

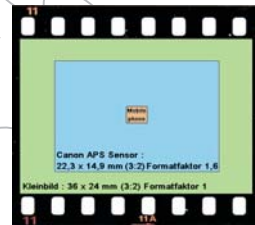
Professionelle digitale Fotografie für jedermann am Beispiel der Astrofotografie

Thomas Leitgeb, Jakob Woisetschläger

Die unendlichen Weiten des gestirnten Firmaments faszinieren die Menschheit seit vielen Jahrtausenden. Heute ermöglichen moderne Optiken und digitale Fotografie vielen Menschen eine professionelle Beobachtung der Gestirne.

Digitale Bildsensoren

In digitalen Bildsensoren werden mehrere Millionen Photodioden in Zeilen und Spalten angeordnet, um das vom Fotoobjektiv projizierte Bild aufzuzeichnen. Da nur Helligkeitswerte in ein elektrisches Signal verwandelt werden, befindet sich vor jedem solchen Bildpunkt (Pixel = "picture"+"element") ein Farbfilter in einer der drei Grundfarben (Bayer-Matrix, 50% der Pixel haben einen grünen Filter, 25% einen blauen, 25% einen roten). Die Sensordiagonale ist üblicherweise etwas kleiner als die des klassischen 24 x 36 mm Fotonegativs (35 mm Kleinbildformat). Dies liegt einerseits an den Schwächen des Objektivs am Bildrand, andererseits befindet sich die einzelne Photodiode in der Tiefe des Bildelements und achsferne Strahlen treffen nicht mehr senkrecht auf den Sensor. Dies führt zu einer Randabschattung, die kompensiert werden muss. Verglichen mit dem Kleinbildformat ist ein Objektiv mit 50 mm Brennweite für einen kleineren digitalen Sensor somit nicht mehr ein Normalobjektiv, sondern ein leichtes Teleobjektiv. Ein "Normalobjektiv" für einen active-pixel-sensor (APS) hätte etwa 32 mm Brennweite. Bei ca. 20 Millionen Bildpunkten erreicht man bei dieser Sensorgröße auch das Auflösungsvermögen der Objektivs. Größere Sensoren mit mehr Bildpunkten machen daher meist nur bei Mittelformatkameras Sinn.



Active-Pixel-Sensor (APS)

Professionelle digitale Spiegelreflexkameras (single-lens-reflex SLR) verwenden APS. Durch die CMOS Technik (complementary metal oxide semiconductor) werden hier auch elektronische Schaltungen im Bildelement untergebracht. Das Licht-Helligkeitssignal kann so in ein Spannungssignal verwandelt, die Verstärkung eingestellt (Belichtungs- und Kontrastkontrolle) und die Bildpunkte direkt ausgelesen werden. Auch ein Analog-Digital-Converter (ADC) kann untergebracht werden, wodurch Signalstörungen in den Leitungen vom Sensor minimiert werden. Neben dem Dunkelstrom (temperaturabhängig), dem Schrottrauschen (durch das einfallende Licht) zählt beim APS auch der spike-noise (durch das Schalten der Verstärker) zum fixed-pattern-noise (FPN). Zusätzlich können sogenannte "hot-pixel" durch Fertigungsfehler vorhanden sein, die vor allem bei hoher Empfindlichkeit und langen Belichtungszeiten heller erscheinen. Meistens kann das Rauschen durch die Subtraktion eines dark-frames reduziert werden - dieses ist ein Foto mit aufgesetztem Objektivdeckel bei gleicher Belichtungszeit, Empfindlichkeit und Temperatur (Betriebsdauer der Kamera, Außentemperatur), verglichen mit der Hauptaufnahme.

Astronomische Teleskope

Um astronomische Objekte wie Galaxien, Gasnebel oder Planeten fotografieren zu können, benötigt man Teleskope die dem Sternenhimmel nachgeführt werden und die Erddrehung ausgleichen. Hier wurde ein MEADE LX 200 mit einer Öffnung von 10" (250 mm) und einer Brennweite von 2500 mm verwendet. Auf dieses Fernrohr wurde eine CANON EOS 450D SLR-Kamera entweder "Huckepack" montiert und kam mit Originalobjektiven zum Einsatz, oder es wurde das Okular durch das Kameragehäuse ausgetauscht, wobei sich der Sensor damit im Brennpunkt des Fernrohrs befand. In dieser fokalen Anordnung wurde eine weitere Linse vor dem Kameragehäuse in den Strahlengang geschraubt, die einerseits die Bildfläche ebnete und andererseits die Brennweite auf 1575 mm reduzierte. Die Sterne bleiben somit bis zum Bildrand punktförmig und das Gesichtsfeld wird größer.



Foto: MEADE



Infrarot Sperrfilter

Da alle Sensoren bis weit in den infraroten Wellenlängenbereich empfindlich sind, müssen vor dem Sensor Infrarotsperrfilter angebracht werden. Diese blockieren aber auch die für die Astronomie so wichtige Emissionlinie des Wasserstoffs (H alpha Linie), die allen Gasnebel zu dem charakteristischen roten Leuchten verhilft. Aus diesem Grunde wird in der Astrofotografie der originale Canon Filter durch ein Baader IR cut AFC/BFC Filter ersetzt.



Foto: Baader Planetarium Baader # 245 9211

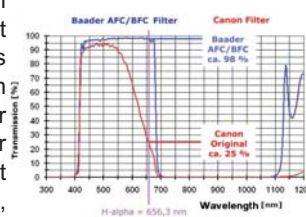
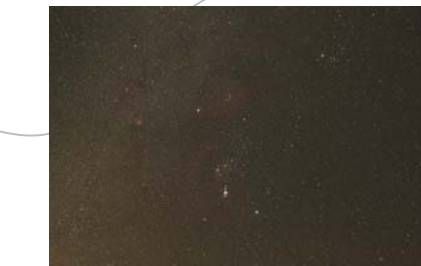


Diagramm: Baader Planetarium



HDR Aufnahme des Sternbildes Orion mit einem Canon 20 mm Weitwinkelobjektiv bei Blende 5,6. Links oben ist eine einzelne Belichtung bei 1 min und ISO 1600 zu sehen, darunter nur die hellsten Sterne nach einer low-pass Filterung und einem Weißabgleich. Rechts das aus HDR und dem verschwommenen Helligkeitsbild additiv zusammengesetzte Bild.

Digitale Bildverarbeitung

High Dynamic Range (HDR) Fotografie: Hierbei wird von einem beliebigen Objekt eine Belichtungsreihe aufgenommen. In diesen unter- bzw. überbelichteten Aufnahmen befinden sich richtig belichtete Bildbereiche entsprechend verteilt. Diese werden dann von spezieller Software passend zusammengesetzt. Im fertigen Bild erscheinen dann alle Bereiche richtig belichtet. Hier wurde Dynamic Foto HDR von www.Mediachange.com verwendet.

Bildmittlungen: Um die Turbulenz der Atmosphäre auszugleichen (diese verursacht zeitlich schwankende Bildunschärfen und Verzerrungen), werden mehrere Bilder aufgenommen und die schärfsten gemittelt. Hierzu wurde REGISTAX von Cor Berrevoets eingesetzt. Zu sehen sind der Planet Jupiter und der Ringnebel in der Leier M57. Bei beiden Aufnahmen befand sich der Sensor im Brennpunkt des MEADE LX 200.



Orion-Nebel M42, Belichtungsreihe. Aufnahmen bei 5, 10, 30, 60 und 120 Sekunden, ISO 1600 im Brennpunkt eines MEADE LX 200 (10", f=2500mm) mit Brennweitenreduktion auf 1575 mm.



HDR Aufnahmen:

Orion-Nebel M42 (Sternbild Orion, linkes Bild) und

Kugelsternhaufen M13 (Sternbild Herkules, rechtes Bild). Beide Aufnahmen im Brennpunkt eines MEADE LX 200 (10", f=2500mm) mit Brennweitenreduktion auf 1575 mm.



HDR Aufnahme des Orionnebelns und des Pferdekopfnebelns im Sternbild Orion (links) sowie der Andromeda-Galaxie im Sternbild Andromeda (rechts), aufgenommen mit einem Canon 200 mm Teleobjektiv bei Blende 5,6.