

# Fortschritte in der Planetenfotografie: Vergleich von CCD- und CMOS-Kameras

*von Dr. Kai-Oliver Detken*



A.S.I. 178MM USB3.0-Kamera mit Filterrada an einem Crayford-Auszug

aus der Arbeit der VdS-Fachgruppe „Planeten“

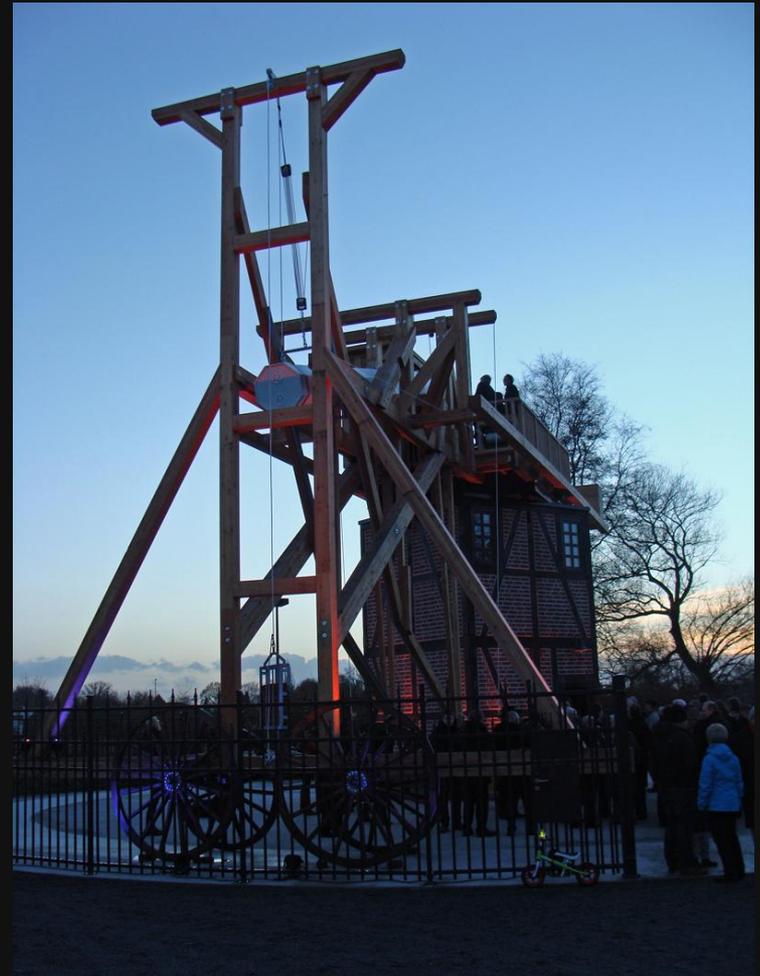
# Inhalt

- **Astronomische Vereinigung Lilienthal (AVL)**
- **Anforderungen an die Planetenfotografie**
- **CCD- versus CMOS-Kamera**
  - **CCD-Kamera DMK618**
  - **CMOS-Kamera ASI120MM**
  - **CMOS-Kamera ASI178MM**
  - **Teleskop C11**
- **Ausleserauschen und QE der ASI178MM**
- **Jupiterbilder mit der DMK618 und der ASI178MM**
- **Mond- und Sonnenbilder mit der ASI178MM am Refraktor und C11**
- **Vor -und Nachteile der ASI178MM-Kamera**
- **Fazit**



# Astronomische Vereinigung Lilienthal

- **Jahr 2000**      **Gründung Astronomische Vereinigung Lilienthal (AVL), u.a. aufgrund des geschichtlichen Hintergrunds**
- **Jahr 2004**      **Ausgründung des Projekts Telescopium Lilienthal zum Aufbau des 27-Fuß-Teleskops von Schroeter von 1793**
- **Jahr 2009**      **Gründung einer Astrofotogruppe**
- **Jahr 2015**      **Einweihung des Schroeter-Teleskop-Nachbaus durch Thomas Reiter (esa)**



Schroeter-Teleskop: 50 cm Spiegeldurchmesser, 8 m Brennweite, Newton-Spiegelteleskop

# Planetenfotografie-Anforderungen

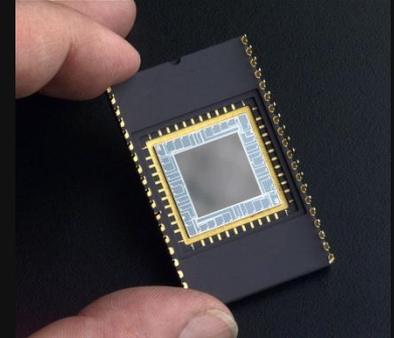
- **Es wird eine sehr große Brennweite benötigt (teilweise bis zu 6 m)**
- **Es werden Videos erstellt, aus denen dann Fotos gewonnen werden**
- **Dazu sollte eine CCD- oder CMOS-Kamera verwendet werden**
- **Die Pixelgröße sollte sehr klein sein, um möglichst viele Details bei den kleinen Planetenscheiben herausholen zu können**
- **Die Kamera muss eine möglichst hohe Frame-Rate besitzen, um das Seeing ausgleichen zu können**
- **Die Lichtempfindlichkeit sollte sehr gut sein, aufgrund der verwendeten Öffnungsverhältnisse (bis 1/20) bei langer Brennweite**
- **Optimaler Weise sollte eine s/w-Kamera verwendet werden, um die größte Empfindlichkeit ausnutzen zu können (ohne Bayer-Matrix)**
- **Erfahrungswert: die Schärfe einer monochromen Kamera ist ca. um den Faktor 1,3 höher**



# CCD- versus CMOS-Kamera

- **CCD-Kameras**

- **CCD-Bildsensoren bestehen aus einer Matrix lichtempfindlicher Fotodioden**
- **Geringes Rauschen und kleiner Dunkelstrom bei langen Belichtungszeiten**
- **Quanteneffizienz bei nahezu 100% in einem begrenzten Spektralbereich**
- **Allerdings liest der Chip eher langsam aus**



CCD-Sensor in der  
Astronomie

- **CMOS-Kameras**

- **Schnelleres und bereichsgesteuertes Auslesen, kaum Blooming\***
- **Jeder Pixel besitzt einen Verstärker (dadurch weniger Rauschen)**
- **Verarbeitungsschritte können gleich im Pixelverstärker vorgenommen werden (z.B. HDR, Stacking)**
- **Sehr hohe Bildraten durch separate Pixelverarbeitung**
- **Flexibler auszulesen durch direkte Adressierung (Binning)**
- **Nachteilig sind die geringere Lichtempfindlichkeit und ein reduzierter Dynamikumfang**

\* = Blooming bezeichnet die Entstehung eines hellen Flecks um eine lokale Überbelichtung

# CCD-Kamera

- Es gibt sehr unterschiedliche CCD-Kameras von „The Imaging Source“ (TIS), die sich eignen:  
<http://www.theimagingsource.com>
- TIS-Kamera wurde 2008 als „Hot Product“ von der Fachzeitschrift Sky & Telescope ausgezeichnet
- DMK 21AU618.AS (640 x 480 Pixel) ist seit 2013 im Einsatz:
  - **Monochrome Kamera = DMK**
  - **1/4“ CCD-Sensor ICX618 von Sony mit einer Empfindlichkeit von 0,015 lx**
  - **Max. Bildrate: 60 fps**
  - **Sensormmaß: 5,6 µm**
  - **Bittiefe: 8 Bit**
- Allerdings ergeben sich auch Nachteile:
  - **Geringe Auflösung von bis zu 640x480 Pixel**
  - **Hohes Rauschen bei langbelichteten Aufnahmen**



DMK-Kamera vom Bremer Hersteller  
„The Imaging Source“

# CMOS-Kamera (1)

- Seit 2014 machen die CMOS-Kameras von ZWOptical auf sich aufmerksam:  
<http://astronomy-imaging-camera.com>
- Die ASI 120MM USB2.0 wurde 2014 als „Hot Product“ von der Fachzeitschrift Sky & Telescope ausgezeichnet
- Die ASI 120MM USB2.0 hat folgende Eigenschaften:
  - Monochrome Kamera = MM
  - 1/3" CMOS-Sensor MT9M034
  - Max. Bildrate: 215 fps bei 320x240
  - Sensormmaß: 3,75  $\mu\text{m}$
  - Bittiefe: 12 Bit
  - Max. Auflösung: 1280 x 960 Pixel
  - Geringes Ausleserauschen: keine Angaben
  - Binning: 2x2 bei 640x480 Pixel und 35 fps
  - USB 2.0



ASI-Kamera vom Hersteller ZWOptical

# CMOS-Kamera (2)

- Die Weiterentwicklung ASI 178MM USB3.0 kam 2016 heraus (gefolgt von weiteren Alternativen)
- Sie besitzt folgende Eigenschaften:
  - Monochrome Kamera = MM
  - 1/1,8" CMOS-Sensor IMX178 von Sony
  - Max. Bildrate: 240 fps bei 320x240 und 14 Bit
  - Sensormmaß: 2,4 µm
  - Bittiefe: 14 Bit
  - Max. Auflösung: 3096 x 2080 Pixel (6,4 Megapixel)
  - Ausleserauschen: 2,2e – 1,4e bei 27 dB
  - Binning: 2x2
  - USB 3.0
- Weitere Alternativen vom Hersteller sind:
  - ASI 174MM/MC USB3.0
  - ASI 224MM/MC USB3.0
  - ASI 290MM/MC USB3.0



ASI178MM-Kamera (ungekühlt)



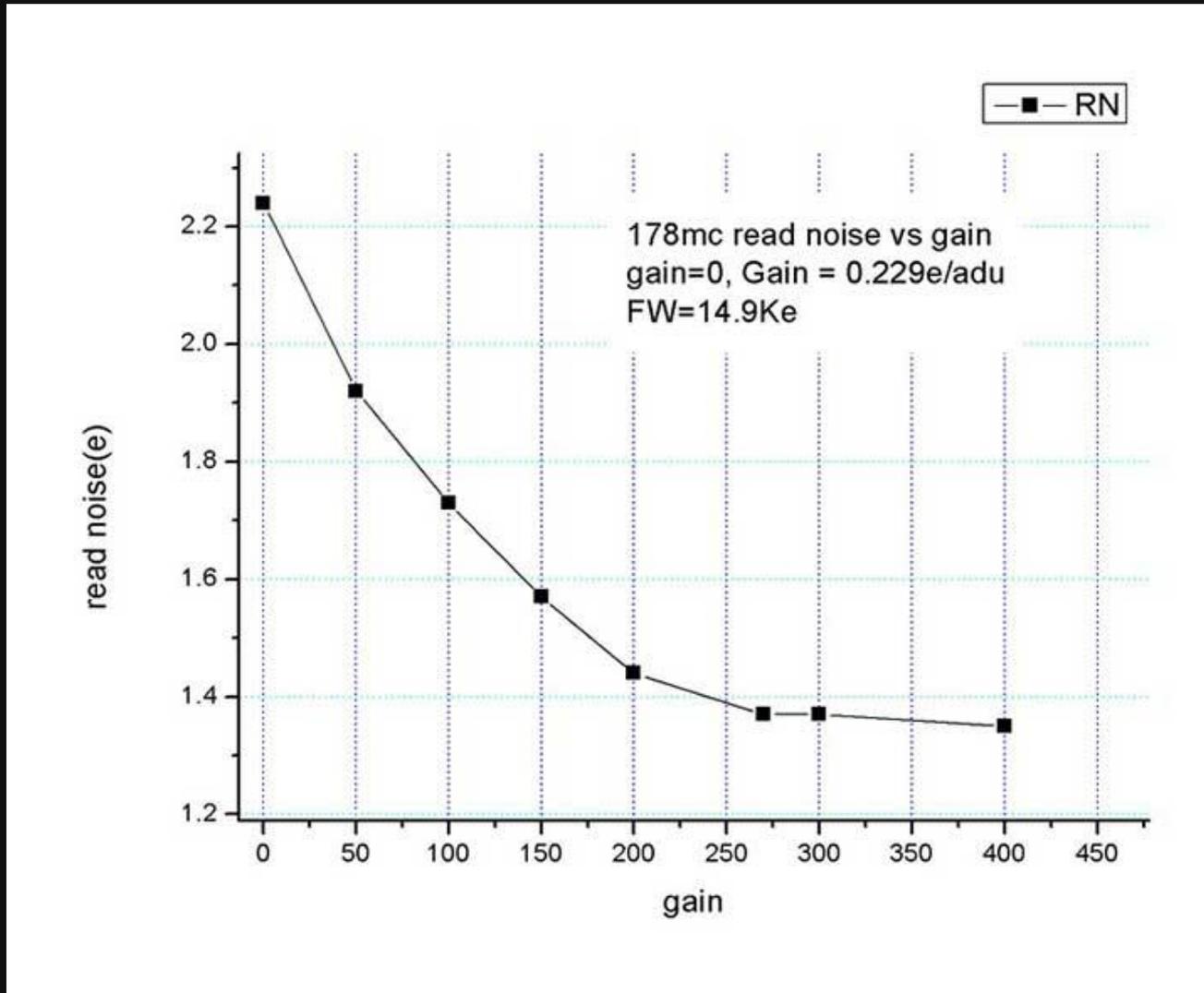
ASI178MMC-Kamera (gekühlt)

# Direkter Kameravergleich

DMK 21AU618.AS	A.S.I. 120MM USB 2.0 Mono	A.S.I. 178MM USB 3.0 Mono
		
<p>Sensor: CCD ICX618 (Sony)            Sensordurchmesser: 5,6 µm Pixel            Auflösung: 0,3 Megapixel            Anschluss: USB 2.0            Bitauflösung: 8 Bit            Klarglasfilter: keiner            Binning: nein            Auflösung/Bildrate: max. 640 x 480 (60 fps)            ST-4-Port: nein            Ausleserauschen: groß bei längeren Belichtungen            Empfindlichkeit: 0,015 lx            Anwendungen: Planeten, Sonnenflecken, Mondkrater</p>	<p>Sensor: CMOS AR0130CS / MT9M034            Sensordurchmesser: 3,75 µm Pixel            Auflösung: 1,2 Megapixel            Anschluss: USB 2.0            Bitauflösung: 12 Bit            Klarglasfilter: eingebaut            Binning: 2x2 zur Empfindlichkeitserhöhung            Auflösung/Bildrate: max. 1280x960 (35 fps), 1280x400 (80 fps), 960x960 (46 fps) bei 12 Bit            ST-4-Port: ja            Ausleserauschen: mittel            Anwendung: Planeten, Sonne, Mond, kurzbelichtete Deep-Sky-Aufnahmen</p>	<p>Sensor: CMOS IMX178 (Sony)            Sensordurchmesser: 2,4 µm Pixel            Auflösung: 6,4 Megapixel            Anschluss: USB 2.0/USB 3.0            Bitauflösung: 14 Bit            Klarglasfilter: eingebaut            Binning: 2x2 zur Empfindlichkeitserhöhung            Auflösung/Bildrate: max. 3096x2080 (30 fps), 2048x1080 (58 fps), 1280x960 (65 fps) bei 14 Bit            ST-4-Port: ja            Ausleserauschen: sehr gering            Anwendung: Planeten, Sonne, Mond, kurzbelichtete Deep-Sky-Aufnahmen</p>
<p>Preis: 499 Euro</p>	<p>Preis: 235 Euro</p>	<p>Preis: 497 Euro</p>

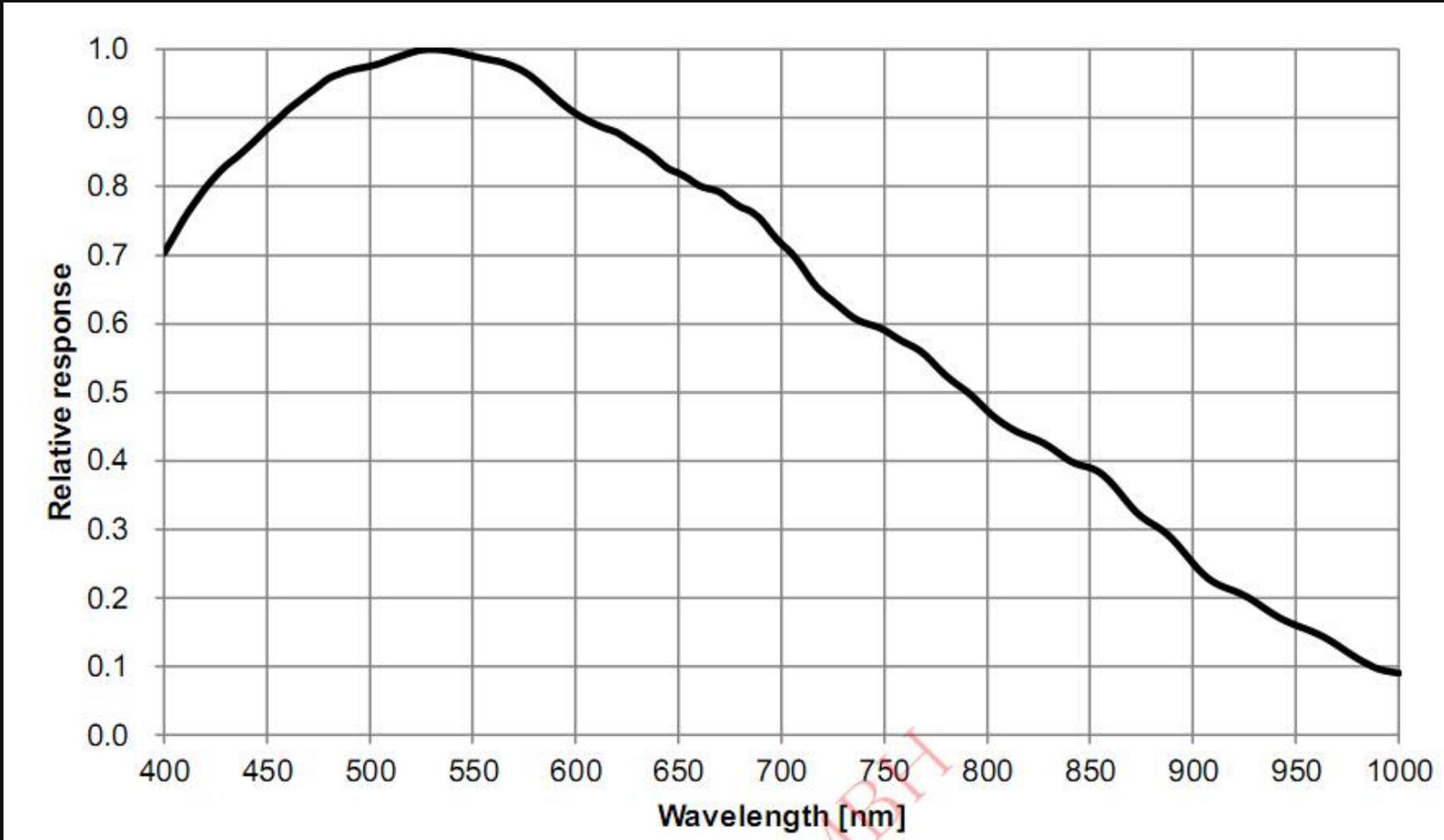
**Fazit:** Die ASI 178MM verspricht durch ihren geringen Sensordurchmesser, die unterschiedlichen Auflösungen bei gleichzeitig hoher Bildrate die universellste Einsatzmöglichkeit.

# Ausleserauschen der ASI178MM



Quelle: <http://astronomy-imaging-camera.com/products/usb-3-0/asi178mm-mono/>

# Relative QE-Kurve der ASI178MM



Quelle: <http://astronomy-imaging-camera.com/products/usb-3-0/asi178mm-mono/>



# QE-Kurve: Quanteneffizienz

- Grundsätzlich gibt die QE-Kurve die Quantenausbeute an: mit welcher Wahrscheinlichkeit wird ein Elektron durch den photoelektrischen Effekt freigesetzt, damit das Photon detektiert werden kann
- Für Planetenfotografen spielt die Quanteneffizienz im Bereich *Rot-* und *Infrarot-Kanal* eine entscheidende Rolle
- Der Wert 1 sagt bei der QE-Kurve aus, dass hier der beste Wert erreicht werden kann: zwischen *400-700 nm* werden die besten Werte erzielt!
- Da es sich um den *relativen* QE-Wert handelt, sagt die Kurve aber nichts darüber aus, wie viel Photonen wirklich eingefangen werden
- Das Ausleserauschen spielt ebenfalls eine entscheidende Rolle, da bei einem hohen Rauschanteil auch ein guter QE-Wert das Bild nicht mehr verbessern kann
- Fazit: grundsätzlich ist ein hoher (absoluter) QE-Wert und ein niedriges Ausleserauschen (1e bis 10e) wünschenswert – beides ist gegeben!



# Teleskop-Equipment

- Um Planetenaufnahmen anzufertigen zu können, bieten sich Schmidt-Cassegrain-Optiken an:
  - Gutes Öffnungsverhältnis
  - Große Brennweite
  - Kompakte Bauweise
  - Keine Fokusprobleme
  - Meistens noch tragbar (bis C11)
- Das C11 von Celestron hat sich dabei quasi als Standardoptik herauskristallisiert:
  - Öffnung: 11“
  - Brennweite: 2.800 mm
  - Öffnungsverhältnis: 1/10
  - Auflösungsvermögen: 0,42“
  - Gewicht: 13 kg



Schmidt-Cassegrain-Teleskop C11 auf CEM60-Montierung von iOptron

# Bildvergleiche durch Jupiter

- **Zum Vergleich der DMK618- und ASI178MM-Kamera lässt sich der Planet Jupiter gut nutzen**
  - **Der Riesenplanet dreht sich extrem schnell und bedarf einer schnellen Aufnahmetechnik**
  - **Aufnahmen über 3 min wirken bereits verschwommen und unscharf**
  - **Derotation (z.B. über WinJUPOS) kann dies verhindern, wurde aber hier nicht angewandt (ca. 1000 Bilder pro Farbe)**
- **Durch die Nutzung einer s/w-Kamera kann daher nur ein kurzer Zeitraum zur Aufnahme einzelner RGB-Kanäle genutzt werden**
- **Daher ist eine hohe Framerate (fps) sehr wichtig (je höher, desto besser)**
- **Beide Kameras sind in der Lage unter optimalen Bedingungen bis zu 60 fps bereitzustellen, wobei die ASI178MM sogar noch mehr leisten kann**
- **Spannend ist aber eher, wie sich die Pixelgröße auf die Bilder auswirkt**



# Randparameter

- **Aufnahme-Software:**

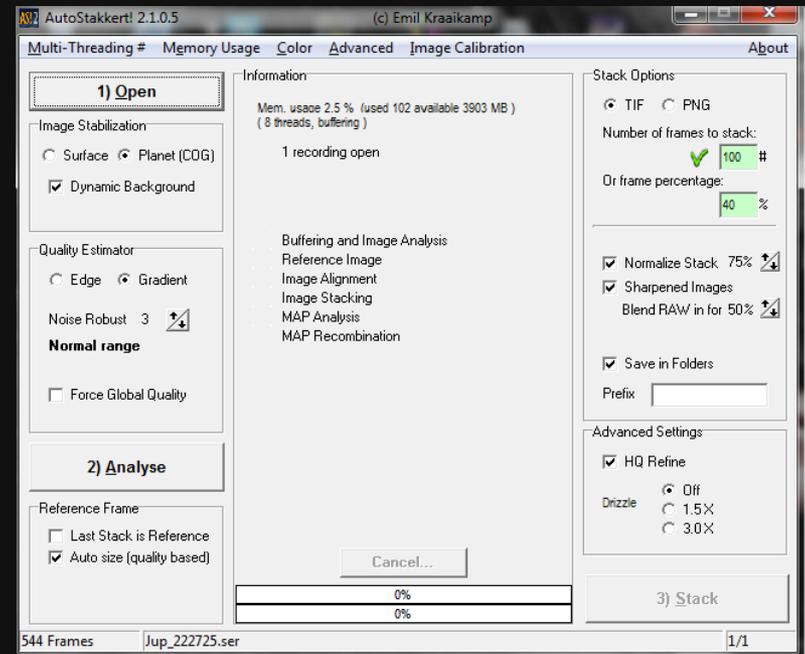
- **FireCapture 2.4 (ASI 178MM) → Version 2.5beta unterstützt auch größere Auflösungen: > 2400x2000 Pixel**
- **IC Capture 2.2 (DMK618)**
- **Es wurden 1000 Bilder pro Farbkanal aufgenommen**

- **Bildbearbeitungssoftware:**

- **AutoStakkert! 2.1.0.5**
- **Fitswork 4.44**
- **Adobe Photoshop Elements 12**

- **Aufnahme-Optik:**

- **Brennweite: 2800 mm**
- **Öffnungsverhältnis: 1/10**
- **Teleskop: C11**



# Jupiterbilder mit der DMK618 (1)

Jupiter mit zwei seiner  
Monde, gutes Seeing

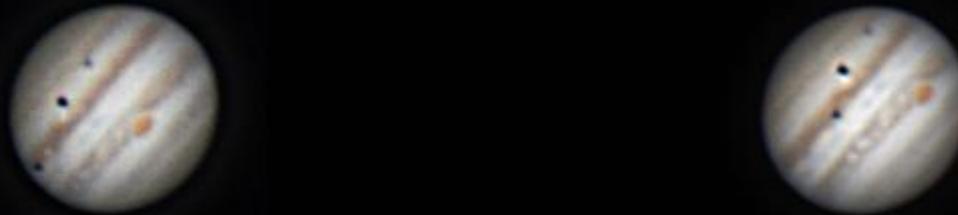


Celestron C11 SC XLT, Brennweite: 2.800 mm, Öffnungsverhältnis: 1/10 , Kamera: DMK21AU618.AS,  
Filter: L-RGB-Filtersatz (Typ II C) von Astronomik, Belichtung pro Bild: 1/370 sec (R/G/B),  
Bildanzahl: 2.170 pro Farbe, Datum: 27. Februar 2016



# Jupiterbilder mit der DMK618 (2)

Jupiter mit zwei Mondschatten und Großem Roten Fleck (GRF), mittleres Seeing



Celestron C11 SC XLT, Brennweite: 2.800 mm, Öffnungsverhältnis: 1/10 , Kamera: DMK21AU618.AS,  
Filter: L-RGB-Filtersatz (Typ II C) von Astronomik, Belichtung pro Bild: 1/370 sec (R/G/B),  
Bildanzahl: 1.285 pro Farbe, Datum: 16. März 2016



# Jupiterbilder mit der DMK618 (3)

Jupiter mit drei seiner Monde und Großem Roten Fleck (GRF), mittleres Seeing, Aufnahmesoftware: IC Capture (links) und FireCapture (rechts)



Celestron C11 SC XLT, Brennweite: 2.800 mm, Öffnungsverhältnis: 1/10 , Kamera: DMK21AU618.AS,  
Filter: L-RGB-Filtersatz (Typ II C) von Astronomik, Belichtung pro Bild: 5,6 msec (R/G/B),  
Bildanzahl: 1.285 pro Farbe, 23. März 2016



# Jupiterbilder mit der DMK618 (4)



Jupiter mit  
Doppelmondereignis  
und relativ schlechtem  
Seeing (nach leichter  
Neujustierung der  
Optik) mit R-Filter

Celestron C11 SC XLT, Brennweite: 2.800 mm, Öffnungsverhältnis: 1/10 , Kamera: DMK21AU618.AS,  
Filter: L-RGB-Filtersatz (Typ II C) von Astronomik, Belichtung pro Bild: 85,5 msec (R),  
Bildanzahl: 318, Datum: 01. April 2016



# Jupiterbilder mit der ASI178MM (1)



Jupiter mit Großem  
Roten Fleck (GRF) und  
zwei Monden mit  
Binning (2x2) mit G-  
Filter bei gutem Seeing

Celestron C11 SC XLT, Brennweite: 2.800 mm, Öffnungsverhältnis: 1/10 , Kamera: ZWOptical A.S.I. 178MM,  
Filter: L-RGB-Filtersatz (Typ II C) von Astronomik, Belichtung pro Bild: 8,1 msec (G),  
Bildanzahl: 257, Binning: 2x2, Datum: 04. April 2016



# Jupiterbilder mit der ASI178MM (2)



Jupiter mit Großem  
Roten Fleck (GRF) bei  
gutem Seeing

Celestron C11 SC XLT, Brennweite: 2.800 mm, Öffnungsverhältnis: 1/10 , Kamera: ZWOptical A.S.I. 178MM,  
Filter: L-RGB-Filtersatz (Typ II C) von Astronomik, Belichtung pro Bild: 8,1 msec (R/G/B),  
Bildanzahl: 588, Binning: kein, Datum: 04. April 2016



# Jupiterbilder mit der ASI178MM (3)



Jupiter mit Großem Roten Fleck (GRF) mit einem seiner Monde bei gutem Seeing

Celestron C11 SC XLT, Brennweite: 2.800 mm, Öffnungsverhältnis: 1/10 , Kamera: ZWOptical A.S.I. 178MM,  
Filter: L-RGB-Filtersatz (Typ II C) von Astronomik, Belichtung pro Bild: 7 msec (R/G/B),  
Bildanzahl: 1.732, Binning: kein, Datum: 09. April 2016



# Jupiterbilder mit der ASI178MM (3)



Jupiter mit Großem  
Roten Fleck (GRF) mit  
einem seiner Monde bei  
gutem Seeing

Celestron C11 SC XLT, Brennweite: 2.800 mm, Öffnungsverhältnis: 1/10 , Kamera: ZWOptical A.S.I. 178MM,  
Filter: L-RGB-Filtersatz (Typ II C) von Astronomik, Belichtung pro Bild: 7 msec (R/G/B),  
Bildanzahl: 1.732, Binning: kein, Datum: 09. April 2016



# Direkter Größenvergleich



DMK 21AU618.AS



ASI 178MM USB3.0

**Fazit: Bei gleicher Brennweite erhält man eine wesentlich größere Abbildung durch die ASI178MM!**

# Einsatz an großflächigen Objekten

- **Die Aufnahme von Mond und Sonne verlangt nach größeren Auflösung für einen guten Gesamteindruck**
- **Die Framerate ist nicht so entscheidend und kann hier ruhig kleiner gewählt werden**
- **Dies ist aufgrund der höheren Auflösung auch meistens nicht anders machbar (besonders bei Verwendung von älterem Laptop-Equipment)**
- **Auch an großflächigen Objekten ergeben sich allerdings durch das geringere Sensormass Vorteile**
  - **Es lassen sich Übersichtsaufnahmen erstellen (z.B. durch Binning)**
  - **Anschließend können Details fotografiert werden, ohne den Fokus neu einstellen zu müssen**
  - **Eine zusätzliche Brennweiten-Verlängerung über Barlowlinse entfällt bzw. ist nicht notwendig**



# Mondbildmosaik mit der ASI178MM (1)

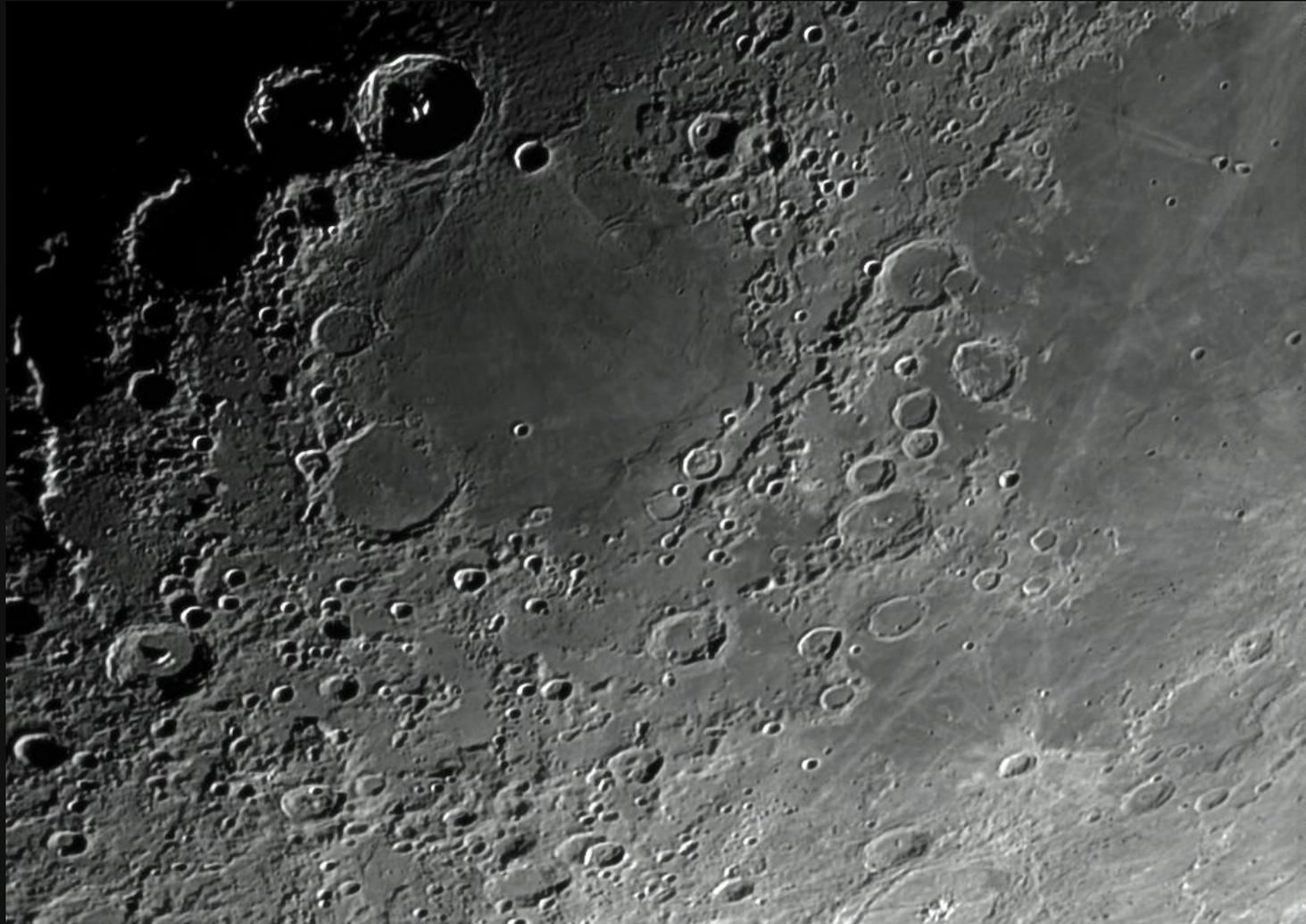


Mondmosaik aus drei  
Bildern bei 910 mm  
Brennweite

Refraktor TS PHOTOLINE 130 mm-f/7-Triplett-APO, Brennweite: 910 mm, Öffnungsverhältnis: 1/7 ,  
Kamera: ZWOptical A.S.I. 178MM, Filter: R-Filter (Typ II C) von Astronomik, Belichtung pro Bild: 3,14 msec (R),  
Bildanzahl: 3 x 20, Binning: kein, Datum: 12. April 2016



# Mondbilder mit der ASI178MM (2)

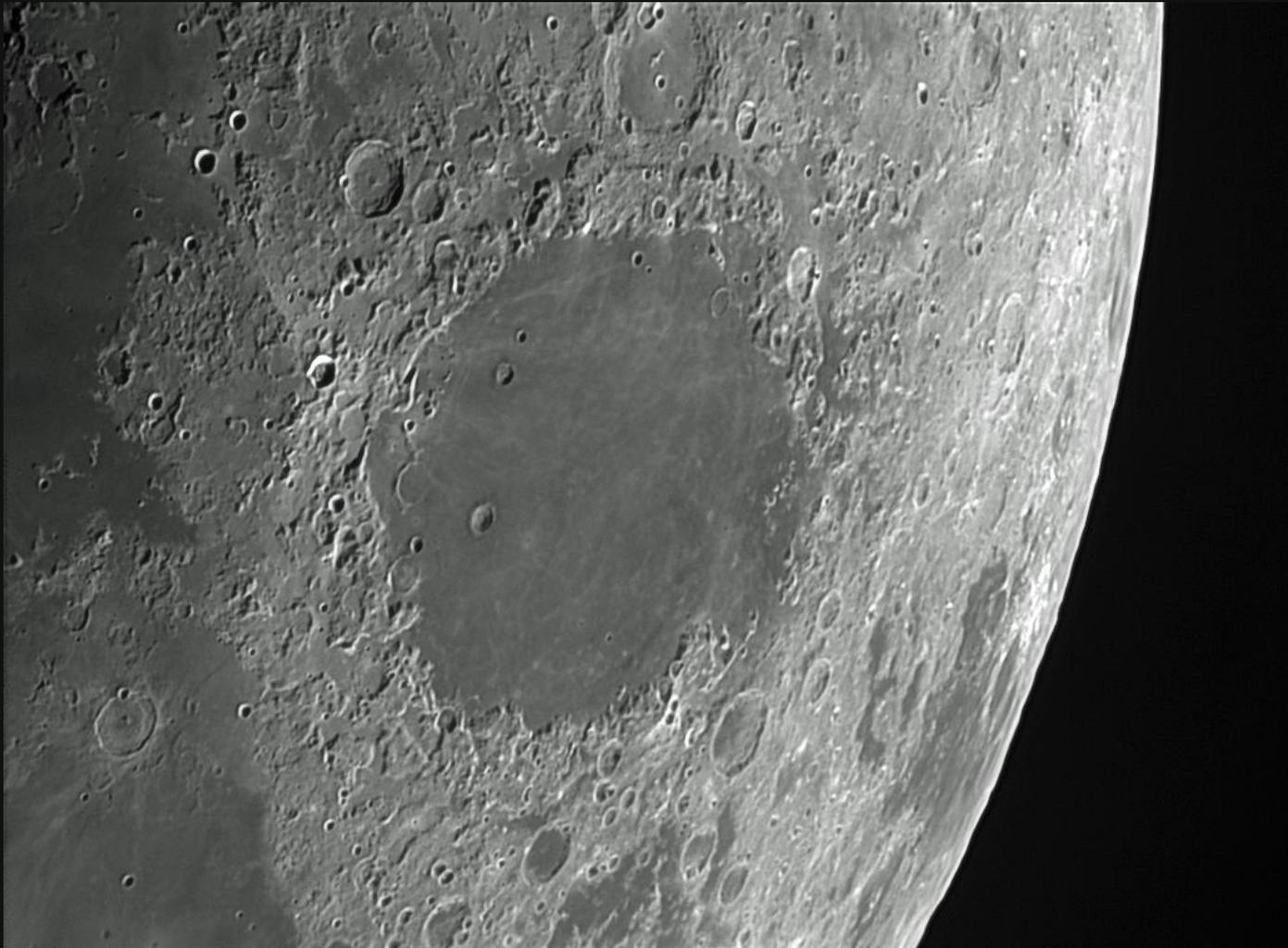


Mare Nectaris,  
umgeben von  
den Kratern  
Theophilus,  
Cyrillus,  
Fracastorius

Refraktor TS PHOTOLINE 130 mm-f/7-Triplett-APO, Brennweite: 910 mm, Öffnungsverhältnis: 1/7 ,  
Kamera: ZWOptical A.S.I. 178MM, Filter: R-Filter (Typ II C) von Astronomik, Belichtung pro Bild: 7,78 msec (R),  
Bildanzahl: 150, Binning: kein, Datum: 12. April 2016



# Mondbilder mit der ASI178MM (3)



Mare Crisium  
mit den inneren  
Kratern Peirce,  
Picard und  
Yerkes

Refraktor TS PHOTOLINE 130 mm-f/7-Triplett-APO, Brennweite: 910 mm, Öffnungsverhältnis: 1/7 ,  
Kamera: ZWOptical A.S.I. 178MM, Filter: R-Filter (Typ II C) von Astronomik, Belichtung pro Bild: 10,0 msec (R),  
Bildanzahl: 683, Binning: kein, Datum: 12. April 2016



# Mondbilder mit der ASI178MM (4)



Krater  
Copernicus,  
junge isolierte  
Formation mit  
sechseckiger  
Form

Celestron C11 SC XLT, Brennweite: 2.800 mm, Öffnungsverhältnis: 1/10 , Kamera: ZWOptical A.S.I. 178MM,  
Filter: R-Filter (Typ II C) von Astronomik, Belichtung pro Bild: 10 msec (R),  
Bildanzahl: 401, Binning: kein, Datum: 17. April 2016



# Mondbilder mit der ASI178MM (5)



Krater  
Copernicus,  
junge isolierte  
Formation mit  
sechseckiger  
Form

Celestron C11 SC XLT, Brennweite: 2.800 mm, Öffnungsverhältnis: 1/10 , Kamera: ZWOptical A.S.I. 178MM,  
Filter: R-Filter (Typ II C) von Astronomik, Belichtung pro Bild: 10 msec (R),  
Bildanzahl: 170, Binning: kein, Datum: 17. April 2016



# Mondbilder mit der ASI178MM (6)



Krater  
Copernicus,  
junge isolierte  
Formation mit  
sechseckiger  
Form

Celestron C11 SC XLT, Brennweite: 2.800 mm, Öffnungsverhältnis: 1/10 , Kamera: ZWOptical A.S.I. 178MM,  
Filter: R-Filter (Typ II C) von Astronomik, Belichtung pro Bild: 5,62 msec (R),  
Bildanzahl: 310, Binning: kein, Datum: 17. April 2016

# Mondbilder mit der DMK618 (1)



**Mons Bradley,  
Berggebiet**

**Celestron C11 SC XLT, Brennweite: 2.800 mm, Öffnungsverhältnis: 1/10 , Kamera: DMK21AU618.AS,  
Filter: Meade ND96 Graufilter , Belichtung: 1/91 msec, Bildanzahl: 1.647, Datum: 16. März 2016**



# Mondbildmosaik mit der DMK618 (2)



Mosaikbild aus drei  
Aufnahmen:

Ptolemaeus-, Alphonsus-,  
Arzachel-, Albategnius-  
Krater

Celestron C11 SC XLT, Brennweite: 2.800 mm, Öffnungsverhältnis: 1/10 , Kamera: DMK21AU618.AS,  
Filter: Meade ND96 Graufilter , Belichtung: 1/91 msec, Bildanzahl: 3 x 1.467, Datum: 16. März 2016



# Sonnenbilder mit der ASI178MM (1)

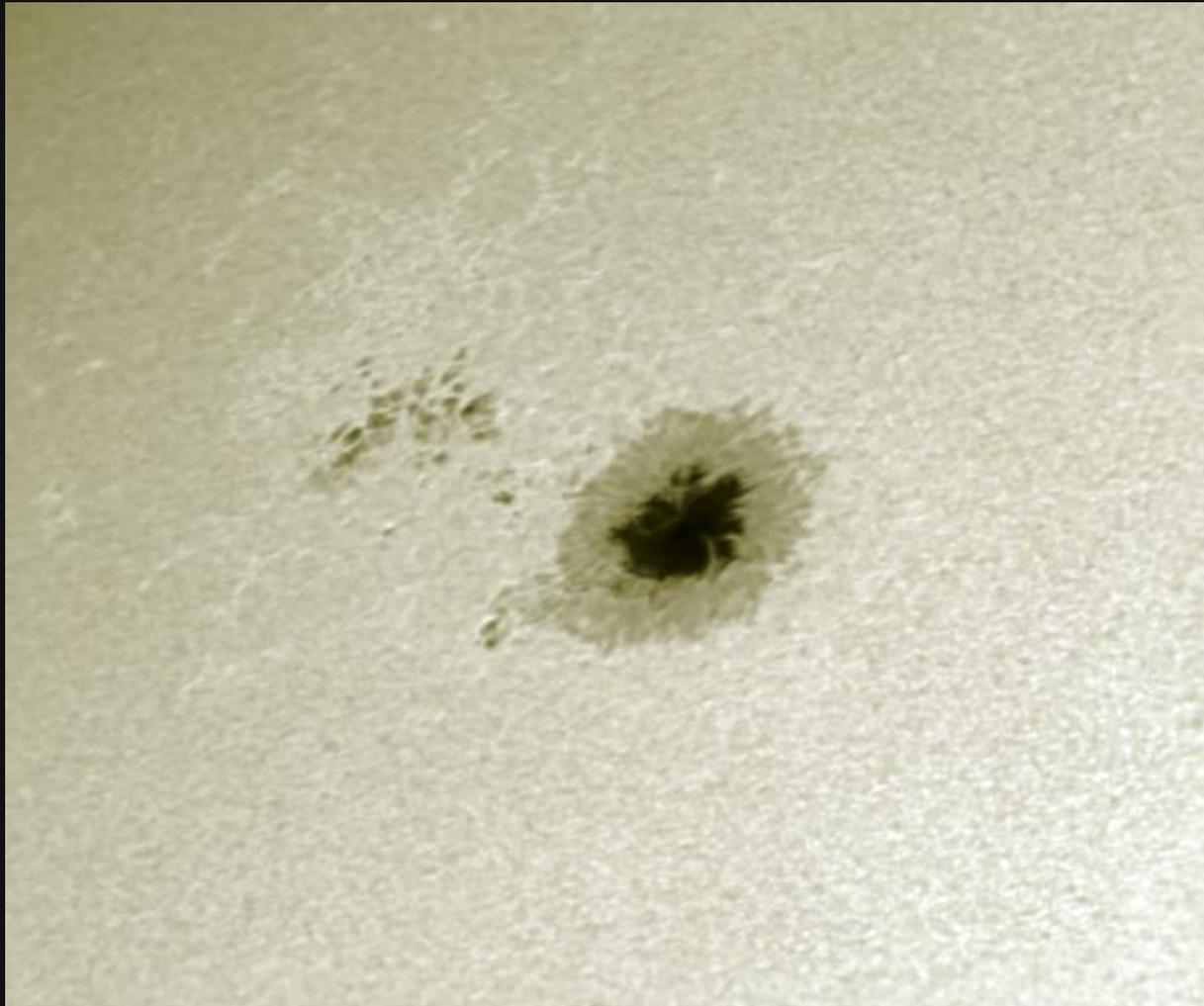


Großer  
Sonnenfleck  
AR12529

Refraktor TS PHOTOLINE 130 mm-f/7-Triplett-APO, Brennweite: 910 mm, Öffnungsverhältnis: 1/7 ,  
Kamera: ZWOptical A.S.I. 178MM, Filter: R-Filter (Typ II C) von Astronomik und Baader-Sonnenfilterfolie,  
Belichtung pro Bild: 1,61 msec (R), Bildanzahl: 92, Binning: 2x2, Datum: 10. April 2016



# Sonnenbilder mit der ASI178MM (2)



Großer  
Sonnenfleck  
AR12529

Refraktor TS PHOTOLINE 130 mm-f/7-Triplett-APO, Brennweite: 910 mm, Öffnungsverhältnis: 1/7 ,  
Kamera: ZWOptical A.S.I. 178MM, Filter: R-Filter (Typ II C) von Astronomik und Baader-Sonnenfilterfolie,  
Belichtung pro Bild: 1,01 msec (R), Bildanzahl: 927, Binning: kein, Datum: 10. April 2016



# Sonnenbild mit der DMK618



Refraktor TS PHOTOLINE 130 mm-f/7-Triplett-APO, CCD-Kamera  
DMK21AU618.AS, 910 mm, Öffnungsverhältnis 1/7, 1/500 sec, Baader-  
Sonnenfilterfolie und Astronomik R-Filter, Meade ND96-Graufilter, 02. April 2016

# Vorteile der ASI178MM-Kamera

- **Durch die kleineren Pixel wird feiner aufgelöst und größer dargestellt**
- **Es kann auf Brennweiten-Verlängerungen (Barlowlinsen) verzichtet werden**
- **Man erhält ein helleres Bild bei niedrigem Öffnungsverhältnis**
- **Ein geringeres Ausleserauschen ermöglicht auch die Anwendung an Deep-Sky-Objekten bei kurzen Belichtungszeiten (z.B. 1000 x 0,5 sec)**
- **Auch kommen wenig Unregelmäßigkeiten im Hintergrund vor (ASI120MM hat teilweise komische Zeilen und DMK618 war sehr unruhig)**
- **Die Empfindlichkeit ist wesentlich höher:**
  - **IR: 1000 nm (etwas höher, als bei der ASI120MM)**
  - **UV: 350 nm (deutlich höher, als bei der ASI120MM)**
- **Es lassen sich wesentlich höhere Auflösungen nutzen (bis 3096x2080 Pixel)**
- **Binning, das Zusammenfassen von Pixelblöcken, ermöglicht höhere Lichtempfindlichkeit und einen besseren Signal-/Rauschabstand**



# Nachteile der ASI178MM

- Die höhere Auflösung erzeugt eine wesentlich höhere Datenmenge, als das vorher bei der DMK-Kamera der Fall war
- Das Binning erzeugt durch das Zusammenfassen von Pixelblöcken kleinere Jupiterabbildungen und egalisiert die Pixelgrößenvorteile des Chips – bietet aber ein größeres Gesichtsfeld
- Um die volle Auflösung bei höchster Framerate nutzen zu können, ist ein USB3.0-Anschluss mit SSD-Festplatte notwendig
- Der Einsatz einer Barlowlinse bringt keinen Vorteil mehr, da die max. Auflösungsgrenze der C11-Optik jetzt bereits bei 2,8 m Brennweite erreicht ist!
- Jede weitere Vergrößerung kostet nur Lichtstärke und kann nicht mehr ausreichend scharf eingestellt werden – dafür kann man die Kamera auch sehr gut an kleineren Brennweiten einsetzen!



# Fazit

- Die ASI 178MM kann durch die geringere Pixelgröße mehr Details, als die DMK618 abbilden
- Auch sind die Anforderungen an die Brennweite nicht mehr so groß
- Sie kann auch an Refraktoren bei geringerer Brennweite gut genutzt werden
- Allerdings sind die erzeugten Datenmenge nicht zu unterschätzen!
- Bei kleinerer Auflösung reicht aber auch eine USB2.0-Schnittstelle aus
- Bei Planeten sollte man sowieso kleinere Auflösungen einstellen, während bei Mond und Sonne die Chip-Größe komplett ausgenutzt werden müsste
- Bei Sonne und Mond bietet die ASI 178MM einen schönen Bildausschnitt, der nicht nur auf einzelne Mondkrater (wie bei der DMK618) begrenzt bleibt
- Die ASI 178MM (sowie weitere Alternativen des Herstellers) ist daher eine sehr gute Allround-Kamera für Planeten, Mond und Sonne
- Durch das geringe Ausleserauschen ist die ASI 178MM auch für Deep-Sky-Objekte und kurze Belichtungszeiten interessant



# Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Großer  
Sonnenfleck  
AR12529

Sigma 70-200 mm F2,8 EX DG OS HSM-Objektiv, Kenko DG MC7 Konverter Canon AF 2x,  
Brennweite: 400 mm, Öffnungsverhältnis:  $f/5,6$ , Kamera: Canon 700Da (modifiziert),  
Filter: OWB Astronomik-Filter und Hoya 77 mm HMC-NDX400-Filter,  
Belichtung: 1/100 sec, ISO: 100 ASA, Bildanzahl 1