

Über den Kontrastumfang digitaler Kameras

von Reinhard Kietzmann, Berlin

Motivation

Digitale Fotokameras stehen in dem Ruf, einen besonders geringen Kontrastumfang zu bewältigen. Dieser Ruf resultiert vermutlich aus der Eigenschaft der digitalen Fotokameras, in hellen Bildpartien relativ schnell ausgefressene Lichter oder Farbflächen ohne Zeichnung zu erzeugen, da die Übertragungskurve, d.h. der Helligkeitswert für jeden Bildpunkt in Abhängigkeit von der einfallenden Lichtintensität, am oberen Ende relativ hart endet. Dies führt dazu, dass alle Bildbereiche, deren Helligkeit über einem gewissen Grenzwert liegen, als rein weiß oder als vollständig gesättigte Einzelfarbe ohne jede Zeichnung dargestellt werden. Hier ist auch durch Bildverarbeitung nichts zu retten, denn die Information ist in diesen Bildbereichen unwiederbringlich verloren.

Manche Fotografen behaupten daher, eine digitale Kamera sei nicht in der Lage, die hohen Bildkontraste vieler Motive zu bewältigen und daher für ernsthafte Fotografie ungeeignet. Dieser Artikel soll diesbezüglich die tatsächlichen Fähigkeiten moderner Digitalkameras darstellen und in Relation zu den Leistungen von konventionellen Dia- und Negativfilmen setzen. Der Leser möge sich dann selbst ein Bild davon machen, ob er mit diesen Fähigkeiten zufrieden sein kann oder lieber auf die etablierte chemische Fotografie setzen möchte.

Ausgangssituation

Bezüglich des bewältigten Motivkontrastumfangs zeigt der klassische (Farb-)Negativfilm ein ideales Verhalten: Mit zunehmender Belichtung wird die Negativ-Dichte immer höher und sättigt nur sehr sehr langsam. Damit lassen sich gewaltige Kontrastumfänge von bis zu 13 Blendenstufen (im Weiteren mit EV = Exposure Values bezeichnet) aufzeichnen. Kaum ein Motiv weist einen solchen gigantischen Helligkeitsumfang auf. Somit ist man gut gerüstet, um Bilddetails in allen Helligkeitsbereichen von den tiefsten Schatten bis zu den hellsten Lichtern festzuhalten, eine korrekte Belichtung vorausgesetzt. Unterbelichtung führt hier zu Zeichnungsverlusten in den Schattenpartien, weshalb sie zu vermeiden ist. Überbelichtung ist relativ unkritisch, weil nach oben hin viel Spielraum besteht. Lediglich die Gesamtdichte des Negativs nimmt dabei zu, was zu einem grobkörnigeren, oder in der Sprache der Signalverarbeitung, stärker verrauschten Ergebnis führt. Abb.1 zeigt schematisch die typische Dichte- oder Schwärzungskurve eines Negativfilms in Abhängigkeit von der Belichtung (durchgezogene Kurve).

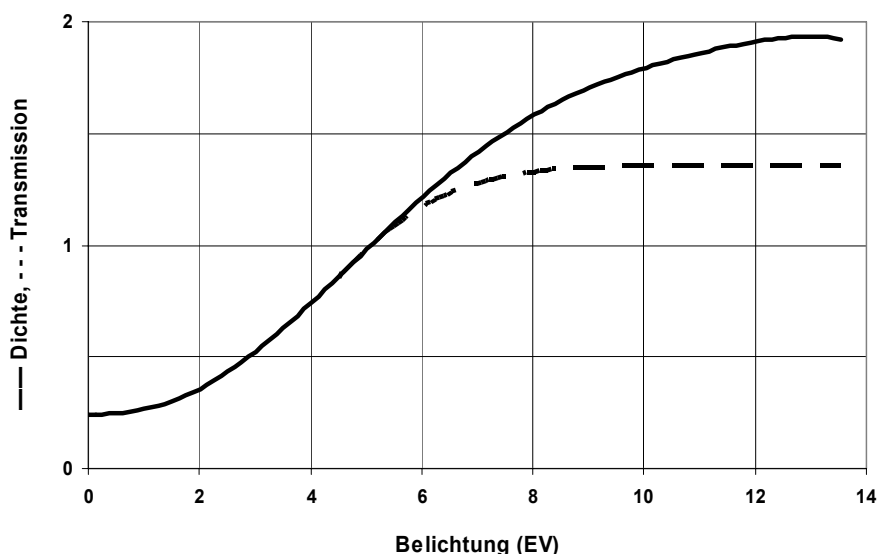


Abb.1: Schwärzungskurve eines Negativfilms (—), Transmission eines Diafilms (- - -).

In gewissen Grenzen lässt sich das Schwärzungsverhalten noch nach der Aufnahme durch den Entwicklungsprozess beeinflussen. Dies hat auch Einfluss auf den möglichen Kontrastumfang, soll hier aber nicht weiter diskutiert werden. Üblicherweise nutzt man den näherungsweise linearen

Übertragungsbereich im unteren Drittel der Kurve. Das Auslaufen der Kurve im unteren Bereich bezeichnet man als *Durchhang* (hier etwa bei Belichtungswert 1 EV), darunter geht die Kurve in den *Schleier* über, der keine Zeichnung mehr aufnimmt. Der Bereich oberhalb des linearen Kurvenverlaufs wird als *Schulter* bezeichnet. Das nichtlineare Verhalten des Negativfilms insbesondere im Bereich der Schulter (Lichter) ist außerordentlich nützlich und bewirkt die großen Belichtungsreserven von Negativfilm. Man sollte übrigens nicht dem Trugschluss verfallen, der volle Kontrastumfang sei bei der weiteren Verarbeitung auch tatsächlich auf den Fotoprint (Abzug) übertragbar. Ein Papierabzug kann bestenfalls einen Kontrastbereich von etwa 1:60 entsprechend etwa 6 Blendenstufen wiedergeben. Man muss hier also Kompromisse eingehen und sich bei kontrastreichen Motiven für die Darstellung der Zeichnung in den Lichtern oder in den Schatten entscheiden. Klassische Labortechniken wie Abwedeln und Nachbelichten helfen, den nutzbaren Kontrastbereich beim Herstellen von Papierabzügen auszudehnen. Der Negativfilm hält aber auf jeden Fall genug Information bereit, um diese Möglichkeiten zu bieten.

Ein Diafilm verfügt nicht über derartige Reserven. Sein typischer Kontrastumfang beträgt 5-6 EV. In den Lichtern knickt die Transparenzkurve relativ hart ab (Abb.1, gestrichelte Linie). Motivdetails, die heller sind als dieser Knickpunkt gehen bei der Aufnahme auf Diafilm unwiederbringlich verloren.

Die Fotos von Digitalkameras zeigen einen ganz ähnlichen Verlauf, wie der Diafilm. Interessant sind hierbei drei Fragen:

1. Wo liegt der Knickpunkt im Vergleich zu Dia- und Negativfilm?
2. Lässt sich seine Lage beeinflussen, ähnlich wie durch die unterschiedliche Entwicklung chemischer Filme?
3. Welchen Einfluss haben unterschiedliche Sensorgrößen auf den Kontrastumfang?

Um die Antworten vorweg zu nehmen:

1. Er liegt für Digitalkameras i.d.R. zwischen dem Knickpunkt des Diafilms und dem horizontalen Bereich der Schulter beim Negativfilm.
2. Ja.
3. "Size matters"

Der Rest dieses Artikels beschäftigt sich mit der genauen Lage des Knickpunkts, d.h. dem tatsächlichen Kontrastumfang von Digitalkameras und den Details um die Antwort auf die beiden anderen Fragen.

Methodik

Die Charakteristika von Dia- und Negativfilmen sind hinreichend bekannt. Daher beschäftigt sich dieser Artikel mit der Ermittlung des *nutzbaren* Kontrastumfangs von Digitalkameras. Was als *nutzbar* bezeichnet wird ist dabei einer gewissen Subjektivität unterworfen und hängt in gewissen Grenzen von den Ansprüchen des Anwenders ab. Mehr hierzu weiter unten.

Kameras:

- *Canon EOS 20D*. Als Vertreter moderner digitaler Spiegelreflex-Kameras habe ich eine Kamera gewählt, die in Produkttests mit einem guten Kontrastumfang für diese Produktklasse aufwartet und die für ihre niedrigen Rauschwerte gerühmt wird. Empfindlichkeitseinstellung: 100 ISO, Objektiv: Sigma 18-125 DC 3,5-5,6. Der Sensor dieser Kamera löst 8,2 Megapixel auf und misst 15x22,5 mm. Damit hat jedes Sensorelement eine Fläche von 41,1 μm^2 .
- *Olympus C5060 WZ*. Eine gute digitale Sucherkamera mit ordentlicher Bildqualität. Empfindlichkeit: ISO 100, Auflösung: 5 Megapixel, Sensorgröße: 7,18x5,32 mm. Daraus ergibt sich die Fläche eines Sensorelements zu 7,6 μm^2 .
- *Minolta Dimage Xi*. Diese Kamera vertritt die Riege der ultrakompakten Digitalen. Sie hat mit 5,27x3,96 mm den kleinsten Sensor, löst 3,1 Megapixel auf und hat somit für jedes Sensorelement nur 6,7 μm^2 zur Verfügung. Einen RAW-Modus kennt diese Kamera nicht, sondern bietet nur JPG und TIFF an. Ebenfalls bei ISO 100 betrieben.

Target: *IT 8.7 Kalibrierungs-Chart* von Wolf Faust

Lichtquelle: Wolfram- Halogenlampe, 50W, ~2800K

RAW-Datenverarbeitung: *Canon Digital Photo Professional* für die Erstellung linearer Datensätze, *Photoshop Camera RAW* für alle anderen RAW-Verarbeitungsschritte.

Belichtungsreihen: Da das Target nur einen Kontrastumfang von 6,1 EV aufweist, musste der dargebotene Helligkeitsbereich durch Serien von Über- und Unterbelichtungen ausgedehnt werden. Zunächst wurde die neutrale Belichtung mittels einer 18% Graukarte ermittelt. Anschließend wurden Belichtungsreihen von -6 bis +9 Blendenstufen vorgenommen. Zusammen mit dem Kontrastumfang des Targets umfasste der dargebotene Helligkeitsumfang also 21 EV. Kein käuflich erhältliches Durchlicht- oder Auflicht-Target bietet einen so großen Kontrastumfang. Gespeichert wurden die Aufnahmen parallel als RAW und JPG in der höchsten Qualitätsstufe. Der Weißabgleich für die JPG-Aufnahmen war manuell auf 2800K gesetzt.

Vermessen des Targets: Die RAW-Dateien wurden mittels des Canon-RAW-Konverters in lineare 16 Bit TIFF-Dateien konvertiert und anschließend die Helligkeitswerte aller Graufelder in Photoshop im Graustufenmodus vermessen. Die Helligkeitswerte aller auswertbaren Belichtungen wurden für jedes einzelne Graufeld gemittelt. Somit lagen die relativen Helligkeitswerte des Targets unter den im Aufbau vorliegenden Beleuchtungsbedingungen fest.

Auswerten der Helligkeitswerte: Die JPG-Dateien wurden in Photoshop nochmals geringfügig bzgl. des Weißabgleichs korrigiert und anschließend im Graustufenmodus vermessen. Die RAW-Dateien wurden mit Photoshop Camera RAW in weiterverarbeitet. Ein Weißabgleich wurde durchgeführt, ansonsten mit Standardeinstellungen gearbeitet: Helligkeit: 50, Kontrast: +25, Sättigung: 0, Tiefen: 0, Bildschärfe: 0, Luminanzglättung: 0, Farbstörungsreduktion: 25. Es wurden fünf Gruppen von 16 Bit TIFF-Dateien erzeugt, für alle Aufnahmen jeweils einmal mit der Photoshop-Camera-RAW - Belichtungskorrektur -4, -2, 0, +2 und +4 Blenden. Anschließend wurden die Dateien im Graustufenmodus vermessen.

Die Messwerte wurden den um die jeweilige Über- bzw. Unterbelichtung korrigierten Helligkeitswerten des Targets zugeordnet und grafisch dargestellt. Ferner wurden die Graukeile mittels des Stepchart-Analysemoduls aus Norman Koren's Imatest-Software im RGB-Modus bzgl. Ihres Rauschanteils vermessen.

Ergebnisse

Die nachfolgenden Diagramme zeigen die Pixel-Helligkeitswerte in Abhängigkeit von der Objekthelligkeit, jeweils in zwei Darstellungen: links in doppelt-logarithmischer Auftragung zur genauen Darstellung der dunklen Bildbereiche, rechts in halblogarithmischer Auftragung zur genauen Darstellung der hellen Bildbereiche. Die horizontale Achse ist in EV-Werten skaliert und damit per se logarithmisch. Dies entspricht dem Wahrnehmungsverhalten des menschlichen Auges. Die Lage des Nullpunktes ist willkürlich gewählt und ohne Belang, da es hier nur um die Ermittlung von Helligkeitsunterschieden geht. Beginnen wir mit der Canon EOS 20D.

Kamera-JPG

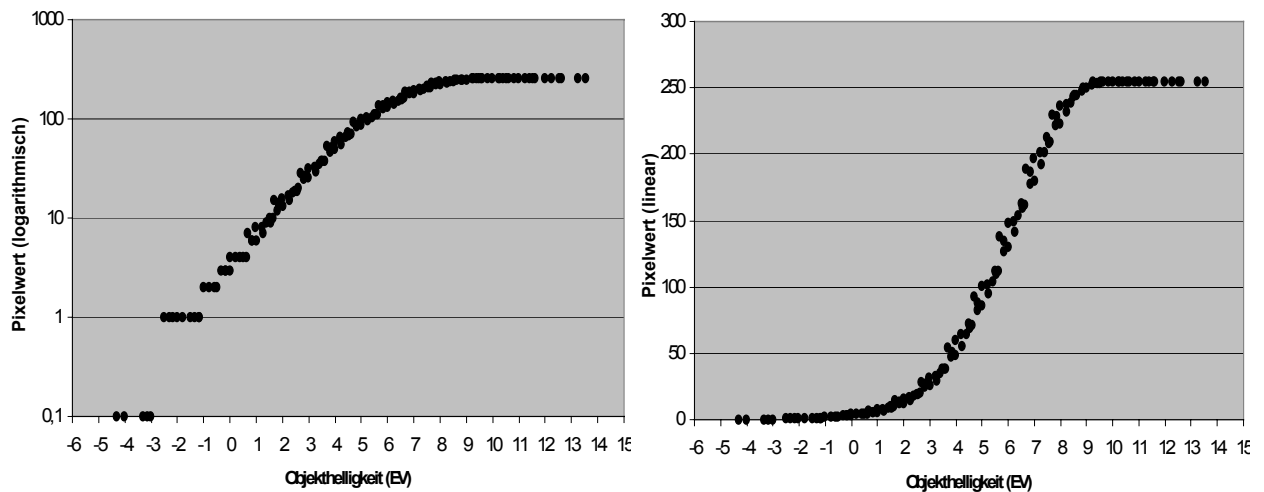


Abb.2: Übertragungsfunktion für Kamera-JPG (Canon EOS 20D)

Die von der Kamera gelieferten JPG-Dateien zeigen einen Gesamt-Übertragungsbereich von -3 EV bis +9,5 EV, also insgesamt über 12,5 EV. Dies ist der Kontrastbereich, über den Helligkeitsunterschiede *messtechnisch* gesehen noch in Pixelunterschiede umgesetzt werden. *Fotografisch* nutzbar ist dieser Bereich nicht, da die Motivzeichnung in den dunklen Bildbereichen vom Bildrauschen überdeckt wird bzw. das Ergebnis in diesen Bereichen nicht ansehnlich ist.

Für eine sinnvolle fotografische Nutzung bedarf es eines deutlichen Abstandes zwischen Bildrauschen und Nutzsignal. Der Messtechniker spricht von Signal-Rauschabstand. Wo diese Grenze liegt, ist subjektiv und von den Qualitätsansprüchen des Betrachters abhängig. Um diesen Punkt dennoch möglichst objektiv bestimmen zu können und damit Vergleichbarkeit zwischen den verschiedenen Messungen herzustellen, wird in der Imatest-Software der Punkt bestimmt, an dem der RMS-noise-Wert über 0,1 EV steigt. Damit liegt die Qualitätslatte relativ hoch und entspricht den Kriterien, wie sie z.B. auch in den Kameratests der Online-Publikation *Imaging Resource* (www.imaging-resource.com) angewendet werden.

Damit ergibt sich für Kamera-JPG-Aufnahmen ein fotografisch nutzbarer Helligkeitsbereich von +0,9 EV bis +9,5 EV, also 8,6 EV. Dieser Wert wird auch in anderen Publikationen für die EOS 20D genannt. Der Verlauf der Übertragungsfunktion ähnelt dem eines Diafilms mit stark erweitertem Kontrastumfang. Die Kurve läuft am oberen Ende schnell in die Sättigung, also anders als ein Negativfilm, der über viele Blendenwerte sanft weiter ansteigt.

Photoshop Camera RAW, ± 0 Blendenstufen (neutrale Einstellung)

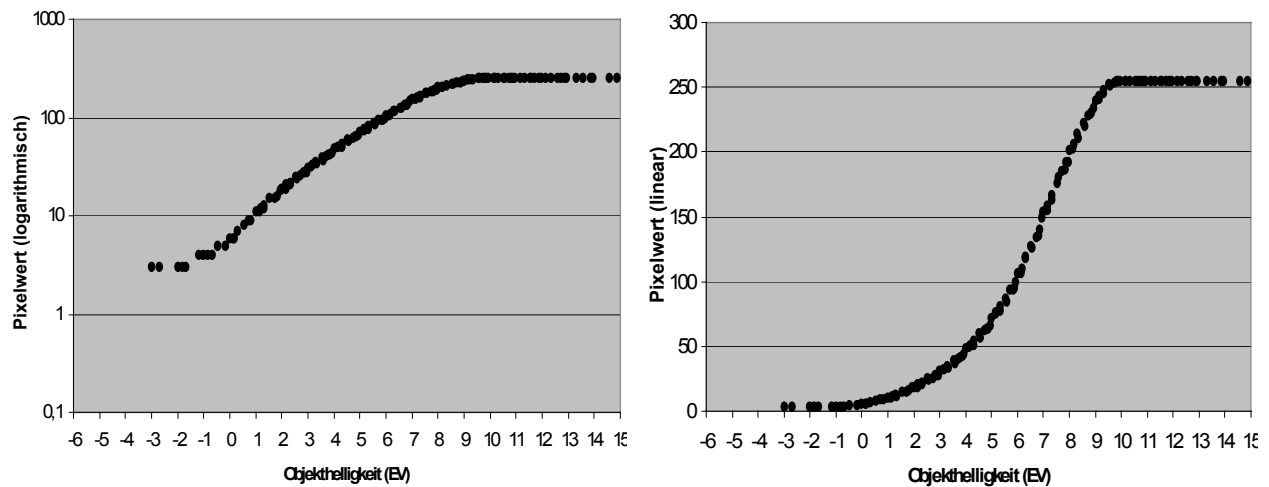


Abb.3: Übertragungsfunktion für Photoshop Camera RAW (± 0 Blendenstufen, Canon EOS 20D)

Die Konversion der Kamera-RAW-Dateien mit Photoshop-RAW zeigt ein geringfügig anderes Bild. Im oberen Bereich knickt die Kurve etwas schärfer ab, als die JPG-Kurve. Im unteren Bereich läuft sie etwa eine Blende früher aus. Der Gesamt-Übertragungsbereich liegt zwischen -2 EV und +9,5 EV, also 11,5 Blendenstufen. Der fotografisch nutzbare Bereich liegt zwischen +1 EV und +9,5 EV, beträgt also 8,5 Blendenstufen. Damit verhält sich der Photoshop-RAW-Konverter geringfügig ungünstiger als die Kamera-JPG-Funktion: Er beschneidet die Schatten früher und kappt die Lichter etwas härter. Praktisch dürfte dieser geringe Unterschied aber kaum sichtbar werden. Ein anderer Faktor spricht dagegen für das vom Photoshop-RAW-Konverter erzeugte Bild: Die Rauschwerte sind deutlich geringer, was an den fehlenden Kompressionsartefakten dieser Verarbeitungsmethode liegen dürfte. Das JPG-Bild zeigt in den mittleren Grautönen RMS-noise-Werte um 0,016, in den nutzbaren Schatten bis 0,04 (Grauwert). Für das RAW-Bild liegen diese Werte nur bei 0,014 für die mittleren Grautöne und 0,028 für die nutzbaren Schatten, sind also insbesondere in den rauschgefährdeten Schattenbereichen fast um die Hälfte geringer.

Photoshop Camera RAW, -2 Blendenstufen Belichtungskorrektur

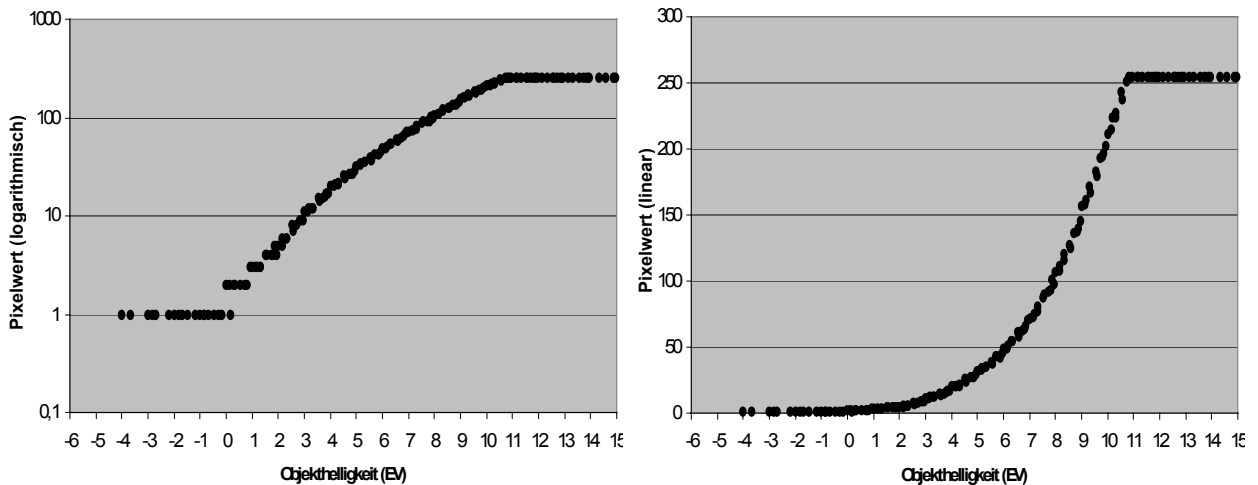


Abb.4: Übertragungsfunktion Photoshop Camera RAW, -2 Blendenstufen Belichtungskorrektur (Canon EOS 20D)

Hier kommt der wirklich spannende Teil. Wie viel Belichtungsspielraum steckt in der RAW-Datei? Wie viel kann Photoshop Camera RAW noch herausholen?

Im oberen Bereich knickt die Kurve noch schärfer ab als die JPG-Kurve, verschiebt sich jedoch um gut 1,3 Blendenstufen nach oben. Dies ist nicht selbstverständlich, denn die Information muss in der RAW-Datei wirklich enthalten sein, trotz Überbelichtung um 1,3 Blendenstufen. Der Sensor sättigt bis hierher also noch nicht, sondern nur die Datenverarbeitung für das JPG-Bild beschneidet den Helligkeitsbereich am oberen Ende. Das untere Ende der Kurve verschiebt sich erwartungsgemäß um 2 Blenden nach oben. Der Gesamt-Übertragungsbereich liegt zwischen 0 EV und +10,8 EV. Der fotografisch nutzbare Bereich liegt zwischen +1,7 EV und +10,8 EV, beträgt also 9,1 Blendenstufen.

Die EOS 20D zeigt also ggü. den in der Kamera erzeugten JPG-Dateien in den Lichtern eine Belichtungsreserve durch RAW-Verarbeitung von 1,3 Blendenstufen, die zur Rettung überbelichteter Fotos genutzt werden kann.

Photoshop Camera RAW, -4 Blendenstufen Belichtungskorrektur

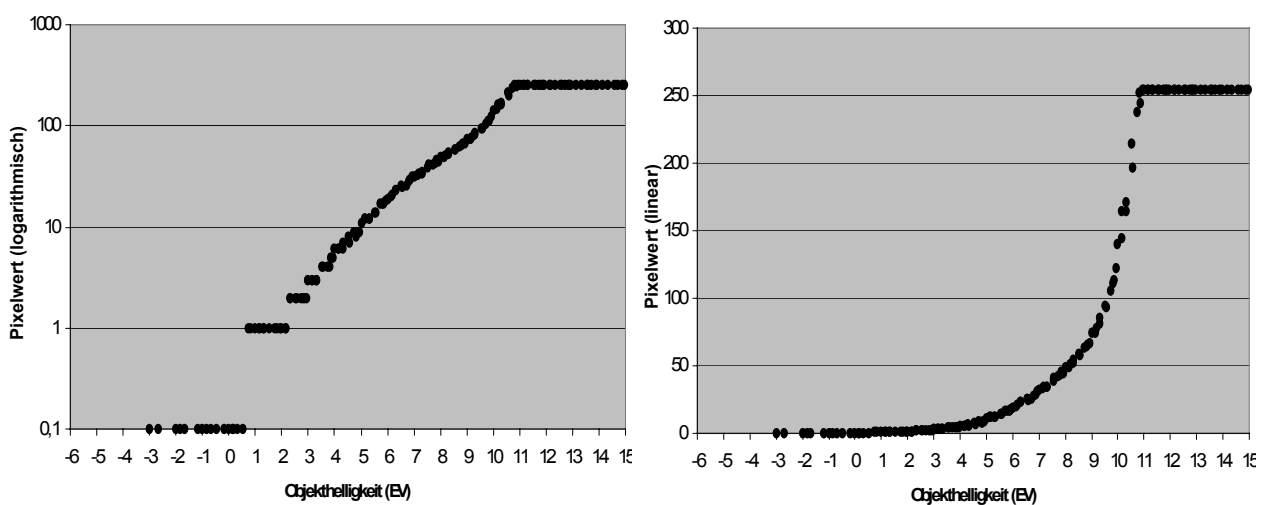


Abb.5: Übertragungsfunktion für Photoshop Camera RAW, -4 Blendenstufen Belichtungskorrektur (Canon EOS 20D)

Exzessives drehen an der Belichtungskorrektur des Photoshop-RAW-Konverters bringt offenbar nichts. Das obere Ende der Kurve liegt wie festgenagelt weiterhin bei 10,8 EV, nur das untere Ende rückt entsprechend nach oben. Interessant ist aber das Verhalten der Kurve im oberen Drittel. Hier sieht man, was auch Bruce Fraser in seinem hervorragenden Buch *Camera RAW with Adobe Photoshop CS* beschreibt. Anders als vielleicht erwartet führt eine weitere Belichtungskorrektur nach unten beim Photoshop-RAW-Konverter nicht dazu, dass sich die gesamte Kurve nach unten verschoben wird und damit die ursprünglich weißen Bildpunkte nun grau dargestellt werden, sondern der Weißpunkt bleibt wo er ist, und nur die Übertragungskurve wird im Bereich der Lichter derart nach unten durchgebogen, dass sich die Pixelwerte nahe am oberen Ende zu kleineren (dunkleren) Werten hin verschieben. Dieser Effekt wird durch Vergleich der logarithmisch aufgetragenen Kurven aus Abb. 4 und 5 schön erkennbar. Ansonsten bringt die Belichtungskorrektur über -2 Blendenstufen hinaus nichts weiter ein.

Photoshop Camera RAW, +4 Blendenstufen Belichtungskorrektur

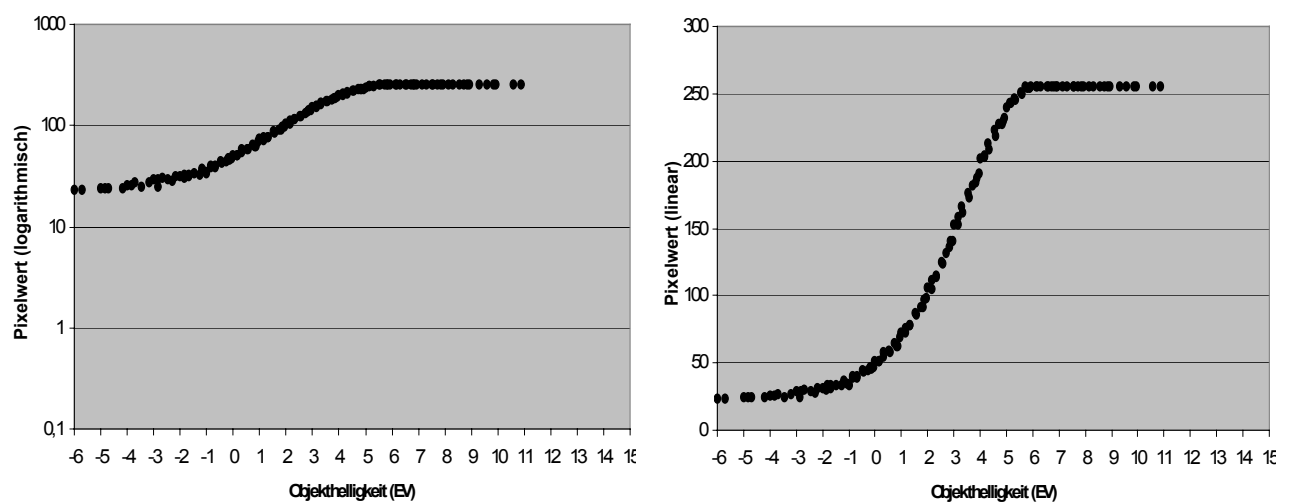


Abb.6: Übertragungsfunktion für Photoshop Camera RAW, +4 Blendenstufen Belichtungskorrektur (Canon EOS 20D)

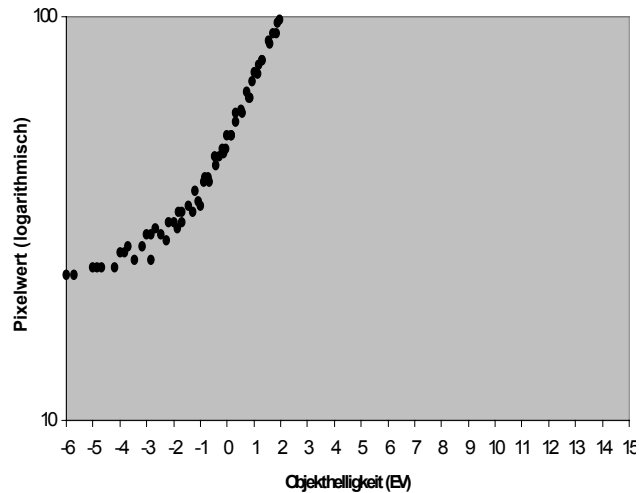


Abb.7: Übertragungsfunktion für Photoshop Camera RAW, +4 Blendenstufen Belichtungskorrektur, Detailvergrößerung (Canon EOS 20D)

Schauen wir doch einmal, was sich am unteren Ende des Helligkeitsbereichs noch aus einer RAW-Datei herauskitzeln lässt. Neben dem Anstieg des unteren Endes der Kurve auf Werte um 25 herum verschiebt sich der Punkt, bis zu dem messtechnisch noch Helligkeitsunterschiede nachweisbar sind, hinab zu etwa -4 EV. Hier kommt das geringere Rauschen des RAW-Bildes zum Tragen. Der fotografisch nutzbare Bereich endet bei +0,9 EV. Das obere Ende der Kurve wandert entsprechend mit nach unten zu +5,8 EV. Der Gesamt-Kontrastumfang beträgt in dieser Einstellung also 9,8 EV, der fotografisch nutzbare Umfang beträgt 4,9 EV.

Eine Belichtungskorrektur nach oben im Photoshop-RAW-Konverter fördert also am unteren Ende des Helligkeitsspektrums noch einmal eine Blendenstufe Reserve zu Tage, womit sich manch unterbelichtetes Foto bei Zugeständnissen an den Rauschanteil evtl. retten lässt.

Die Kontrastdaten für die Olympus C5060 WZ und die Minolta Dimage Xi wurden nach den gleichen Methoden ermittelt und werden in nachfolgender Tabelle wiedergegeben.

Zusammenfassung

Hier noch einmal die aus den Messwerten ermittelten Kontrastbereiche.

Kontrastbereich	Bereich total (EV)	Total (EV)	fotografisch nutzbar (EV)	fotografisch nutzbar (EV)	Kommentar
Negativ-Film		13			sehr sanfte Schulter
Dia-Film		5-6			harte Schulter
Canon 20D Kamera-JPG	-3 – 9,5	12,5	0,9 – 9,5	8,6	sanfte Schulter, Schatten verwaschen
Canon 20D PS-RAW ±0 Bl.	-2 – 9,5	11,5	1 – 9,5	8,5	harte Schulter
Canon 20D PS-RAW –2 Bl.	0 – 10,8	10,8	1,7 – 10,8	9,1	sehr harte Schulter
Canon 20D PS-RAW –4 Bl.	0,6 – 10,8	10,2	2,3 – 10,8	8,5	extrem harte Schulter, abgedunkelte Lichter
Canon 20D PS-RAW +4 Bl.	-4 – 5,8	9,8	0,9 – 5,8	4,9	harte Schulter, geringes Rauschen in den dunkelsten Schatten
Canon 20D Sensor total (RAW-Datei)	-4 – 10,8	14,8	0,9 – 10,8	9,9	Gesamtumfang des vom Sensor erfassten Kontrastbereichs
Olympus C5060 PS-RAW ±0 Bl.	-0,6 – 9,5	10,7	1,9 – 9,5	7,6	harte Schulter
Olympus C5060 Sensor total (RAW-Datei)	-2,4 – 10,5	12,9	1,9 – 10,5	8,6	Gesamtumfang des vom Sensor erfassten Kontrastbereichs
Minolta Dimage Xi JPG & TIFF	0,1 – 9,5	9,5	2,6 – 9,5	6,9	harte Schulter, kein RAW-Mode verfügbar

Kürzlich hat Fuji einen interessanten Schritt in dieser Sache getan mit der Veröffentlichung ihrer Fujifilm FinePix S3 Pro Digitalkamera. Diese Kamera nutzt Fujis Super CCD SR – Sensor. Dieser Sensor hat neben den normalen, großen Sensorelementen noch zusätzliche kleine Sensorelemente, die der Erfassung besonders heller Bilddetails dienen. Dies geht etwas auf Kosten des Bildrauschens in den Schattenbereichen (ungefähr 0,8 EV geringerer nutzbarer Schattenbereich als die EOS 20D), aber bietet in den Lichtern ganze 3 EV mehr Spielraum im RAW-Modus und immer noch 2 EV im „extended range JPG“ – Modus. Diese neue Technologie geht sichtbar über bisherige Sensoren hinaus und definiert den derzeitigen Stand der Kunst in Sachen Kontrastbewältigung. Hier könnte Canon sich etwas abschauen und wenigstens die versteckten 1,3 Blendenstufen am oberen Ende der Belichtungsskala in einem eigenen „extended JPG“ - Modus leichter nutzbar machen.

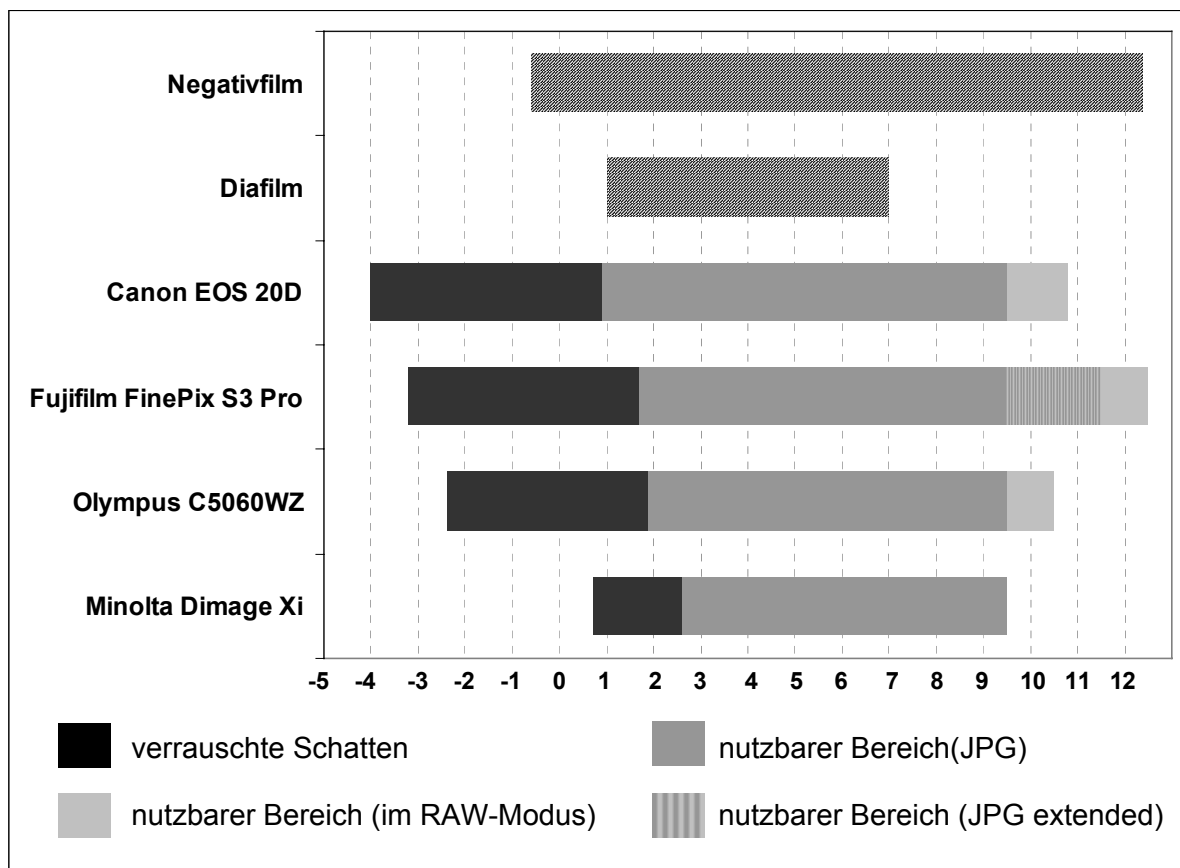


Abb. 8: Kontrastbereich verschiedener Kameratypen

Fazit

Moderne Digitalkameras können einen Motivkontrast bewältigen, der mit etwa 15 Blendenstufen mit dem von Negativfilm vergleichbar ist und weit über dem von Diapositiv-Filmen liegt. Dieser Bereich wird durch das Fotografieren im RAW-Modus und die anschließende Verarbeitung im (Photoshop-) RAW-Konverter erschlossen. Damit macht der RAW-Modus seinem Namen als *Negativ der Digitalfotografie* alle Ehre. Der fotografisch nutzbare Kontrastumfang der Canon **EOS 20D** beträgt insgesamt **9,9 Blendenstufen**. Davon bleiben im von der Kamera erzeugten JPG-Bild noch **8,6 Blendenstufen** übrig. Fuji schiebt diese Grenze mit seinen SR-Sensoren sogar noch deutlich weiter hinaus.

Die Olympus C5060 WZ bildet standardmäßig (unkorrigiertes RAW) 7,6 fotografisch nutzbare Blendenstufen ab. Nach unten begrenzt der kleinere Sensor den nutzbaren Bereich durch vermehrtes Rauschen ggü. der EOS 20D um gut eine Blende. Am oberen Ende lässt sich mittels RAW-Verarbeitung eine Blendenstufe gewinnen, so dass der fotografisch nutzbare Gesamt-Kontrastumfang der **Olympus C5060 WZ 8,6 Blendenstufen** beträgt. Damit liegt sie um 1,3 Blendenstufen unter der Canon EOS 20D. Kein schlechter Wert, berücksichtigt man die Fläche der Sensorelemente, die bei der Olympus weniger 20% der Canon beträgt.

Die **Minolta Dimage Xi** hat naturgemäß mit ihren kleinsten Sensorelementen und dem fehlenden RAW-Modus den schwersten Stand. Sie löst im JPG und TIFF-Modus **6,9** fotografisch nutzbare **Blendenstufen** auf. Möglicherweise ist dieser Wert noch durch eine kamerainterne Rauschminderung aufpoliert. Mangels RAW-Modus lässt sich dieser nicht umgehen und die Reserven des Sensors können nicht ausgelotet werden.

Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass moderne Digitalkameras in Bezug auf den bewältigten Kontrastumfang chemischem Film nicht nachstehen, ggü. Diafilm sogar weit größere Reserven bieten. Diese Reserven sollte man sich durch konsequenten Einsatz des RAW-Modus unbedingt sichern. Insbesondere in Situationen, in denen der Weißabgleich des JPG-Bildes nicht perfekt angepasst werden kann (z.B. bei der Unterwasser-Fotografie, wo es zu sehr starken Verschiebungen zwischen den einzelnen Farbkanälen um mehrere Blendenstufen kommen kann, was den Kontrastbereich des Motivs aus Sicht der Kamera stark vergrößert), ist diese Reserve außerordentlich nützlich. Größere Sensoren bieten größere Reserven, sowohl gegen Über- als auch gegen Unterbelichtung.

Gegenüber dem JPG-Bild kann im RAW-Modus der obere Wert des fotografisch nutzbaren Bereichs für die Canon EOS 20D um etwa 1,3 Blendenstufen hinausgeschoben werden, die Fujifilm FinePix S3 Pro enthält sogar volle zusätzliche 3 Blendenstufen in ihren RAW-Dateien. Der untere Punkt der Übertragungskurve liegt trotz aller Manipulationsversuche fest und wird allein durch das Rauschverhalten des Sensors bestimmt. Akzeptiert man das zu den extremen Schatten hin zunehmende Bildrauschen oder bemüht man sich in der Bildbearbeitung um eine effektive Dämpfung des Bildrauschens speziell in diesem Bereich, so öffnen sich nach unten hin noch fast 5 weitere Blendenstufen mit teilweise noch nutzbarem Bildinhalt.