

Kameratechnik - die Hardware

Nach den allgemeinen Grundlagen der Digitalfotografie soll hier die vor Allem hardwaremäßige Ausstattung einer Digitalkamera betrachtet werden. Neben dem Verständnis für die technischen Details einer Digitalkamera und ihr Zusammenwirken als Voraussetzung für eine sicherere und bessere Nutzung werden auch die Unterschiede zur Analogfotografie deutlich und die besonderen technischen Details einer Digitalkamera aufgezeigt. Damit soll auch eine Hilfestellung auf die Frage nach der "richtigen" Kamera (für welchen Zweck?) bzw. nach den richtigen Einstellungen an einer vorhandenen Kamera gegeben werden.

Folgende Ausstattungsmerkmale spielen dabei eine Rolle:

- » Bildsensor
- » Vom Sensor zum gespeicherten Bild
- » Objektiv(e)
- » Sucher vs. Monitor
- » Blitzlicht

Bildsensor

Fotografieren bedeutet technisch, "eine Portion Licht einzufangen und aufzubewahren". In der analogen Fotografie wurde das Bild auf dem lichtempfindlichen Filmmaterial festgehalten (= Negativ) und zur Betrachtung ein Abzug (= Positiv) auf Papier erstellt. - In der Digitalfotografie wird das Bild auf einem lichtempfindlichen "Image Array" aufgenommen, dem Bildsensor.

Für die Bildsensoren sind zwei unterschiedliche technische Ausführungen am Markt: CCD und CMOS.

Die Argumente für eine bestimmte Fertigungstechnik werden sich im Laufe der Zeit und Entwicklung wahrscheinlich ändern. Zur Zeit wird den CCD-Chips eine höhere Lichtempfindlichkeit und eine geringere Neigung zum Rauschen (über das gesamte Bild verteilte Fehler) zuerkannt. Der CMOS-Chip soll dagegen Spitzlichter besser vertragen - und benötigt weniger Energie, so dass die Akkus der Kamera geschont werden.

Beide Chipsysteme haben zwar in ihrer jeweiligen Technik systemtypische Vor- und Nachteile, erledigen jedoch grundsätzlich dieselbe Aufgabe, nämlich die Umsetzung eines Lichtsignals in einen elektrischen Impuls. Dieses elektrische Signal wird dann vom kamerainternen Prozessor weiterverarbeitet und die Summe dieser Signale zu einem Bild zusammengefügt und letztendlich abgespeichert.

Der Bildsensor einer Digitalkamera besteht üblicherweise aus einer rechteckigen Matrix von lichtempfindlichen Elementen. Die Anzahl dieser Elemente auf der Sensorfläche entspricht im Wesentlichen auch der Anzahl der Bildpunkte des späteren Bildes. Angegeben wird die Zahl dieser Pixel in "Millionen", eben den Megapixeln, die aus den technischen Daten und der Werbung zu den Kameras bekannt sind.

Und je größer die Pixelzahl, desto besser die erreichbare Bildqualität - diese übliche Aussage ist zwar grundsätzlich richtig, jedoch eben nur bedingt. Neben der Pixelzahl bestimmen weitere Faktoren die Sensorqualität, zum Beispiel die Zahl der tatsächlich für das Bild genutzten Pixel, ob Bildpunkte durch "Interpolation" hinzugerechnet wurden, die Farbmatrix (nicht jeder Farbkanal muss gleich oft ausgewertet werden) und eine möglichst lückenlose Verteilung der Bildpunkte über die Sensorfläche (große Pixel und kleine Zwischenräume).

Und neben der Pixelanzahl darf die Pixelgröße nicht vergessen werden. Bei gleicher Pixelanzahl sind größere Einzelpixel technisch vorteilhaft, und eine hohe Pixelanzahl ist technisch eben auch nur auf einer bestimmten Sensorfläche möglich. Für eine höhere Pixelanzahl ist somit auch eine größere Sensorfläche notwendig. Diese waren bisher technisch bedingt nicht sehr hoch, und das zeigt schon der Vergleich zur Analogfotografie. Der Standard stammt von hier mit dem sogenannten "Kleinbildformat" der Negative in den Abmessungen 36 x 24 mm. Schon diese Abmessungen liegen deutlich unter den Abmessungen des eigentlichen Papierbildes, und auf jedes von uns genutzte Fotoformat muss das jeweilige Ausgangsmaterial vergrößert werden. Zum Vergleich:

Chipgröße	Sensorformat	Sensordiagonale	Cropfaktor
1 / 4"	3,6 x 2,7 mm	4,5 mm	9,6 x
1 / 3"	4,8 x 3,6 mm	6,0 mm	7,2 x
1 / 2,7"	5,3 x 3,9 mm	6,6 mm	6,6 x
1 / 2"	6,4 x 4,8 mm	8,0 mm	5,4 x
1 / 1,8"	7,0 x 5,3 mm	8,8 mm	4,9 x

2 / 3"	8,8 x 6,6 mm	11,0 mm	3,9 x
Halbformat	ca. 23 x 16 mm	ca. 28 mm	ca. 1,5 x
Vollformat	36 x 24 mm	43,3 mm	1,0 x

Und der Begriff des "Crop-Faktor" spielt dann bei den Objektiven wieder eine Rolle . . .

Für meine Kameras:

Canon Powershot S100 mit CMOS-Sensor, 1 / 1,7"

Canon EOS 80D mit CMOS-Sensor, Halbformat

Unberücksichtigt bleiben an dieser Stelle diverse technische Lösungen, um nicht nur die Helligkeitsstufen für jeden Pixel zu bestimmen, sondern diese Information für die einzelnen Farben zu differenzieren bzw. die Farben des jeweiligen Farbraumes (zum Beispiel RGB) darstellen zu können.

Vom Sensor zum gespeicherten Bild

Ein Bild aufzunehmen bedeutet bei einer Digitalkamera insbesondere, den momentanen Zustand der Pixel auf dem Bildsensor festzuhalten und diese Informationen zu speichern. **NIE** - bei keiner Kamera und mit keiner Kameraeinstellung - werden diese Daten jedoch unbearbeitet abgespeichert, das heißt, diese Originalinformationen stehen uns nicht im absoluten Urzustand zur Verfügung. Auch im RAW-Format werden die Daten auf dem Weg vom Sensor in die (gespeicherte) Datei bearbeitet, jedoch in der Regel nur in geringem Umfang, so dass allgemein von "Rohdaten" gesprochen wird. Damit bildet dieses Dateiformat die besten Voraussetzungen für eine spätere Bildbearbeitung, da hier die geringsten Eingriffe in die Originalinformationen erfolgten. Damit bedingt dieses Speicherformat jedoch auch die größten Dateien.

Auch wenn eine Interpolation (bei der Aufnahme in der Kamera) heute keine Rolle mehr spielt, wurden mit dieser Technik zeitweilig Bildpunkte zusätzlich generiert/berechnet und in die Bilder eingefügt, um die Bilddateien zu vergrößern. Dieses Verfahren wird heute jedoch nur noch in der Bildbearbeitung am PC genutzt - wenn es erforderlich wird. Üblich ist jedoch das genaue Gegenteil, nämlich die Kompression. Wie bereits in den Grundlagen dargestellt, kann die Kompression verlustfrei oder verlustbehaftet erfolgen - sie ist jedoch in allen Fällen nicht umkehrbar. In dieser Weise bearbeitete Bilddaten stehen eben nicht mehr im Ursprungszustand zur Verfügung - nie wieder! Jedoch wurden die Verfahren dazu inzwischen so weit entwickelt, dass im späteren Bild keine Verluste bemerkbar sind, wenn nicht außergewöhnliche Anforderungen an die Bildqualität gestellt werden.

Nicht unerwähnt bleiben soll die Tatsache, dass mit dem Abspeichern der Bilddatei (und der Umwandlung in eines der Standardformate) nicht nur die Pixelzahl verringert wird, sondern weitere Bildbearbeitungen erfolgen. Ein Hell-Dunkel-Abgleich und -ausgleich sowie eine Nachbearbeitung der Bildschärfe sind typische Bearbeitungsschritte, die eben nur beim Abspeichern in einer RAW-Datei unterbleiben.

Objektiv(e)

Bei dem großen Angebot an "digitalen Informationen" zu den Kameras (=Kameragehäusen) wird häufig vergessen, dass nach wie vor das Objektiv der Kamera maßgeblich für die spätere Bildqualität verantwortlich ist. Bei den wenigsten Digitalkameras werden zur Auslieferung noch Objektive mit einer Festbrennweite verbaut, sondern Zoom- oder Vario-Objektive sind heute Standard. Fraglich ist nur noch der Umfang der möglichen Brennweiterveränderungen . . . ein Faktor 20x ist nichts Ungewöhnliches mehr. Dass diese Flexibilität ihren Preis hat, sollte uns klar sein - nicht nur unter finanziellen Gesichtspunkten, sondern auch bezüglich einer eben nicht gleichbleibenden Bildqualität an sich und über das gesamte Brennweitespektrum. Und die möglichen, eben nur geringen Lichtstärken ? ! ! !

Im Kleinbildformat (des Aufnahmemediums = Sensors) entspricht eine **Brennweite** von 50mm unseren üblichen Sehgewohnheiten, das heißt, der Bildwinkel der Aufnahme entspricht ungefähr unserem üblichen Gesichtsfeld. Eine Verringerung der Objektivbrennweite (zum Beispiel auf 35mm oder 24 mm) erweitert den Blickwinkel. Diese Weitwinkelobjektive (bzw. Weitwinkeleinstellungen) bilden also einen breiteren Bildbereich ab bzw. die Objekte werden dadurch kleiner abgebildet.

Umgekehrt führt die Verlängerung der Brennweite zu einem kleineren Blickwinkel. Ein schmalerer Bildbereich wird erfasst, wodurch die Objekte größer dargestellt werden, als es dem tatsächlichen Kamera-Objekt - Abstand eigentlich entspricht.

Die Kamerahersteller geben die Brennweiten (dankenswerterweise) in der Regel in uns gewohnten Kleinbildäquivalenten an. Meistens hat der Fotointeressierte gewisse Vorstellungen von der Wirkung der einzelnen Brennweiten und kann die Angaben dadurch zuordnen (50mm normal, darunter gesteigerte Weitwinkelfunktion, darüber gesteigerte Zoomfunktion). Zusätzlich muss uns bewusst sein, dass je nach Sensorgröße (siehe "Bildsensor" auf dieser Seite) dieselbe Objektivbrennweite unterschiedliche Bildausschnitte abbildet -> Cropfaktor. Die jeweilige Sensorgröße bewirkt die entsprechende Wirkung einer Objektivbrennweite.

Um diese ständige Umrechnung zu vermeiden, werden (unabhängig vom jeweiligen Sensorformat) die Brennweiten der Objektive üblicherweise in Werten angegeben, die sich auf das Kleinbildformat beziehen. Es obliegt dem Fotografen selbst, den Cropfaktor entsprechend einzuberechnen.

Mit der **Lichtstärke** erhalten wir Auskunft darüber, wie lichtempfindlich das Objektiv ist, das heißt, bei wie wenig Licht noch Fotos aufgenommen werden können. Maßgeblich dafür ist die größtmögliche lichtdurchlässige Öffnung des Objektivs, die Blende. Dabei bezeichnet eine kleine Zahl eine große Blende!

Während das Filmmaterial in der analogen Fotografie nur einen relativ geringen Umfang der Lichtempfindlichkeit hatte (Faktor 3), ist die Spreizung der Lichtempfindlichkeit bei den Bildsensoren der Digitalkameras sehr hoch (derzeitiger Faktor 6 oder mehr nicht unüblich). Zunehmend hohe Lichtempfindlichkeiten schmälern zwar die Bildqualität, jedoch steigert die aktuelle Entwicklung den nutzbaren Umfang laufend, so dass die alleinige größtmögliche Blendenöffnung des Objektivs an Bedeutung für die Aufnahmemöglichkeit ohne Blitzlicht laufend abnimmt.

Als weiteres maßgebliches Qualitätsmerkmal eines Objektivs ist daneben die **Abbildungsqualität** zu betrachten. Ohne die physikalischen Bedingungen und Grenzen zu betrachten, sind Verzerrung, Verzeichnung, Vignettierung (in den Randbereichen) und Schärfauflösung zu berücksichtigen, um Aussagen über die Qualität eines Objektivs treffen zu können.

Sucher vs. Monitor

Erstes und auffälligstes Kennzeichen einer Digitalkamera ist der LCD-Monitor mit der Möglichkeit, sofort nach der Aufnahme dieses Foto an der Kamera begutachten zu können - und bei Nichtgefallen zu löschen bzw. bei nicht zufriedenstellender Qualität sofort ein weiteres Foto aufzunehmen. Vor lauter Begeisterung über diese Möglichkeit versäumen es die Hersteller lange Zeit, neben dem Monitor weiterhin auch einen Sucher in die Kameras einzubauen.

Der Monitor ist eine wertvolle Erweiterung der technischen Möglichkeiten und für eine sofortige Bildbegutachtung unentbehrlich, jedoch heute anerkanntermaßen kein vollständiger Ersatz für einen Sucher. Zwar gibt es heute fast keinen reinen optischen Sucher mehr (Lösung allein über Linsen), sondern auch die Sucher arbeiten heute mit einer elektronischen Darstellung, jedoch ermöglichen sie die typische Kameralhaltung mit dem Abstützen des Gerätes am Gesicht, sind unempfindlich gegen helles Umgebungslicht.

Idealerweise bietet die Kamera beide Darstellungsmöglichkeiten - und das für beide Optionen in einer guten Darstellungsqualität. Denn das "Sucherbild" dient nicht nur der Bestimmung des Bildausschnitts, sondern ist notwendiges Hilfsmittel bei einer manuellen Entfernungsmessung/Scharfstellung und bildet häufig vorab die Aufnahme in der aufzunehmenden Belichtungseinstellung ab usw.

Blitzlicht

Zwar sind die meisten Digitalkameras sehr lichtempfindlich, das heißt lichtstark, jedoch verzichtet ein Hersteller nur selten auf ein eingebautes Blitzlicht. Diese kleinen Lichtquellen vollbringen allerdings in Verbindung mit den hohen ISO-Möglichkeiten unglaubliche Leistungen, so dass der eingebaute Blitz durchaus aus mancher Verlegenheit hilft. Andererseits kann diese Lichtquelle aber auch nicht überfordert werden, denn bereits nach wenigen Metern nimmt die Lichtintensität doch merklich ab. Daher sind Aufnahmen mit einer zusätzlichen Ausleuchtung in die Tiefe mit diesen eingebauten Blitzlichtern nicht möglich.

Zusätzlich stellt der "Rote-Augen-Effekt" eine unangenehme Begleiterscheinung dar: durch das parallele und nahe der optischen Achse verlaufende Blitzlicht kommt es an der stark durchbluteten, roten Netzhaut des Auges zu der gefürchteten Reflektion.

Die häufig eingebauten technischen Lösungen zur Vermeidung bzw. Minderung dieses Effektes wie Vorblitz o.ä. überzeugen eigentlich nicht. Allein ein zusätzliches externes Blitzgerät bietet die Alternative, womit gleichzeitig auch ein höherer Bedienkomfort und flexiblere Einsatzmöglichkeiten und erweiterte Automaten die Kamera aufwerten.