

Neue CMOS-Technik mit kleiner Öffnung

Oder: was heute alles mit kleinem Gerät möglich ist

von Kai-Oliver Detken

Die Entwicklung der CCD- und CMOS-Kameras schreitet unaufhörlich voran und eröffnete Hobbyastronomen in der Vergangenheit bereits einige neue Möglichkeiten. So hatte die Digitalisierung der Spiegelreflexkameras einen enormen Einfluss auf die Qualität der Bilder und die darauffolgende Bildverarbeitung. Die Webcam- bzw. CCD-Technik mit „Lucky Imaging“ brachte für die Planetenfotografen ebenfalls einen großen Sprung nach vorne. Aber auch die Fotochips selbst wurden immer leistungsfähiger und deren Pixel immer kleiner. So lassen sich heute bereits mit modernen CCD- oder CMOS-Kameras mit vergleichsweise geringer Brennweite und kleiner Öffnung erstaunliche Resultate erzielen, die früher nur großen Observatorien vorbehalten waren.

Die Entwicklung derameratechnik hat bereits bei DSLR-Kameras Erstaunliches hervorgebracht. Sie lassen sich heute ohne Probleme für die Astrofotografie verwenden, obwohl sie im Normalfall ohne gezielte Kühlung auskommen müssen. Das Rauschverhalten hat sich aber, speziell bei den Vollformatkameras, so stark verbessert, dass mittels entsprechender Dunkelbilder (Darkframes) und dem Einsatz von Dithering (leichtes Versetzen der Kamera bei jeder Aufnahme) die Bilder einen Detailgrad erreicht haben, der früher nur mit CCD-Technik möglich gewesen wäre. Farb-CMOS-Chips ermöglichen zudem die direkte Bildverwertung, ohne das aufwendige L-RGB-Verfahren monochromer CCD-Kameras verwenden zu müssen.

Durch den Ausbau des Infrarot-Sperrfilters sind DSLR-Kameras zusätzlich auch für HII-Gebiete sehr empfindlich und können für Wasserstoffregionen sehr gut verwendet werden. Für die Nutzung der Kamera am Tage bietet sich das Clip-Filterssystem von Astronomik [1] an, wodurch man nach

Belieben einen Original White Balance (OWB)-Filter für Tag- und einen CLS-Filter für Nachtaufnahmen einsetzen kann. Alle Kameraobjektive können damit ganz normal verwendet werden.

Trotz der immer besseren CMOS-Chips in den DSLR-Kameras kommt irgendwann der Wunsch auf, sich eine gekühlte Astro-Kamera zu gönnen. Der Vorteil liegt dabei auf der Hand: Der Chip kann kontinuierlich auf eine festgelegte Temperatur heruntergekühlt werden, wodurch das Rauschen minimiert wird. Auch kann man Dunkelbilder am Tag anlegen, ohne wertvolle Belichtungszeit in der Nacht zu verlieren. So

lässt sich bequem eine ganze Bibliothek anfertigen, die für verschiedene Aufnahmezeiten erstellt werden kann. Zusätzlich ist die Lichtempfindlichkeit bei den gekühlten CMOS-Kameras noch höher, abhängig vom verwendeten Typ, so dass sich oftmals im Live-View-Bild des Monitors bereits das Fotoobjekt erkennen und positionieren lässt. Hinzu kommt, dass oftmals auch größere Fotochips mit kleineren Pixeln angeboten werden als bei den CCD-Derivaten. Da sie auf kurzbelichtete Aufnahmen spezialisiert sind, steigt damit allerdings auch die Datenmenge rapide an. Durch die kleineren Pixel kommt man aber auch mit kleineren Brennweiten näher an



1 C11-HyperStar (280/2800 mm, Montierung: iOptron CEM60) mit Kamera ASI 183MCpro und Tauschutzkappe



2 Pferdekopfnebel B 33. Instrument C11-HyperStar, $f = 560 \text{ mm}$, 2 h belichtet mit ASI 071MC und IDAS-Nebelfilter LPS-P2-48

Objekt heran. Und durch die höhere Lichtempfindlichkeit muss auch die Öffnung des Teleskops nicht überdimensioniert werden.

Bei der Kamera-Auswahl ist auf jeden Fall zu beachten, dass man kein Over- oder Undersampling erhält. Im erstgenannten Fall würde sich ein Stern auf viele Pixel verteilen (der Stern wirkt verwaschen) und im zweitgenannten Fall würde ein Stern nur auf einem einzelnen Pixel abgebildet werden (der Stern wirkt eckig). Die Kamera sollte daher zu dem Teleskop bzw. dessen Brennweite sowie zu den Seeing-Bedingungen passen. Um das Optimum herauszufinden, bietet sich der „CCD Suitability Calculator“ [2] im Internet an, in den man bequem seine technischen Randdaten eingeben kann. Im Falle eines C11-HyperStars mit 560 Millimeter Brennweite und eines TS Photoline 130-mm-Triplett-APO mit 910 Millimeter

Brennweite fand ich heraus, dass eine Pixelgröße von 4,78 Mikrometer universell an beiden Teleskopen eingesetzt werden kann. Aber auch die Hälfte der Pixelgröße von 2,4 Mikrometer lässt sich mit beiden Varianten verwenden, auch wenn die geringere Brennweite von 560 Millimeter wesentlich besser bei mittlerem und gutem Seeing und einer Auflösung von $0,88 \text{ ''/Pixel}$ passt.

Daher wurden die beiden gekühlten Farb-CMOS-Kameras ASI 071MCpro ($4,78 \mu\text{m}$) und ASI 183MCpro ($2,4 \mu\text{m}$) von ZW Optical am C11-HyperStar einem ausgiebigem Test unterworfen. Abbildung 1 zeigt das Equipment am C11-HyperStar mit Tauschschutzkappe. Während die ASI 071MCpro einen Front-Illuminated-Sensor von Sony

besitzt und mit einem zweistufigen Kühlsystem ausgestattet ist (inkl. Anti-Tauheizung gegen Vereisung des Chips), bietet die ASI 183MCpro mit dem neuen Exmor-R-Sensor von Sony einen Back-Illuminated-Typ mit einer sehr hohen Quanteneffizienz (84 %). Das Rauschverhalten ist bei beiden Kameras sehr gut und wesentlich besser als bei jeder ungekühlten DSLR-Kamera.

Abbildungen 2 und 3 zeigen ganz gut die unterschiedlichen Bildergebnisse beider Kameras am Beispiel des Pferdekopfnebels B 33 mit seiner Umgebung, dem Emissionsnebel IC 434 und dem Flammennebel NGC 2024. In beiden Fällen kam am gleichen Teleskop die gleiche Brennweite zum Einsatz. Durch die kleinen Pixel von 2,4 Mikrometer



3 Pferdekopfnebel B 33. Instrument: C11-HyperStar, $f = 560 \text{ mm}$, 2,5 h belichtet mit ASI 183MCpro und IDAS-Nebelfilter LPS-P2-48

Größe kommt man mit der ASI 183MCpro aber noch näher an das Deep-Sky-Objekt heran. Das kann man noch deutlicher an der Galaxie M 51 im Sternbild Jagdhunde in Abbildung 4 ausmachen. Hier lassen sich sehr detailliert Strukturen und die Wechselwirkung mit der Nachbargalaxie NGC 5195 erkennen. Was früher nur mit wesentlicher größerer Brennweite möglich war, ist

nun bereits durch die Kamera-Entwicklung auch bei kleinerem Equipment machbar.

Wenn man beide Kameras miteinander vergleicht, besitzen beide Typen ihre Vor- und Nachteile. Die ASI 071MCpro bietet

das Gesichtsfeld einer DSLR-Halbformatkamera, eine Anti-Tau-Heizung, eine kräftigere Farbdarstellung und eine geringere Vignettierung. Hinzu kommt, dass kein Verstärkergeräuschen auszumachen ist, was für saubere Dunkelbilder sorgt. Nachtei-



4 Whirlpool-Galaxie M 51. Instrument: C11-HyperStar, $f = 560$ mm, 2 h belichtet mit ASI 183MCpro und IDAS-Nebelfilter LPS-P2-48

lig ist nur das etwas größere Gewicht und der höhere Kaufpreis. Sie kann durch ihre Pixelgröße von 4,78 Mikrometer an vielen Optiken, auch mit größerer Brennweite, gut eingesetzt werden. Die ASI 183MCpro ist hingegen noch lichtempfindlicher, besitzt ein geringes Rauschen und bietet mit einer Sensorgröße von 1" ebenfalls ein recht großes Gesichtsfeld. Die Vignettierung ist bei ihr auffälliger, kann jedoch durch Flatframes kompensiert werden. Allerdings besitzt sie ein ausgeprägtes Verstärkergrühen, welches sich besonders bei Belichtungen von mehreren Minuten bemerkbar macht und nicht immer komplett kompensiert werden kann. Dies scheint am Back-Illuminated-Sensor zu liegen, denn auch andere Kameras dieses Typs weisen ähnliche Erscheinungen auf. Hinzu kommt bei der Einstellung Gain = 0 ein manchmal auftretender Banding-Effekt und eine mattere Farbwiedergabe. Die kleine Pixelgröße von 2,4 Mikrometer macht die Kamera aber be-

sonders für Detailaufnahmen interessant. Die aufgezählten Nachteile können durch die richtigen Einstellungen und eine entsprechende Bildverarbeitung kompensiert werden. Sie spielt ihre Vorteile bei kurzen Belichtungszeiten aus und kann auch bei Videoaufnahmen von Planeten überzeugen. Daher haben beide Kameras an der gleichen Optik durchaus ihre Berechtigung.

Resümee: Der Fortschritt der Kamera-chips macht es möglich, auch mit kleinerer Brennweite und geringerer Öffnung weiter in den Nachthimmel vorzudringen. Was früher nur größerem Equipment oder Sternwarten vorbehalten war, kann nun mit geringerem Aufwand erreicht werden. Durch die CMOS-Kameras, die auf Kurzbelichtungszeiten spezialisiert sind, werden zudem auch nicht mehr die gleichen Anforderungen an die Montierung gestellt. Es können also wesentlich mehr Aufnahmen im gleichen Zeitraum erstellt werden,

was der Bildqualität zu Gute kommt. Es ist daher spannend zu verfolgen, wie sich die Kameratechnik in Zukunft noch weiter entwickeln wird.

Internethinweise (Stand: 20.5.2019):

- [1] *Astronomik, Clip-Filter-System für Canon-EOS-Kameras, www.astronomik.com/de/clip-filter-system.html*
- [2] *CCD Suitability, astronomy.tools/calculators/ccd_suitability*