

Vergleich zweier APS-C-Kameras von ZWOptical: ASI 071MCpro versus ASI 2600MCpro



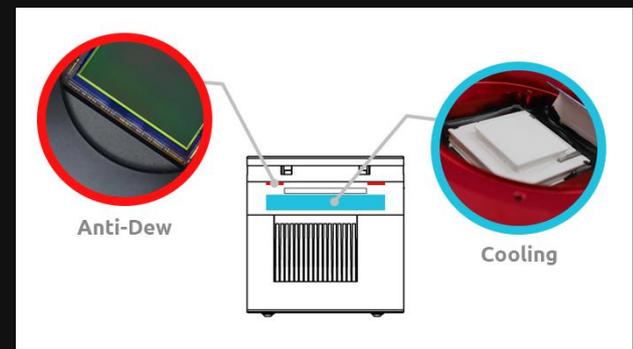
aus der Arbeit der AVL-Arbeitsgruppe "Deep Sky Fotografie"

Ausgangssituation

- **ZWOptical hat seit dem Jahr 2016/2017 die APS-C-Format-Kamera ASI 071MCpro auf den Markt gebracht**
- **Sie besaß als erste CMOS-Kamera kein Verstärkergeräuschen und eine Anti-Tau-Heizung**
- **Daher ist sie inzwischen in der Astroszene stark verbreitet**
- **Im Jahr 2020 brachte ZWOptical die ASI 2600MCpro auf den Markt mit dem gleichen APS-C-Format**
- **Daher sollte ein Test zeigen, wie beide Kameras im Vergleich abschneiden**
- **Nicht nur die Preise beider Kameras unterscheiden sich, sondern auch der Chip und die Chip-Technik**

ASI 071MCpro (1)

- **Sensorgröße: 1,8“ (APS-C)**
- **Sensortyp: Sony IMX071 mit 4,78 µm Pixelgröße**
- **Bittiefe: 14 Bit ADC**
- **Auflösung: 4.944 x 3.284 Pixel**
- **Typ: Front-Illuminated Sensor**
- **AR-Klarglasfilter: voller Durchlass auch im Infraroten**
- **Rauscharm: Leserauschen von 2,3e**
- **Bilder pro Sekunde: 10 FPS**
- **Die Pro-Version hat folgende Neuerungen erhalten:**
 - **Neues Gehäuse, welches noch besser gegen Vereisung schützt**
 - **2-Stufen-Kühlungssystem**
 - **Anti-Tau-Heizung gegen Vereisung am Schutzglas eingebaut**
 - **DDR3 256 MB Pufferspeicher für besseren Dunkelstrom**
 - **Justierbare Anschlussplatte**



ASI 071MCpro mit Anti-Tau-Heizung
(Quelle: <https://astronomy-imaging-camera.com>)

ASI 071MCpro (2)

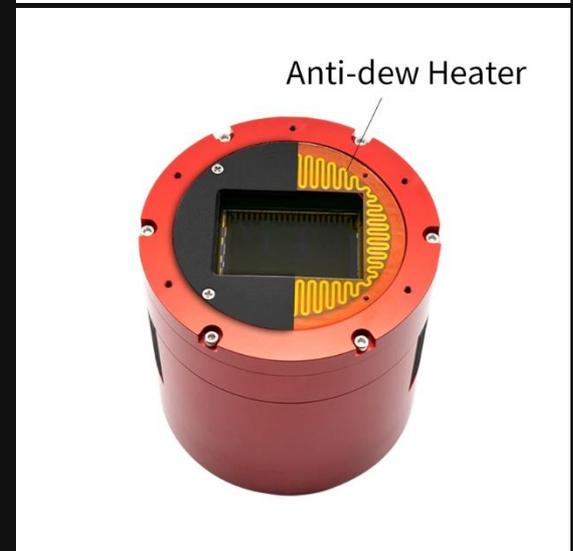
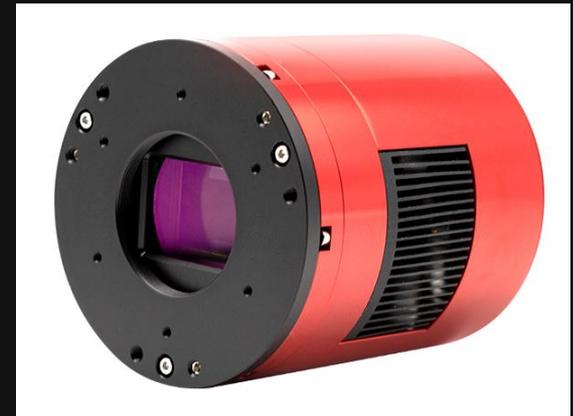
- Die erste Version der ASI 071MCpro hatte noch Probleme mit Sensorbeschlag und Vereisung
- Die Version 2 besaß ein verbessertes Gehäuse und eine justierbare Anschlussplatte gegen Verkippung (siehe Abbildung)
- Die angegebene Kühlleistung des Herstellers konnte nicht immer erreicht werden
- Grundsätzlich gab es bei der Nutzung seit 2018 bis heute aber keinerlei Fehler oder Beanstandungen
- Fazit: Bewährter aber älterer Sensor von Sony, der ebenfalls schon in den Kameras von Nikon (D7000/D5100) verbaut wurde (seit 2010)



Vergleich der ersten und zweiten Version der ASI 071MC

ASI 2600MCpro

- **Sensorgröße: 1,8“ (APS-C)**
- **Sensortyp: Sony IMX571 mit 3,76 µm Pixelgröße**
- **Bittiefe: 16 Bit ADC**
- **Auflösung: 6.248 x 4.176 Pixel**
- **Typ: Back-Illuminated Sensor mit Zero-Amp-Glow-Technik, um Verstärkergeräuschen zu vermeiden**
- **IR-Sperrfilter: kein extra Infrarotfilter notwendig**
- **Sehr rauscharm: Leserauschen von 1,0e bis 3,3e**
- **2-Stufen-Kühlungssystem**
- **Anti-Tau-Heizung gegen Vereisung am Schutzglas eingebaut**
- **DDR3 256 MB Pufferspeicher für besseren Dunkelstrom**
- **Justierbare Anschlussplatte**
- **Bilder pro Sekunde: 3,51 FPS**



ASI 2600MCpro mit Anti-Tau-Heizung
(Quelle: <https://astronomy-imaging-camera.com>)

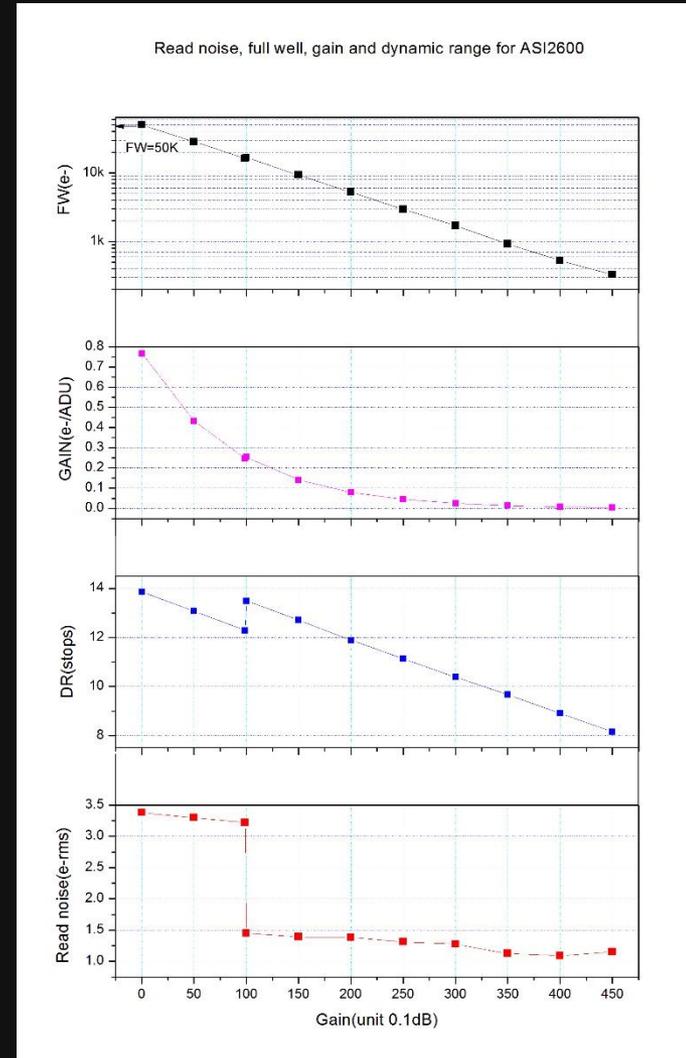
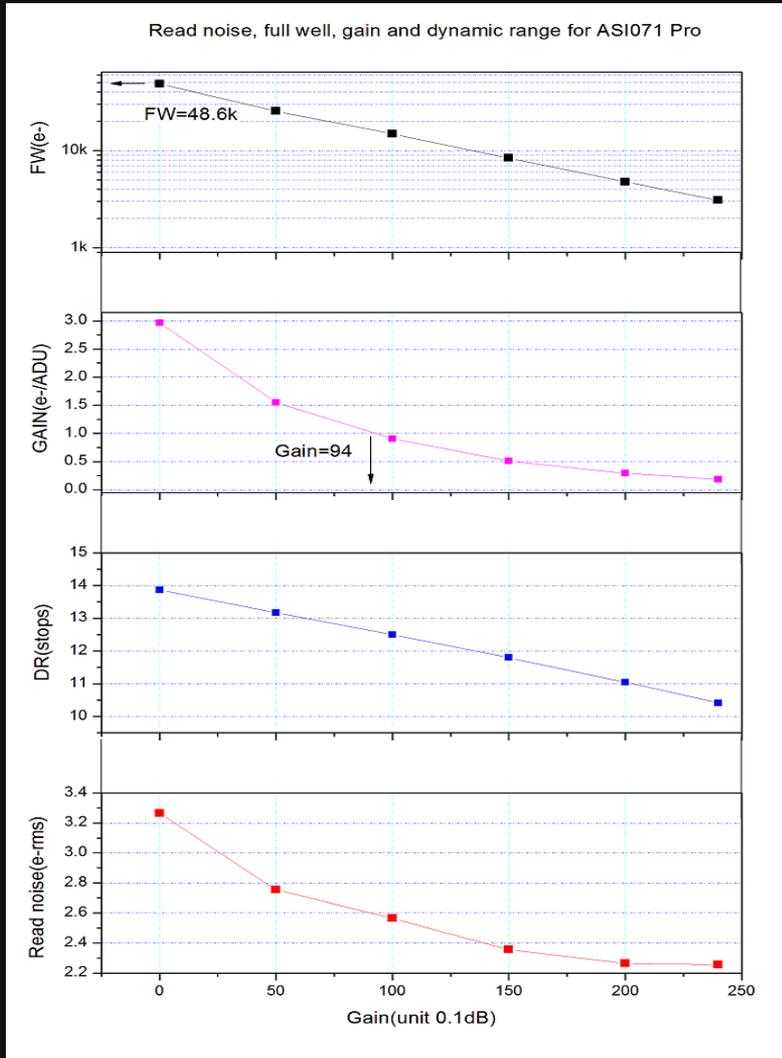
Bittiefe: 14 Bit versus 16 Bit

- **Der Dynamikumfang hat sich durch 16 Bit deutlich erhöht: es werden 14 Stopps (Blenden) erreicht (wie bei der ASI071MC)**
- **16 Bit ergibt 65.536 Zustände (14 Bit = 16.384 Zustände)**
- **Das bedeutet, dass die Bildschärfe und der Kontrast sich ebenfalls verbessert haben**
- **Es werden weichere und natürlichere Farbübergänge geschaffen**
- **Die Sterne sollten weniger schnell ausbrennen**



Quelle: <https://astronomy-imaging-camera.com>

Rauschverhalten und QE (1)



Quelle: <https://astronomy-imaging-camera.com>



Rauschverhalten und QE (2)

- **Beide Kameras haben eine ähnliche Full-Well-Capacity (FWC) von 48.000 e- bzw. 50.000 e-**
- **Sehr geringes Dunkelstrom- und Ausleserauschen**
- **Bei Gain = 100 wird das geringste Ausleserauschen erreicht**
- **Man kann eigentlich nur Gain zwischen 0 und 100 wählen, im Gegensatz zur ASI 071MC, die drei Modi besitzt**
- **Bei Gain = 100 ist automatisch der High Gain Mode (HGM) eingeschaltet, mit geringem Ausleserauschen und hoher Dynamik**
- **Bei Gain = 0 besitzt aber die Kamera den höchsten FWC-Wert und sammelt hiermit also die meisten Photonen**

Front-Side versus Back-Side

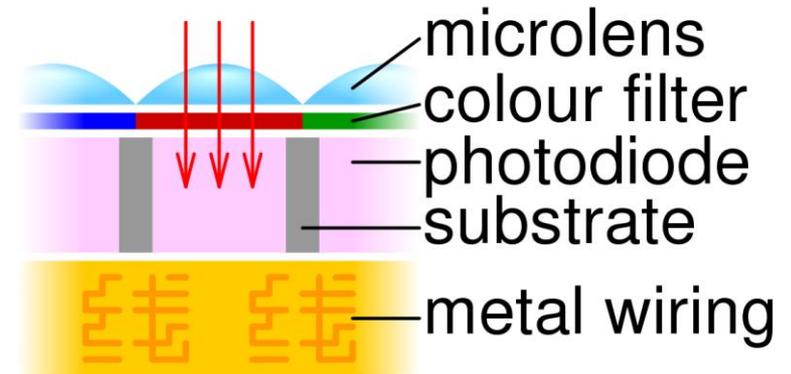
• Front-Side Illumination

- Die Photo-Diode, ein Gerät, das Licht in elektrischen Strom umwandelt, befindet sich am unteren Ende des Sensors
- Dadurch muss das Licht durch mehrere Oberflächen hindurchgehen und ein Teil der Photonen geht verloren

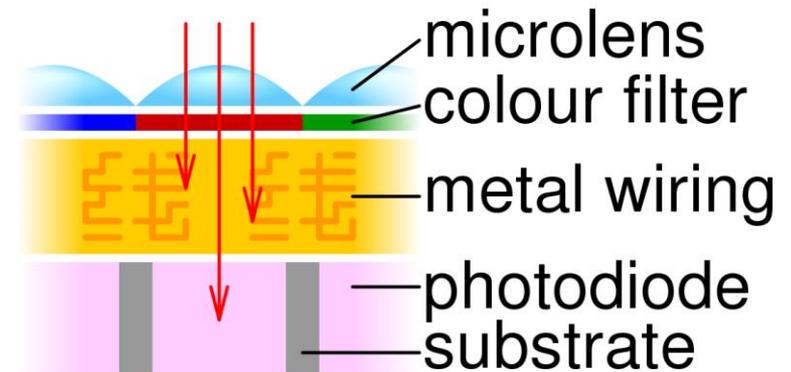
• Back-Side Illumination

- Das gesamte System wurde umgestaltet und die Fotodiode nach vorne gebracht
- Dadurch werden quasi alle eingefangenen Photonen ausgewertet
- Die Lichtempfindlichkeit bzw. Quanteneffizienz wird größer
- Bisher litt allerdings diese Technik unter einem signifikanten Verstärkergeräuschen

1. Back-side illumination



2. Front-side illumination



Vergleich der Back-/Front-Illuminated-Technik
(Quelle: <https://astronomy-imaging-camera.com>)

Darkframes

- **Beide Dark-Frames weisen jeweils kein Verstärkerglühen auf**
- **Das Dark-Frame der ASI 2600MCpro rauscht etwas weniger**
- **Dead Pixel sind in beiden Fällen vorhanden, aber im normalen Toleranzbereich**
- **Damit scheint der Hersteller das Verstärkerglühen auch bei den Back-Illuminated-Kameras in den Griff bekommen zu haben**



Darkframe A.S.I.071MCpro bei Gain 90 und 5 min Belichtung



Darkframe A.S.I.2600MCpro bei Gain 100 und 5 min Belichtung

Erste Einschätzung der Eigenschaften

- Die Auflösung hat sich positiverweise vergrößert
- Die Pixelgröße hat sich von 4,78 μm auf 3,76 μm verringert
- Die Dark-Frames beider Kameras besitzen die gleiche Qualität
- Durch Back-Illuminated-Technik und 16 Bit ist die Kamera noch empfindlicher und besitzt einen größeren Dynamikumfang
- IR-Cut-Filter ist fest eingebaut, wodurch auch ohne (Infrarot)-Filter fotografiert werden kann
- Die Kamera ist empfindlicher geworden bei gleichzeitig geringerem Rauschverhalten
- Die ASI 2600MCpro ist größer und schwerer geworden
- Es werden allerdings 50 Mbyte pro Aufnahme erzeugt!

ASI 071MCpro-Aufnahme (1)



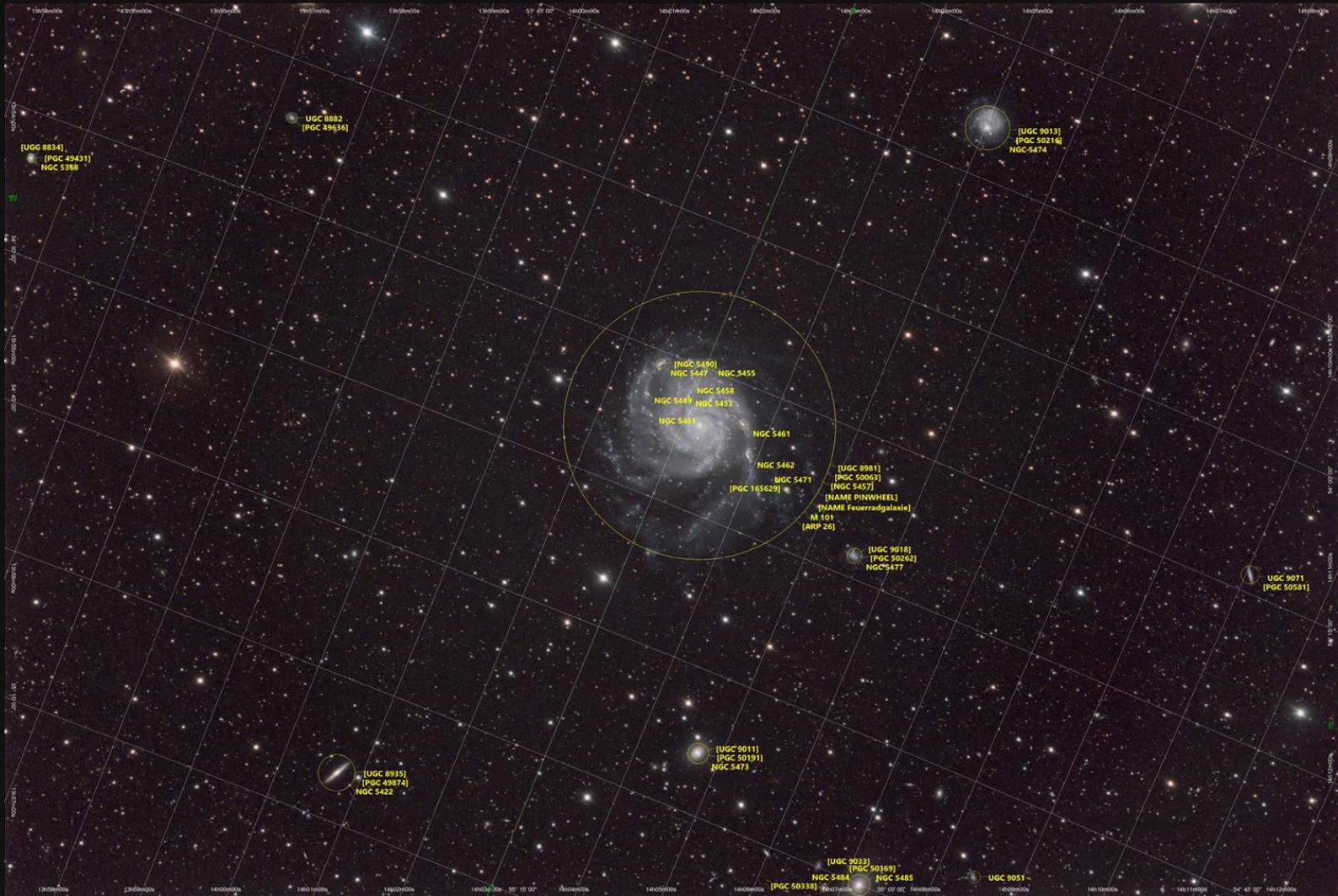
Messier
101
(NGC
5457)

Kamera: ASI 071MC, Gain: 139 (Unity Gain), Filter: IDAS-Nebelfilter, Teleskop: Celestron C11 SC XLT, Reducer: HyperStar für C11, Öffnungsverhältnis: 1/2, Brennweite: 560 mm, Belichtung pro Bild: 1 min, Bildanzahl: 239, Gesamtbelichtung: 4 Stunden, Datum: 23. Februar 2018



ASI 2600MCpro-Aufnahme (1)

Messier 101
(NGC 5457)



Kamera: ASI 2600MC, Gain: 100 (Lowest Read Noise), Filter: IDAS-Nebelfilter, Teleskop: Celestron C11 SC XLT, Reducer: HyperStar für C11, Öffnungsverhältnis: 1/2, Brennweite: 560 mm, Belichtung pro Bild: 5 min, Bildanzahl: 61, Gesamtbelichtung: 5 Stunden, Datum: 15./16. April 2021



ASI 071MCpro-Aufnahme (2)

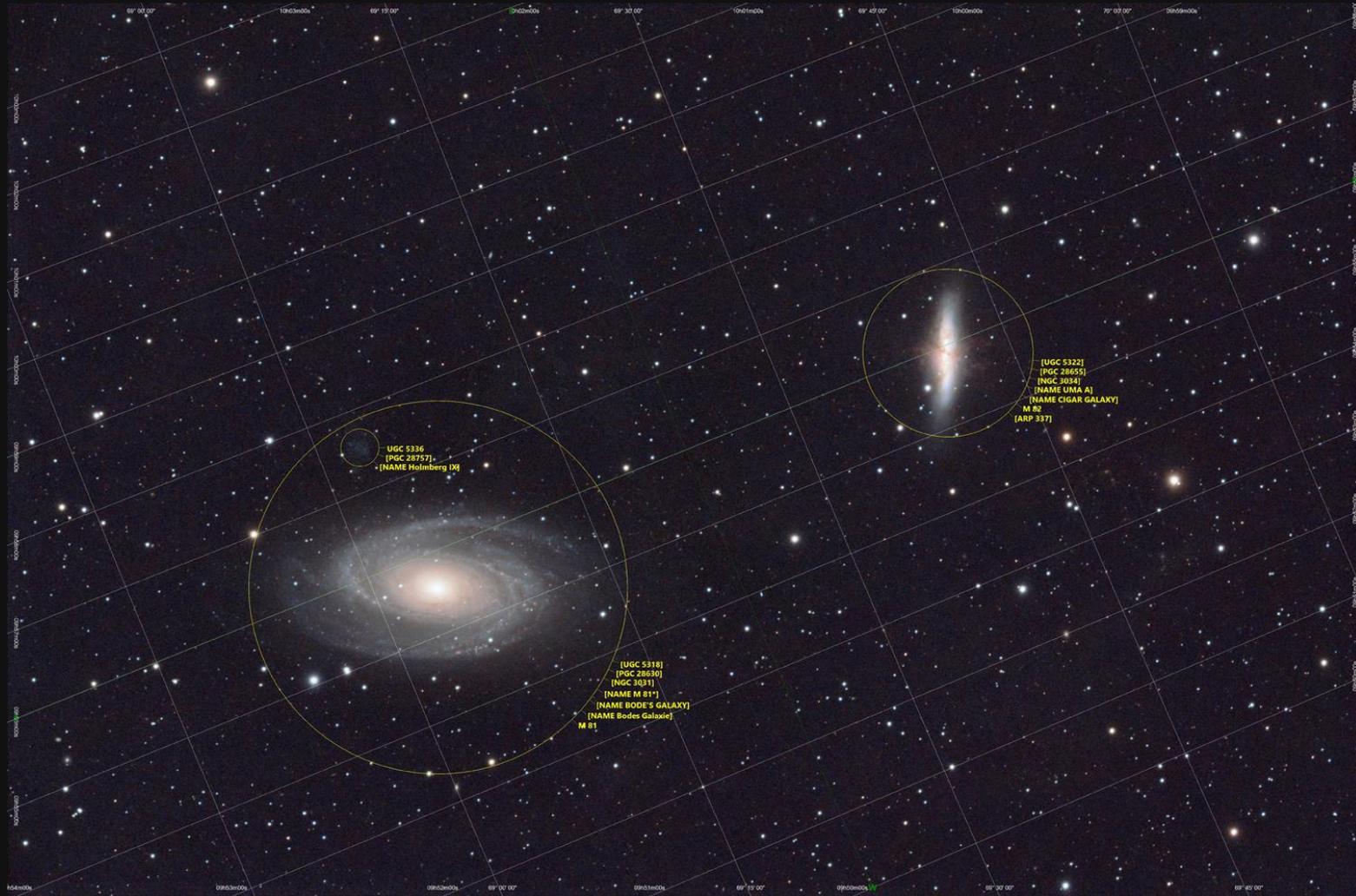
M 81
und
M 82



Kamera: ASI 071MC, Gain: 90 (Unity Gain), Filter: IDAS-Nebelfilter, Teleskop: Refraktor TS PHOTOLINE 130 mm-f/7-Triplett-APO,
Reducer: TS PHOTOLINE 3'' 0,79x, Öffnungsverhältnis: 1/5,53, Brennweite: 719 mm, Belichtung pro Bild: 3 min, Bildanzahl: 194,
Gesamtbelichtung: 9,7 Stunden, Datum: 30., 31. März und 01. April 2019



ASI 2600MCpro-Aufnahme (2)



M 81
und
M 82

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, Öffnungsverhältnis: 1/7, Brennweite: 910 mm, Belichtung pro Bild: 5 min, Bildanzahl: 33,
Gesamtbelichtung: 3 Stunden, Datum: 17./23. April 2021



ASI 2600MCpro-Aufnahme (3)

Messier 106 (NGC 4258)



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, Öffnungsverhältnis: 1/7, Brennweite: 910 mm, Belichtung pro Bild: 5 min, Bildanzahl: 33,
Gesamtbelichtung: 3 Stunden, Datum: 17./23. April 2021



ASI 2600MCpro-Aufnahme (4)



Galaxie NGC
3147 mit
SN2021hpr

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, Öffnungsverhältnis: 1/7, Brennweite: 910 mm, Belichtung pro Bild: 10 min, Bildanzahl: 38,
Gesamtbelichtung: 6,5 Stunden, Datum: 19. April 2021



Erste Erfahrung

- **Die Kühlung ist wesentlich lauter, als bei der ASI071MC**
- **Auch bei 10min-Aufnahmen brennen die Sternfarben nicht aus!**
- **Die Auflösung ist höher, die Objekte kommen detaillierter rüber**
- **Der Dynamikumfang ist sehr gut und das Rauschen extrem gering (teilweise muss dies bei der Bildverarbeitung nicht mehr berücksichtigt werden)**
- **Kann auch für Sonnen- und Mondaufnahmen aufgrund der höheren Auslesegeschwindigkeit verwendet werden**
- **Für Planetenaufnahmen allerdings nicht zu empfehlen, wegen des IR-Cut-Filters**
- **Anfertigen von Dark-Frames ist bei Dithering nicht mehr unbedingt notwendig (siehe Bildbeispiele)**

Probleme mit der A.S.I. 2600MCpro

- Die Kühlung fiel aus bzw. die Kamera konnte keine Kühltemperatur mehr an die Aufnahme-Software (APT, FireCapture) weitergeben
- Bei der Austauschkamera fiel ein unruhiger Himmelshintergrund auf, dafür war diese wesentlich weniger grünstichig und ließ sich besser herunterkühlen
- Zudem ließ PixInsight über die Funktion „Dynamic Background Extraction“ ein Wellenmuster erkennen, dass man in der Bearbeitung nicht kompensieren konnte
- Daher wurde eine dritte Kamera zum Vergleich geordert, die wiederum kreisrunde Flecken erkennen ließ (auch bei den Flats)
- Die Kühlung war bei der dritten Kamera nicht genauso effizient wie bei der zweiten (bei +27 Grad Celsius konnte -10 Grad Celsius nicht mehr erreicht werden)
- Bei anderen Sternfreunden trat Öl aus dem Bereich der Sensorkammer bei hohen Umgebungstemperaturen aus!



Gestackte Bilder der ASI 2600MCpro



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

Gestreckte Bilder der ASI 2600MCpro



Bildhintergrund bei „Dynamic Background Extraction“ in PixInsight, dass sich nicht mehr entfernen lässt

Vergleich der 2600er-Kameras

- **Es wurden drei ASI 2600MCpro-Kameras getestet, die unterschiedliche Ergebnisse mit sich brachten**
 - **Die erste Kamera war sehr grünstichig, besaß dafür aber einen perfekten Himmelshintergrund**
 - **Die beiden anderen Kameras besaßen keinen Grünstich mehr, dafür aber einen sehr unruhigen Bildhintergrund**
- **Hinzu kamen Probleme bei der Kühlung (leider kein Einzelfall) und austretende Flüssigkeit bei hohen Temperaturen**
- **Es gibt weitere Modelle mit dem IMX571-Chip: QHY 286c, Omegon veTEC 571C, Touptec Lacerta DeepSkyPro2600c, Altair Hypercam 26c**
- **Die ASI 071MCpro lief zuverlässiger, kann aber an die Auflösung und Dynamik des neuen Sony-Chips nicht heranreichen**

Vergleich ASI-Kameras: ASI 071MC

- **Vorteile**

- **Kein Verstärkergeräuschen**
- **Rauscharm**
- **AR-Klartglasfilter (kein IR-Sperrfilter) verbaut**
- **Keine Vereisung des Chips in der Pro-Version**

- **Nachteile**

- **14-Bit-System**
- **Zeigt Grünstich bei Summen-Rohaufnahmen**
- **Älterer CMOS-Chip mit Front-Illuminated-Technik (dadurch nicht ganz so lichtempfindlich)**
- **Kühlung muss unter APT häufiger angestoßen werden, um -10 Grad Celsius zu erreichen**
- **Kann nicht für Planetenaufnahmen verwendet werden, da zu langsam bei den Aufnahmeserien**
- **Ist nur bedingt für Sonne- und Mondaufnahmen geeignet aufgrund der Geschwindigkeit**



ZWOptical ASI 2600MC und ASI 071MC

Vergleich ASI-Kameras: ASI 2600MC

• Vorteile

- **16-Bit-System**
- **Kein Grünstich mehr**
- **Neuster Sony-Chip mit Back-Illuminated-Technik**
- **Sehr rauscharm**
- **Kein Verstärkergeräuschen**
- **Sehr hohe Auflösung (bei kleinerer Pixelgrößen) mit 26 Megapixeln**
- **Sehr schnell bei der Aufnahme, daher auch für Sonne- und Mondaufnahmen geeignet**
- **IR-Sperrfilter verbaut, was für Deep-Sky-Aufnahmen von Vorteil ist, wenn kein Filter verwendet werden soll**



ZWOptical ASI 2600MC und ASI 071MC

• Nachteile

- **Das Gehäuse ist deutlich größer als bei der ASI071MC**
- **Die Kühlung ist wesentlich lauter, als bei der ASI071MC**
- **Kühlungssystem kühlt auch nicht immer ohne Unterbrechung auf -10 Grad**
- **IR-Sperrfilter verbaut, weshalb die Kamera nur bedingt für Planetenaufnahmen geeignet ist, da der IR-Sperrfilter keinen IR-Passfilter zulässt**
- **Erzeugt 50 Mbyte Dateien bei voller Auflösung bei jeder Aufnahme**

Fazit

- **Der Grünstich der ersten ASI2600-Kamera war unüblich. Die beiden nachfolgenden ASI-Kameras und Lacerta haben diesen nicht mehr**
- **Die unruhige Hintergrund (bläulich/bräunlich) der ASI-Kameras 2 und 3 war unüblich. Die erste ASI-Kamera und die Lacerta-Kamera haben das nicht. Und meine frühere ASI 071MC hatte ebenfalls nicht dieses Phänomen.**
- **Momentan scheint die Fertigungsqualität teilweise bei ZWOptical gelitten zu haben**
- **Aktuell haben sich einige Hersteller auf den neuen Sony-Chip IMX571 konzentriert, da er ganz neue Möglichkeiten bietet (Game Changer)**
- **Nur QHY geht hier einen etwas anderen Weg, da kein IR-Sperrfilter verbaut ist, ein größerer RAM-Speicher enthalten und verschiedene Ausleserauschen-Modi verwendet werden können**
- **Der Chip ist auf jeden Fall zu empfehlen, die entsprechende Kamera sollte aber vorab getestet werden!**

Herzlichen Dank für Eure Aufmerksamkeit!!



Kamera: Canon 90Da, ISO: 3.200 ASA, Filter: OWB, Objektiv: Sigma 17-50 mm F2,8 EX DC OS HSM, Öffnungsverhältnis: $\frac{1}{2},8$, Brennweite: 50 mm,
Montierung: Stativ, Belichtung pro Bild: 2 sec, Bildanzahl: 1 bzw. 45, Datum: 02. Juli 2021

