



# EINFÜHRUNG IN DIE MILCHSTRABENFOTOGRAFIE

Antero Albersdörfer

# AGENDA

Ausrüstung

Vorbereitung / Planung

Kameraeinstellungen

Aufnahme

Bildverarbeitung

*Optional: Astrofotografie mit Teleskop*

# AUSRÜSTUNG

- Kamera:
  - ISO und Belichtungszeit manuell einstellbar (Bulb-Modus)
  - Raw-Aufnahmen
  - Gut wäre: Live View mit Vorschau-Zoom (Fokus), Sensor mit großen Pixel
- WW-Objektiv:
  - Kurze Brennweite (z.B. 24mm Vollformat, 16mm APS-C)
  - Lichtstark (Offenblende z.B. f/2.8)
  - „Blenden-Reserve“ zum Abblenden wäre gut (z.B. f/2.0 → f/2.8)
  - Manueller Fokus
  - Bildstabilisator aus
  - Gegenlichtblende (Tauschutz) oder evtl. Heizmanschette
- Stativ mit Kugelkopf
- Fernauslöser (idealerweise mit Serienaufnahme)

Coma am Bildrand



# AUSRÜSTUNG – NICHT VERGESSEN!

- Taschenlampe (ideal: Stirnlampe)
- (Lese-)Brille 😊
- Warme Klamotten (die Kälte kommt von unten)
- Akku laden, SD-Karte prüfen
- Tee / Kaffee / Getränk
- Camping-Stuhl

# VORBEREITUNG / PLANUNG

- Wann?
  - Wetterbericht (ideal: wolkenlos, kalt, trocken)
  - Möglichst kein Mond
  - Sichtbarkeit der Milchstraße (von...bis)
  
- Tools
  - [www.meteoblue.de](http://www.meteoblue.de) → Outdoor & Sports → Astronomy Seeing

**meteoblue**  
weather ✨ close to you

- 7-Day Weather
- 14-Day Weather
- Weather Today
- Webcams
- Weather Maps

---

Forecast

- Outdoor & Sports
- where2go
- Snow
- Sea & Surf
- Astronomy Seeing
- Air Quality & Pollen
- Aviation
- Agriculture
- History & Climate

---

Products

Time	Clouds			Arc Sec.	Index		Jet Stream	Bad Layers			Ground		Celestial Bodies
	Low	Mid	High		1	2		Bot (km)	Top (km)	K/100m	Temp	Rel. Hum.	
18	42	12	0	1.02	5	5	20 m/s	07.4	08.3	0.5 K	23 °C	43%	-MVM--U--
19	33	5	0	1.03	5	5	20 m/s	07.4	08.3	0.5 K	22 °C	45%	--VM-----
20	41	0	0	1.02	5	5	19 m/s	00.0	00.0	0.0 K	21 °C	48%	--VM-----
21	11	0	0	0.99	5	5	18 m/s	00.0	00.0	0.0 K	20 °C	53%	--VM-----
22	4	2	1	1.00	5	5	17 m/s	00.0	00.0	0.0 K	18 °C	54%	--VM-----
23	0	3	1	1.04	5	5	16 m/s	00.0	00.0	0.0 K	17 °C	56%	--VM-----

**Sat** 2023-06-10  
 sunrise: 05:14 sunset: 21:14 moonrise: 01:45 moonset: 12:24 moonphase: 54%

0	0	2	1	1.09	5	5	15 m/s	00.0	00.0	0.0 K	16 °C	58%	---M-----
1	0	1	0	1.08	5	5	14 m/s	00.0	00.0	0.0 K	15 °C	61%	-----P
2	0	0	0	1.10	5	5	13 m/s	00.5	01.0	0.5 K	14 °C	65%	-----S--P
3	3	0	0	1.12	5	5	12 m/s	00.5	01.0	0.5 K	14 °C	67%	L----S-NP
4	6	0	0	1.12	5	5	11 m/s	00.5	01.0	0.6 K	13 °C	70%	L---JS-NP
5	10	0	0	1.12	5	5	10 m/s	00.5	01.0	0.6 K	12 °C	71%	LM--JSUNP
6	15	1	0	1.12	5	5	9 m/s	00.5	01.0	0.6 K	12 °C	72%	LM--JSUNP
7	22	2	0	1.15	5	5	9 m/s	00.5	01.0	0.7 K	13 °C	74%	LM--JSUNP
8	29	3	0	1.16	5	5	9 m/s	00.0	00.0	0.0 K	14 °C	77%	LM--JSUN-
9	37	2	0	1.17	5	5	9 m/s	00.0	00.0	0.0 K	16 °C	68%	LM--JSUN-
10	46	1	0	1.17	5	5	8 m/s	00.0	00.0	0.0 K	18 °C	65%	LMVMJSUN-
11	49	4	0	1.14	5	5	8 m/s	00.0	00.0	0.0 K	20 °C	62%	LMVMJSUN-
12	46	25	0	1.11	5	5	7 m/s	00.0	00.0	0.0 K	22 °C	60%	LMVMJ-UN-
13	46	54	0	1.10	5	5	6 m/s	00.0	00.0	0.0 K	23 °C	58%	-MVMJ-UN-

01:45

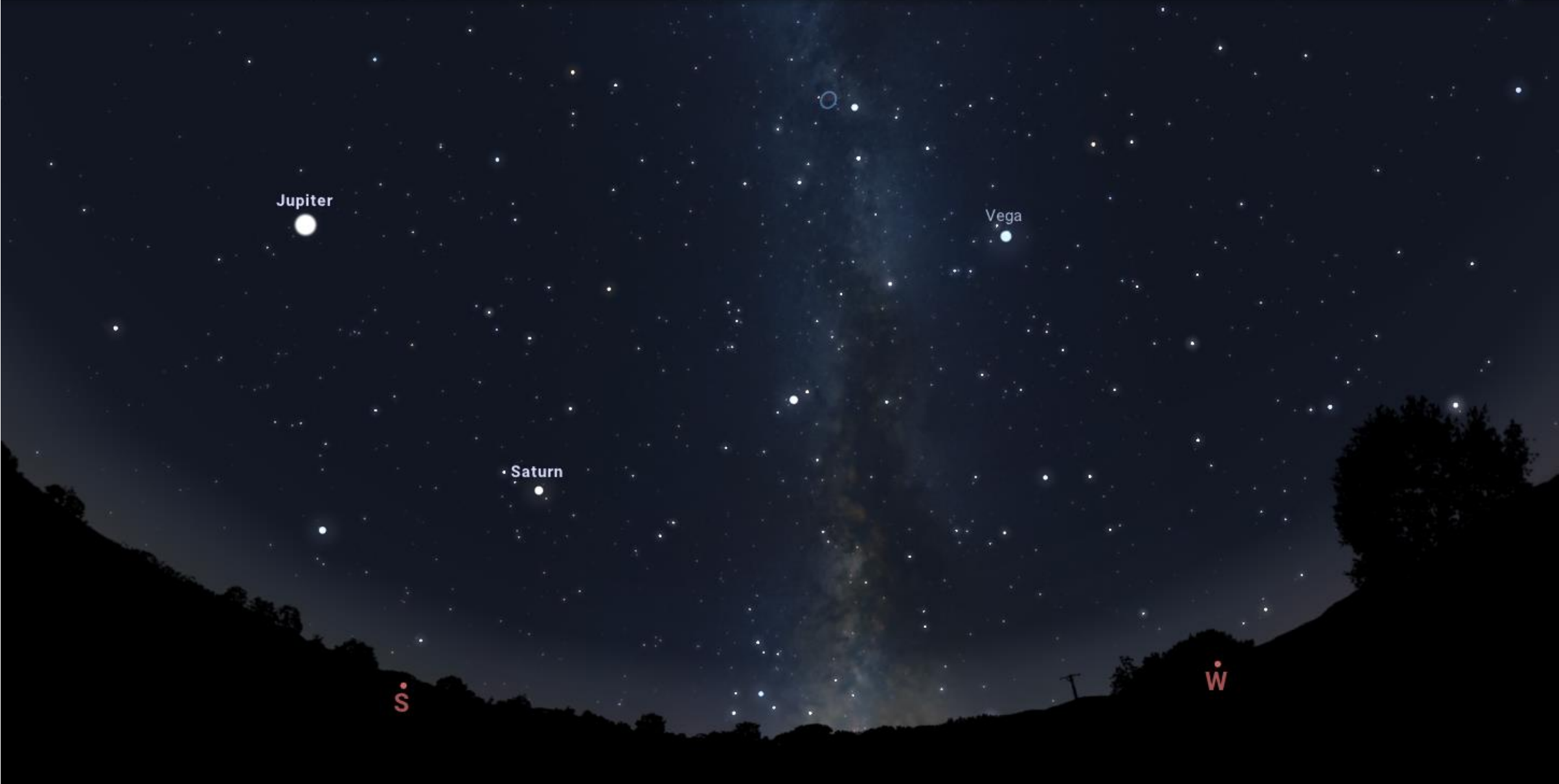
54%

12:24



# VORBEREITUNG / PLANUNG

- Wann?
  - Wetterbericht (ideal: wolkenlos, kalt, trocken) ✓
  - Möglichst kein Mond ✓
  - Sichtbarkeit der Milchstraße (von...bis)
- Tools
  - [www.meteoblue.de](http://www.meteoblue.de) → Outdoor & Sports → Astronomy Seeing
  - [www.stellarium-web.org](http://www.stellarium-web.org)





Jupiter

Use Autolocation

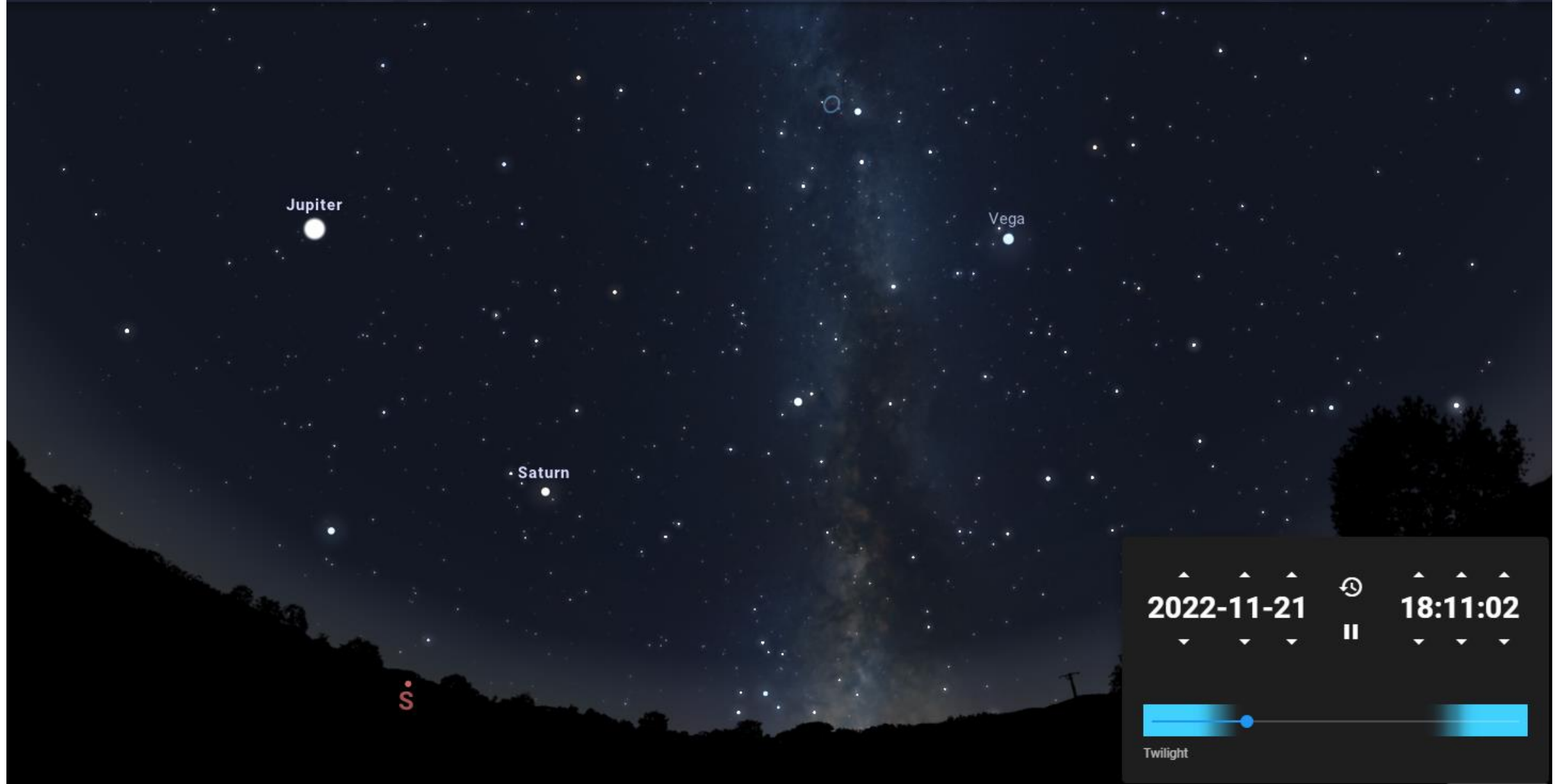
### Raisting, Deutschland

47.91292 11.10907

> USE THIS LOCATION

Search...

Leaflet | © OpenStreetMap contributors



▲ ▲ ▲ ⌛ ▲ ▲ ▲  
**2022-11-21** || **18:11:02**  
 ▼ ▼ ▼ ⌛ ▼ ▼ ▼  
 [Slider bar with a blue dot]  
 Twilight

# VORBEREITUNG / PLANUNG

- Wann?
  - Wetterbericht (ideal: wolkenlos, kalt, trocken) ✓
  - Möglichst kein Mond ✓
  - Sichtbarkeit der Milchstraße (von...bis) ✓
- Wo?
  - Blickrichtung Süden
  - Vordergrundmotiv
- Tools
  - [www.meteoblue.de](http://www.meteoblue.de) → Outdoor & Sports → Astronomy Seeing
  - [www.stellarium-web.org](http://www.stellarium-web.org)
  - [www.google.de/intl/de/earth/index.html](http://www.google.de/intl/de/earth/index.html)



Moosrotgraben

SV Raisting

Brandgraben

Brandgraben

Filtzgraben

Erdfunkstelle Raisting

Filtzgraben

Moosrotgraben

St. Johannes d. Täufer

3D

Hec

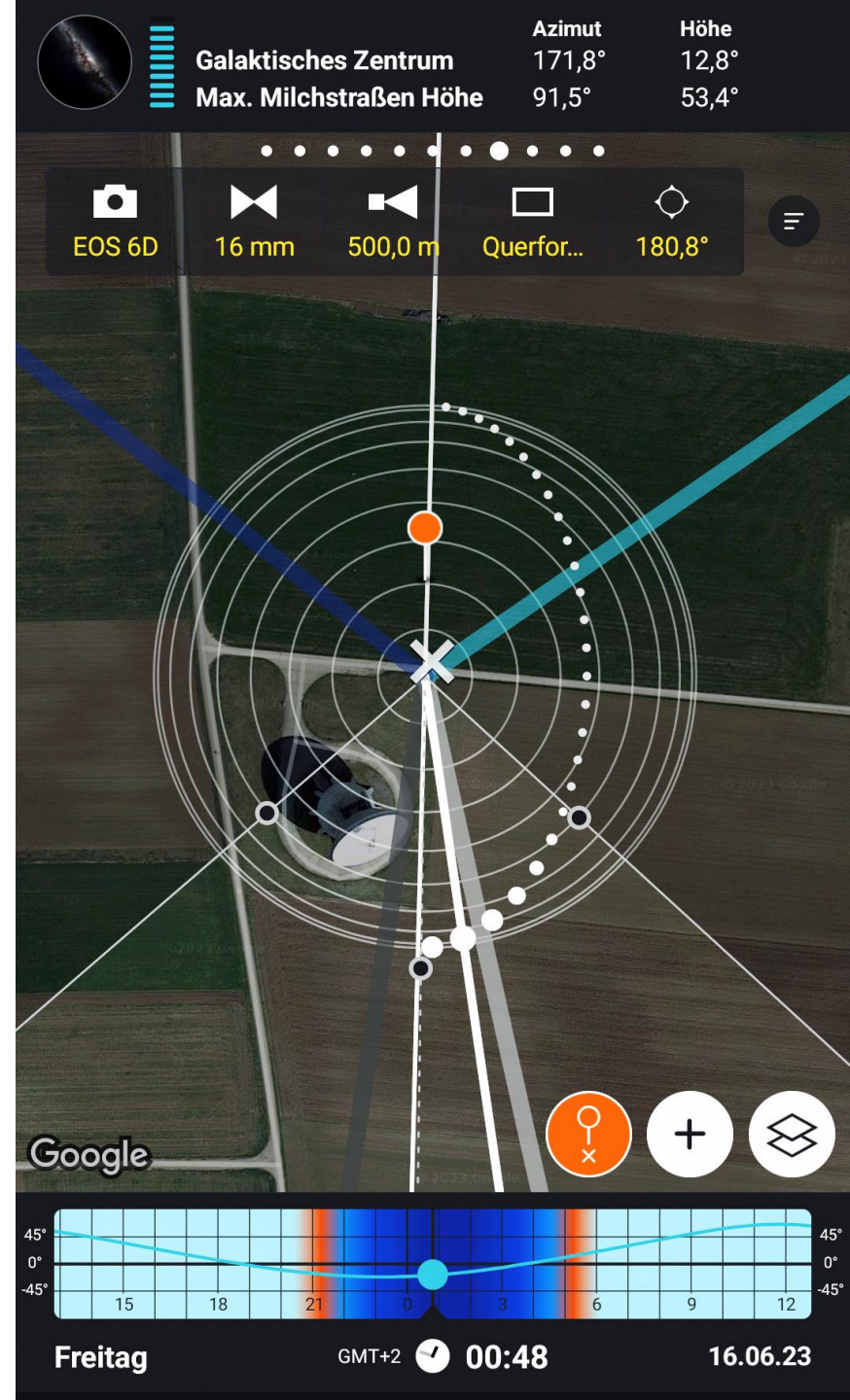
# VORBEREITUNG / PLANUNG

- Wann?
  - Wetterbericht (ideal: wolkenlos, kalt, trocken) ✓
  - Möglichst kein Mond ✓
  - Sichtbarkeit der Milchstraße (von...bis) ✓
- Wo?
  - Blickrichtung Süden ✓
  - Vordergrundmotiv ✓
- Tools
  - [www.meteoblue.de](http://www.meteoblue.de) → Outdoor & Sports → Astronomy Seeing
  - [www.stellarium-web.org](http://www.stellarium-web.org)
  - [www.google.de/intl/de/earth/index.html](http://www.google.de/intl/de/earth/index.html)

# VORBEREITUNG / PLANUNG

- Wann?
  - Wetterbericht (ideal: wolkenlos, kalt, trocken) ✓
  - Möglichst kein Mond ✓
  - Sichtbarkeit der Milchstraße (von...bis) ✓
- Wo?
  - Blickrichtung Süden ✓
  - Vordergrundmotiv ✓
- Tools
  - [www.meteoblue.de](http://www.meteoblue.de) → Outdoor & Sports → Astronomy Seeing
  - [www.stellarium-web.org](http://www.stellarium-web.org)
  - [www.google.de/intl/de/earth/index.html](http://www.google.de/intl/de/earth/index.html)

Photopills-App



# KAMERA-EINSTELLUNGEN - MILCHSTRAßE

## Belichtungszeit:

$$500 / (\text{Brennweite} * \text{Crop-Faktor}) = \text{Belichtungszeit [s]}$$

- Sternstriche vermeiden → 500er-Regel:
- Beispiel: APS-C (Crop-Faktor = 1.6), 24mm Objektiv → **13s**
- Beispiel: Canon 6D, 16mm Objektiv → **31s (zu lang!)**
- Oder: <https://www.focustoinfinity.de/npf-rechner>

$$(35 * \text{Blende} + 30 * \text{Pixelgröße [\mu m]}) / \text{Brennweite} = \text{Belichtungszeit [s]}$$

- Canon 600D (APS-C), 24mm Objektiv → **9s**
- Canon 6D, 16mm Objektiv → **20s** (ich bleibe bei 15s)
- **ISO-Wert** zwischen 1600 und 3200 („Ausbrennen“ vermeiden)
- **Raw-Modus**

# KAMERA-EINSTELLUNGEN - VORDERGRUND

- Abblenden (→ Schärfentiefe)
- Belichtungszeit: so lange wie nötig (Sternstriche spielen keine Rolle)



# EXKURS: RAUSCHEN

- Wichtig: Signal-Rausch-Verhältnis (S/R)
- Schwaches Signal → hoher Rauschanteil
- ISO ist nur „dummer“ Verstärker → macht Signal und Rauschen sichtbar
- Ziel 1: mehr Signal → geringer Rauschanteil → offene Blende, möglichst lange belichten
- Ziel 2: weniger Rauschen → „weg mitteln“ → **Aufnahmeserie** stapeln und integrieren

# ABLAUF IN DER NACHT

- Kamera positionieren (Bildkomposition)
- Fokussieren
  - Problem: „Unendlich“ am Objektiv passt nicht; Fokussierung am Tag funktioniert nicht gut
  - ISO auf Maximum stellen
  - Fokus an hellem Stern im Live View (evtl. zu hellem Objekt schwenken)
  - Ideal: 10x Zoom am Monitor / Remote-Tablet
  - Manuell fokussieren bis Stern minimal klein ist
  - Nicht vergessen! → ISO wieder auf Ausgangswert stellen
  - (evtl. Sucher abdecken, Live View deaktivieren)



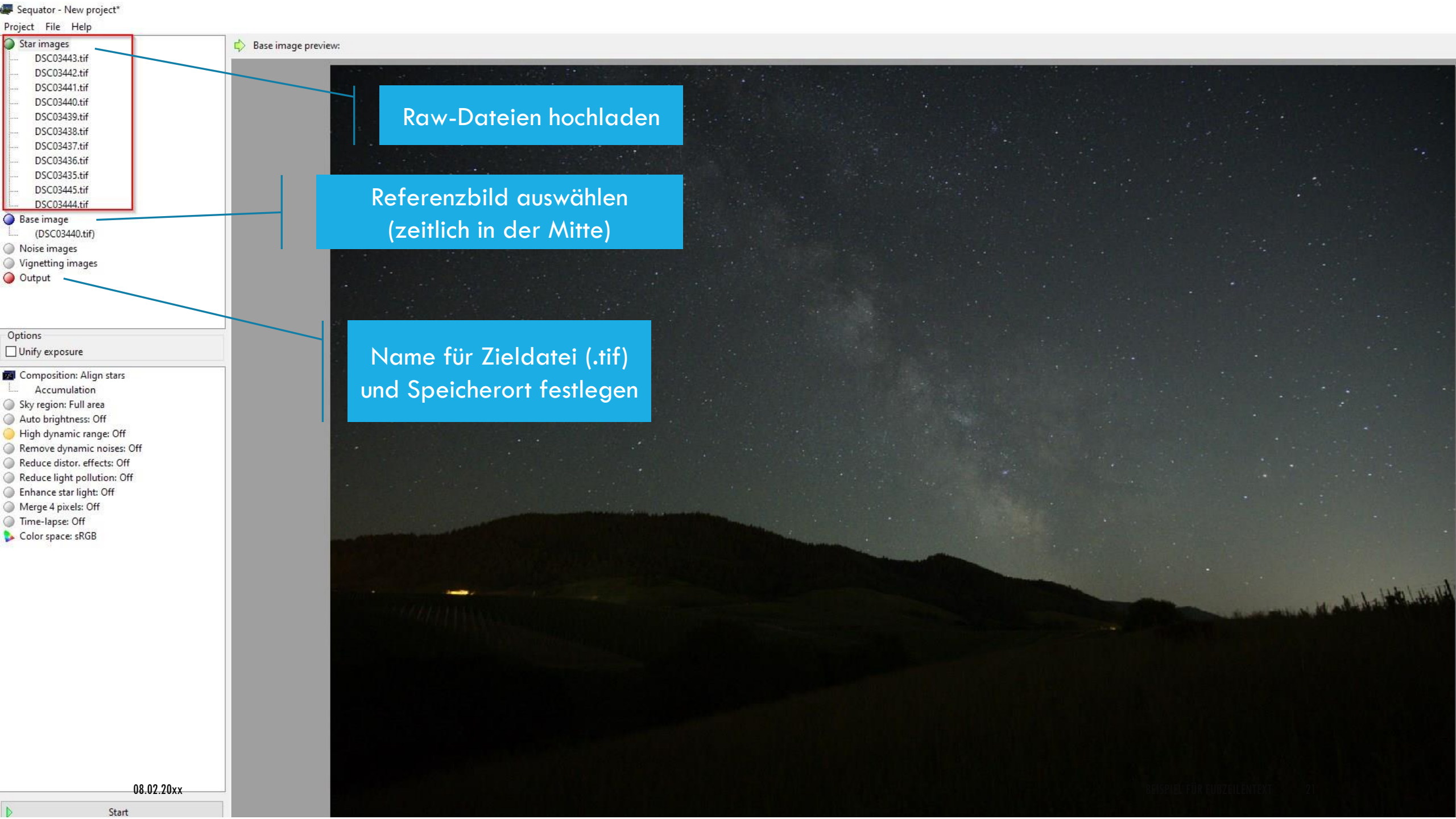
# ABLAUF IN DER NACHT

- Kamera positionieren (Bildkomposition)
- Fokussieren
  - Problem: „Unendlich“ am Objektiv passt nicht; Fokussierung am Tag funktioniert nicht gut
  - ISO auf Maximum stellen
  - Fokus an hellem Stern im Live View (evtl. zu hellem Objekt schwenken)
  - Ideal: 10x Zoom am Monitor / Remote-Tablet
  - Manuell fokussieren bis Stern minimal klein ist
  - Nicht vergessen! → ISO wieder auf Ausgangswert stellen
  - (evtl. Sucher abdecken, Live View deaktivieren)
- Testaufnahme mit den gewählten Kameraeinstellungen
- Aufnahmeserie starten (so viele Bilder wie möglich)
- Separate „Vordergrund-“ Bildserie aufnehmen



# BILDVERARBEITUNG MIT SEQUATOR

- Sequator: kostenlose Stacking-Software speziell für Milchstraßenaufnahmen
- <https://sites.google.com/view/sequator/download>



Raw-Dateien hochladen

Referenzbild auswählen  
(zeitlich in der Mitte)

Name für Zieldatei (.tif)  
und Speicherort festlegen

- Composition: Align stars
- Freeze ground
- Sky region: Full area
- Auto brightness: Off
- High dynamic range: Off
- Remove dynamic noises: Off
- Reduce distort. effects: Auto
- Reduce light pollution: Off
- Enhance star light: Off
- Merge 4 pixels: Off
- Time-lapse: Off
- Color space: sRGB

Composition

Align stars     Trails

Computing options

Accumulation

Select best pixels

Loose Strict

Freeze ground     Selective

Align only     Linear



- Composition: Align stars
- Freeze ground
- Sky region: Full area
- Auto brightness: Off
- High dynamic range: Off
- Remove dynamic noises: Off
- Reduce distort. effects: Auto
- Reduce light pollution: Off
- Enhance star light: Off
- Merge 4 pixels: Off
- Time-lapse: Off
- Color space: sRGB



Sternenhimmel mit Pinsel markieren



Sky region

Boundary line

Gradient

Irregular mask [Reset](#)

Auxiliary highlight

Fill the sky with brush



Start

# MILCHSTRABEN-FOTOGRAFIE MIT NACHFÜHRUNG

- kleiner Motor, z.B. Nanotracker
- Komposition aus Milchstraße und Vordergrund





**FRAGEN?**

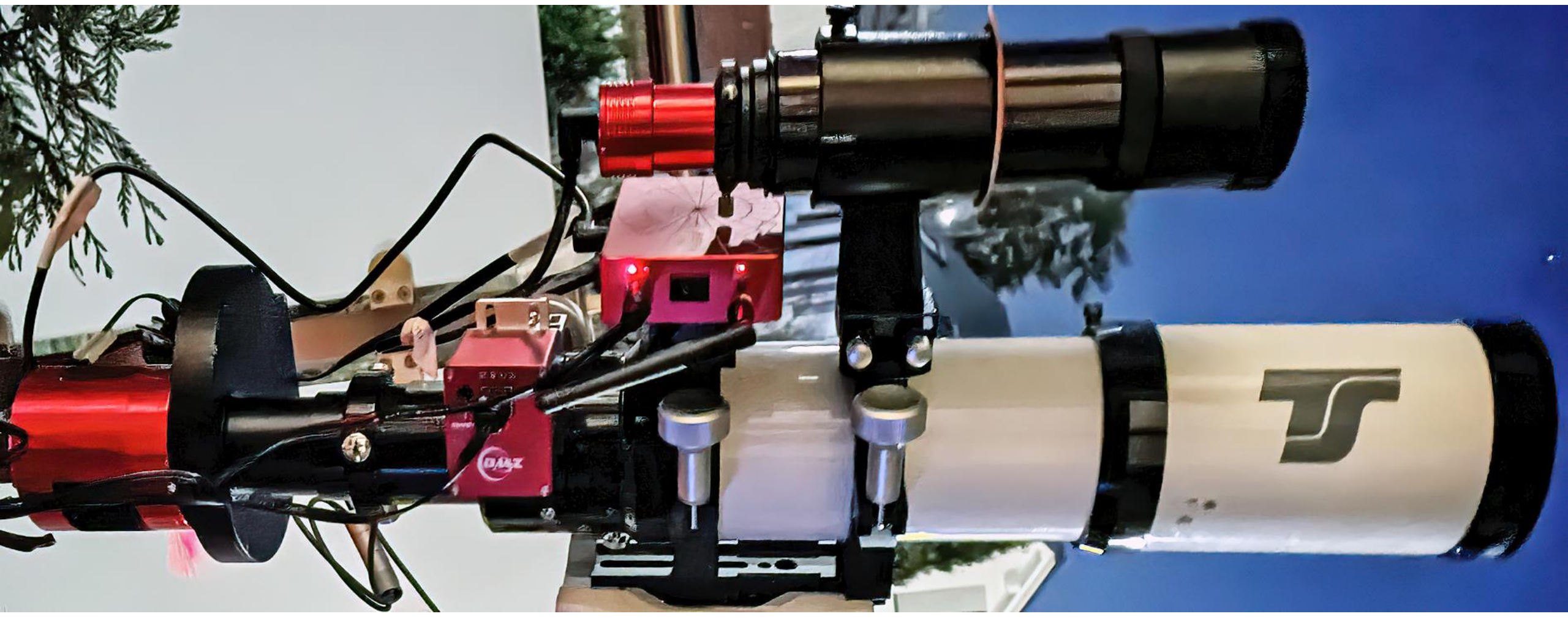


# ASTROFOTOGRAFIE MIT TELESKOP

- Ausrüstung – Montierung, Nachführung
- Ausrüstung – „Imagetrain“
- Bildverarbeitung – NASA-Techniken
- Schmalbandaufnahmen



# „IMAGETRAN“



# BILDVERARBEITUNG — NASA-TECHNIKEN

- Stacking
- Bias, Darks, Flats
- Dither
- Farbkalibrierung (Gaia)

# BIAS, DARKS, FLATS

- Master-Bias
- aus 100 Einzelaufnahmen
- geschlossene Blende
- kürzeste Belichtungszeit

# BIAS, DARKS, FLATS

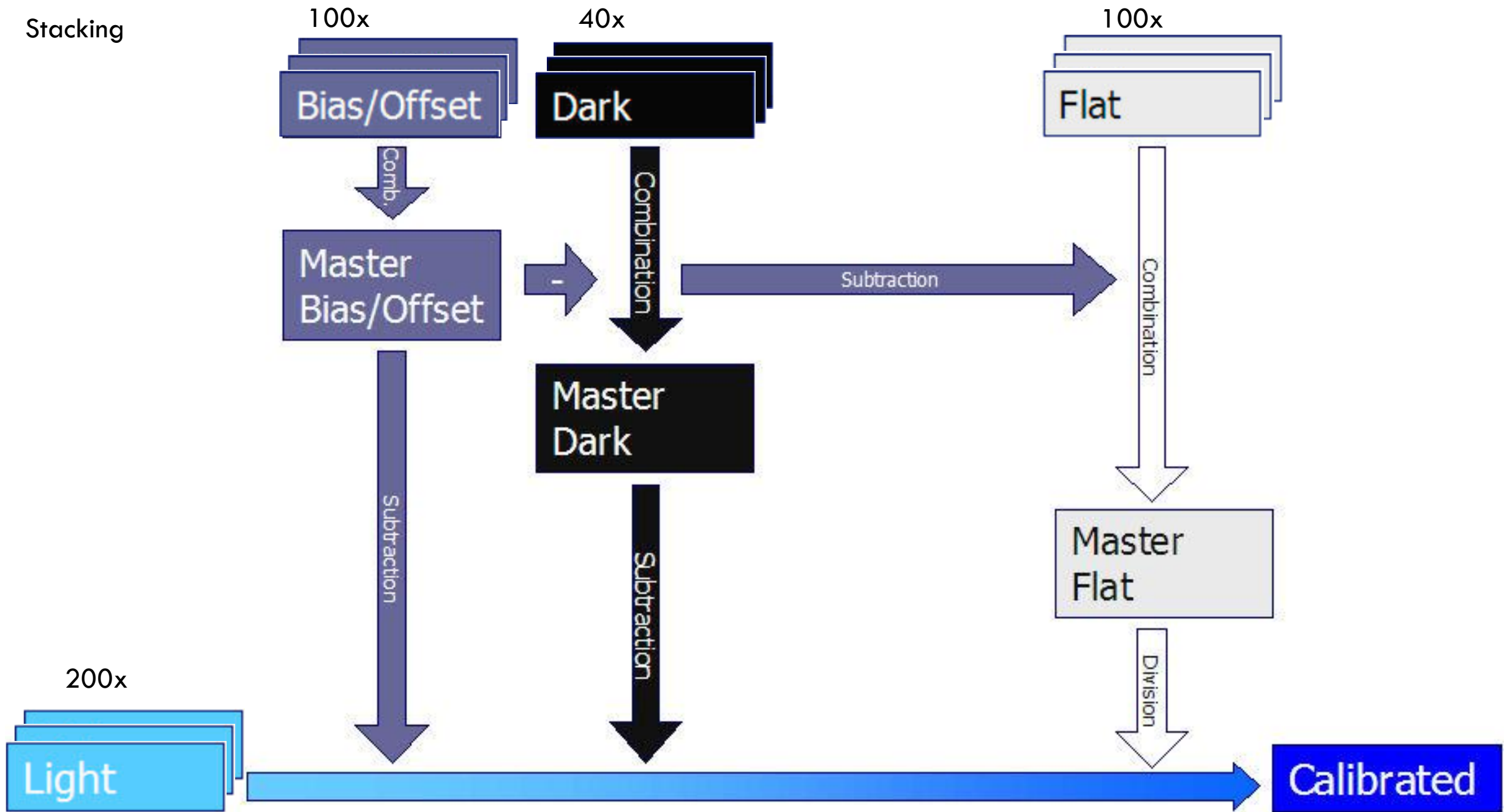
- Master-Dark
- aus 50 Einzelaufnahmen
- geschlossene Blende
- gleiche Belichtungszeit und Temperatur wie Original



# BIAS, DARKS, FLATS

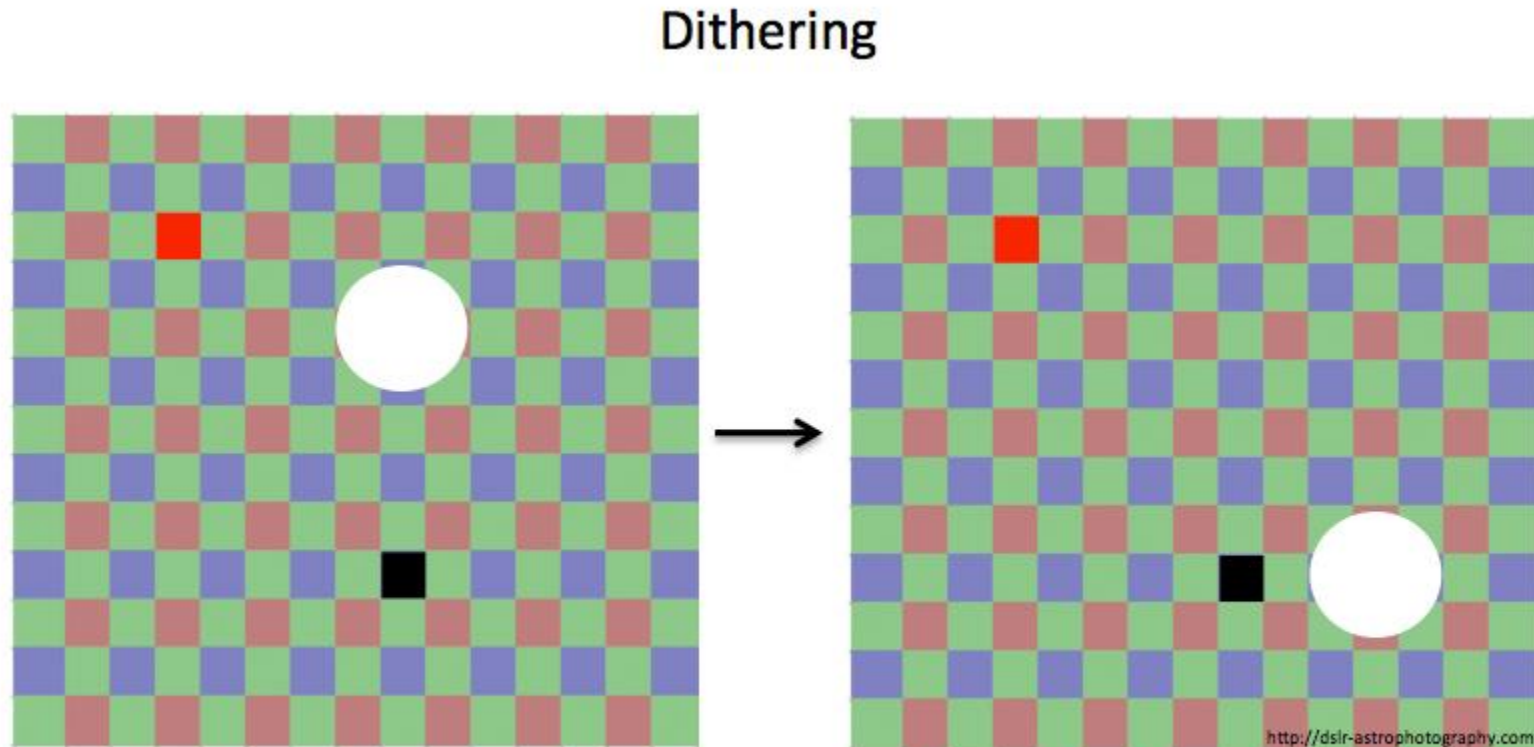
- Master-Flat
- aus 20 Einzelaufnahmen
- gleiche Ausrichtung und Fokus wie Original
- Für alle Filter separat

# Stacking



# DITHERING

- Probleme beim Stacken:
  - Hot- und Cold-Pixel
  - Rausch-“Muster“
- Dithering:
  - Pixelshift vor jeder Aufnahme
  - → Hot-Pixel werden weg-“gemittelt“



By displacing the sensor in between exposures, we have the same signal falling on different pixels that all have different sensitivity. Note that we get rid of hot- and cold pixels easily since they remain in place and will be in different locations after aligning the images.



# SCHMALBANDAUFNAHMEN

- Viele Objekte „strahlen“ hauptsächlich bei bestimmten Spektrallinien (angeregtes Gas), z.B. H-Alpha-, OIII-Linie,...
- Beispiele: Orionnebel, Rosettennebel, uvm.
- Schmalbandfilter → starker Kontrast, wenig Störlicht → beste Details
- Mehrere Linien werden häufig zu kombinierten Schmalbandaufnahmen zusammengefügt
- Hubble-Palette
- Nicht geeignet für Galaxien, Sternhaufen

# SCHMALBANDAUFNAHMEN

- H-Alpha Linie
- 656,3 nm ( $\pm$  3nm)



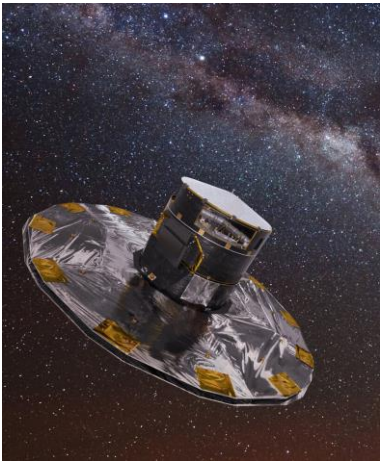
# SCHMALBANDAUFNAHMEN

- OIII Linie
- 500,7 nm ( $\pm$  3nm)



# SCHMALBANDAUFNAHMEN

- R, G, B → RGB
- nur für die Sterne
- Farbkalibrierung  
→ Gaia-Survey  
(vgl. Weißabgleich)
- Astrometrie und  
Spektroskopie





VIELEN DANK