

Digitalkameras für die Deep-Sky-Fotografie

NIKON COOLPIX 995 UND CANON D60 IN DER PRAXIS

von Johannes Schedler

Viele können sich daran erinnern, wie erwartungsvoll die ersten Filme mit Deep-Sky-Objekten zur Entwicklung gebracht wurden und wie groß die Enttäuschung war, als das Ergebnis, ein schmutzig grün grauer Hintergrund mit einigen verschwommenen unkenntlichen Objekten zur Kenntnis genommen werden musste.

Es stellte sich auch für mich heraus, dass ein Hauptproblem bei der Film-Astrofotografie, der lange zeitliche Abstand zwischen Aufnahme und Ergebnis, die Lernkurve sehr mühsam gestaltet. Mein Ausweg war zunächst die Webcam, gut geeignet für Sonne, Mond und Planeten.

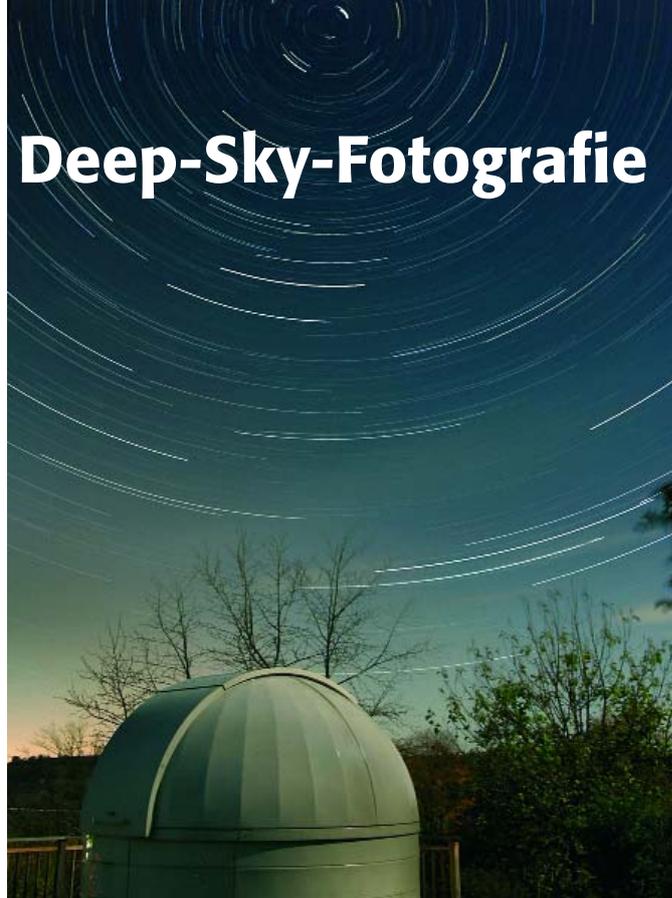
Nikon Coolpix 995

Schließlich kamen Digitalkameras auf den Markt, die erstmals längere Belichtungszeiten zuließen. Dies war im Frühjahr 2001 unter anderen die Nikon Coolpix 995 mit 60 Sekunden maximaler Belichtungszeit und mit der Möglichkeit zum automatischen Abzug des Dunkelstroms. Die Kompaktkamera hatte ein relativ kleines Objektiv mit 4-fach Zoom und Schraubgewinde, welches gut zur Austrittspupille meines Fernrohres samt Okular passte. Mit dem Erwerb dieser Kamera sollte sich ein weites Betätigungsfeld für Sternfelder, Offene Sternhaufen, Kugelsternhaufen und einige wenige helle Nebel auf tun.

Zuerst galt es den Anschluss an das Teleskop herzustellen. Die Wahl fiel auf ein 40mm-Weitwinkelokular von Pentax. Dazu klebte ich mir einen Adapterring mit 28mm innen auf die Ersatzkappe des Okulars, wodurch ein kurzer Abstand des Objektivs zum Okular sichergestellt wurde. Die ersten Testaufnahmen am Tag zeigten, dass auch in Weitwinklereinstellung nur wenig Vignettierung auftrat. Allerdings war sowohl im 11"-SCT als auch im 4"-Refraktor deutliche Komaverzeichnung in der äußeren Hälfte des Bildfeldes sichtbar.

Nun ging es daran, die Eignung für Langzeitbelichtungen zu testen. Hier zeigte sich unerbitlich der Zusammenhang von Dunkelstrom mit der Temperatur. Oberhalb von 10°C waren auch Aufnahmen mit 100 ASA sehr stark verrauscht, auch der Dunkelstromabzug verbesserte das Ergebnis nicht ausreichend. Als jedoch der Winter heranzog, zeigten sich doch die Langzeitqualitäten der Coolpix 995.

Je tiefer die Temperaturen, desto wohler fühlte sich die Kamera. Schließlich waren unter 0°C auch Aufnahmen mit 800 ASA bei 60 Sekunden Belichtung durchaus brauchbar. Ich



achtete allerdings sehr darauf, die Kamera nicht ungeschützt in die Wärme zu bringen. Es bewährte sich, die Kamera draußen in einen Plastiksack einzuschließen und anschließend die abgeschaltete Kamera im warmen Raum ca. 30 Minuten aufwärmen zu lassen. Die trockene Luft im Beutel verhindert zuverlässig Kondensation auf und innerhalb der Kamera.

Die Kamera hat ein Display, mit dem im höchsten Digital-Telemodus die Scharfstellung auf einen hellen Stern kein Problem darstellt. Es wird einfach der Stern auf kleinsten Durchmesser fokussiert. Danach schwenke ich die Montierung mittels Go-To oder Koordinaten auf das gewünschte Objekt und mache eine Testaufnahme. Wenn der Ausschnitt passt, können mehrere Aufnahmen gemacht werden. Es hat sich immer bewährt, die Aufnahmen im Weitwinkelmodus zu machen, da im Tele-Bereich die Lichtausbeute stark nachlässt. Bei meinem C11 liefert die Coolpix 995 mit dem 40mm-Okular ein Bildfeld von $0,63^\circ \times 0,47^\circ$ (1,1" pro Pixel). >64

Es ist auch darauf zu achten, dass das Gelingen der Aufnahme von Deep-Sky-Objekten mit der Flächenhelligkeit dieser zu-



Abb. 1: Moderne Digitalkameras für die Deep-Sky-Fotografie. Canon D60 (links) und Nikon Coolpix 995 am Fernrohr (rechts).

Vergleich Nikon Coolpix995 – Canon D60

Nikon CP-995

Nachtaufnahme bei +18° C
30s bei ISO 800, f/3,5
mit interner Rauschunterdrückung (NR)
Das Bild ist dunkel und verrauscht.



Canon D60

Nachtaufnahme bei +18° C
30s bei ISO 800, f/3,5
Das Bild ist heller, kontrastreicher und rauschärmer,
kein Dunkelstromabzug notwendig.



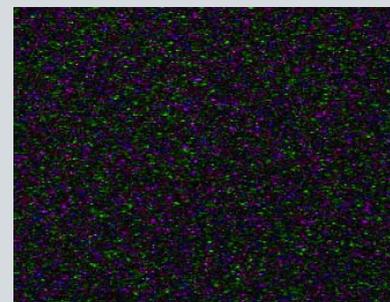
Canon D60

Nachtaufnahme bei +18° C
305s bei ISO 800, f/9,5
Zum Vergleich eine 10× längere Belichtung
Bildaufhellung rechts durch Verstärker,
Dunkelstromabzug wäre sinnvoll.



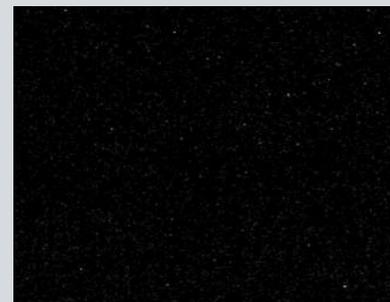
Nikon CP-995

Dunkelaufnahme
30s bei ISO 800 und +18°C
Statistik Bildmitte:
Mittelwert: 17,4, Standardabweichung: 18,7



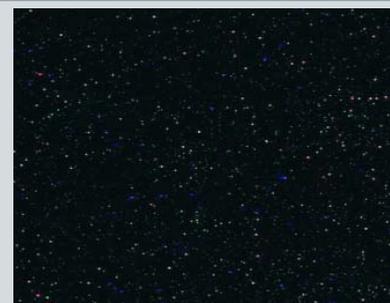
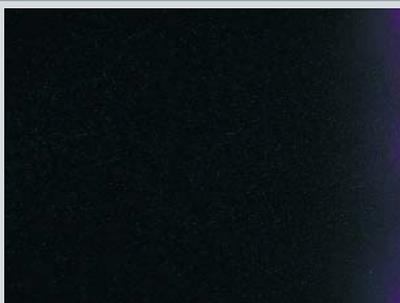
Canon D60

Dunkelaufnahme
30s bei ISO 800 und +18°C
Vernachlässigbares Rauschen
Statistik Bildmitte:
Mittelwert: 1,1, Standardabweichung: 1,8



Canon D60

Dunkelaufnahme
305s bei ISO 800 und +18°C
Noch immer geringes Rauschen!
Aufhellung am rechten Rand durch Wärme des
Ausleseverstärkers bedingt, kann mittels Dunkel-
stromabzug entfernt werden.
Statistik Bildmitte:
Mittelwert: 3,1, Standardabweichung: 10,4



ganzes Bild

vergrößerte Bildmitte

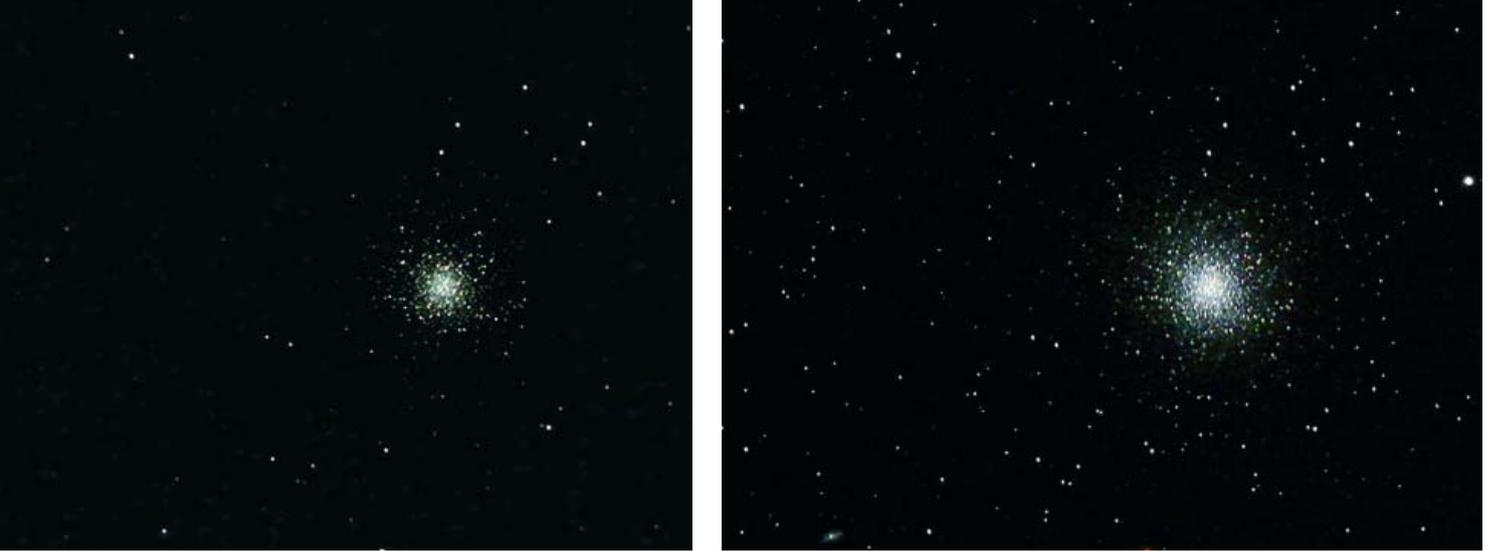


Abb. 2: Direkter Vergleich bei M 13. Beide Aufnahmen mit gleichem Bildfeld am 4"-Refraktor f/9. Die Einzelaufnahme 180s mit der D60 schlägt klar die 5×60s mit der Coolpix 995. Nikon Coolpix 995, 5×60s, ISO 400, +11°C (links) und Canon D60, 1×180s, ISO400, +15°C (rechts).

sammenhängt. Die bekannte Galaxie M 33 mit der großen Gesamthelligkeit $5^m,7$ hat durch die große Ausdehnung $73' \times 45'$ eine sehr geringe Flächenhelligkeit und ist daher sehr schwer gut abzubilden. Im Gegensatz dazu hat die Galaxie M 82 mit der geringeren Gesamthelligkeit $8^m,4$ wegen der geringeren Ausdehnung von $8' \times 4'$ eine relativ größere Flächenhelligkeit und ist daher viel leichter abzubilden. Generell

sind schnelle Teleskope mit hoher Lichtstärke für Digitalkameras zu bevorzugen.

Canon D60

Da der Dunkelstrom der Coolpix 995 doch eine Nutzung für Deep-Sky bei moderaten Temperaturen sehr einschränkt, kam gerade rechtzeitig die D60 von Canon heraus, die einen großen Schritt vor-

wärts bei der Rauschermut darstellte. Erste Tests ergaben um ca. 10–15× weniger Rauschen im Vergleich zur Coolpix 995 auch ohne Dunkelstromabzug. Die Canon D60 verwendet einen $22,7\text{mm} \times 15,1\text{mm}$ 6,3 Megapixel CMOS Sensor (Bildformat 3072×2048). Der Sensor kann maximal 12 Bit pro Kanal auflösen. Im »RAW«-Modus kann das Bild durch einen mitgelieferten Software-Konverter zu 16 Bit/Kanal TIFF-Bildern umgewandelt werden. Dies ist besonders wertvoll bei Deep-Sky-Objekten, die eine große Dynamik aufweisen, wie M 42.

Das Bajonett der Spiegelreflex-Kamera ermöglicht den Anschluss von allen Canon-EF-kompatiblen Objektiven, außerdem können über einen erhältlichen T2- oder M42-Adapter Fremdobjektive und jedes Fernrohr im Primärfokus angeschlossen werden. Es ist zu beachten, dass die Brennweite der Objektive mit dem Faktor 1,6 multipliziert werden muss, um den vergleichbaren Kleinbild-Abbildungsmaßstab zu erreichen. Mein typischer Aufbau mit dem C11 und einem Fokal Reducer bei f/5 liefert $1''$ pro Pixel, mit dem 105mm f/6,2 TMB-Refraktor ist der Abbildungsmaßstab $2,3''$ pro Pixel. Wichtigstes Zubehör ist der fernauslösende Kabel-Intervalltimer TC80N3, er ermöglicht automatische Aufnahmeserien mit beliebigen Belichtungszeiten.

Ebenfalls hilfreich ist der Canon Winkelsucher mit 1,25- und 2,5facher Vergrößerung, ein zweiter Akku und die mitgelieferte Remote-Capture-Software.

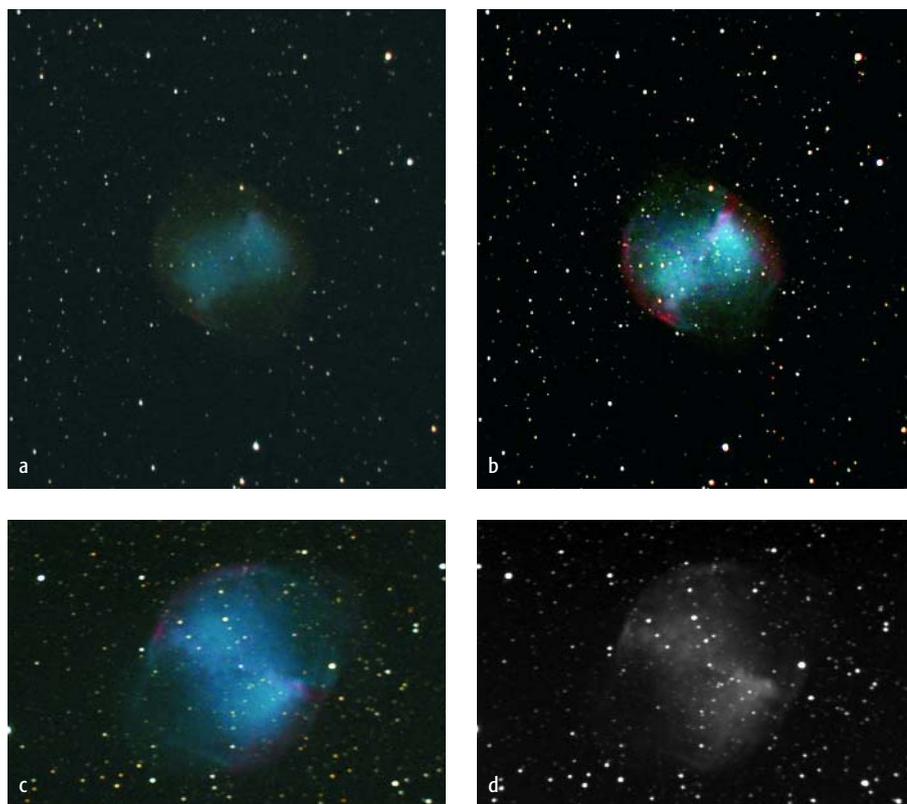


Abb. 3: Ein Vergleich anhand des Hantelnebels M 27. Alle Aufnahmen entstanden mit einem 11"-SCT bei f/6 und 15°C Außentemperatur. a) Canon D60, 120s, ISO 400, Dunkelstrom abgezogen, einzelnes Rohbild. b) wie Abb. 3a, drei Aufnahmen gemittelt, Kontrastanpassung, unscharfe Maske und Farbbalance in Photoshop bearbeitet. Nur 6 Minuten Gesamtbelichtungszeit zeigen die Tauglichkeit für Deep-Sky. c) Canon D 60, 300s, ISO 800, Dunkelstrom abgezogen. d) Starlight MX7C, 240s, Dunkelstrom abgezogen. Star2000-Nachführung. Die Empfindlichkeit ist trotz Star2000-Nachführung etwas höher als bei der D60, das Rauschverhalten ist in der gleichen Größenordnung.

Bildverarbeitung

Zuallererst muss bereits bei der Aufnahme kontrolliert werden, ob der Fokus einwandfrei ist und die Nachführung einwandfrei arbeitet. Aus unscharfen Roh-



Abb. 4: M 16, aufgenommen mit einem 11"-SCT bei 1500mm Brennweite. Aufnahme mit der Canon D60.



Abb. 5: M 45, aufgenommen mit einem 4"-Refraktor bei 650mm Brennweite. Aufnahme mit der Canon D60.



Abb. 6: M 27, aufgenommen mit einem 11"-SCT bei 1500mm Brennweite. Aufnahme mit der Canon D60.



Abb. 7: IC 1805 und IC 1848, aufgenommen mit einem 180mm-Objektiv bei $f/2,8$. Aufnahme mit der Canon D60.

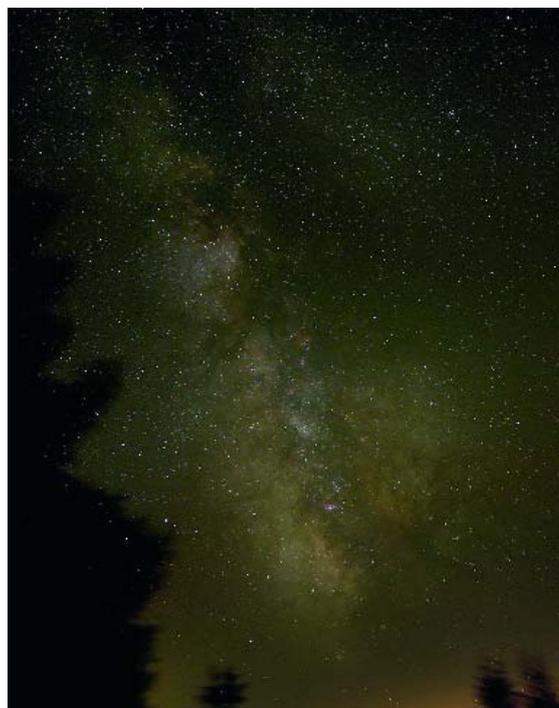


Abb. 8: Die Sommermilchstraße, aufgenommen mit einem 20mm-Objektiv bei $f/4$. Aufnahme mit der Canon D60.

die beste Bildverarbeitung kein wirklich befriedigendes Ergebnis liefern.

Es zeigt sich deutlich, dass hochqualitative Bilder nur durch Mitteln von mehreren Einzelbildern herstellbar sind. Sowohl bei Hell-, als auch Dunkelbildern sollten mindestens 5, besser 10 Aufnahmen gemittelt werden.

Zuerst werden die Dunkelbilder gemittelt, gängige Astroprogramme, aber auch Photoshop ist dafür geeignet.

Von jedem verwendbaren Einzelbild wird das Master-Dunkelbild subtrahiert, anschließend werden diese Bilder aufsummiert bzw. gemittelt. In diesem nun rauscharmen Bild können die kontrastschwachen Partien mittels Ebenenanpassung bzw. Gradationskurven verstärkt werden. Dunkle Bereiche können separat maskiert und mittels Gauß-Weichzeichner bezüglich Rauschen weiter verbessert werden. Spezielle Hilfsprogramme wie NEATIMAGE oder SBGNR arbeiten ebenfalls sehr effizient zur Rauschunterdrückung. Schließlich wird die Farbe (Sättigung und Farbton) angepasst, um einen wegen der Lichtverschmutzung meist vorhandenen Farbstich zu beseitigen.

Von den Zwischenergebnissen sollten unbedingt Kopien unkomprimiert (BMP oder TIF) gespeichert werden, um bei einem nicht optimalen Ergebnis nicht wieder ganz von vorne anfangen zu müssen. Wenn das Seeing nicht gut ist, kann die Sterngröße und die Detailstruktur durch Dekonvolutionsalgorithmen für den Luminanzanteil des Bildes verbessert werden, Rauschmutter ist auch hier sehr wesentlich. In gewissen Grenzen können durch Dekonvolution auch Nachführfehler verringert werden, allerdings leidet meist der ästhetische Eindruck des Bildes, da auch Artefakte erzeugt werden. Erst zuletzt sollten die Bildgröße und der Ausschnitt je nach dem Verwendungszweck und der persönlichen Vorliebe angepasst werden. Je kleiner das Bild heruntergerechnet wird, desto mehr verschwinden die Aufnahmefehler und das Rauschen,

allerdings verschwinden auch die feinen Details. Der große Chip der D60 ermöglicht die Darstellung vieler Objekte mit mehr Kontext und führt so zu eindrucksvolleren Darstellungen im umgebenden Raum.

Für die Internetdarstellung sollte nicht über 1024×768 veröffentlicht werden, nach meiner Erfahrung ist ausgehend vom Format 3072×2048 bei Deep-Sky-Aufnahmen eine Reduktion der Bildgröße auf 40–50% ästhetisch sinnvoll. Für Druckzwecke ist mehr Bildgröße von Vorteil.

Die D60 in der Praxis

Vorteile der D60:

- Großer Chip: $23\text{mm} \times 15\text{mm}$
- Hohe Auflösung: 3072×2048 aktive Pixel
- Intervall-Timer ermöglicht automatische Bildserien mit langer Belichtungszeit (Option)
- Einfache Farbaufnahmetechnik und gute Farbgebung sparen Aufnahmezeit und Filter
- Vielfältiger Einsatz von Canon-kompatiblen Objektiven für Tag- und Nachtaufnahmen
- Relativ günstiger Preis im Vergleich zu echten gekühlten Astro-CCD Kameras

Nachteile der D60:

- Kein Fokus-Modus (zeitraubendes Fokussieren!)
- Kein Binning möglich
- Geringer rotempfindlich als blauempfindlich
- Keine automatischen Langzeitbelichtungen mittels PC
- 12 Bit pro Kanal anstelle von 16 Bit
- Keine Kühlung: dadurch bessere Funktion im Winter
- Praktische Langzeitbelichtungs-grenze bei ca. 10–20 Minuten, abhängig von Umgebungstemperatur.
- Maximale Empfindlichkeit: 1000 ASA, im Vergleich zu 5000–10000 ASA für moderne monochrome CCD Kameras wie ST7E bis ST10XME. Die Empfindlichkeit ist entscheidend für sehr lichtschwache Objekte, und für H-alpha-Aufnahmen und hochauflösende Aufnahmen mit langen Brennweiten.