

Kontrast in der Photographie

Belichtungsbestimmung für digitale Aufnahmesysteme

Digitale Aufnahmesysteme arbeiten elektronisch (ha, ha – natürlich wissen Sie das!) und unterscheiden sich deshalb grundlegend von unseren guten alten Filmen. Hier geht es bei der Belichtungsbestimmung darum,

das Signal möglichst unverfälscht aufzuzeichnen und das heißt mit einem möglichst hohen **Signal-Rausch-Verhältnis**. Damit steht und fällt hier die Bildqualität. **Signal** meint Belichtungsstärke (die Anzahl der Photonen), die als elektrische Spannung ausgelesen und in digitale Datenwerte verwandelt wird. **Rauschen** ist der von der Kameraelektronik erzeugte, nicht originär zu diesem Signal gehörende Spannungsanteil. Der Abschnitt zum Dynamikbereich der elektronischen Aufnahmesysteme hat gezeigt, wie man beide Werte praktisch ermittelt. Die Helligkeit der Tonwerte spielt nun nur noch eine untergeordnete Rolle, denn sie kann bei der RAW-Konvertierung leicht mit der **Tonwertkorrektur** oder den **Gradationskurven** angepasst werden. Dass die Hersteller nach wie vor an der nach dem gleichen alten Schema arbeitenden Belichtungsmessung festhalten können liegt nur daran, daß die meisten Nutzer .jpegs erzeugen, bei denen den Tonwerten eine Charakteristik-Kurve übergestülpt wird, die weitgehend der der Silberbilder entspricht. Genau betrachtet werden aber zumindest solche Digitalkameras, die des RAW-Formats mächtig sind, auf diese Weise falsch benutzt.

Der Belichtungsmesser ist uns zum Erreichen des so definierten Ziels nur noch eine indirekte Hilfe.

**Auszug aus *PhotoWissen Band 3 Kontrast*
Infos zum Buch auf www.buecherundbilder.de/photowissen**

Das Hilfsmittel, an das wir uns halten, ist das **Histogramm**, das den Zusammenhang zwischen Pixelwerten (Signalstärke) und digitalen Datenwerten in einer tatsächlichen Aufnahmesituation visualisiert.

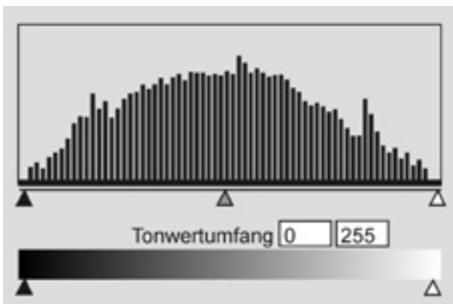


Abb. 74: Schema eines Histogramms

Das Histogramm zeigt die statistische Helligkeitsverteilung eines Bildes in Form eines fein abgestuften Balkendiagramms von Schwarz (am linken Rand) bis Weiß (am rechten Rand). Entlang seiner horizontalen Achse ist die Helligkeit abgetragen, die Höhe eines Balkens gibt an, wie viele Pixel den jeweiligen Helligkeitswert aufweisen. Die Auflösung der horizontalen Helligkeitsachse umfasst normalerweise 256 Stufen und entspricht damit einem 8 Bit-Bild, das pro Kanal 256 Tonwerte speichern kann. Ein durchgängig schwarzes Bild würde nur einen Balken mit maximalem

Ausschlag am linken Rand aufweisen, ein durchgängig weißes umgekehrt nur einen einzigen maximalen Balken am rechten Rand. So etwas begegnet uns in freier Wildbahn aber nicht und deswegen sieht ein Histogramm normalerweise wie ein „Tonwertgebirge“ aus. Zahlreiche Spitzen, Täler und mehr oder weniger sanfte Anstiege zeigen uns, daß bestimmte Helligkeitswerte häufiger im Bild vorkommen als andere.

Ein Histogramm ist die graphische Darstellung der Häufigkeitsverteilung von Helligkeitswerten

Um die Erhöhung des Signal-Rausch-Verhältnisses zu realisieren, haben wir zwei Stellschrauben: **Belichtungszeit** bzw. **Blende**, mit deren Verlängerung bzw. Vergrößerung wir die Belichtung und damit die Signalstärke erhöhen (die Größe auf der linken Seite des Verhältnisses Signal/Rauschen) und die **Empfindlichkeitseinstellung**, über deren Erhöhung wir das Ausserauschen verringern (die Größe auf der rechten Seite des Verhältnisses Signal/Rauschen, siehe Abschnitt „Der Dynamikbereich elektronischer Bildträger“). Da stellt sich natürlich die Frage, an welchem Ende man drehen

Kontrast in der Photographie

soll, um das beste Ergebnis zu erzielen. Die Antwort lautet: an Beiden!

Zur Kontrolle, wie weit wir drehen müssen, kommt das Histogramm ins Spiel. Belichtung bzw. Empfindlichkeit werden so weit erhöht, daß sein Tonwertgebirge so weit rechts zu liegen kommt, daß die Lichter gerade eben noch nicht beschnitten (neudeutsch geclippt) werden. Aufnahmen im .jpeg-Format sind für diese als **Expose-To-The-Right** (ETTR) bekannte Verbesserungstechnik nicht gut geeignet. Sie werden durch die Konvertierung auf 8 Bit reduziert und die daraus resultierenden $2^8=256$ Helligkeitsstufen reichen in der Regel nicht aus, um Tonwertabrisse (Posterization) bei der notwendigen Nachbehandlung aufzufangen.

ETTR – Expose To The Right – ist auch als „HAMSTTR“© - Histogram And Meter Settings To The Right – bekannt

Im **ersten Schritt** messen wir ganz klassisch den Belichtungsumfang des Motivs aus, bestimmen also die Belichtungswerte für die dunkelste bzw. hellste Bildstelle, die noch Zeichnung aufweisen sollen und errechnen ihren Unterschied in Belichtungsstufen.

Da die Signalstärke den größten Einfluß auf das Signal-Rausch-Ver-

hältnis besitzt, sollte die Belichtung im **zweiten Schritt** so weit wie möglich erhöht werden. Um die zuvor festgelegten Lichter nicht abzuschneiden, mißt man sie am besten mit der Spotfunktion an. Die Grenzen, die sich dabei möglicherweise stellen, sind

- eine Mindestbelichtungszeit, die nicht unterschritten werden kann, um die Aufnahme ohne Stativ nicht zu verwackeln (diese Grenze wird gern mit dem Kehrwert der verwendeten Brennweite beziffert)
- eine Höchstbelichtungszeit, die erreicht werden muss, um eine Bewegung scharf einzufrieren
- eine Blendeneinstellung, die notwendig ist, um ein bestimmtes Maß an Schärfentiefe zu erzielen

Bleibt nach Berücksichtigung aller Faktoren noch ein Spielraum auf der rechten Seite des Histogramms, so wird die Empfindlichkeit im **dritten Schritt** erhöht, bis die Lichter knapp vor diesem Ende zu liegen kommen. Hier zahlt es sich aus, die Eigenschaften der eigenen Kamera zu kennen. Speziell sollte man wissen, ob A) die Drittel-ISO-Stufen mehr Ausleserauschen aufweisen als die vollen (wie das bei vielen Canon-Modellen der Fall

ist) und man aus diesem Grund nur auf die letzteren zurückgreift und B), bei welcher Empfindlichkeitsstufe der Gain unter eins fällt. Eine Erhöhung über diesen ISO-Wert hinaus ist wenig sinnvoll, denn man verliert nur Dynamikbereich, ohne daß ein schwächeres Signal aufgezeichnet wird. Die Tabelle auf S. 77 zeigt, daß dieser Wert bei der Canon 1D Mark II zwischen ISO 800 und 1600 liegt.

Nun gibt es mit dem Histogramm zwei Probleme. Das erste ist, daß man sich eigentlich ein Echtzeit-Histogramm wünscht, um das Bild schon vor der Aufnahme zu beurteilen. Die meisten digitalen Spiegelreflexkameras liefern uns dies aufgrund ihrer Bauart aber nicht. Sie lenken den Strahlengang mittels Spiegel zum Sucher um und geben den Weg zum Bildsensor erst im Moment der Aufnahme frei. Ihr Histogramm zeigt uns deshalb immer die Helligkeitsverteilung des bereits belichteten Bildes, das wir aber nichtsdestoweniger zumindest zur Analyse des Motivs verwenden können. Point-and-Shot Kameras sind in diesem Punkt im Vorteil, denn bei ihnen wird der Sensor dauernd belichtet, weswegen sie uns Live und in Farbe über das Helligkeitsmuster informieren können. Allerdings setzen sich auch im DSLR-Bereich

inzwischen Konzepte durch, die durch technisch aufwendigere Konzeption ein Echtzeit-Histogramm ausgeben. Sofern das eigene Kameramodell nicht über diese Möglichkeit verfügt, muss man sich also in Einzelbildern an das gewünschte Resultat herantasten.

Das zweite Problem ist, daß das Histogramm, genau wie das Vorschaubild auf dem Kameradisplay, anhand des in die RAW-Daten eingebetteten jpeg-Bildes errechnet wird. Es zeigt die Verteilung der Helligkeitswerte also nicht linear. Und das ist auch gar nicht möglich, denn die RAW-Daten sind unprozessiert und unkorrigiert nicht zu benutzen, d.h. sie sind nicht interpretationsfähig. Zur Erstellung der jpeg-Vorschau durchlaufen die Daten folgende Schritte: Sie werden Bayer-interpoliert (demosaiced), in einen Farbraum projiziert, gammakorrigiert, scharfgezeichnet, es wird eine Tonwertkurve zur Kontraststeigerung eingerechnet und es erfolgt ein Weißausgleich. Damit werden die Lichter auf ein von uns nicht zu kontrollierendes Maß angehoben und das Histogramm zeigt viel zu oft einen Tonwertabriss, wo in den RAW-Daten noch gar keiner ist. In vielen Fällen könnte man problemlos um weitere 1,0-1,5 Stufen überbelichten. Aus diesem Grund können wir nicht sicher

Kontrast in der Photographie

wissen, wie weit wir die Belichtung wirklich gefahrlos erhöhen können. Nur die Erfahrung kann dies zu einem Teil wettmachen.

Um wirklich sicher zu gehen, müssen wir die von Herstellerseite vorgesehene, in der Regel S-förmige, Tonwertkurve und die Gammakorrektur loswerden. Bei den meisten Nikon- und einigen Canon-Modellen geht dies über die Vorgabe einer so genannten **Custom Curve**. *ToneUp Studio*, einer der zahlreichen freien RAW-Konverter, bietet die Möglichkeit der Kamera eine solche Kurve nahezubringen. Dazu gehen Sie wie folgt vor:

- Versetzen Sie Kamera aus dem üblichen *USB Mass Storage Modus* in den *PTP-Modus* (Picture Transfer Protocol) und schalten Sie sie aus
- Verbinden Sie die Kamera mittels USB-Kabel mit dem Computer und schalten Sie sie ein
- Starten Sie *ToneUp Studio*
- Gehen Sie auf Edit -- Preferences und aktivieren Sie die Option *Disable gamma curve when uploading curves*
- Gehen Sie auf File -- New

curve. Hier erscheint ein neues Fenster mit einer linearen Kurve.

- Gehen Sie auf File -- Upload curve
- Schalten Sie Kamera aus und trennen Sie die USB-Verbindung
- Schalten Sie Kamera ein und wählen Sie in der Rubrik *Optimize Image* die Option *Custom Tone Curve*

Natürlich erscheinen die Bilder nun auf dem Kamera-Display zu dunkel, aber das spiegelt ja nicht die endgültigen Verhältnisse wider. In der Vorschau des RAW-Konverters wird die Custom Curve ignoriert und Sie sehen ein normales gammakorrigiertes Bild.

Alle, deren Kameras nicht mit Custom Curves umgehen können, kommen der angestrebten Histogrammdarstellung zumindest sehr nahe, wenn sie die Kamera über die verschiedenen Menüs anweisen neutrale Parameter für die Größen Kontrast, Farbsättigung und Schärfe zu verwenden. Zudem können Sie der von Guillermo Lujik auf (10) vorgeschlagenen Methode folgen, um auch den kamerainternen Weißabgleich auf null zu setzen. Die Vorgehensweise erfordert zwar etwas

Zeit, braucht dafür aber pro Kamera nur einmal durchlaufen zu werden und bringt das Histogramm von allen Einstellmöglichkeiten am weitesten in die gewünschte Richtung.

Häufig liest man im Web oder anderen Publikationen, daß man die Belichtungseinstellung gemäß der ETTR-Methode anwenden sollte, um den zur Verfügung stehenden Bitbereich voll auszunutzen. Dahinter steht der Gedanke, daß jede höhere Belichtungsstufe das nächsthöhere Bit erklimmt und deshalb doppelt so viele RAW-Stufen zur Codierung der Helligkeitswerte verwendet werden, weil diese linear aufgebaut sind. In einer 12 Bit Datei weist die höchste Belichtungsstufe ja beispielsweise 2048 RAW-Stufen auf, die zweithöchste 1024, die dritthöchste 512 und so weiter. Da liegt es nahe anzunehmen, daß die Bildqualität mit der Anzahl der zur Verfügung stehenden RAW-Stufen steigt, weil die Übergänge zwischen den Helligkeitswerten feiner werden.

Wenn man den Zusammenhang genau betrachtet, stellt man aber eine andere Wahrheit fest. Machen wir's mal praktisch und sagen, daß die in Elektronen gemessene Signalstärke in einer Belichtungsstufe in den Lichtern 10000 beträgt. Das Aufnahmerauschen ergibt sich dann als $\sqrt{10000} = 100$ Elektronen. Wenn wir einen Gain von 10

zugrunde legen – jede höhere RAW-Stufe also 10 zusätzliche Elektronen zählt – beträgt das Aufnahmerauschen für das angenommene Signal $100/10 = 10$ RAW-Stufen. Die lineare Codierung des Signals in den RAW-Daten verschwendet also einen Großteil der RAW-Stufen weitgehend nutzlos, weil das Aufnahmerauschen viel größer ist als die Quantisierungsstufen. In diesem Rauschen geht die gewonnene Feinheit der Übergänge verloren. In den Schatten sieht es anders aus. Wenn wir dort für eine Belichtungsstufe eine Signalstärke von 100 Elektronen annehmen, beträgt das Aufnahmerauschen $\sqrt{100} = 10$ Elektronen. Dieser Wert übersetzt sich bei dem gleichen Gain von 10 in eine einzige RAW-Stufe. In diesen niedrigen Belichtungsstufen wird also keine der gewonnenen Bitstufen durch die Quantisierung des Rauschens verschwendet.

Die Ingenieure bei *Nikon* haben diesen Zusammenhang in der Struktur ihres NEF-Formats clever genutzt. Dort haben Sie mittels Lookup-Tabelle eine nichtlineare Komprimierung der RAW-Stufen vorgesehen, die die 4095 Stufen des 12 Bit Formats gemäß der Quadratwurzel-Beziehung zwischen Aufnahmerauschen und Signalstärke von unten nach oben ausdünn. So steht in den Schatten die volle Stufenzahl zur Verfügung, während sie zu

Kontrast in der Photographie

den Lichtern hin abnimmt. Durch das Hinauswerfen redundanter RAW-Stufen wird also digitaler Platz gespart, ohne visuelle wichtige Informationen zu verlieren. Vor diesem Hintergrund mutet der im Produkt-Portfolio vollzogene Ausbau auf 14 Bit A/D-Konverter ein wenig amüsant an :-).