Tests gekühlter ASI-Kameras von ZWOptical zur Deep-Sky-Fotografie

Test der ASI-Kameras A.S.I. 071MCpro, A.S.I. 294MCpro und A.S.I. 183MCpro

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

© Dr. Kai-Oliver Detken

Inhalt

- Motivation
- Die Qual der Wahl
- CCD- versus CMOS-Technik
- Monochrom versus Farbe
- Optimale Pixelgröße
- ASI-Kameravergleich
- Rauschverhalten und QE
- Nutzung des AstroPhotography Tool (APT)
- Testbilder an Galaxien, Nebeln und Kugelsternhaufen
- Bewertung
- Fazit

ASI-Kameras ASI071MCpro und ASI294MCpro im Größenvergleich

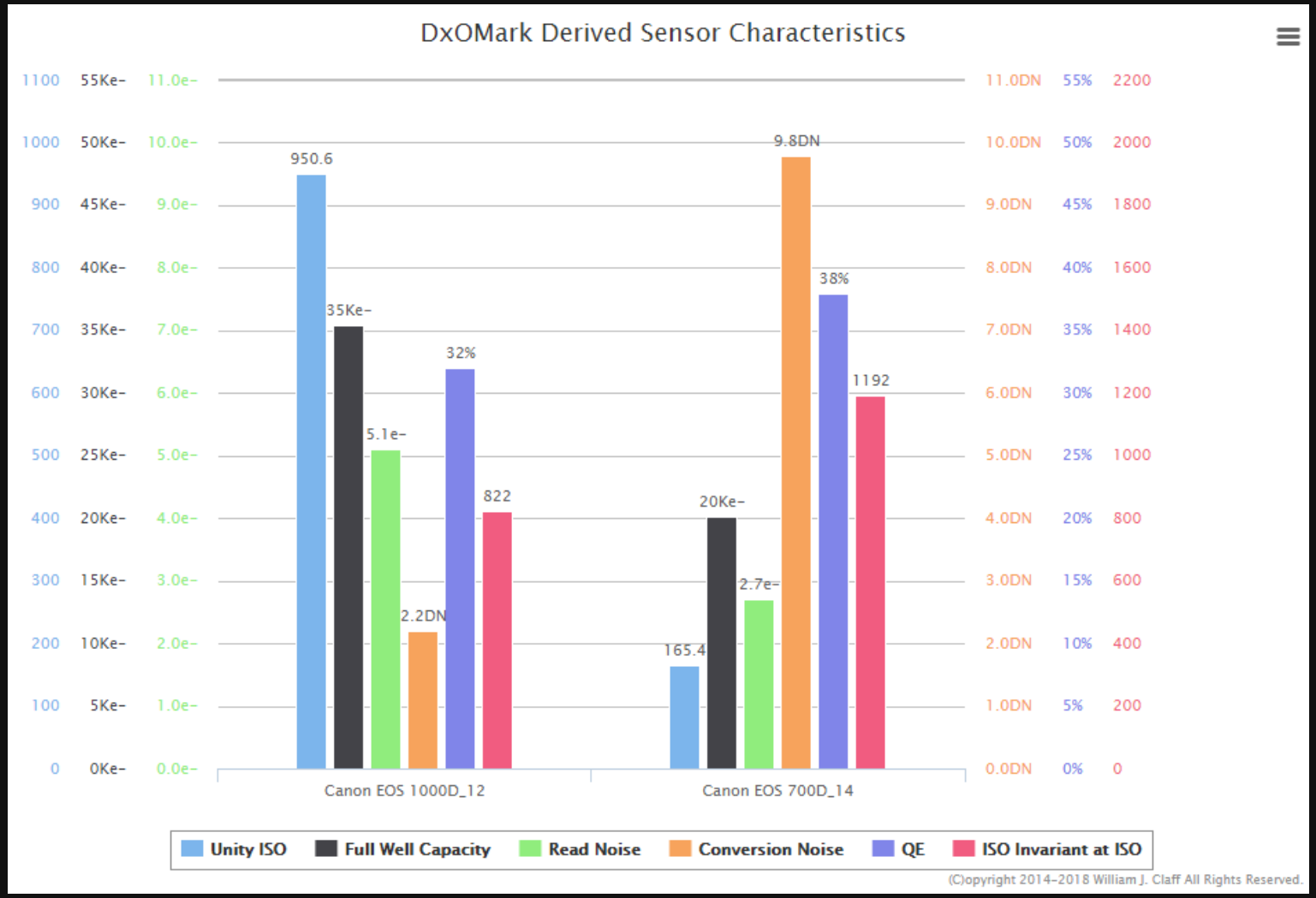
© Dr. Kai-Oliver Detken

Motivation

- Bisher wurde seit 2009 ausschließlich mit DSLR-Kameras, basierend auf der CMOS-Technik fotografiert
- Ausnahme war die Nutzung ab 2013 von CCD-/CMOS-Kameras in der Planetenfotografie
- Die DSLR-Kameras bieten viele Vorteile in der Deep-Sky-Fotografie:
  - Farb-Chip ermöglicht die direkte Bildverwertung, ohne L-RGB-Verfahren
  - Die Kameras lassen sich auch am Tag verwenden
  - Nach Ausbau des IR-Sperrfilters sind sie sehr gut geeignet für Deep-Sky-Aufnahmen
  - Durch Clip-Astronomik-Filtertechnik ist kein manueller Weißabgleich notwendig
- Die Fotografie mit einer CCD-/CMOS-Kamera bietet aber weitere Vorteile:
  - Der Chip kann auf eine festgelegte Temperatur herunter gekühlt werden
  - Die Kamera rauscht weniger durch die kontinuierliche Kühlung
  - Darkframes können bequem am Tag für diverse Aufnahmen gemacht werden
  - Die Lichtempfindlichkeit ist noch höher, abhängig von der verwendeten Kamera

© Dr. Kai-Oliver Detken

Rauschverhalten und QE bei Canon (1)



Quelle: Photons to Photos (http://www.photonstophotos.net/Charts/Sensor_Characteristics.htm)

© Dr. Kai-Oliver Detken

Rauschverhalten und QE bei Canon (2)

- Im Vergleich schneidet die neuere Canon 700D nicht überall besser ab, als die Canon 1000D:
  - Canon 1000D hat einen höheren FWC-Wert
  - Im Leserauschen besitzt hingegen die Canon 700D Vorteile
  - Die Quanteneffizienz ist bei beiden Kameras ähnlich
- Grundsätzlich kann man daher die Canon 1000D immer noch gut für die Astrofotografie einsetzen!
- Nachteilig bei der 1000D:
  - Pixelgröße von 5,7 Mikrometer (kann auch ein Vorteil sein)
  - Chipgröße von 10 Megapixel
  - Geringere Bilddynamik mit 12 Bit
- Nachteilig bei der 700D:
  - Recht geringer FWC-Wert von 20.000 e-
  - Verstärkerglühen (!!!) seit Anfang 2017, welches nicht immer komplett durch Darks kompensiert werden kann

© Dr. Kai-Oliver Detken

Die Qual der Wahl

- **Bei der Neuanschaffung einer CCD-/CMOS-Kamera gibt es allerdings diverse Auswahlmöglichkeiten:**
  - **Welche Pixelgröße soll verwendet werden (4,8 / 3,8 / 2,4 Mikrometer)?**
  - **Was für eine Größe sollte der Chip haben (12 / 16 / 20 Megapixel)?**
  - **Möchte man die Kamera auch für Planetenaufnahmen nutzen?**
  - **Was für ein Ausleserauschen ist vorhanden?**
  - **Wie gut ist die Full-Well Capacity (FWC)?**
  - **Welche Quanteneffizienz ist möglich?**
  - **Mit welcher Bittiefe werden die Bilder aufgenommen (12 / 14 / 16 Bit)?**
  - **Sollte man eine Monochrom- oder eine Farbkamera wählen?**
  - **Sollte man auf die traditionelle CCD-Technik setzen (hier gibt es diverse Erfahrungswerte) oder auf die neue CMOS-Technik vertrauen?**
- **Zur Auswahl standen daher CCD- und CMOS-Kameras, die alle mit DSLR-Kamerawerten verglichen wurden**

© Dr. Kai-Oliver Detken

Kameravergleiche

Kamera	Canon 1000Da	Atik 4120EXc	ASI 1600MCpro	ASI 294MCpro	ASI 071MCpro
Bild					
Sensor	C-MOS DIGIC-III	Sony ICX 834AQG	Panasonic MN34230	Sony IMX294CJK	Sony IMX071
Pixelgröße	5,7 µm	3,1 µm	3,8 µm	4,63 µm	4,78 µm
Bitrate	12 Bit	16 Bit	12 Bit ADC	14 Bit ADC	14 Bit ADC
Chipgröße	10,1 Megapixel (3.888 x 2.592)	12 Megapixel (4.241 x 2.829)	16 Megapixel (4.656 x 3.520)	11,7 Megapixel (4.144 x 2.822)	16 Megapixel (4.944 x 3.284)
Ausleserauschen	5,1 e-	5,0 e-	1,2 bis 3.6 e-	1,2 bis 7,3 e-	2,3 bis 3.3 e-
Speicherpuffer	Keiner	Keiner	256 MByte	256 Mbyte	256 MByte
Full-Well Capacity	35.000 e-	9.000 e-	20.000 e-	63.700 e-	46.000 e-
Quanteneffizienz	32%	unbekannt	60%	75%	50%
Gewicht	450 g	400 g	410 g	410 g	640 g
Durchmesser	rechteckig	60 mm	78 mm	78 mm	86 mm
Preis	ca. 600 Euro	2.869 Euro	1.231 Euro	1.329 Euro	2.070 Euro
Vorteile	- Full Well Capacity - günstiger Preis	- Anti-Blooming - kleinerer Durchmesser (weniger Abschattung) - kleinere Pixel - geringes Gewicht	- kleinere Pixel - höhere Auflösung - geringes Rauschen - geringes Gewicht - passgenaue s/w-Version - viele Erfahrungswerte	- 14 Bit - Full Well Capacity - Quanteneffizienz - geringeres Gewicht - neuer Prozessor - Auslesegeschwindigkeit	- 14 Bit - Chipdurchmesser - Full-Well Capacity - geringes Rauschen - kein Verstärkerglühen - qualitativ besseres Gehäuse
Nachteile	- höheres Rauschen - nur bis ISO 1600 - geringe Chipgröße	- keine Videoaufnahmen - geringere Chipgröße - höheres Rauschen - keine Erfahrungswerte - Preis	- 12 Bit - geringere Full-Well Capacity - manchmal Verstärkerglühen	- wenig Erfahrungswerte - geringere Chipgröße - höheres Rauschen - Verstärkerglühen	- höheres Gewicht - Durchmesser/Abschattung - Sensor von 2010 - Preis

© Dr. Kai-Oliver Detken

CCD versus CMOS

- Es galt anfangs sich auf CCD oder CMOS festzulegen
- Die Nachteile der CCD-Technik sind:
  - Die verbreiteten Sony-CCD-Chips werden seit 2015 nicht mehr gebaut, da die Technik ausläuft
  - Die CCD-Kameras (z.B. von Atik) sind relativ kostspielig
  - Zusätzlich kann man diese Kameras auch nicht gleichermaßen für die Planetenfotografie einsetzen
  - Die Pixelanzahl der Chips ist meistens eher gering (< 12 Megapixel)
  - Das Ausleserauschen ist relativ hoch
- Die Nachteile der CMOS-Technik sind:
  - Es gibt noch relativ wenig Erfahrungswerte bei Deep-Sky-Aufnahmen
  - Die größere Pixelanzahl und Aufnahmen im Sekundenbereich lassen das Datenaufkommen rapide ansteigen
  - Leichteres Ausbrennen von Sternen ist möglich
- Fazit: der neuen CMOS-Technik wurde eine Chance gegeben!

© Dr. Kai-Oliver Detken

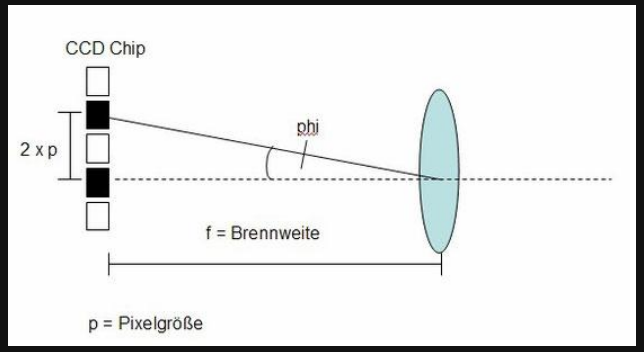
Monochrom versus Farbe

- In der Astrofotografie wird der Monochrom-Technik Vorteile eingeräumt:
  - Flexiblerer Einsatz von Filtertechnik (z.B. Schmalband-Filter)
  - Höhere Auflösung durch fehlende Bayer-Matrix
- Heutige Farbkameras besitzen allerdings durch ihre Lichtempfindlichkeit ebenfalls ihre Vorteile
  - Es muss kein aufwendiges L-RGB-Verfahren durchgeführt werden
  - Die Bildverarbeitung ist ähnlich einer DSLR-Kamera
  - Ein Filterwechsel ist machbar, aber nicht notwendig
  - Schmalbandaufnahmen lassen sich ebenfalls durchführen, allerdings mit einer geringeren Auflösung
  - Es entstehen weniger Rohdaten (1/4 der Aufnahmen)
- Durch den Einsatz am HyperStar meines C11-Teleskops ist ein Filterwechsel umständlich während einer Nacht!
- Fazit: Es wurde sich daher für eine Farbkamera entschieden!

© Dr. Kai-Oliver Detken

Optimale Pixelgröße

- Zwei Objekte lassen sich auf dem CCD-bzw. CMOS-Chip nur dann trennen, wenn zwischen ihnen ein weiterer Pixel liegt
- Es gilt: tan (phi) = 2 x p / f
  - phi = Auflösungsvermögen des Teleskops
  - f = Brennweite des Teleskops
  - p = Pixelgröße des Sensorchips

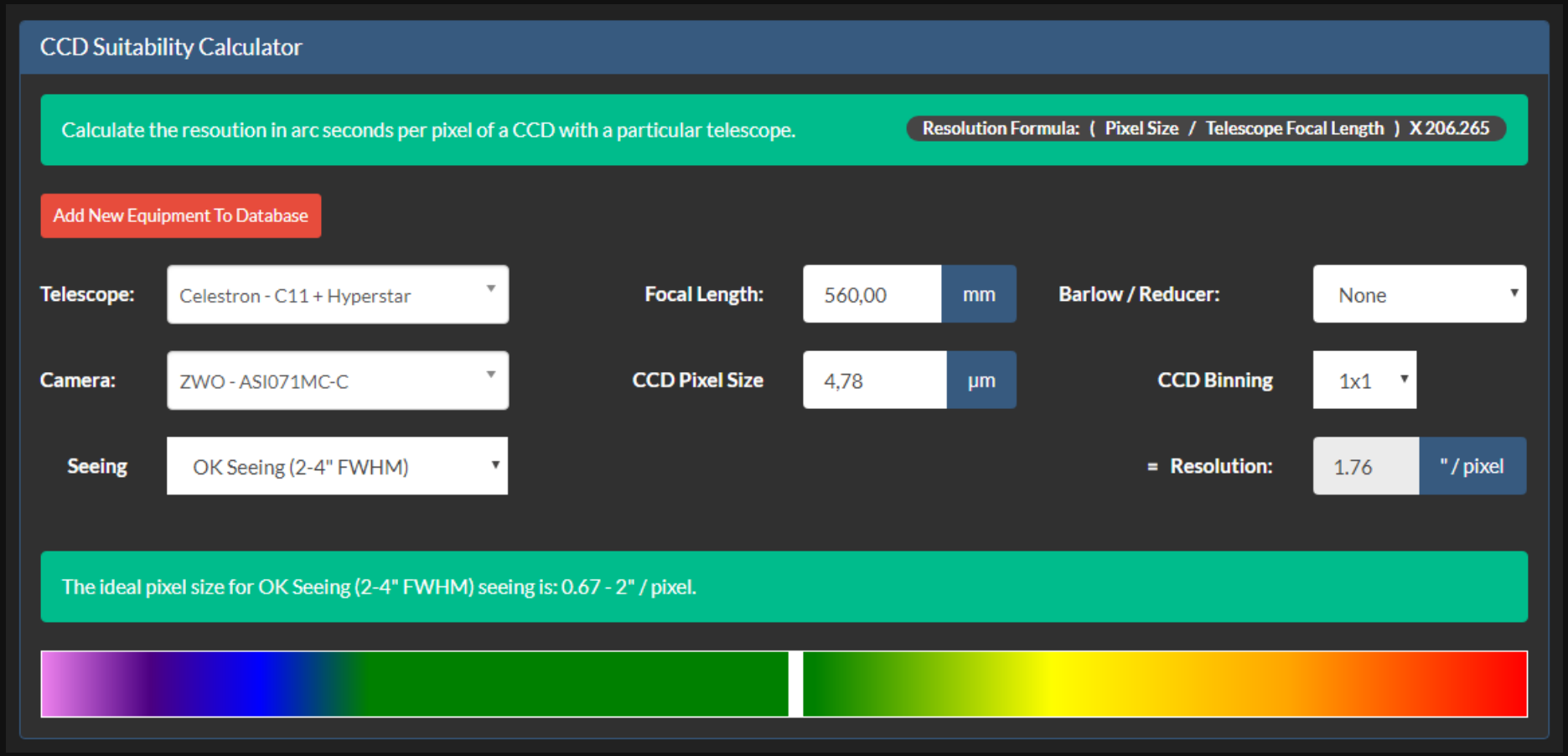


Quelle: http://sternen-surfer.jimdo.com/

- Ziel ist es, das jeweilige Pixel der Kamera möglichst optimal an das Teleskop und an das Seeing anzupassen
  - Oversampling: ein Stern verteilt sich auf viele Pixel (verwaschen)
  - Undersampling: Stern wird auf einem Pixel abgebildet (eckig)
- Es gibt Tools im Internet, die anhand des Teleskops und der verwendeten Kamera das entsprechende Auflösungsvermögen berechnen: http://astronomy.tools/calculators/ccd_suitability

© Dr. Kai-Oliver Detken

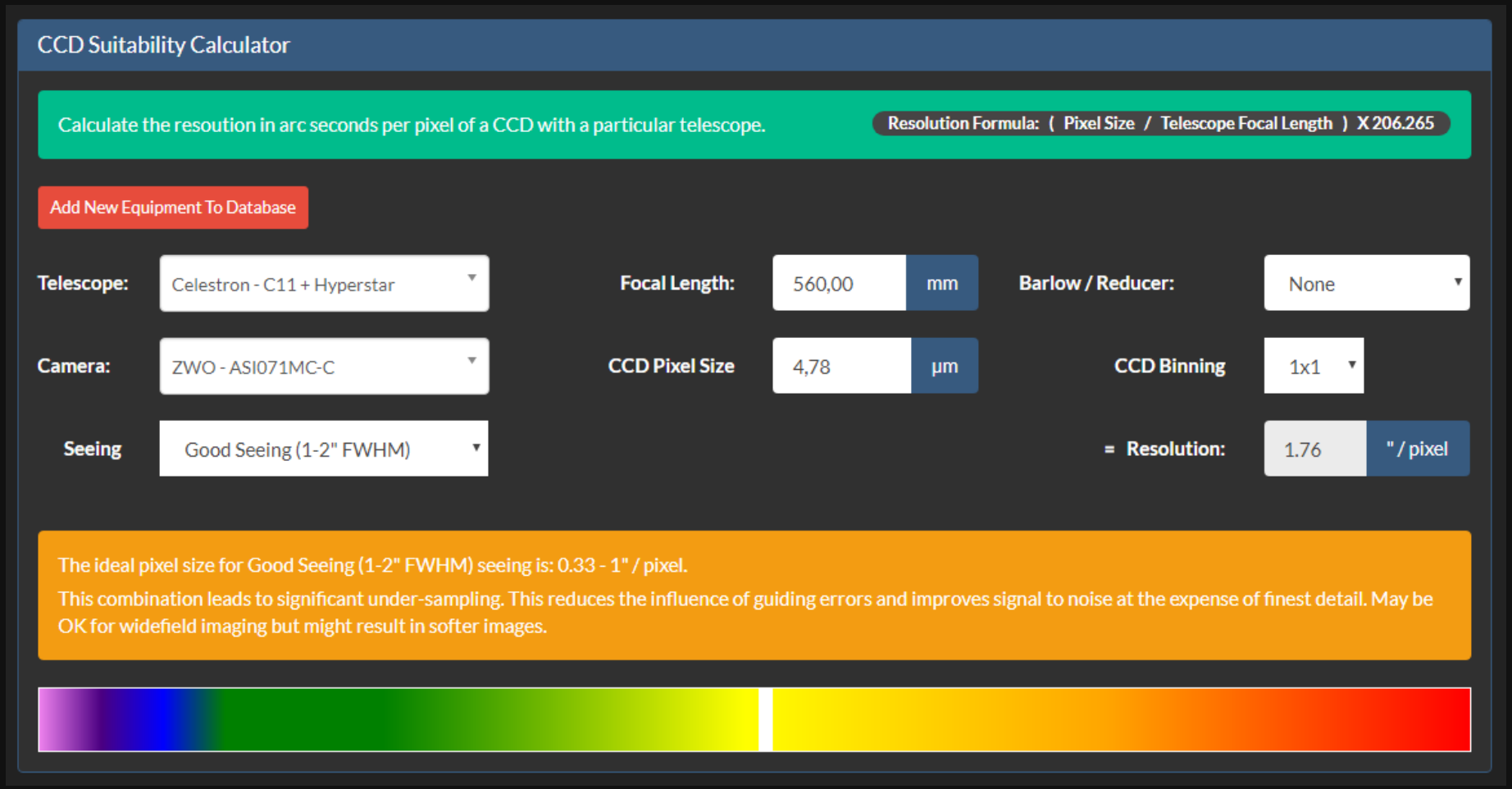
Mittleres Seeing (2-4“ FWHM)



Quelle: http://astronomy.tools/calculators/ccd_suitability

© Dr. Kai-Oliver Detken

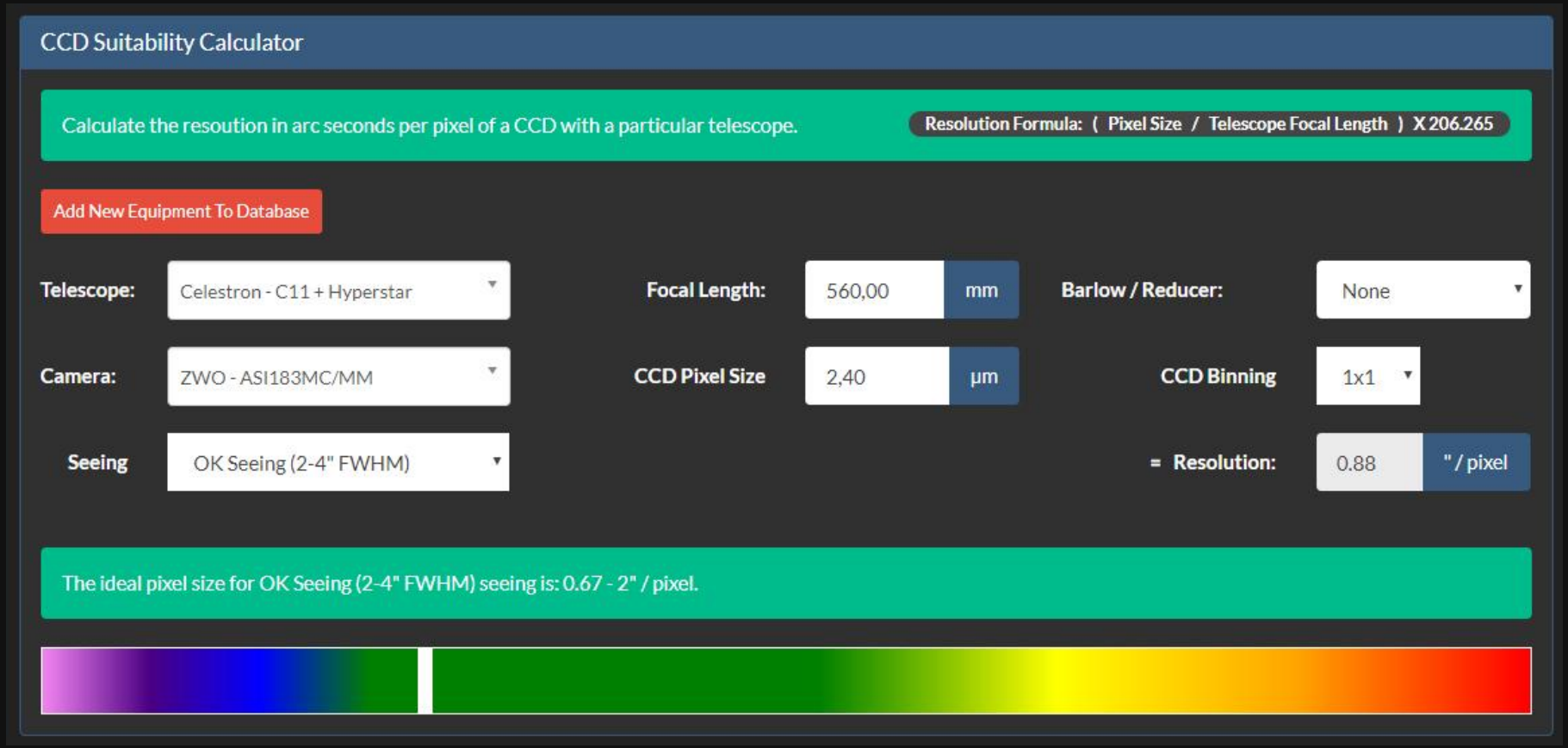
Gutes Seeing (1-2“ FWHM)



Quelle: http://astronomy.tools/calculators/ccd_suitability

© Dr. Kai-Oliver Detken

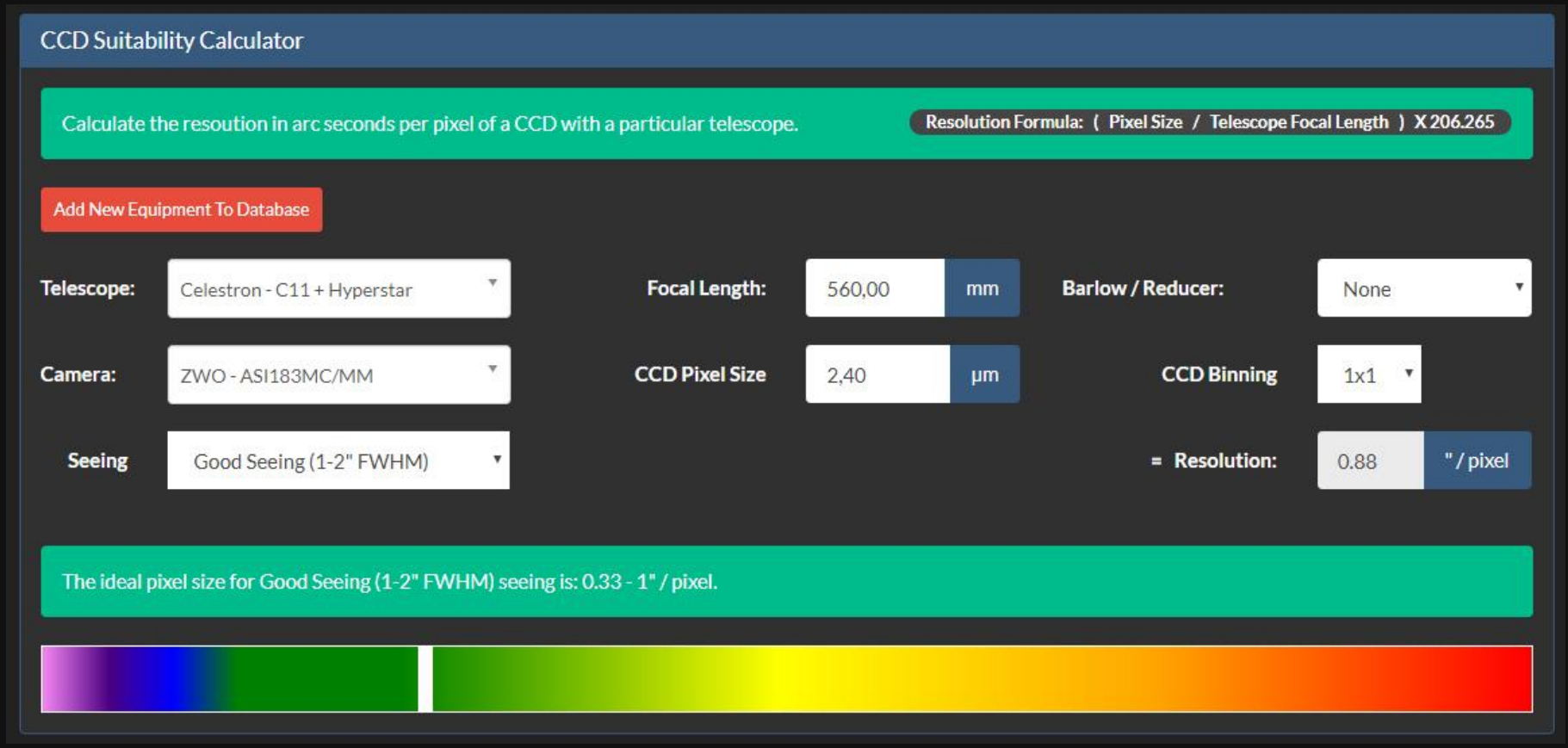
Mittleres Seeing (2-4“ FWHM)



Quelle: http://astronomy.tools/calculators/ccd_suitability

© Dr. Kai-Oliver Detken

Gutes Seeing (1-2“ FWHM)



Quelle: http://astronomy.tools/calculators/ccd_suitability

© Dr. Kai-Oliver Detken

Pixelgrößenergebnis

- Es lassen sich bei mittlerem und gutem Seeing auch kleinere Pixelgrößen einsetzen (z.B. 2,4 Mikrometer)
- Die typische Pixelgröße eines Canon DSLR-Kamera führt daher bei sehr gutem Seeing bereits zu „Undersampling“
- Da dieses Phänomen aber bisher nicht störend festgestellt wurde, scheint auch eine Pixelgröße von 4,78 Mikrometer (A.S.I. 071MC) zu passen
- Wie sieht dies aber bei anderen Brennweiten aus:
  - Celestron C11 bei 2.240 mm (mit Reducer): 0,56“/pixel
  - TS Photoline 130 mm-f/7-Triplett-APO bei 910mm: 1,08“/pixel
- Fazit:
  - Eine Pixelgröße von 4,78 Mikrometern sollte universell an allen Teleskopen einsetzbar sein
  - Je nach Brennweite und Seeing-Werten ergeben sich ein leichtes Over- (C11) bzw. Undersampling (TS)
  - Aber auch kleinere Pixelgrößen sind nutzbar und bieten noch mehr Auflösung!

© Dr. Kai-Oliver Detken

A.S.I. 294MCpro

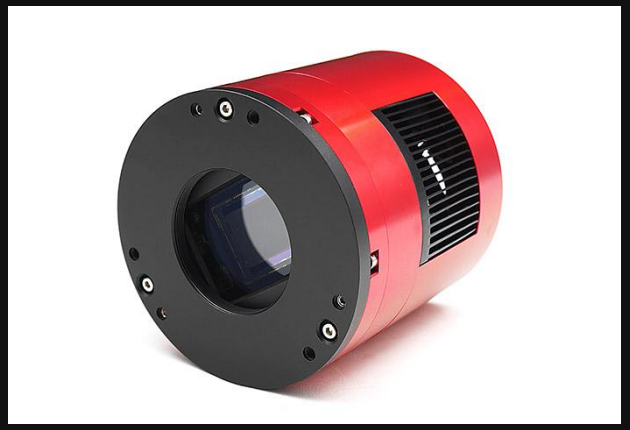
- **Sensorgröße: 1,33“**
- **Sensortyp: Sony IMX294 (back illuminated)**
- **Neuer Exmor-R-Sensor von Sony, der in Überwachungskameras zum Einsatz kommt**
- **Back-Illuminated bedeutet: die Lichtstrahlen treffen ungehindert den einzelnen Pixel, wodurch sich die Lichtempfindlichkeit erhöht**
- **Vorteil: Mehr Licht in kürzerer Zeit!**
- **AR-Klarglasfilter: voller Durchlass auch im Infraroten**
- **IR-Sperrfilter wird dadurch zusätzlich notwendig!**
- **Die Pro-Version der ASI294MC hat folgende Neuerungen erhalten:**
  - **Verschraubte Frontplatte**
  - **DDR3 256 MB Pufferspeicher für besseren Dunkelstrom**

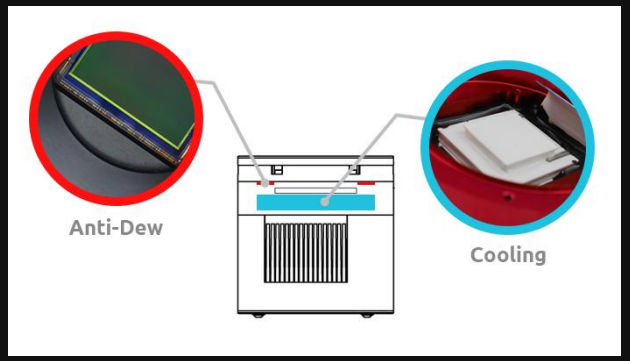
A.S.I. 294MCpro
(Quelle: https://astronomy-imaging-camera.com)

© Dr. Kai-Oliver Detken

A.S.I. 071MCpro

- Sensorgröße: 1,8“ (APS-C)
- Sensortyp: Sony IMX071
- Bewährter Sensor von Sony, der ebenfalls schon in den Kameras von Nikon (D7000/D5100) verbaut wurde
- Typ: Front-Illuminated Sensor
- AR-Klarglasfilter: voller Durchlass auch im Infraroten
- IR-Sperrfilter wird dadurch zusätzlich notwendig!
- 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





A.S.I. 071MCpro mit Anti-Tau-Heizung
(Quelle: https://astronomy-imaging-camera.com)

© Dr. Kai-Oliver Detken

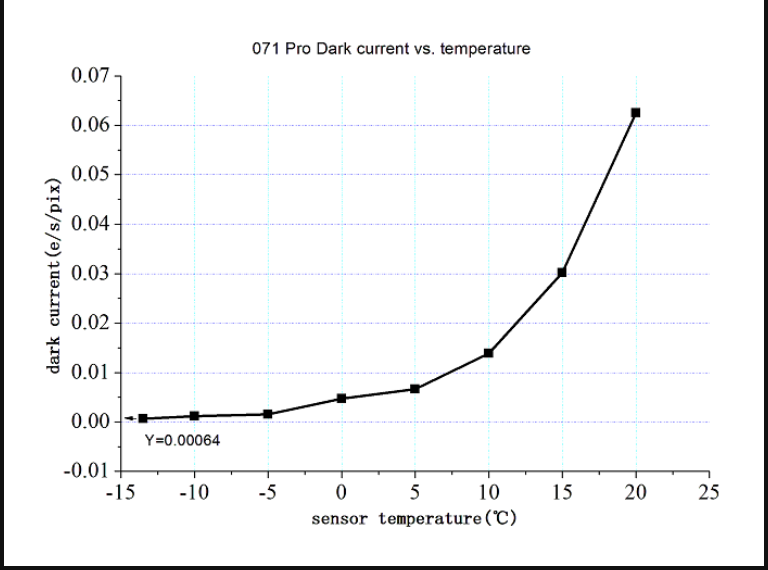
A.S.I. 183MCpro

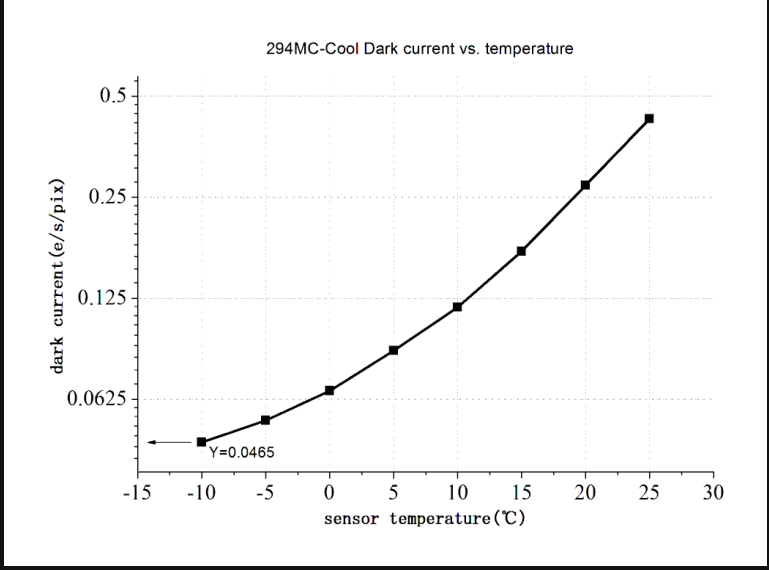
- Sensorgröße 1“
- Sensortyp: Sony IMX183
- Neuster Exmor-R-Sensor von Sony, der für 4k-Video-/Fotokameras Verwendung findet
- Typ: Back-Illuminated Sensor
- AR-Klarglasfilter: voller Durchlass auch im Infraroten
- IR-Sperrfilter wird dadurch zusätzlich notwendig!
- Höchste Quanteneffizienz von 84%
- Große Chipgröße von 20 Megapixeln (5.496 x 3.672 Pixel)
- Sehr geringe Pixelgröße: 2,4 Mikrometer
- 12 Bit ADC
- Die Pro-Version der ASI294MC hat folgende Neuerungen erhalten:
  - Verschraubte Frontplatte
  - DDR3 256 MB Pufferspeicher für besseren Dunkelstrom

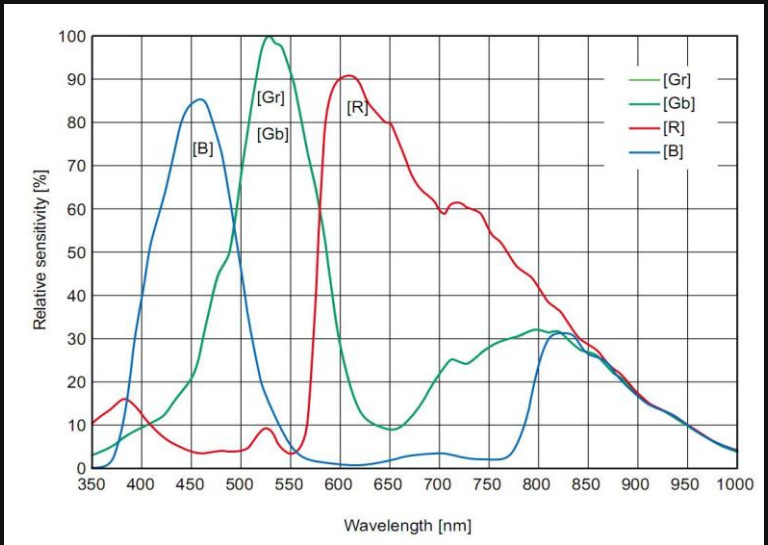
A.S.I. 183MCpro
(Quelle: https://astronomy-imaging-camera.com)

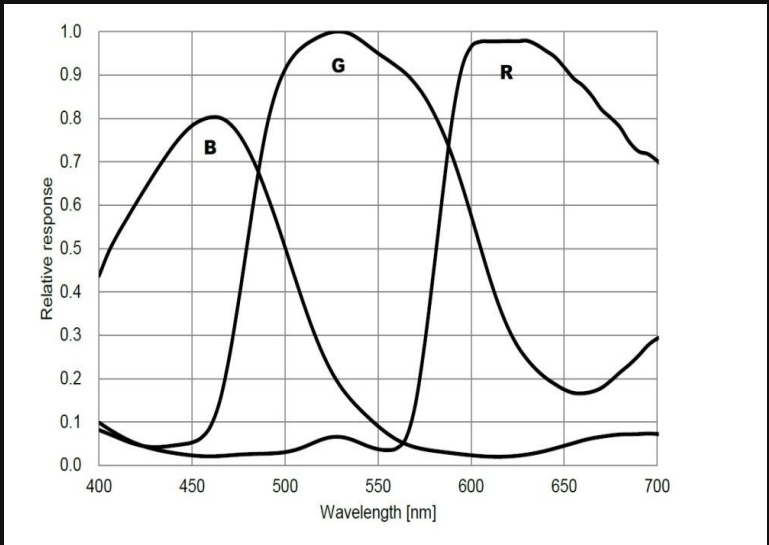
© Dr. Kai-Oliver Detken

Rauschverhalten und QE bei A.S.I. (1)





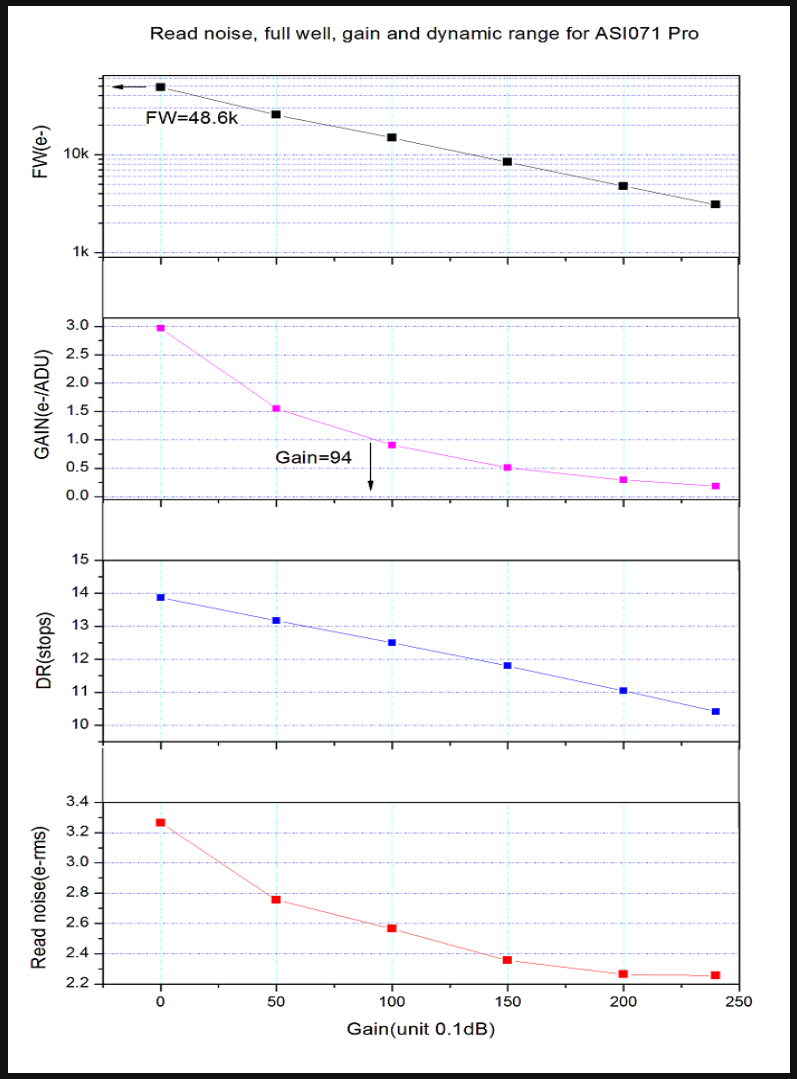


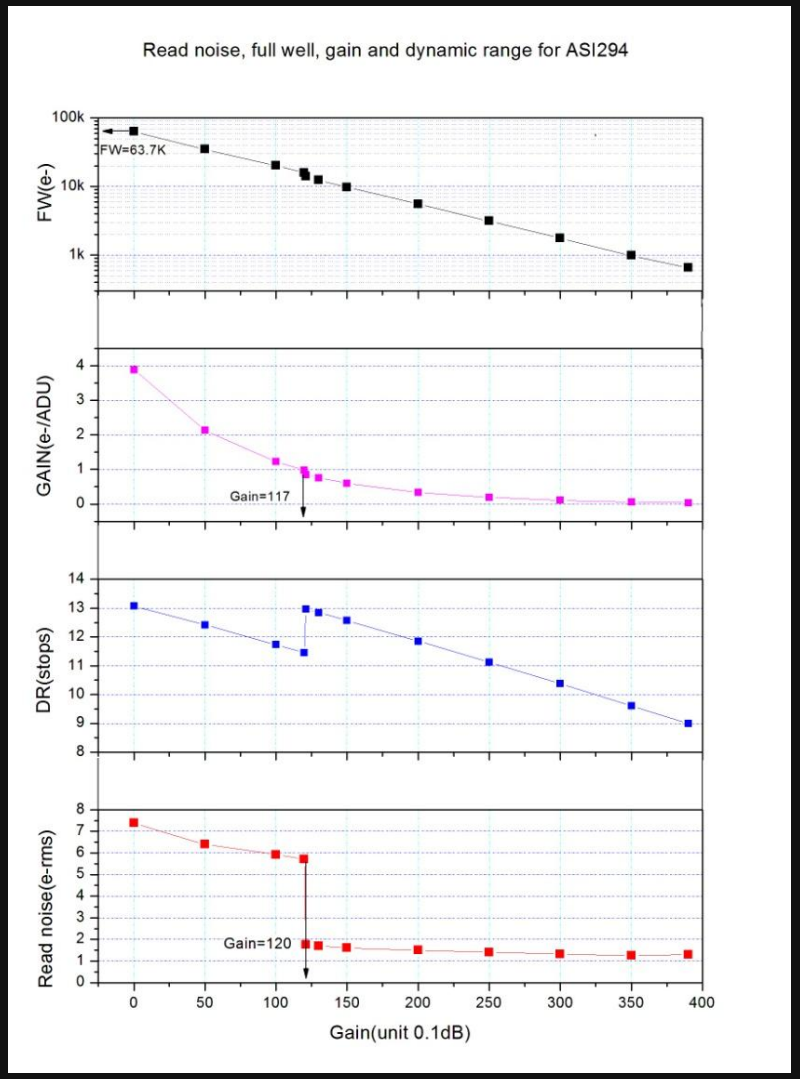


Quelle: https://astronomy-imaging-camera.com

© Dr. Kai-Oliver Detken

Rauschverhalten und QE bei A.S.I. (2)

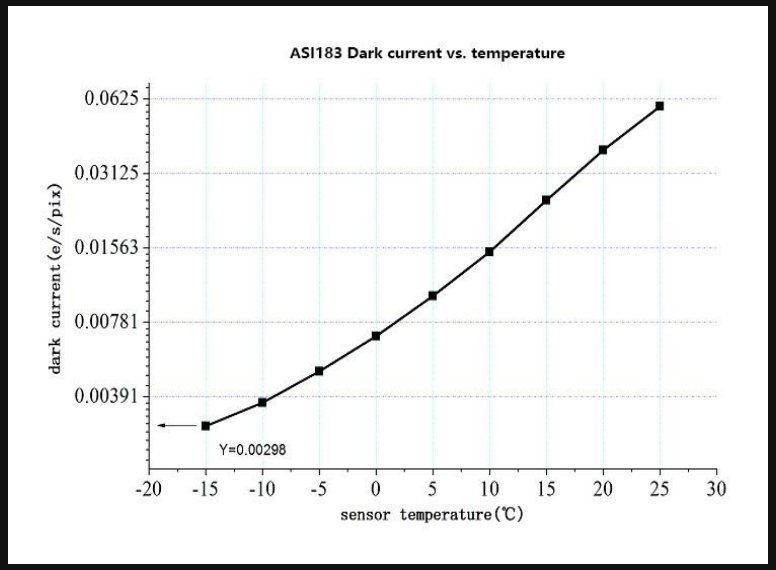


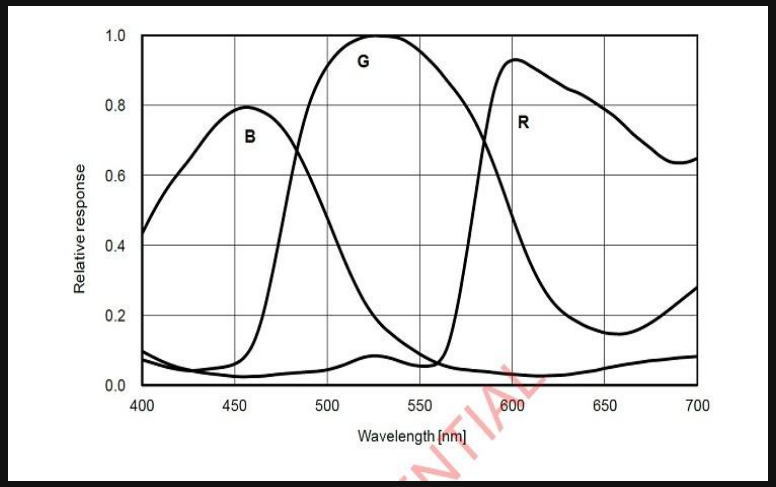


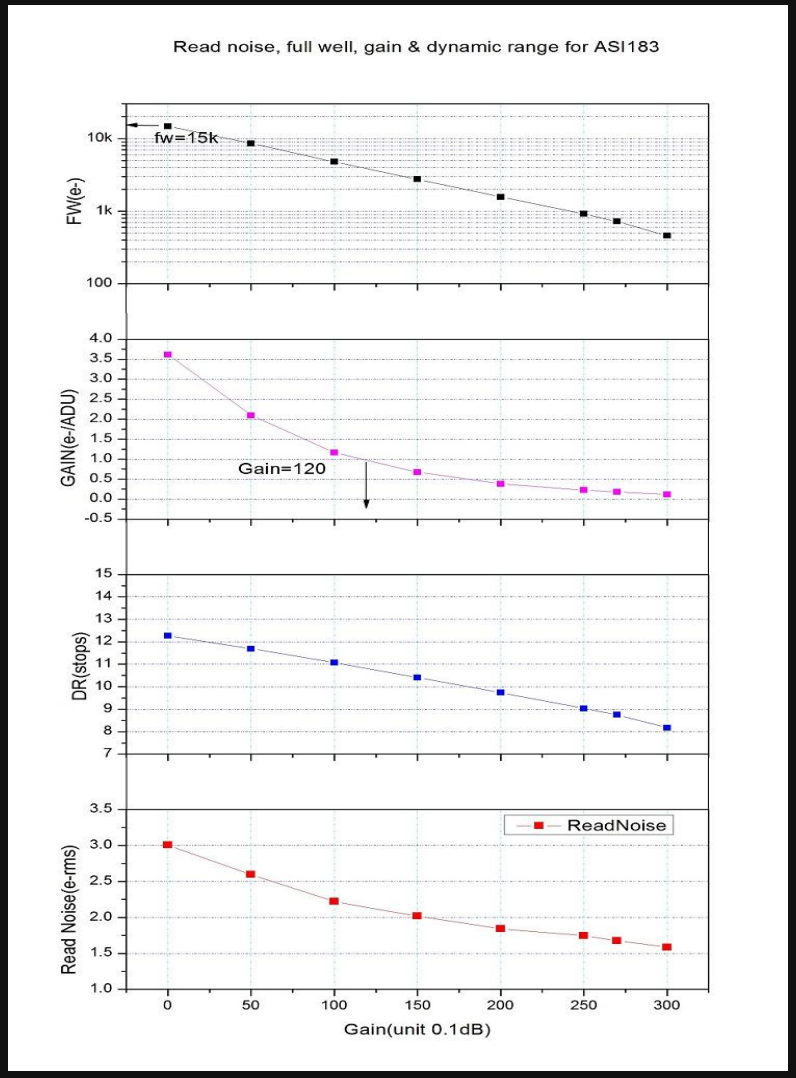
Quelle: https://astronomy-imaging-camera.com

© Dr. Kai-Oliver Detken

Rauschverhalten und QE bei A.S.I. (3)







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

© Dr. Kai-Oliver Detken

Rauschverhalten und QE bei A.S.I. (4)

- A.S.I. 071MC
  - Dunkelstrom: ab +5 Grad Celsius unterhalb von 0,01
  - Leserauschen:
    - Bei einer Verstärkung von Gain = 0 liegt der Rauschwert bei 3,3 e-rms
    - Bei einer Verstärkung von Gain = 120 sinkt dieser Wert auf 2,5 e-rms
  - Full-Well Capacity:
    - Bei einer Verstärkung von Gain = 0 liegt die FWC bei 48.600 e-
    - Bei einer Verstärkung von Gain = 120 sinkt dieser Wert auf ca. 12.000 e-
  - Quanteneffizienz
    - Alle Wellenlängen im RGB-Umfeld werden bei ca. 60% noch erreicht
  - Der IMX-Chip von Sony wurde bereits bei Nikon D7000 und D5100 erfolgreich verwendet (seit 2010)

- A.S.I. 294MC / A.S.I. 183MC
  - Dunkelstrom: ab 0 Grad Celsius unterhalb von 0,01
  - Leserauschen:
    - Bei einer Verstärkung von Gain = 0 liegt der Rauschwert bei 7,6 (3) e-rms
    - Bei einer Verstärkung von Gain = 120 sinkt dieser Wert auf 1,8 (2,25) e-rms
  - Full-Well Capacity:
    - Bei einer Verstärkung von Gain = 0 liegt die FWC bei 63.700 (15.000) e-
    - Bei einer Verstärkung von Gain = 120 sinkt dieser Wert auf ca. 20.000 (13.000) e-
  - Quanteneffizienz
    - Alle Wellenlängen im RGB-Umfeld werden bei ca. 70% (84%) noch erreicht
  - Der IMX294-Chip von Sony wird in Sicherheitskameras verwendet, während der IMX183 in 4k-Kameras genutzt wird

- Fazit: Das Rauschverhalten ist bei beiden Kameras sehr gut und wesentlich besser, als bei jeder ungekühlten DSLR-Kamera!

© Dr. Kai-Oliver Detken

Darkframe-Vergleich ASI 071/294

A.S.I. 071MCpro, 300 s, -15 Grad Celsius, Gain 240

A.S.I. 294MCpro, 300 s, -10 Grad Celsius, Gain 0

- Die ASI071 besitzt das beste Darkframe von allen verglichenen ASI-Kameras: geringerer Dunkelstrom, kein Verstärkerrauschen und geringeres Leserauschen
- Verstärkerglühen fällt am Bild rechts oben auf sowie in den Ecken unten
- Diese „Strahlen“ im Darkframe lassen sich nicht immer bei der Bildverarbeitung komplett entfernen
- Vorteilhaft sind allerdings die noch höhere Quanteneffizienz (70%) und höheren FWC-Werte (63.700 e) bei der ASI 294MC

© Dr. Kai-Oliver Detken

Darkframe der A.S.I. 183MCpro

A.S.I. 183MCpro, 60 s, -15 Grad Celsius, Gain 0

A.S.I. 183MCpro, 300 s, -10 Grad Celsius, Gain 0

- Auch hier tritt bei den Darks das Verstärkerrauschen auf (je länger belichtet wird, umso stärker)
- Dies ist in den Ecken (links und rechts unten) sowie mittig am rechten Rand zu bemerken
- Alle neuen IMX-Sensoren von Sony mit „back-illuminated “ scheinen daher das Problem mit dem Verstärkerglühen zu besitzen
- Durch die hohe Pixelanzahl von 20 Megapixeln kann dieser Umstand aber vernachlässigt werden, da man die Restfehler aus dem Bild schneiden kann

© Dr. Kai-Oliver Detken

Praktischer Vergleich am Teleskop

- Beide Kameras mussten sich daher in der Praxis erst einmal beweisen
- Für die Tests stellte Teleskop-Service Ransburg die Kameras zur Verfügung
- Getestet wurde in folgender Konfiguration:
  - Adaption der Kameras an ein C11 HyperStar
  - Einhaltung von 50 mm Abstand zum Sensorchip
  - Kollimation des HyperStars musste neu durchgeführt werden
  - IDAS-Nebelfilter LPS-P2-48 2“ von Hutech
  - Schnelles Öffnungsverhältnis von 1/2
  - Brennweite von 560 mm
  - Aufnahmeprogramm: AstroPhotography Tool (APT), Version 3.5
  - Ansteuerung der Kameras über die ASCOM-Schnittstelle

A.S.I. 071MCpro am HyperStar C11 ohne Abschattungsprobleme

A.S.I. 294MCpro am HyperStar C11 mit Kabelmanagement

© Dr. Kai-Oliver Detken

Auswahl der Himmelsobjekte

- Unterschiedliche Himmelsobjekte wurden ausgewählt für die Tests:
  - Nebel: Farbdarstellung und -intensität
  - Sternhaufen: Kurzzeitbelichtung versus Langzeitbelichtung und Sternfarben
  - Galaxien: Strukturen, Hintergrundgalaxien, Farbdarstellung
- Aufgrund der vielen guten Nächte im Februar/März 2018 konnten folgende Objekte angegangen werden:
  - Nebel:
    - Pferdekopfnebel (B 33)
    - Rosettennebel (NGC 2244)
  - Kugelsternhaufen
    - Messier 3 (NGC 5272)
  - Offene Sternhaufen
    - Plejaden (M 45)
  - Galaxien
    - Messier 51 (NGC 5194/5195)
    - Messier 101 (NGC 5457)
    - Messier 81 und 82 (NGC 3031/3034)

Ansteuerung mit Laptop und iCap-Schutz

© Dr. Kai-Oliver Detken

AstroPhotography Tool (APT)

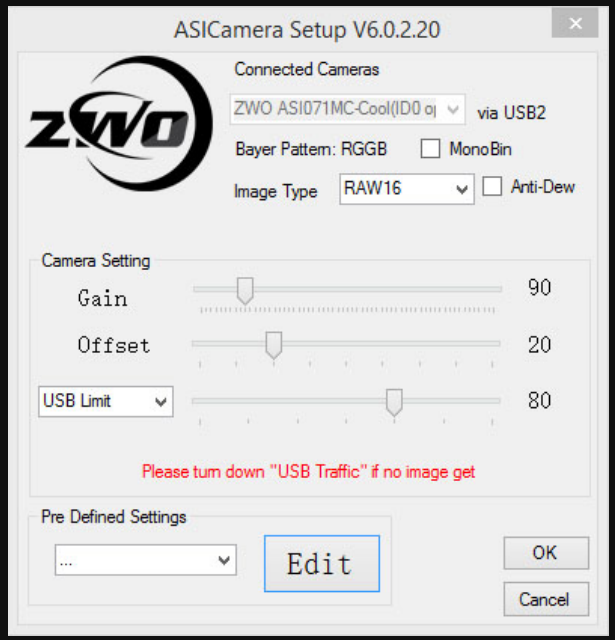
Eingewöhnung in eine neue Software zur Ansteuerung der ASI-Kameras:

APT-Software (https://www.ideiki.com/astro/Default.aspx) bei der Aufnahme der Plejaden mit der A.S.I. 294MC-Kamera mit Live View

© Dr. Kai-Oliver Detken

AstroPhotography Tool (APT)

- Zuerst ist das Einstellen der ASCOM-Treiberparameter notwendig
- Dabei kann man drei wesentliche Varianten unterscheiden:
  - Highest Dynamik Range, Gain = 0
  - Unity Gain, Gain = 139
  - Lowest Read Noise, Gain = bis 300
- Eigene Einstellungen (Gain, Offset) lassen sich aber auch konfigurieren
- Anti-Drew sollte bei der ASI071MC immer angehakt sein, da sonst der Sensor vereisen kann
- Live-View in APT zeigte bereits nach 2s-Belichtungen die Objekte!



- Verschiedene Belichtungszeiten lassen sich planen und abarbeiten: es wird automatisch die Endzeit der Aufnahmen angezeigt
- Die geregelte Chipkühlung wird durch APT sehr gut durchgeführt

© Dr. Kai-Oliver Detken

A.S.I. 294MC: Kugelsternhaufen M3

Celestron C11 SC XLT - 280/2800mm, HyperStar für C11 - FlatField Adapter, IDAS-Nebelfilter LPS-P2-48 2" von Hutech, Brennweite: 560 mm, Belichtung: 30 s, Bildanzahl: 129, Darkframes: 200, Flatframes: 100, Biasframes: 100, 17. Februar 2018

© Dr. Kai-Oliver Detken

A.S.I. 071MC: Kugelsternhaufen M3

Celestron C11 SC XLT - 280/2800mm, HyperStar für C11 - FlatField Adapter, IDAS-Nebelfilter LPS-P2-48 2" von Hutech, Brennweite: 560 mm, Belichtung: 30 s, Bildanzahl: 63, Darkframes: 30, Flatframes: 30, Biasframes: 30, 23. Februar 2018

© Dr. Kai-Oliver Detken

A.S.I. 183MC: Kugelsternhaufen M3

Celestron C11 SC XLT - 280/2800mm, HyperStar für C11 - FlatField Adapter, IDAS-Nebelfilter LPS-P2-48 2" von Hutech, Brennweite: 560 mm, Belichtung: 30 s, Bildanzahl: 98, Darkframes: 30, Flatframes: 30, Biasframes: 30, 18. März 2018

© Dr. Kai-Oliver Detken

A.S.I. 294MC: Pferdekopfnebel B33

Celestron C11 SC XLT - 280/2800mm, HyperStar für C11 - FlatField Adapter, IDAS-Nebelfilter LPS-P2-48 2" von Hutech, Brennweite: 560 mm, Belichtung: 60 s, Bildanzahl: 369, Darkframes: 30, Flatframes: 0, Biasframes: 0, 13./14./17./20. Februar 2018

© Dr. Kai-Oliver Detken

A.S.I. 071MC: Pferdekopfnebel B33

Celestron C11 SC XLT - 280/2800mm, HyperStar für C11 - FlatField Adapter, IDAS-Nebelfilter LPS-P2-48 2" von Hutech, Brennweite: 560 mm, Belichtung: 60 s, Bildanzahl: 118, Darkframes: 100, Flatframes: 100, Biasframes: 100, 05. März 2018

© Dr. Kai-Oliver Detken

A.S.I. 183MC: Pferdekopfnebel B33

Celestron C11 SC XLT - 280/2800mm, HyperStar für C11 - FlatField Adapter, IDAS-Nebelfilter LPS-P2-48 2" von Hutech, Brennweite: 560 mm, Belichtung: 60 s, Bildanzahl: 142, Darkframes: 100, Flatframes: 100, Biasframes: 100, 19. und 20. März 2018

© Dr. Kai-Oliver Detken

A.S.I. 294MC: Whirlpoolgalaxie M51

Celestron C11 SC XLT - 280/2800mm, HyperStar für C11 - FlatField Adapter, IDAS-Nebelfilter LPS-P2-48 2" von Hutech, Brennweite: 560 mm, Belichtung: 60 s, Bildanzahl: 252, Darkframes: 60, Flatframes: 100, Biasframes: 100, 13./15. Februar 2018

© Dr. Kai-Oliver Detken

A.S.I. 071MC: Whirlpoolgalaxie M51

Celestron C11 SC XLT - 280/2800mm, HyperStar für C11 - FlatField Adapter, IDAS-Nebelfilter LPS-P2-48 2" von Hutech, Brennweite: 560 mm, Belichtung: 60 s, Bildanzahl: 166, Darkframes: 30, Flatframes: 30, Biasframes: 30, 24. Februar 2018

© Dr. Kai-Oliver Detken

A.S.I. 183MC: Whirlpoolgalaxie M51

Celestron C11 SC XLT - 280/2800mm, HyperStar für C11 - FlatField Adapter, IDAS-Nebelfilter LPS-P2-48 2" von Hutech, Brennweite: 560 mm, Belichtung: 60 s, Bildanzahl: 128, Darkframes: 30, Flatframes: 30, Biasframes: 30, 18. März 2018

© Dr. Kai-Oliver Detken

Bewertung (1)

- ASI294MCpro
  - Vorteile
    - Sehr lichtempfindliche Kamera
    - Der Pferdkopfnebel war im Live-View bei 2s-Belichtung sichtbar!
    - Rauschen musste nicht nachträglich bearbeitet werden
    - Kleiner und handlicher, als die ASI071MC
    - Geringe Datenflut (jedes Bild hatte nur 23 Megabyte)
  - Nachteile
    - Vignettierung fiel extrem auf
    - Farbdarstellung war matt (Bayer-Matrix setzt sich anders zusammen – vier Pixel der gleichen Farbe in einem Block!)
    - Gesichtsfeld war kleiner (z.B. Rosettennebel passte gerade so ins Bild)
    - Schnelleres Ausbrennen der Objekte
- ASI071MCpro
  - Vorteile
    - Ebenfalls sehr lichtempfindlich, wenn auch geringer als die ASI 294MC
    - Größeres Gesichtsfeld – entspricht einer DSLR-Kamera
    - Farbdarstellung ist kräftiger und ähnelt einer DSLR-Kamera
    - Vignettierung ließ sich einfacher herausrechnen durch Flats
    - Keine Überbelichtung – zarte Strukturen lassen sich erkennen
    - Ausgereifteres Gehäuse
    - Anti-Tau-Heizung
  - Nachteile
    - Größeres Gehäuse
    - Höheres Gewicht

© Dr. Kai-Oliver Detken

Bewertung (2)

- **ASI183MCpro**
  - **Vorteile**
    - **Sehr lichtempfindliche Kamera**
    - **Rauschen musste kaum nachträglich bearbeitet werden**
    - **Kleiner und handlicher, als die ASI 071MC**
    - **Vignettierung ließ sich durch Flats herausrechnen**
    - **Hohe Detaildarstellung bei gleicher Brennweite**
    - **Keine Überbelichtung – detaillierte Strukturen lassen sich erkennen**
  - **Nachteile**
    - **Höheres Datenaufkommen (jedes Bild hatte ca. 40 Megabyte)**
    - **Farbdarstellung war etwas matter**
    - **Verstärkerglühen ließ sich nicht komplett durch Darks entfernen**
    - **Banding-Effekt bei Gain = 0**

A.S.I. 183MCpro
(Quelle: https://astronomy-imaging-camera.com)

© Dr. Kai-Oliver Detken

A.S.I. 071MC: Feuerrad-Galaxie M101

Celestron C11 SC XLT - 280/2800mm, HyperStar für C11 - FlatField Adapter, IDAS-Nebelfilter LPS-P2-48 2" von Hutech, Brennweite: 560 mm, Belichtung: 60 s, Bildanzahl: 239, Darkframes: 100, Flatframes: 100, Biasframes: 100, 23. Februar 2018

© Dr. Kai-Oliver Detken

A.S.I. 071MC: M81 und M82

Celestron C11 SC XLT - 280/2800mm, HyperStar für C11 - FlatField Adapter, IDAS-Nebelfilter LPS-P2-48 2" von Hutech, Brennweite: 560 mm, Belichtung: 60 s, Bildanzahl: 264, Darkframes: 100, Flatframes: 100, Biasframes: 100, 23. Februar 2018

© Dr. Kai-Oliver Detken

A.S.I. 183MC: M81 und M82

Celestron C11 SC XLT - 280/2800mm, HyperStar für C11 - FlatField Adapter, IDAS-Nebelfilter LPS-P2-48 2" von Hutech, Brennweite: 560 mm, Belichtung: 60 s, Bildanzahl: 312, Darkframes: 100, Flatframes: 100, Biasframes: 100, 20. März 2018

© Dr. Kai-Oliver Detken

A.S.I. 071MC: M81 mit Holmberg IX

Celestron C11 SC XLT - 280/2800mm, HyperStar für C11 - FlatField Adapter, IDAS-Nebelfilter LPS-P2-48 2" von Hutech, Brennweite: 560 mm, Belichtung: 60 s, Bildanzahl: 264, Darkframes: 100, Flatframes: 100, Biasframes: 100, 23. Februar 2018

© Dr. Kai-Oliver Detken

A.S.I. 183MC: M82 im Detail

Celestron C11 SC XLT - 280/2800mm, HyperStar für C11 - FlatField Adapter, IDAS-Nebelfilter LPS-P2-48 2" von Hutech, Brennweite: 560 mm, Belichtung: 60 s, Bildanzahl: 312, Darkframes: 100, Flatframes: 100, Biasframes: 100, 20. März 2018

© Dr. Kai-Oliver Detken

A.S.I. 071MC: Rosettennebel (NGC2244)

Celestron C11 SC XLT - 280/2800mm, HyperStar für C11 - FlatField Adapter, IDAS-Nebelfilter LPS-P2-48 2" von Hutech, Brennweite: 560 mm, Belichtung: 60 s, Bildanzahl: 239, Darkframes: 100, Flatframes: 100, Biasframes: 100, 21. Februar 2018

© Dr. Kai-Oliver Detken

A.S.I. 183MC: Rosettennebel (NGC2244)

Celestron C11 SC XLT - 280/2800mm, HyperStar für C11 - FlatField Adapter, IDAS-Nebelfilter LPS-P2-48 2" von Hutech, Brennweite: 560 mm, Belichtung: 60 s, Bildanzahl: 82, Darkframes: 100, Flatframes: 100, Biasframes: 100, 18. März 2018

© Dr. Kai-Oliver Detken

Fazit

- Die A.S.I. 071MCpro hat den Vergleichstests für sich entscheiden können
- Dies lag hauptsächlich an dem größeren Gesichtsfeld und dem fehlenden Verstärkerrauschen
- Die A.S.I. 183MCpro bietet sich aber als Ergänzung an, um näher an die Objekte heranzukommen, ohne die Brennweite ändern zu müssen
- Für Langzeitbelichtungen besitzt die A.S.I. 071MC Vorteile durch ihre Darkframes, in der Kurzbelichtung ergeben sich Vorteile für die A.S.I. 183MC
- Zusätzlich können aber auch kurze Belichtungszeiten (< 30 s) verwendet werden
- Gegenüber einer DSLR können nun die Vorteile der Kühlung, keine Dunkelbilder mehr in einer Nachtsession und höhere Lichtempfindlichkeit ausgenutzt werden
- Zudem findet man Objekte über Live View (APT) besser am Himmel bzw. kann diese einfacher ausrichten
- Dadurch könnten zukünftig auch Mosaikbilder interessant werden
- Die Kombination mit einer Monochrom-Kamera für Schmalband und etwa doppelte Empfindlichkeit könnte man zukünftig testen

© Dr. Kai-Oliver Detken

Herzlichen Dank für

Eure Aufmerksamkeit!

Celestron C11 SC XLT - 280/2800mm, HyperStar für C11 - FlatField Adapter, IDAS-Nebelfilter LPS-P2-48 2" von Hutech, Brennweite: 560 mm, Kamera: A.S.I. 183MCpro, Belichtung: 60 s, Bildanzahl: 100, Darkframes: 100, Flatframes: 100, Biasframes: 100, 18. März 2018

© Dr. Kai-Oliver Detken