

Praktische Amateurastronomie in der Stadt einst und jetzt

1



Matthias Kiehl Wilhelm-Foerster-Sternwarte Berlin 16.10.2024

Beobachtungstechniken einst und jetzt

- Astrofotografie
- Planetenfotografie und Beobachtung
- Beobachtung von Kometen und Planetoiden
- Automatisierung und Fernsteuerung
- Spektroskopie
- Aktuell: 3D-Druck eines Spektroheliographen
- Aktuell: Sonnenbeobachtung mit dem Spektroheliographen

Mein astronomischer Werdegang

- 1971 - 1972 Astronomisches Praktikum
- 1973 - 1977 Beobachtung Veränderlicher Sterne
- 1978 - 1981 Spektroskopie Veränderlicher Sterne auf Fotoplatten
- 1991 Deep Sky Beobachtungen
- 1992 Selbstbau eines 37-cm Dobsons
- 1995 Astrofotografie auf Farbfilm
- 2000 Erste SW-CCD-Kamera
- 2011 Goto Montierung
- 2015 Spektroskopie Veränderlicher Sterne
- 2017 Astrofotografie mit CMOS-Kameras
- 2020 Automatisierung und Fernsteuerung
- 2024 Spektroheliograph aus dem 3D-Drucker

Amateur Astronomie im Wandel

- Heute habe die Leute eigene Teleskope
- Große Veränderungen seit ca. 5 Jahren in der praktischen Astronomie, Alle 10 Wochen eine Innovation - früher alle 10 Jahre.
- Sehr computerlastige Werkzeuge und Geräte erleichtern und überfordern den Einsteiger – mehr was für computeraffine Menschen.
- Gestiegene Ansprüche an die Technik und Ergebnisse der Bilder.
- Unübersichtliche Lage für den Einsteiger.
- Durch das Internet haben die Institutionen (auch die WFS) an Bedeutung verloren. Früher der Hort astronomischen Wissens.

Die Teleskope der 60er und 70er Jahre

- Die deutschen Teleskop-Hersteller
- Die billigen Japaner
- Wechselkurs und Fernrohröffnung

Wie alles begann...

Handbuch der Sternfreunde 1968

Hersteller	Instrument usw.	Eigenschaften
Utzschneider und Fraunhofer, München	Refraktoren, Kometensucher, „Fernröhre“	45/540 bis 176/2978 mm
Reinfeldter und Hertel, München	Refraktoren	13.5/70 bis 380/6820
Merz, München	Schulfernrohr, Refraktoren	20/60 bis 244/2500
Steinheil, München	Schulfernrohr, Refraktoren	40/360 bis 400/6000
Busch, Rathenow	Refraktoren	
VEB Optische Werke, Jena	a) Schulfernrohre, b) Amateurfernrohre c) Kometensucher d) Spiegelteleskope, e) Kameras, f) Teile, Zubehör	a) 63/840, 80/840, b) 80/1200, 100/1000, c) 110/750, 80/500, d) 150/2250, 150/900/2250, e) 56/250, 70/250, f) Teile, Zubehör
Butenschön, Hamburg	a) Schulfernrohre, b) Spiegelteleskope, c) Zubehör	a) 70/1000, 90/1250, 110/1500, b) 150/2250
Phywe, Göttingen	Schulfernrohre	54/750
Kosmos-Lehrmittel, Stuttgart	a) Astrofernrohre, b) Spiegelteleskope, c) Schiefspiegler	a) 54/1000, 68/900, b) 110/1100, 110/2720
Tremel, Traunreut	Amateur- und Schulfernrohr	2–5 Zoll
Heidenhain, Traunreut	a) Spiegelfernrohre, b) Astroamera	a) 100/1000 bis 300/3000, b) 67/300
Spindler und Hoyer, Göttingen	Einbau-Optik	
Lichtenknecker, Weil d. St.	a) Objektive, b) Parabol-, Cassegrain-, Schmidtspiegel, Kutter-systeme	a) 60/800 bis 200/3000, b) 110/550 bis 300/5400
Eckhard Alt, Limburgerhof, Pfalz	Optische und mechanische Teile für den Selbstbau	100–255 mm Ø
Wachter, Stuttgart-Uhlbach	Coudé-Refr., Spiegelteleskope, 100, 125, 150 mm Ø Schmidtspiegel, Kometensucher, Montierungen	
Befort, Wetzlar	sphär. Teleskopspiegel, Fangspiegel	100/1000, 200/2000
Carl Zeiß, Oberkochen	Astron. Okulare	
Weigel-Optik-Foto, Frankfurt a. M.	Sämtliche mechanische und optische Teile zum Selbstbau und Schleifen	

1960 Carl Zeiss Jena

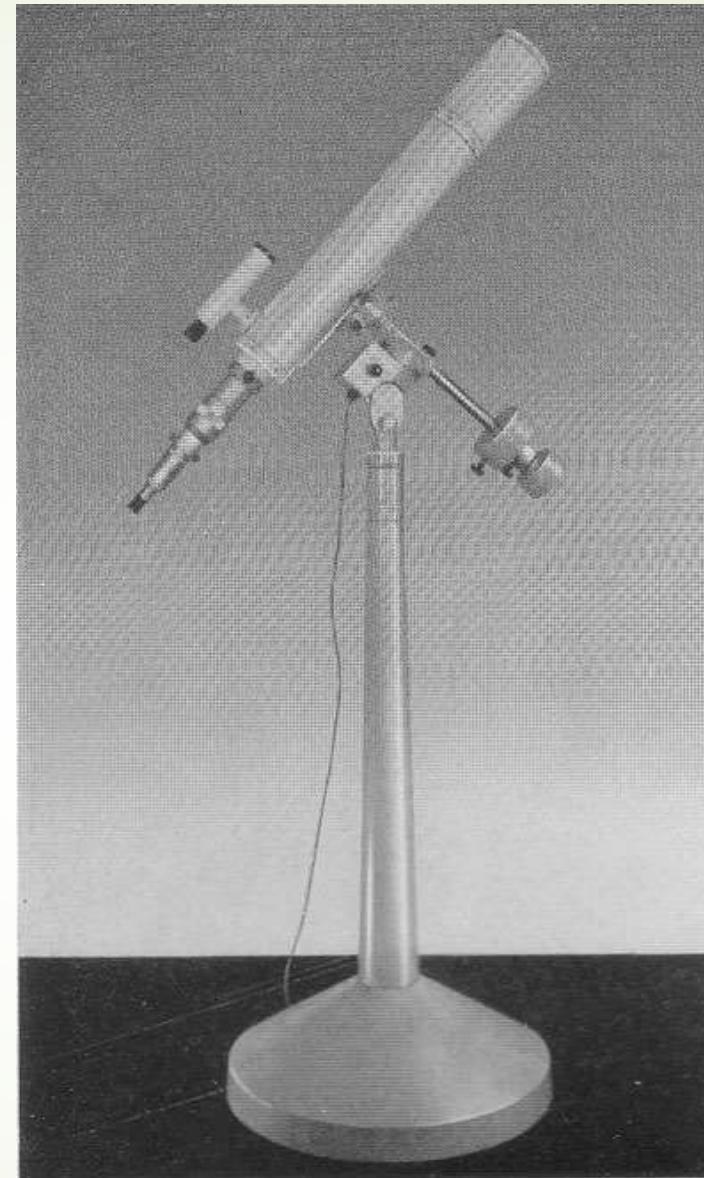


Abb. 3. Fernrohr 100/1000 mm auf parallaktischer Montierung Ib *)

1970 Heidenhain 15 cm Spiegel sehr modern, Preis Jahresgehalt



1972 Alt 20 cm Newton, stationär



1971 Quelle – Teleskope für den jungen Sternfreund...



APOLLO-
Teleskope für
Hobby-Astronomen

APOLLO-Teleskope von FOTO-QUELLE können sich sehen lassen: Hochwertige Präzisionstechnik – so überaus preisgünstig! Zwei Leistungsbeweise:

APOLLO-Spezial-Teleskop
Damit sind Sie für Erd- und Himmelbeobachtungen professionell ausgerüstet.

Brennweite 900 mm, Ø 60 mm, Sucherfernrohr, 6 × 30, Turbinenlauf, Auszug 1,2 m, Fernrohr, Vergrößerung 1:1, Stundenkreis + Einteilung von 0-24, Breitenskala mit Einteilung von 2 × 15°, Altazimutal, Zubehör: 3 Okulare (9/20/35 mm), Sonnenfilter, Mondfilter, Linsenfilter, Prismensatz, Projektions-Sonnenschirm, Schutzhaube, Stativ, Gew. ca. 10200 g. nur **539,-**

APOLLO-Spiegel-Teleskop
Vergrößerung 45- bis 180-fach, Spiegel-D 110 mm, Brennweite 900 mm, Ø 60 mm, Holzstativ, beleuchtete Ablageplatte wird durch eine bafflelose Spalte beleuchtet, Fernrohr, Vergrößerung 1:1, Stundenkreis, Deklinationsachse mit Gradeneinteilung, Zubehör: 3 Okulare mit 1, 10 und 24-facher Vergrößerung, Mondfilter, Sucherfernrohr 5 × 24, 2 breitseitige Wellen. Gewicht 12550 g. nur **479,-**

Die gesamte Auswahl der Teleskope finden Sie im Frühjahr/Sommer 75 Katalog. Kostenlos Sie ihn sofort vorlagen! Oder lassen Sie sich in unseren über 200 Verkaufsstellen beraten!

FOTO-QUELLE das größte Fotohaus der Welt
85 Nürnberg-Langwasser, Thomas-Mann-Straße 50

1974 Celestron C8 bis C14

11

Der fallende Dollarkurs macht möglich, Teleskope aus den USA



Teleskope im Vergleich

Deutsche Teleskope

- ▶ zu schwer
- ▶ zu teuer
- ▶ wenig innovativ
- ▶ nur lokal vermarktet
- ▶ gut verarbeitet

Amerikanischen Teleskope

- ▶ transportabel
- ▶ erschwinglich
- ▶ innovativ
- ▶ weltweit
- ▶ mäßig gut verarbeitet
- ▶ etwas "wackelig"

Japanische Teleskope

- ▶ preiswert
- ▶ relativ klein
- ▶ wackelig

Visuelle Beobachtungen in den 70zigern

- Beobachtung Veränderlicher Sterne Helligkeitsschätzung nach der Argelander Methode.
- Am 4“, 6“ und 12“ Refraktor und Doppelglas der WFS mehrere tausend Beobachtung im Jahr gemacht.
- Alle 50 Veränderliche per Hand eingestellt, ohne Goto
- Die Beobachtungen zur AAVSO in den USA per Luftpost geschickt (damals gab es noch keine Emails)

AAVSO-Bericht

VARIABLE STARS OBSERVATIONS							
FOR THE A A V S O							
Sheet 2/13 for the month June 1975							
Observer: Matthias Kiehl							
Street: Heinrich-Seidel-Str.2							
City: 1000 Berlin 41 West-Germany							
Instruments: 20x60 bin. 4", 6" and 12" refractor (Wilhelm-Poerster-Observatory)							
Harvard-Mc U.T.							
142539	V Boo	565.4 569.4 575.4 576.4 593.4 594.4	9.2 9.2 9.0 8.9 9.0 8.9	181156	W Lyr	565.4 570.4 575.4 576.4 593.4 594.4	10.1 10.4 10.6 10.7 11.0 11.6
143227	B Boo	565.4 570.4 575.4 576.4 594.4	9.0 9.6 10.0 10.1 10.6	190941	EU Lyr	565.4 570.4 575.4 576.4 593.4	11.8 11.9 12.0 7.9 7.9
154428a	H CrB	565.4 567.4 570.4 575.4 576.4 593.4 594.4	6.0 6.0 6.0 6.0 6.0 6.0 6.0	192255	UL Cyg	565.4 570.4 575.4 576.4 593.4 594.4	8.0 8.2 8.3 8.2 8.2 10.6
155526	r CrB	565.4 570.4 575.4 576.4 594.4	10.0 9.8 9.8 9.9 10.0	193449	R Cyg	565.4 567.4 570.4 575.4 576.4 593.4	10.6 10.6 10.7 10.9 10.9 10.6
163266	B Dra	565.4 570.4 575.4 596.4 599.4 598.4	7.7 7.7 7.6 7.6 7.8 7.9	194632	chi Cyg	565.4 570.4 575.4 576.4 567.4 570.4	4.5 4.5 10.8 10.9 10.3 10.6
1711725	RS Her	565.4 570.4 575.4 576.4 593.4 594.4	7.8 7.9 8.4 9.1 7.8 7.9	195849	Z Cyg	565.4 576.4 593.5 565.4 567.4 576.4	4.5 4.6 9.5 11.8 4.5 4.5
174406	RS Oph	565.4 570.4 575.4 576.4 594.4	11.0 11.2 11.2 9.1 9.2	201647	U Cyg	575.4 576.4 565.4 567.4 570.4	12.0 12.1 9.1 9.0 11.9
180531	v Her	565.4 567.4 570.4 575.4 576.4 593.4 594.4	10.9 11.0 11.0 11.0 11.3 11.0 10.9	201437a	P Cyg	565.4 575.4 576.4 594.4 565.4 567.4 570.4	8.9 8.8 8.8 8.5 4.6 4.7 4.8

Die Teleskope der 80er und 90er Jahre

- ▶ Transportable Montierungen
- ▶ Einzug der Mikroelektronik
- ▶ Neue Gläser neue Linsen
- ▶ Größer, weiter, die Dobsons kommen
- ▶ Besser Durchblicken, Okulare und Filter

1981 Dobson Teleskop - Entwicklung der visuellen Beobachtung



John
Dobson

"Held by gravity and driven by yoghurt power"



- Große Teleskope
- Transportabel
- Nur visuell
- Erschwinglich
- Selbstbau

Das Fernrohr für
Jedermann

In Deutschland erste
10 Jahre später

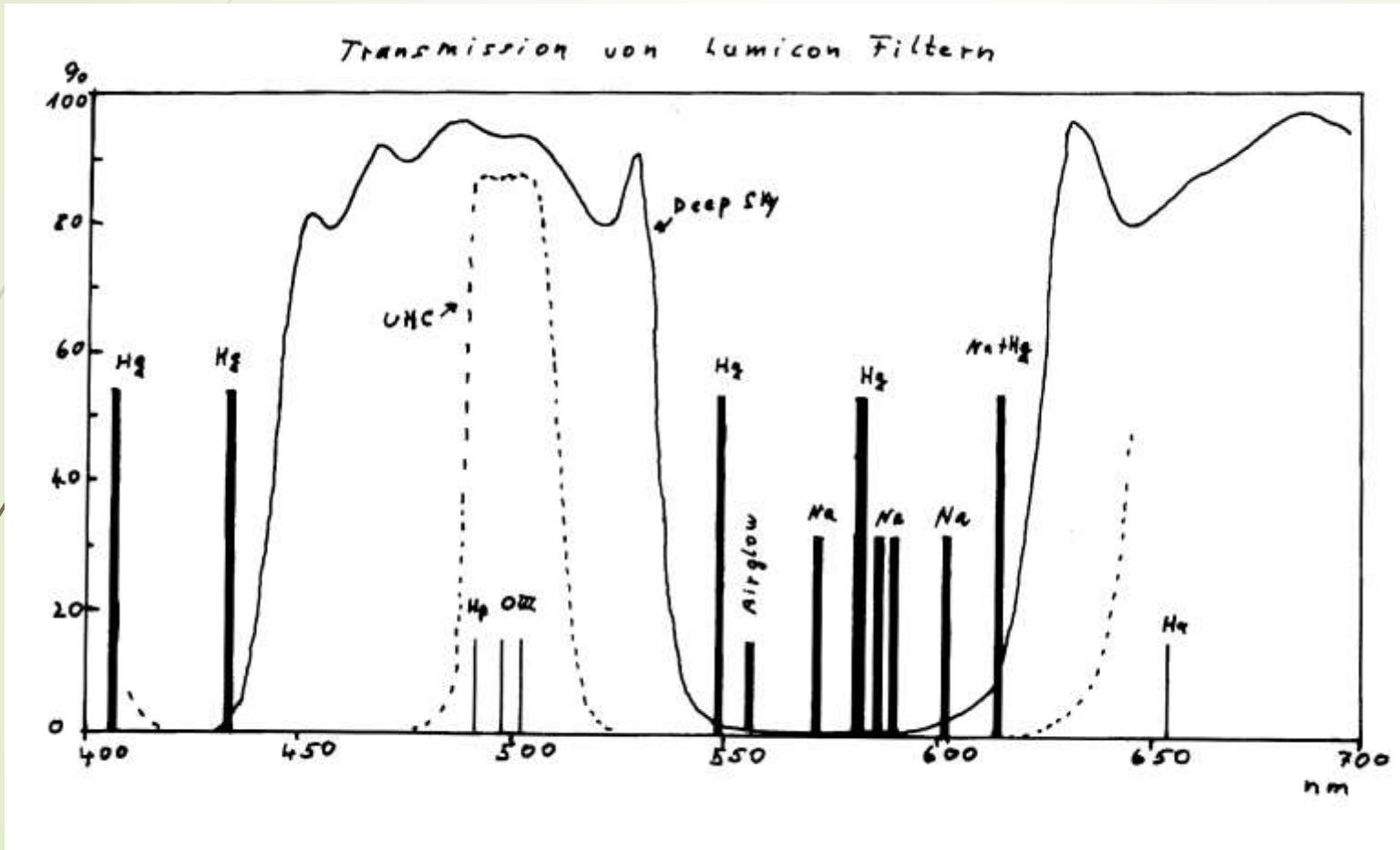
1986 Neue Okulare von Al Nagler



- Großes Gesichtsfeld bei hoher Vergrößerung und randscharfer Abbildung bei Newtonteleskopen

Nebel-Filter im Kampf gegen die Lichtverschmutzung

18



Visuell kontra Foto

19



Zeichnung: R. Stoyan



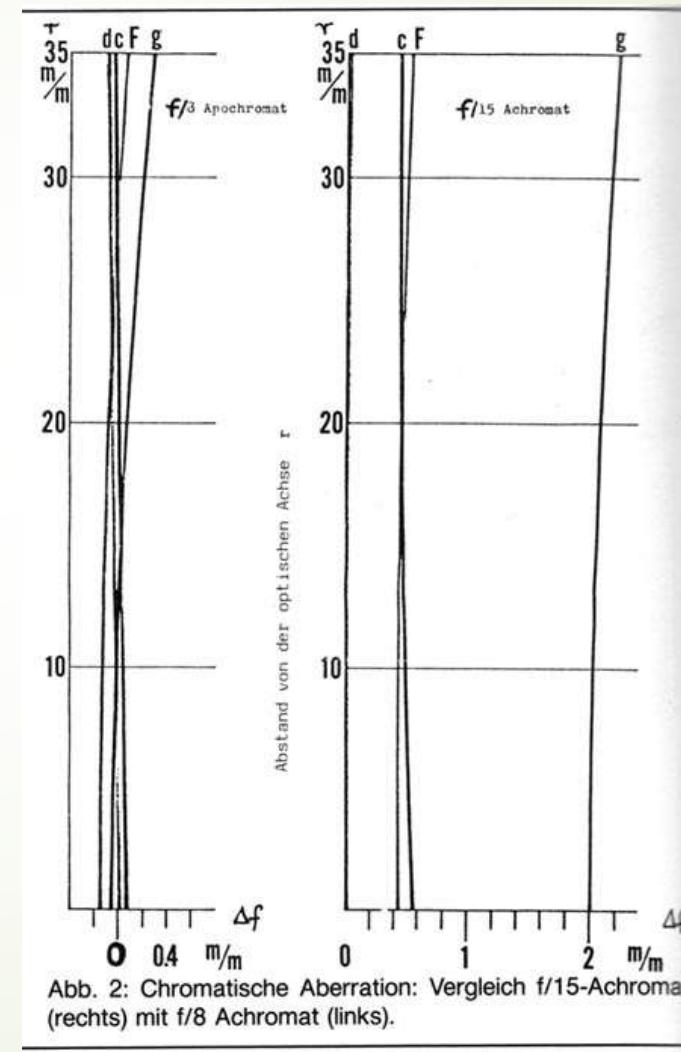
2001 Selbstbau 24“ f/4,1 in Kohlefaser und
Wabentechnik, dünner selbstgeschliffener Hauptspiegel



Teleskop von
Stathis Kafalis

1985 Renaissance der Refraktoren die Fluorit-APOCHROMATEN

- Sehr gute Farbkorrektur
- Hoher Kontrast
- Lichtstärker
- Kurze Baulänge
- Recht hoher Preis



Astrofotografie

Hat man die Garantie des Scheiterns mit der Option auf Erfolg

Astrofotografie in den 70zigern

- Hochempfindliche S/W Filme mit Schwarzschild-Effekt
- Kodak spektroskopische Filme und Fotoplatten mit geringen Schwarzschild-Effekt nur direkt bei Kodak in den USA bestellbar.
- Teuer und nicht lange ungekühlt haltbar

1974 Kodak 103a-F
mit Rotfilter 500/4

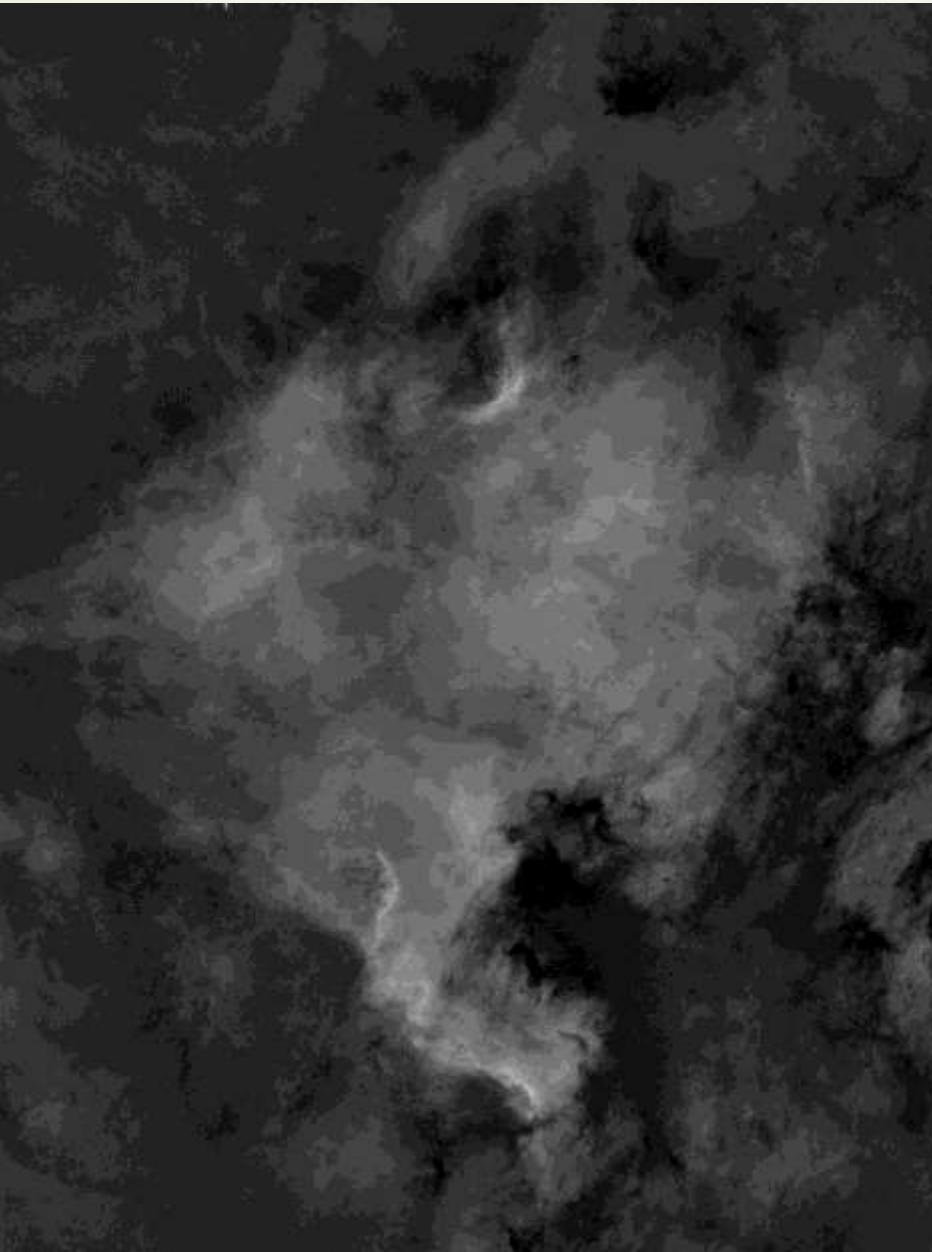


2024 SW CMOS-Kamera
330/5,5 mit H-alpha-Filter



Modern mal ohne Sterne ...

25



Astrofotografie in den 80-90ziger

- Kodak produzierte keine spektroskopische Filme mehr, da die Profis auf CCD umgestiegen sind.
- Filme empfindlicher machen (Schwarzschild-Effekt) Hypersensibilisieren
- Film mit Forming-Gas (Wasserstoff-Stickstoff) „backen“ und gleich in die Kamera
- S/W Dokumentenfilm Kodak Technical Pan, Ha-empfindlich, hypern
- Farbnegativ-Filme mit 200-400 ASA hypern
- Aufwendig fotografisch umkopieren
- Erste Filmscanner und Bildbearbeitung im PC (die PC hatten nur 8MB Arbeitsspeicher und leistungsfähige Rechner waren sehr teuer)
- Erste Fotodrucker

1982 Polaris- Montierung

- Nachführung
- Schrittmotoren
- Polsucher
- Transportabel

Montierung POLARIS 2000



Diese Neuentwicklung ist konzipiert für die Astro-photographie, also gerade dort, wo ein Optimum an Stabilität und Präzision für befriedigende Resultate erforderlich ist.

1. Die **Parallaktische Aufstellung**, genauer geht's nicht: ein in die Stundenachse eingebautes Fernrohr (3 x 15) lässt Sie mit Leichtigkeit den Polarstern finden. Zwei zusätzliche azimutale Feinbewegungen und ein beleuchtetes Fadenkreuz besorgen die exakte Justierung um den Abstand des Polarsterns vom wahren Himmelsnordpol auszugleichen. Das bedeutet: parallaktisch exakte Aufstellung Ihres Fernrohrs in Sekunden auf wenige Bogensekunden genau.
2. Die **Nachführung**. Ob Sie mit der manuellen Feinbewegung oder mit dem bekannt zuverlässigen VIXEN-Quarzmotor nachführen: Korrekturen bleiben Ihnen weitgehend erspart.
3. Die **Teilkreise** ermöglichen nun schnelles Auffinden schwächer Himmelsobjekte, denn nach dem Einstellen der Koordinaten befindet sich das gesuchte Objekt schon im Gesichtsfeld eines langbrennweiten Okulars.

VIXEN OPTICS Deutschland präsentiert diese Weltneuheit zu einem Einführungspreis und liefert Ihnen die passenden Rohrschellen für Ihr Instrument ohne Aufpreis: DM 675,- inkl. MwSt./zzgl. Versandkosten.

1984 Superpolaris

- Schrittmotor-Steuerung für beide Achsen
- Polsucher
- Automatische Einstellung der Objekte



1985 Meade SCT - Teleskop mit Goto-Steuierung

29



1981 Hypersensibilisierung von Filmen

FILM HYPERSENSITIZATION KITS*

This lovely photo was made possible by hypersensitizing ultra-fine-grain Kodak Technical Pan 2415 film in a LUMICON Film Hypersensibilisierung Kit or **HYPER-KIT™**.

YOU CAN DO IT TOO!

LUMICON HYPER-KITS™ YIELD 3-to 30-FOLD TRUE FILM SPEED INCREASE IN LONG EXPOSURES.
ALL FILMS BENEFIT!

IT'S SAFE AND SIMPLE!

Each **HYPER-KIT™** includes a film sensitization chamber with all controls, a hand-vacuum pump, a thermometer, a film or plate holder, a refillable cylinder of non-flammable "forming gas" for 50-100 batches, and explicit instructions.



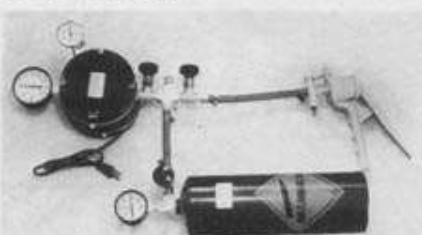
Gas-hypersensitized 2415 film. Eagle nebula, M16, photo by Ron Potter, 60 min. at f/11.



MODEL 100 HYPER-KIT™ (chamber on right) sensitizes 35-mm film in its original cartridge. Takes longer, but is easy to use. \$199.50

MODEL 300 HYPER-KIT™ (chamber on left) sensitizes any 35-mm film in hours. Best for 2415 users! Achieves highest possible film speeds. Model 300 with 2 gas cylinders \$249.50 \$294.50

HYPERS FILM: 2415, \$8.95; Kodacolor 400 or Ektachrome EPD, \$9.95. Deduct 10% for 3 or more rolls.



MODEL 600 HYPER-KIT™ (see photo) is like the Model 300, but also sensitizes 126/127 and 120/220 larger format film and small glass plates. Model 600 with 2 gas cylinders \$289.50 \$334.50

MODEL 1200 HYPER-KIT™ is for 4" x 5" plates and film up to 5" x 7". Comes with 2 gas cylinders. With electric vacuum pump, for any Model 2415, 4" x 5" sheet film, box of 50 \$449.50 add \$220.00 \$22.50

FOR LOVELY ASTROPHOTO GUIDE OFF-AXIS



THE LUMICON EASY-GUIDER

(Shown between camera and 2" focusing mount)

EASY-GUIDER™ FEATURES

- Fits 2" focusing mounts in seconds.
- Low profile design takes up only $\frac{1}{2}$ ".
- Has 2 adjustment axes (rotational & \pm) for easy guide-star selection.
- Full 2" aperture avoids vignetting.
- BRIGHT guide-stars: 41-mm filter comp.
- Ideal for all telescopes, especially Newtonian

EASY-GUIDER (state camera brand):
With Lumicon Deep-Sky Filter (save \$40)

EASY-GUIDER™ ACCESSORIES

Matched 3x achromatic Barlow lens
2" Adapter for Celestron or Meade
Illuminated reticle guiding eyepiece
Drop-in filters: Dark red or minus violet
Drop-in LUMICON DEEP-SKY FILTER

C-14 Owners! Large Off-Axis Guide
2 $\frac{1}{4}$ " clear aperture, 2-axis freedom for easy star selection. Fits C-11, C-14
With 80-mm f/5 telecompressor lens

*Patent pending. Calif. residents add 8% sales tax. All foreign orders add \$8 (\$20 for HYPER-KIT).

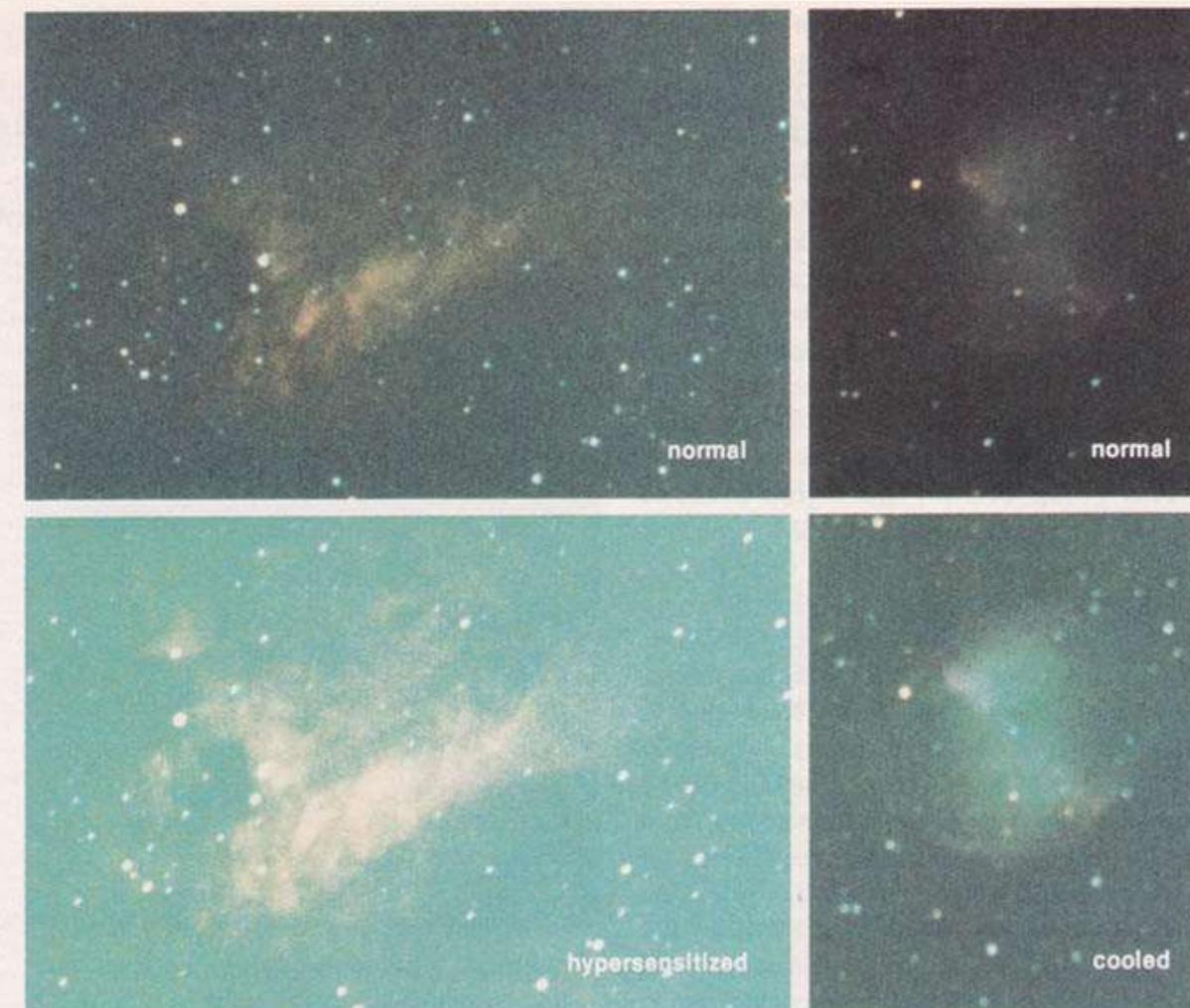
LUMICON, Dept. C-3

891 Laguna St.

Livermore, CA 94550

415-447-9570 for information or change

Gehyperter Film



Sky&Tel 1983

Aufnahmen mit Film



Entwickeln von Farbfilmen Vorort



▲ Nachführen per Hand

Hypern mit Forming Gas

1990 ST4-Autoguider

Belichtungen bis zu mehreren
Stunden möglich



Das digitale Labor

- Filmscanner
- Bearbeiten im PC
- Drucken in Fotoqualität

Vorteile

- Kontrastverstärkung ohne Farbverschiebung
- Hintergrund einfach abziehen
- Schärfen
- Staub und Kratzer entfernen
- Reproduzierbarkeit der Ergebnisse

Fotografie-chemisch oder digital?

Fotografie – chemisch oder digital?



Kamera

Film

Entwicklung

Negativ

Vergrößerung

Kamera

CCD

Scanner

Bildbearbeitung
am Computer

Grafik Axel Mellinger

Rohbild und im PC bearbeitet

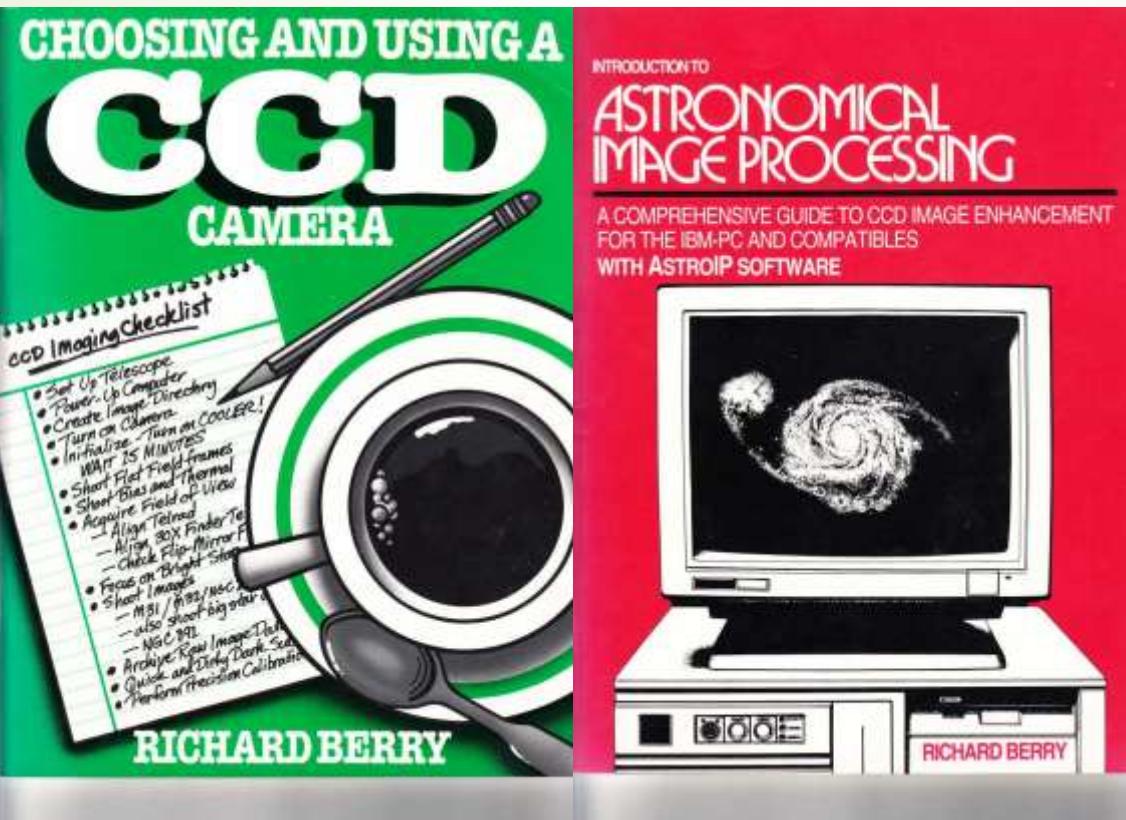


Der Film bekommt Konkurrenz

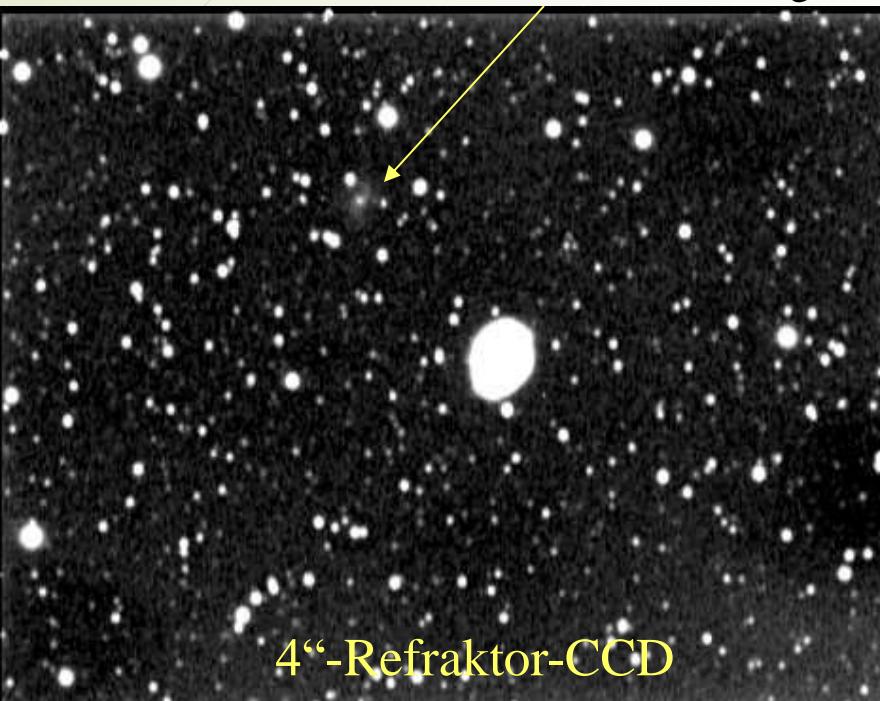
- Videokamera
- Bildverstärker in Kombination mit Videokameras
- CCD Kamera (für astronomische Zwecke)
- Digital Kamera
- Die Webcam

Astrofotografie in den 90ziger-2000ner

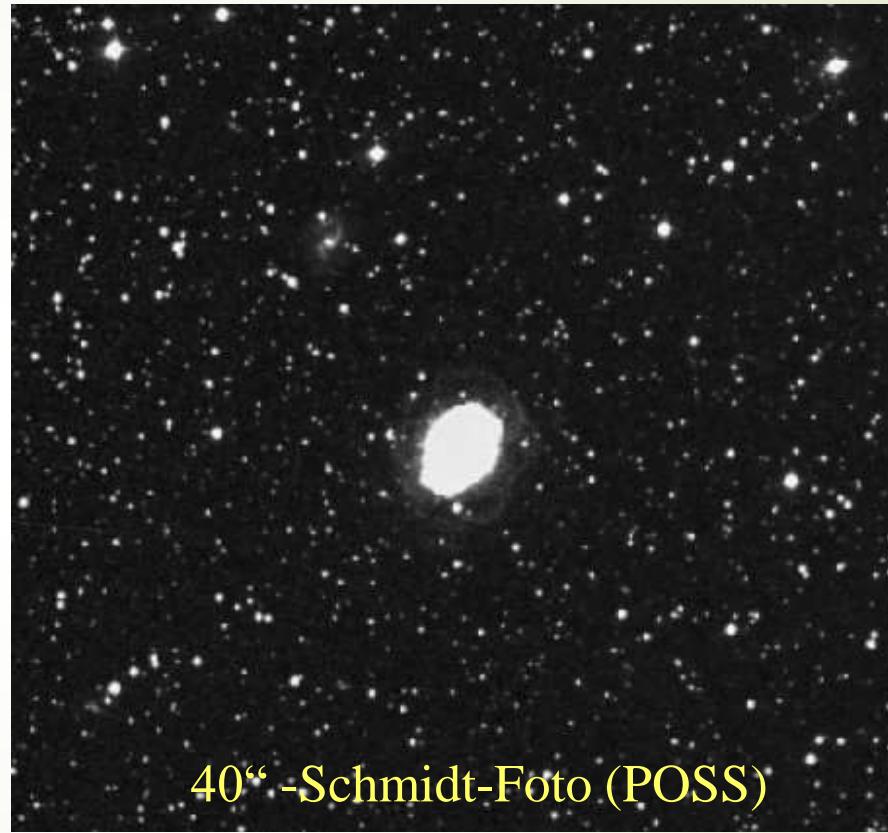
- Cookbook Kamera im Selbstbau 6x4 mm 378x242 Pixel TC245-Chip



Erste CCD-Kamera Starlight Xpress MX512



Galaxien von 15mag vom Balkon !



Welche Kameras für Deep Sky gibt es heute?

Digitale Spiegelreflexkamera
DSLR/DSLM, Nikon, Canon



Gekühlte CMOS S/W Kamera mit
Filterrad (R-G-B) mit S/W- Chip
ASI, QHY, ToupTek



Gekühlte CMOS Farbkamera mit
ähnlichen Chip wie bei DSLR
ASI, QHY, ToupTek



Kameras mit einem CCD-
Chip werden heute immer
mehr von den CMOS
Kameras verdrängt

Verabschiedung von der Tagesfotografie

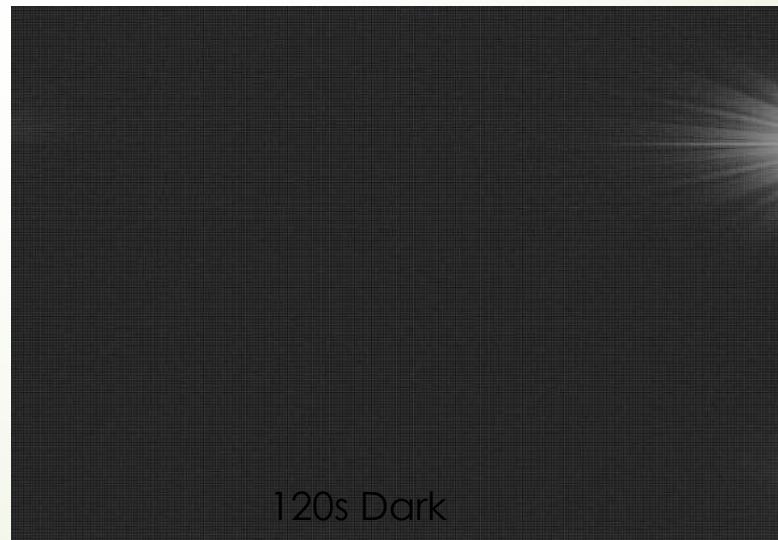
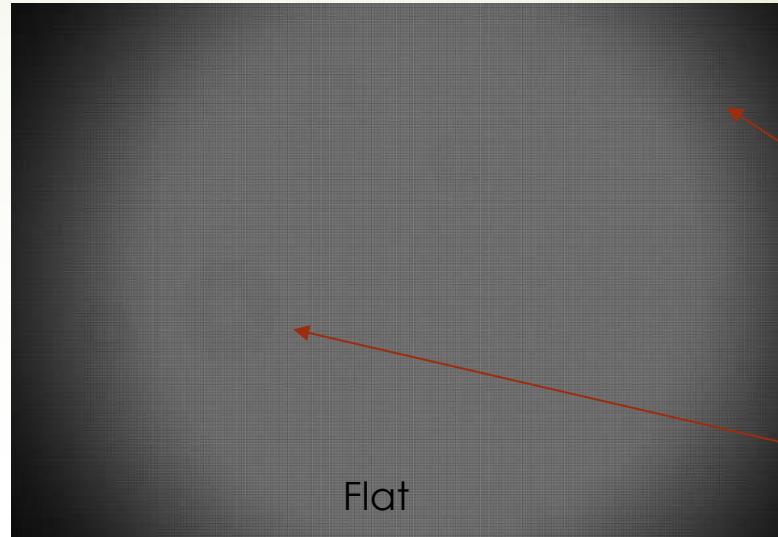
Tagesfotografie

- Hellbildrauschen vernachlässigbar
- Keine Kalibrierungsbilder
- Belichtung eindeutig
- Optikfehler eher unkritisch
- Keine Fehler im Strahlengang
- Grab and Go

Astrofotografie

- Hellbildrauschen nicht vernachlässigbar
- Kalibrierungsbilder zwingend
- Belichtung muss bestimmt werden
- Optikfehler sehr kritisch
- Fehler im Strahlengang wie Verkippungen und falscher Abstand der opt. Komponenten
- Kein Grab and Go
- Glaubt bloß nicht, wenn ihr eine Kamera ans Teleskop schraubt das gleich alles funktioniert!!

Bildverbesserung - Flats und Darks



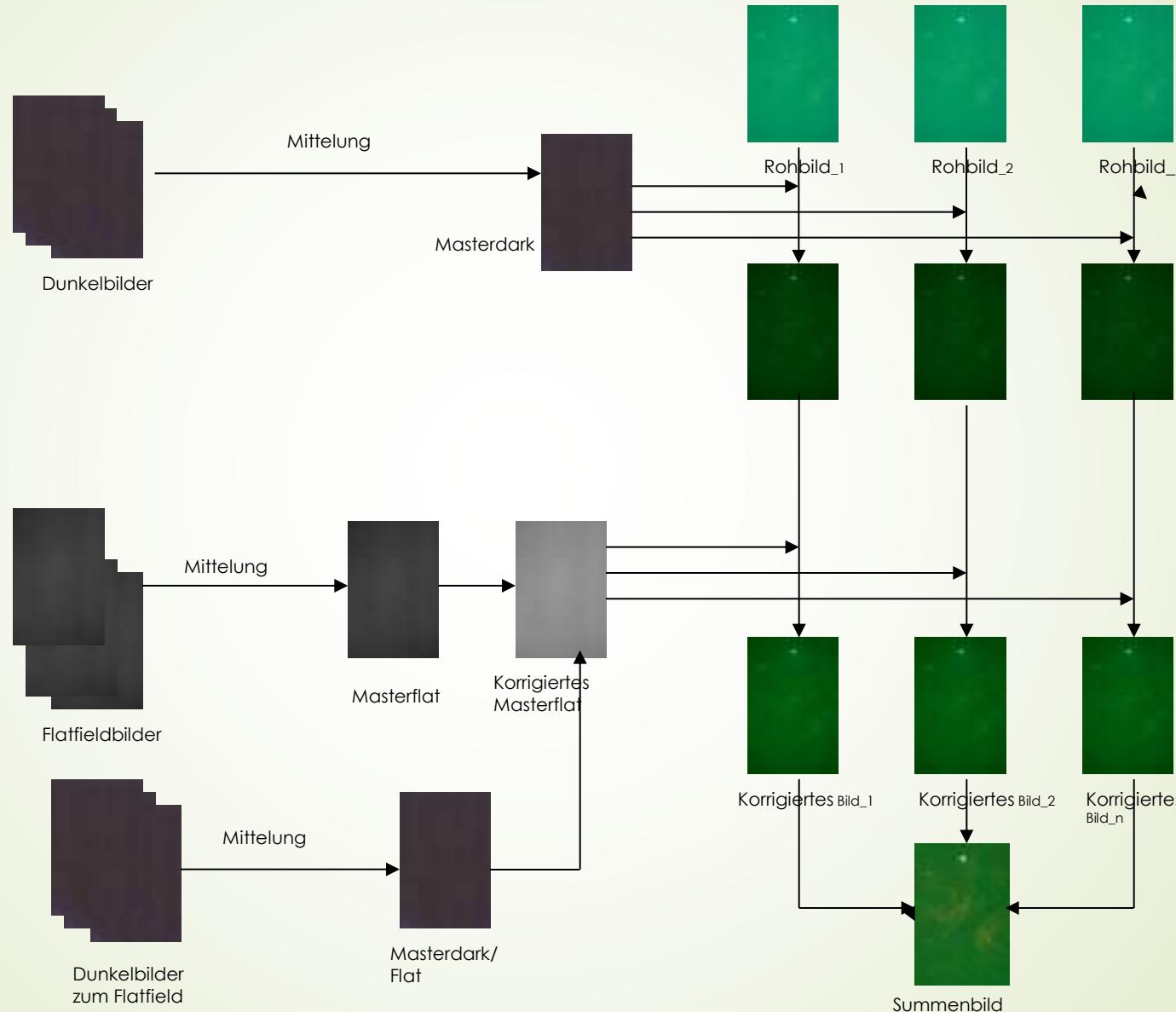
Vignettierung

Staub (Donuts)

Verstärkerglühen
ASI 294mc

Diagramm des Bearbeitungsprozesses

43



Filter gegen die Lichtverschmutzung

Berliner Himmel

Deep Sky Filter



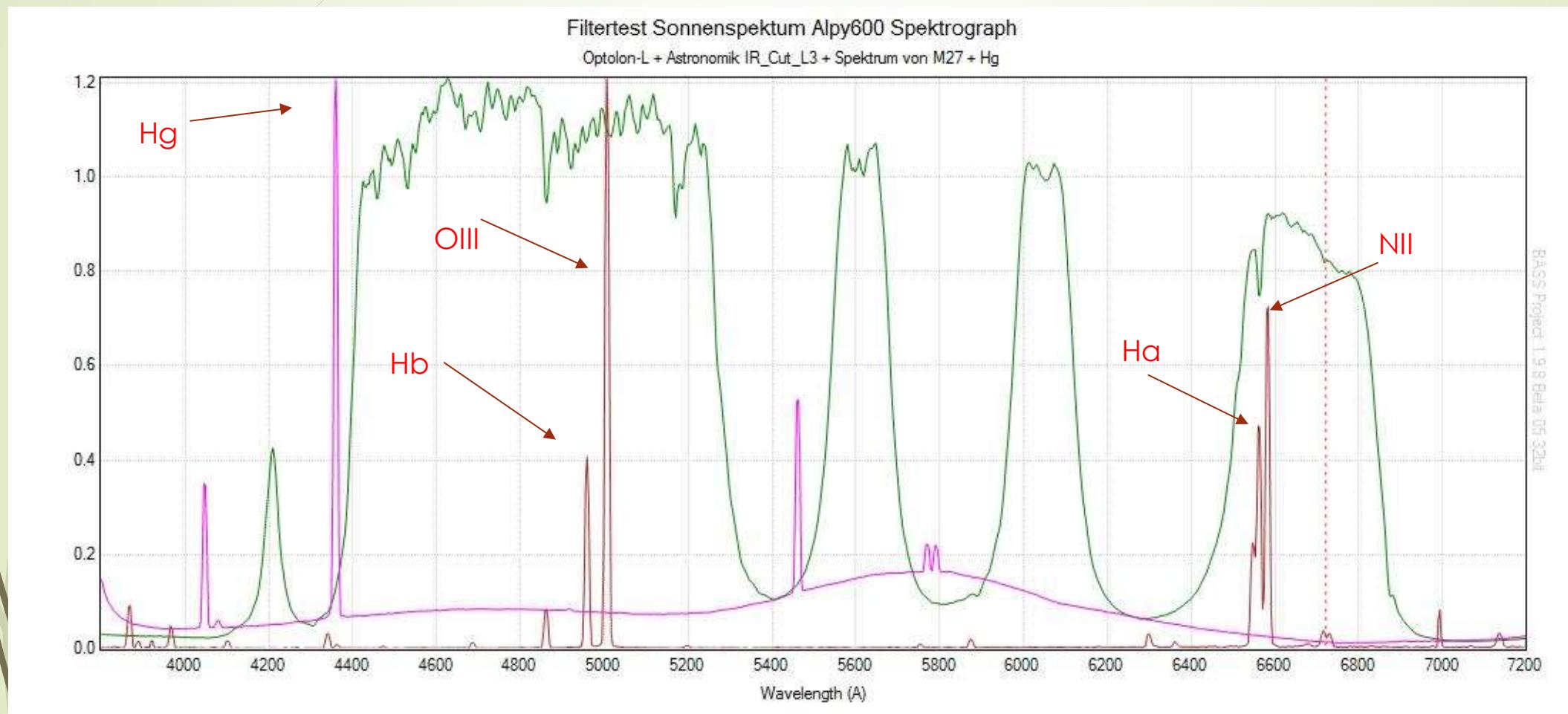
Ohne Filter



60 Sekunden belichtet

Breitband-Filter für Galaxien Optolong-L im Spektrographen

46



M31 mit Breitband-Filter Optolong-L



ED80/480mm
240min
Ort Berlin

M31 unter Alpenhimmel mit Canon DSLR ohne Filter

48



ED80/600mm 180min
Ort Emberger Alm
1800m

M51 Optolong-L Filter

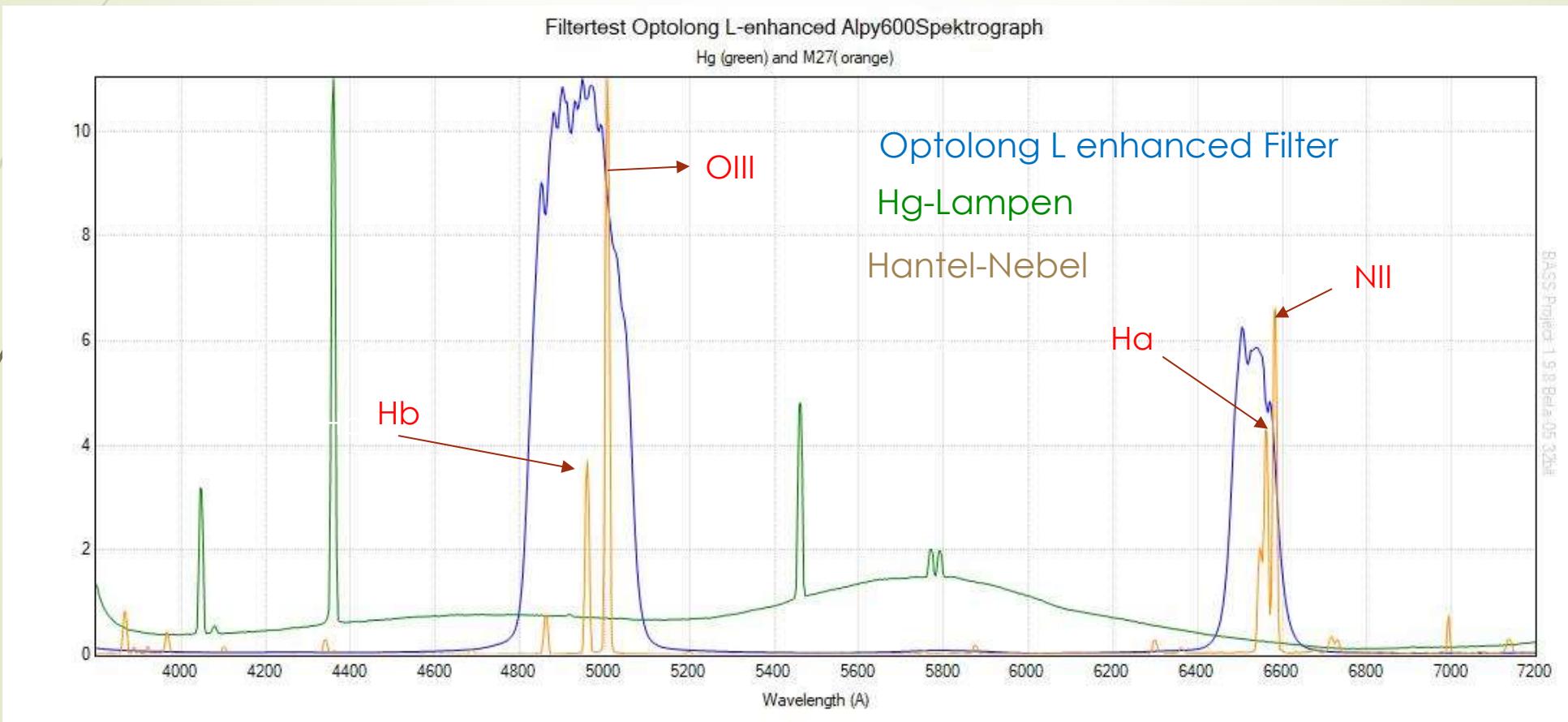


C11 0.63 Reducer
44x120s
Ort Berlin

Dualband Optolong-L enhanced Filter im Strahlengang vom Spektrographen

50

- Mit der S/W Kamera müssen mindestens durch mindestens 2 Filter Belichtungen gemacht werden.
- Mit der Farbkamera geht das auch mit einem Schuss.



Rosetten-Nebel mit Dualband-Filter



ED80/480mm
180min
Ort Berlin

Orion-Nebel mit Dualband-Filter



ED80/480mm
120min
Ort Berlin

Schmalband H-alpha



250mm Newton
260min belichtet
Ort Berlin

Arbeitsschritte bis zum ersten Bild

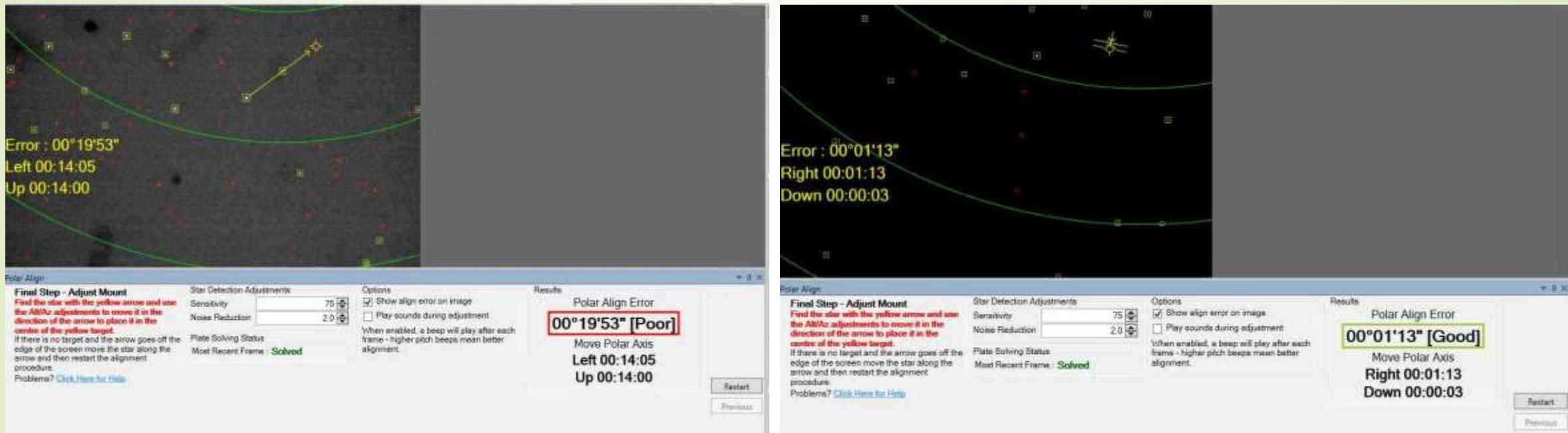
Neue Hilfsmittel, die die Arbeit erleichtern

Vorbereitung bis zum ersten Bild

55

- Montierung aufgestellt
- Stundenachse genau auf den Himmelspol ausrichten (Sharpcap Pro)
- Steuerung mit dem Notebook verbinden (EQMOD)
- Kamera und Autoguider an Notebook angeschlossen
- Kameras fokussiert
- Objekt eingestellt mit Carte du Ciel und Platesolving geprüft
- Leitstern einstellen
- Automatische Nachführung kalibrieren PHD-2
- Erste Probelichtung, prüfen ob die Nachführung läuft
- Belichtungsreihe starten
- Bemerkung: Diese Arbeitsschritte müssen alle vorher getestet werden

Einnorden in wenigen Minuten



- ▶ Erstes Bild machen
- ▶ Teleskop in Stunde um 90° drehen
- ▶ Zweites Bild machen
- ▶ Interne Datenbank der Polsterne
- ▶ Abweichung wird angezeigt

Objekt finden mit dem Sternkartenprogramm

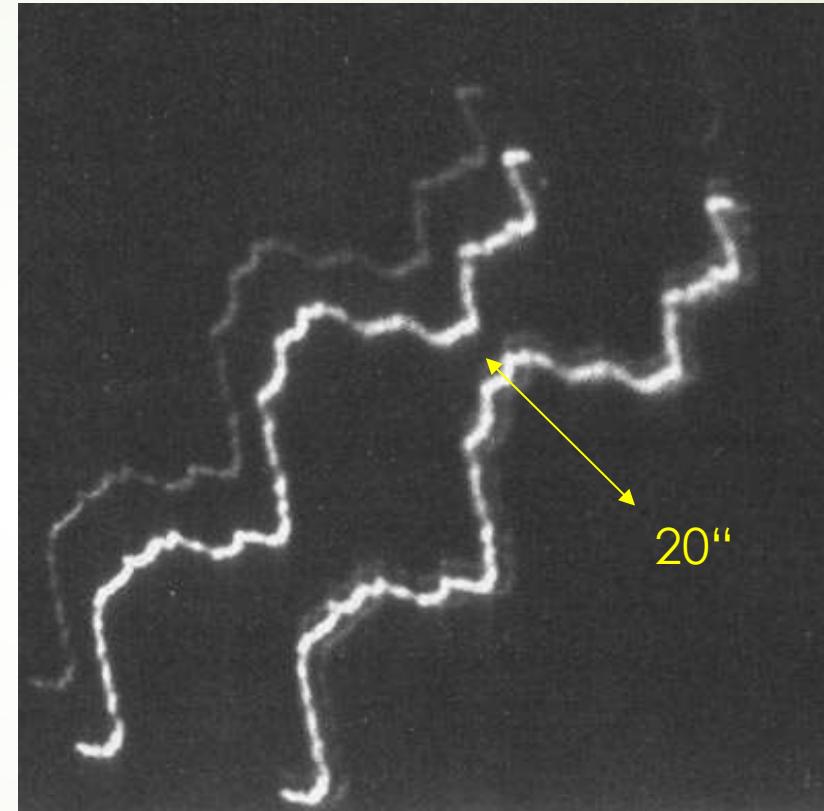
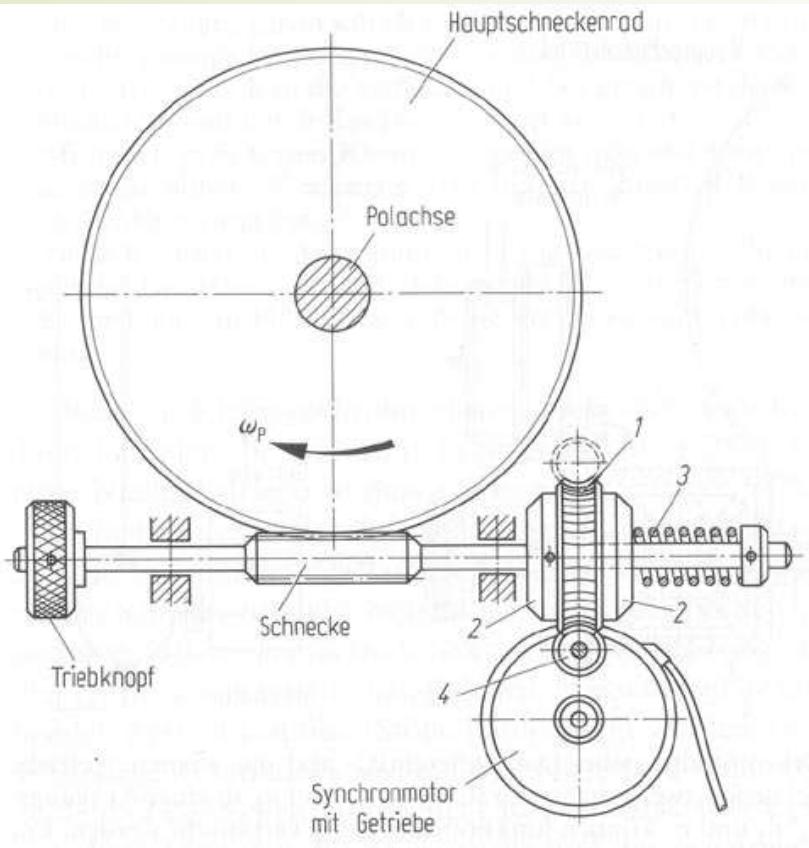


Prüfen ob das Objekt tatsächlich eingestellt ist

- Astrometrische Vermessung der Aufnahme –Platesolving
- Die Brennweite und Pixelgröße müssen bekannt sein
- Verwendung einer internen Sternendatenbank (z.B. Gaia-Katalog)
- Ermittlung der Koordinaten des Bildes und des Abbildungsmaßstabs
- Ggf. Korrektur der Position
- Objekt ist in der Mitte.
- Damit ist die Fernsteuerung von Teleskopen möglich !!
- (Bei unbekannter Aufnahme -> astronomy.net online Abfrage)

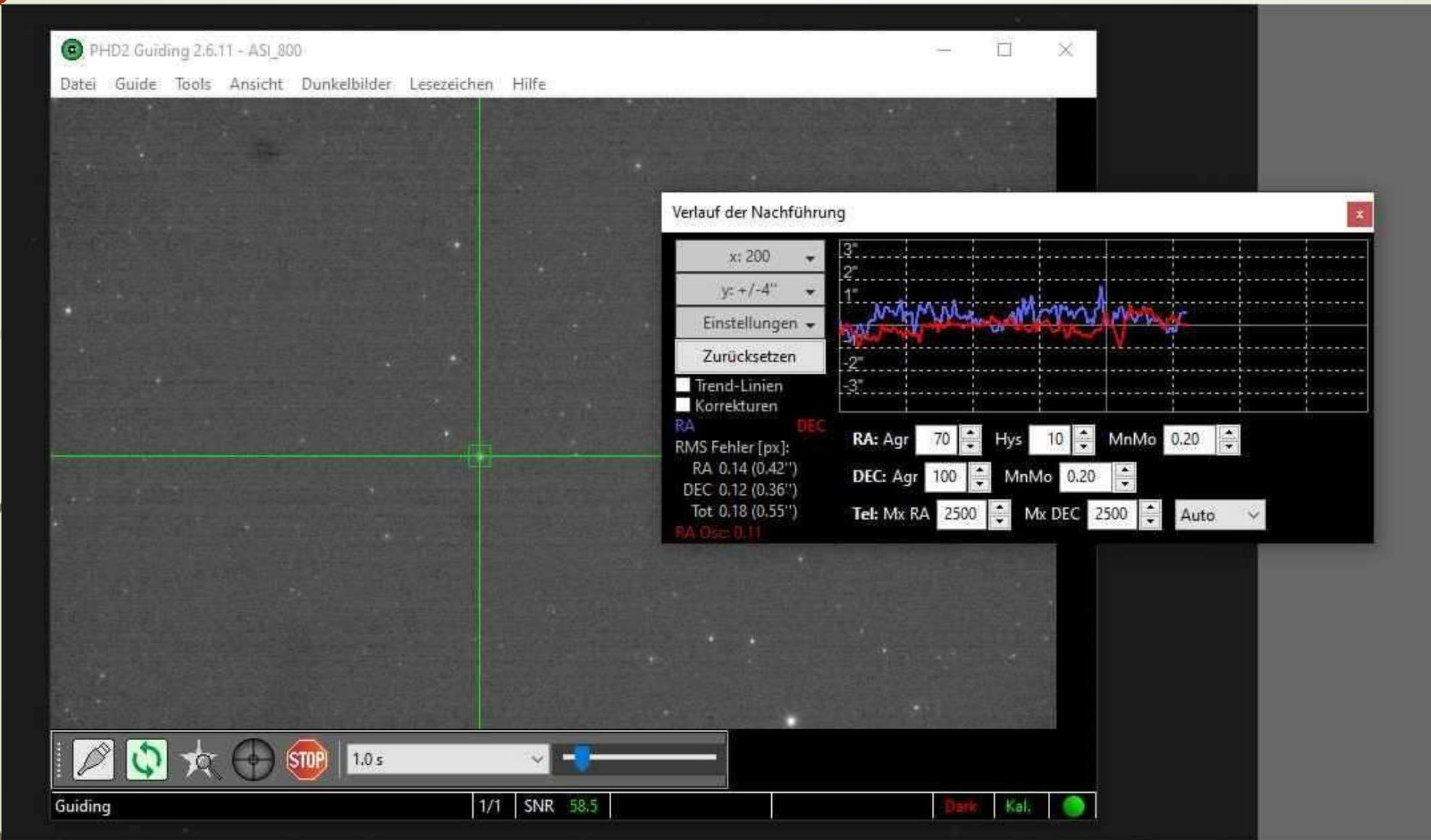
Nachführen mit dem Autoguider

Warum Nachführkontrolle? – Der Schneckenfehler



Abweichung muss harmonisch sein,
Dann lässt es sich wegregeln.

Autoguiding mit PHD-2



Automatisierung von Abläufen

Helperlein zur Bilderstellung

Neue Entwicklungen

- Verbesserte Goto-Montierung, mit geringem Umkehrspiel
- Empfindliche Guidingkameras – Sucherguiding
- Motorisches Zubehör – Filterräder, Motorfokus, Rotation der Kamera
- Optisches Zubehör - Komakorrektoren, Bildebener, Reducer
- Hauptkameras mit hoher Empfindlichkeit und geringen Rauschen
- Stacking von kurzbelichteten Aufnahmen.
- Programme zur hochgenauen Polausrichtung mittels Guiding- oder Hauptkamera in wenigen Minuten.
- Programme zur Bildaufnahme und Steuerung von Bildsequenzen, z.T. Open Source
- Programme mit Platesolving – Friedhof der Handsteuerungen
- Leistungsfähige Mini-PCs und Notebooks

Das Steuerkästchen

- Kamerasteuerung
- Einnordung
- Guidingkamera ansteuern
- Platesolving
- Motorfokus, Autofokus
- Objektkatalog
- Steuerung von Bildsequenzen
- Parkposition und Abschaltung



- Die Montierung ist eingenordet
- Kameras ist fokussiert.
- Guiding Kamera ist kalibriert.
- Objekt eingestellt und Position die geprüft.
- Aufnahme beginnt vor dem Süden.
- Belichtungsreihe wird gestartet.
- Teleskop erreicht den Meridian.
- Die Belichtungsreihe wird gestoppt.
- Die Nachführkontrolle gestoppt.
- Das Teleskop auf die andere Seite geschwenkt.
- Mit Platesolving die Position geprüft.
- Die Nachführkontrolle wieder eingeschaltet wenn der Nachführung gut läuft.
- Die Belichtungsreihe wird fortgesetzt.
- Nach Ende Belichtungsreihe wird das Teleskop in die Parkposition gebracht und der Strom abgeschaltet.

Das Steuerkästchen ist über WLAN mit Tablet oder Smartphone erreichbar.
Das Teleskop kann so ferngesteuert werden.

Resumee Technik und Werkzeuge

- Mit diesem Werkzeugen, Programmen und Automatisierungen ist ein ganz anderes Aufnehmen und Beobachten der Objekte möglich.



67

Kometen und Planetoiden

Beobachten einst und jetzt

Wir schreiben das Jahr 1973 und wollen den Kometen Kohoutek C/1973 E1 aufnehmen und seine Position bestimmen

- In der Bibliothek finden wir im aktuellen IAU-Circular die Koordinaten des Kometen.
- Der Komet wird in eine Sternkarte eingetragen und Referenzsterne gesucht, die noch im Gesichtsfeld sind.
- In einem Sternkatalog werden die Positionen der Referenzsterne ermittelt.
- Auf der Sternwarte wird der Komet nach Koordinaten eingestellt und geprüft ob auch die richtige Gegend eingestellt ist. Die Kamera angeschlossen und der Fokus eingestellt.
- Mehrere Belichtungen auf Film.
- Anschließend wird der Film entwickelt. Der Komet und die Referenzsterne sind drauf.
- Am nächsten Tag wird die Aufnahme mit dem Messmikroskop die Position in X und Y ausgemessen.
- Mit einem selbstgeschriebenen Programm (Basic) wird aus den X/Y Koordinaten RA und DE des Kometen ermittelt.
- Bei der Post wird ein Telegramm aufgesetzt um die Position an die Kommission der IAU für Kometen zu übermitteln.
- Haben wir früher so tatsächlich gemacht. Da stand der WFS- Name im IAU-Circular

Wir schreiben das Jahr 2024 und wollen den Kometen C/2023 A3 Tsuchinshan-ATLAS aufnehmen und seine Position bestimmen

- Auf einer Webseite z.B theskylive.com finden wir den Hinweis auf den Namen des Kometen.
- Die Bahndaten der Kometen werden im Sternkartenprogramm über das Internet aktualisiert.
- Der Steuercomputer für das Teleskop wo das Sternkartenprogramm läuft wird der Komet angeklickt.
- Der Komet ist automatisch eingestellt. Die Kamera ist angeschlossen und fokussiert.
- Jetzt wird mit Platesolving die Position geprüft. Die Position des Teleskops ggf. korrigiert.
- Nach wenigen Sekunden Belichtungszeit ist der Komet zusehen.
- Es wird eine Belichtungsreihe gemacht, zusätzlich noch Flats und Darks.
- Die Datei der Aufnahme enthält bereits die Koordinaten des Bildes.
- Das Bild wird in das Sternkartenprogramm „Aladin“ geladen. Dies wird auch von den Profis benutzt. (alternativ ASTAP)
- Es enthält den Gaia-Katalog mit hochpräzisen Koordinaten aller Sterne.
- Ein Mausklick auf den Kometen und schon haben wir seine Position.
- Diese Position wird in einer Email an die IAU gesendet.
- Da alles kann man bereits am Teleskop machen.
- Was für traumhafte Zeiten...

Komet C/2023 A3 Tsuchinshan
200mm Teleobjektiv auf dem Stativ 10x2s



71

Komet C/2023 A3 Tsuchinshan
80mm Refraktor f=480 mm 42x8 sek





Typ: Komet (nichtperiodisch)
Größenklasse: 5.65 (reduziert auf 5.97 durch 2.46 Luft-Adler)
Absolute Helligkeit: 8.90
Rekt/Dekl (J2000.0): 15h49m21.78s/+1°32'16.9"
Rekt/Dekl (zum Datum): 15h50m37.12s/+1°27'42.5'
StuWi/Dek: 3h23m07.59s/+1°29'37.2" (scheinbar)
Azimut/Höhe: +23°55'38.0"/+23°56'19.5" (scheinbar)
Gal. Lng/Bre: +9°39'14.3"/+40°18'56.4"
Supergal. Lng/Bre: +128°58'06.8"/+42°07'23.7"
Ekl. Lng/Bre (J2000.0): +234°41'06.4"/+21°03'41"
Ekl. Lng/Bre (zum Datum): +235°01'52.6"/+21°
Schiefe der Ekliptik (zum Datum): +23°26'19.3"
Mittlere Sternzeit: 19h13m49.6s
Scheinbare Sternzeit: 19h13m49.4s
Aufgang: 8h55m
Transit: 15h09m
Untergang: 21h24m
Parallaktischer Winkel: +31°05'40.1"
IAU-Sternbild: Ser
Stündliche Bewegung: +0°10'36" nach 84.6"
Stündliche Bewegung: da=+0°10'33" dδ=+0°01'00"
Elongation: 36°16'10.0"
Elong. in Ekl.Länge: E30°14'09"
Phasenwinkel: +114°50'45.0"
Entfernung von der Sonne: 0.650 AE (97.175 Mio km)
Entfernung: 0.530 AE (79.343 Mio km)
Lichtlaufzeit: 0h04m24.7s
Umlaufgeschwindigkeit: 52.265 km/s
Kerndurchmesser: 10.0 km
Komadurchmesser (Schätzung): 212000 km (+0°09'11")
Länge des Gassidreiecks (Schätzung): 1.07 Mio km (+0°46'23")
entdeckt: 9 Januar 2023
Sonnen Az./Hö.: +260°34'29"/-4°51'08"
Mond Az./Hö.: +77°06'36"/+5°00'37"

Aktuell: Komet C/2023 A3 Tsuchinshan

Datum und Uhrzeit

2024	-	10	-	17
18	:	33	:	51

Julianischer Tag

X

Schild

Schlangenträger

Schlange

Venus

Waage

Herkules

Nördliche Krone

Bärenhüter

Haar der Berenike

Jagdhunde

W

SW

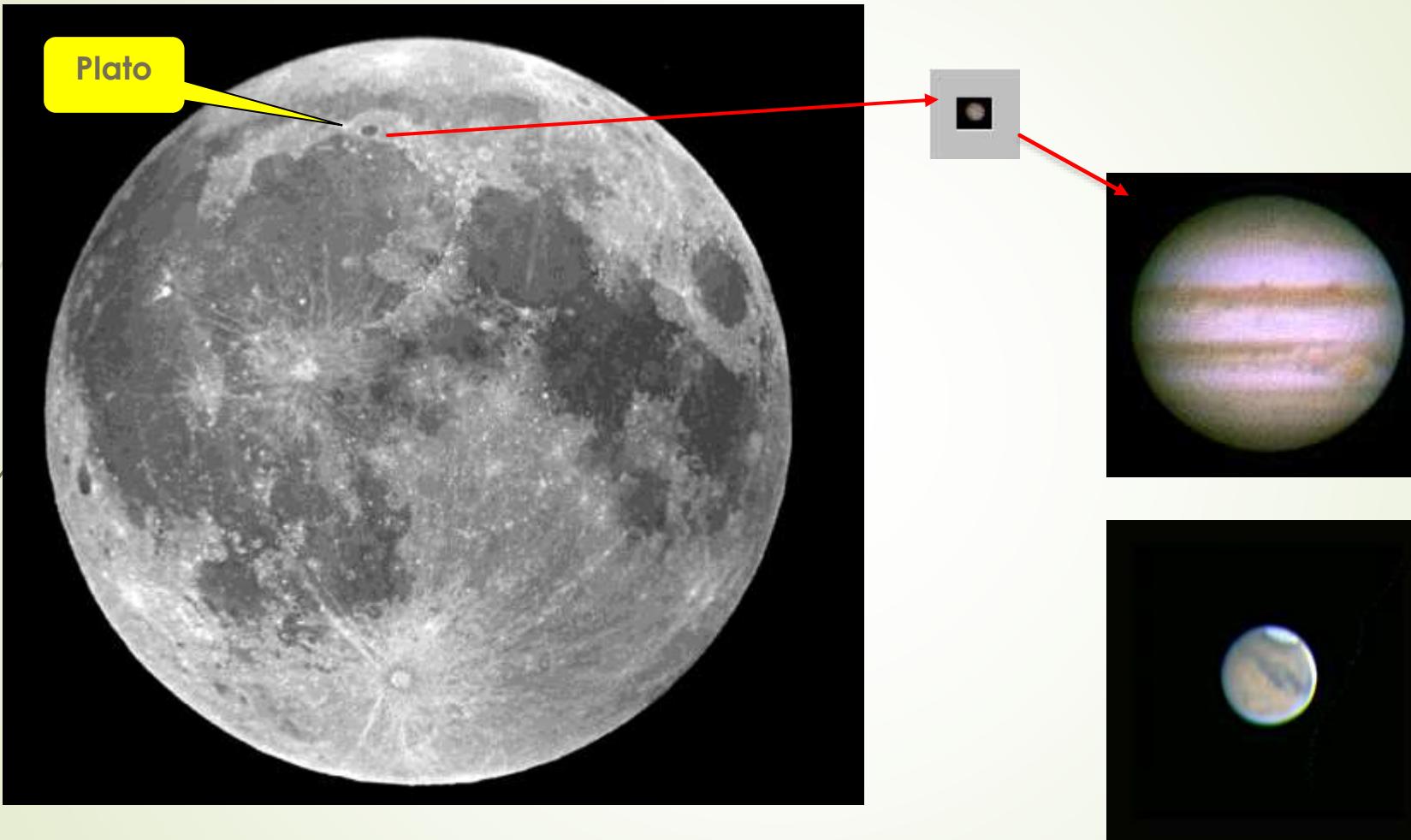
Planeten

Fotografie und Beobachtung

Warum ist das Fotografieren von Mond und Planeten so schwierig?

- Kleine Winkel - Mond $0,5^\circ$ - Jupiter $45''$ - Mars $20''$
- ($20''$ = aufgespannter Regenschirm aus 10 km)
- Lange Brennweiten > 1 - 5 m
- Lange Belichtungszeiten > 1 sek bei Film
- Luftunruhe - Seeing
- Atmosphäre über uns
- Lokales Seeing - Häuser - Fenster - Schornsteine
- Teleskop Seeing - Austemperiertes Teleskop – Wärmestrahlung des Beobachters

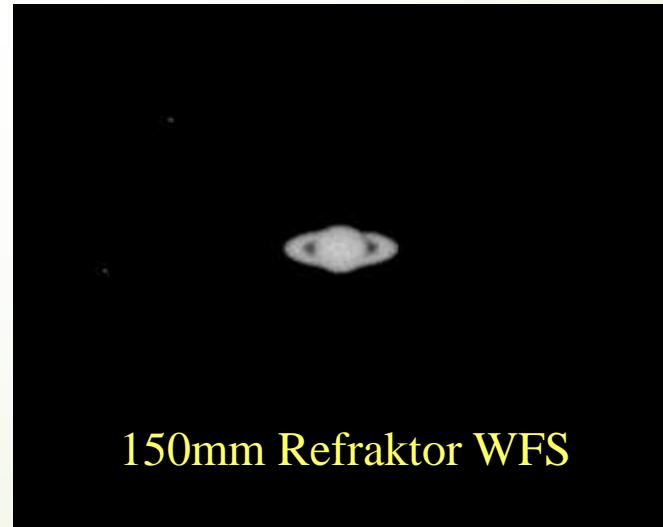
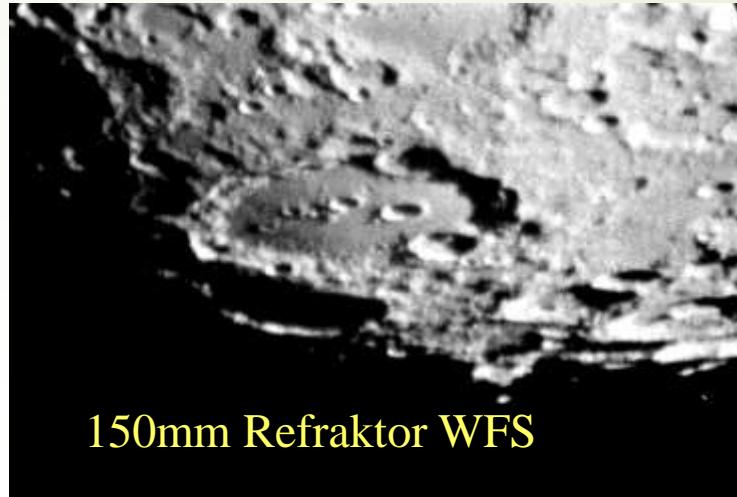
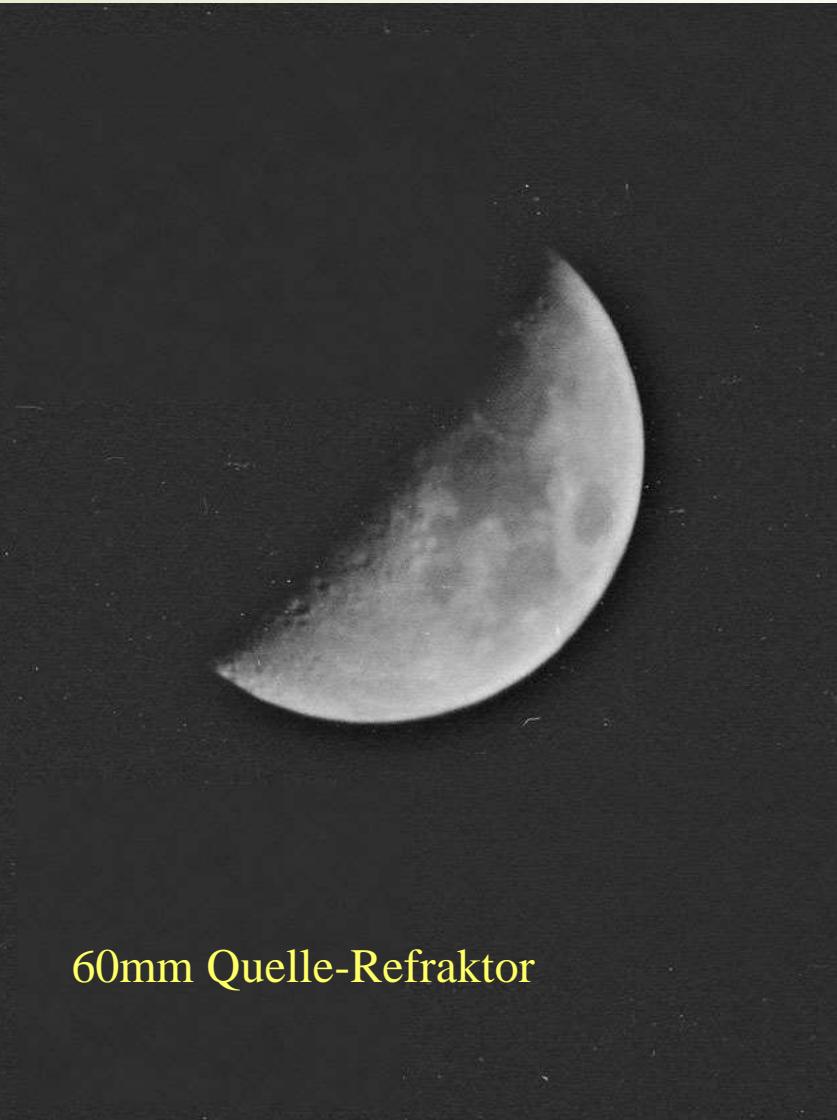
Größenverhältnisse am Fernrohr



Luftunruhe

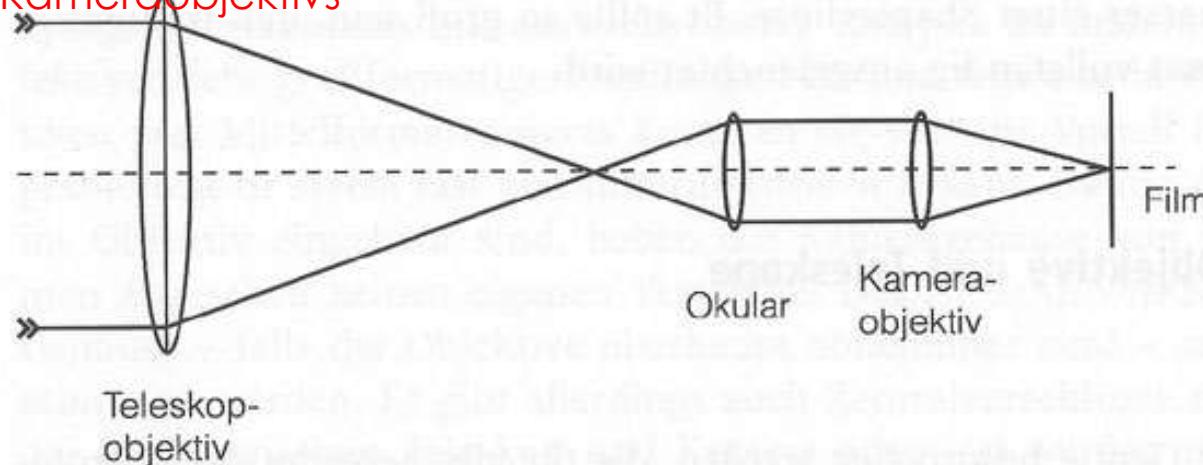


Mond-Planetenfotografie der 70ziger



Die Digitalkamera - Afokale Fotografie

Gesamtbrennweite = Vergrößerung x Brennweite des Kameraobjektivs



Mondphasen



Philips ToUCam

1 1/4“ -Adapter

Infrarot-Sperrfilter



PCVC 840K)

Webcam am Teleskop



Abgesägte Filmdose als Adapter

20cm Newton f/5 + 3x Barlow

Mars

82

Mars Opposition 2005



Mars aufgenommen durch ein 20cm Newton-Spiegelteleskop mit Philips Webcam 840K; M. Kiehl WFS-Berlin

Einzelbild



Mittelwert

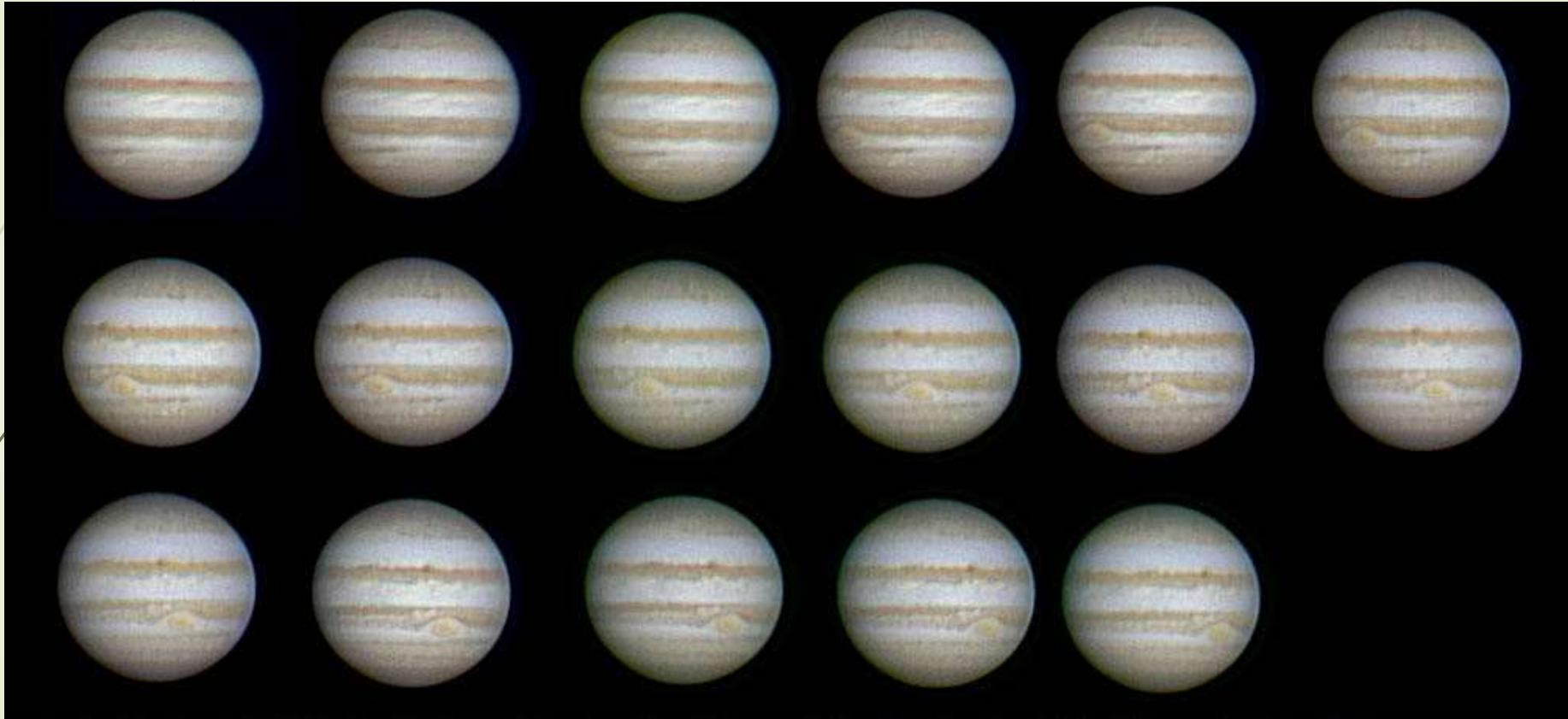


Bearbeitet



20 cm Newton f=3m t=1/50 sek

Jupiter im 20-cm Newton f = 3m alle 10 Minuten



Mond- und Planetenfotografie 2.0

- ▶ Neue Kameras
- ▶ Höhere Empfindlichkeit QE 75% Sensor: Aptina MT9M034
- ▶ Hohe Bildrate 200 Bilder/Sek – 6000 Bilder in 30 sek
- ▶ Kleine Pixel 3-4 μ m -> f/13-f/15 (Film 20 μ f/100)
- ▶ Kurze Belichtungszeiten < 10ms (Film 1-10 s)
- ▶ Verbesserte Aufnahme- und Auswertungsprogramme
- ▶ Referenzbild vom Raumsonden
- ▶ Cassini - Jupiter
- ▶ Lunar Reconnaissance Orbiter - Mond



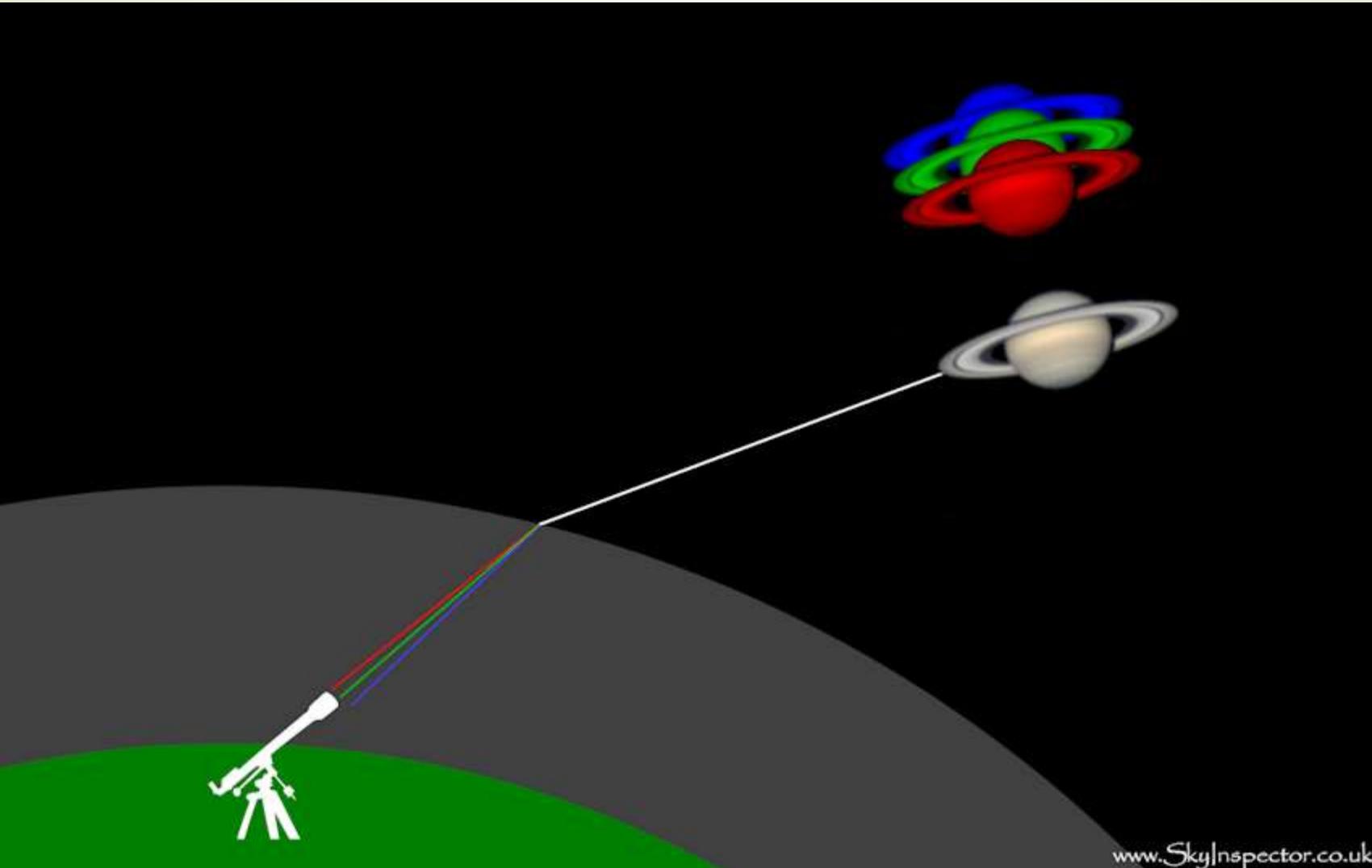
Zubehör Klappspiegel

- ▶ Gesichtsfeld ist sehr klein Chip 5,6 x 3,2mm (ASI462 MC)
- ▶ Brennweite > 2m
- ▶ Geht nicht beim Newton
- ▶ Refraktor und Cassegrain hat man genügend Backfokus
- ▶ Abstand Barlow – Kamera ggf. zu groß



Atmospheric Dispersion Corrector (ADC)

87



Beispiel ADC



Olympus Mons

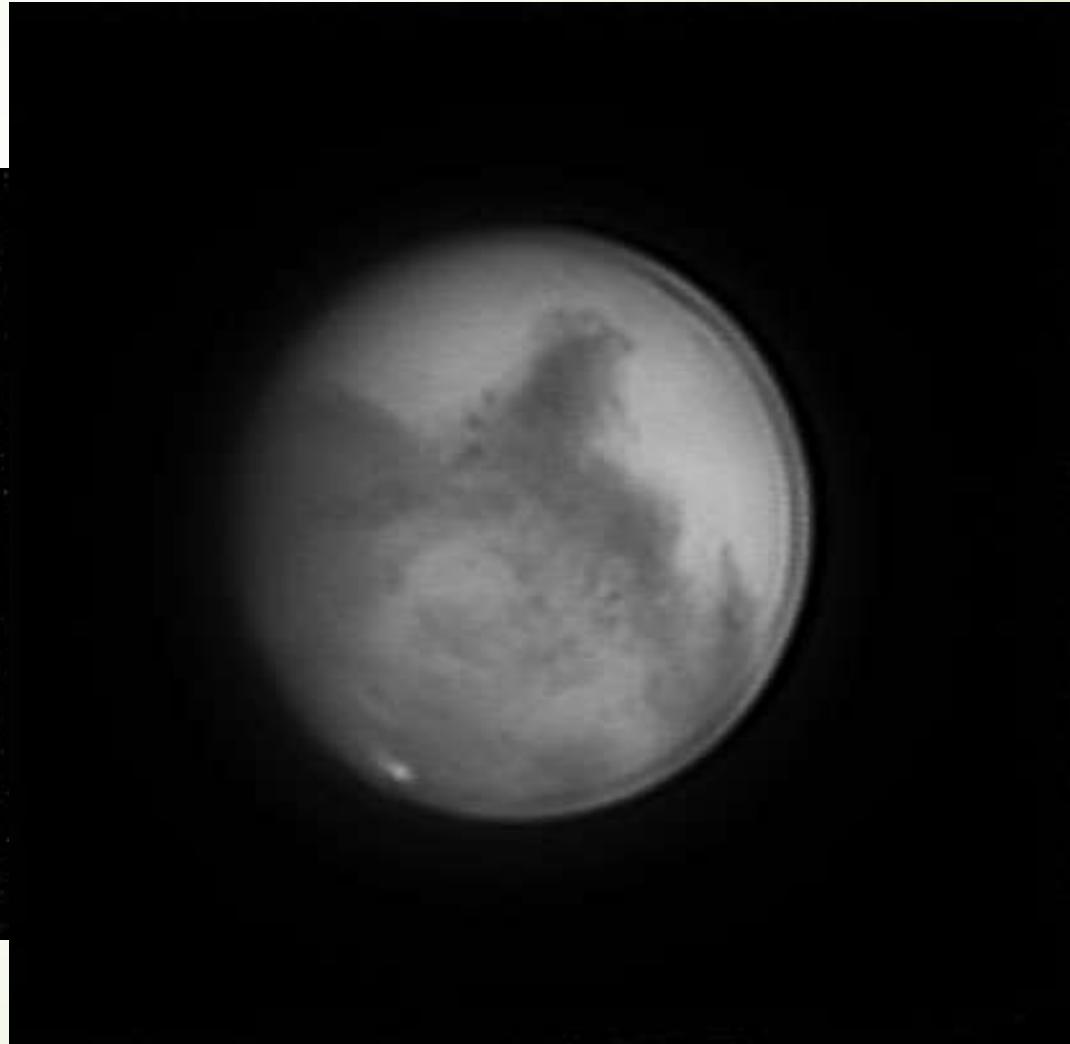
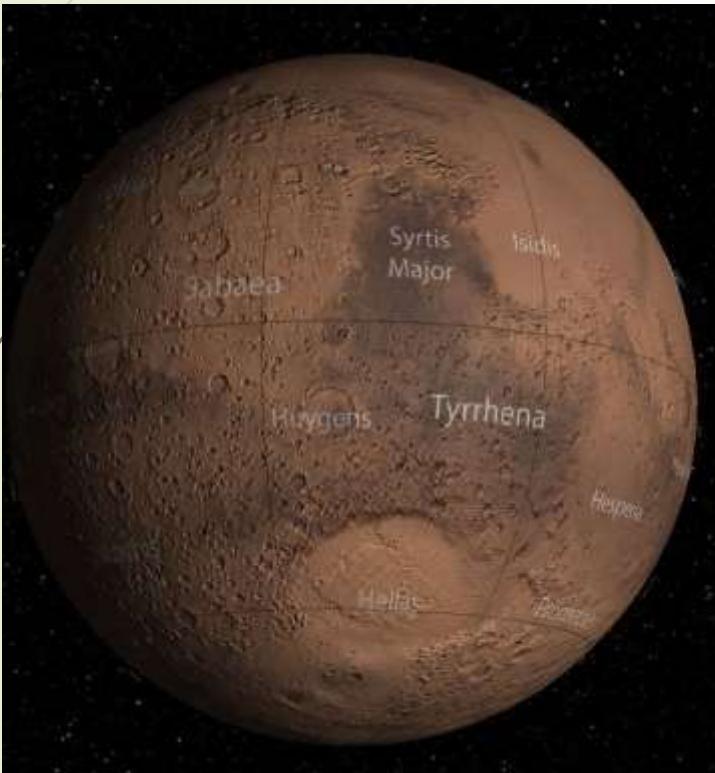


90

Mars im C11

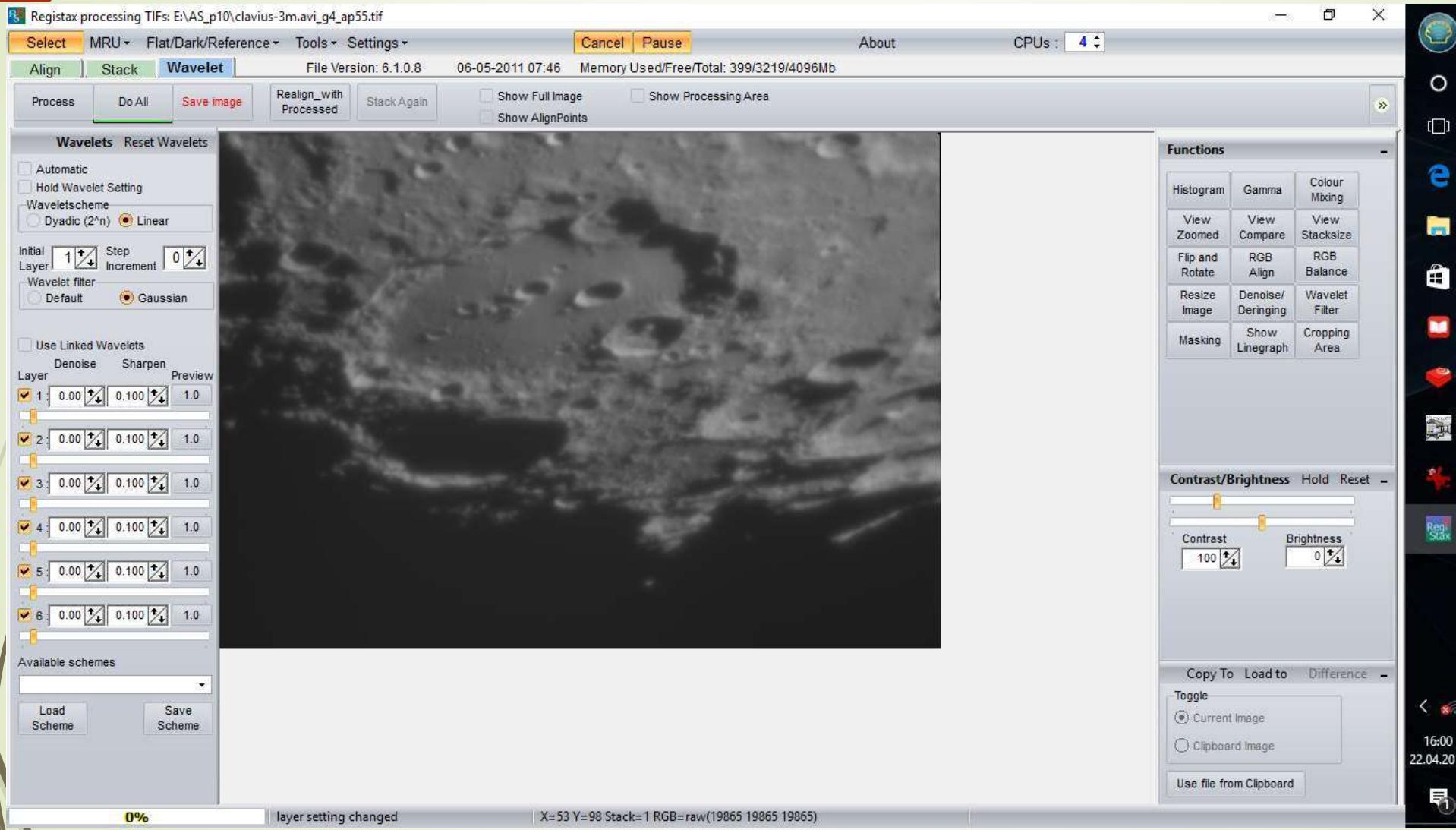


Mars Krater im Roten im C11



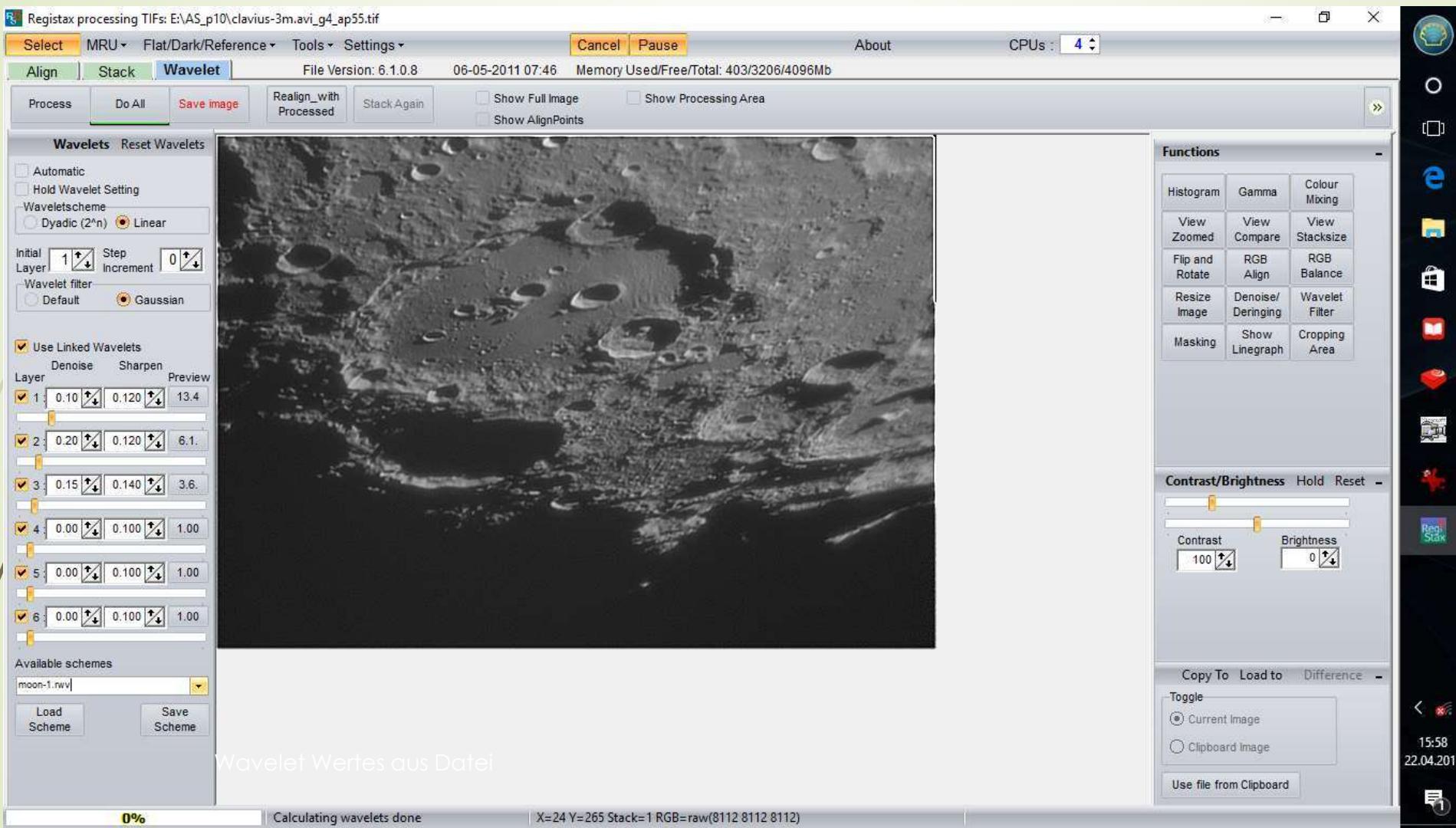
Das rauscharme aber unscharfe Mittelwertsbild

92

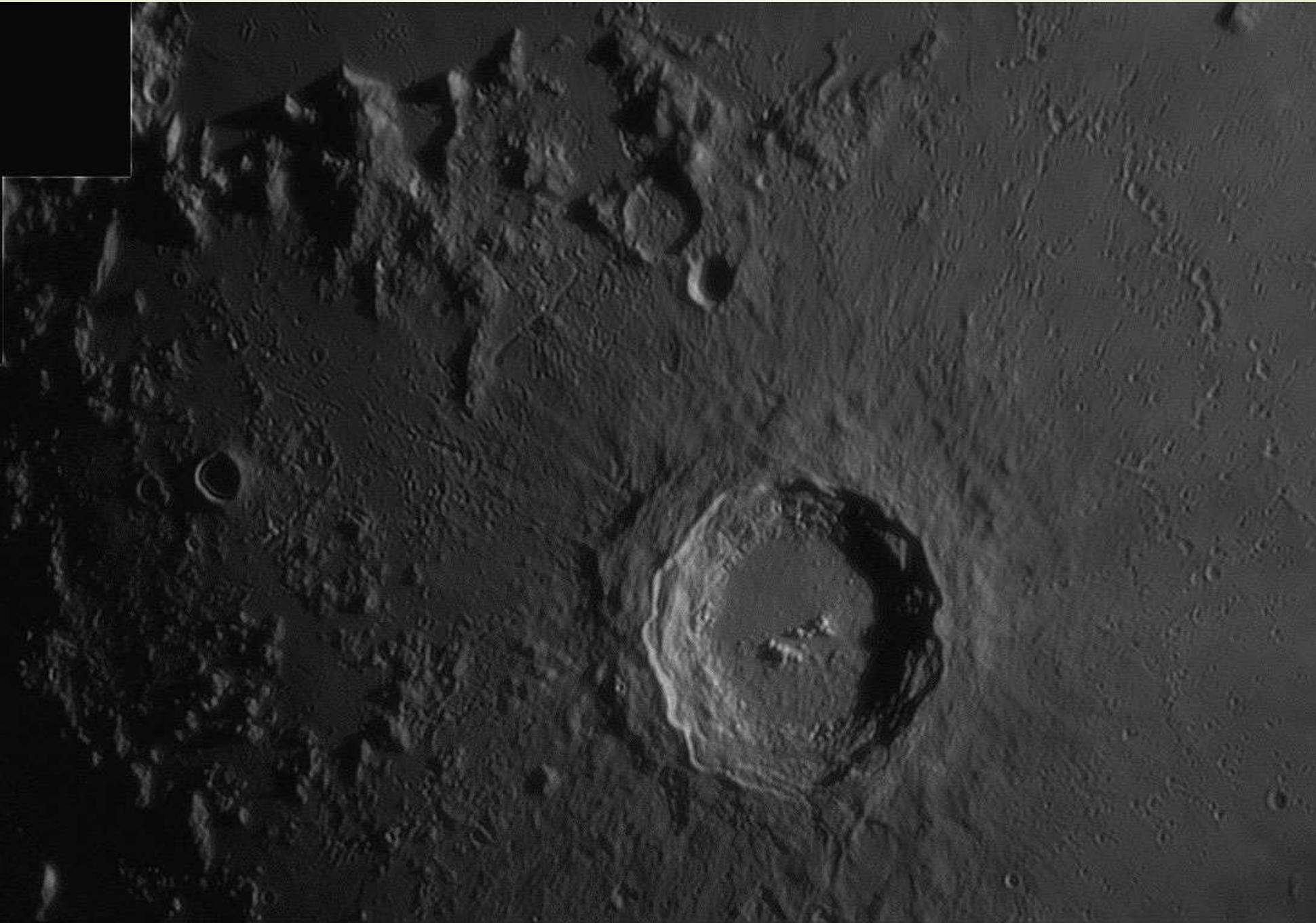


Schärfen mit Registax

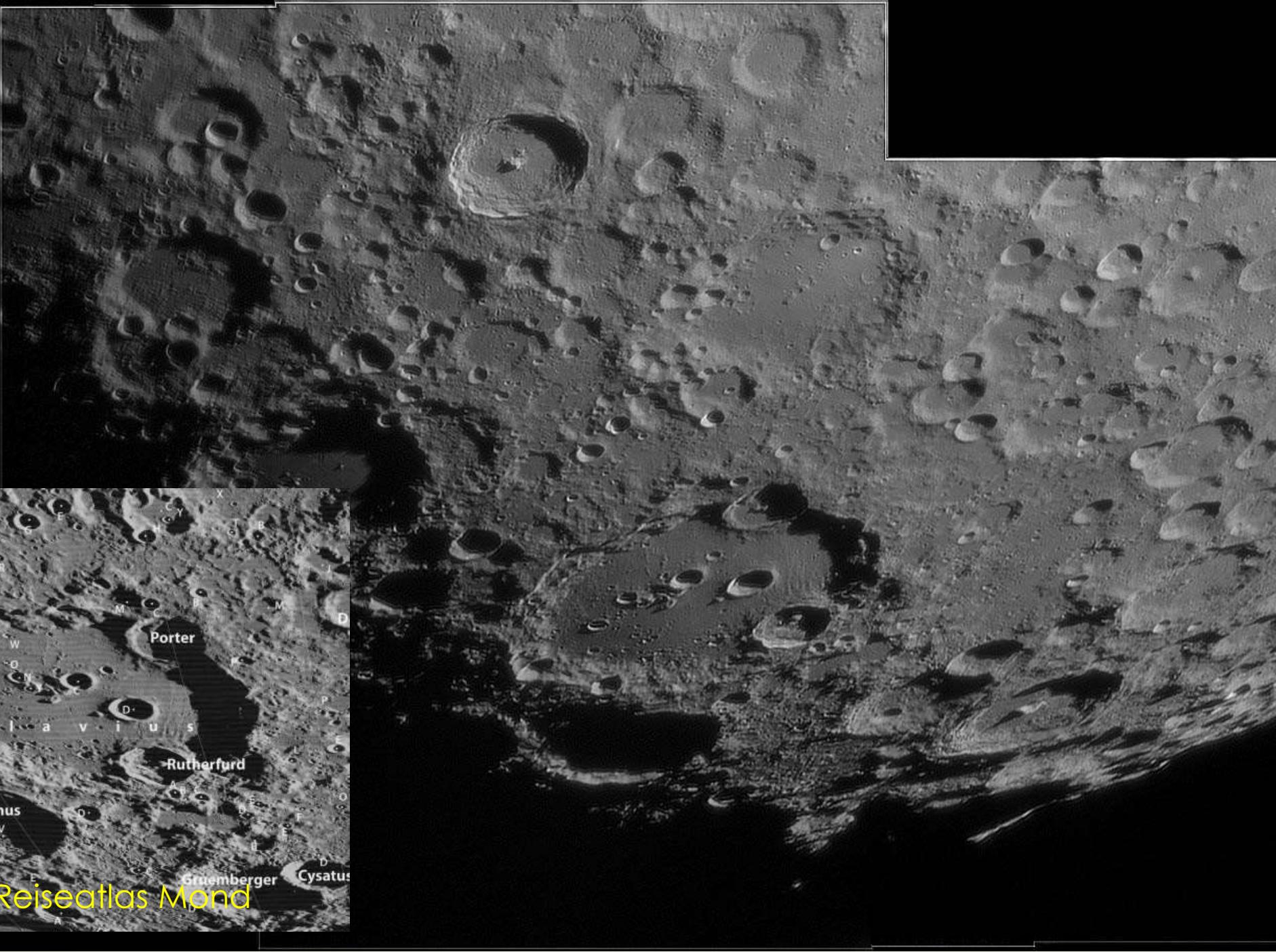
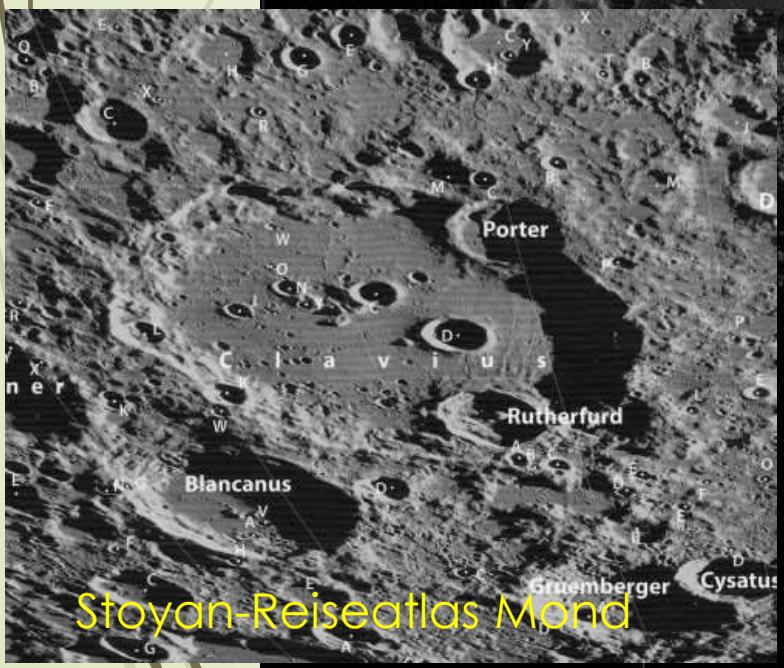
93



94



95





Raumsonde Cassini - Amateurteleskop



Foto NASA - Cassini



Jupiter-Monde



Jupiter Rotation

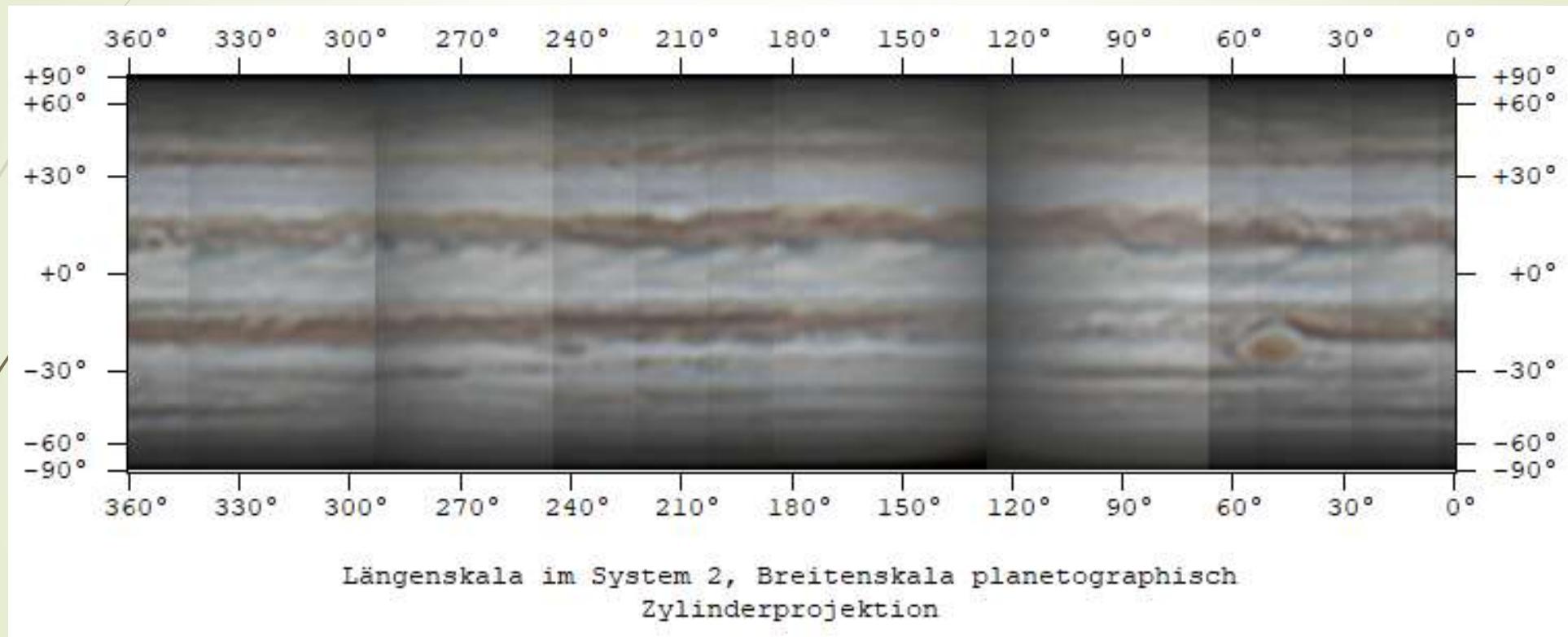


Jupiter Animation



Jupiter Morphing

Gesamtkarte 09-10.01.2024 mit WinJupos

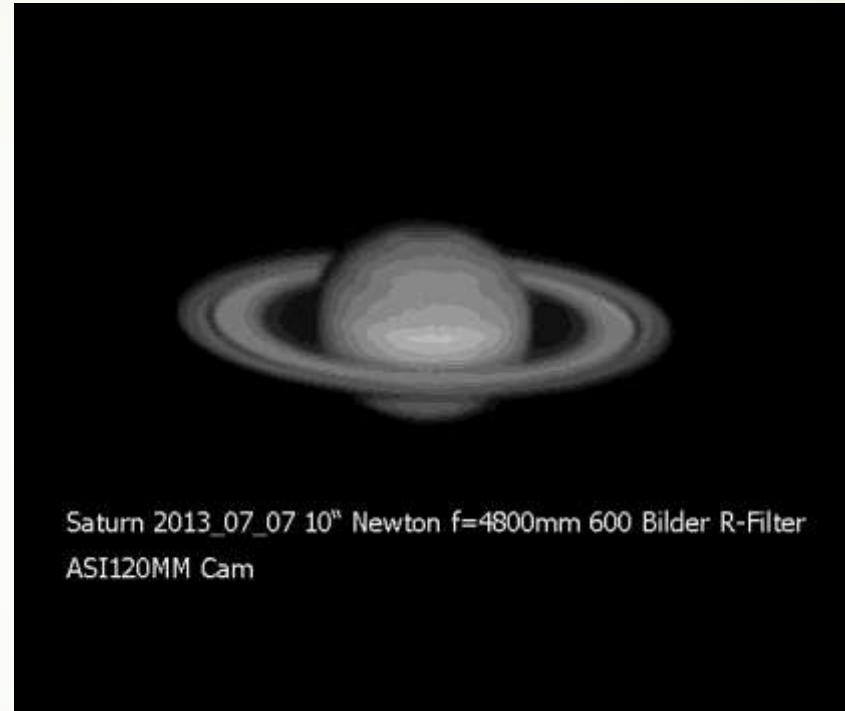


Positionsbestimmung und Driftmessungen mit WinJupos (kostenlos)

Saturn



Saturn 2013_07_07 10" Newton f=3000mm
IR-RGB 300 Bilder/Kanal ASI120MM Cam



Saturn 2013_07_07 10" Newton f=4800mm 600 Bilder R-Filter
ASI120MM Cam

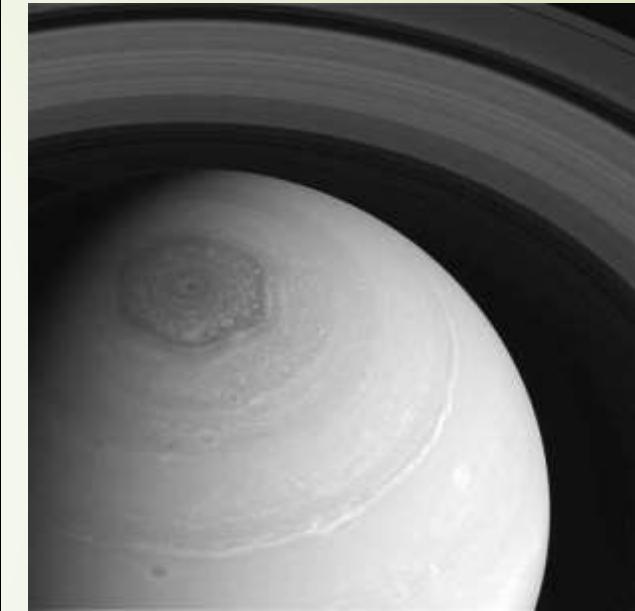


Foto der NASA mit
Hexagon am Pol



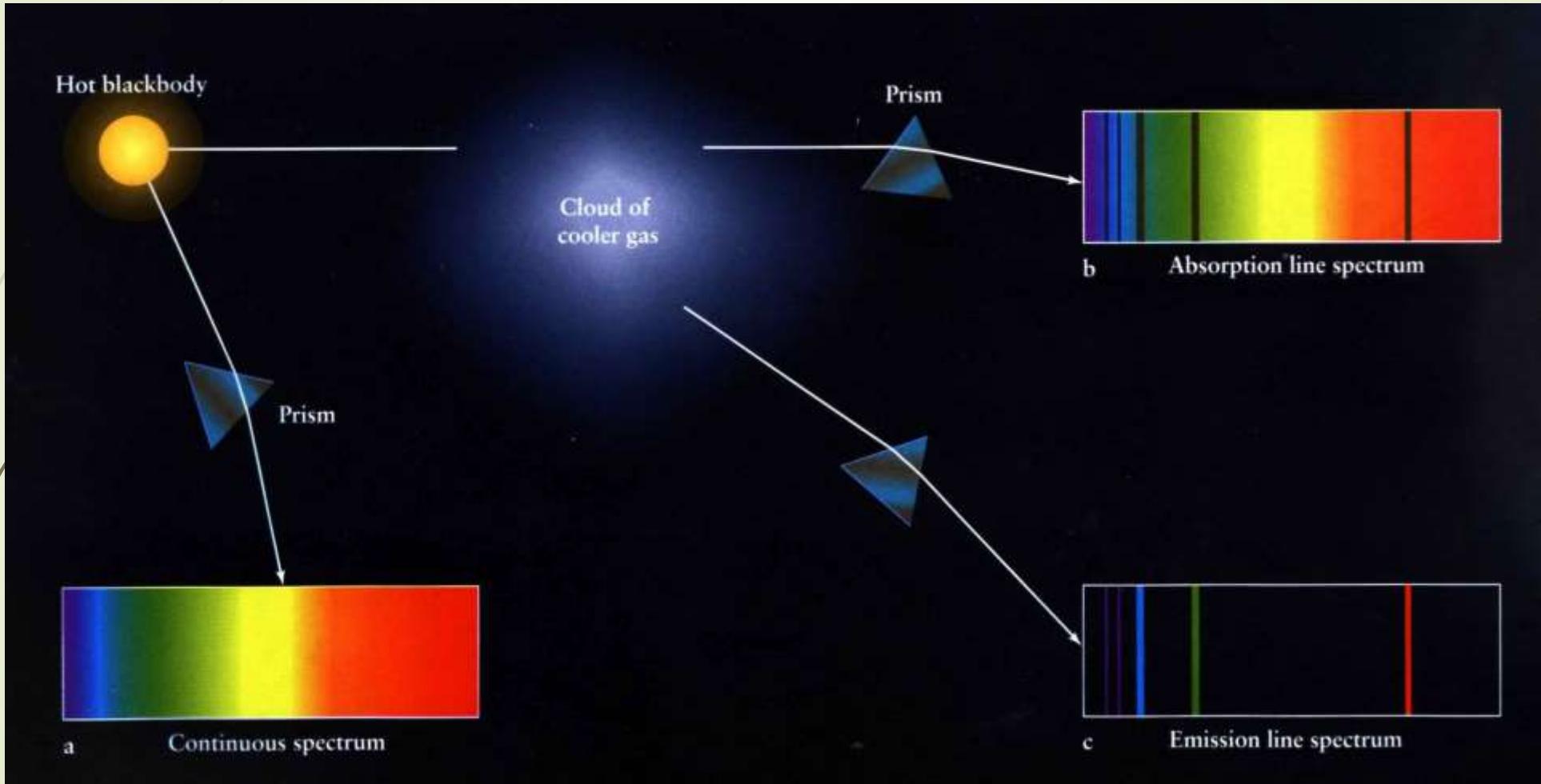
102

Spektroskopie

Mythen über Spektroskopie

- Amateure können keine wissenschaftlichen Ergebnisse liefern
- Man braucht ein großes Teleskop
- Man braucht einen dunklen Himmel
- Spektrographen sind teuer

Typen von Spektren

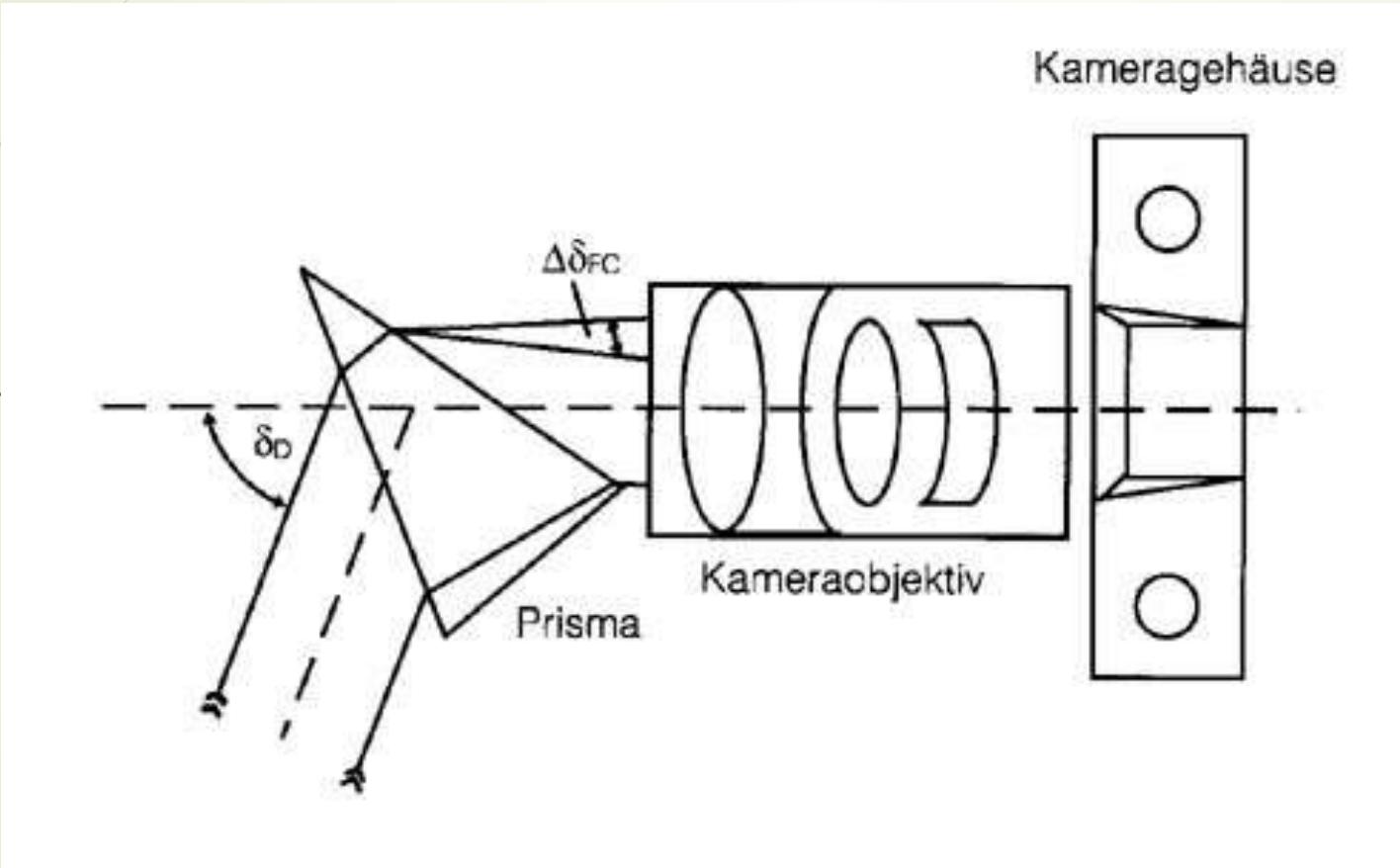


Die Möglichkeiten damals

- Aufnahmen nur von hellen Sternen möglich
- Film/Platten geringen Empfindlichkeit und nicht linearer Empfänger
- Spezielle Geräte zur Auswertung nötig
- Gewusst wie - nur bei den Profis/Universitäten
- Literatur Recherche mühsam/zeitaufwendig

Damals : Mit dem Objektivprisma und Film

106

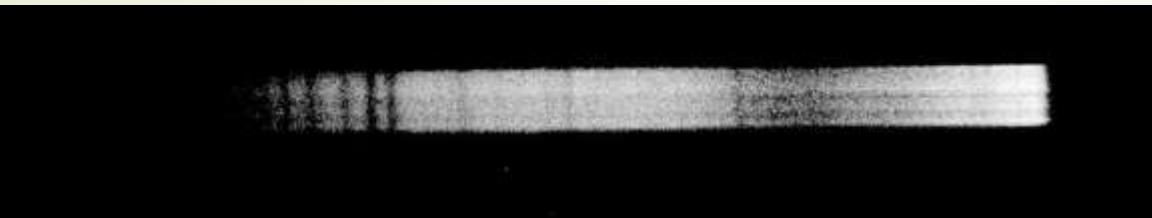


Das Objektivprisma

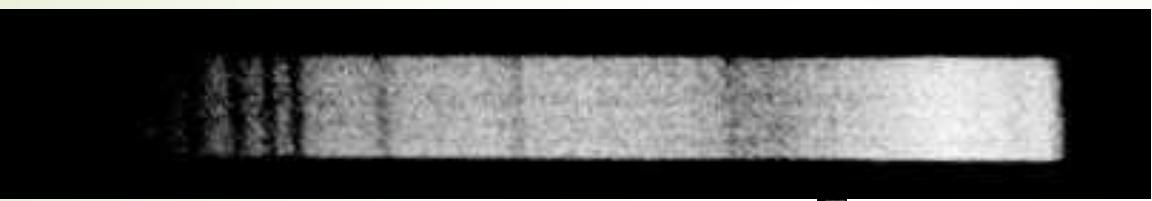


- + Viele Spektren
- +Große Reichweite
- +Einfache Handling
- -Nichtlineare Dispersion
- -Seeing
- -Bewölkung
- -Nachführfehler in DE

Spektren mit dem Objektivprisma und Film



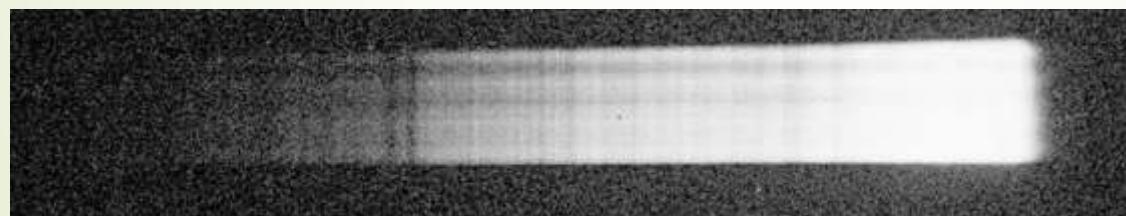
δ Cas



β Cas



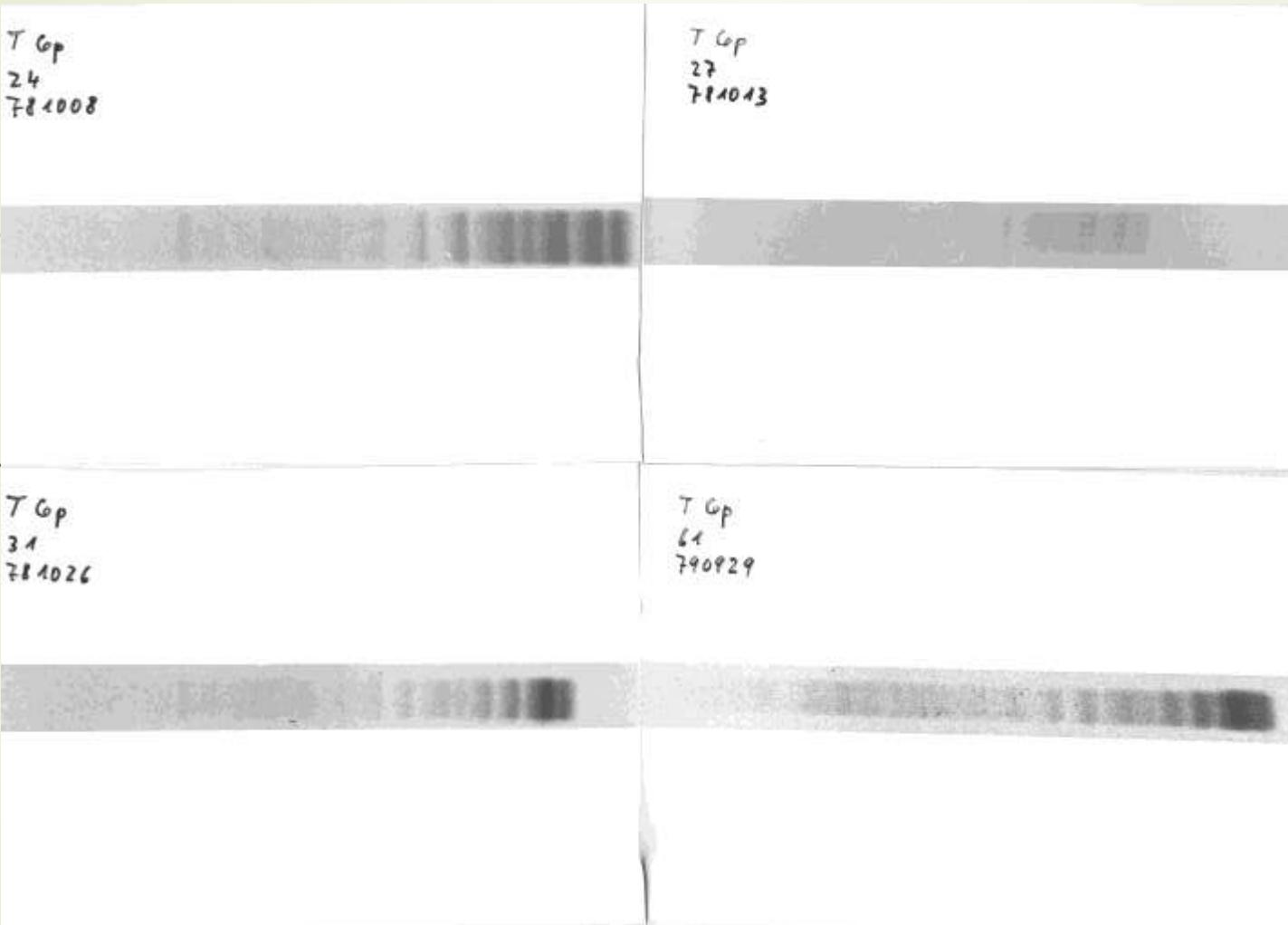
α Cas



α Ori

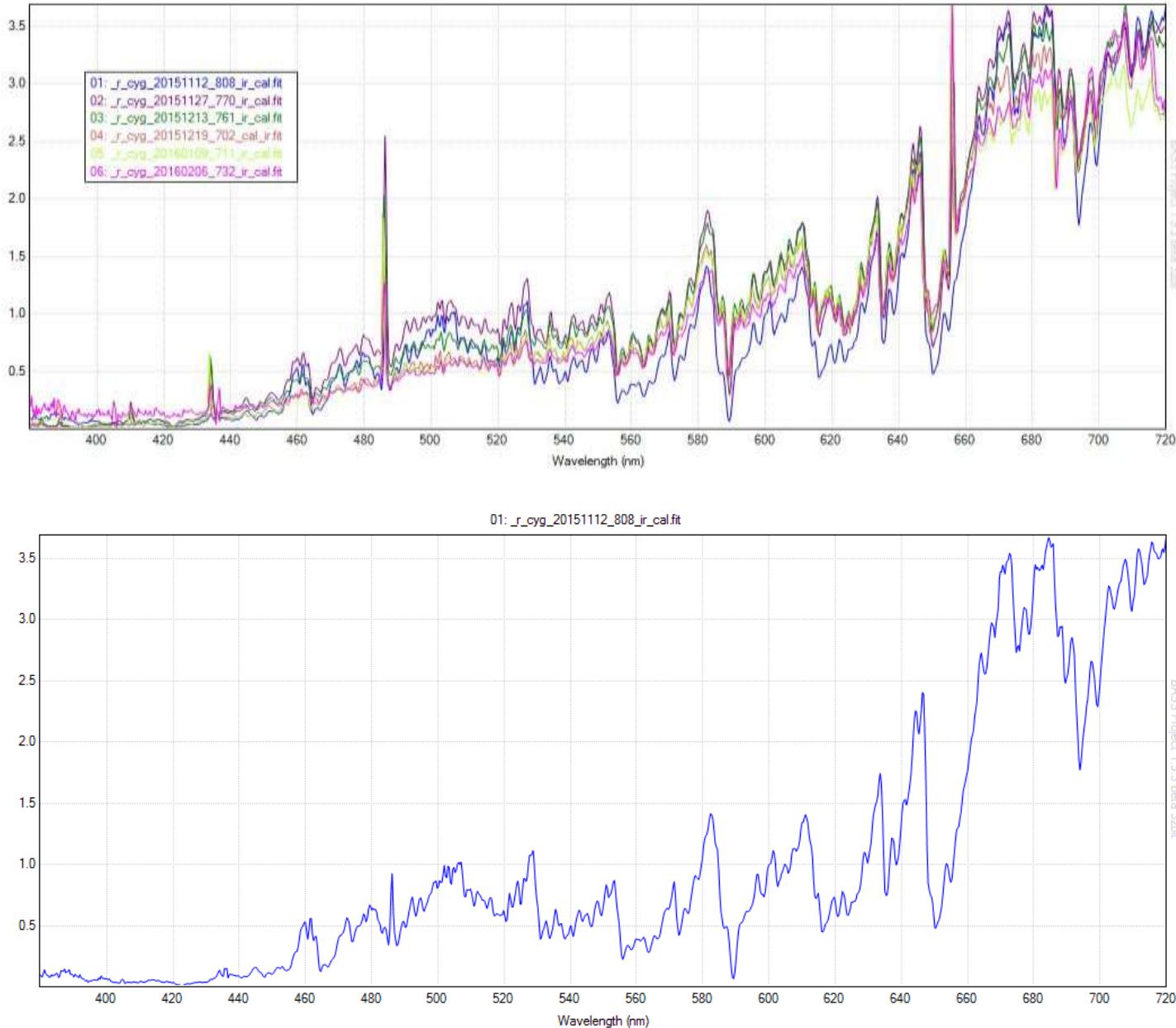
Spektren von Mirasternen damals

109



Spektren von Mirasternen heute

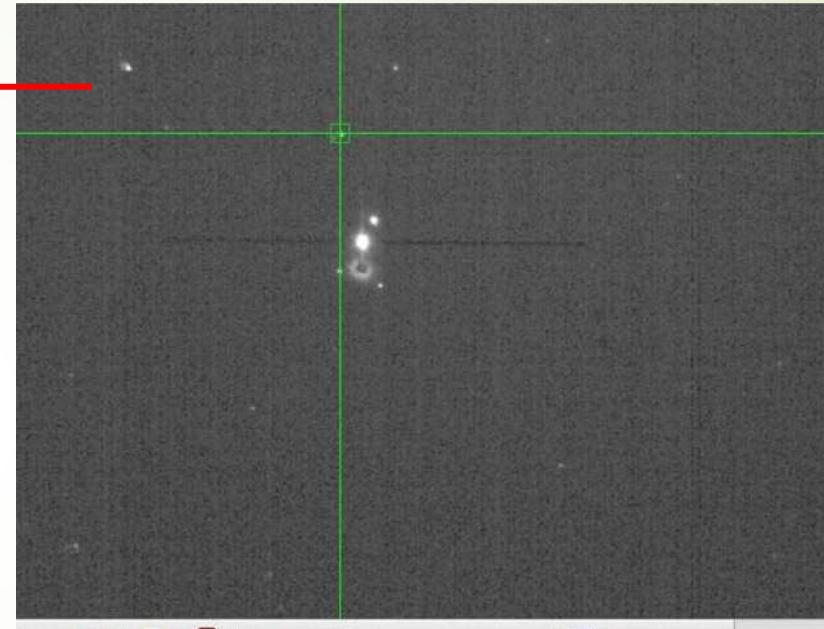
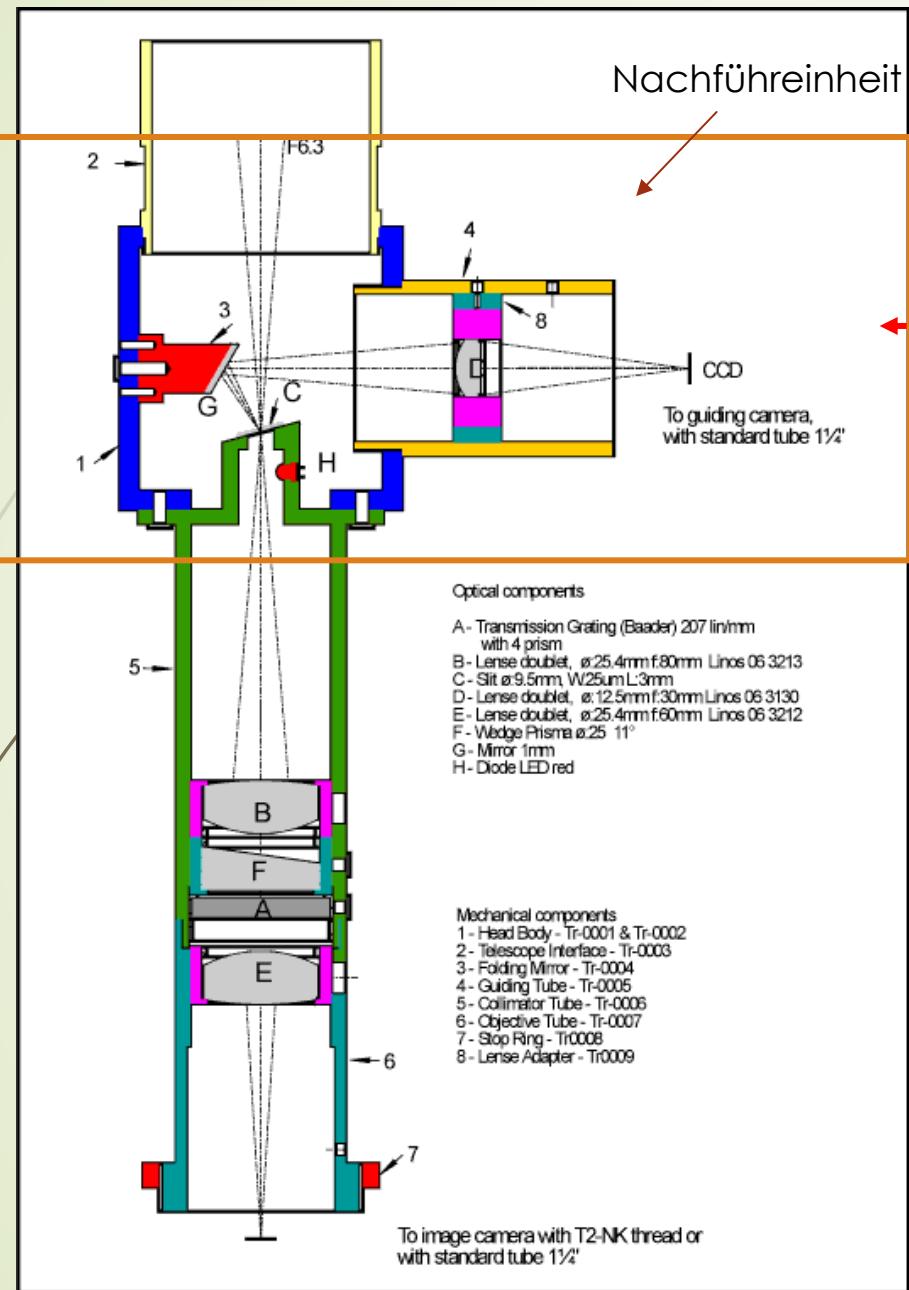
110



Die Möglichkeiten heute

- CCD/CMOS-Technik – Bessere Reichweite früher 2-3 m Teleskope – heute 20-30 cm Teleskope
- Spektren liegen bereits digital vor – Keine zusätzlichen Geräte Scanner/Photometer nötig
- Vereinfachte Aufnahme und Auswertung durch Computer/Software
- Internet : Informationen Foren Amateur/Profi – Zugang Online Bibliotheken, Datenbanken, Kataloge, Sternkarten etc.
- Jeder Amateur, der eine astrofotografische Ausrüstung hat kann auch Spektren aufnehmen
- Wir leben in einer spannenden Zeit...

Der Spaltspektrograph



Alpy 600 Spektrograph am 200mm Newton f/4



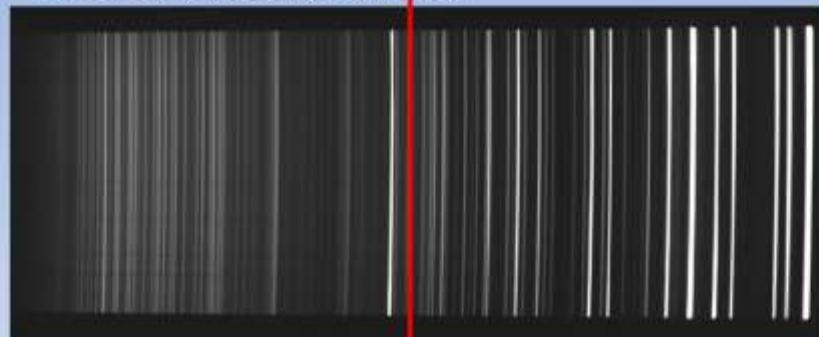
Wellenlängen-Kalibrierung und Flat

115

Spécificités de l'usage d'un GRISM

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

Effet de « Smile » (courbure des raies)

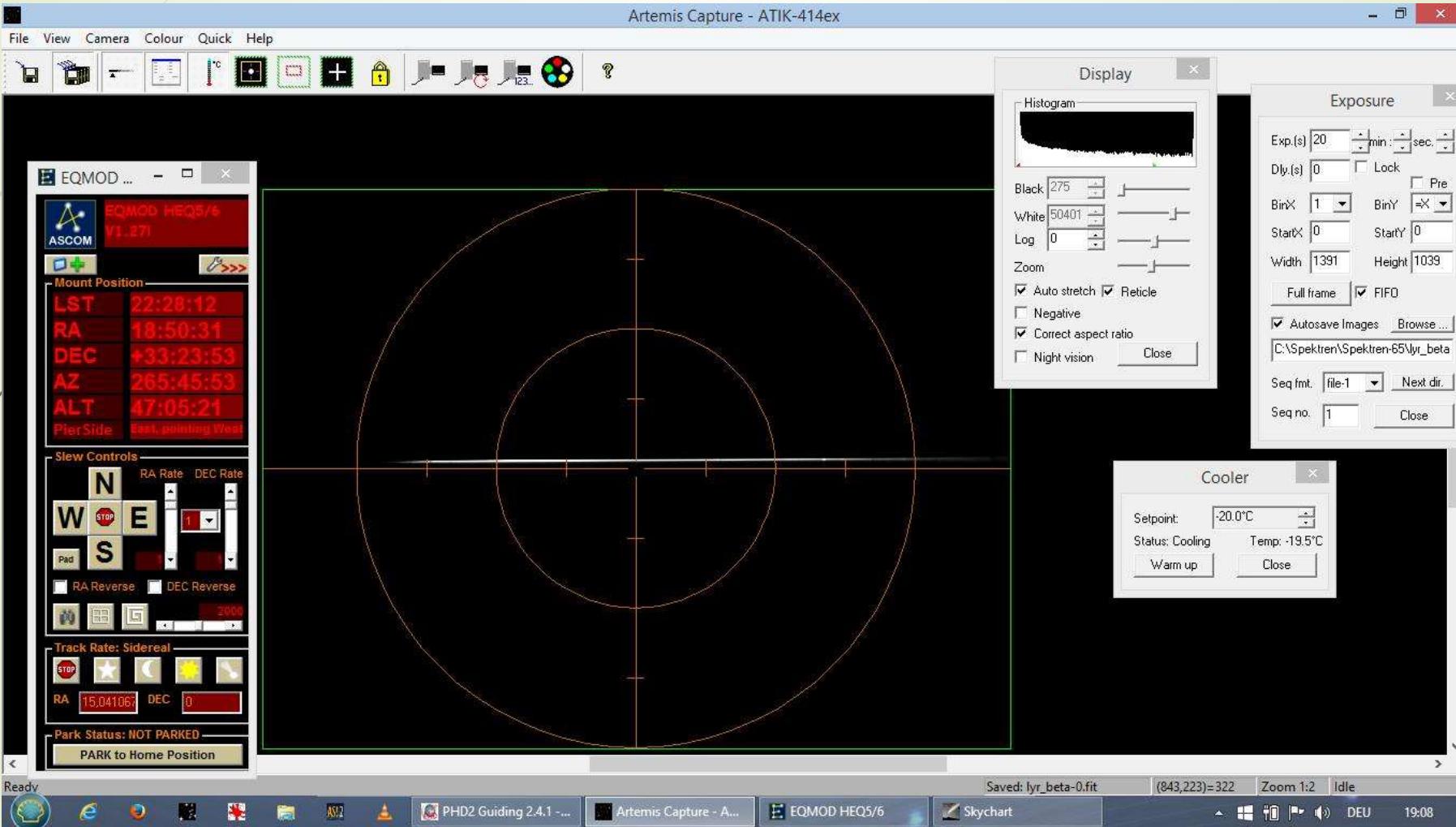


Effet de « Keystone » (variation du grandissement en fonction de lambda)



Atik-Aufnahme Software Artemis

116



Spektrum vom Andromeda-Nebel



200mm Newton 10s belichtet ASI120mm

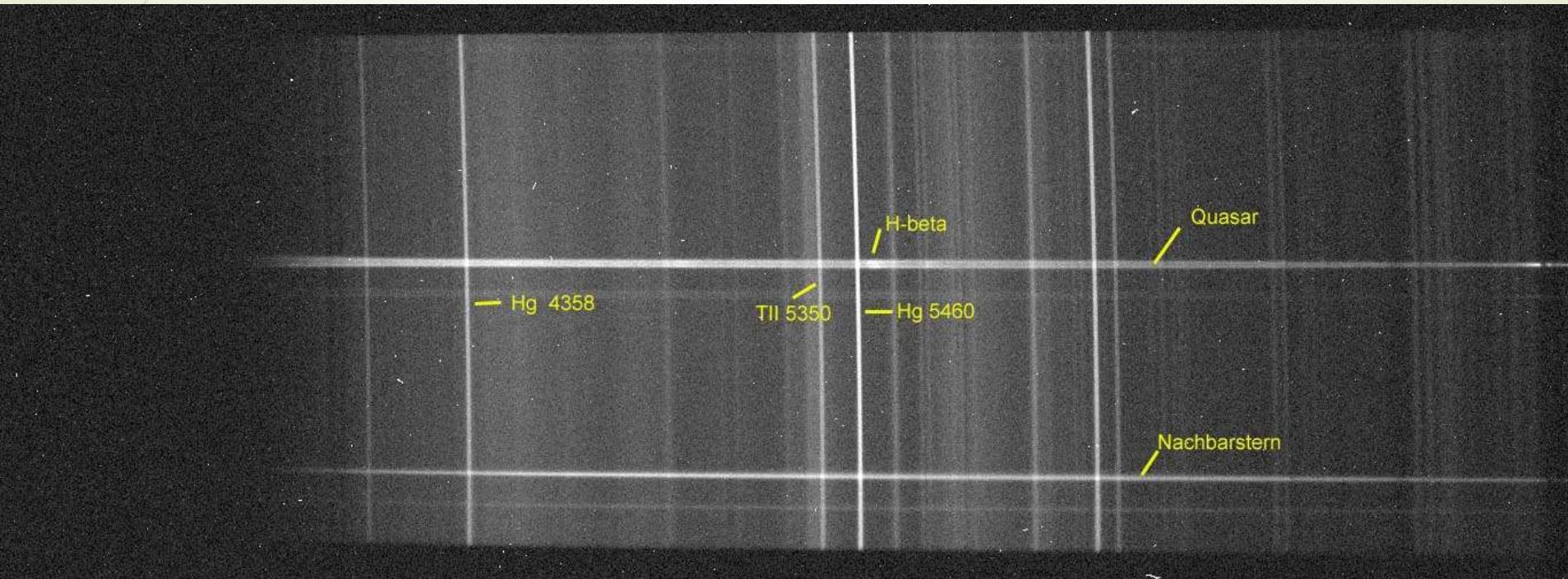


ED80 Refraktor 3h belichtet Canon 1000d

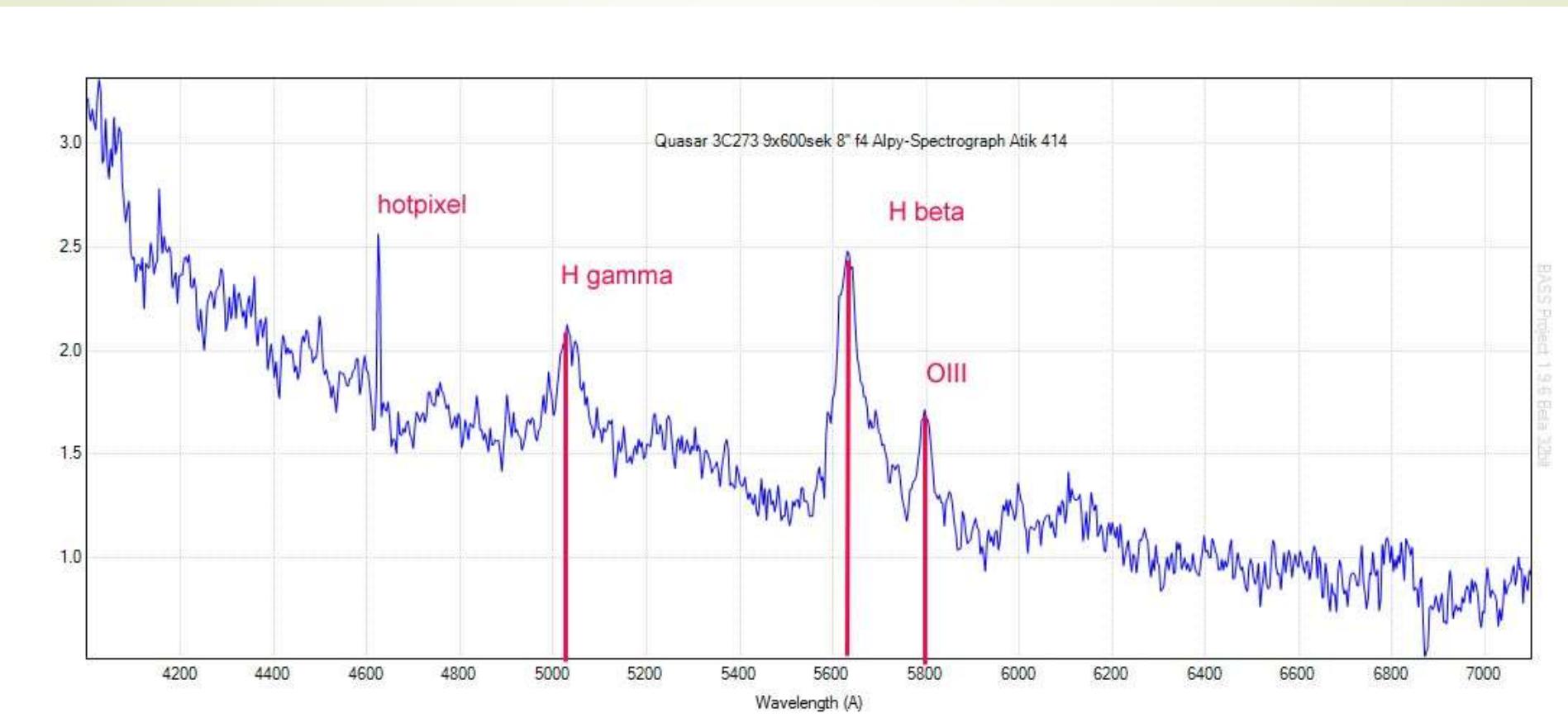
118



Quasar 3C273



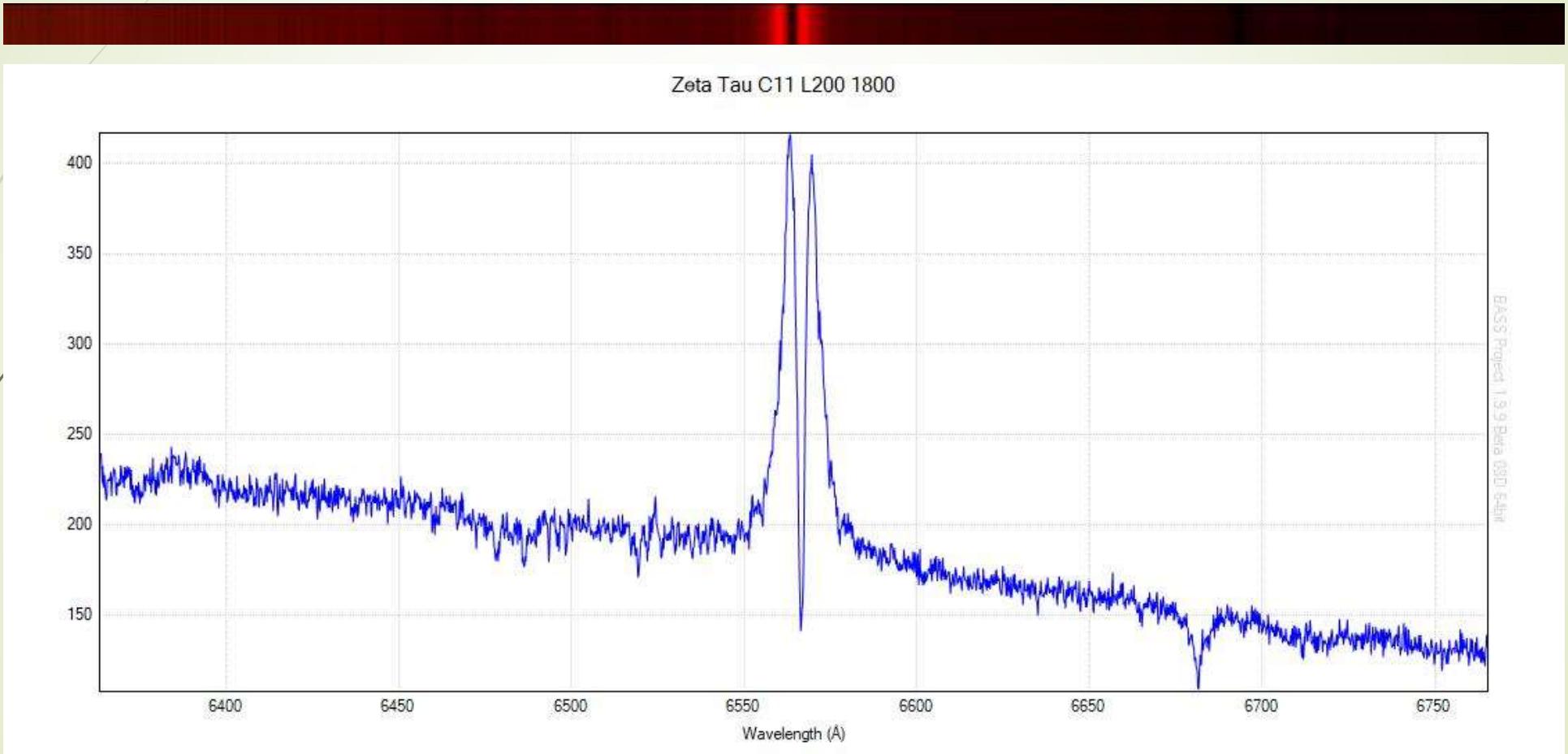
Rotverschiebung von Quasaren messen



$$Z = (5630 - 4861) / 4861$$
$$0.158 \pm 0.002$$

Literaturwert
0.158339 \pm 0.000067

Zeta Tau hochauflösende H-alpha Linie eines Be-Sterns



Resumee Spektroskopie unter Stadtbedingungen

122

- Trennung von Nutzsignal und Störsignal
- Viele Objekte
- Mehrere Objekte pro Nacht
- Mond stört nur durch zusätzliches Spektrum
- Durch den Spalt ist man vom Seeing unabhängig
- Nachführfehler, schlechte Fokussierung machen sich „nur“ durch längere Belichtung bemerkbar – Verwertbares Ergebnis
- Auswertung etwas knifflig die Programme sind nicht „user friendly“
- Nur wenige Spektroskopiker - Alleinstellungsmerkmal
- Als Amateur ist man Datenlieferant
- Der Amateur sammelt die Beeren und die „Anderen“ backen den Kuchen

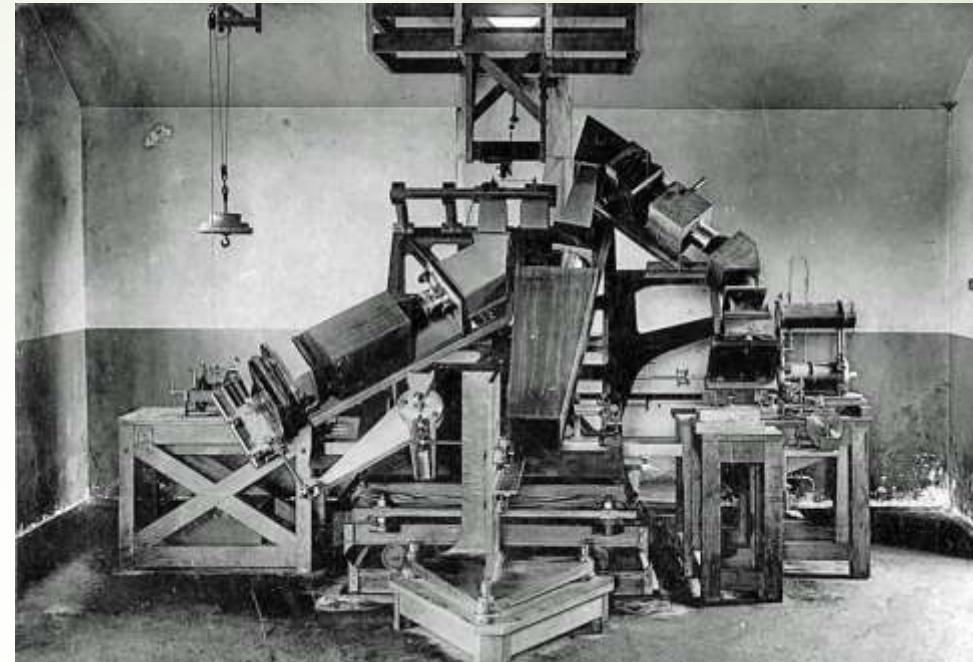
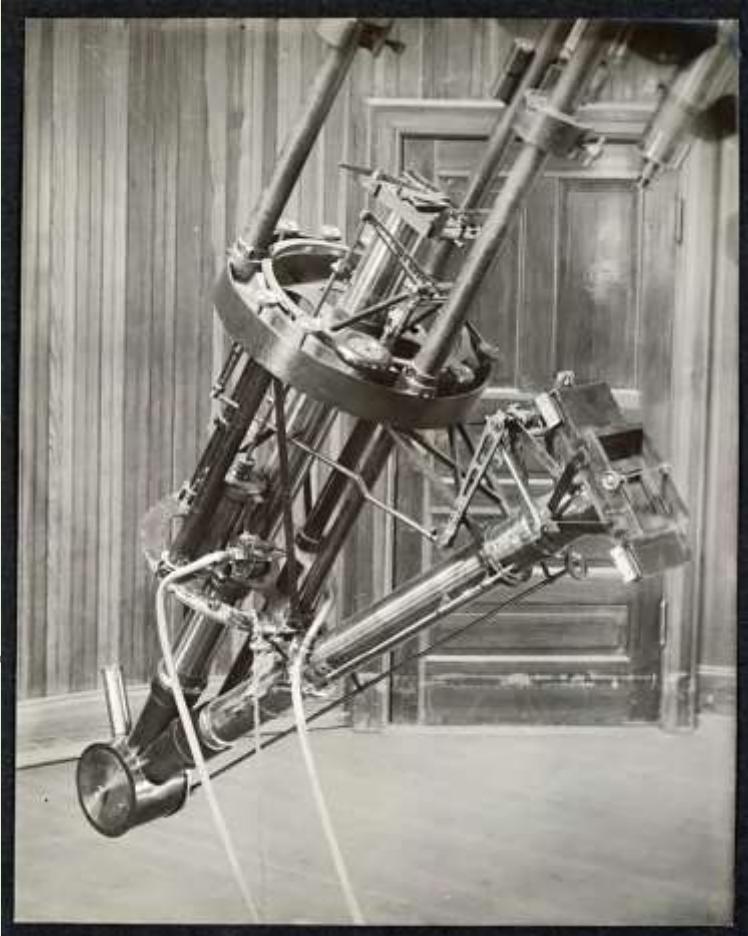


123

3D-Druck

Alte Idee mit neuer Technik - ein Spektroheliograph aus dem 3D-Drucker

Der erste Spektroheliograph, ca. 1900



Henri Deslandres' Spectroheliograph at Meudon, in 1906
Seit seiner Konstruktion durch **Henri Deslandres im Jahr 1892**
zeichnet der Meudon-Spektroheliograph (oben) die
Filamente und Protuberanzen der Sonnenchromosphäre auf.

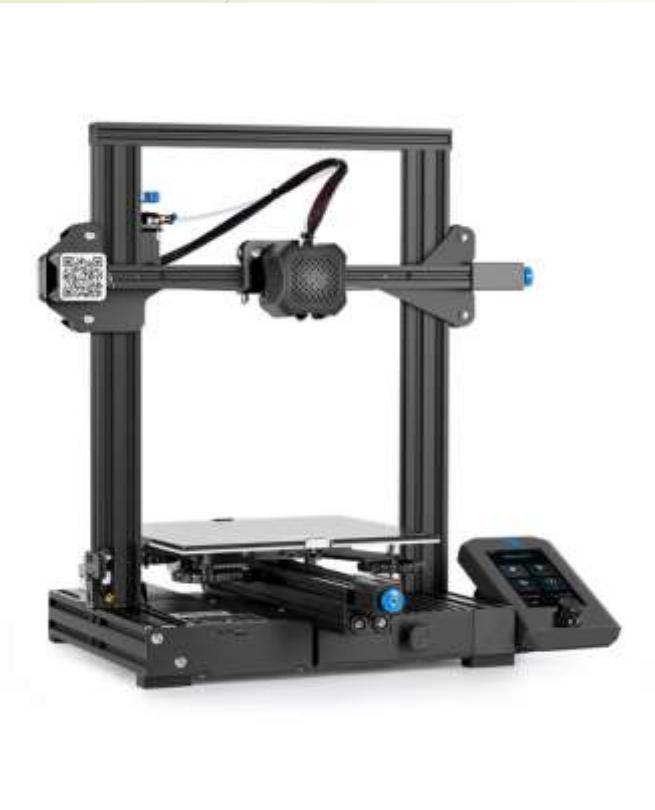
Unabhängig davon erfand der **Physiker George Ellery Hale 1890** ein Instrument, den so genannten Spektroheliographen (links), mit dem Fotos der Sonne bei einer einzigen Lichtwellenlänge gemacht werden konnten. Mit Hilfe des Spektroheliographen konnten Sonnenprotuberanzen zum ersten Mal fotografiert werden, ohne dass eine totale Sonnenfinsternis erforderlich ist.

Eigenschaften

- Mit dem Spektroheliographen nimmt man die Sonne in einer Spektrallinie, z.B. H-alpha auf.
- Die Sonne wird vor dem Spektrographenspalt vorbeigeschoben.
- Das Bild muss rekonstruiert werden.
- Man hat kein Livebild!!
- Beobachtung in allen Wellenlängen möglich
- Hoher Kontrast da kleine HWB $< 0,2 \text{ \AA}$, besser als jedes Etalon
- Geringe Kosten $< 750 \text{ €}$, ohne Kamera

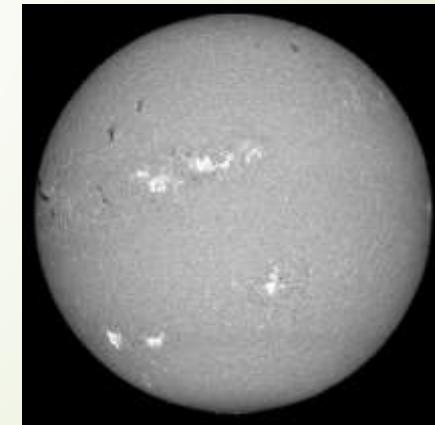
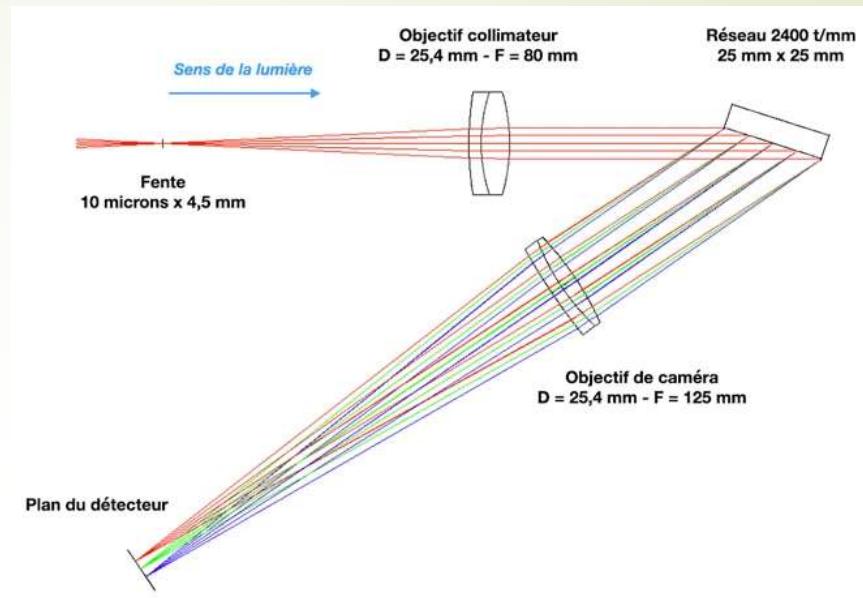
126

D3-Drucker Creality Ender3 S1 (2022)



Druck einer Objektivfilterfassung

Christian Buil's "Solex" design, 2020



Gedruckte Teile, Schrauben und Optik



Kosten: Fertiger Bausatz 150€ + Optiksatz 490€ + Mikrofokussierer 100€
= ca. 750€ ohne Kamera

Der Spektroheliograph aus dem 3D-Drucker

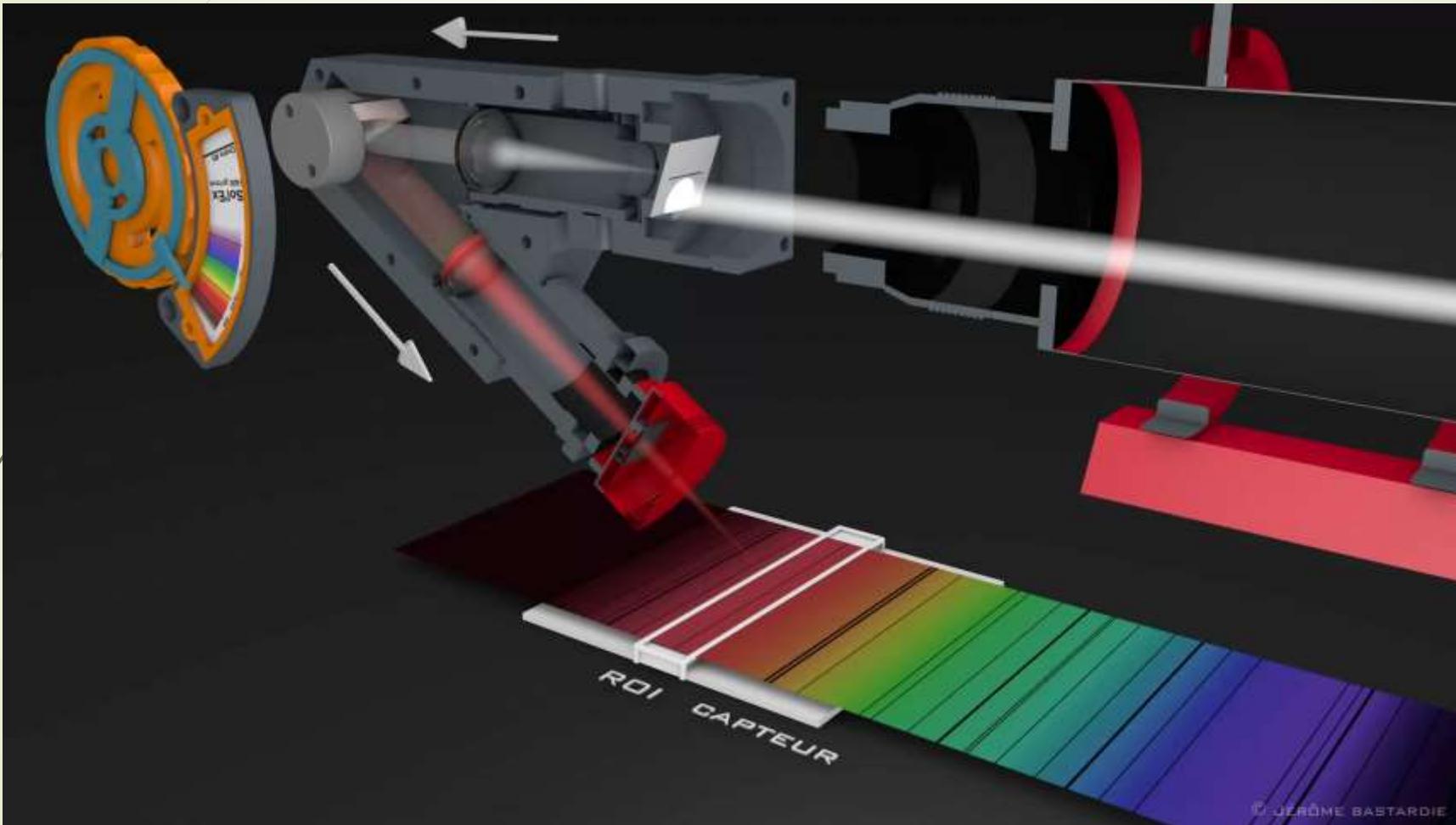


Am Teleskop

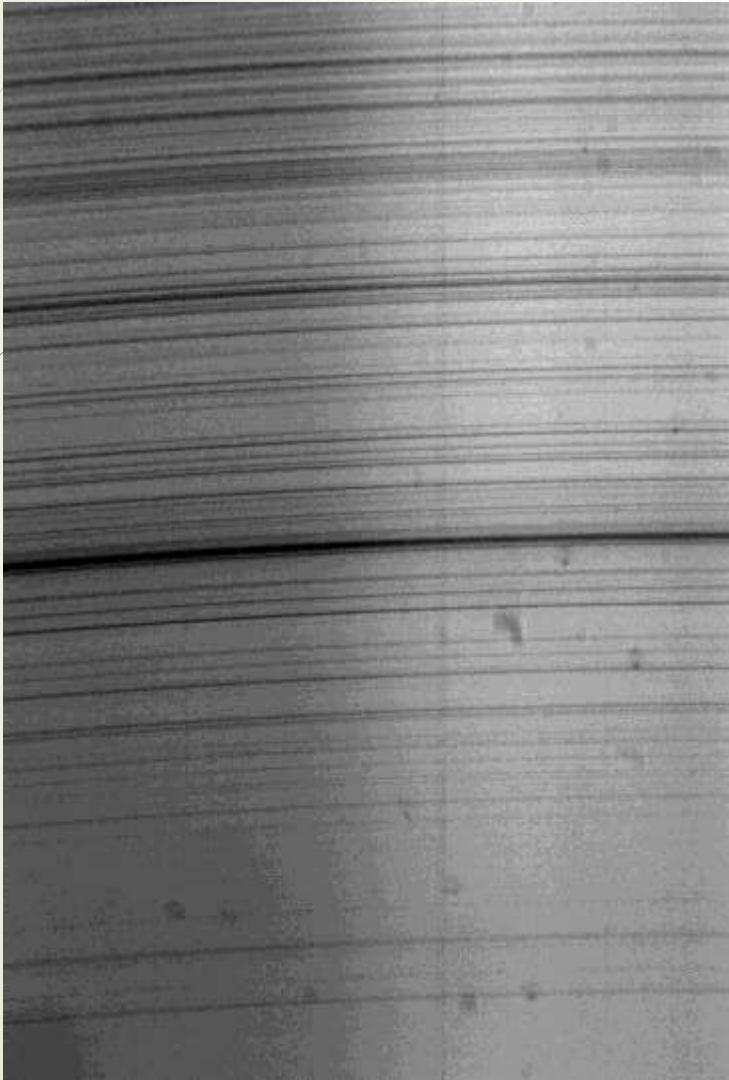


- TS ED60 Refraktor f=330mm
- Graufilter 67mm ND8 vor dem Objektiv
- Alternativ Herschelkeil
- ASI178MM Monochrom Kamera
- Motorfokus ZWO EAF
- Aufnahme mit Firecapture

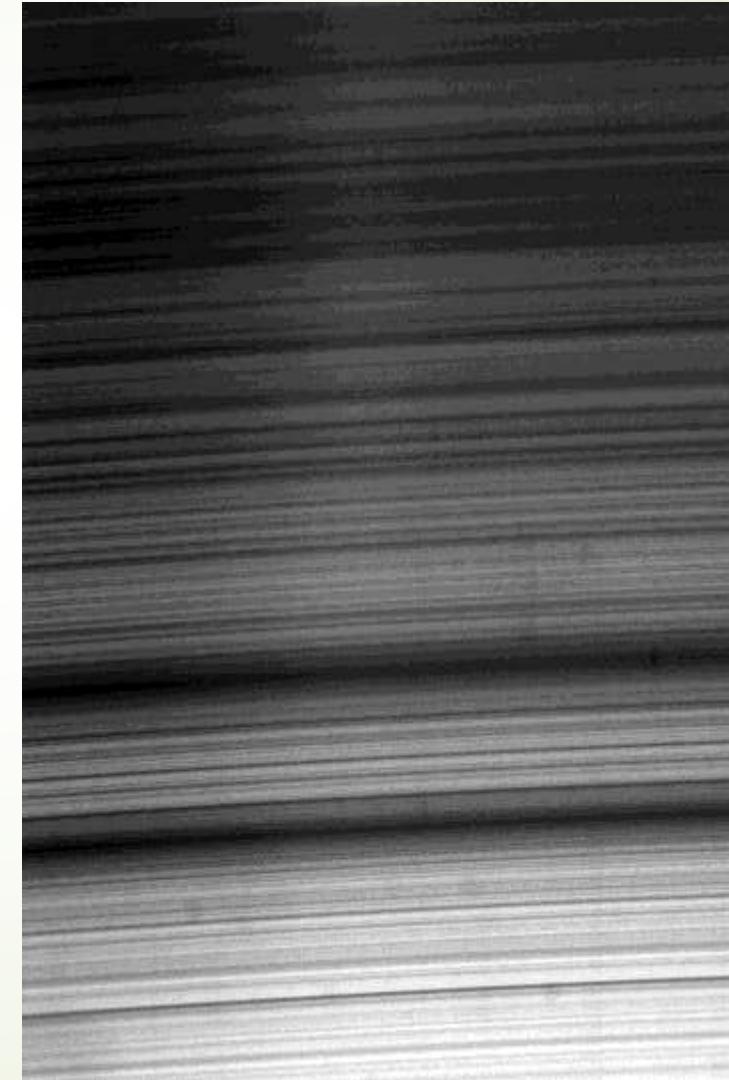
Animation von Jerome Bastardie

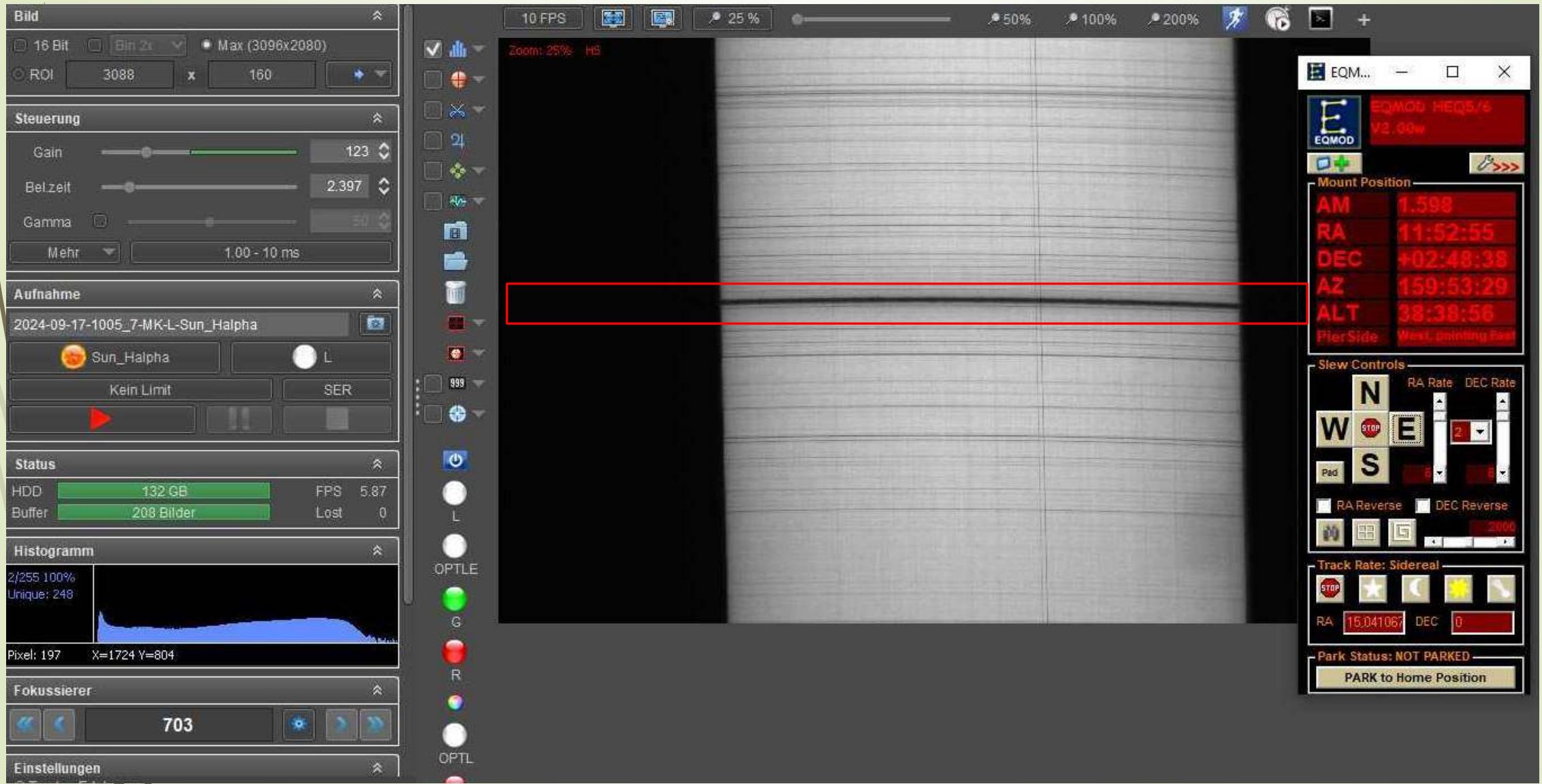


H-alpha Linie



Call-Linien





Videos

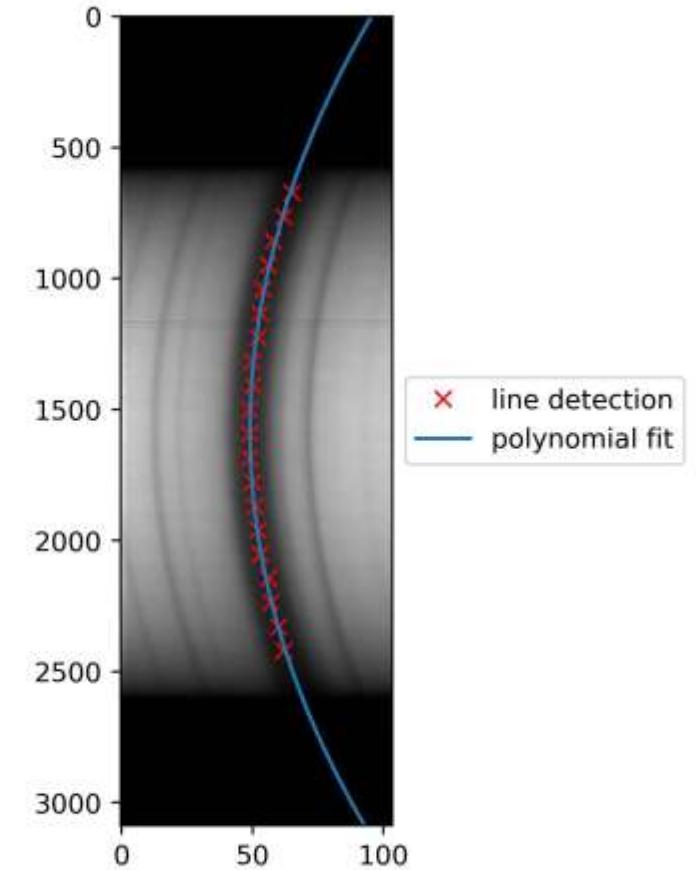
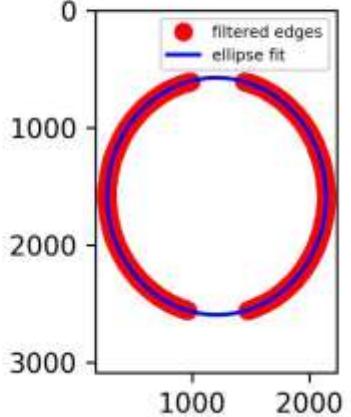
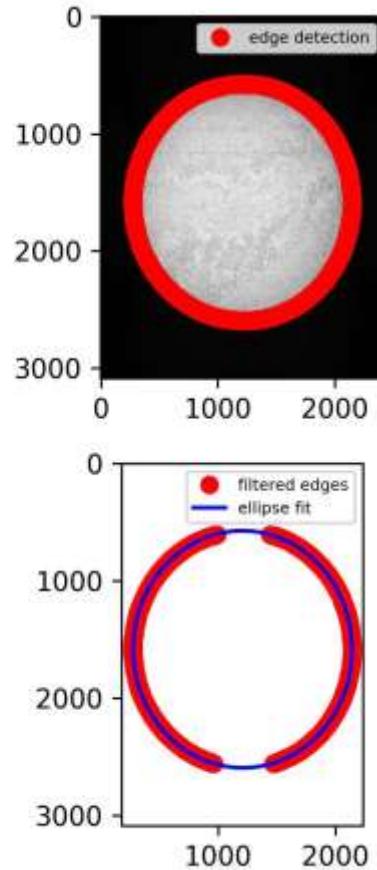
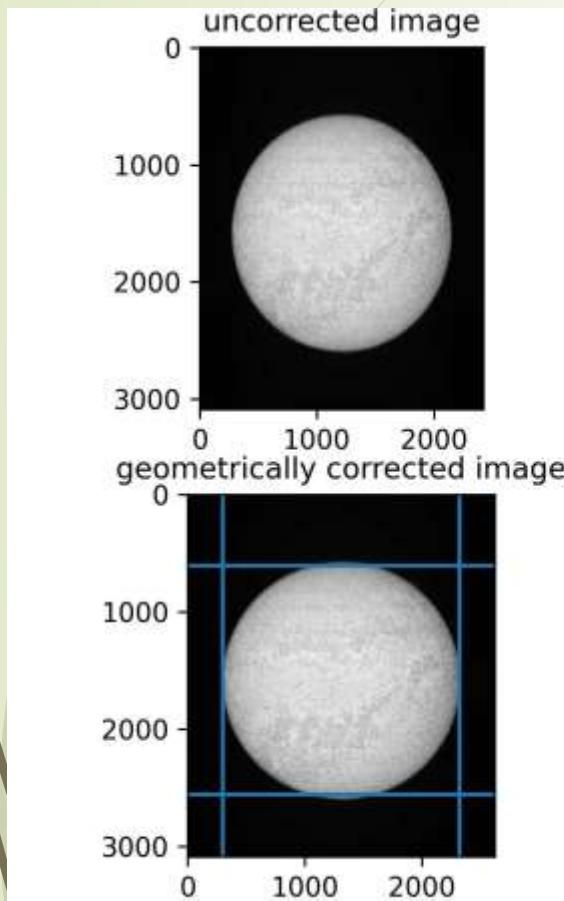
Strukturen in der H-alpha-Linie



Call-K-Linie mit hellen Fackelgebieten



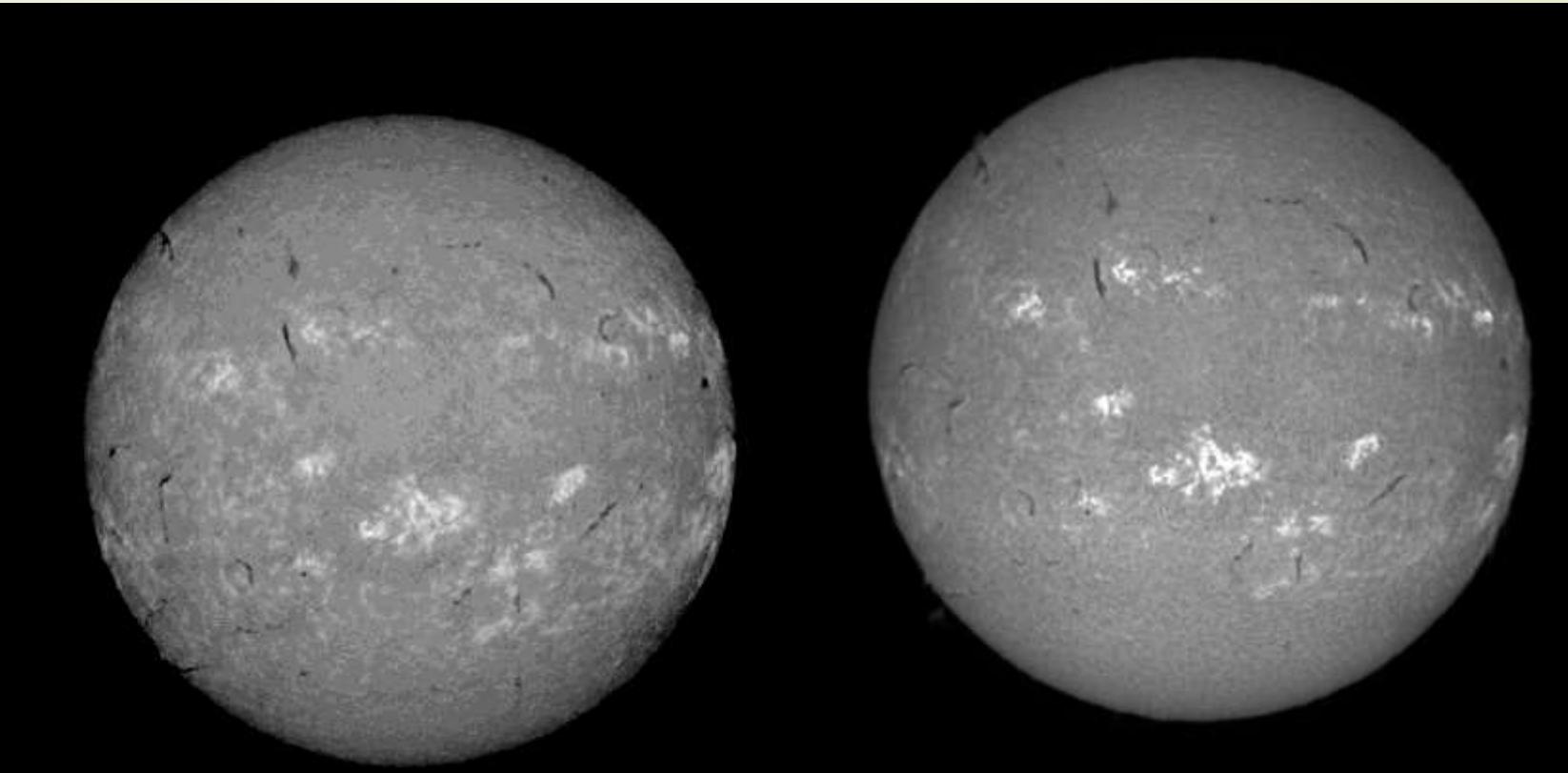
Auswertung mit Python Programm - Zwischenergebnisse



Bilder



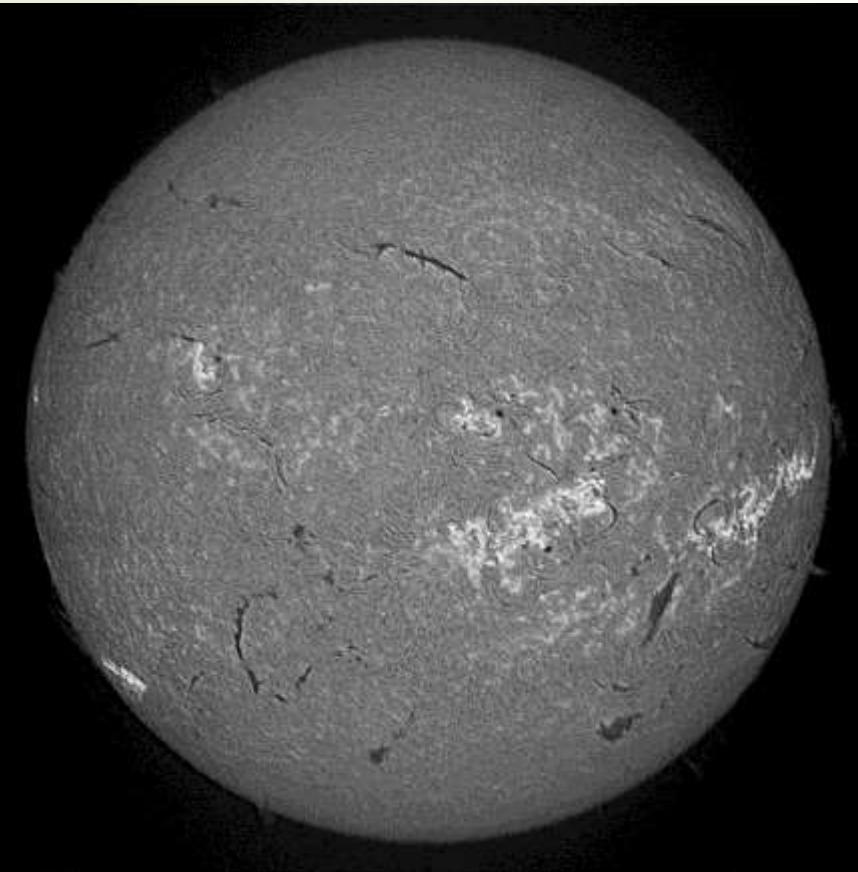
First Light Vergleich mit Meudon



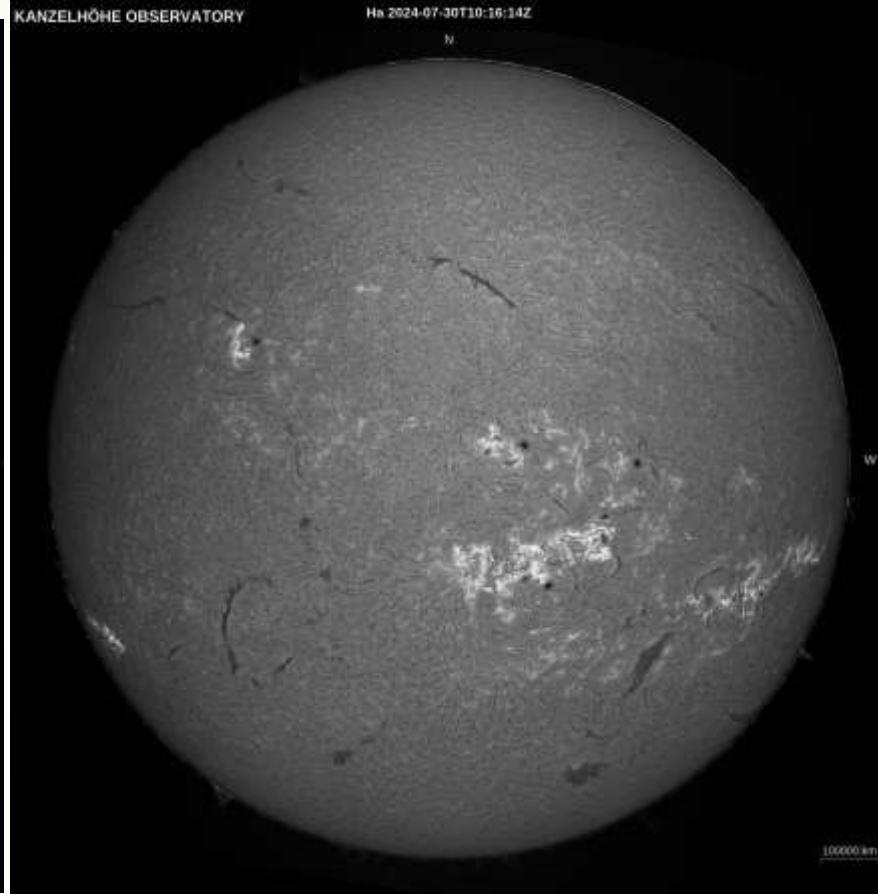
Solex-ED60-ND8

Observatorium
Meudon

First Light Vergleich mit Kanzelhöhe



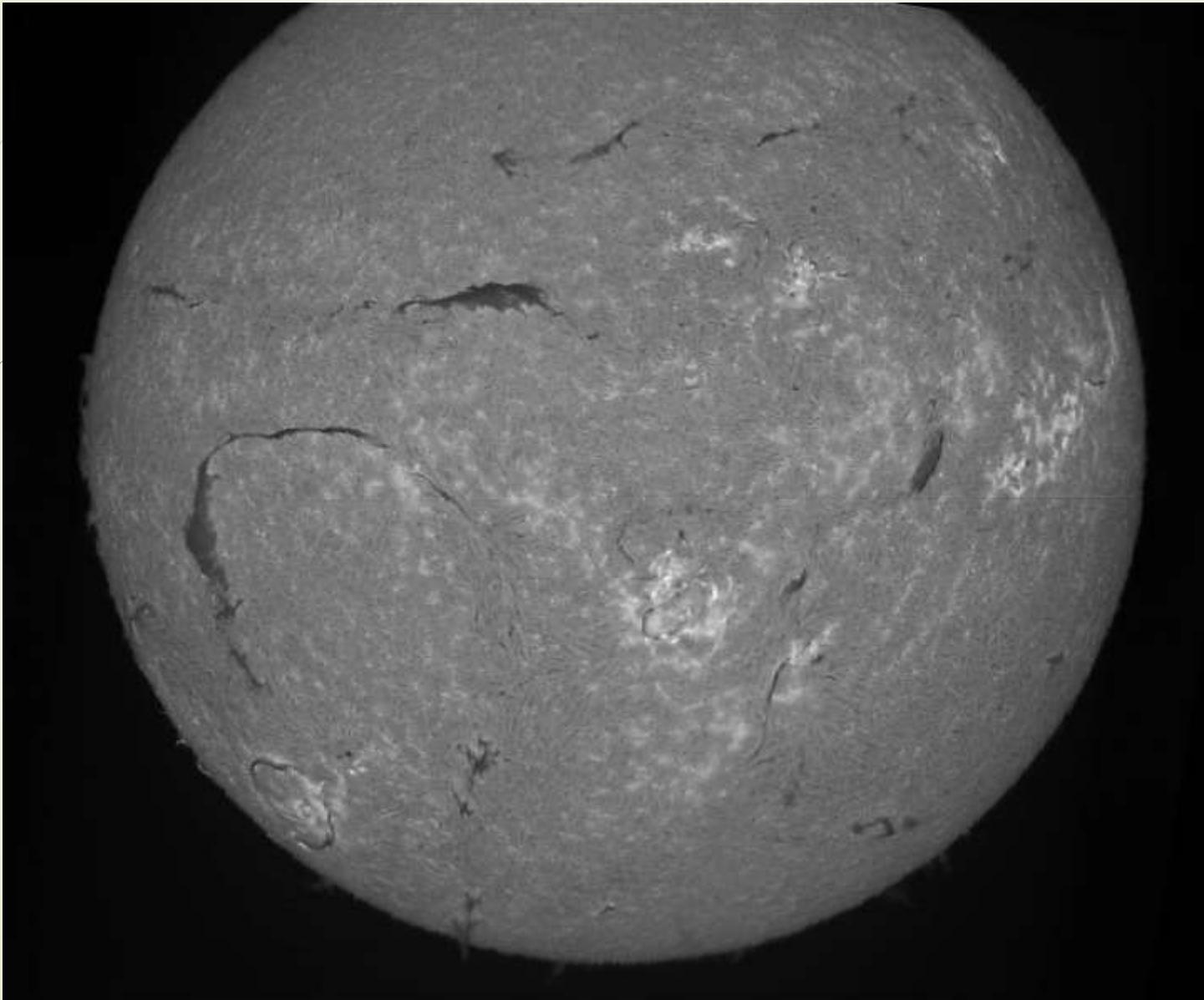
Solex-ED60-ND8
8 Bilder gestackt und mit Registax geschärft



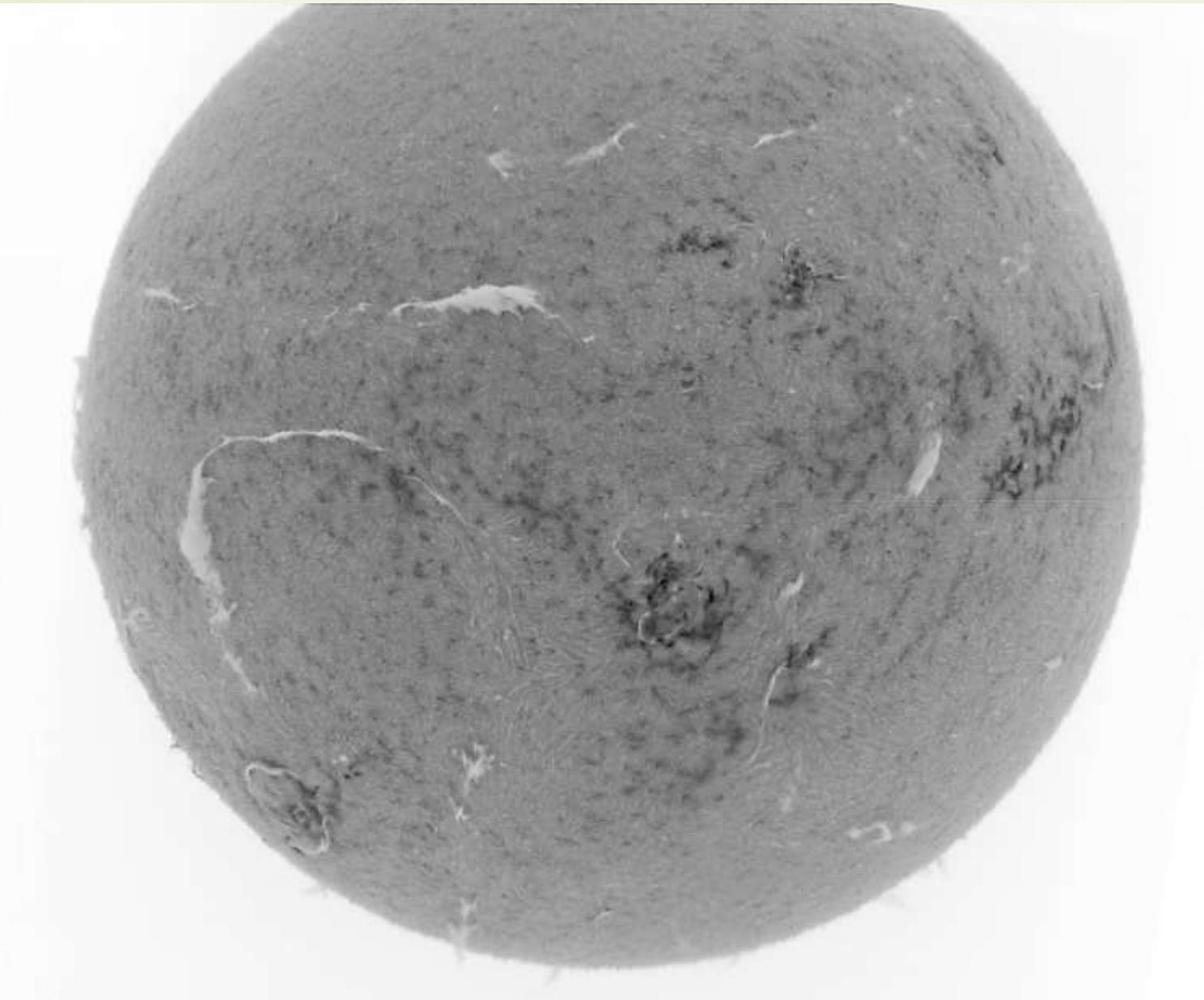
Observatorium Kanzelhöhe
Kontrast erhöht

139

80mm-Refraktor f=600mm 2 Bilder zusammengesetzt

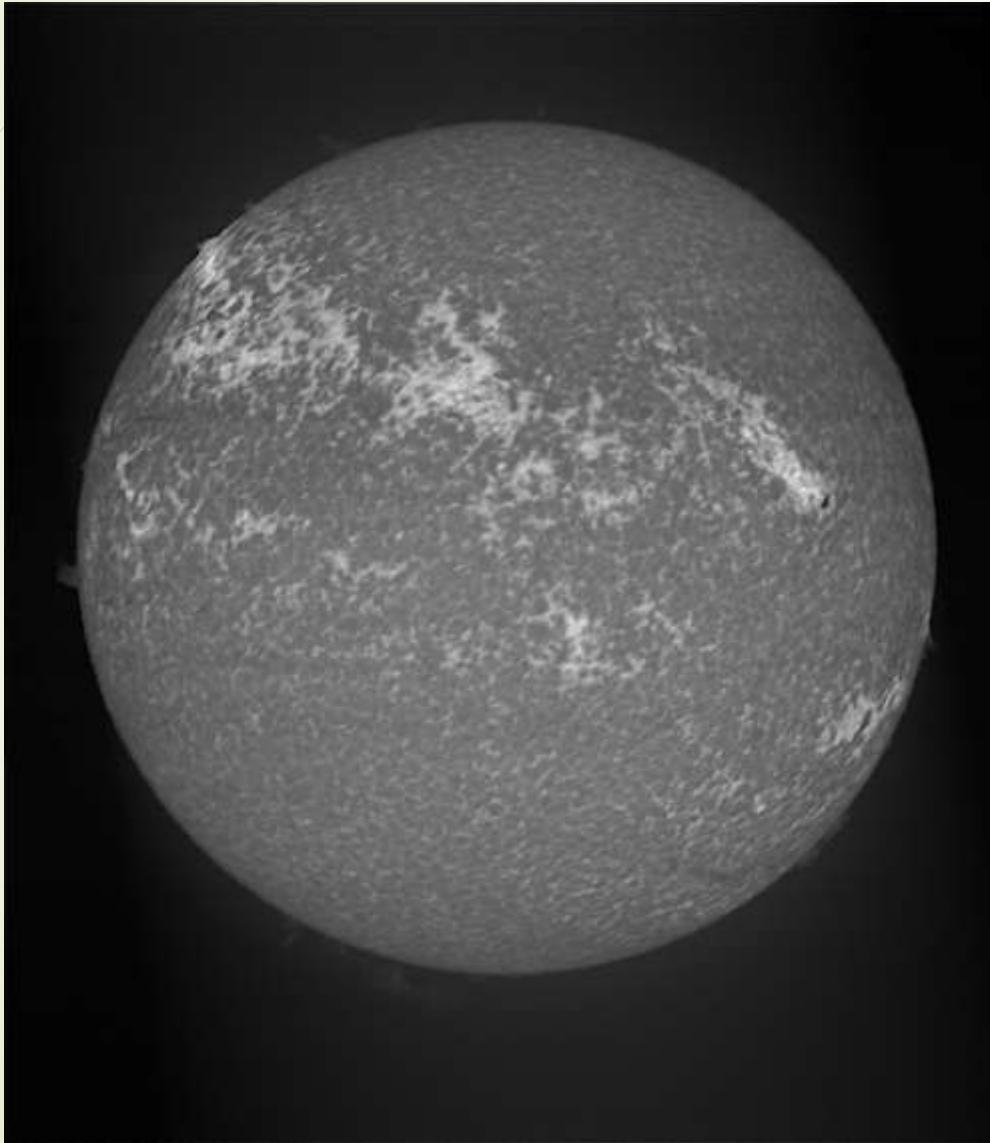


Negativdarstellung

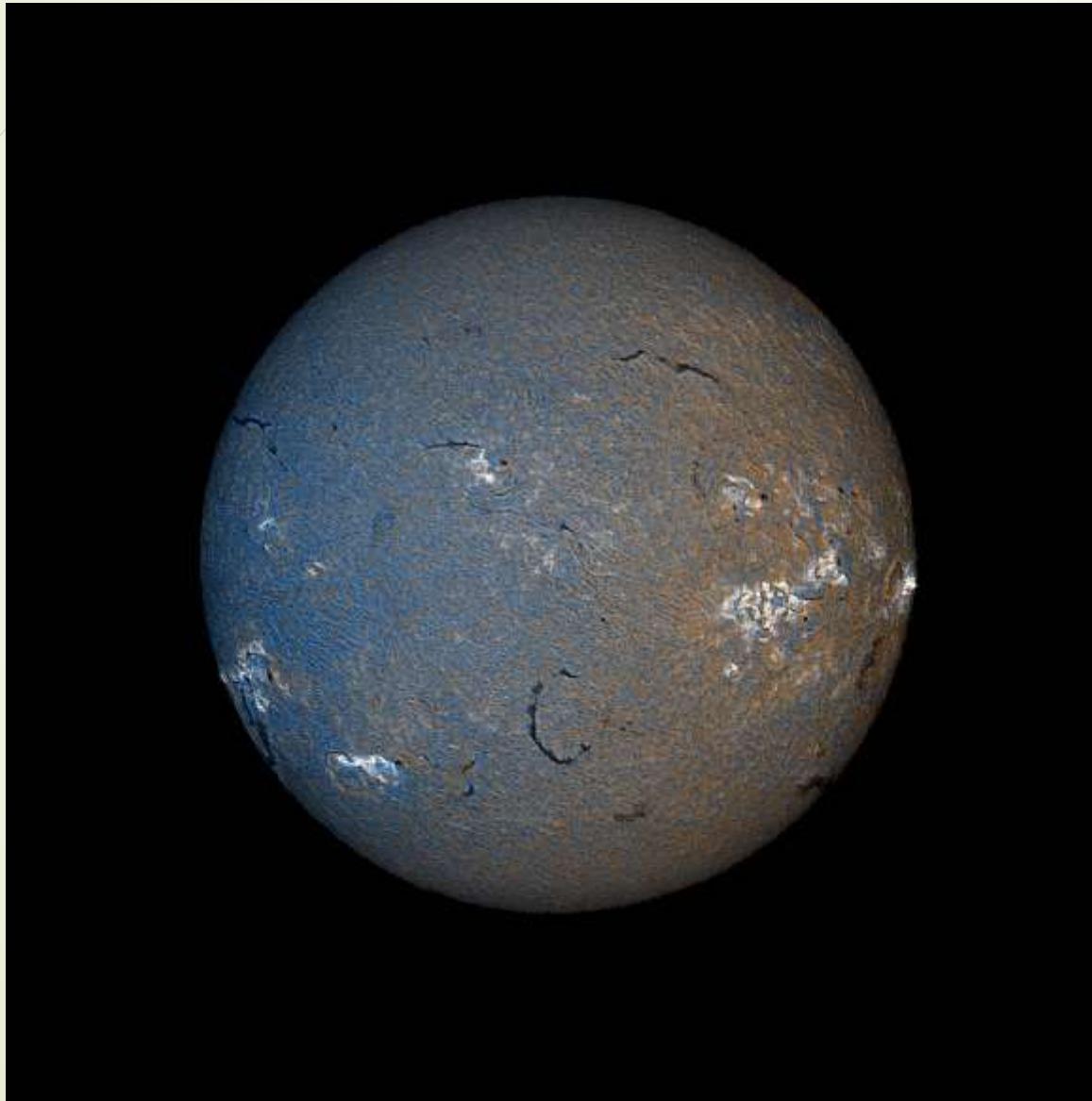


141

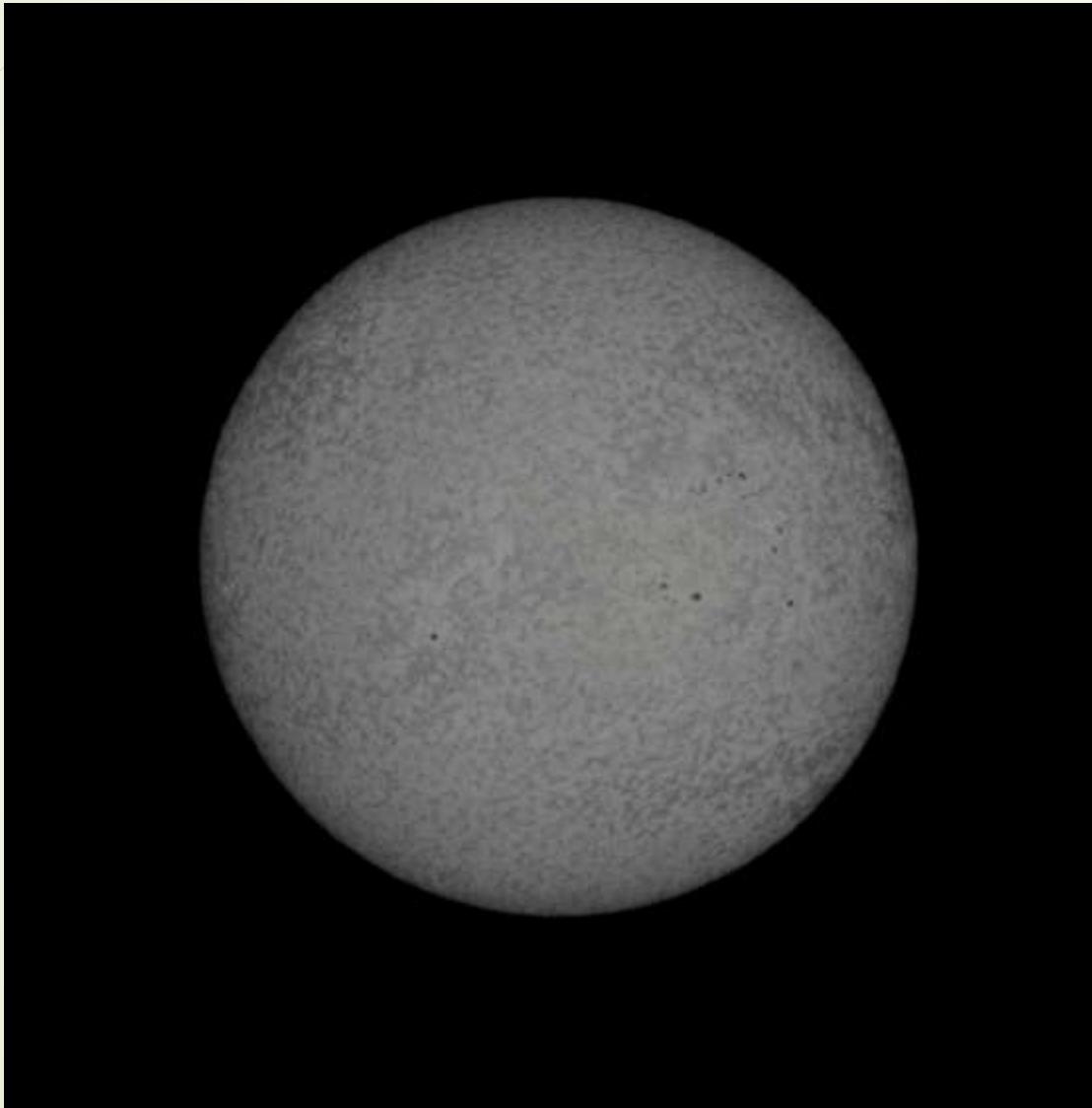
Call-K



Dopplershift- Rotation der Sonne



Dopplershift +- 10A von H-alpha

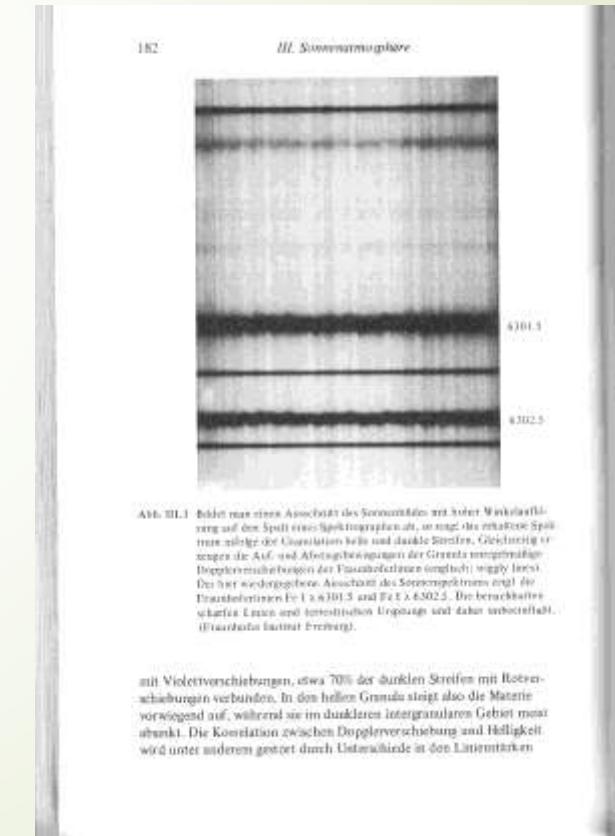


Und da geht noch mehr ...

- Der Spektroheliograph kann mehr als nur die Sonne in Halpha zeigen.
- Wer an Sonnenphysik interessiert ist greift zum Spektroheliographen.
- Magnetogramme der Sonnenoberfläche.
- Korona-Aktivität der Fe Linien beobachten, große Höhe nötig.
- Der Spektroheliograph lässt sich zum hochauflösenden Sternspektrographen umrüsten,
- der sonst mehrere tausend Euro kostet.

Einst und jetzt

1974 Sonne im Weißlicht mit 60mm Quelle-Refraktor
2024 60mm ED-Refraktor und Spektroheliograph-Sonnenphysik
1975 Scheffler, Elsässer: Physik der Sterne und der Sonne



mit Violettverschiebungen, etwa 70% der dunklen Streifen mit Rotverschiebungen verbunden. In den hellen Granula steigt also die Materie vorwiegend auf, während sie im dunkleren intergranularen Gebiet mehr absinkt. Die Korrelation zwischen Dopplerverschiebung und Helligkeit wird unter anderem gestört durch Unterdrücke in den Linienschärken.

Resumee

- Die praktische Astronomie bei dem Amateuren hat eine genauso rasante Entwicklung genommen wie bei den Profis. Auch wenn die Größe der Teleskope nicht an die Profi-Teleskope ran reicht.
- Die Entwicklung neuer Detektoren hat die Reichweite der Amateur Teleskope erweitert. Wo früher 2-3m Teleskope nötig waren geht das heute mit 20-30cm. Preiswerte CMOS-Kameras gibt es für den Amateurbereich.
- Die Entwicklung besserter Antriebe der Montierungen und Steuerelektronik und neue Bildfeldkorrekturen und Optiken wie den Ritchey-Chetrien-Cassegrain sind für den Amateur verfügbar.
- Programme zur Ablaufsteuerung und Automatisierung von Routineaufgaben.
- Platesolving zur Positionierung und Fernsteuerung von Teleskopen.
- Fernsteuerung über das Internet an guten Beobachtungsplätzen in Europa und Übersee
- Smart Teleskope, die selbständig Fotos von Deepsky Objekten machen, steuerbar über Tablet oder Smartphone.
- Die Zeit der großen visuellen Teleskope ist vorbei. Smart Teleskope (15cm) zeigen fotografisch mehr als die Dinosaurier in großen Kuppeln.
- Das elektronische Okular wird Bestandteil der visuellen Beobachtung sein.
- KI wird die Bildfehler der Optiken selbständig korrigieren.
- Den größten Fehler den man machen kann ist auf seinen Lorbeerren auszuruhen und sich nicht ständig fortzubilden.



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit