

Test der Lacerta DSP2600c-Kamera: IMX571-Chip von Sony bei unterschiedlichen Herstellern



aus der Arbeit der AVL-Arbeitsgruppe "Deep Sky Fotografie"

Ausgangssituation

- **Nachdem die Tests mit der ASI 2600MCpro keine zufriedenstellenden Ergebnisse produzierten, wurde der Hersteller gewechselt**
- **Zur Auswahl standen die Kameras QHY268 C und Lacerta DeepSkyPro 2600c**
- **Beide Varianten enthalten ebenfalls den neuen IMX571-Chip von Sony mit einem Dynamikumfang von 16 Bit**
- **Ebenfalls sind beide Kameratypen inzwischen auch monochrom erhältlich**
- **Beide Kameras unterscheiden sich allerdings preislich und vom Backfokus sowie von Größe und Gewicht**

QHY 268C

- **Sensorgroße: 1,8“ APS-C-Kamera (26 Megapixeln)**
- **Sensortyp: Sony IMX571 mit 3,76 μm Pixelgröße**
- **Bittiefe: 16 Bit ADC**
- **Auflösung: 6.280 x 4.210 Pixel**
- **Typ: Back-Illuminated Sensor**
- **Kamerafenster: AR-Klarglas, voller Durchlassbereich**
- **Rauscharm: Ausleserauschen von nur 1.1e- bei höchster Verstärkung**
- **Dunkelstrom: 0,0005e- (je Pixel und Sekunde bei -20°C)**
- **Bilder pro Sekunde: 6,8 FPS bei höchster Auflösung**
- **Interner Speicher: 1 Gbyte (Pro-Version: 2 Gbyte)**
- **Kühlung: 2-stufige, thermoelektrische Kühlung (bis 35°C unter Umgebungstemperatur)**
- **Firmware: FPGA upgrade-bar über die USB-Schnittstelle**
- **Interne Beheizung gegen Taubeschlag**
- **Teleskopanschluss: M54 x 0,75 mm mit 12,5 Arbeitsabstand**



QHY 268C mit Anti-Tau-Heizung
(Quelle: www.baader-planetarium.com)

Lacerta DSP2600c

- **Sensorgroße: 1,8“ APS-C-Kamera (26 Megapixeln)**
- **Sensortyp: Sony IMX571 mit 3,76 µm Pixelgröße**
- **Bittiefe: 16 Bit ADC**
- **Auflösung: 6.224 x 4.168 Pixel**
- **Typ: Back-Illuminated Sensor**
- **Kamerafenster: IR-Cut-Filter verbaut**
- **Rauscharm: Ausleserauschen von nur 1.1e- bei höchster Verstärkung**
- **Dunkelstrom: 0,0005e- (je Pixel und Sekunde bei -20°C)**
- **Bilder pro Sekunde: 6,8 FPS bei höchster Auflösung**
- **Interner Speicher: 512 MByte DDR3 RAM**
- **Kühlung: 2-stufige, thermoelektrische Kühlung (bis 42° C unter Umgebungstemperatur)**
- **Firmware: FPGA upgrade-bar über die USB-Schnittstelle**
- **Interne Beheizung gegen Taubeschlag**
- **Teleskopanschluss: M42-Innengewinde mit 17,5 Arbeitsabstand**

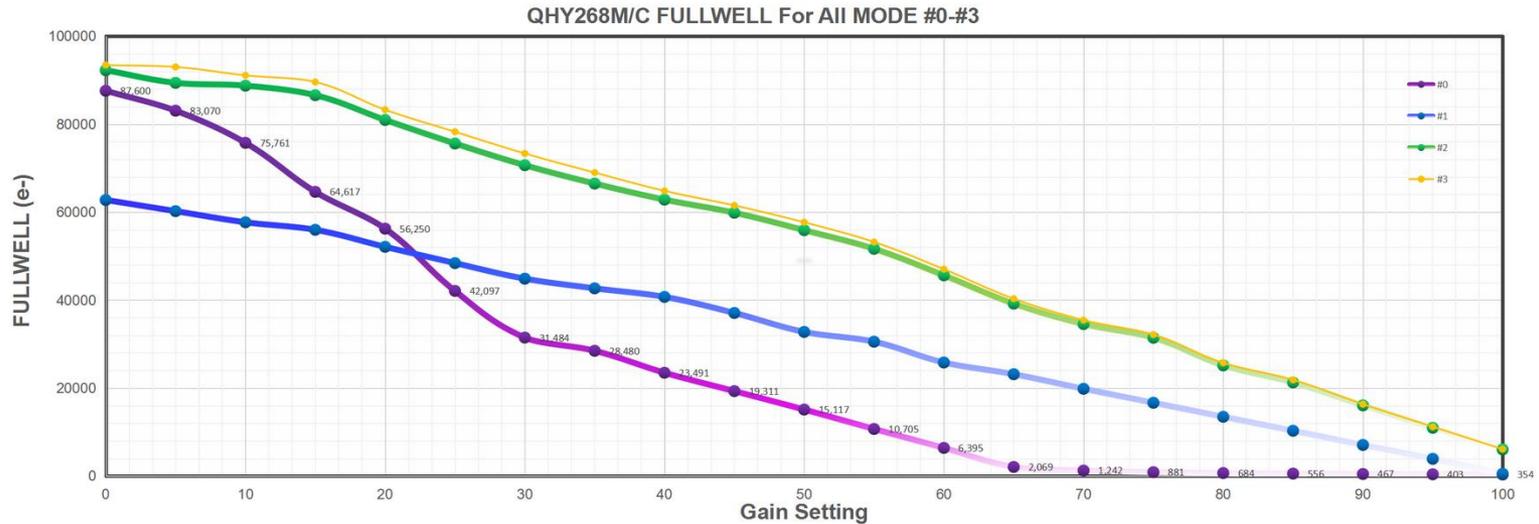
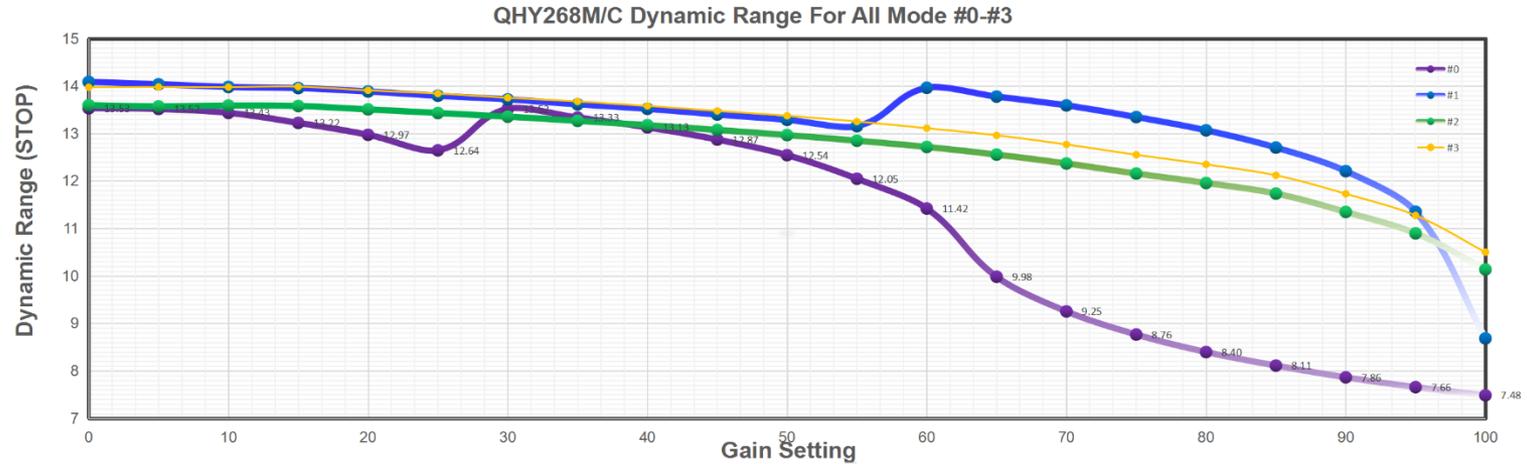


Lacerta DSP2600c mit Anti-Tau-Heizung
(Quelle: www.lacerta-optics.com/)

Besonderheiten der QHY 268C

- **Das Kameraschutzfenster ist nicht durch einen IR-Cut-Filter im Durchlassbereich beschränkt worden**
- **Diverse Abstandshülsen für den Backfokus und Bildrotator**
- **Es lassen sich 4 unterschiedliche Auslesemodi einstellen:**
 - **Modus #0: Standard-Auslesemodus – bei Gain-Einstellung zwischen 25-26 sinkt das Ausleserauschen auf 2,5 e-**
 - **Modus #1: Hohe Verstärkung – niedrigeres Ausleserauschen bei einer etwas geringeren Full-Well-Kapazität**
 - **Modus #2: Erweiterter Fullwell-Modus – es wird der größte FWC-Wert erreicht, das Ausleserauschen liegt bei 7 e-**
 - **Modus #3: Multi-Sampling – identisch mit Modus #2, aber geringeres Ausleserauschen zwischen 4,5-5,5 e-**

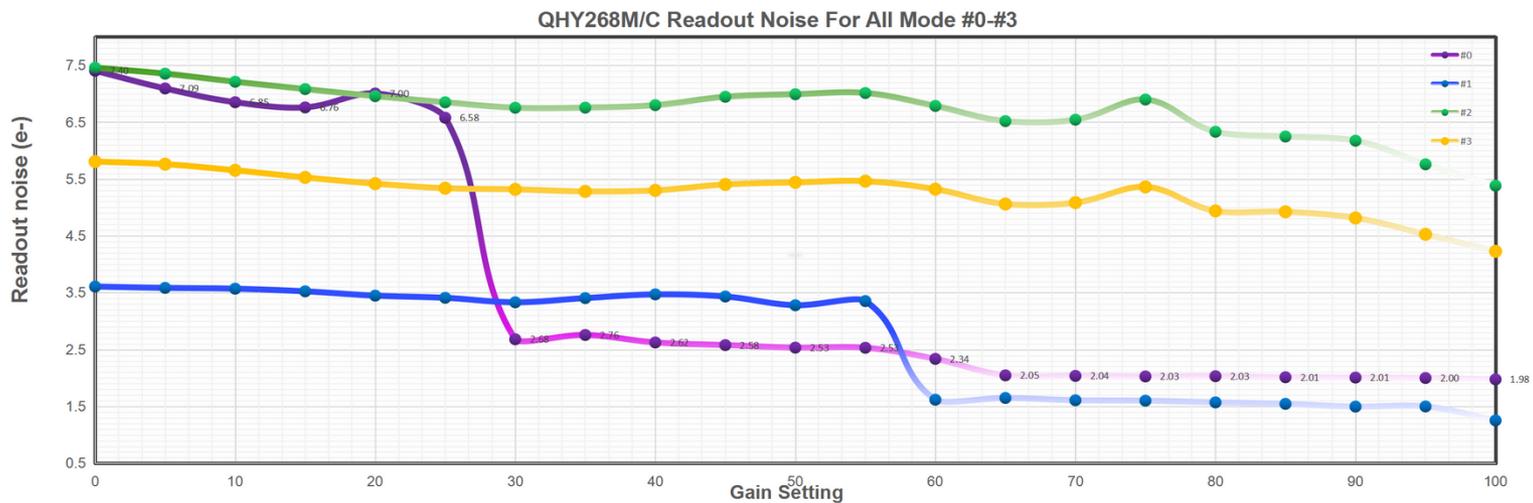
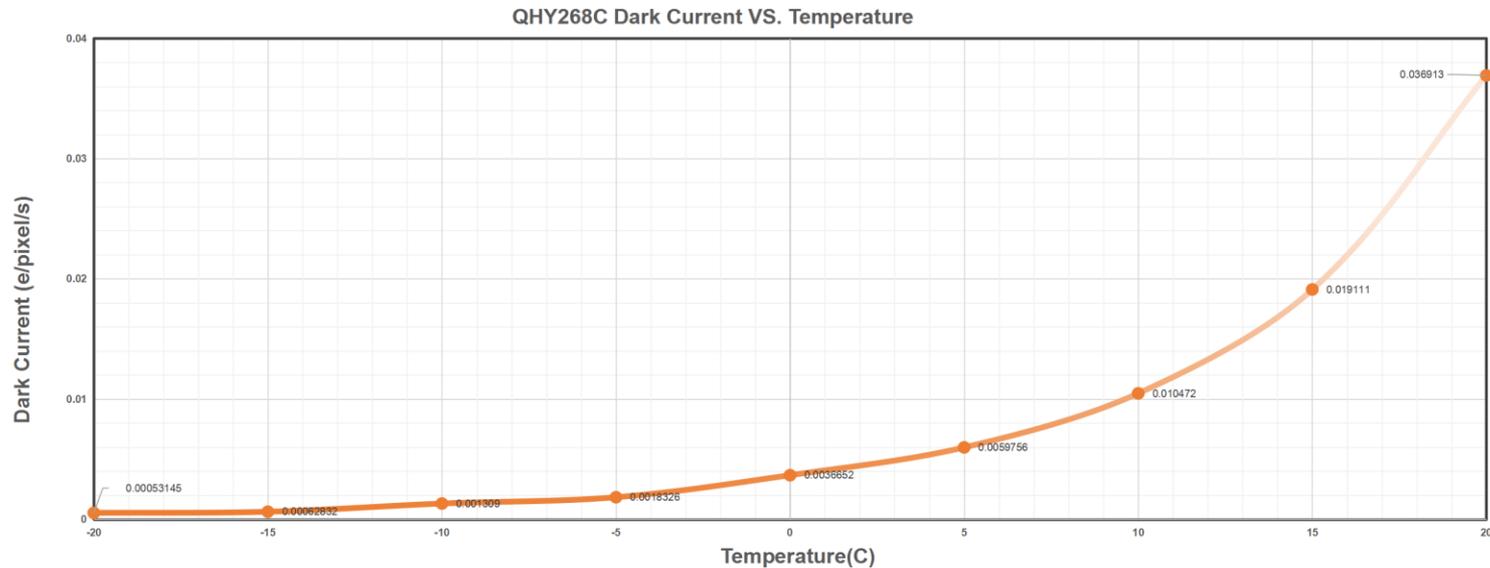
QHY 268C: Auslesemodi (1)



QHY 268C-Ausleserauschenmodi (Quelle: www.baader-planetarium.com)

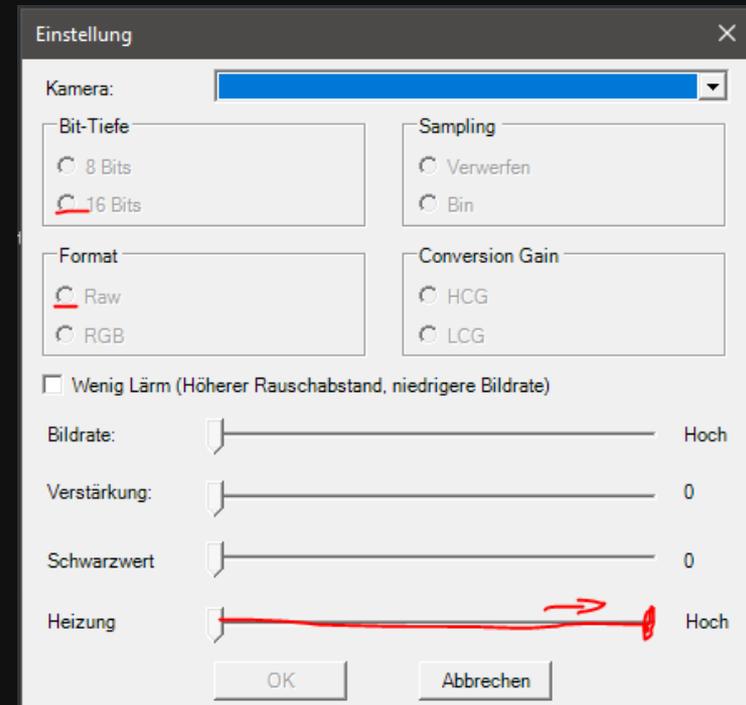


QHY 268C: Auslesemodi (1)

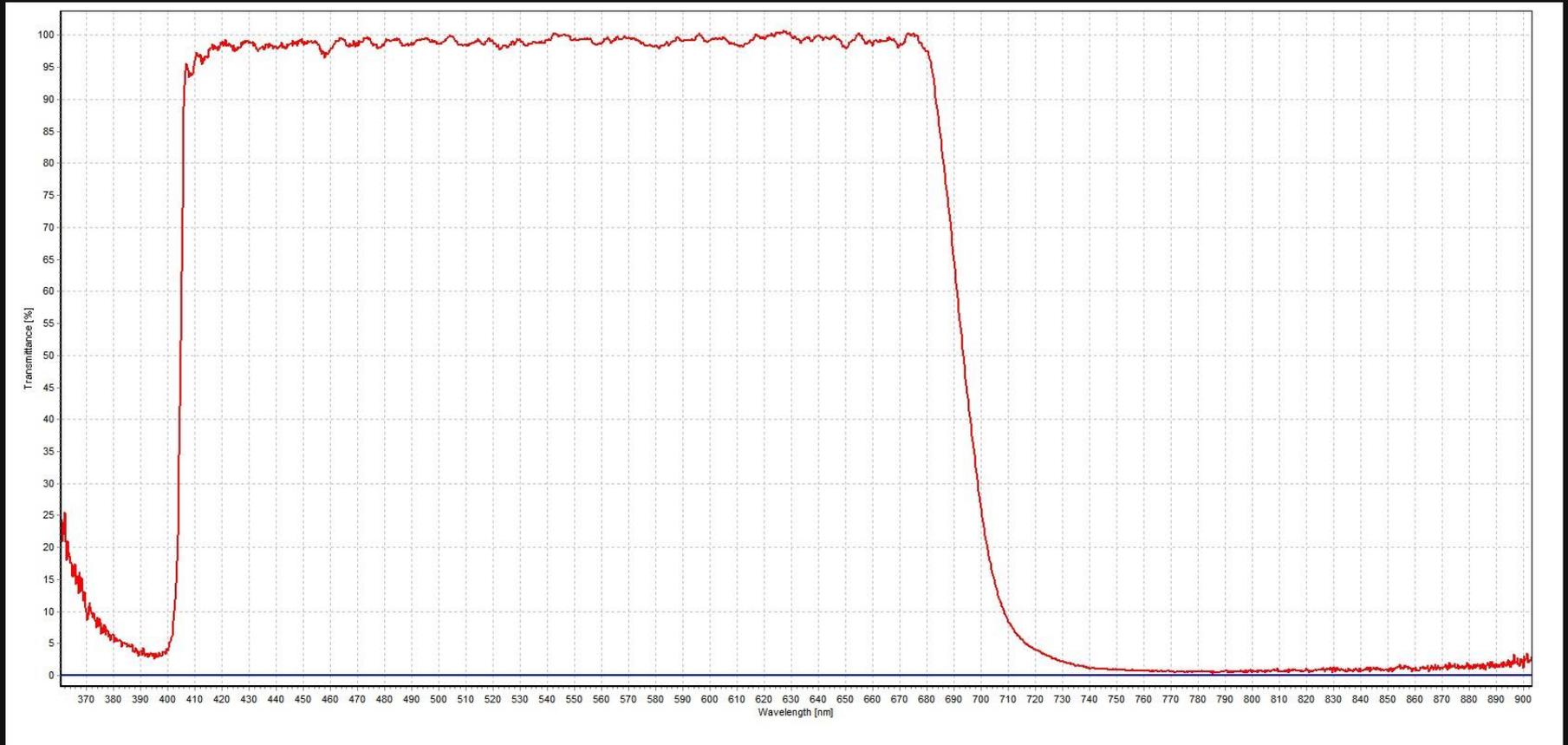


Besonderheiten der Lacerta DSP2600c

- **Gleicher Backfokus wie die ASI-Kameras von 17,5 mm: leichtere Anpassung an Reducer und Flattner**
- **Es lassen sich zwei unterschiedliche Conversion-Gain-Modi einstellen:**
 - **Low Conversion Gain (LCG)**
 - **High Conversion Gain (HCG)**
- **LCG ist vergleichbar mit Modus #0**
- **HCG ist vergleichbar mit Modus #1**
- **Außerdem lassen sich die Heizung und die Bildrate regeln**
- **Typische Parameter: Gain = 0, Offset = 20-100**



Durchlassfenster der Lacerta DSP2600c



Transmissionsfenster der Lacerta DSP2600c mit IR-Cut-Filter (Quelle: www.lacerta-optics.com/)

Fazit zum Kameravergleich

- **Es wurde sich für die Lacerta DSP 2600c entschieden:**
 - **Gleicher Chipabstand zum Korrektor (17,5 mm) im Vergleich zu den ASI-Kameras**
 - **Gleiches Innengewinde wie bei den ASI-Kameras**
 - **Teleskop Service (TS) konnte die QHY268 nicht liefern (es gibt sie nur von Baader), weshalb ein Umtausch ausfiel**
 - **Preisunterschied von 500 Euro zur QHY-Kamera**
 - **Sehr guter Support von Lacerta**
 - **Kompakter und leichter als die QHY-/ASI-Kamera**
- **Bildvergleiche kann es daher im folgenden nur zur ASI 2600MC geben**

Dark-Frame-Vergleich zur ASI 2600MC

- **Beide Dark-Frames weisen keinerlei Verstärkergeräuschen auf**
- **Die Kühlung ist bei der Lacerta DSP 2600c stärker, als bei der ASI 2600MCpro**
- **Beim Vergleichsbild sieht man mehr Dead Pixel bei der ASI 2600MCpro**
- **Dafür besitzt die Lacerta DSP 2600c mehr Hot Pixel**
- **Die ASI 2600MCpro ist nur High Conversion Gain (HCG) nutzbar**



Dark-Frame, ASI 2600MCpro bei Gain 100, 5 min Belichtung, -10° C



Dark-Frame, Lacerta DSP2600c bei Gain 100, 5 min Belichtung, -10° C

Erste Testaufnahme im Vergleich (1)

Messier 13
(NGC 6205)



Kamera: ASI 2600MC, Gain: 100 (Lowest Read Noise), Filter: IDAS-Nebelfilter, Teleskop: Refraktor TS PHOTOLINE 130 mm-f/7-Triplett-APO, Reducer: TS-Optics Field Flattener, 2'' Corrector, Öffnungsverhältnis: 1/7, Brennweite: 910 mm, Belichtung pro Bild: 5 min, Bildanzahl: 28, Gesamtbelichtung: 2,5 Stunden, Datum: 23. Juli 2021



Erste Testaufnahme im Vergleich (2)



Messier 13
(NGC 6205)

Kamera: Lacerta DSP 2600c, Gain: 100 (Low Conversion Gain), Filter: IDAS-Nebelfilter, Teleskop: Refraktor TS PHOTOLINE 130 mm-f/7-Triplett-APO, Reducer: TS-Optics Field Flattener, 2'' Corrector, Öffnungsverhältnis: 1/7, Brennweite: 910 mm, Belichtung pro Bild: 5 min, Bildanzahl: 40, Gesamtbelichtung: 3,5 Stunden, Datum: 22. Juli 2021



Erstes Vergleichsresultat (1)

- **Der unruhige Bild-Hintergrund der ASI 2600MC ist bei der Lacerta DSP 2600c nicht mehr vorhanden**
- **Besserer Schwarzwert des Bildhintergrunds**
- **Die Hot-Pixel spielen keine Rolle bei der Bildentwicklung**
- **Keinerlei Dead Pixel bei der Lacerta-Kamera**
- **Das Rauschen ist extrem gering bei beiden Kameras**
- **Die Sternfarben kommen bei der Lacerta DSP 2600c noch besser zur Geltung**
- **Die Kühlung funktioniert bei der Lacerta-Kamera ausgesprochen zuverlässig – auch bei hohen Umgebungstemperaturen**

Erstes Vergleichsresultat

- **M13-Bilder beider Kameras im direkten Vergleich:**



ASI 2600MCpro-Aufnahme

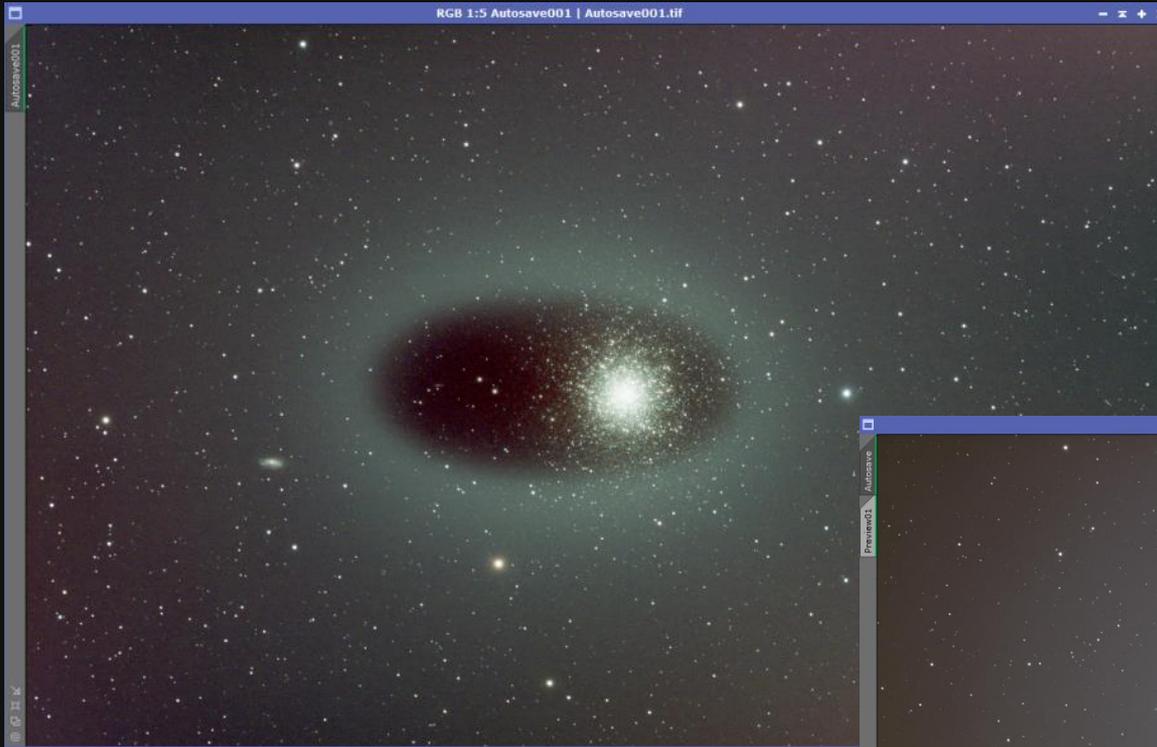


Lacerta DSP 2600c-Aufnahme

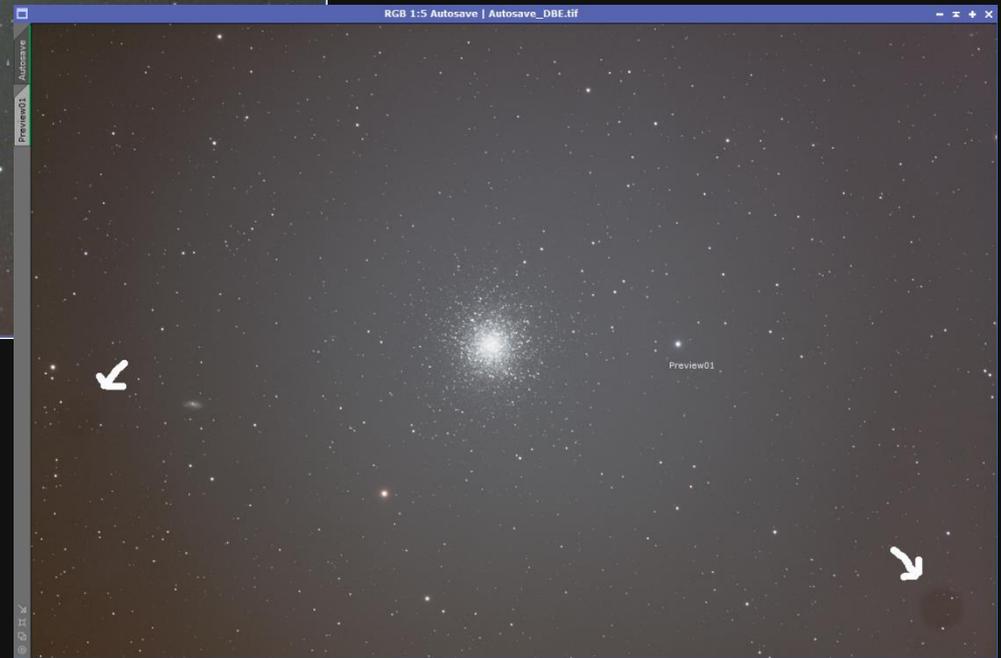
Erstes Problem bei den Aufnahmen (1)

- **Kühlung**
 - Bei der Kühlung fiel auf, dass diese nicht sofort ansprang, wenn sie in APT gestartet wurde
 - Erst bei aktiver Verwendung von „Live View“ oder bei den Reihenaufnahmen lief sie
 - Bei hin- und herschalten zwischen beiden Modi musste darauf geachtet werden, dass sie an blieb
 - Die Kühlung geht beim Nominalwert von -10°C oft auch auf $-11,3^{\circ}\text{C}$ und fällt danach auf konstant -10°C zurück
- **Vereisung**
 - Bei der zweiten Aufnahme konnte eine Art „Vereisung“ festgestellt werden (siehe nächstes Bild)
 - Außerdem waren zwei Staubkörner zu erkennen

Erstes Problem bei den Aufnahmen (2)



Darstellung der „Vereisung“ des Chip-Sensors



Darstellung der (vor-)gestreckten Summenbilder in PixInsight von Messier 13

Erstes Problem bei den Aufnahmen (3)

- **Kühlung**

- Zur Abhilfe wird bei APT die Kühlung bei der Erstellung der eigentlichen Aufnahmen noch einmal gestartet
- Dadurch lief die Kühlung alle Nächte (auch bei höheren Temperaturen) sehr stabil durch
- Der APT-Bug ist bekannt gemacht worden und wird in einer der nächsten Versionen bereinigt

- **Vereisung**

- Die Staubkörner konnten durch Reinigung des Fensterglases eliminiert werden
- Bei der „Vereisung“ wurde die Heizung nach Empfehlungen von Lacerta auf 75% gestellt
- Das Phänomen fiel auf, wenn ein Filter mit anderer Temperatur getauscht wurde
- Das Problem ist nie wieder aufgetaucht, seitdem Filter mit gleicher Umgebungstemperatur getauscht werden

Weitere Testaufnahmen

- **Nachdem die ersten Probleme gemeistert wurden, entstanden weitere Testaufnahmen**
- **Dabei lag der Fokus auf folgenden Eigenschaften:**
 - **Wie viel Rotanteile würde der IR-Cut-Filter durchlassen?**
 - **Wie klappt das Zusammenspiel zwischen der Kamera und dem Schmalbandfilter von Optolong L-eXtreme?**
 - **Lassen sich mit zusätzlichen [SII]-Aufnahmen auch Bilder der Hubble-Palette anfertigen?**
 - **Wie kann man [SII] und Duobandfilter zusammenbringen bzw. lassen sich H α und [OIII] voneinander separieren?**

Crescent-Nebel (NGC 6888)



**Kamera: Lacerta DSP 2600c, Gain: 0 (High Conversion Gain), Filter: Optolong 2" L-eXtreme Schmalband, Teleskop: Refraktor TS PHOTOLINE
130 mm-f/7-Triplett-APO, Reducer: TS-Optics Field Flattener, 2" Corrector, Öffnungsverhältnis: 1/7, Brennweite: 910 mm, Belichtung pro Bild: 5 min,
Bildanzahl: 50, Gesamtbelichtung: 4 Stunden, Datum: 29. Juli 2021**



Pickering's Triangular Wisp



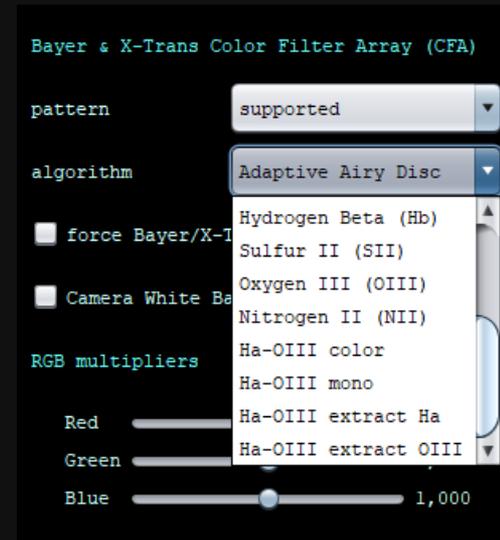
Kamera: Lacerta DSP 2600c, Gain: 0 (High Conversion Gain), Filter: Optolong 2" L-eXtreme Schmalband, Teleskop: Refraktor TS PHOTOLINE
130 mm-f/7-Triplett-APO, Reducer: TS-Optics Field Flattener, 2" Corrector, Öffnungsverhältnis: 1/7, Brennweite: 910 mm, Belichtung pro Bild: 5 min,
Bildanzahl: 69, Gesamtbelichtung: 6 Stunden, Datum: 01. September 2021

Auf dem Weg zu Hubble-Palette (1)

- Bei Aufnahmen von $H\alpha$ und [OIII] kann noch ein den echten Farben ähnliches Bild erstellt werden, wenn man $H\alpha$ = Rot und [OIII] = Grün und Blau zuordnet
- Speziell bei dem breitbandigen Schmalbandfilter L-eNhance ist dies mittels normaler RGB-Bildverarbeitung relativ einfach möglich
- Bereits Bicolor-Bilder zeigen Nebelregionen eindrucksvoll. Warum daher überhaupt ein Bild nach Hubble-Palette erstellen?
 - Die Detailfülle nimmt nochmals zu
 - Die $H\alpha$ - und [SII]-Emissionslinie liegt im roten Farbbereich und ist daher vom menschlichen Auge nicht zu unterscheiden
 - Klareres unterscheiden der Elemente Wasserstoff, Schwefel und Sauerstoff
 - Bei großen Nebelgebieten überstrahlt meistens $H\alpha$ andere Anteile

Auf dem Weg zu Hubble-Palette (2)

- Wenn Schmalbandaufnahmen mit OSC-Kameras möglich sind, lässt sich auch über die Hubble-Palette nachdenken
- Die Duofilter-Aufnahmen liefern bereits H α und [OIII], daher könnte das Bildergebnis mit einer weiteren [SII]-Aufnahme kombiniert werden
- Dazu muss von der Duofilter-Aufnahme H α und [OIII] voneinander separiert werden können
- Diese Möglichkeiten bieten folgende Programme an:
 - Astro Pixel Processor (APP): <https://www.astropixelprocessor.com>
 - SIRIL: <https://www.siril.org>
- Beide Programme unterstützen explizit die Verwendung von Duofiltern



Separierung der Duofilter-Aufnahme



H α -Aufnahme aus dem Duofilter-Bild extrahiert



[OIII]-Aufnahme aus dem Duofilter-Bild extrahiert

Weitere Aufnahme mit [SII]-Filter



Kamera: Lacerta DSP 2600c, Gain: 0 (High Conversion Gain), Filter: Optolong S-II Deep-Sky Filter 6,5 nm, Teleskop: Refraktor TS PHOTOLINE
130 mm-f/7-Triplett-APO, Reducer: TS-Optics Field Flattener, 2" Corrector, Öffnungsverhältnis: 1/7, Brennweite: 910 mm, Belichtung pro Bild: 5 min,
Bildanzahl: 41, Gesamtbelichtung: 3,5 Stunden, Datum: 31. August 2021



Bearbeitung der Hubble-Palette

- Alle **Light-/Dark-/Flat-/Bias-Frames** werden in das Programm **Astro Pixel Processor (APP)** eingelesen
- Als **Algorithmus zur Bildverarbeitung** wird in zwei Arbeitsschritten in **APP** eingestellt:
 - **Ha-OIII extract Ha**
 - **Ha-OIII extract OIII**
- Anschließend werden beiden **s/w-Bilder** auf das **[SII]-Bild** ausgerichtet
- Dies kann man mittels **PixInsight** und der Funktion „**Dynamic Alignment**“ umsetzen
- Anschließend werden die **Bilder** (z.B. über **Fitswork**) wie folgt übereinandergelegt:
 - **[SII] = Rot** (einfach ionisierter Schwefel)
 - **H α = Grün** (Wasserstoff)
 - **[OIII] = Blau** (zweifach ionisierter Sauerstoff)

Crescent-Nebel (NGC 6888)



Kamera: Lacerta DSP 2600c, Gain: 0 (High Conversion Gain), Filter: Optolong 2" L-eXtreme Schmalband und S-II-Filter 6,5 nm, Teleskop: Refraktor TS PHOTOLINE 130 mm-f/7-Triplett-APO, Reducer: TS-Optics Field Flattener, 2" Corrector, Öffnungsverhältnis: 1/7, Brennweite: 910 mm, Belichtung pro Bild: 5 min, Bildanzahl: 91, Gesamtbelichtung: 7,5 Stunden, Datum: 29. Juli und 31. August 2021



Pickering's Triangular Wisp



Kamera: Lacerta DSP 2600c, Gain: 0 (High Conversion Gain), Filter: Optolong 2" L-eXtreme Schmalband und S-II Deep-Sky-Filter 6,5 nm,
Teleskop: Refraktor TS PHOTOLINE 130 mm-f/7-Triplett-APO, Reducer: TS-Optics Field Flattener, 2" Corrector, Öffnungsverhältnis: 1/7,
Brennweite: 910 mm, Belichtung pro Bild: 5 min, Bildanzahl: 135, Gesamtbelichtung: 11 Stunden, Datum: 01. und 02. September 2021



Intensität der Emissionslinien

- Die Intensität der Emissionslinien unterscheidet sich je nach Objekt
- In Planetarischen Nebeln kann z.B. [OIII] wesentlich heller sein, als in $H\alpha$
- Das Gleiche gilt bei Supernova-Überresten
- Bei großflächigen Nebelgebieten ist eher mit einer Verteilung zu rechnen
 - $H\alpha$ setzt sich am stärksten durch
 - [OIII] ist schwächer
 - [SII] ist am schwächsten
- Ziel ist es, die enthaltenen Schockfronten und Dunkelnebel herauszuarbeiten
- Jedes Objekt sollte vorab dahingehend geplant werden

Überwiegende [OIII]-Anteile bei PN



Messier 27
(Hantel-
nebel)

Kamera: ASI 2600MCpro, Gain: 100, Filter: Optolong 2" L-eXtreme/L-eNhance, Teleskop: Refraktor TS PHOTOLINE 130 mm-f/7-Triplett-APO,
Reducer/Flattner: TS-Optics Field Flattener, 2" Corrector, Öffnungsverhältnis: 1/7, Brennweite: 910 mm, Belichtung pro Bild: 5 min,
Bildanzahl: 53, Gesamtbelichtung: 4,5 Stunden, Datum: 10., 12. und 14. Juni 2021



Fazit

- **Nachdem drei ASI 2600MCpro getestet wurden, die aus unterschiedlichen Gründen keine guten Ergebnisse lieferten, ist man nun mit der Lacerta DSP 2600c endlich am Ziel angekommen**
- **Der IMX571-Chip von Sony ist daher uneingeschränkt zu empfehlen (auch die monochrome Version) – nur nicht immer die Umsetzung einiger Hersteller**
- **Das Rauschen ist bei ihm so gering, dass auf Dark-Frames bei allen Aufnahmen erfolgreich verzichtet werden konnte**
- **Im Zusammenspiel mit einem Duofilter kommt er einer Monochrom-Kamera bei Nebelaufnahmen qualitativ sehr nah**
- **Damit lassen sich sogar Bilder in der Hubble-Palette aufnehmen**
- **Schmalband-Fotografie ist daher nun auch durch OSC-Kameras nun möglich geworden**

Herzlichen Dank für Eure Aufmerksamkeit!!

