



## Grundlagenwissen Der Weg zu besseren Bildern

Ralf Eberle

### Kapitel 1

- **Lichtempfindlichkeit (LE)**
- **Weißabgleich**
- **Bildkomprimierung**

#### 1.1. Lichtempfindlichkeit (LE)

Im Gegensatz zu analogen Kameras können digitale die **Lichtempfindlichkeit** einstellen - manuell oder automatisch. Dies ist der ISO-Wert oder die ISO-Zahl. ISO steht für 'International Organization for Standardization', eines der beiden Gremien, die an der Standardisierung von Messverfahren zur Bestimmung der Eigenschaften digitaler Kameras arbeitet: <http://www.image-engineering.de/de/messtechnik/digitalkameras.html>

Beispiel der Eigenschaftsmessung digitaler Kameras: <http://www.image-engineering.de/de/messtechnik/digitalkameras.html>

Nur Einstiegerklassen-Digicams haben eine fest eingestellte Lichtempfindlichkeit. Je professioneller das Gerät, desto mehr Abstufungen sind einstellbar. Grundsätzlich liefert eine niedrige Lichtempfindlichkeit bessere Farbwiedergabe und geringeres Bildrauschen (gleichmäßige Flächen werden 'grieselig'). Niedrige Lichtempfindlichkeit heißt aber auch längere Belichtungszeit und damit Verwacklungsgefahr. Ein Stativ sorgt dann für Abhilfe, wenn mit Niedrigwerten aufgenommen werden soll.

Wenn die Digicam die Lichtempfindlichkeit selbsttätig regelt, kann man gegebenenfalls in lichtarmen Situationen ohne Stativ keine guten Bilder schießen. Die Lichtempfindlichkeit des analogen Films wurde in ASA angegeben, Richtwert 100 ASA erlaubt auch an bewölkten Tagen ausreichend belichtete Bilder zu erzielen. Die ASA-Zahl entspricht exakt der ISO-Zahl. Halbierung der ISO-Zahl heißt also auch Verdopplung der Belichtungszeit und umgekehrt.

Anmerkung (von guenter\_w):

Bei vielen Kameras, aber auch Filmen wird die Lichtempfindlichkeit heute in **ISO** angegeben, die Bezeichnung **ASA** ist älteren Datums, die Werte sind die gleichen. Eigentlich ist die Verwendung der ASA-Zahl unter Bezeichnung ISO so nicht in Ordnung, denn korrekterweise stellt ISO eine Kombination von DIN und ASA dar.

Die Vergleichstabelle

DIN	ASA	ISO	GHOST
15°	25	25/15	
18°	50	50/18	
21°	100	100/21	90
24°	200	200/24	180
27°	400	400/27	360
30°	800	800/30	720
31°	1.000	1.000/31	
33°	1.600	1.600/33	
36°	3.200	3.200/36	
39°	6.400	6.400/39	

Begriffserläuterungen:

DIN (Deutsche Industrie Norm) ist das alte Format

ASA ist das alte amerikanische /angelsächsische Format

ISO (Internationale Standardisierungs-Organisation) ist das neue international gültige Einheitsformat



Ghost ist eine russische Norm und galt im Ostblock (RGW) (Anm.d.Red.)

Technisch gesehen bedeutet eine Erhöhung der ISO-Zahl eine Verstärkung des Signals des lichtempfindlichen Chips in der DigiCam. Dabei wird aber auch das Grundrauschen der Kamera verstärkt.

## 1.2. Weißabgleich

Der **Weißabgleich** paßt die Kamera an die dominierende Lichtfarbe an, die man in Kelvin beziffert und auch oftmals Farbtemperatur nennt. Sonnenauf- und Untergang liefert z.B. mehr rötliches, helles Mittagssonnenlicht eher bläuliches Licht und dieses wird mit 6500 Kelvin definiert. Im Hochgebirge kann es extrem ins Blaue gehen. Künstliches Licht stellt besondere Anforderungen, z.B. ist Kerzenlicht extrem rotorange.

Der Kamera-Weißabgleich kann getäuscht werden, wenn mehrere Lichtquellen mit verschiedenfarbigem Licht vorliegen, dann spätestens ist von Hand abzugleichen. Der Weißabgleich der Kamera bezieht sich aber nicht nur auf die Farbtemperatur wie es oft falsch behauptet wird, sondern er korrigiert grundsätzlich Farbverfälschungen. Dies gilt so jedoch nur für den automatischen Weißabgleich, er versucht ein neutrales Grau auch neutral abzubilden. Vorwählbare Einstellungen an der Kamera beziehen sich naturgemäß immer auf die Farbtemperatur, da andersfarbiges Licht - z.B. Grün - nicht als Standardlichtsituation benennbar ist. Auch Einstrahlungen von farbigen Flächen können andere Farbstiche verursachen.

In allen Fällen hilft der nachträgliche Weißabgleich von FixFoto weiter, der jeden Farbstich beseitigen kann - sofern sich im Bild oder der Serie eine neutral-graue oder weiße Fläche findet - und keine Farbe durch den Farbstich übersättigt ist.

Siehe auch eine mehr [technische Erklärung des Weißabgleichs](#).

Für Beispiele in Kelvin rund um Farbtemperaturen siehe den [Farbtemperatur-in-Kelvin-Verbesserungsvorschlag](#).

## 1.3. Bildkomprimierung

Abspeichern von Bildern in der DigiCam als TIFF verhindert zwar jeden Datenverlust durch **Komprimierung**, verbraucht aber auch mehr Strom und füllt durch größere Dateien natürlich den Datenträger schneller. Die Stärke JPEG-Komprimierung ist bei vielen Kameras einstellbar. Wählt man die beste Qualitätsstufe, werden die Bilder auch am größten und es passen am wenigsten auf den Datenträger. Verwendet man das RAW-Format - siehe unten - werden die Dateien etwa so groß wie JPEG in bester Qualität, aber RAW, das Rohdatenformat ist völlig verlustfrei.

PS. In den folgenden Postings wird die Abkürzung **EBV** verwendet. Sie steht für Elektronische Bildverarbeitung. Manchmal liest man auch **EBB**, dies steht für Elektronische Bildbearbeitung.

Nachfrage zum Verhältnis Auflösung: Bildqualität. (von FixFoto User)

Ist es besser, in der Kamera eine höhere Auflösung mit großer Kompression einzustellen, oder eben das Gegenteil, eine niedrigere Auflösung mit wenig Kompression? Die Dateigröße ist ja in beiden Fällen etwa gleich. Mit welcher Einstellung erhält man, laienhaft ausgedrückt, die "besseren" Bilder?

Antwort (vom Autor):

Das ist einfach. Da hohe Kompression, wenn wir von JPG-Dateien sprechen, JPG-Artefakte generiert, also die Bilder verändert, ist kleinere Auflösung ohne Kompression immer vorzuziehen. Bilder mit hoher Auflösung und hoher Komprimierung sind ohnehin nur verkleinert zu betrachten, ohne daß es, bildlich gesprochen, einem schlecht wird. Damit sind sie dann mindestens ebenso klein und gleich mit niedriger Auflösung abgespeichert. Allerdings sind sie schlechter, weil die JPG-Artefakte durch das Verkleinern nicht verschwinden.

Das Ganze stimmt so natürlich nur, wenn wirklich stark komprimiert wird. Geht es 'nur' um die Reduktion von z.B. 6 auf 3 Megapixel, reicht in FixFoto ein Qualitäts-Faktor von so um die 96 (mit 100 als bestmöglichem). Das ist äußerst geringfügig und ergibt mit bloßem Auge praktisch keine erkennbaren JPG-Artefakte! Folglich ist hier also das 6-Megapixel-Bild mit Komprimierung vorzuziehen.



## Kapitel 2

### - BILDRAUSCHEN

(Dies ist eine Zusammenfassung des Artikels 'Rauschen im Bild' der computerfoto 1/2003 S. 60 ff. Ergänzt werden die Infos mit Daten aus dem Buch [Digitale Fotografie & Bildbearbeitung](#).)

- **Definition**

Von der analogen Fotografie her kennt man das Bildrauschen als 'Sichtbarwerden des Filmkorns' bei starker Vergrößerung. Digitalkameras rauschen ebenfalls, was sich durch eine gewisse 'Grieseligkeit' von homogenen Farbflächen, aber auch an Konturen bemerkbar macht. Man erkennt in Farbe oder Helligkeit fehlerhafte Pixel, die sich bei stärkerem Rauschen auch gruppieren können, was aussieht wie verlaufene Farbkleckse. Das menschliche Gehirn erkennt bei Flächen an bestimmten Objekten schon kleinste Abweichungen und empfindet dort das Rauschen besonders störend. Dazu gehören Lebensmittel, Haut, Himmel, Lacke und sehr feine Strukturen wie z.B. Metallic-Farben.

- **Ursachen**

1) **Photonenrauschen:** Bei herkömmlichem Film ist die Kornanordnung zufällig, aber der Digicam-CCD-Sensor ist gleichmäßig aufgebaut. Die Lichtteilchen kommen aber zufallsverteilt an. Beim Film fällt dies nicht auf. Aber beim CCD-Chip erhält nicht jede Zelle beim Aufnehmen ein und desselben Bildes jedesmal gleich viele Photonen, ist also geringfügig zufallshell. Dieses Rauschen kann technisch nicht vermieden werden.

2) **Fixed Pattern Rauschen:** Sowohl die CCDs als auch die Beschichtung der Farbfiltermaske unterliegen Toleranzen bei der Fertigung. Dies ist für jeden Sensor charakteristisch und wird technisch bei vielen Kameras mittels Rauschsubtraktion vermieden, d.h. von jedem Bild wird ein Korrekturbild abgezogen, eine Art Kalibrierungskorrektur.

3) **Thermisches Rauschen:** Je wärmer der CCD-Chip, desto mehr rauscht er. Darum wird er z.B. mit Peltierelementen gekühlt und Chip-Wärmequellen weit weg angeordnet. Physikalisch kann das Silizium der Zellen die elektrische Ladung mit einer gewissen Sicherheit halten. Thermische Molekülschwingung verringert das Haltevermögen, die Ladung läßt sich nicht mehr so genau fixieren. Es sind praktisch nur dunkle Zellen betroffen. Eine kühle Kamera bedeutet also wenig T. R.

4) **Quantisierungsrauschen:** Umwandeln des analogen CCD-Chip Signals in ein digitales erzeugt besonders an hellen Farbverläufen - z.B. Himmel, Haut - an Farbübergängen 'Gries' oder sogar Stufen.

5) **Komprimierungsrauschen:** Es entsteht nur bei der **JPEG**-Wandlung der RAW-Daten. Nicht die berühmten JPEG-Artefakte und Mehrfachlinien, sondern eine gewisse Unruhe im Bild.

- **Abhilfen:**

**zu 1):** Kann durch Überlagerung von mehreren Aufnahmen eliminiert werden. Beseitigt auch fast alles andere Rauschen.

**zu 3):** Außer einer kühlen Kamera tut sorgfältige Belichtung Not. Unterbelichtete Aufnahmen via EBV aufzuhellen, verstärkt das Rauschen in dunklen Bildpartien.

**zu 4):** Korrigierbar durch Bildinterpolation (Vergrößerung) und wieder Herunterrechnung. Oder besonders betroffene Bereiche werden mit leichtem Weichzeichner behandelt. Das Druckraster beim Tintenstrahldrucken beseitigt dieses Rauschen meistens schon.

- **Rauschen-Beurteilung und EBV-Abhilfen:**

Variieren die Bildpunkte vor allem hell-dunkel, spricht man von **Luminanz-Rauschen**. Es ist rel. gut im Lab-Farbraum durch leichtes Weichzeichnen des L-Kanals reduzierbar. Sind dagegen die Farben betroffen, nennt man dies **Chroma-Rauschen**. Es wird durch Anwendung des Gaußschen Weichzeichners mit 1 oder 2 Pixel Radius im Lab-Farbraum auf den a- und b-Kanal sehr gut beseitigt. Beide Verfahren sollte eine EBV fertig zur Verfügung stellen, ohne daß sich der Benutzer mit Lab-Wandlung hin-und-her abmühen muß.

Bilden sich Rauschpixelgruppen, ist dies niederfrequentes Rauschen. Es stört vor allem bei kleinen Bildern und ist bei großen leichter ausgleichbar. Bleiben die Fehlpixel separiert, nennt man's hochfrequentes Rauschen. Chroma-R. ist eher mittel- bis niedrigfrequent, Luminanz-R. dagegen eher mittel- bis hochfrequent.



Schärfen des Bildes erhöht auch das Rauschen, vornehmlich an Konturen. Schlecht, wenn schon die Kamera hier zuviel des Guten tut.

- **Rauschen und Lichtempfindlichkeit (ISO):**

Generell gilt, höhere Lichtempfindlichkeit bringt mehr Rauschen, weil sie fast alle Rauschformen verstärkt. Thermisches R. - ist oft Chroma-R. - kann dann auch auf mittlere bis helle Bildpartien übergreifen. Und es ist schlecht korrigierbar. Trotzdem ist eine höhere ISO-Zahl der Kamera der Aufhellung unterbelichteter Bilder per EBV vorzuziehen. Die Kamera kann homogenere Ergebnisse liefern, da sie mit 10...13 Bit für die Helligkeit je Farbe arbeitet, somit also 1024 bis 8192 Helligkeitsstufen zur Auswahl hat. Die EBV muß mit nur 8 Bit auskommen, also 256 Stufen. Allerdings gibt es mittlerweile einige Softwarepakete, die mit 16-Bit arbeiten. Für sinnvolle Ergebnisse muß man aber als Ausgangsbildformat RAW- bzw. 16-Bit-TIFF verwenden.

Bei diversen Kameras lauert eine Falle in der ISO-Einstellung - sie stellen sie automatisch so ein, daß ein Verwacklungsschutz durch kurze Belichtungszeiten besteht. Die Automatik sollte ausgeschaltet sein, will man auf das Rauschen achten. Besser ISO fest vorgeben und Zeit oder Blende automatisch wählen lassen. Besonders übel wird es, wenn die Kamera beim Einschalten die ISO-Automatik als Default wählt - abschalten im Setup! (Weitere Info zu ISO siehe ganz oben ersten Beitrag.)

Rauschen kann aber auch ein gewünschtes Bildgestaltungsmittel sein.

**Anwendungsbeispiele:**

mit [Neat Image](#)+FixFoto:

<http://www.ffsf.de/showthread.php?t=878>

Rauschverhinderung durch Bildüberlagerung:

<http://www.ffsf.de/showthread.php?t=2001>

## Kapitel 3

### - GEHEIMNISVOLLES RAW-FORMAT

Dies ist eine Zusammenfassung des Artikels 'Speichern ohne Kompromisse' des fotoMAGAZIN 4/2003 S. 138/139. Ergänzt werden die Infos mit Daten aus den Büchern [Digitale Fotografie & Bildbearbeitung](#) und [Wargalla/Farbkorrektur](#) sowie eigenen Anmerkungen.

#### Einleitung

Bilder im JPEG-Format brauchen wenig Platz wenn sie komprimiert werden, aber verlieren dadurch auch an Information und damit an Qualität. Viele DigiCams bieten daher auch das TIFF und/oder das RAW-Format als qualitätsverlustfreie Alternative an. TIFF arbeitet mit 24 Farbbits, je 8 für Rot, Grün und Blau. Damit sind 'nur' 256 Helligkeits-Abstufungen möglich. Für umfangreiche Bildkorrekturen kann das knapp werden, es ergeben sich dann Abrisse im Histogramm. Das heißt, einzelne Helligkeitsstufen fehlen, es gibt Helligkeitssprünge, was man in feinen Farbverläufen z.B. bei Abstufungen des Himmels erkennen kann. Es zeigt sich ein Solarisationseffekt. Daher wäre es wünschenswert, mehr Bit, nämlich 12 oder besser 16 je Farbe zu haben. Bei einem 48-Bit-Bild gibt es keine solchen Probleme. Scanner können bei entsprechender Qualität - auch der Software - Rohscans mit 48 Bit liefern und in der Scansoftware, die einer EBV-

Software entspricht, verarbeiten. Digitalkameras, die Bilder im RAW-Format liefern können, bieten ebenfalls mehr als 8 Bit pro Farbe.



## RAW-Daten

**1) Format:** Leider verwendet jeder Hersteller ein eigenes Datenformat, also Canon-RAW ist nicht Olympus-RAW, usw. was dazu führt, daß die Daten erst mal nur mit herstellereigener Software ausgelesen werden können. Es gibt aber auch Fremdhersteller-Tools, die RAW-Daten verschiedener Hersteller lesen können, z.B. Capture One, aber es hat einen stolzen Preis. Einer der Capture One-Hersteller hat sich selbständig gemacht und bietet derzeit ein vielversprechendes Freeware-Tool an namens RawShooter Essentials. Es wird wohl irgendwann kostenpflichtig werden. Es gibt noch weitere Tools, z.B. dcrw. Es werkelt als DLL auch in FixFoto.

Man könnte auch auf die Idee kommen, mit einer Kamerasoftware RAW-Bilder eines anderen Herstellers zu lesen. Bei diesem Versuch ist aber mit einer Beschädigung der Bilddaten zu rechnen, Nikon beispielsweise warnt davor, daß dadurch alle EXIF-Daten verloren gehen. Man könnte es bei FixFoto mit dem neuen [Camera Raw Plugin](#) probieren, es kostet aber 120,- und soll nur für PhotoShop 7.01 sein.

Mittlerweile sind die Nachfolgegengeneration der Originalprogramme zur DigiCam in Umlauf. Sie geben am Ende inzwischen fast alle gewünschten Daten aus, sie es als 8-Bit oder 16-Bit Bilddatei. Jedoch bleiben zuweilen EXIF-Daten auf der Strecke oder nicht jede Kombination von 8 und 16 Bit erhält auch die EXIF-Daten. Auch in Sachen Benutzerfreundlichkeit sind die herstellereigenen RAW Konverter inzwischen sehr weit gediehen und erlauben meist schon umfangreiche Bildmanipulationen an den RAW-Daten, schon bevor sie in ein gängiges Bilddateiformat gewandelt werden.

**2) Funktionsweise** Ein-Chip-Kameras erzeugen die Farbinformationen bei der Bildaufnahme durch auf die CCD- oder CMOS-Pixel aufgedampfte Farbfilter. Jedes Sensor-Pixel nimmt also nur die für es bestimmte Farbe auf - und zwar heute in 10 oder 12 Bit. Gleichwohl wird aber bei der z.B. kamerainternen RAW-Datenverarbeitung aus jedem solchen Pixel ein echtes Bild-Pixel, welches dann sowohl Rot-, Grün- und Blau-Anteile hat. Das überrascht, schließlich liefert jedes Sensor-Pixel zunächst doch nur eine Farbe (Ausnahme: Foveon-Chip, s. <http://www.ffsf.de/showthread.php?t=1269>)! Technisch wird jedem Sensor-Pixel die fehlenden beiden Farbanteile durch Vergleiche (+ Gewichtung) der Nachbar-Pixel rechnerisch hinzugefügt.

**3) Eigenschaften** Da ein Sensor-Pixel heute nur 10 oder 12 Bit hat, sind RAW-Bilder also viel kleiner: Im Vergleich ist ein 24-Bit-TIFF folglich so groß: gegenüber 12 Bit 2-fach, 10 Bit 2,4-fach und 8 Bit 3-fach (ältere Kameras, zwar kein Vorteil in Helligkeitsstufen, aber zumindest kleinere Datei). Durch diese deutlich kleineren Dateien resultieren mehrere Vorteile: Es passen mehr Bilder in die DigiCam, sie werden in ihr schneller weggespeichert und diese lassen sich auch schneller auf den PC übertragen.

**4) Spezialitäten:** RAW-Daten sind unverändert, d.h. es wurde kein Weißabgleich, Kontrasteinstellung, Tonwerte, Sättigung oder Schärfung durchgeführt. Die Kameraeinstellungen dafür sind aber im RAW-Format enthalten, so daß die Hersteller-Software auf dem PC diese Bearbeitung nachträglich durchführen kann. Durch in der Kamera weggelassene Bearbeitung, werden die Bilder nochmals schneller weggespeichert.

**5) Vorteile am PC:** LCD-Monitore an den DigiCams taugen nur unzureichend dazu, genaue Einstellungen für ein aufzunehmendes Bild vorzunehmen, weil sie einfach zu unpräzise in der Darstellung sind. Dies ist am großen PC-Monitor viel besser möglich. Speziell die Werte für den Weißabgleich werden in der DigiCam über ein relativ großes Meßfeld und damit ungenau ermittelt. Am PC bzw. in FF kann man dagegen punktuell vorgehen oder mittels einer beliebig geformten und großen Fläche. Ebenso ist die Schärfe viel besser zu beurteilen.

Grundsätzlich wäre also in jeglicher Bildbearbeitungssoftware eine 16-Bit RAW-Datenverarbeitung das Optimum. PhotoShop z.B. hat sich im Laufe der Zeit immer mehr Funktionen mit dieser Datentiefe erarbeitet. Von Version zu Version standen immer mehr Funktionen für die 16-Bearbeitung zur Auswahl. Und hier die 48-Bit-Diskussion aus dem

Forum, auch mit Aussage Joachims zur FF-Zukunft: <http://www.ffsf.de/showthread.php?t=216>  
Diskussion zum RAW-Format entweder bei obigem Link oder in den passenden Rubriken posten.

**Zusatzinfo RAW-Format bei Wikipedia:** <http://de.wikipedia.org/wiki/Rohdatenformat>





## Kapitel 4 - VIGNETTIERUNG

Klassisch ist Vignettierung - oder oft sogar Eckenabschattung oder nur Eckabschattung genannt - dadurch definiert, daß die meisten Kamera-Objektive einen mehr oder weniger großen **Helligkeitsabfall zu den Rändern hin** aufweisen. Genaue Erklärungen siehe unten. Bei Scannern gibt es keine Vignettierung, da sowohl Flachbett als auch Trommelscanner plan abtasten. Sollte ein Scanner die Fläche nicht gleichmäßig beleuchten, wirds Zeit für einen Lampenwechsel, eine Reinigung oder das Ding zu entsorgen und ein vernünftiges Gerät anzuschaffen. Zurück zur Kamera. Um festzustellen, wie es um ein konkretes Objektiv bestellt ist, kann man folgendes machen:

Man lege ein weißes Blatt Papier, oder noch besser, eine weiße Folie oder Milchglas auf das Objektiv. Dann, ganz essentiell, Sorge man für eine gleichmäßige Ausleuchtung der Objektivfläche und betätige den Auslöser. Das aufgenommene Bild zeigt nun sehr gut, wie stark das Objektiv vignettiert. Mit FixFoto sollte man die Vignettierung annähernd komplett korrigieren können. Einfach mal probieren. Falls jemand für ein Alternativ-EBV-Programm eine Korrektur-Kontrastmaskierungsmaske anlegen will und nicht so recht weiß wie, bitte melden.

Daß die Vignettierungskorrektur vor allen anderen Bearbeitungsschritten erfolgen sollte, dürfte klar sein - vor allem, wenn man in einem Alternativ-EBV-Programm solch eine erstellte Korrekturmaske anwenden will. Auch Bildbeschneidungen erlauben natürlich danach keine korrekte Anwendung mehr von FixFotos radialer Vignettierungskorrektur. Zu den Grundlagen diverser Abbildungsfehler siehe [www.foto-net.de/net/objektive/error.html](http://www.foto-net.de/net/objektive/error.html) - wobei dieser Artikel davon spricht, daß die Vignettierung schwierig zu korrigieren sei und man damit leben müsse. Wurde wohl vor Aufkommen der DigiTechnik geschrieben. Ebenfalls ein guter Artikel zu Abbildungsfehlern und Fachbegriffen zu Objektiven liefert [http://www.nikon-euro.com/nikoneuro...lens\\_de\\_03.htm](http://www.nikon-euro.com/nikoneuro...lens_de_03.htm)

Hier noch ein Zitat von [www.fotolaborinfo.de/foto/weitwinkel.htm](http://www.fotolaborinfo.de/foto/weitwinkel.htm)

"Je kürzer die Brennweite ist, desto stärker ist der Lichtabfall in den Bildecken. Man nennt diesen Effekt natürliche Vignettierung. Er ist darin begründet, daß von vorne betrachtet die Lichteintrittsfläche sprich die Frontlinse kreisrund erscheint. Bei Superweitwinkelobjektiven trifft das Licht, das in den Bildecken landet, aus einem großen Winkel seitlich auf das Objektiv. Aus diesem Blickwinkel erscheint die Frontlinse jedoch nur wie eine schmale Ellipse. Die Lichteintrittsfläche ist daher viel kleiner als aus frontaler Sicht, und entsprechend ist die Lichtmenge, die in den Bildecken landet, viel kleiner. Der Lichtverlust kann durchaus 2 Blendenwerte ausmachen. In seltenen Fällen sind für Extremweitwinkel sogenannte Center-Verlauffilter erhältlich, bei denen sich in der Mitte ein Graufilter befindet, das stufenlos zum Rand hin klar wird, um den Lichtverlust in den Ecken zu kompensieren. Solche nur für Mittelformatobjektive verfügbaren Spezialfilter kosten jedoch mehr, als viele Leute für ein normales Objektiv zu bezahlen bereit sind."

Könnte man noch hinzufügen, daß kleine Objektive, oder primitive Linsensysteme prinzipiell stärkere Vignettierung produzieren, als Vertreter dieser Gattung seien die WebCams genannt. Zusätzlich kommt ein Lichtverlust in den Ecken durch Korrekturlinsen im Objektiv hinzu, die eingesetzt werden, um die Aberrationseffekte, die am Linsenrand stärker sind, zu korrigieren.

Ein weiterer wichtiger Grund für die Vignettierung bei DigiCams sind die Mikrolinsen, die die Hersteller der lichtempfindlichen Sensoren vor den den Sensorpixeln anbringen. Werden sie nicht genau senkrecht vom Licht getroffen, wovon eben die Mikrolinsen in den Bildecken am stärksten betroffen sind und was vor allem ein Problem bei den großformatigen Sensoren der Semipro- und Pro-Klasse der DSLRs darstellt, fokussieren die Mikrolinsen das Licht nicht exakt auf das jeweilige Sensorpixel. Der Brennpunkt wandert also teilweise über den Sensor hinaus.

Andererseits kann man auf die Mikrolinsen auch nicht verzichten, denn sie verwerten immerhin bis zu 58% des gesamten Lichts, das den Sensor trifft. Dies schaffen sie, indem sie einen großen Teil des Lichts, das normalerweise die Zwischenräume der Sensorpixel träfe, einfangen und statt dessen auf die Pixel lenke. Ohne Mikrolinsen läge die Lichtausbeute nur bei ca. 10%! Diese Prozentangaben nennt man die Quanteneffektivität des Sensors.



Eine naheliegende Lösung der Vignettierungsproblematik wäre, einfach große Objektivlinsen zu verwenden, so daß nur der zentrale Lichtspot des Objektivs vom Sensor verwendet würde und rundum noch viel ungenutzter Lichttrand wäre. Doch dies würde die Objektive verteuern und deutlich schwerer machen, weshalb man so kleine Linsen wie möglich verwendet und dabei Kompromisse eingeht.

Ein neuer Ansatz die Vignettierung zu reduzieren ist die Konstruktion von neuartigen Objektivlinsen, die nur noch ca. 10% Lichtabsenkung in den Bildecken erzeugen. Man kann davon ausgehen, daß 10% bis 20% Lichtabsenkung per EBV problemlos korrigierbar sind. Ein Weitwinkelobjektiv kann zu den Ecken hin durchaus eine Lichtabsenkung von 70% haben.

Beispiele von Objektiven mit solch neuen Linsen, die selbst bei 1 inch-Sensoren noch funktionieren, findet man bei Ingenieurbüro Eckerl in 94116 Hutthurm unter

[http://www.ib-eckerl.de/lib/nav\\_lib...00000000000000](http://www.ib-eckerl.de/lib/nav_lib...00000000000000)

Dort findet sich auch ein **sehr empfehlenswerter** Link zu einer englischsprachigen Abhandlung als PDF-Datei über die Vignettierung allgemein:

[http://www.ib-eckerl.de/de/pdf/IBE\\_kb\\_shading\\_0601.pdf](http://www.ib-eckerl.de/de/pdf/IBE_kb_shading_0601.pdf)

## **Kapitel 5** **- SCHÄRFEN**

Dieses Posting hat als Grundlage Auszüge des Artikels 'Bilder bearbeiten' aus CHIP 5/2003 S. 178/179. Das Thema 'abrundende Infos' stammen wieder aus den Büchern [Altmann/Digitale Fotografie & Bildbearbeitung](#) (Kapitel 3.8, rund 45 Seiten) und [Wargalla/Farbkorrektur](#) (Kapitel 2.9, rund 16 Seiten) sowie aus eigenen Anmerkungen.

### **Digitalbildschärfe und Weichzeichnen**

Bilddetails sind - auf Pixelebene gesehen - nichts weiter als Tonwertsprünge, also Helligkeitsunterschiede benachbarter Pixel, auch Kanten genannt. Geringe Unterschiede lassen ein Bild weich und unscharf, größere dagegen hart und scharf erscheinen. Fotografiert man jedoch eine absolut scharfe Tonwertgrenze, entstehen wegen der begrenzten Leistung von Objektiv und CCD-Sensor immer Übergangspixel. Daher muß jedes Digitalbild geschärft werden. In der Regel schärfen Digikameras relativ wenig, so daß die Bilder praktisch immer nachgeschärft werden müssen, will man optimale Schärfe haben.

Der gegenteilige Begriff der Schärfe ist Weichzeichnen, ein Weichmachen des Bildes das angewandt wird, um Details zurückzudrängen oder Fehler zu entfernen. Zu starkes Weichzeichnen ist irreversibel. Es kann aber in Maßen angewandt, zu besseren Endergebnissen bei der Bildoptimierung führen: Zuerst wird weichgezeichnet, dann notwendige Bearbeitungen durchgeführt und zuletzt wieder scharfgezeichnet. Noch einmal anders formuliert: Scharfzeichnen erhöht Kontraste, wobei ganz neue Farbsäume um Konturen entstehen können, die den Kontrast weiter anheben.

### **Schärfungsvarianten**

Im allgemeinen wird das Verfahren 'Unschärf maskieren' (USM) als das beste, am besten wirkende und universellsten verwendbare angesehen. Manche EBV-Software verfügt aber noch über andere Schärfungsfiler, die in besonderen Fällen überlegen sein können. FixFoto kennt das Standard- USM als auch ein teilautomatisiertes Unschärf maskieren.

#### **1) Unschärf Maskieren (USM):**

EBV-Programme und auch FixFoto bieten hier meist einstellbare Parameter, um z.B. den Wirkungsradius des Werkzeuges steuern zu können. Das heißt, nicht nur direkte Nachbarpixel werden erfaßt, sondern auch noch daneben liegende. Der Radius entspricht aber nicht realen Pixeln, da dem Algorithmus ein Gaußscher Weichzeichner zugrunde liegt. Z.B. Radius 0,9 erfaßt bereits bis zu drei Pixelspalten auf jeder Kantenseite! Eine weitere Einstellung ist der Schwellenwert, der die Kontrastgrenze angibt, ab der ein Pixel überhaupt erst geschärft wird. Damit läßt sich - ähnlich wie beim Filter 'Konturen betonen' - die Schärfung von Störungen in relativ kontrastarmen Flächen vermeiden. Und als letztes schließlich ist natürlich die Stärke



einstellbar. FixFoto bietet beim USM zusätzlich Regler für die drei Farbkanäle mit Einstellmöglichkeit von 0% bis 100%

Die technische Erklärung: [http://de.wikipedia.org/wiki/Unscharf\\_maskieren](http://de.wikipedia.org/wiki/Unscharf_maskieren)

Beim teilautomatisierten USM benutzt **FixFoto** einen intelligenten Algorithmus und stellt selbsttätig einen optimalen Radius ein. Das vereinfacht das Schärfen für den Benutzer stark. Das Programm unterscheidet wiederum zwei Varianten, nämlich Schärfen auf den Helligkeitskanal (Y) und auf den Farbkanal (RGB):

- a) **USM-Y** eignet sich eher für sehr helligkeitskontrastreiche Bilder, da es dann schon vorhandene Hell-Dunkel Kontrastgrenzen einfach stärker betont. Beispiel: Wiese im Sonnenlicht
  - b) **USM-RGB** eignet sich eher für weniger helligkeitskontrastreiche Bilder, die eher gleichmäßigere Farbflächen mit wenig Hell-Dunkel Dynamikumfang haben. Beispiel: Blütenblätter werden sehr detailreich.
- Viele detaillierte und konkrete Tips zu Radius und Stärkeeinstellungen liefert folgender Beitrag von mir:

<http://www.ffsf.de/showthread.php?p=6995#post6995>

## **2) Kanten betonen:**

Der Name sagt, was geschieht. Einstellbare Parameter: Stärke und Radius. Dieses Verfahren in **FixFoto** sorgt für gute Schärfe an feinen Details.

## **3) Scharfzeichnen:**

Setzt einfach den Kontrast der Kantenpixel linear herauf in einstellbarer Stärke. Nicht in **FixFoto** vertreten, da die Ergebnisse kaum brauchbar sind.

## **4) Schärfen durch Verformen:**

Modernes Verfahren, auch Schärfen durch Versetzen genannt. In **FixFoto** ist die Methode als fertige Option wählbar. Sie vermeidet durch geringfügiges Pixelverschieben Nachteile von **1)** und liefert hervorragende Ergebnisse. Feine Details werden stark geschärft, zu starke Anwendung der Methode kann aber feine Details ganz verschwinden lassen.

Das Verfahren reduziert Sägezahnkanten an schrägen Kanten, die durch anderer vorhergehende Schärfungsverfahren entstanden sind. Man muß ein ggf. ein Gleichgewicht zwischen gerade noch zuträglicher Stärke und damit maximaler Sägekantenreduzierung und minimaler Detailvernichtung finden. Beinhaltet ein Bild Pixel mit Tonwerten mit RGB 0,0,0 oder 255,255,255, verringert dieses Verfahren ihre Anzahl, sofern diese Pixel danebenliegende haben, die nicht diese Extremtonwerte besitzen.

Und eine weitere Anwendung für das Verfahren wäre die Vorschärfung von nur leicht verwackelten oder defokussierten Fotos. Man bekommt diese ggf. damit so hin, daß sie wie normal ungeschärft aussehen. Dann kann man das eigene individuelle Schärfen durchführen - und zum Schluß wieder Versetzen/Verformen mit niedrigem Wert.

Grundlagen von Ralph Altmann:

[http://www.ralphaltmann.de/bildbearbeitung/specials/pps\\_0002\\_018.pdf](http://www.ralphaltmann.de/bildbearbeitung/specials/pps_0002_018.pdf)

## **5) 3D-Schärfe:**

Die letzte Top-Entwicklung in **FixFoto** in Sachen Schärfe. Die Bezeichnung 3D bezieht sich ursprünglich auf ein 'Gefühl' diverser Leute, die digital fotografierten. Sie meinten, manche DigiFotos wirkten realer als viele andere, plastischer, als hätte die Szene mehr Tiefe und man könne hineinspazieren.

Der Programmierer Mike Chaney (Autor von Qimage) hat versucht, die Grundlagen für diesen Eindruck zu erarbeiten. Daß sich die bewußten Bilder tatsächlich für jeden erkennbar unterschieden, war da schon klar. Der 3D-Effekt in Fotos wurde ein oft gehörter Begriff in den Foren der Sigma-Kameras mit dem Foveon-Chip. Der Programmierer entwickelte letztendlich einen Algorithmus, der die Bilder herkömmlicher DigiCams, die nach dem Bayer-Prinzip arbeiten, so behandelte, daß sie ebenfalls plastischer wirkten. Der Autor hat festgestellt, daß es an der Schärfe der Kanten im Bild liegt, die irgendwie anders war. Es entstand mittlerweile ein separates PhotoShop PlugIn namens EasyS, siehe [http://www.outbackphoto.com/workflow/wf\\_38/essay.html](http://www.outbackphoto.com/workflow/wf_38/essay.html). Wiederum vereinfacht ausgedrückt, es geht dabei um die Farbschärfe, die je Grundfarbe dem Bayer-Muster entsprechend gewichtet wird. Das ist der Stand des PlugIns.





FixFoto hat die Methode so implementiert, daß erkannte Schwächen der Methode kompensiert werden. Die Charakteristika der 3D-Schärfe sind die universelle Einsetzbarkeit, kaum 'Treppchenbildung' am schrägen Kanten, kaum Gefahr der Überschärfung und Erhöhung der natürlichen Plastizität.

## Situationen, in denen man schärfen sollte:

Allgemein gilt, Schärfen muß für genaue Beurteilung der eingestellten Schärfungsparameter immer am 1:1 dargestellten Bild, d.h. in Zoomstufe 1, durchgeführt werden. Schärfen sollte möglichst in einem Durchgang erledigt werden und zwar in diesen Fällen:

1. Die Bildgröße (Pixel hoch/quer) wurde verändert
2. Das Bild wurde bisher nur von der Kamera geschärft
3. Das Bild wurde verlustbehaftet gedreht
4. Das Bild wurde verzerrt, z.B. wenn stürzende Linien beseitigt wurden

Besonderes gilt beim Druck: Mit je mehr dpi gedruckt wird, desto weniger macht sich hohe Scharfzeichnung bemerkbar. Dies ist am Monitor nicht nachvollziehbar, man muß es wissen! Der Monitor arbeitet mit 72 dpi, der Druck findet jedoch meist mit erheblich mehr dpi statt. Deshalb wird bei der Ausgabe aus mehreren Dateipixeln ein Rasterpunkt berechnet. Dies vermeidet Pixelstrukturen, verweicht aber das Bild. Bilder, die für den

Druck vorgesehen sind, sollen (!) am Monitor etwas überscharf aussehen. Je schlechter das Papier, desto stärker sollte wiederum die Schärfung sein.

## Schärfen in Problemfällen:

1. Geraten die Farben beim Schärfen zu satt, kann eine Umwandlung in den LAB-Modus, bei FF Option 'Helligkeit', Abhilfe schaffen, indem die Scharfzeichnung nur auf den L-Kanal (Helligkeit) angewandt wird.

2. Falls das Bild nur in einzelnen Grundfarbkanälen ausgeprägte Körnung zeigt, typisch im Blauauszug, dann sollte man die Kanäle einzeln schärfen, den körnigen nur schwach (RGB in FF).

3. In manchen Fällen hilft ein Vorgehen, das so nicht in FixFoto bislang möglich ist, erstens, weil Ebenentechnik und zweitens die Filter 'Hartes Licht' und 'Hochpass' fehlen: Die verschwommene Bildebene duplizieren, die obere Ebene auf 'Hartes Licht' setzen. Das Bild wirkt nun viel kontrastreicher. Und nun den Schärfungsfilter 'Hochpass' mit Radiuswerten um 4 anwenden. Die Wirkung kann durch Wechsel zu 'Weiches Licht' abgeschwächt werden.

## Abschlußbemerkung:

Die **beste Schärfe** ergibt sich fast immer durch eine **Kombination** verschiedener Schärfungsverfahren!

Eine kleine Anmerkung: (von Poeth)

Daß ein Weichzeichnen Details zurückdrängt stimmt m.E. so nicht. Es ist eher das Gegenteil der Fall.

Ein eher weiches Ausgangsbild enthält mehr Details, die durch Schärfen herausgenommen werden; dies allerdings zugunsten eines besseren Gesamteindrucks.

Daher ist die von mir präferierte Methode nicht, das Bild vor der Bearbeitung weichzuzeichnen, sondern es direkt mit einer weichen Einstellung an der Kamera aufzunehmen. Das Schärfen erfolgt erst am Ende. Im anderen Fall sind die Details bereits bei der geschärften Aufnahme verloren und können auch nicht mehr hergezaubert werden.

Die Konsequenz daraus ist allerdings, daß die Bilder zu 99% nachbearbeitet werden müssen und bspw. nicht direkt von der Kamera gedruckt werden können.

Antwort: (vom Autor)

Diese Anmerkung bezieht sich auf eine Formulierung, die ich beinahe wörtlich aus einem der Bücher übernommen habe.

Daß durch das Weichzeichnen Details zurückgedrängt würden war wohl so zu verstehen, daß es so ist, wenn man es übertreibt. Die Quelle hat nämlich weiter beschrieben, daß bei zu hoher Weichzeichnung es für die Software unmöglich würde, Kanten zu erkennen - und damit ist auch keine Schärfung mehr möglich.

Dies kann übrigens auch bei Entrauschungsalgorithmen geschehen. Stark verrauschte Bilder können z.B. mit Neat Image entrauscht werden, sind damit aber fast immer unschärfbar. Daher ist Entrauschen nur am Ende der Bearbeitungsfolge sinnvoll - zumal gerade Schärfen auch das Rauschen verstärkt.



**PS.** Wenn ich ein Gesicht weichzeichne, verschwimmen Hautunreinheiten. Es stimmt also schon, daß Details zurückgedrängt werden.

**PPS.** **Überragende Schärfung erreicht man in Problemfällen zum Beispiel auch durch kombinierte Anwendung von 'Unschärf Maskieren' und 'Schärfen durch Verformen', meist am besten in dieser Reihenfolge.**

## Kapitel 6

### - SKALIERUNG/INTERPOLATION

#### 1. FixFotos Bildvergrößerungs- und Verkleinerungsverfahren

Dieser Beitrag entsteht aus aktuellem Anlaß, um die vielen neuen Verfahren in FixFoto zu dokumentieren. Eins gleich vorneweg, mit dem Default-Verfahren 'FixFoto' fährt man meistens sehr gut, für Anfänger prima geeignet. Und wichtig: es gibt kein einzelnes für alle Bilder optimales Verfahren! Die Anwendung der anderen Methoden ist für diejenigen gedacht, die entweder spezielle Ergebnisse oder einfach ein Minimum an Qualitätsverlust wünschen, für Fortgeschrittene eben.

Je nach dem eignet sich ein Verfahren eher für Vergrößerung oder Verkleinerung, oder auch für beides. Die Begriffe Skalierung und Interpolation werden synonym verwendet, drücken also das Gleiche aus. Beide haben zweierlei Bedeutung: Bilder vergrößern oder verkleinern. Dementsprechend sagt man hochskalieren oder runterskalieren, für das Interpolieren gibt es diese genauere Spezifizierung aber nicht.

Bei der Bildvergrößerung müssen Pixel hinzuerfunden werden, mehr Bildinformation entsteht dabei aber nicht. Es ist unmöglich, mehr Details aus dem Bild herauszuholen, die Pixel werden nur größer. Das Standardverfahren gibt einem neu generierten Pixel die einfach den Durchschnittswert von Farbe und Helligkeit der umliegenden Pixel. Raffiniertere Verfahren schaffen es, Kanten durch eine intelligente Nachbapixelgewichtung besser zu erhalten, so daß das Bild nicht so stark vermatscht.

Bei der Bildverkleinerung dagegen werden Pixel zusammengefaßt, im einfachsten Fall wird aus je zwei benachbarten Pixel ein neues Pixel. Auch hier liegt die Kunst im raffinierten gewichten, um Kanten und Details möglichst zu erhalten.

Mathematische Grundlagen und Erklärung z.B. bei:

<http://www.google.de/search?q=cache:FvjJr0lrPIUC:www.uni-koblenz.de/~sormuras/uni/ss02/seminar/latex/build/danysz.pdf>

<http://jju.sourceforge.net/docs/api/net/sourceforge/jju/geometry/class-use/ResampleFilter.html>

<http://jju.sourceforge.net/docs/api/net/sourceforge/jju/geometry/package-summary.html>

Bedienungsanleitung von AutoImageSize:

[www.unitedbinary.com/AutoImageSizeDocs.html](http://www.unitedbinary.com/AutoImageSizeDocs.html)

#### 1. FixFoto

Liefert sehr gute 'treppenfreie' Schrägkanten; Joachim Koopmanns Eigenentwicklung, über die nicht viel mehr bekannt ist (Betriebsgeheimnis?).

#### 2. Nearest Neighbour

Pixelwiederholung der Nachbapixel, dem neuen Pixel wird der Farbwert des am nächsten liegenden Pixels zugewiesen. Es entstehen also keine neuen Farbwerte! Diese Methode ist für diskrete Daten geeignet, z.B. Linien- oder Strichbilder, weniger für 'normale' Fotos. Sehr schnell, starke 'Treppenbildung' an schrägen Kanten.

#### 3. Linear

Der Farbwert des oder der neuen Pixel entspricht einem linearen Mittelwert der auseinandergerückten Ausgangspixel. \*Sehr schnell, starke 'Treppenbildung', kann zu manchen hervorstechenden Farbwerten führen. Bild wirkt geglätteter als bei 2.



## 4. Bilinear

Auch quadratische Interpolation genannt. Hier werden vier Nachbarpixel zur Ermittlung des Farbwertes des oder der neuen Pixel herangezogen, quasi 'Linear' in x- und y-Richtung oder Mittelwert aus den vier angrenzenden Pixel. Effekt: Weichzeichnung, verringert also Schärfe und damit auch 'Treppenbildung'. Sinnvoll bei gewünschter Pixelvergrößerung.

## 5. Box

= **2. (!)**, bildet Farbmittelwert aus allen in einem Rahmen liegenden Pixeln und weist ihn dem neuen Pixel zu. Effekt: starke Weichzeichnung, praktisch keine 'Treppenbildung', schnell. Gut bei gewünschter Pixelvergrößerung, schlecht für Bildverkleinerung.

## 6. Triangle

Mittelgute Qualität und relativ schnell. Hinterläßt meist rauhe Kanten. Schlecht für Bildverkleinerung

## 7. Bell

Gewichtet Farbwerte naheliegender Pixel höher (Glockenkurve), um Wert für neues Pixel zu bestimmen. Recht schnell, typischer Weichzeichnungsfilter, weniger für Größenänderung geeignet.

## 8. B-Spline (Bikubisch)

FixFoto verwendet Bikubische Interpolation, nicht 'Kubische Spline Interpolation'. Es werden 16 Nachbarpixel zur Ermittlung des Farbwertes des oder der neuen Pixel herangezogen. Effekt: Weichere Übergänge und weit weniger Schärfeverlust wie bei **4.**, praktisch keine 'Treppenbildung', auch feine Strukturen bleiben bewahrt da sogar leicht schärfende Wirkung. Rechenintensives langsames Verfahren, sinnvoll z.B. auch bei Bildverkleinerung. (Klassisches B-Spline ist starker Weichzeichner und verursacht hohe Unschärfe.)

## 9. Lanczos3

Eine der konjugierten Gradientenmethoden, ein biorthogonalisierungs Algorithmus. Erreicht gute Schärfe/minimale Weichzeichnung und leicht rauhe Kanten, ähnlich gut wie fraktale Verfahren, sehr langsam, gut für Vergrößern. Nach Anwendung bei Kringelbildung kann zusätzliches Schärfen evtl. das Bild verbessern.

## 10. Mitchell

Erreicht gute Schärfe, feine Details, Weichzeichnung ähnlich **6.**. Wird nicht so gut mit rauen Kanten fertig, ist langsam, reduziert Bildgröße, gut für Vergrößern. Kompromiß zwischen **9.** und **5.**, **6.**, **7.**. Auch hier ist oft nachträgliches Schärfen gut.

PS. Für die Suche-Funktion: Bildvergrößerung, Bildverkleinerung, Bildvergrößerungsverfahren, Bildverkleinerungsverfahren.

## 2. Weitere Bildvergrößerungsverfahren

### 1. Step Interpolation

Auch 'Schrittweises Vergrößern' genannt, also Vergrößern nicht in einem Schritt, sondern in vielen kleineren. Nach jedem Schritt erfolgt eine geringe Scharfzeichnung, welche die Interpolationsunschärfen wieder beseitigt. Es gelingt nicht 100%-ig, aber die Kanten sind deutlich sauberer. Wird das Verfahren mit 'Bikubischer Interpolation' (siehe oben **8.**) eingesetzt, ist durch dessen leichten Schärfungseffekt Scharfzeichnung nicht nötig.

Ausführung: z.B. mit 'Bikubischer Interpolation' in 10%-Schritten bis zur gewünschten Bildgröße vergrößern.

### 2. S-Spline

Proprietäres Verfahren, nicht lizenzierbar, Stand-Alone oder PlugIn: <http://www.s-spline.com/>

Effekt: Glättung von kontrastarmen Flächen, \*d.h. sehr kleine Details werden noch kleiner oder verschwinden. Gut für Haut, Himmel, Lacke. Im Prinzip wird Rauschen reduziert sowie Fehler, die durch die Schärfung 'Unschärf Maskieren' entstanden. Weichzeichnung nur auf unmittelbare Randpixel von Kanten, also kaum! Verstärkt keine Spitzlichter, deshalb scheinbar nicht so knackige Schärfe.

Bis etwa 400% geeignet.



### 3. Versetzen-Schärfen/Schärfen durch Verformen

Die Bezeichnung 'Versetzen' kommt vom PhotoShop-Filter 'Versetzen', mit dem man den Algorithmus nachbilden kann.

Original-Quelle: [www.cs.technion.ac.il/~gotsman/pubs/arad.zip](http://www.cs.technion.ac.il/~gotsman/pubs/arad.zip)

Das Verfahren verschiebt Pixel neben einer unscharfen Kante zur Kante hin, es erhöht nicht die Auflösung, ist also streng genommen keine Vergrößerung, sondern verringert lediglich die durch eine Interpolation/Vergrößerung erzeugte Unschärfe an Konturen.

Wichtig: zuerst vergrößern - gut geeignet ist Bikubisch (siehe oben 8.) - dann 'Schärfen durch Verformen' anwenden! Geeignet für Vergrößerung bis ca. 400%. Diese Methode schärft interpolierte Bilder am besten.

Effekt: Kantenkontrast wird höher, homogenisiert Farbflächen, d.h. sehr kleine Details werden noch kleiner oder verschwinden. Gut für Haut, Himmel, Lacke. Im Prinzip wird Rauschen reduziert sowie Fehler, die durch die Schärfung 'Unschärf Maskieren' entstanden. Weichzeichnung nur auf unmittelbare Randpixel von Kanten, also kaum! Verstärkt keine Spitzlichter, deshalb scheinbar nicht so knackige Schärfe.

Anleitung: Der Filter benötigt eine sogenannte Verschiebungsmatrix, die angibt, welche Pixel wohin zu verschieben sind. Die Matrix ist selbst ein Bild, das aus dem Startbild und den

PhotoShop-Filtern 'Konturen finden' und 'Relief' gewonnen wird. PhotoShop im Einzelnen (Details unter: [http://www.ralphaltmann.de/bibliothek/fotografik/pps\\_0002\\_018.pdf](http://www.ralphaltmann.de/bibliothek/fotografik/pps_0002_018.pdf))

- Bild bikubisch vergrößern
- 'Konturen finden' ausführen
- Sättigung verringern, benötigt wird Graustufenbild
- Gaußschen Weichzeichner anwenden
- in RGB konvertieren
- unter 'Stabilisierungsfiler'-'Relief' Kanäle bearbeiten: Rot erhält Winkel 0 Grad (horizontale Verschiebung), Stärke 3, Grün Winkel 90 Grad, Stärke 3 (vertikale Verschiebung), Blau bleibt.
- Verschiebungsmatrix für dieses Bild ist fertig, speichern im PSD-Format
- Versetzen-Filter auf Startbild anwenden, als Verschiebematrix PSD-Bild laden, fertig.

### 4. Weiterführende Infos zu neueren hochwertigen Interpolationsverfahren

Ich möchte gleich vorausschicken, in folgendem genannten Thema geht es um Verfahren rein zur Bildvergrößerung. Heutzutage ist mehr möglich, als man bisher dachte, wie die dort genannten Vergleichstests zeigen:

<http://www.ffsf.de/showthread.php?t=4693>

Auch ein Link zu einem Forum, das sich nur mit Bildinterpolationsverfahren beschäftigt, findet sich in diesem Thema.

## Kapitel 7

### - DISKUSSION

#### 7.1. Doehns

Zum Thema Weissabgleich hier ein Trick, den wir im Dpreview OLY-DSLR-Forum bis aufs kleinste durchdiskutiert haben.

Geht aber nur mit Kameras, die einen Probeschuß auf etwas weißes/graues zulassen. (Vorsicht bei weißem Papier, das ist nicht immer wirklich weiß. Graukarte von Kodak geht, und auch Styroporbecher tun es wohl ganz gut).

Wem das ganze jetzt zu viel Arbeit ist: weiße Karte neben das Objekt stellen, manuellen Weißabgleich durchführen usw.)- wie schon bei manuellen Belichtungsmessern, kann man auch Streuscheiben einsetzen. Bei <http://www.expodisc.com/> gibt's die Expo Disc- die wohl die besten Ergebnisse liefert und außerdem auch Belichtungsmessung zuläßt- aber die ist teuer (die Anleitung ist aber trotzdem interessant, für des Englischen mächtige).

Ein Forumsmitglied hat statt dessen mit Streufilterfolie und Tempotaschentuch gearbeitet, und auch gute Weissabgleich Ergebnisse erzielt.



Und dann kam jemand mit dem Knaller: Ein Pringles-Deckel (diese komischen Kartoffelchips in der Röhre, die nach Pappe schmecken) funktioniert wunderbar, ist handlich und genügsam.

Benutzen kann man den Deckel auf zwei Weisen- entweder da, wo man gerade ein Foto machen möchte- einfach den Deckel vor die Linse halten und manuellen Weissabgleich durchführen.

Bei Kunstlicht kann man auch auf die Hauptlichtquelle zielen und den manuellen Weissabgleich so durchführen- praktisch, wenn die Blitzlampen/Halogenbirnen nicht mehr so ganz frisch sind, und deshalb nicht mehr mit den Standardeinstellungen übereinstimmen, oder wenn ein Reflektor nicht wirklich neutral reflektiert.

Also- wer manuellen Weissabgleich braucht- Pappchips essen, Plastikteil aufbewahren und in die Fototasche packen- funktioniert wirklich gut- zumindestens bei der Oly E-10 und wohl auch bei der Canon D10.

## 7.2. guenter\_w

Für erfahrene Fixfoto-User gibt es noch einen viel besseren Trick: Bei Innenaufnahmen irgendwo im Motiv etwas Weißes plazieren, alles um Weißabgleich mit der Kamera vergessen und den Weißabgleich hinterher in FixFoto machen...

Funktioniert auch draußen, nur gibt es nicht immer etwas sinnvolles Weißes!

## 7.3. Doehns

Hmm, einfach was Weißes fotografieren und dann den Weißabgleich vergessen- ob das so ideal ist.

RAW-Daten der E10 haben 10 Bit pro Kanal- mit RAW Daten würde das so gehen. Aber für Tiffs und JPGs rechnet die Kamera auf 8Bit runter, und da würden bei falschem Weißabgleich zu starke Informationsverluste auftreten.

Schärfen und Kontrastbearbeitung stell ich in der Kamera aus, weil das von Hand besser geht, aber ein vernünftiger Weißabgleich mit dem Pringlesdeckel dauert ein paar Sekunden, und man ist auf der sicheren Seite.

## 7.4. bleibert

Einfügen weißer Gegenstände kann aber auch ins Auge gehen. Hat man z.B. einen sehr "blauen" WB eingestellt fotografiert aber bei sehr "gelbem" Licht, wird für den kamerainternen WB nicht nur kanalweise die Gradation angepaßt, sondern auch die Schwarz- und Weißpunkte verschoben, was zur Folge hat, daß das Histogramm beschnitten wird und Tonwerte verloren gehen (ganz zu schweigen von den Quantisierungsverlusten bei Änderung der Gamma's unter Beschränkung auf 8bit-Integer). Es kann also durchaus passieren, daß im fertigen Bild der nachträgliche WB zu deutlich sichtbaren Verlusten führt. Da hilft dann auch kein 16bit-Format.

Speichert man also nicht im RAW-Format, sondern in JPEG oder TIFF, sollte man stets den WB an der Kamera voreinstellen. Ein Feintuning ist im Nachhinein gut möglich, auch bei JPEG, aber den WB komplett vergessen ist definitiv nicht empfehlenswert. Da hilft auch alle Erfahrung mit Fix-Foto nichts

## 7.5. guenter\_w

Bislang habe ich den Weißabgleich auch bei Innenaufnahmen zunächst der Automatikfunktion meiner Kamera (CASIO QV 3500 EX)) überlassen und auf weiße oder graue monochrome Flächen im Bild geachtet. Die Korrektur kam dann hinterher in FF. Es kann durchaus sein, daß bei der nächsten DigiCam das nicht mehr funktioniert. Das muß man als Erfahrungswert dann speichern und die Voreinstellung korrigieren.

Selbstverständlich ist, daß ich bei einer Extremeinstellung in der Kamera hinterher nichts Vernünftiges mehr herausbekomme.

Hinweis:

Ein neuerer Thread zum Weißabgleich findet sich auch unter <http://www.ffsf.de/showthread.php?t=4646>





## Kapitel 8

### -BILDGRÖSSE REDUZIEREN

Dieser Beitrag liefert eine Zusammenfassung zu Möglichkeiten der Bildverkleinerung. Damit ist hier eine Reduzierung der Speichergröße, also der benötigten Kilobytes gemeint. Es gibt diverse Parameter, an denen man drehen kann:

#### 1. Bild beschneiden:

Ungewollte Ränder entfernen mittels 'Bildkanten beschneiden'.

#### 2. skalieren:

Reduzierung der Pixel hoch/quer, also z.B. von 3000x2000 auf 600x400. Das heißt, **Pixel werden zusammengefaßt**. Hier sollte man gute Skalialgorithmen verwenden, um möglichst wenige Details zu verlieren. Manches Motiv behält etwas bessere Qualität, wenn man in mehreren Stufen auf die gewünschte Endgröße runterskaliert. Skalieren macht das Bild unschärfer, weshalb nach jedem Skalierschritt **nachgeschärft** werden muß.

#### 3. JPEG-Qualitätsfaktor beim Speichern einstellen, 100% ist beste Qualität:

Bis etwa 80% Qualität sieht man mit bloßem Auge keine Verluste im Bild. Es kann aber selten bei speziellen Motiven doch mal erkennbar sein - also genau hinsehen. Bei 86% Qualität sind solche Motive i.d.R. dann auch ok. Bei 90% gibts praktisch nie Probleme. 90% reduziert z.B. ein 6 MB-Bild auf etwa 1 bis 1,5 MB.

Ich empfehle jedem, mal zu testen, bei welcher Qualitätsstufe beim Speichern FixFoto nahezu identisch gleich große Bilddateien produziert wie die DigiCam. Es wird kaum die 97% übersteigen! Jedes spätere Speichern des Bildes sollte niemals mit höherer Qualität erfolgen als mit diesem ermittelten Wert, denn es bringt keinerlei Qualitätsvorteil, sondern bläht nur die Datei mit nutzloser Info auf.

Dieser Test ist natürlich nur aussagekräftig mit einem Originalbild von der DigiCam! Der Speichertipp gilt, solange man keine Veränderungen am Bild vornimmt, die zusätzliche Informationen bringen, also z.B. Fotomontagen durch Einmontieren von externem Bildmaterial. FixFoto liefert mittlerweile für eine gute statistische Absicherung des richtigen Qualitätsgrades das Skript 'optiqua' (Automatische Ermittlung der Jpeg-Kompressions-Einstellung) mit. Man findet es im **Arbeitsbereich** unter 'Skripte'...'JPEG'.

Es gibt aber eine Ausnahme: Wenn man fremde Bildteile dem Bild hinzufügt (Montage, Beschriftung, Markierungen), könnte man diese evtl. in besserer Qualität erhalten, wenn man nun mit höherer Qualitätsstufe speichert. Es ist aber abzuwägen, ob es nötig ist oder die kleinere Bildgröße Vorrang hat.

#### 4. Metadaten aus der Bilddatei werfen:

Beim Speichern kann man die EXIF-Daten (und die IPTC-Daten mit) rauswerfen. EXIF-Daten fügt die DigiCam dem Bild selbst hinzu, sie enthalten vor allem Aufnahmeparameter der Kamera. IPTC-Daten gelangen nur in die Bilddatei, wenn man sie selbst per Software hinzufügt. EXIF-Daten können schon mal einige Dutzend KB ausmachen (maximal 64 KB).

Beim 'Speichern-unter' gibt es in FixFoto eine Anhakoption, um die EXIFs zu löschen. Alternativ könnte man das Bild auch in einem Format speichern, welches keine Metadaten enthalten kann, z.B. PNG. Würde man dann nach einem Neuladen dieser PNG-Datei anschließend wieder in JPEG speichern, wäre die JPEG-Datei auch EXIF-frei.

#### 5. Schärfen:

Es verhindert, daß das Bild effektiv komprimiert werden kann, da sich durch die Kontrasterhöhung nicht mehr so viele Pixel zusammenfassen lassen. Also nur die Stellen schärfen, die es nötig haben. Insbesondere größere gleichmäßige Farbflächen sollte man fürs Ziel 'kleine Datei' nicht schärfen. Man kann in FixFoto dazu die Kantenmaske im Maskieren-Dialog nutzen.



## 6. Entrauschen:

Rauschen im Bild verhindert ebenfalls effektives Komprimieren. Gleichfarbige Flächen, z.B. Himmel, sollte man evtl. sogar weichzeichnen.

## 7. chromatisches Subsampling:

Etwas für Spezialisten ist das **chromatische Subsampling** bzw. JPEG Farbkomprimierung. Das ist ein Parameter beim Speichern von JPEG-Dateien, welcher effizientere Farb-/Helligkeitskomprimierung erlaubt.

### Vorteil:

ca. 15% bis 35% kleinere Dateien je nach Art des Subsamplings, zusätzlich zu obigen Punkten 1. bis 6.

### Nachteil:

Farben können bei der Darstellung am Bildschirm solcherart komprimierter Bilder etwas verändert wirken, vor allem bei Rottönen kann es auffallen. Dies lässt sich aber umgehen, indem vor dem Speichern mit reduziertem chromatischem Subsampling die Farbsättigung des Bildes um ca. 10% erhöht wird. Den richtigen Wert sollte man jeweils bei sich austesten, er ist dann aber für alle Bilder gleich. Dieser Trick kompensiert aber nicht die 15% bis 35% Bildverkleinerung, die erreicht man trotzdem.

FixFoto erlaubt im **Speichern-unter-Dialog** das chromatische Subsampling zu wählen (zwischen 4:4:4 und 4:1:0). Wer Grundlagen dazu möchte, Details finden sich unter

[http://www.mitfixfoto.vorndabei.de/ff-einfuehrung/ff-info\\_beden.htm#F211](http://www.mitfixfoto.vorndabei.de/ff-einfuehrung/ff-info_beden.htm#F211)

(etwas runterscrollen, da das Kapitel eine alphabetische Liste ist)

## Nachtrag

Noch ein paar Anmerkungen zu den anderen **Bilddateiformaten**, die FixFoto so bietet und was sie für Komprimierungsmöglichkeiten bieten:

### TIFF

Ein verlustfreies Format, gibt es unkomprimiert und komprimiert. Ersteres erzeugt riesige Dateien, die aber in dieser Form von fast jedem anderen Programm für Bildbearbeitung gelesen werden können. Die komprimierte Form ist nur ca. ein Drittel so groß wie unkomprimiert.

### PNG

Auch ein verlustfreies Format, das von sich aus komprimiert. Sehr starke Verkleinerung wird bei einfarbigen Flächen erreicht, weshalb mit PNG erzeugte Screenshots fast immer kleiner sind als wenn diese als JPEG gespeichert werden. PNG beherrscht als einziges von FixFotos Dateispeicherformaten Transparenzen.

### BMP

Verlustfrei und immer unkomprimiert. Produziert riesige Dateien und ist überholt. Wird daher auch von jedem Bildbearbeitungsprogramm gelesen.

### JPEG2000

Ein so genanntes Wavelet-Verfahren. Komprimiert stärker als JPEG, trotzdem verlustfrei, ist dafür extrem langsam, was auch an FixFotos Gratis-JPEG2000-Lizenz liegt. Teure Lizenzen dafür sind deutlich schneller.

## Kapitel 9

### -AUFLÖSUNGEN UND BILDFORMATE

Nachdem für viele Leute die Wiedergabe von Digi-Bildern über Monitore, Fernseher oder Projektoren eine wichtige Art der Bilderpräsentation darstellt, hier einige technische Daten der dabei Verwendung findenden Geräte.

### Auflösungen:

	Auflösung	
Bezeichnung	vertik./horiz.	Pixel
NTSC (480i)	480(2x240)x720	345.600 (2x172.800)
PAL (576i)	576(2x288)x720	414.720 (2x207.360)
HD 720p	720x1080	921.600
HD 1080i	1080(2x540)x1920	2.073.600(2x1.036.800)
HD 1080p	1080x1920	2.073.600
2K	1556x2048	3.186.688
4K (35 mm Vollbild)	3112x4096	12.746.752
5K	2500x5000	12.500.000



## Erläuterungen zu Bildwechselfrequenzen:

**p**

Steht für progressive (engl. 'fortschreitend'), da die Zeilen in ihrer natürlichen Reihenfolge aufgenommen werden, also 1, 2, 3, 4, 5, ... Man bezeichnet es auch als Vollbildverfahren. Vollbilder erfordern höheren Datendurchsatz als Halbbilder.

**i**

Steht für interlaced (engl. 'verschachtelt') und bedeutet Halbbild- oder Zeilensprungverfahren. Es entsteht eine zeitliche und inhaltliche Differenz zwischen dem ersten und zweiten Halbbild.

Das erste Halbbild enthält alle ungeraden Zeilen - 1, 3, 5, ... - das zweite Halbbild alle geraden Zeilen - 2, 4, 6, ... Es ist daher möglich, daß das Bildmotiv je Halbbild einen Versatz hat. Dieser Versatz muß bei modernen Displays mit Deinterlacing-Verfahren beseitigt werden. Ihre Qualität entscheidet über die Qualität des Bildes.

## **Auflösungen PC:**

Bezeichnung	Auflösung vertik./horiz.	Pixel
CGA	320x200	64.000
QVGA	320x240	76.800
VGA	640x480	307.200
WVGA	854x480	409.920
SVGA	800x600	480.000
XGA	1024x768	786.432
SXGA	1280x1024	1.310.720
SXGA+	1400x1050	1.470.000
WSXGA+	1680x1024	1.764.000
UXG	1600x1200	1.920.000
WUXGA	1920x1200	2.304.000
QXGA	2048x1536	3.145.728
WQXGA	2560x1600	4.096.000
QSXGA	2560x2048	5.242.880

## **Bildformate:**

Seiten- verhältnis	Bezeichnung / Verwendung
1:1	Fotografie, z.B. 6x6 Mittelformat
1:1,17	Scope
1:1,25	Bildschirmformat, z.B. bei 1280x1024
1:1,31	IMAX
1:1,33	4:3 - Standard-Fernsehen für PAL/SECAM und früher das 35 mm Stummfilmfenster
1:1,37	35 mm Academy (Tonfilmformat der 30er Jahre)
1:1,5	3:2 - 36x24 mm Fotostandard-Kleinbildformat
1:1,6	8:5 von Bildschirmen/Beamern mit z.B. 1920x1200 Pixel
1:1,618...	Goldener Schnitt = $(1 + \sqrt{5}) / 2$
1:1,66	35 mm Breitwandfilm (Europa)
1:1,68	PAL-Plus (Wide-PAL), Super-16 mm
1:1,78	16:9 für HDTV und HD-Cinematographie Widescreen
1:1,85	16,66:9 Kinostandard für den 35 mm Breitwandfilm (USA)
1:2,2	70 mm Breitwand
1:2,35	35 mm CinemaScope- bzw. Panavision-Format (anamorphotisch)
1:4	Multivision - drei 4:3-Bilder werden nebeneinander gezeigt



## Kapitel 10

### -OPTIMALES AUSBELICHTEN

Ich hatte vor kurzem mit Manfred 'kuni-r' korrespondiert zwecks MiniLabs, ihrer Verbreitung und vor allem ihren Möglichkeiten, auszubelichtende Bilder mit eingelagerten Farbprofilen zu verarbeiten. Daraus ergab sich dann eine Methode, wie man idealerweise vorgeht, um optimale Papierbilder zu erhalten. Folgende Empfehlungen können nur dann optimale Papierbilder ergeben, wenn eine wichtige Voraussetzung gegeben ist:

#### Bildschirmkalibrierung:

Der eigene Bildschirm muß farbrichtig anzeigen, sollte also am besten kalibriert sein. Es gibt drei Wege: Ein vom Hersteller mitgeliefertes Profil in Windows verwenden - das funktioniert bei mir hervorragend - oder von Hand Kontrast und Farben einstellen mit den im FixFoto-Forum angebotenen Hilfen und Links oder per Kalibriergerät. Es gibt dafür für den Hausgebrauch diverse Hersteller erschwinglicher Geräte, z.B. Colorvisions Spyder2 bzw. Spyder ColorPlus, Pantones Huey oder Gretag MacBeths Eye One. Für erstere zwei Hersteller gibt es im Forum diverse Beiträge mit allerlei Tips zum Umgang mit den Geräten.

#### Normlicht:

Diese Geräte verändern in der Regel die Anzeigeeigenschaften der Grafikkarten, damit der Monitor farbrichtig anzeigt. Wenn man es genau nimmt, gilt das nur unter Normlicht. Meist meint man damit ein der Sonne ähnliches Kunstlicht, genormt nach ISO-Norm ISO 3664 und üblicherweise mit einer Farbtemperatur von 6500 Kelvin, was dann Normlicht D65 heißt. Es gibt aber z.B. auch D50, D55 oder D75.

#### Additive vs. Subtraktive Farbdarstellung

##### a) Monitor

Ok, hat man nun einen kalibrierten Monitor, kann man davon ausgehen, daß sowohl die Farb- als auch die Helligkeitsdarstellung optimal ist, also digitale Bilddaten unverfälscht dargestellt werden. Nun besteht aber ein grundlegender Unterschied, wie Farben am Bildschirm und auf dem Papier erzeugt werden. Der Bildschirm realisiert dies, indem er drei Grundfarben an Licht, nämlich Rot-Grün-Blau erzeugt, diese mischt und in unser Auge sendet.

##### b) Papier

Es mag sich trivial anhören, aber Papier erzeugt kein Licht. Folglich muß der Farbeindruck auf andere Weise entstehen. Dies geschieht, indem Farbstoffe entweder im Papier aktiviert (Ausbelichten, 'echte' Fotos) oder aufs Papier aufgebracht (alle Arten von Drucken) werden. Auch hier entscheidet die Mischung über die resultierende Farbe. Physikalisch gesehen wird bei Farbstoffen Licht gefiltert. Das was nicht gefiltert wird - daher subtraktiv - wird wieder abgestrahlt und erreicht unser Auge. Weil hier Teile des - idealerweise weißen - Beleuchtungslichtes weggefiltert werden, also weniger zurückgestrahlt als beleuchtet wird, kann logischerweise ein Farbstoff niemals so hell strahlen wie die selbstleuchtenden Pixel eines Monitors.

Nur mit Tricks - UV-Wandler im Farbstoff - kann man Farbstoffe heller strahlen lassen. Hierbei wird ein Teil des im weißen Licht enthaltenen UV-Anteils in eine gewünschte sichtbare Farbe umgewandelt. Dies ergibt dann die sogenannten Leuchtfarben.

#### Profilierung bei MiniLabs:

Es soll hier nicht um Empfehlungen gehen, Bilder mit einem anderen als dem sRGB-Farbprofil, z.B. einem Adobe-RGB dem Ausbelichter anzuliefern, sondern nur um eine Beschreibung der Umstände. Dies deshalb, weil - laut Schätzung von Manfred - derzeit nur Minilabs von Fuji und das Agfa d-Lab überhaupt mit Farbprofilen umgehen könnten. Könnten deshalb, weil selbst wenn die Möglichkeit vorhanden ist, heißt das noch lange nicht, daß der Dienstleister diese Option seiner MiniLab-Maschine auch wirklich nutzt und aktiviert hat.

Die Einschätzung lautet, daß überhaupt nur Fachlabore Farbprofile verwenden und wie gesagt, sicher nicht alle. Die meisten davon dürften im ALR <http://www.alr-fotofachlabore.de> organisiert sein. Jetzt muß man nur noch herausfinden, welche von denen ein Frontier- oder Agfa dLab-Minilab hat. Idealerweise ist das MiniLab ebenfalls profiliert, so daß es Bilddaten digital korrekt mit eingelagerten Profilen verarbeitet.



## Kalibrierung bei MiniLabs:

Zusätzlich hat man bei diesen Maschinen aber noch einen weiteren wichtigen Einflußfaktor. Das MiniLab muß auch prozeßtechnisch, also chemisch richtig eingestellt sein. Das kann man als die Kalibrierung des MiniLabs verstehen. Die Ausbelichtung ist ja ein chemischer Vorgang. Diese chemische Einstellung ist aber sehr viel wichtiger als die Verwendung von Farbprofilen. Man kann davon ausgehen, daß ein optimal chemisch eingestelltes MiniLab optimal vom Benutzer vorbereitete Bilder auch optimal ausbelichten wird. Dies wird so gut sein, daß man praktisch keinen Unterschied zu einem MiniLab sehen wird, daß zusätzlich noch Farbprofile berücksichtigt.

Dies wiederum liegt daran, weil der Farbraum des Papiers, also die Anzahl darstellbarer Farben, um einiges geringer ist, als bei sRGB. Der noch größere Farbraum Adobe-RGB kann hier also keine Vorteile bringen und die Praxis beweist es auch. Nach Manfreds Einschätzung sind ohnehin sogar weniger als 10% der MiniLabs in Deutschland profiliert. Man kann also getrost Farbprofile beim Ausbelichten vergessen. Dafür seien aber mehr als 80% der MiniLabs korrekt chemisch eingestellt und darauf kommt es im Endeffekt an.

Umgekehrt, verarbeitet ein MiniLab Farbprofile in Bildern, ist aber chemisch schlecht eingestellt, kommen nur Schrottbilder aus der Maschine. Letztendlich reicht eine Nachfrage beim Ausbelichter nicht, ob das MiniLab profiliert ist, um sicher zu sein, daß man auch optimale Papierbilder erhalten wird. Es bleibt nur das Ausprobieren oder auf die Empfehlungen anderer Leute zu hören, die mit dem Ausbelichter schon Erfahrungen gesammelt haben.

## Wie Bilder fürs Ausbelichten vorbereiten?

Auch mit einem nicht kalibrierten Monitor vorbereitete Bilder werden auf korrekt chemisch eingestellten MiniLabs hervorragend herauskommen. Insbesondere dann, wenn der Dienstleister an der Maschine die Bilder noch optimiert, wie es sich für einen Fachbetrieb gehört. Dies ist also eine Option für noch nicht so erfahrene Bildbearbeiter am PC. Man kann sich auf eine einfache Optimierung im Rahmen des eigenen Wissens beschränken, achtet vor allem auf den Bildausschnitt und überläßt den Rest dem Ausbelichter.

## Farbprofile von MiniLabs am eigenen PC

Wer es optimal möchte, richtet sich nach folgenden Empfehlungen. Gut, nachdem wir wissen, daß unsere Bilder vom kalibrierten Monitor zwangsläufig auf Papier anders aussehen werden, könnte man auf die Idee kommen, die Papierdarstellung am Monitor zu simulieren. Das heißt, man möchte am Monitor einen möglichst guten Eindruck davon bekommen, wie die Bilder nachher auf Papier aussehen werden.

Und es gibt eine Lösung dafür: Man besorgt sich von einem Fuji- oder Agfa dLab die Farbprofile, z.B. dlab\_prestige\_digital.icm oder FF\_Frontier\_Print\_sRGB.icc oder Fuji\_Frontier-sRGB\_CA-Type-II\_V2.icc etc. Letztere Datei ist bei mir 822 KB groß und befindet sich nun im "Windows"-Verzeichnis (Name je nach Betriebssystem verschieden) und dort im System32-Spooler-Driver-Color-Verzeichnis. In dieses Verzeichnis kopiert man also alle vom Ausbelichter erhaltenen Dateien.

Es bleibt als letzter Schritt, in FixFoto die Farbprofilverwendung zu aktivieren. Dafür geht man im Menü 'Ansicht'...'Farbverwaltung' zuerst auf Monitorprofil, es wird zwingend benötigt. Man kann dafür entweder ein mit dem Monitor mitgeliefertes verwenden oder eines, das mit einem der oben erwähnten Geräte erzeugt wurde. Als nächstes wählt man unter Ausgabeprofil dasjenige Profil des gewünschten Ausgabegerätes, also hier des MiniLabs. Es könnte aber auch das des eigenen Druckers sein.

Wie man nun im Menü 'Ansicht'...'Farbverwaltung' sieht, sind diverse Menüpunkte aktiviert. Daneben findet man Tastenkombinationen, um einfach zwischen der Anzeigeart hin und her zu schalten. Zum Beispiel schaltet man mit Umschalt+2 auf die Anzeige mit Ausgabeprofil um und sieht nun das Bild - näherungsweise - wie es bei Ausgabe auf Papier aussehen würde. Nun könnte man das Bild so verändern, daß es optimal herauskäme.

Mit Umschalt+1 schaltet man auf das Monitor-Profil um und mit Umschalt+0 schaltet man die Farbverwaltung ab. Zwischen Umschalt+0 oder +1 kann sich evtl. keinerlei Anzeigeänderung ergeben, wenn man schon in Windows sowieso ein Monitorprofil geladen hat. Übrigens, bei meinem Monitor ist das mitgelieferte Profil schon sehr gut.





## Farbdruck der Druckerei:

Druckereien verwenden meist - für DigiFotografen - exotische Farbräume. Je nach Druckverfahren könnte das CMYK oder RGB oder aber Hexachrome sein. Hierfür ist eine Profilverarbeitung zwingend nötig, weil sich sonst große sichtbare Abweichungen ergeben können und auch, damit man reproduzierbare Ergebnisse erhält bzw. die Druckerei und der Bildlieferant über denselben Farbton sprechen, wenn jeder vor dem eigenen Monitor sitzt.

## Kapitel 11

### TIEFENSCHÄRFE UND SCHÄRFENTIEFE

#### Einführung:

Was dieser Artikel nicht lösen kann, ist der alte Streit, der so lange wie die Fotografiererei selbst existiert: Heißt es nun richtigerweise Tiefenschärfe oder Schärfentiefe? Man könnte sagen, Tiefenschärfe ist die Schärfe der Tiefe und Schärfentiefe die Tiefe der Schärfe, aber wirklich näher wäre man der Lösung des Konflikts nicht.

Man könnte sich stattdessen aufs Englische verlegen, dort gibts nur die Bezeichnung 'depth of field'. Ich habe ursprünglich Tiefenschärfe gelernt, das verwende ich im Folgenden.

#### Definition Tiefenschärfe:

Dies ist der Bereich akzeptabler Bildschärfe vor und hinter dem Punkt, auf den scharf gestellt wurde. Die Tiefenschärfe davor beträgt meist ungefähr ein Drittel, der Bereich dahinter zwei Drittel des gesamten scharfen Entfernungsbereiches.

Die Tiefenschärfe eines Objektivs ist abhängig von seiner Brennweite. Behält man Blende und die Entfernung bis zum scharfgestellten Punkt bei, hat ein Objektiv mit langer Brennweite - z.B. Tele - eine kleinere Tiefenschärfe, als ein Objektiv mit kurzer Brennweite - z.B. Weitwinkel.

#### Tiefenschärfe in verschiedener Fotopraxis:

Ich berichte nun über vier Arten der Tiefenschärfeeinstellung, die hier wohl kaum jemand alle zusammen kennt. Insbesondere solls um die Möglichkeiten gehen, die existieren, den Tiefenschärfebereich zu erweitern.

Der ambitionierte Fotograf zum Beispiel möchte bei Makroaufnahmen gerne einen geringen Tiefenschärfebereich, damit das Objekt im Vordergrund zwar scharf, der Hintergrund aber völlig unscharf wird und so das Objekt im Vordergrund gut hervortreten läßt. Dagegen will man bei anderen Anwendungen, z.B. Fotohandies oder Consumer-DigiCams, einen Tiefenschärfebereich, der möglichst den Nah- und Fernbereich gleichermaßen umfaßt.

Ein so großer Tiefenschärfebereich ist nicht auf normalem optischen Weg zu erreichen. Die Hersteller von Digitalkameras bzw. bilderzeugender Systeme mit Digitalkamera überwinden die optischen Grenzen durch Einsatz von raffinierten elektronischen Verfahren. Es gibt grundsätzlich folgende vier Methoden, den Tiefenschärfebereich zu erweitern:

#### Möglichkeiten der Tiefenschärfe-Erweiterung :

##### 1. Modifizieren des optischen Systems zeitbezogen

Diese Methode verschiebt die Fokusebene mechanisch, wie man es z.B. bei konfokalen Mikroskopen, meist Fluoreszenzmikroskope, findet. Das Verfahren macht genau das, was auch FixFotos Erweiterung 'Tiefenschärfe-Erweiterung' macht: Es wird per Software ein Bild aus lauter Einzelschnittebenen zusammengerechnet, d.h., aus jedem Bild werden die scharfen Anteile ins Gesamtbild integriert. So erhält man einen hervorragenden übernatürlich großen



Tiefenschärfebereich.

Voraussetzung ist, daß die Einzelbilder genau deckungsgleich entstanden sind - und genau das ist die Schwierigkeit. Das Verfahren eignet sich also nicht für den oben angegebenen Zweck als Einsatz in einer in der Hand gehaltenen Kamera. Zudem darf sich der Bildausschnitt beim Verstellen der Fokussierungsebene nicht verändern.

## 2. Modifizieren der optischen Amplitude

Dies ist das Verfahren, das für den überwiegenden Anteil der Fotografen das einzige mehr oder weniger bekannte darstellt. Es ist das der klassischen Fotografie, das besagt, man erhält mit einer kleinen Blendenöffnung einen großen Tiefenschärfebereich und mit einer großen Blendenöffnung einen kleinen.

a) Kleine Blendenöffnung/großer Tiefenschärfebereich heißt große Blendenzahl und wenig Licht, das die Blende passiert.

b) Große Blendenöffnung/kleiner Tiefenschärfebereich heißt kleine Blendenzahl und viel Licht, das die Blende passiert.

Dies ist also das, was man beim normalen Fotografieren selber einfach beeinflussen kann, sofern das Objektiv an der Kamera die Möglichkeit einer einstellbaren Blende bietet. Physikalisch ausgedrückt ist das eine Modifikation der optischen Amplitude. Es gibt jedoch noch andere, kompliziertere Möglichkeiten, die optische Amplitude zu modifizieren.

Dafür wird eine spezielle **Maske** statt einer normalen Blende in den Strahlengang im Objektiv gesetzt. Da das nur bei besonderen Kameras Anwendung findet, muß ein Link zur Erklärung reichen (in engl.):

<http://www.merl.com/people/raskar/Mask> (Stichworte: Mask enhanced cameras for heterodyned light fields and coded aperture refocusing.)

Egal ob nun Blende oder Spezialmaske, alle Methoden der optischen Amplitudenmodifizierung verursachen eine **Abnahme des Lichtes**, wenn man den Tiefenschärfebereich erweitert. Das ist der grundsätzliche Nachteil dieser Methode.

## Beschränkungen durch Linsenmaterial

Wichtig zu wissen wäre noch, daß Licht unterschiedlicher Wellenlängen von Linsen unterschiedlich stark gebrochen wird, was man als chromatische Aberration in Längsrichtung bezeichnet. Demnach ist die erzielte Tiefenschärfe eines Bildes immer eine Mischung verschieden scharfer Einzelfarben (Chromatische Aberration in Querrichtung ist die, die wir als farbige Konturen kennen.).

Linsenvergütungen versuchen diesen Effekt zu minimieren.

Zerlegt man das Licht in RGB-Farbkanäle und ermittelt via digitaler Bilddatenverarbeitung, welche Farbe einen Bildteil am schärfsten abbildet, kann man diese Information auf die anderen nicht so scharfen Farben übertragen. Ergebnis ist ein Zugewinn an Tiefenschärfe, der mindestens eine Blendenstufe beträgt.

3. Das Verfahren gleicht eigentlich nur Schwächen des Linsenmaterials aus. Es nennt sich 'Sharpness Transport Technology', siehe auch <http://www.ffsf.de/showthread.php?t=11176> und ist ein Patent von <http://www.dxo.com>

## 4. Modifizieren der optischen Phase

Für dieses Verfahren gibt es schon in der nächsten Handy-Generation praktischen Einsatz. Es ist erst kürzlich soweit voranentwickelt worden, daß es sinnvolle Verwendung dafür gibt. Allgemein ausgedrückt, beinhaltet das Objektiv zusätzlich eine elektrisch steuerbare flüssige Linse, die während der Aufnahme so gestaltet wird, daß das gesamte Bild eine bestimmte gewollte Unschärfe erhält. Das vom Sensor gelieferte Bild wird nachfolgend mit einem Signalprozessor in ein scharfes Bild umgerechnet.

Der Signalprozessor kann durch die exakt bekannte Unschärfe eine perfekte **Dekonvolution** (siehe



Link unten oder Forums-Glossar) durchführen, die zu jedem Bildpunkt über eine mathematische Funktion die Streuanteile der umliegenden unschärferen Bildteile herausrechnet. Das Verfahren hat den Namen **'TrueFocus'** erhalten.

Normalerweise hat man bei Dekonvolution das Problem, die Formel und die optimalen Parameter für die mathematische Funktion zu ermitteln, um alle Unschärfereinstreuungen an einem Punkt eliminieren zu können.

Sofern das optische System vermessen ist, z.B. bei astronomischen Fernrohren, Mikroskopen, Satelliten-Kameraobjektiven, hat man eine Matrix zur Hand, die genau die Abweichungen der Abbildungsleistung vom Optimum des optischen Systems beschreibt. Diese Matrix kann man in entsprechende Dekonvolutions-Algorithmen 'füttern'.

Zur Dekonvolution siehe das ausführlichere Forumsthema unter <http://www.ffsf.de/showthread.php?t=1273>

Da aber bei TrueFocus die Unschärfe durch Manipulation exakt bekannt ist, ist sie komplett eliminierbar. Die Unschärfe wird so gesteuert, daß sowohl nahe als auch ferne Motivteile gleich unscharf sind. Durch die Dekonvolution ist dann hinterher alles gleich scharf.

TrueFocus bietet zudem den Vorteil, mit relativ großer Blende fotografieren und damit eine höhere Lichtstärke nutzen zu können, als herkömmlich bei einem ebenso großen Tiefenschärfbereich durch Verwendung einer kleinen Blende möglich wäre.

## 5. Erfassung eines 4D-Lichtfeldes

Dies ist ein System, das die räumliche Redundanz erfaßt, um sowohl Phase als auch Amplitude von Lichtstrahlen zu ermitteln. Wenn man ein Raumvolumen hat, das von Licht durchströmt wird, hat jeder Lichtstrahl drei Koordinaten x,y und z und zwei Winkel. Das ergibt mathematisch eine 5D-Funktion. Wenn man das ganze Volumen von außen betrachtet, also Lichtstrahlen in ihrer ganzen Länge sieht, enthält die mathematische Funktion eine redundante Information die einer Dimension entspricht. Damit bleiben vier Dimensionen - das 4D-Lichtfeld.

Eine Rolle spielen solche Lichtfelder bei computergenerierten Szenen. Geht es um reale 4D-Lichtfelder werden diese technisch mit einer beweglichen Digitalkamera aufgenommen, sei es von Hand oder einer Robotsteuerung bewegt. Ein bekanntes Beispiel waren die im Halbkreis angeordneten Kameras für Actionszene im Film 'Matrix'. Auch in manchen Mikroskopen gibt es die 4D-Lichtfeldanwendung.

Sehr viel mehr dazu steht in der englischen Wikipedia unter [http://en.wikipedia.org/wiki/Light\\_field](http://en.wikipedia.org/wiki/Light_field). Hat man also die Daten eines Lichtfeldes im Computer, kann man jegliche Ansicht aller Gegenstände und jede Blickrichtung innerhalb des Lichtfeldes als Einzelbild berechnen. Das geht eben auch mit verschiedenen Fokussierungsebenen.

Das Verfahren ist also aufwendig und spielt für unsere normale Fotografie keine Rolle. Die Berechnung von Einzelansichten in einem Lichtfeld erfolgt erst durch eine 4D-Fouriertransformation des Lichtfeldes. Aus dieser Transformation werden dann immer noch fouriertransformierte 2D-Bilder extrahiert und diese mit umgekehrter 2D-Fouriertransformation in reale Bilder umgerechnet. Beispiele dazu mit unterschiedlicher Fokussierungsebene sieht man unter <http://graphics.stanford.edu/papers/fourierphoto>