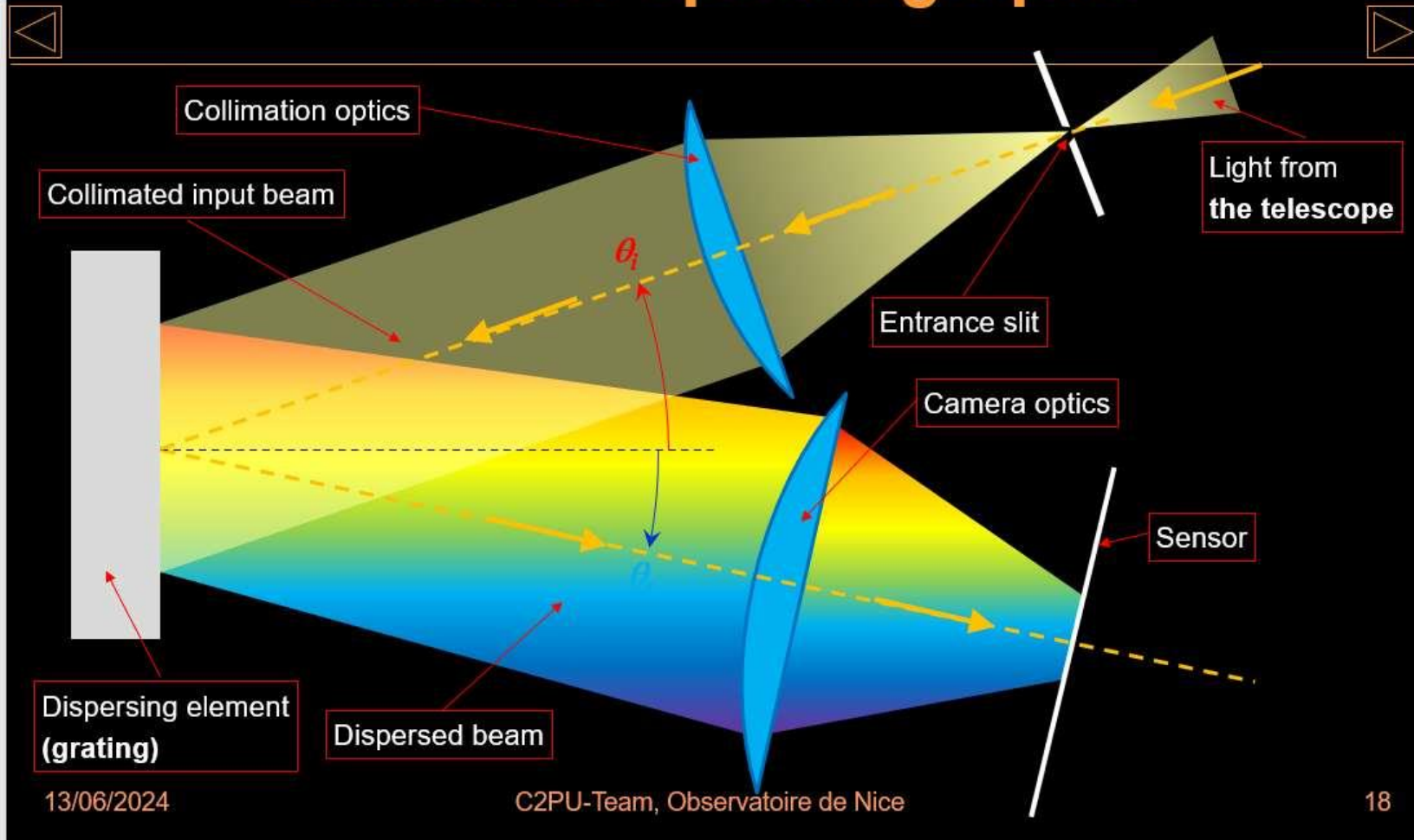
# Strahlengang



# Alpy- Spektrograph niedriger Auflösung $R= 600$



# Basics on spectrographs





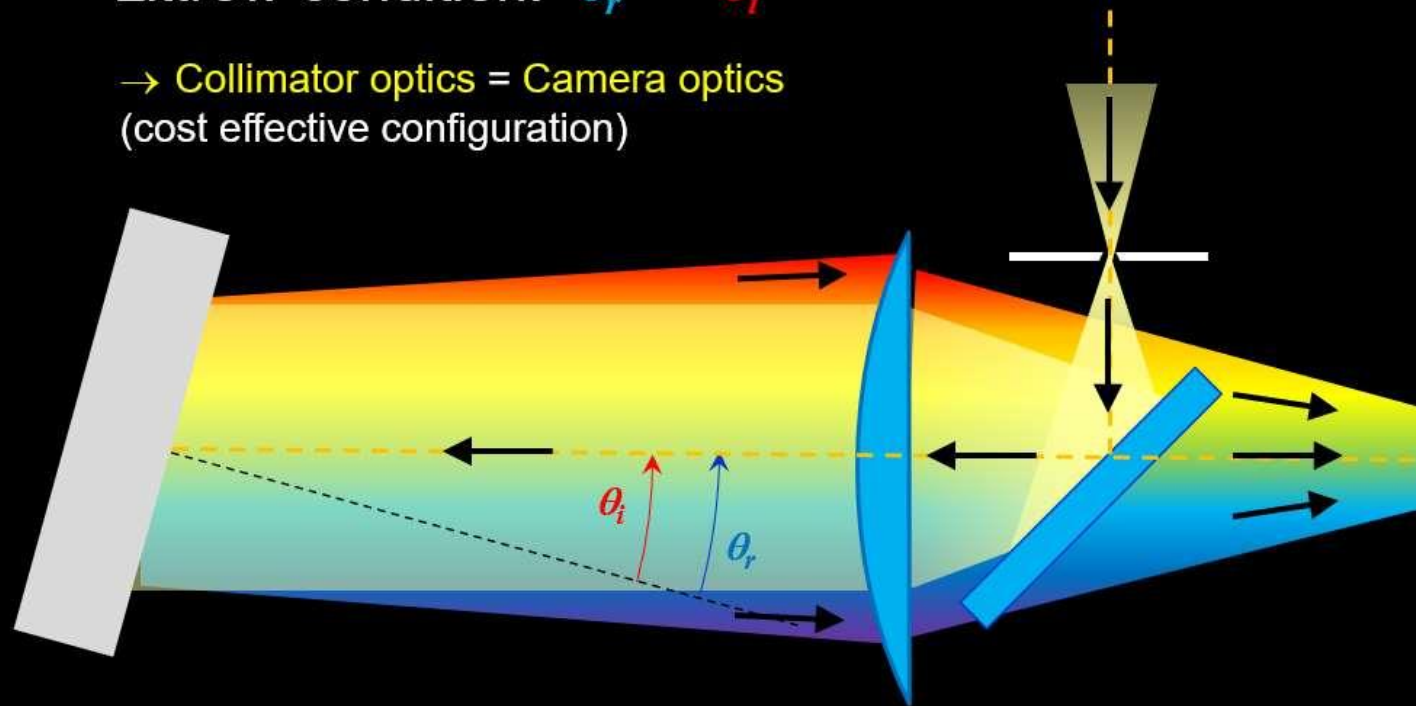
# Selbstbau hochauflösender Spektrograph $R > 10.000$



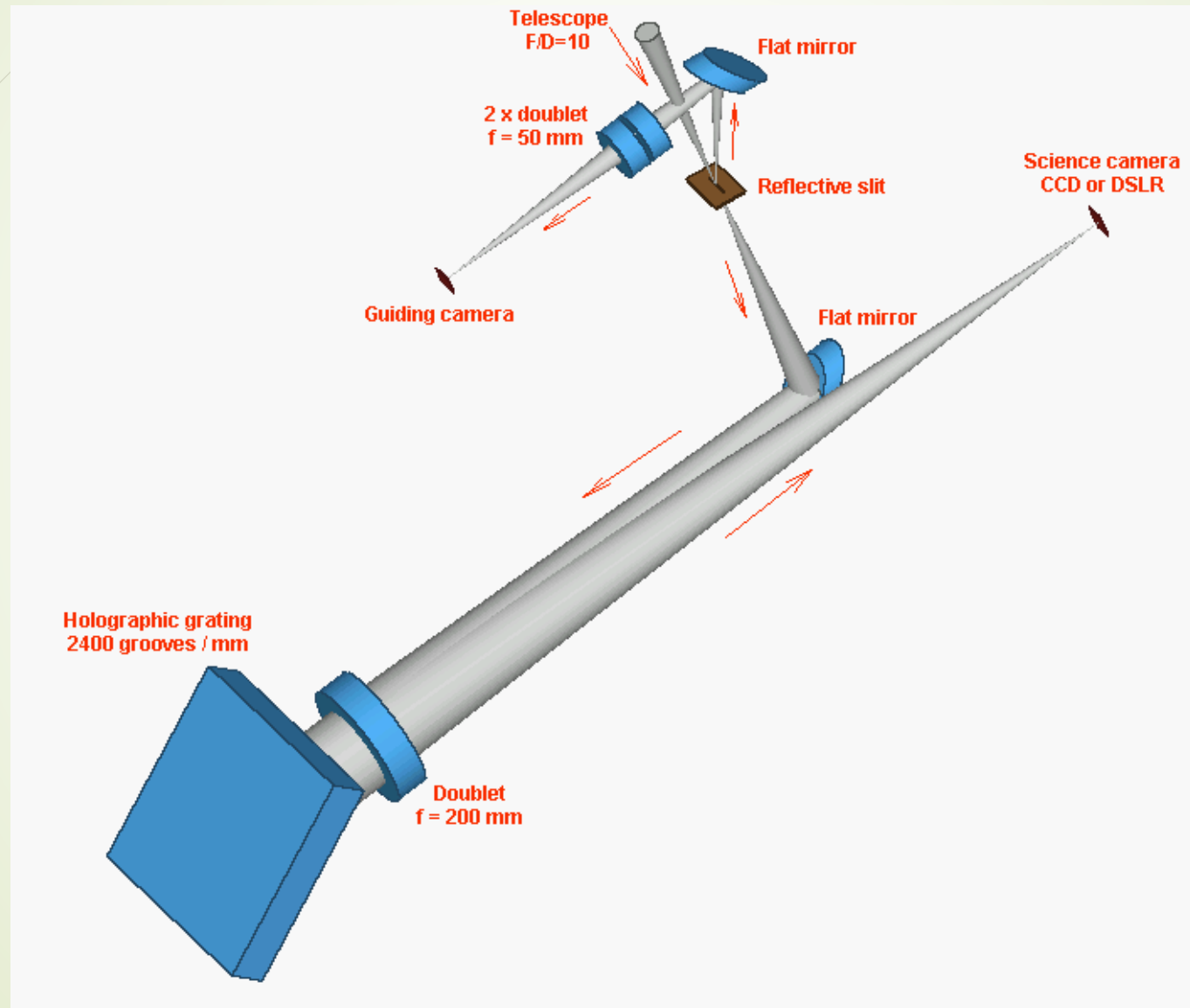
# Littrow configuration

Littrow condition:  $\theta_r = \theta_i$

→ Collimator optics = Camera optics  
(cost effective configuration)



# Strahlengang des Littrow-Spektrographen

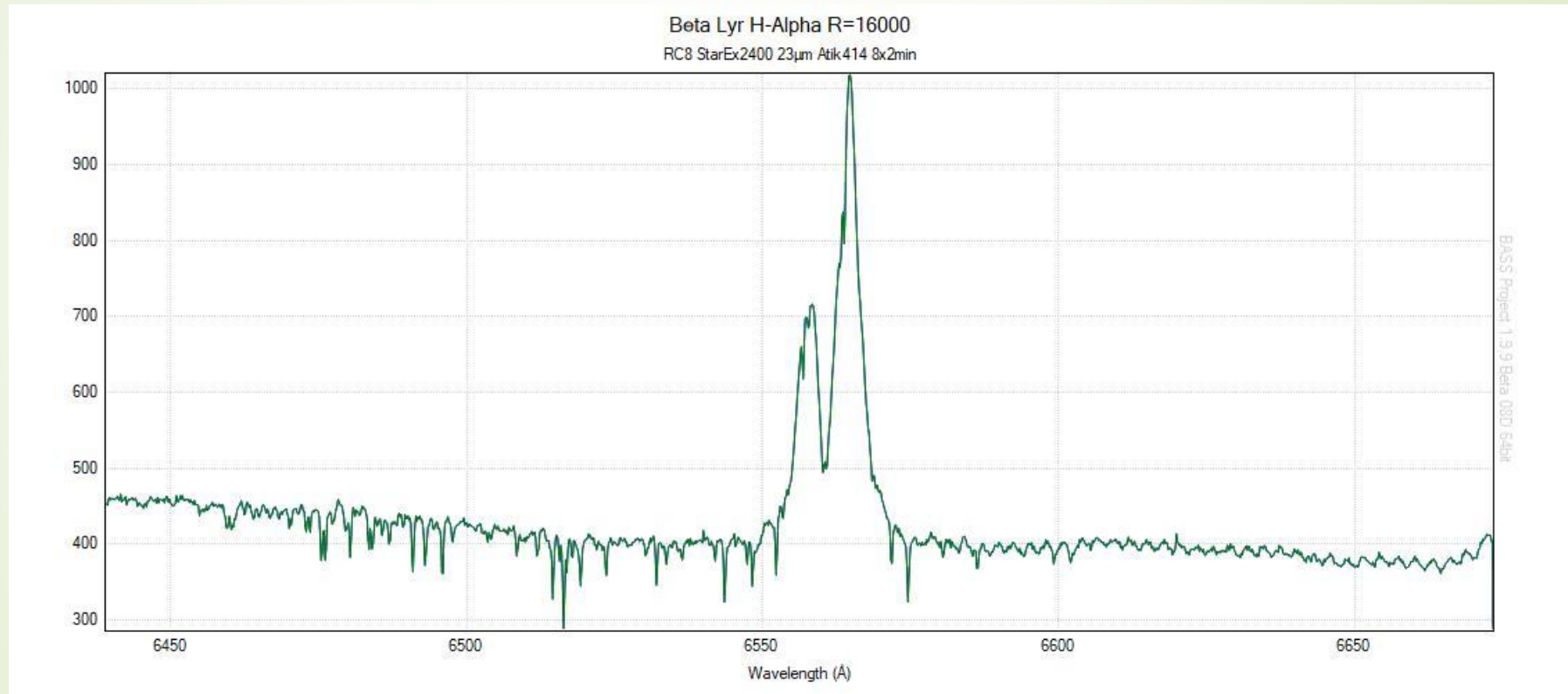




# L200-Littrow Kollimator f=200mm



# 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)

- Eingenordete 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.

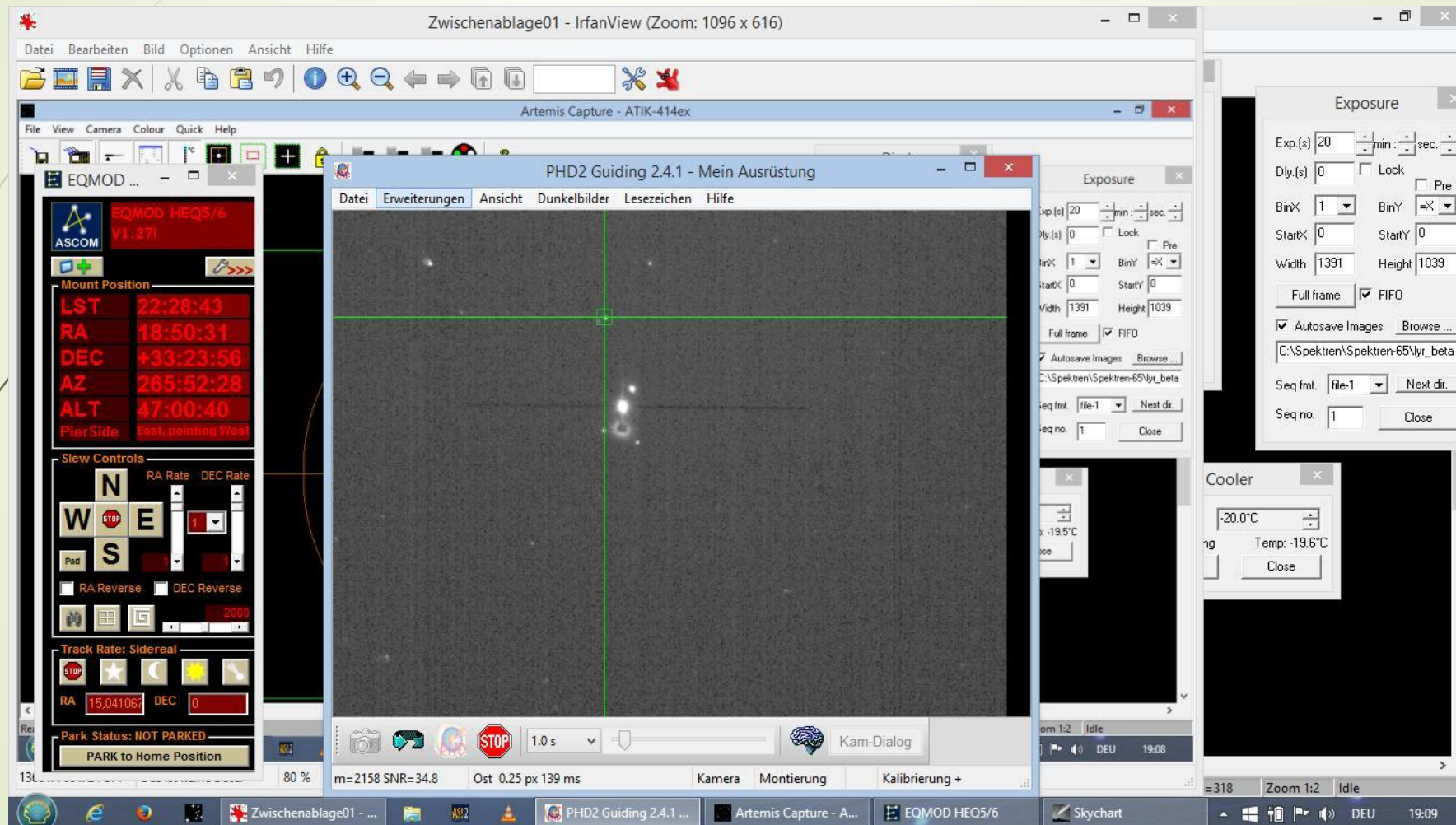
# Das Zielobjekt

- 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
- Referenzspektrum aufnehmen, zur Ermittlung der „Instrumental Response“
- Bias, Darks und Flats aufnehmen



# Spektrum aufnehmen – PHD-2

20

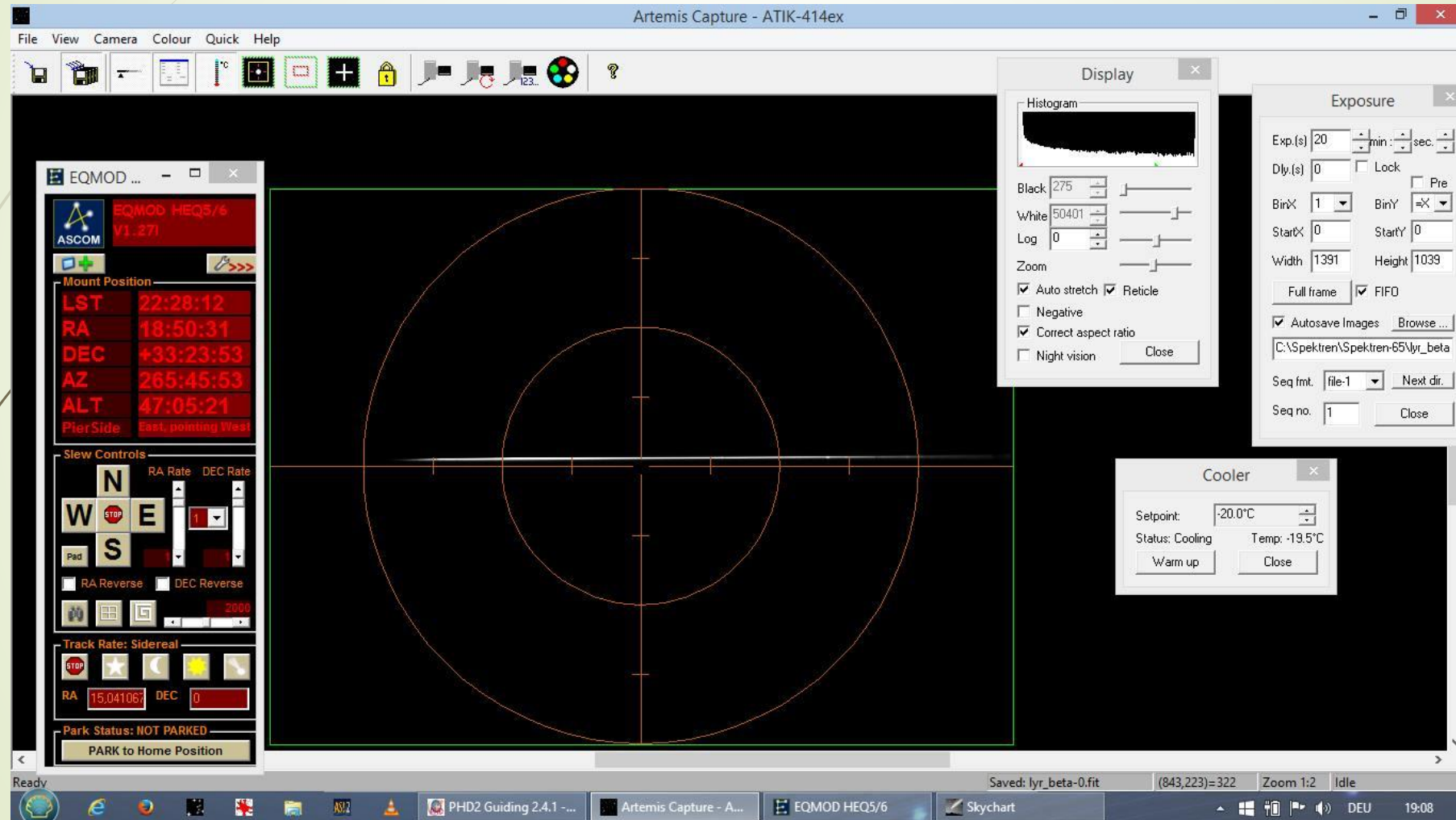


Spektroskopie

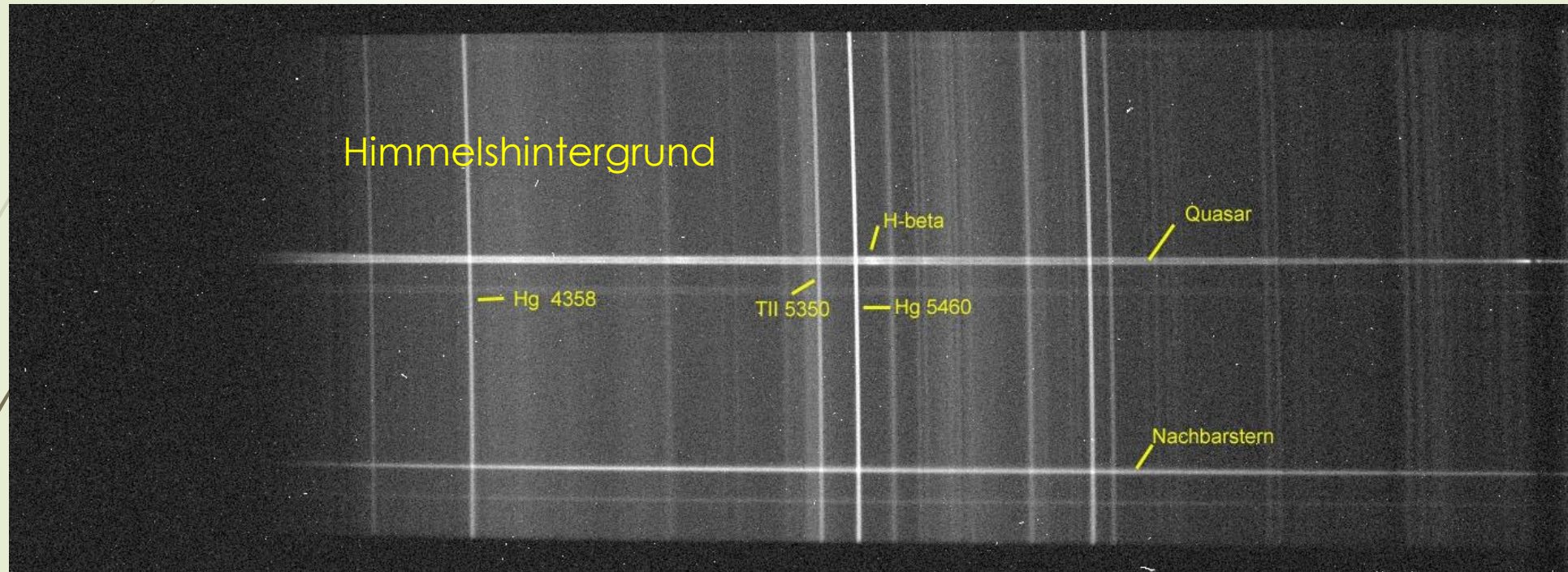


# Atik-Aufnahme Software Artemis

21



## Himmelshintergrund und Spektrum von Quasar 3C273



# Kalibrierungsbilder

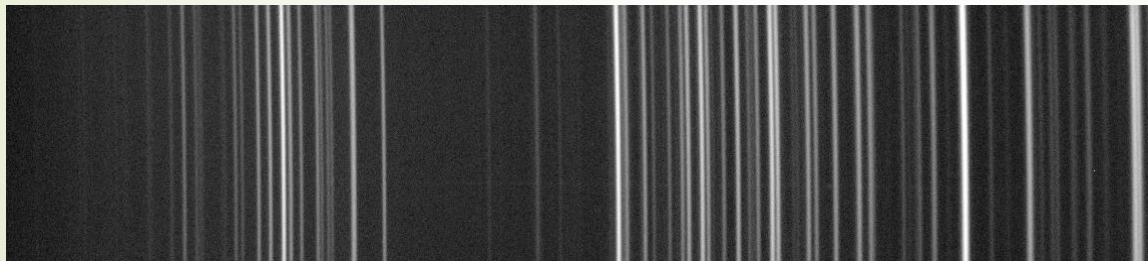
- Argon/Neonspektrum
- Bias
- Darks
- Flats



Xenon blau

Neon rot

NeXe-Lampe  
von Conrad,  
nicht mehr  
verfügbar

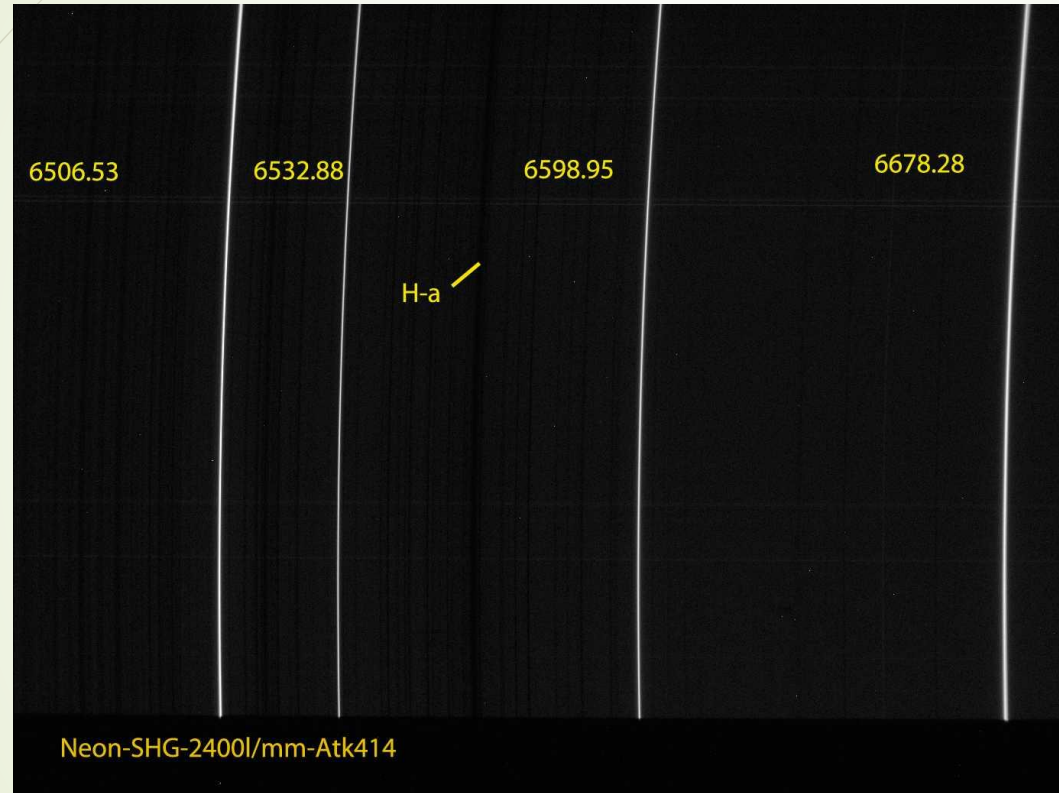


Spektroskopie





# Kalibrierung bei H-alpha



## 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