

Planetenfotografie mit neuer Optik und Vergleich zweier Kameras



C11-Teleskop, Schmidt-Cassegrain mit 11" Öffnung und 2,8 m Brennweite

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

Inhalt

- **Anforderungen an die Planetenfotografie**
- **Equipment**
 - **Teleskop**
 - **CCD-Kamera DMK618**
 - **CMOS-Kamera ASI178MM**
- **Vorteile der ASI178MM-Kamera**
- **Ausleserauschen und QE der ASI178MM**
- **Jupiterbilder mit der DMK618 und der ASI178MM**
- **Nachteile der ASI178MM-Kamera**
- **Fazit**

Anforderungen

- **Die Planetenfotografie stellt andere Anforderungen an das Equipment, als dies bei Deep Sky der Fall ist:**
 - **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 sehr hohe Frame/sec-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 (keine Bayer-Matrix)**

Teleskop-Equipment

- Um Planetenaufnahmen anfertigen zu können, bieten sich Schmidt-Cassegrain-Optiken an:
 - Gutes Öffnungsverhältnis
 - Große Brennweite
 - Kompakte Bauweise
 - Keine Fokusprobleme
 - Tragbare mobile Optik
- 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

CCD-Equipment

- **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) wurde 2013 angeschafft:**
 - **Monochrome Kamera = DMK**
 - **1/4“ CCD-Sensor ICX618 von Sony mit einer Empfindlichkeit von 0,015 lx**
 - **Max. Bildrate: 60 fps**
 - **Sensormass: 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-Equipment

- **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 Weiterentwicklung ASI 178MM USB3.0 kam 2016 heraus und 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**
 - **Geringes Ausleserauschen: 2,2e – 1,4e**
 - **Binning: 2x2**

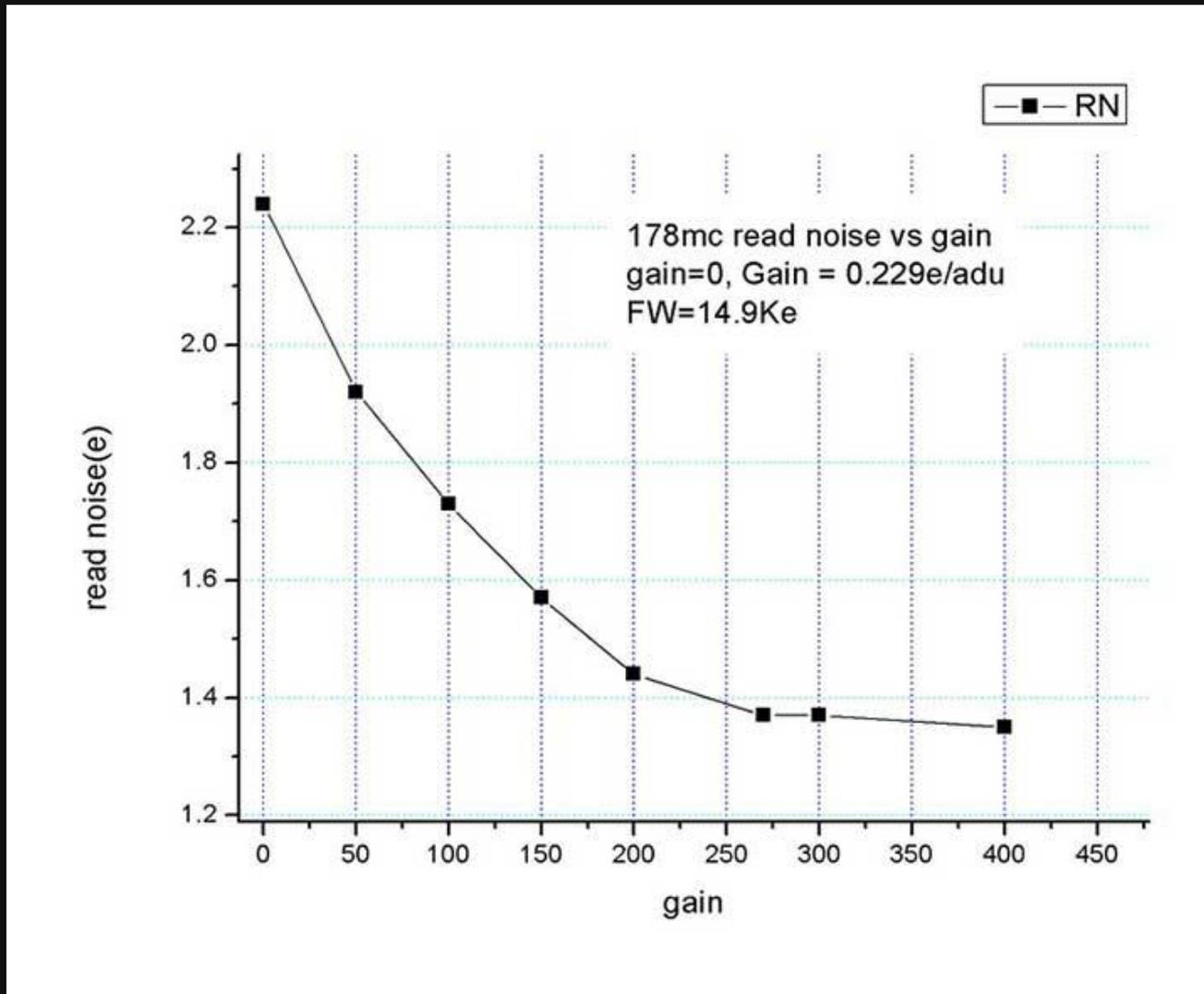


ASI-Kamera vom Hersteller ZWOptical

Vorteile der ASI178MM-Kamera

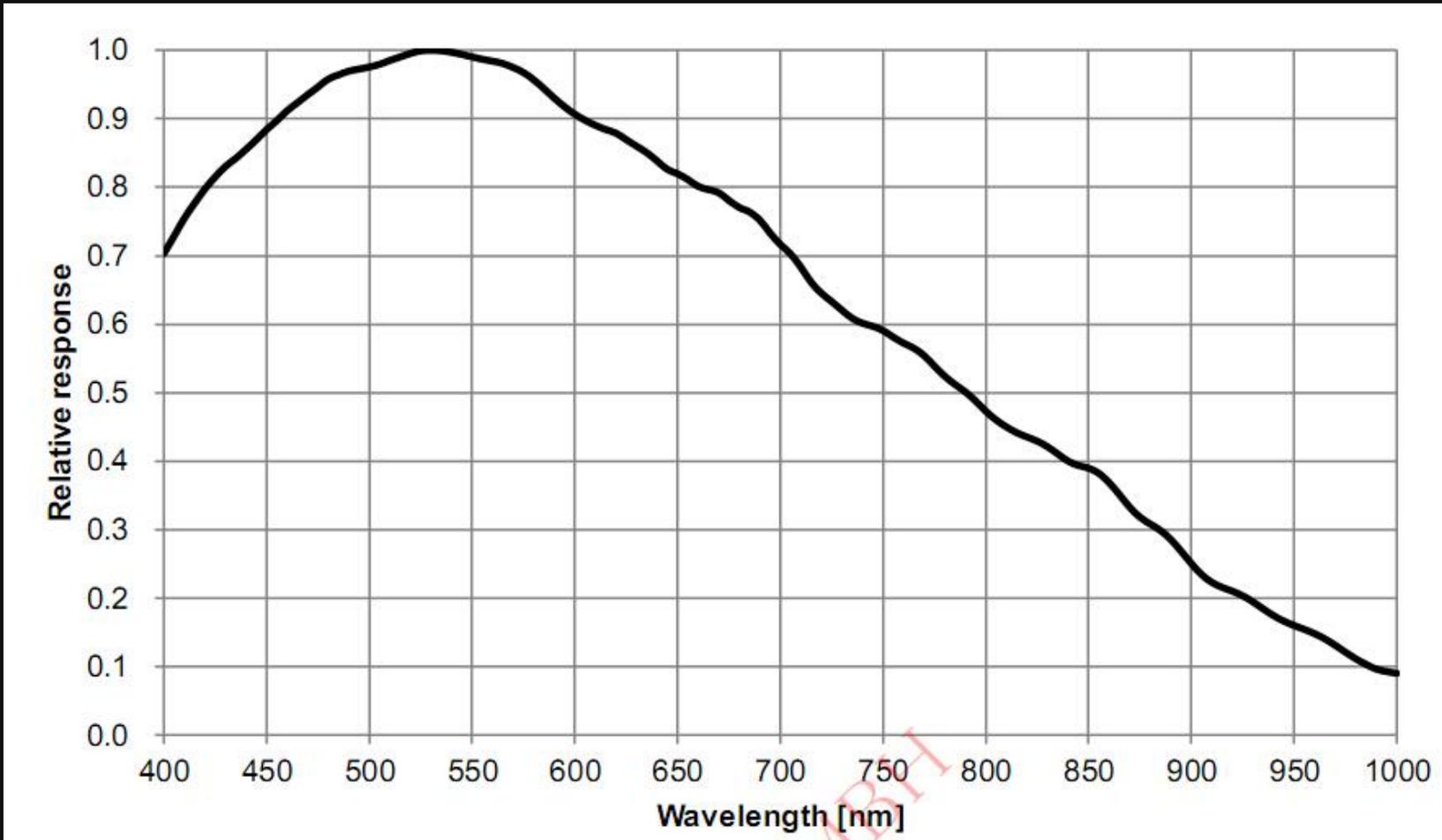
- **Durch die kleinere Pixel (die Hälfte der DMK-Kamera) werden Planeten feiner aufgelöst und größer dargestellt**
 - **Es kann daher auf zusätzliche Brennweiten-Verlängerungen (Barlowlinsen) verzichtet werden**
 - **Dadurch erhält man ein helleres Bild (Öffnungsverhältnis verschlechtert sich nicht durch Brennweiten-Verdoppelung auf 1/20)**
- **Ein geringeres Ausleserauschen ermöglicht auch die Anwendung an Deep-Sky-Objekten bei kurzen Belichtungszeiten**
- **Die Empfindlichkeit ist wesentlich höher (auch als die der ASI 120MM):**
 - **IR: 1000 nm**
 - **UV: 350 nm**
- **Es lassen sich wesentlich höhere Auflösungen nutzen (bis 3096x2080)**
- **Binning, das Zusammenfassen von Pixelblöcken, ermöglicht höhere Lichtempfindlichkeit und einen besseren Signal-/Rauschabstand**

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 fotoelektrischen 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
- 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

Jupiter-Bildvergleiche

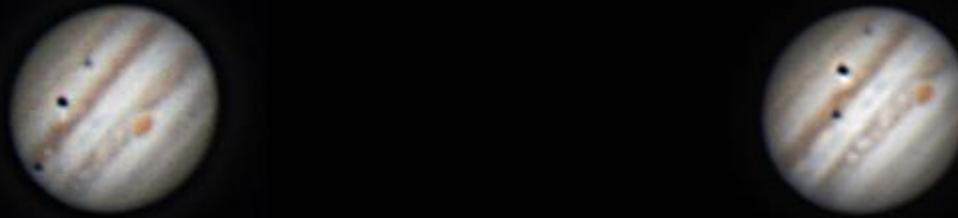
- **Zum Vergleich beider Kameras lässt sich der Planet Jupiter gut nutzen**
- **Der Riesenplanet dreht sich extrem schnell und bedarf einer schnellen Aufnahmetechnik**
- **Aufnahmen über 3 min wirken bereits verschwommen und unscharf**
- **Derotation (z.B. über WinJUPOS) kann dies verhindern, wurde aber hier nicht angewandt**
- **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**

Jupiterbilder mit der DMK618 (1)



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)



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)



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: 5.600 msec (R/G/B),
Bildanzahl: 1.285 pro Farbe, 23. März 2016

Jupiterbilder mit der DMK618 (4)



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)



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: 8.089 msec (G),
Bildanzahl: 257, Binning: 2x2, Datum: 04. April 2016

Jupiterbilder mit der ASI178MM (2)



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: 8.089 msec (R/G/B),
Bildanzahl: 588, Binning: kein, Datum: 04. April 2016

Jupiterbilder mit der ASI178MM (3)



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: 7.041msec (R/G/B),
Bildanzahl: 1.732, Binning: kein, Datum: 09. April 2016

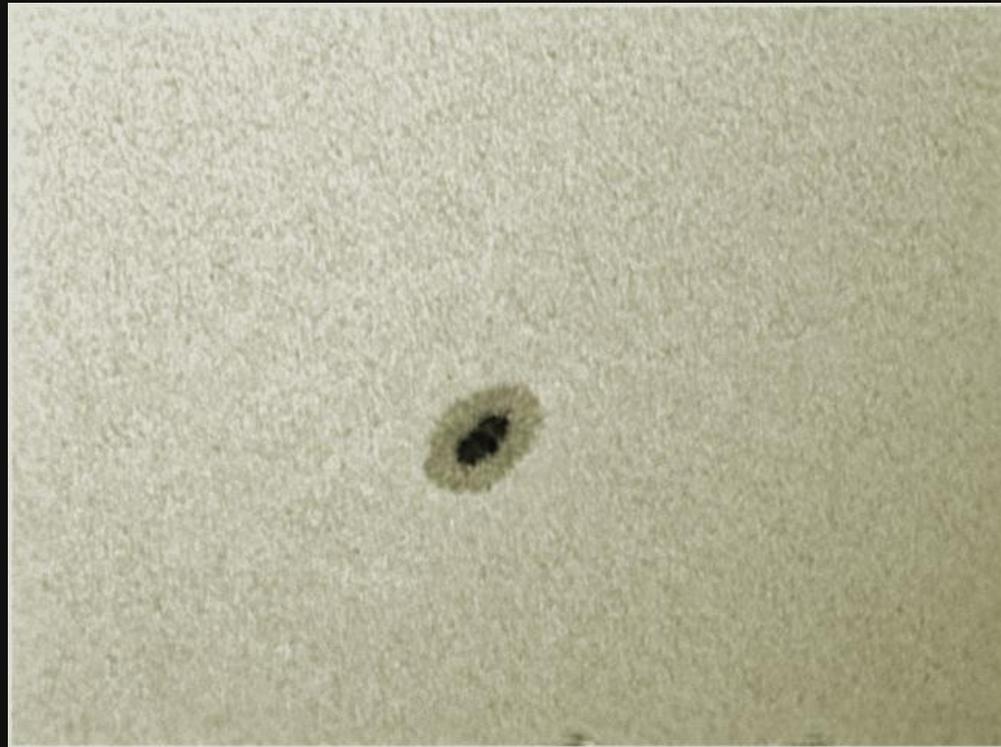
Nachteile der ASI178MM

- **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-Anschluss 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**

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**
- **Allerdings sind die erzeugten Datenmenge nicht zu unterschätzen**
- **Bei kleinerer Auflösung reicht aber auch eine USB2-Schnittstelle**
- **Bei Planeten sollte man kleinere Auflösungen einstellen, während bei Mond und Sonne die Chip-Größe komplett ausgenutzt werden sollte**
- **Bei Sonne und Mond bietet die ASI 178MM einen schönen Bildausschnitt, der nicht nur auf einzelne Mondkrater (wie bei der DMK618) begrenzt bleibt**
- **Die ASI178MM ist daher eine gute Allround-Kamera für Planeten, Mond und Sonne**
- **Durch das geringe Ausleserauschen ist die ASI 178MM auch für Deep-Sky-Objekte und kurze Belichtungszeiten (z.B. 1.000 x 0,5 sec) interessant**
- **Sie kann auch an Refraktoren bei geringerer Brennweite gut genutzt werden**

Herzlichen Dank für Eure Aufmerksamkeit!!



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