

## Ansichten einer CCD – Kamera

Die SBIG ST – 7

von Peter Bresseler

aus Sterne und Weltraum April 1997, Seite 387 ff

*Die bekannteste CCD-Kamera für Amateurastronomen ist die ST-4 von SBIG. Sie bot erstmals die Möglichkeit, für wenig Geld die CCD-Technik, die schon seit etwa einem Jahrzehnt an den großen Sternwarten viele Zweige der Himmelsbeobachtung revolutioniert hat, auch an den kleinsten Fernrohren anzuwenden. Die modernste Nachfolgerin der ST4 ist die hier vorgestellte CCD-Kamera ST-7.*

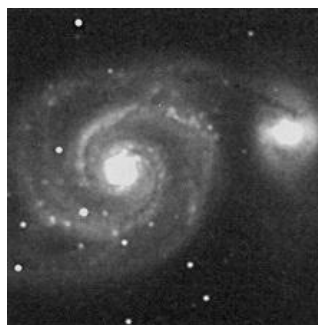
Zur Zeit erleben wir einen technischen Wandel in der Astrophotographie. Immer häufiger werden Bilder publiziert, die nicht mehr mit der herkömmlichen Photographie auf Film entstanden sind, sondern mit der CCD-Technik. CCD-Aufnahmen zeigen oft Objekte geringer scheinbarer Größe, wie Planetarische Nebel, Planeten oder Galaxien. Hier ist die CCD-Technik dem Film deutlich überlegen. Im folgenden möchte ich meine Erfahrungen mit der CCD-Kamera ST-7 von SBIG, der Nachfolgekamera der ST-4 und der ST-6, beschreiben.

Die ST-7 repräsentiert die neueste Generation von CCD-Kameras. Sie verwendet zwei CCD-Chips, die auf derselben Fokalebene ca. 6 mm voneinander getrennt implementiert werden. Der rauscharme Kodak KAF400 dient der Bildgewinnung. Der zweite Chip, der TC211 von Texas Instruments, dient der Nachführung. Der KAF400 besitzt 768 X 512 Pixel auf einer lichtempfindlichen Chipfläche von 6.91 mm x 4.61 mm bei einer Pixelgröße von 9  $\mu$ m. Das ergibt bei einer Brennweite von 2000 mm einen Himmelsausschnitt von ca. 12 x 8 Quadratbogenminuten. Der Kodak-Chip verfügt über den sog. MPP (multipinned-phase)-Mode, der gegenüber herkömmlichen CCD-Chips einen 100mal geringeren Dunkelstrom aufweist. Der Dunkelstrom, d.h. das thermisch bedingte Rauschen ist dadurch sehr niedrig und wird immer dann um die Hälfte reduziert, wenn sich die Temperatur um 6 Grad C verringert. Die Kühlung erfolgt über ein einstufiges Peltier-Element und über einen vibrationsfreien Lüfter, der die CCD-Kamera auf ca. 30 Grad C unter die Umgebungstemperatur abkühlt. Die gesamte Elektronik ist im Kamerakopf installiert, der ca. 1 kg wiegt.



*Abb. 1 (links): Region um Theophilus; Integrationszeit 0.11 s, Temp.0 Grad C. Diese und alle weiteren Integrationen wurden mit einem 8" SC von Meade bei f= 2000 mm gewonnen, wobei die Option des „Selfguiding“ an der ST-7 Kamera verwendet wurde.*

*Abb. 2 (unten): Die Galaxie M 51 in den Jagdhunden; 2 Einzelbilder mit 600 s und 300 s Belichtungszeit wurden addiert.*



Sämtliche Steuerungs- sowie einige Bildverarbeitungsfunktionen werden durch die mitgelieferte DOS- oder WINDOWS-Software abgedeckt. Die Übertragung der Integrationen erfolgt über die parallele Schnittstelle. Die Übertragungszeit variiert in Abhängigkeit von der Auflösung und beträgt ca. 3 bis 15 Sekunden.

Verfügt die Montierung über eine Buchse für Steuerkorrekturen, so läßt sich ein Interfacekabel von der Kamera zur Montierung anbringen, welches Impulse für Nachführkorrekturen überträgt.

Die ersten Probeaufnahmen im April 1995 hatten den Mondterminator zum Ziel. Dabei galt es erst einmal, sich mit den Betriebsfunktionen der Software auseinanderzusetzen. Das gelang sehr gut, denn die Software verfügt über eine übersichtliche Benutzungsoberfläche und ist dank der Pull-Down-Menutechnik sehr anwenderfreundlich. Die minimale Belichtungszeit von 0.11 Sekunden reicht schon aus, um Teile der Mondoberfläche überzubelichten. Mit einem Graufilter ließen sich hingegen gute Ergebnisse erzielen. Eine Kühlung ist im allgemeinen bei Mond- oder Planetenaufnahmen nicht notwendig.

Im Sommer 1995 versuchte ich mich an den ersten Deep-Sky-Aufnahmen. Dabei wurde ich mit neuen Problemen konfrontiert, wie z.B. den richtigen Fokus zu finden oder die optimale Winkelauflösung pro Pixel zu bestimmen. Das Fokussieren erwies sich als besonderes Problem, da die CCD-Kamera keine Mattscheibe besitzt, sondern die Ergebnisse sich nur über den Monitor vergleichen lassen. Da heißt es also aufnehmen, kontrollieren und korrigieren. Hat die Bildschärfe ihr Optimum erreicht, lohnt es sich, eine Markierung anzubringen oder ein homofokales Okular zu verwenden. Mit Hilfe eines sogenannten Flipmirrors, der nicht nur Kamera, sondern auch ein homofokales Okular aufnehmen kann, habe ich die besten Ergebnisse erzielt.

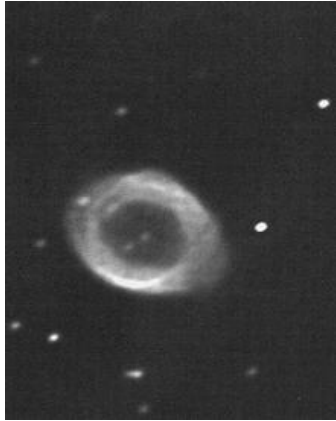


Abb.3: M57, der Ringnebel in der Leier; zwei Einzelbilder mit je 120 s Belichtungszeit wurden addiert.

Darüber hinaus lassen sich damit auch die Objekte gut positionieren. Die Software unterstützt das Fokussieren dadurch, daß nicht nur das Bild des Sternes, sondern auch die maximale Ladungsmenge eines Pixels innerhalb des Sternbildes numerisch dargestellt wird. Sobald diese Ladungsmenge den höchsten Wert erreicht hat, wenn sich also die Photonen auf eine minimale Anzahl von Pixeln konzentrieren, ist der Fokus gefunden.

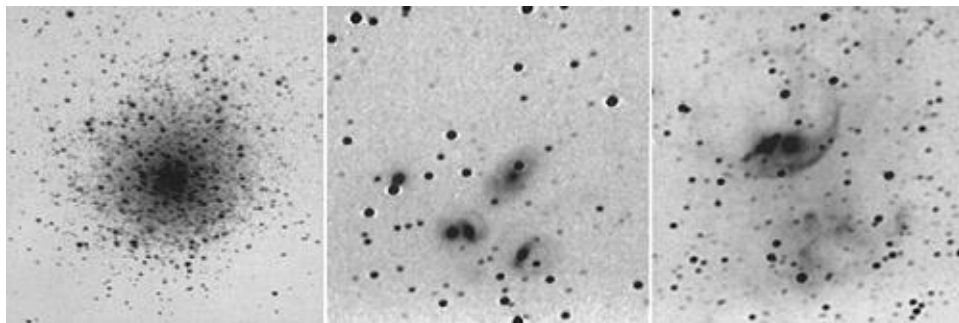


Abb. 4 (links) : Der Kugelsternhaufen M 13; Integrationszeit 120 s. Abb. 5 (mitte): NGC 7317, „Stephan's Quintett“, wurde 1200 s lang belichtet. Abb. 7 rechts): NGC 7635 ist eine als „Bubble Nebel“ bekannte HII-Region; Belichtungszeit 1200 s.

Abb. 6: NGC 7331, Integrationszeit 800 s.

Nach exakter Einnordung, Einstellen der höchsten Kühlstufe und Fokussierung erfolgt die Kalibrierung der Kamera mit der Montierung. Das ist notwendig, damit sich das System während der Laufzeit bei möglichen Ungenauigkeiten, z. B. bedingt durch unsaubere Poljustierung, selbst korrigiert.

Die optimale Belichtungszeit ist abhängig von der Brennweite, der Objektivhelligkeit und von der Umgebungstemperatur. Um gut durchbelichtete Aufnahmen zu gewinnen, ist eine sofortige Kontrolle der Ergebnisse zu empfehlen. Dabei lassen sich die Ladungswerte des Objektes mit denen des Hintergrundes über die Software miteinander vergleichen.



Die ST-7 unterscheidet sich von allen anderen Kamerasystemen dadurch, daß sie über einen Nachführchip verfügt, der die Kamera bis zu eine Stunde selbständig nachführt. Dies hat zwei entscheidende Vorteile. Zum einen haben die so gewonnenen Aufnahmen ein besseres Signal-Rauschverhältnis als kurzbelichtete und danach aufaddierte Aufnahmen (M. Newberry: CCD Astronomie Sommer S. 34, 1994), zum anderen ist der Nachführchip so empfindlich, daß schon nach wenigen Sekunden Sterne der 14ten Größe erreicht werden, die zum Nachführen noch geeignet sind. Dadurch werden häufiger Korrekturimpulse zum Ausgleichen von Nachführfehlern an die Montierung gesendet.

Das Finden von geeigneten Sternen zum Nachführen stellt trotz der getrennten CCD-Chips kein Problem dar. Die Software unterstützt diese Funktion, indem sie selbständig mit dem Nachführchip eine Aufnahme macht, den hellsten Stern als Nachführobjekt vorschlägt und während der Belichtungszeit dessen Position kontrolliert und gegebenenfalls Korrekturimpulse an die Montierung sendet.

Um die Effekte des Seeings und damit die daraus resultierende verminderte Auflösung einzuschränken, lassen sich mit dem sogenannten 2fach- oder 3fach-Binning die 9-my-Pixel in 18-my- oder in 27-my-Pixel vergrößern. Die Winkelauflösung pro Pixel (in „ beträgt: Pixelgröße x 206 / Brennweite, wobei die Brennweite in mm einzusetzen ist.

Danach produziert eine 8"-f/10-Optik bei 9 my Pixelgröße einen Bildmagstab von 0."9 pro Pixel. Bei einem Seeing von 3" verteilt sich das Licht auf erheblich mehr als ein Pixel. Das Bild ist „oversampled“. Mit dem Binning lassen sich die Winkelauflösung und das Seeing in Einklang bringen. Dabei entsteht ein weiterer positiver Effekt, denn das Lichtsammelvermögen und die Empfindlichkeit wachsen mit der Pixelgröße und reduzieren gleichzeitig das Rauschen.

Für Mond- oder Planetenaufnahmen ist eine Winkelauflösung von <1" pro Pixel zu empfehlen. Für viele Deep-Sky-Aufnahmen ist eine Auflösung von 2"-6" pro Pixel in Abhängigkeit vom Seeing erstrebenswert.

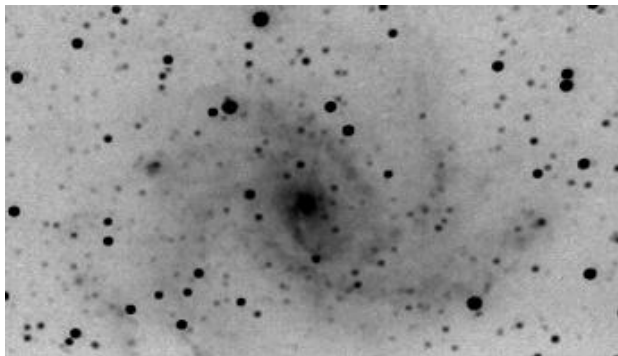


Abb. 8: NGC 6946, Belichtungszeit 900 s.

Soll das elektronische Bild Grundlage für eine quantitative Auswertung sein, so sind neben der Darkframe-Subtraktion auch gerätespezifische Fehlerquellen wie z.B. unterschiedliche Pixelempfindlichkeit oder bei Verwendung eines Fokalreduktors eine eventuell auftretende Vignettierung bei der Bildverarbeitung zu berücksichtigen.

Die hier dargestellten Aufnahmen stellen nur eine mögliche Anwendung dieser auch für den Amateur zugänglichen Technik dar. Astrometrische und photometrische Messungen sowie Echtfarbenphotographie sind weitere interessante Bereiche, die mit CCD- Kameras realisiert werden können. Die „Dunkeikammer auf dem Schreibtisch“ eröffnet dem interessierten Amateur ungeahnte Möglichkeiten und Perspektiven, die bis vor einigen Jahren nur den professionellen Astronomen vorbehalten waren.