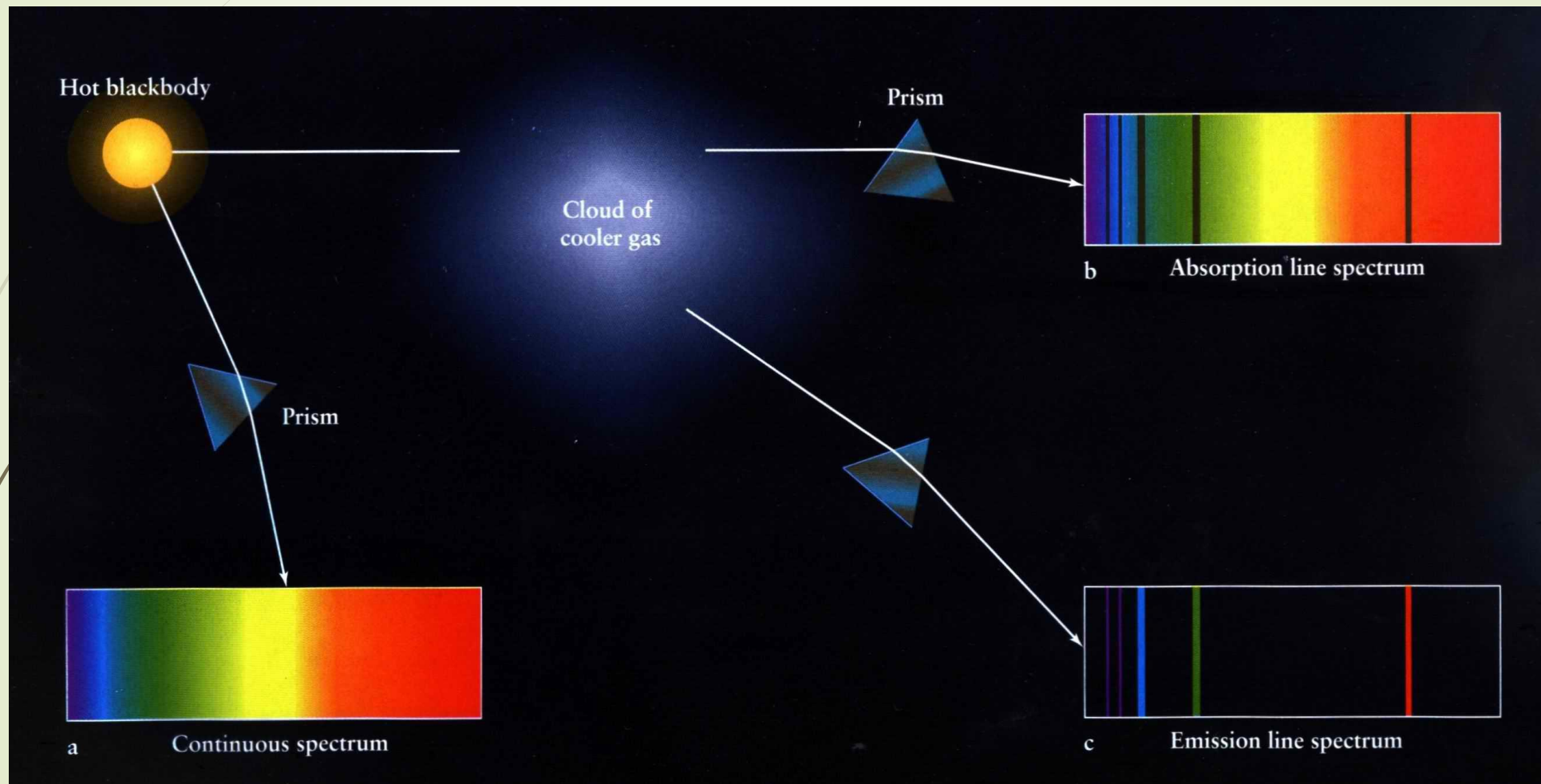




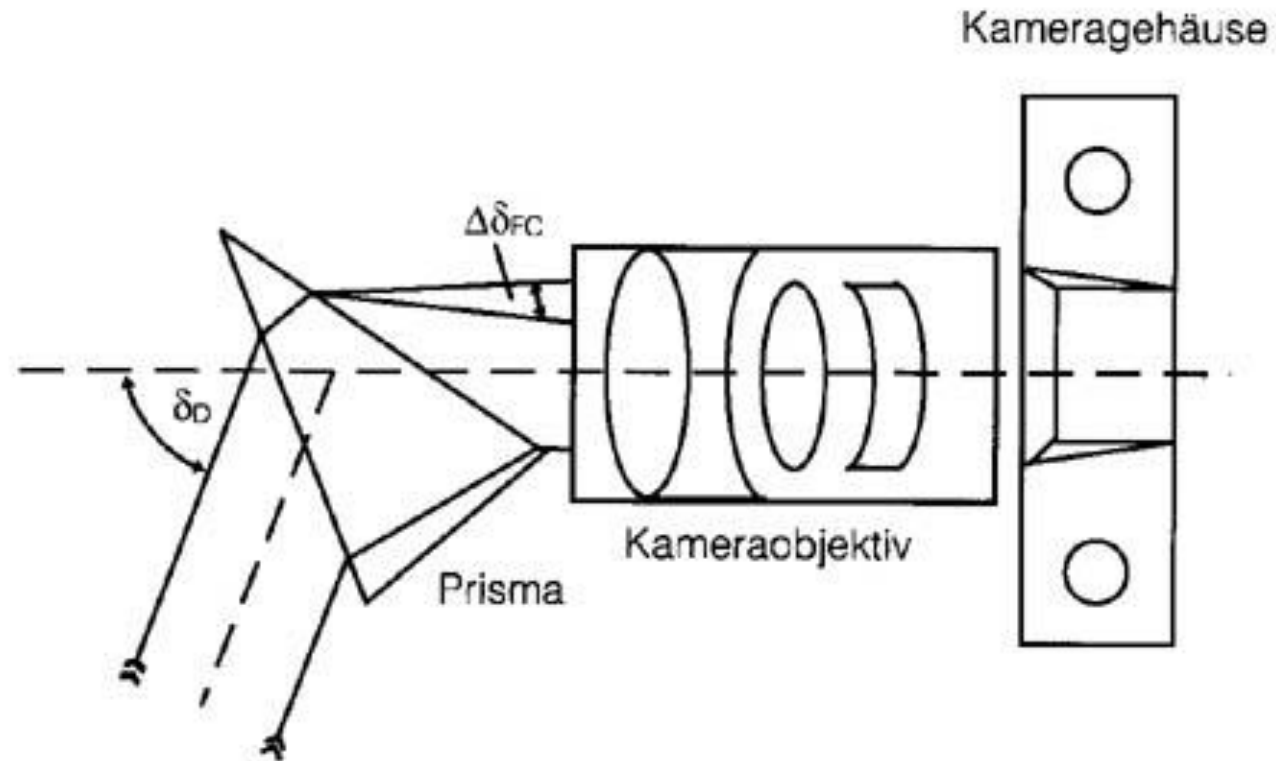
Spektrographen

Typen von Spektren

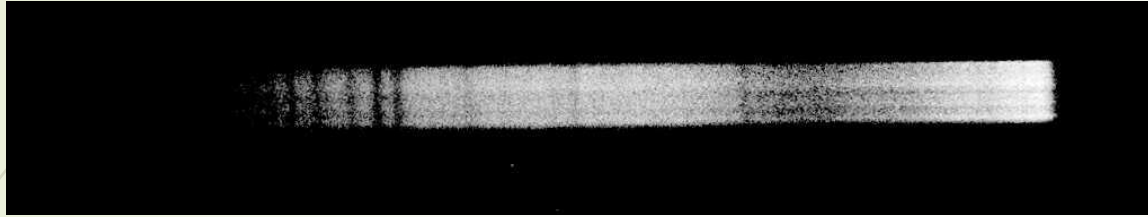


Damals : Mit dem Objektivprisma und Film

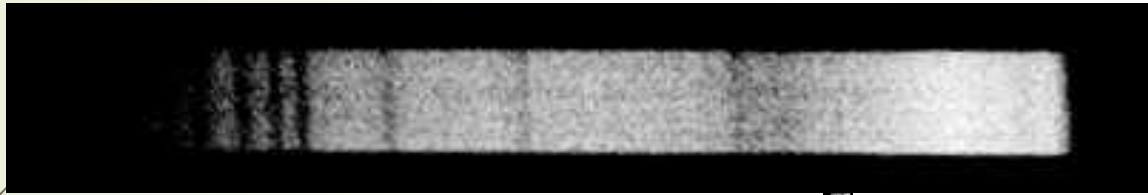
3



Spektren mit dem Objektivprisma und Film



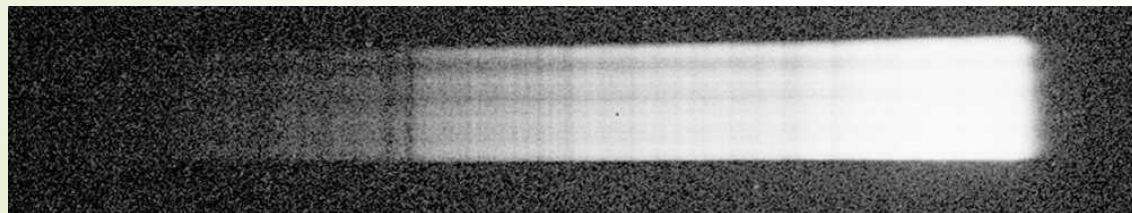
δ Cas



β Cas

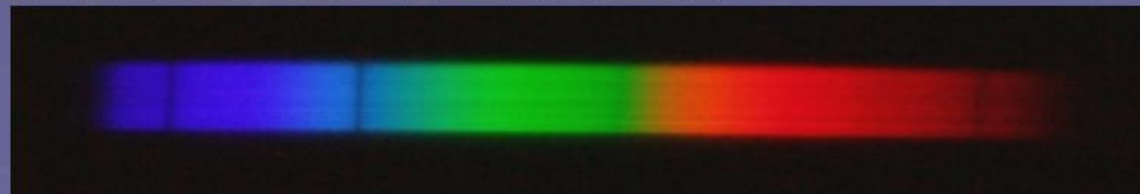


α Cas



α Ori

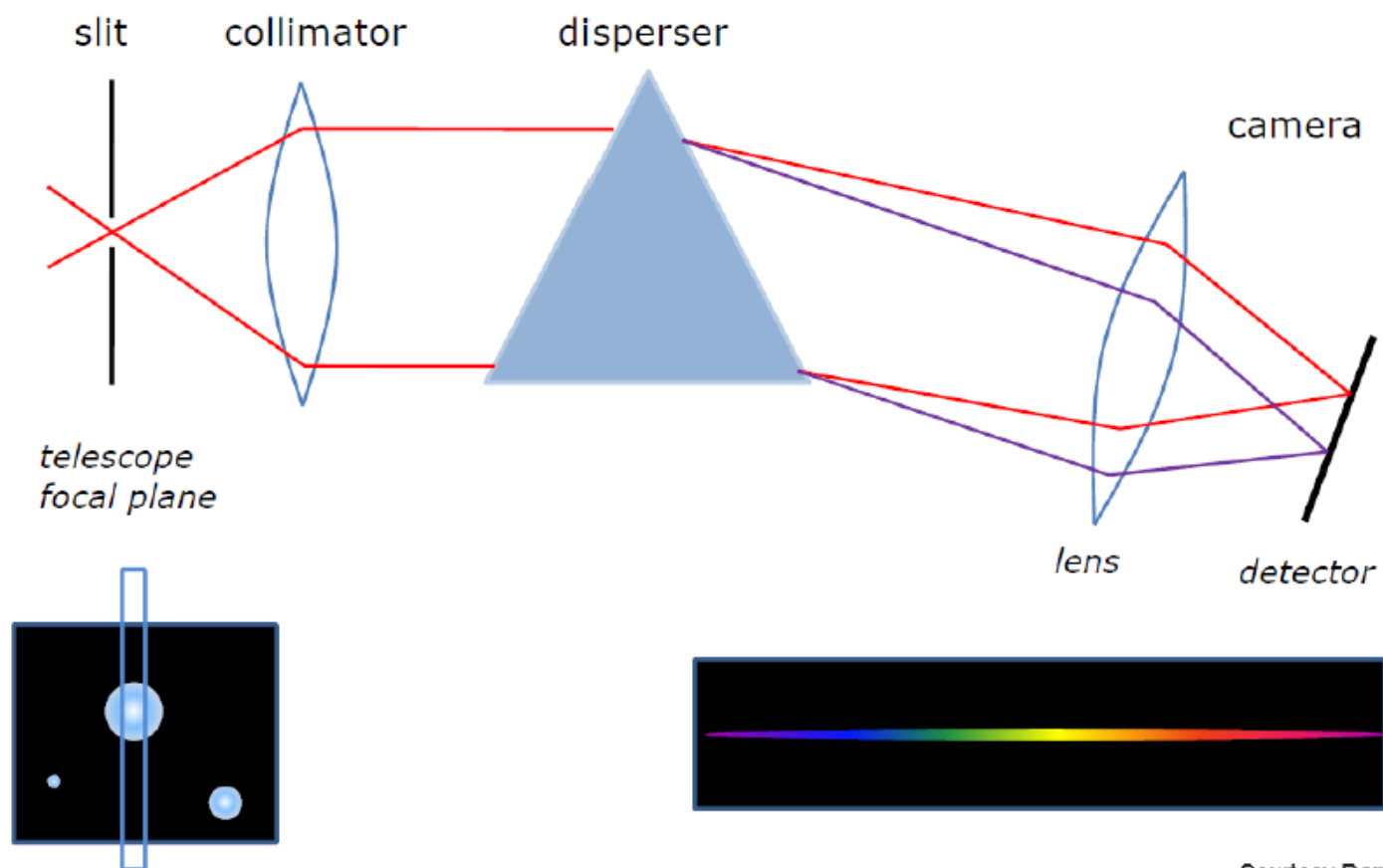
Staranalyser und DSLR



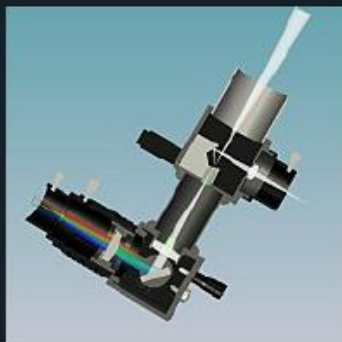
Altair

Der Spaltspektrograph

The basic spectrograph



Courtesy Danny Steeghs



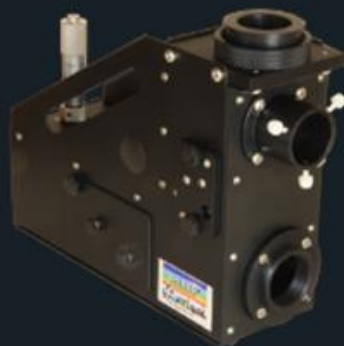
DADOS



L200



CCDSPEC



LHIRES



ALPY



LISA

Auflösung

9

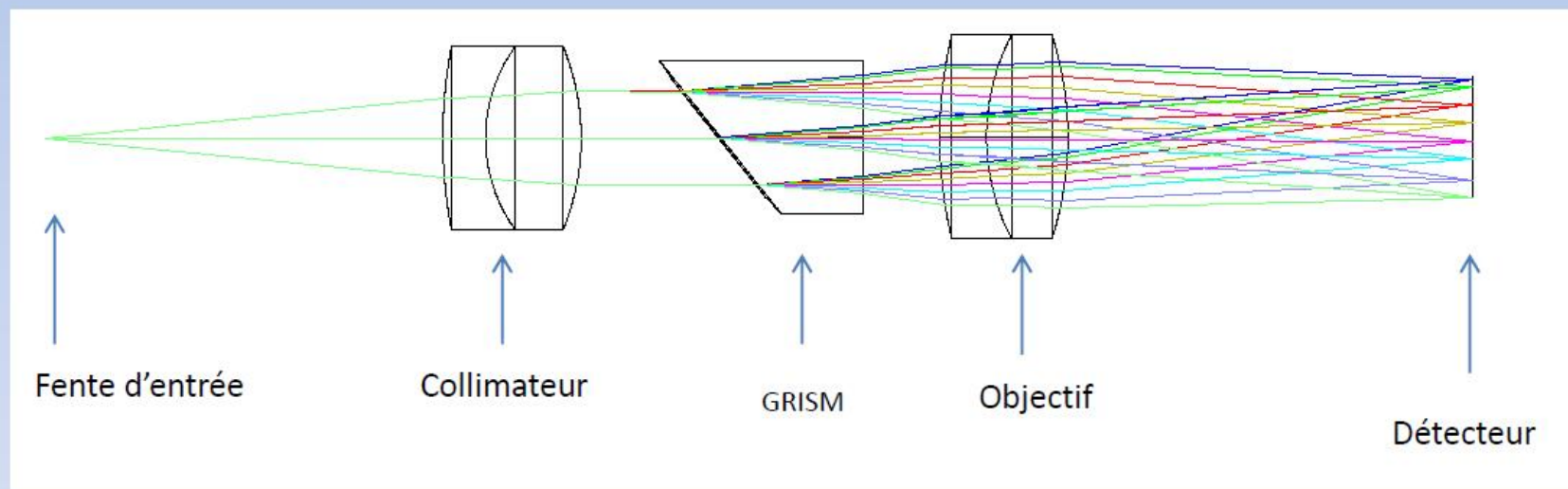
- Dopplereffekt $\Delta\lambda / \lambda = v/c = 1/R$
- R auf H@ bezogen
- Niedrig : R = 600 Auflösung 10Å
- Hoch : R = 12000 Auflösung 0,5Å bzw. 25 km/s
- Hohe Auflösung wenig Objekte
- Niedrige Auflösung viele Objekte
- Stern 8mag 3x3 Pixel
- Spektrum Stern 8mag mit R=600 3x1390 Pixel

Grundsätzliches

- Ein Spektrograph wird speziell für ein Teleskop angepasst.
- Er ist am Teleskop fest 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.

Optique du spectrographe Alpy 600

11



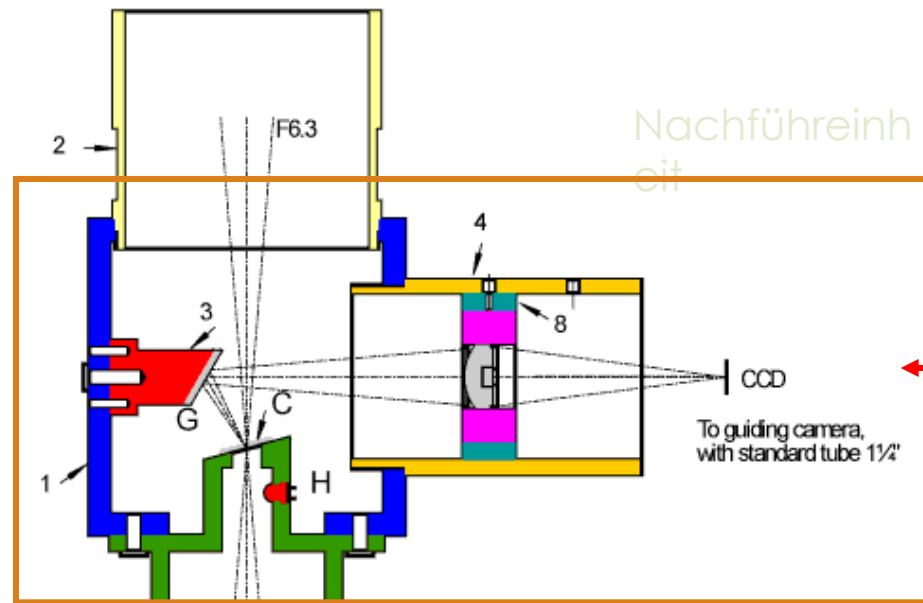
Grandissement interne = 0,98

Dispersion moyenne = 554 Å/mm

Pouvoir de résolution (R) dans le rouge avec fente 23 microns = 600

F/D accepté = 5 (4)

Couverture spectrale typique = 3750 Å – 7500 Å



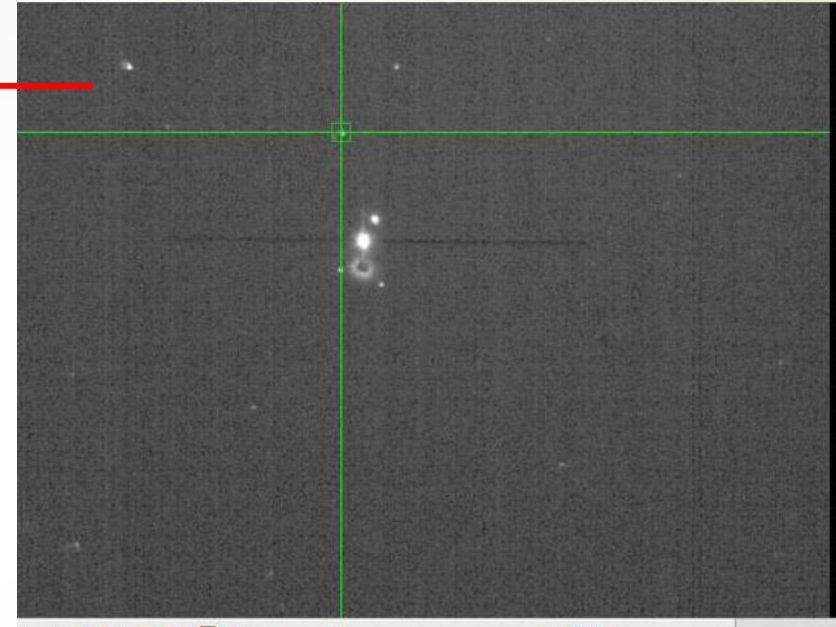
Optical components

- A - Transmission Grating (Baader) 207 lin/mm with 4 prism
- B - Lense doublet, $\varnothing 25.4\text{mm}$ f:80mm Lincos 06 3213
- C - Slit $\varnothing 9.5\text{mm}$ W:25um L:3mm
- D - Lense doublet, $\varnothing 12.5\text{mm}$ f:30mm Lincos 06 3130
- E - Lense doublet, $\varnothing 25.4\text{mm}$ f:60mm Lincos 06 3212
- F - Wedge Prism $\varnothing 25$ 11°
- G - Mirror 1mm
- H - Diode LED red

Mechanical components

- 1 - Head Body - Tr-0001 & Tr-0002
- 2 - Telescope Interface - Tr-0003
- 3 - Folding Mirror - Tr-0004
- 4 - Guiding Tube - Tr-0005
- 5 - Collimator Tube - Tr-0006
- 6 - Objective Tube - Tr-0007
- 7 - Stop Ring - Tr0008
- 8 - Lense Adapter - Tr0009

To image camera with T2-NK thread or with standard tube 1 1/2"



Alpy 600 Spektrograph am 200mm Newton f/4

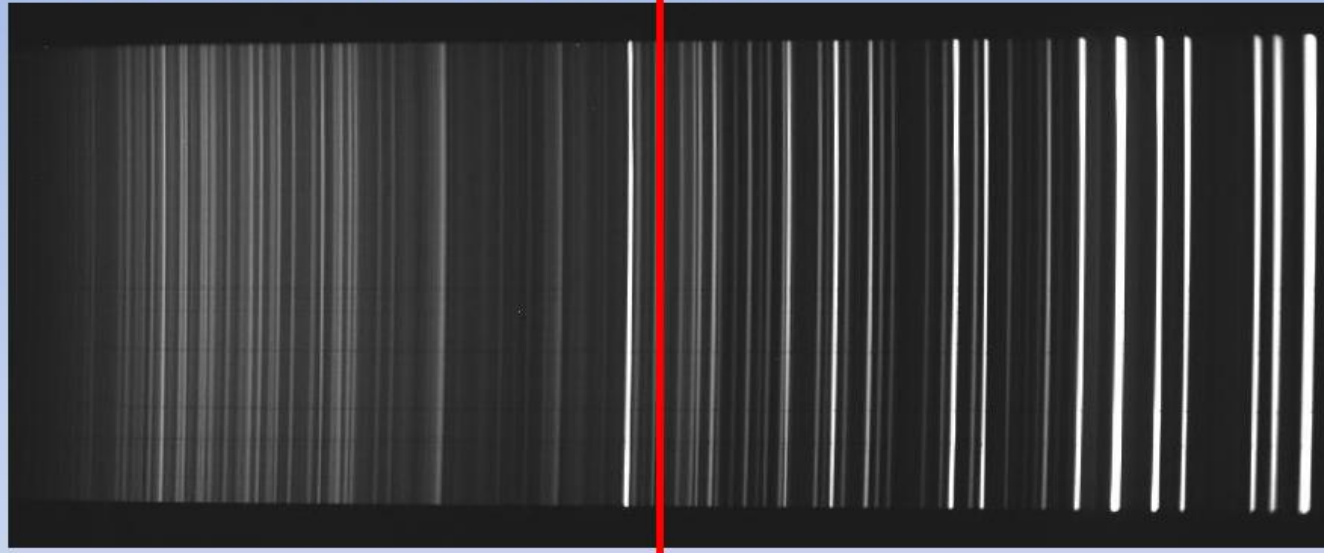


Spécificités de l'usage d'un GRISM

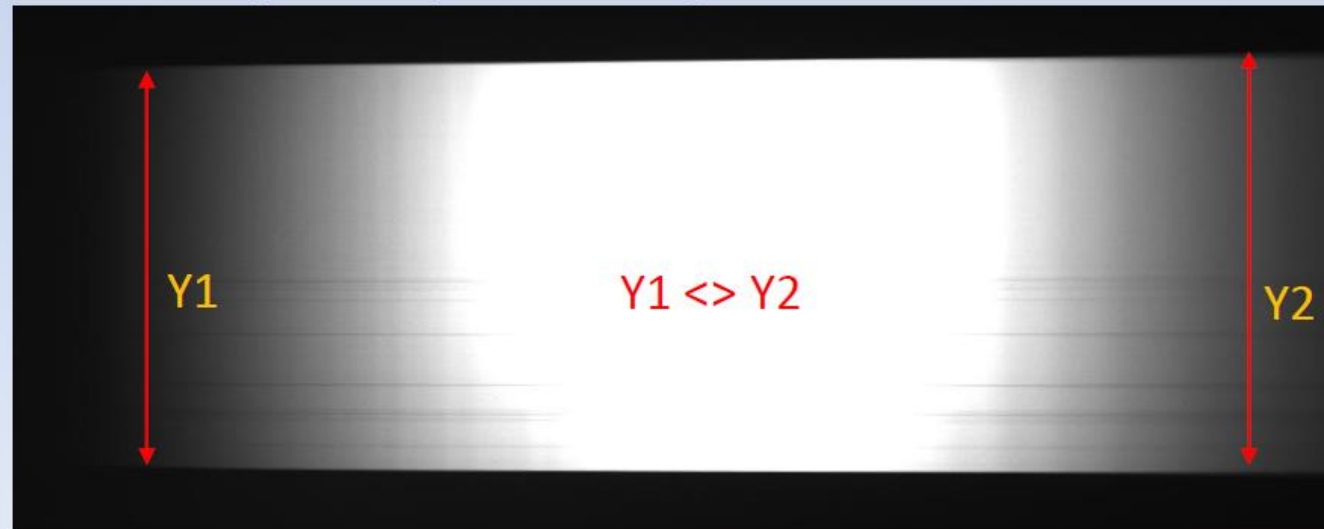
Non linéarité de la dispersion : 530 Å / mm dans le rouge - 560 Å / mm dans le bleu

14

Effet de « Smile » (courbure des raies)



Effet de « Keystone » (variation du grandissement en fonction de λ)



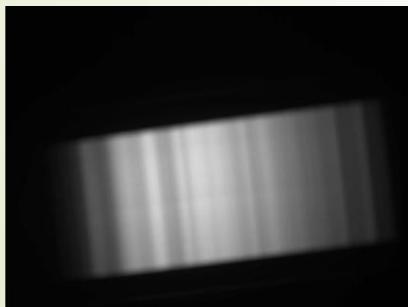
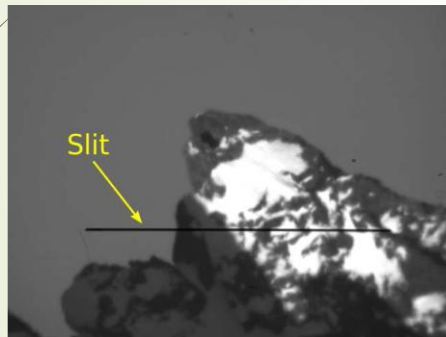


Der Alpy600 am Teleskop

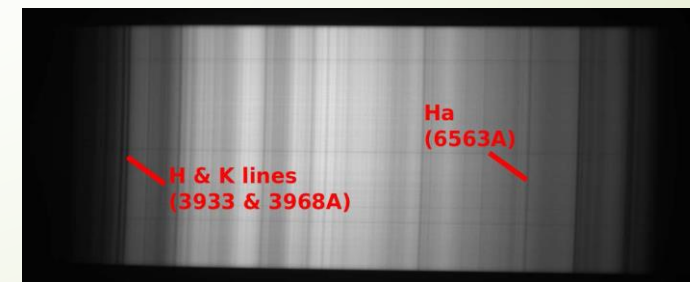
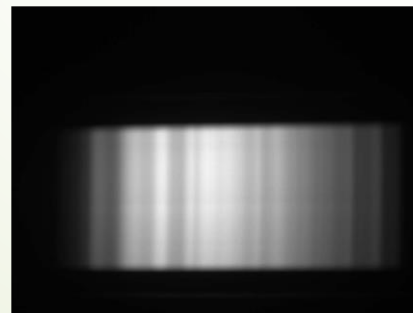
- Es muss an 3 Stellen fokussiert werden.
 1. Kameraobjektiv auf den Spalt und parallel, am Tage
 2. Guiding-Kamera auf den Spalt und parallel, am Tage
 3. Am Teleskop den Stern fokussieren, Kontrolle über die Guiding-Kamera
 4. Den Stern in die Mitte des Spaltes, 2-3" breit bringen und des Spektrum ist mit Aufnahme-Kamera sichtbar.
 5. Endkontrolle am Sternspektrum muss sehr schmal sein und parallel zum Längsseite des Chips der Aufnahme-Kamera sein.
 6. Beide Kameras bleiben fest am Spektrographen, so das nur am Teleskop der Stern fokussiert wird.
 7. Prüfung ob der Stern auch der Richtige ist über Leitrohr, ggf. Platesolving
 8. Wurden die Punkte 1 und 2 nicht gemacht, hat man keine Chance ein Spektrum aufzunehmen

Vorbereitungen unbedingt am Tage

- Fokussierung Atik Kamera auf den Spalt – Sonnenspektrum
- Spektrum parallel zur CCD-Zeile
- Fokussierung der Guiding-Kamera auf den Spalt und Spalt parallel zu CCD Zeile

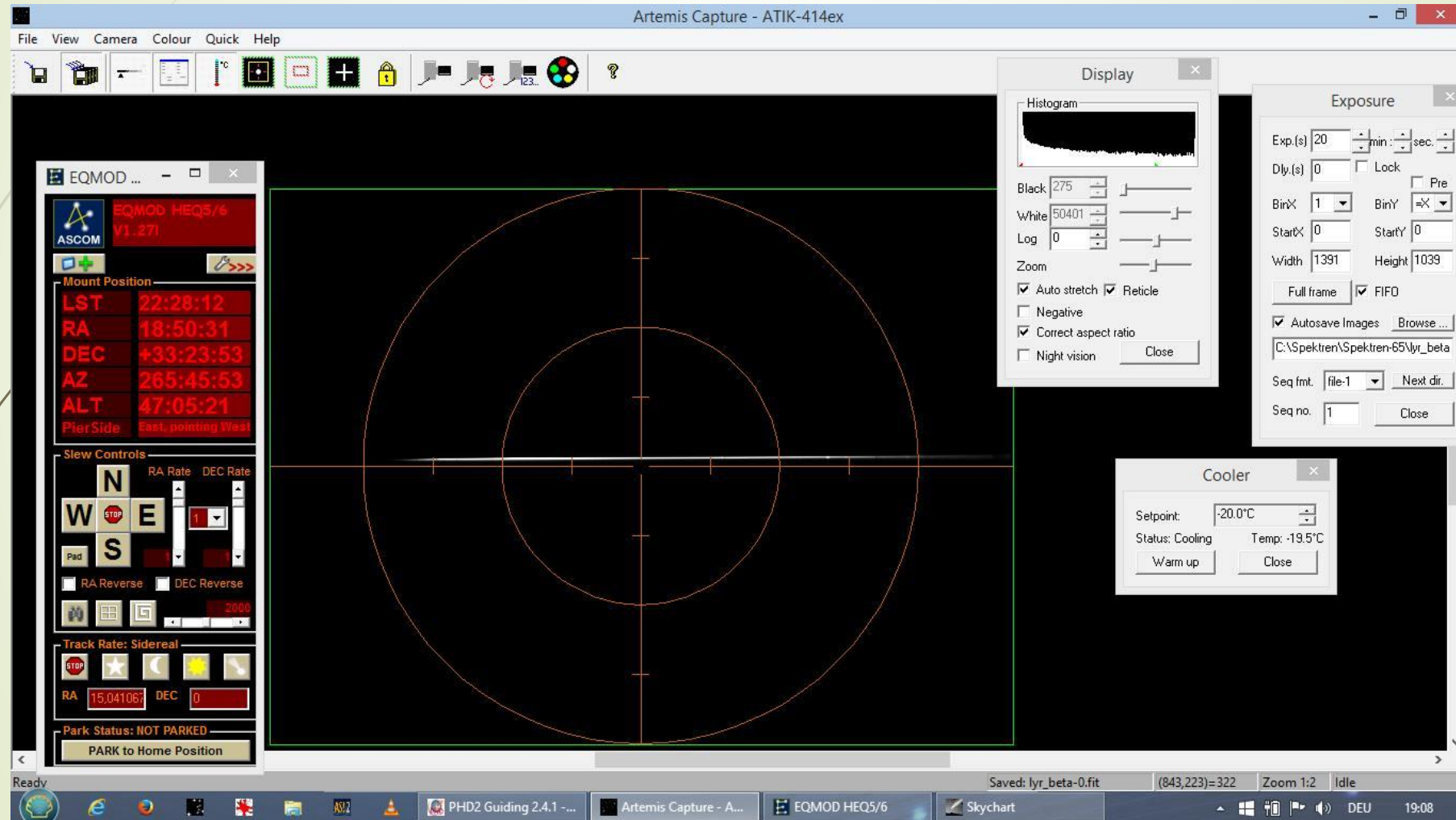


Spektroskopie

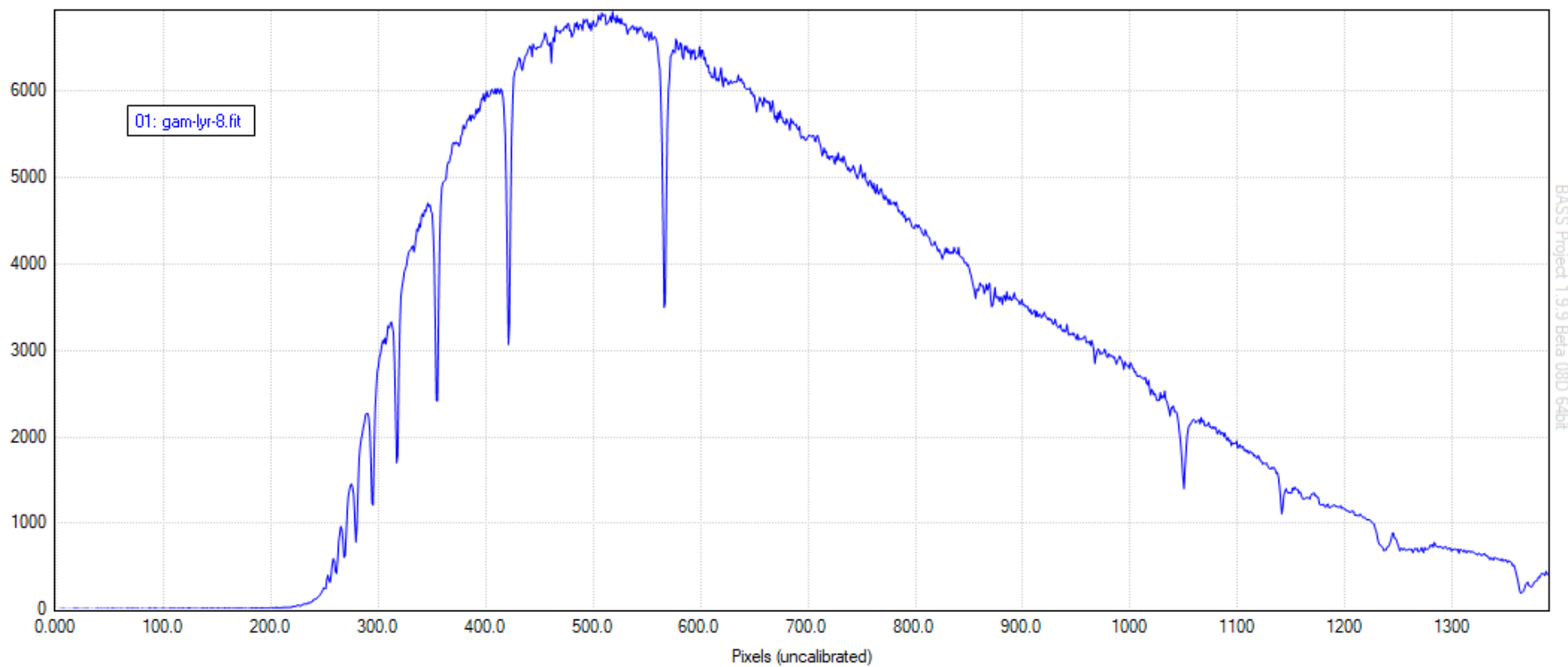


Atik-Aufnahme Software Artemis

17



Gamma Lyr

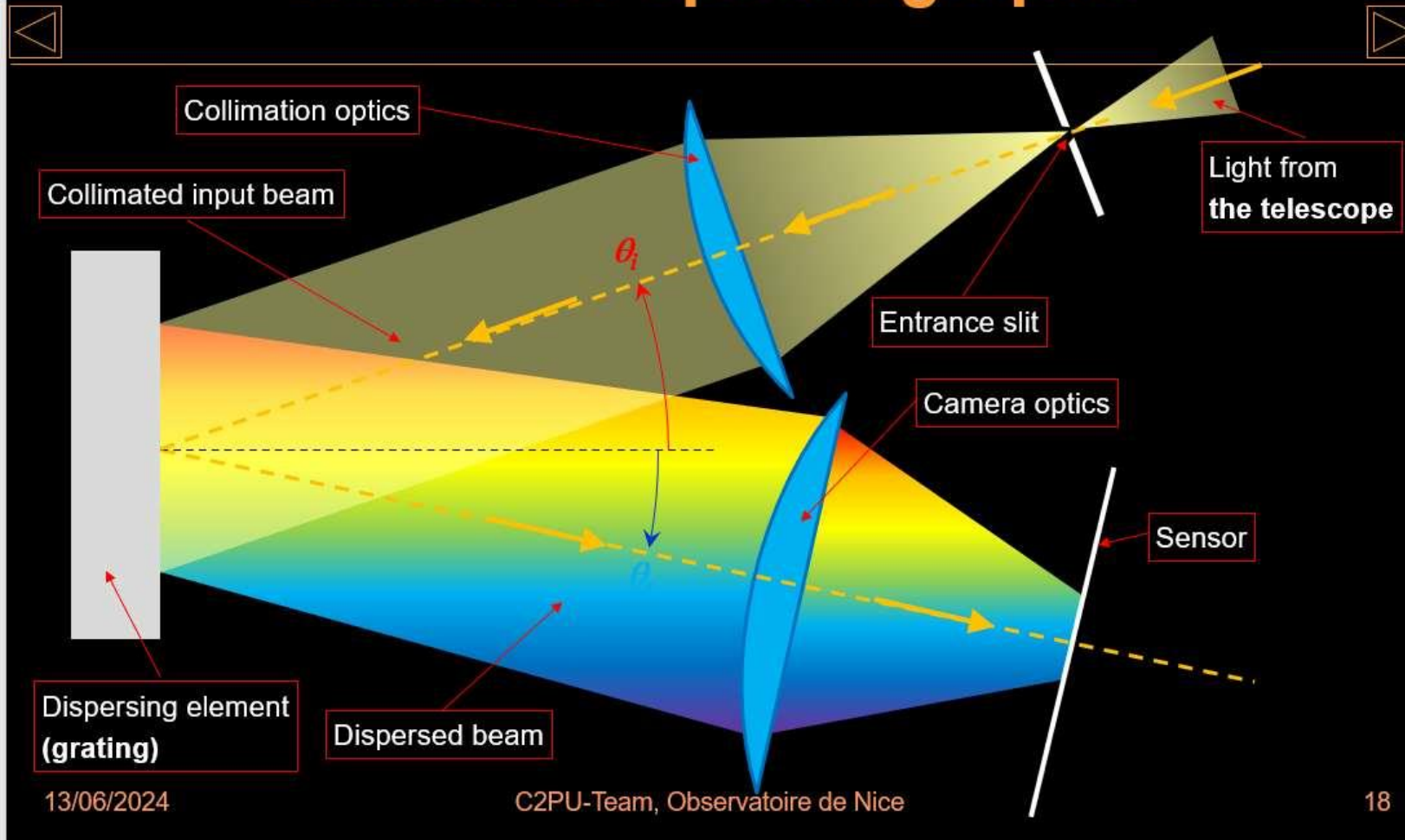


Der Lhires Spektrograph

Motivation

- Die Beobachtung der H-Alpha Linie in hoher Auflösung $R=18.000$
- Projekt Be-Sterne (z.B. gamma Cas) in Frankreich
- Ursprünglich ein Selbstbauprojekt das später kommerzialisiert wurde.
- Der L200 ist ein Spektrograph zum Selbstkostenpreis hat aber nur $R=9000$, ist dem Lhires sehr ähnlich
- Das „L“ steht für Littrow und die „200,“ für die Brennweite des Kollimator/Aufnahme-Objektiv in mm

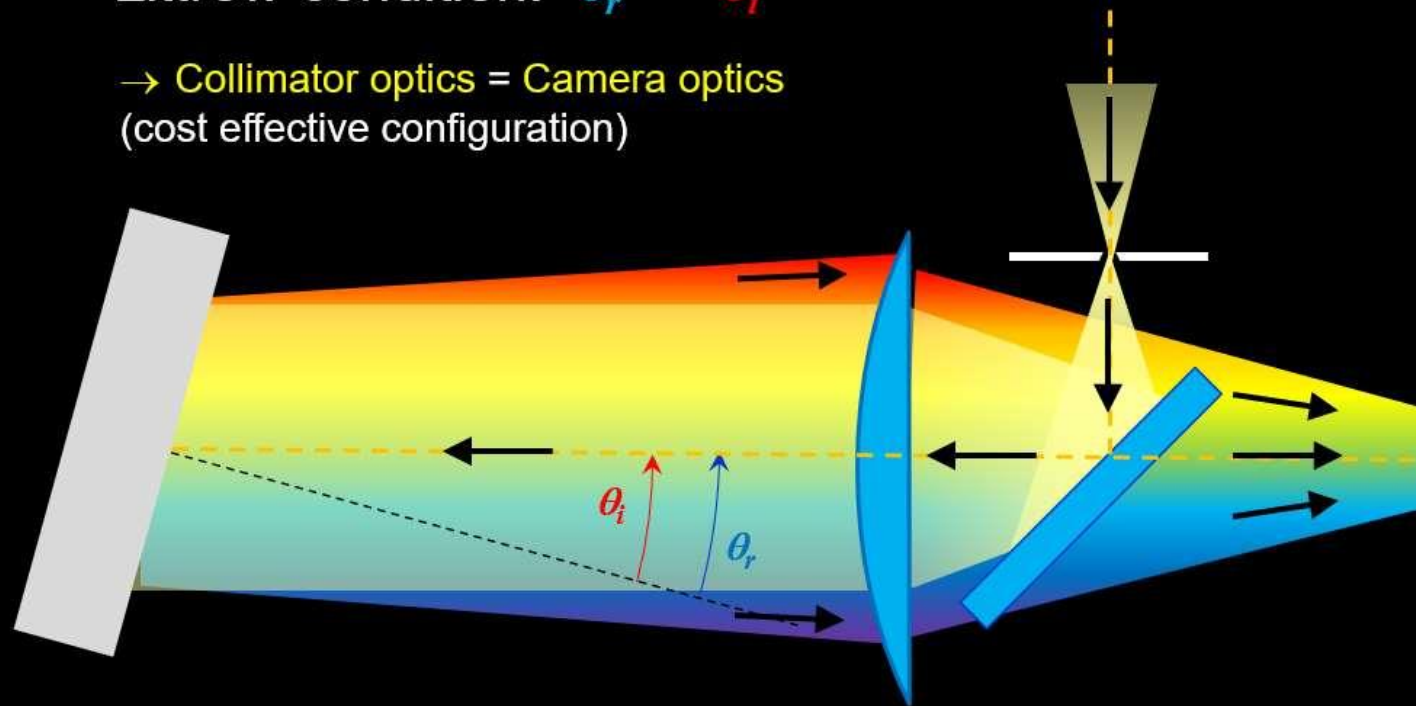
Basics on spectrographs



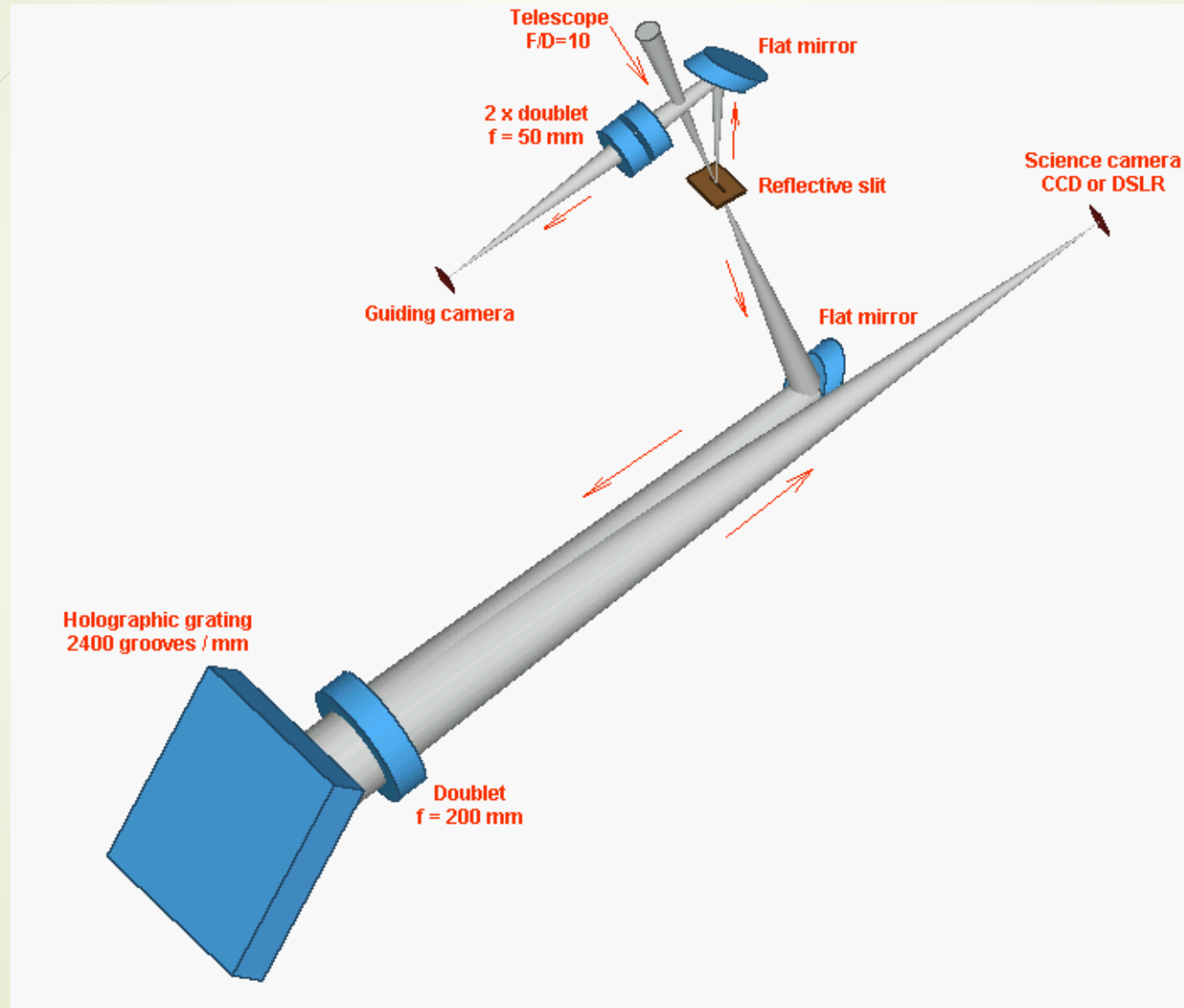
Littrow configuration

Littrow condition: $\theta_r = \theta_i$

→ Collimator optics = Camera optics
(cost effective configuration)



Strahlengang des Littrows-Spektrographen



L200



Lhires für welches Teleskop?

- Kollimator f/10
- Spaltbreite variabel (nicht während der Beobachtung!)
- Gitter auswechselbar 150/300/600/1800/2400
- Durchschnitts-Seeing = 3"
- Brennweite maximal 3m bei f/10
- Newton mit Barlow
- SCT C8 bis C11 f/10 oder RC
- Refraktor mit f/10
- Linse/Kollimator Fraunhofer Achromat – Sweetspot ca. 12mm

Der Lhires/L200 am Teleskop

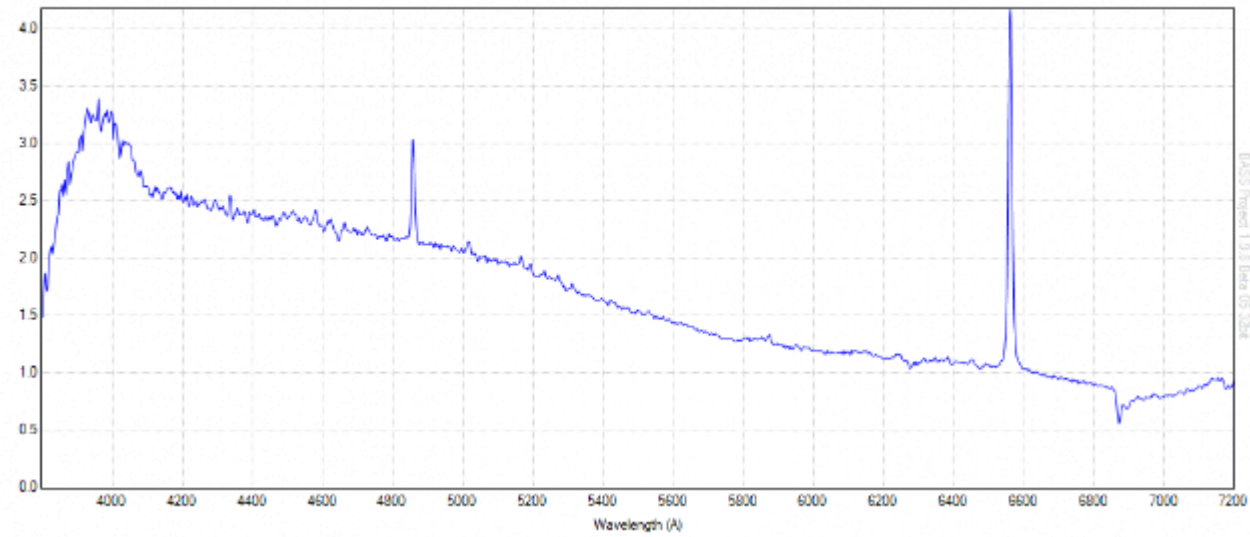
1. Es muss die Wellenlänge an der Mikrometerschraube eingestellt werden, am besten am Tage die H- α Linie einstellen oder roten Laser zur Lokalisierung.
2. Ggf. muss auch das Gitter justiert werden. Es muss an 3 Stellen fokussiert werden.
3. Kameraobjektiv auf den Spalt und parallel, am Tage
4. Guiding-Kamera auf den Spalt und parallel, am Tage
5. Am Teleskop den Stern fokussieren, Kontrolle über die Guiding-Kamera
6. Den Stern in die Mitte des Spaltes, 2-3" breit bringen und des Spektrum ist mit Aufnahme-Kamera sichtbar.
7. Endkontrolle am Sternspektrum muss sehr schmal sein und parallel zum Längsseite des Chips der Aufnahme-Kamera sein.
8. Beide Kameras bleiben fest am Spektrographen, so das nur am Teleskop der Stern fokussiert wird.
9. Prüfung ob der Stern auch der Richtige ist über Leitrohr, ggf. Platesolving
10. Wurden die Punkte 1 bis 4 nicht gemacht, hat man keine Chance ein Spektrum aufzunehmen.

27

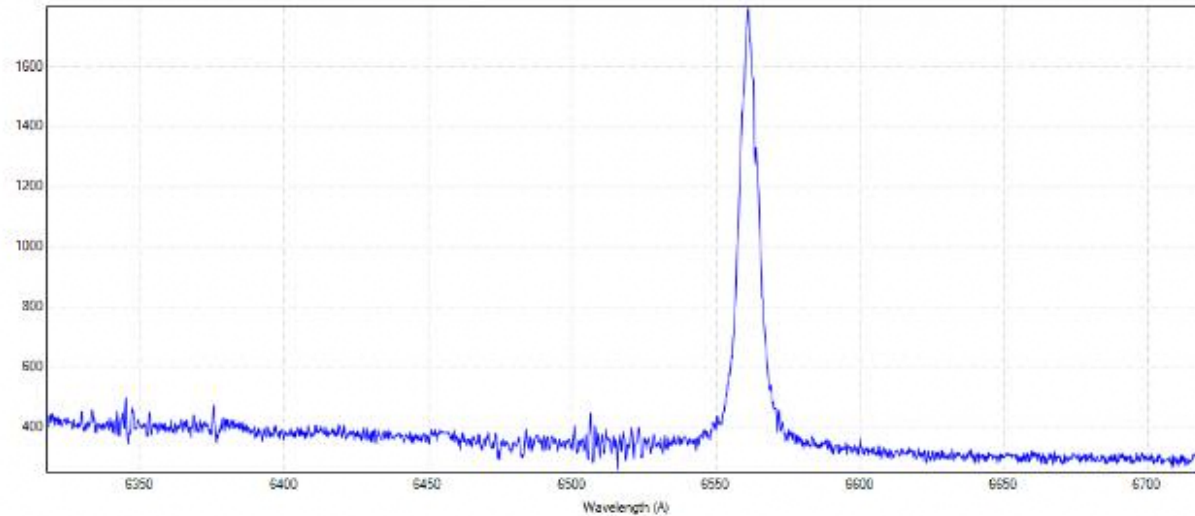
Telescope			Spectrograph			Camera		
Diameter (D) :	750	mm	Collimator			pixel size (p) :	9	microns
Focal length (f) :	5600	mm	Collimator-Focal length (f1) :	600	mm	number of X pixels(Nx) :	1620	
F/D (F#) :	7,5		Collimator-Required Focal ratio (Fc):	7,5		quantum efficiency (η) :	75	%
Central obstruction (ε) :	0,5		Collimator-Minimum diameter (d1) :	80,4	mm	Read noise (RON) :	7	e-/pixel
Telescope throughput (To) :	0,92		Resolution of Collimation lens-FWHMo :	15	microns	Dark noise (Nd) :	0,1	e-/s/pixel
Seeing/ Atmosphere			Camera			Binning, X axis (fx) :	2	
Seeing (φ) :	3	"	Camera-Focal length (f2) :	600	mm	Binning, Y axis (fy) :	2	
Atmospheric transmission (Ta) :	0,75		Camera-Distance to grating (T) :	30	mm	Sampling Factor :	4,71	
Sky magnitude (mag/arc sec^2) :	16		Camera-Minimum lens diameter (d'2) :	81,1	mm	Exposure		
Star size at focus (FWHM):	81,4	microns	Camera-Maximum focal ratio (Fo) :	7,4		Subs. exposure time (ts) :	300	secs
			Resolution of Camera lens-FWHMc :	15	microns	number of subframes (n) :	12	
						Total exposure time (t):	3600	secs
NOTES:			Collimator/Camera -Total angle (γ) :	0	°	Spectrum size/ spread		
See www.astrosurf.org/buil/us/spe2/hresol1.htm			Slit width (w) :	80	microns	Height of Spectrum (n) :	12	pixel
www.astrosurf.org/buil/us/stage/calcul/design_us.htm			Grating			Target Star		
(explanatory notes and worked example)			Grating-Lines/ mm (n) :	2400		Magnitude (m) :	12	
SUMMARY			Grating-Diffraction order (k) :	1		Effective temperature (Te) :	10800	K
Resolving power R	18076		Grating- Minimum height (H) :	80,4	mm	Bolometric Correction (BC) :	-0,4	
Spectral resolution	0,36	Å	Grating- Minimum width (W) :	130,4	mm	SNR		
Wavelength range	62	Å	Dispersion (p) :	0,08	Å/ pixel	Signal/Noise (SNR) :	24	
Grating-Lines/ mm	2400		Resolving power (R) :	18076		Limiting Mag		
Grating-Diffraction order	1		Spectral resolution (Δλ) :	0,36	Å	Limiting Mag.(Bowen-mod):	13,17	
Slit width	80	microns	Dispersion (r) :	0,9	nm/mm			
Target Mag.	12,0		Wavelength Range					
Signal/Noise (SNR)	24		Reference wavelength (λ0) :	6563	Å			
			Lambda min. (λ1) :	6532	Å			
			Lambda max. (λ2) :	6594	Å			
			Wavelength range/ image frame:	62	Å	SNR Calculations		
Other Results			Throughput efficiency			Number of photons (E) :	1,16E-02	photons/c
Angle of incidence (α) :	51,96	°	Transmission efficiency- guide system:	1		Sky background(Ed) :	2,92E-04	photons/c
Angle of diffraction (β) :	51,96		Transmission efficiency -Littrow mirror:	1		Final Efficiency (R) :	0,14	%
Anamorphic factor (r) :	1,00	microns	Transmission efficiency-Collimator lens (To) :	0,92		Useful signal (Nm) :	1991	e-/pixel
diffraction limit grating, FWHMd :	4,90	microns	Transmission efficiency-Camera lens (Tc) :	0,92		Background noise (Ns) :	98	e-/pixel
Slit/ image width on CCD, FWHMt :	84,84		Transmission efficiency-Grating (Tg) :	0,6		Noise(σ) :	84	e-
			Entrance slit transmission(Tf):	0,71		Signal/Noise by interval Δλ :	51	e-/pixel
			Total Transmission of Spectrograph (Ts) :	0,36		Noise from Signal :	46	
						Noise from Electronics :	84	e-/pixel

Be-Sterne

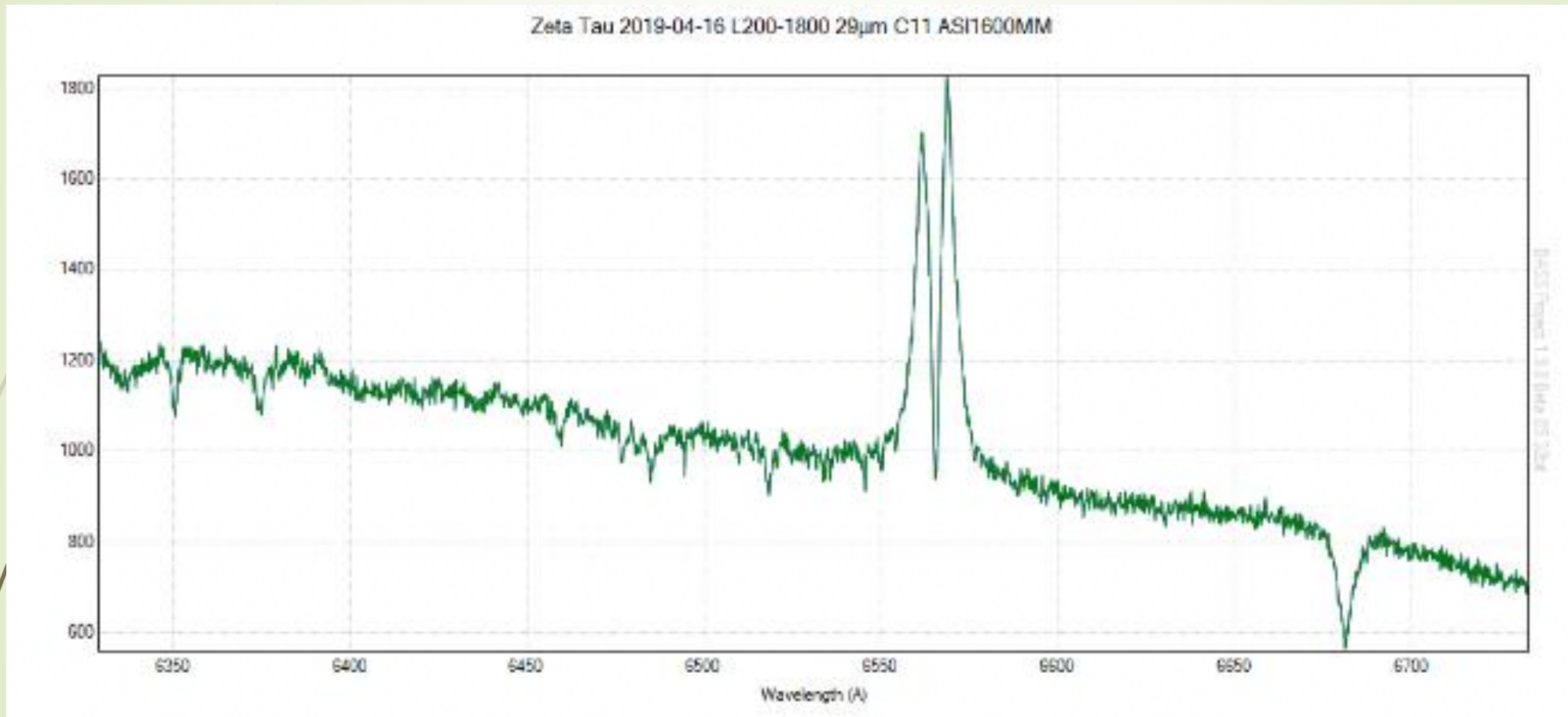
Gamma Cas - 2019-04-07 Alpy600 8" Newton



Gamma Cas 2018-09-20 L200-1800L 24" f/4 Newton ASI1600MM

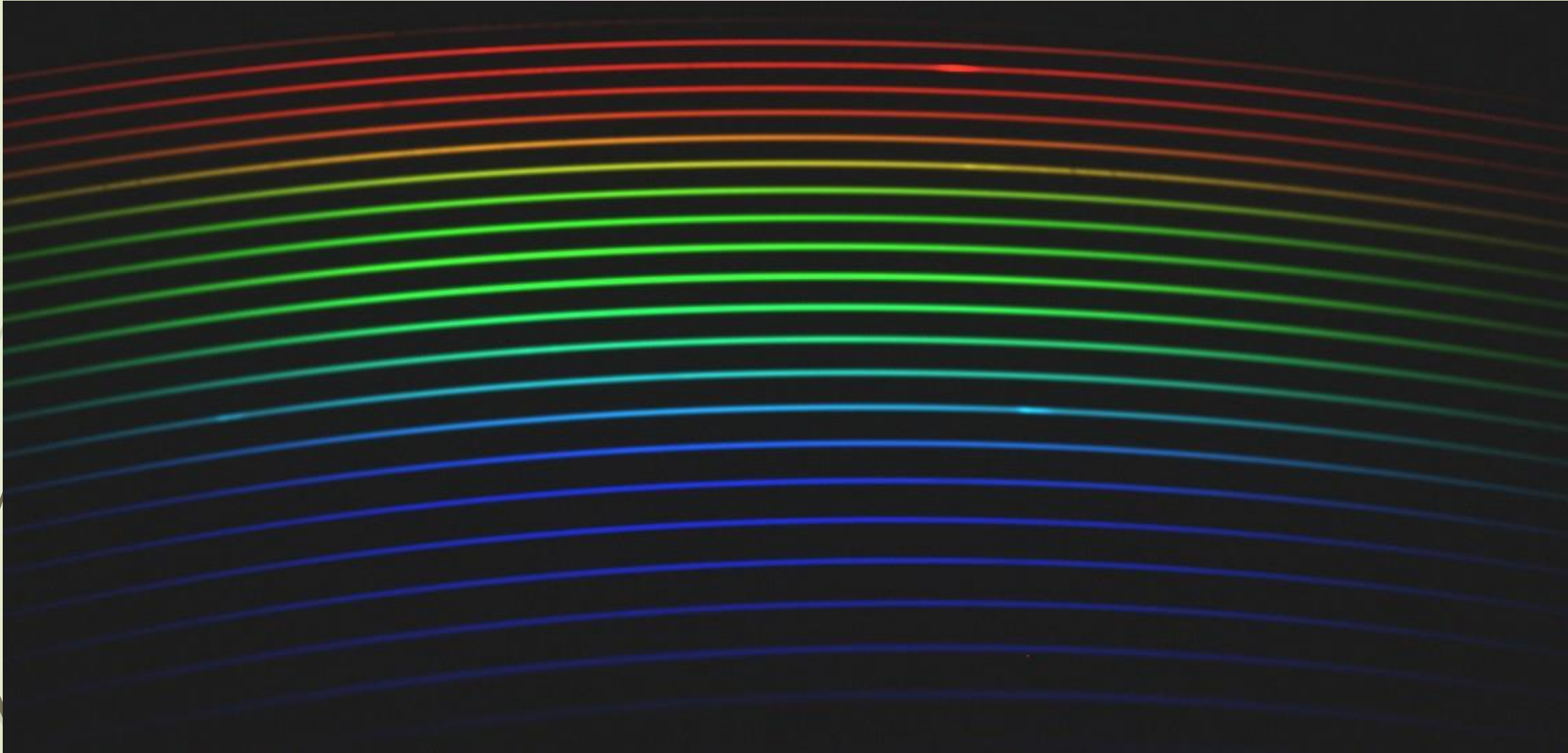


Be-Sterne



Echelle Spektrograph





Beschreibung

- Echelles Spektrograph **R>10000** (inklusive 85mm f/1,8 Objektiv)
- Faserinjektion & Führungseinheit F/6 mit 50µm gibt auch F/9 mit 75µm
- Objektfaser 20m Länge
- Kalibrierfaser 200µm, 20m Länge
- Thorium-Argon Kalibriereinheit

➤ Kosten 21k

Vega 05 08 2019, SC16 + NOU_T + Atik 460EX bining 2x2, 15 int. x 10 sec. Orders 25 to 55 =
from 3979 A. to 9009 A. R 9000.

Observatori de Piera.

