achim metzler
Am Bogen 24
D 85521 Ottobrunn
Tel.: +49-89-6095254
mailto:achimtl@web.de

Vortrag für das Haus der Senioren, Ottobrunn

Optimierung Digitaler Fotos

Bildschirm-Kalibrierung

Wenn Sie Fotos optimieren wollen, ist die allererste Voraussetzung, dass sie auf Ihrem Monitor korrekt angezeigt werden. Schauen Sie in einem Elektromarkt die eingeschalteten TV-Geräte und Monitore an. Jedes hat andere Farben. D.h. Sie müssen Ihren Monitor auf neutrale Farbwidergabe kalibrieren, sonst sehen Prints und Projektionen Ihrer Bilder anders aus als auf Ihrem Monitor.
Angenommen, Ihr Monitor hat einen Rot-Stich. Dann nehmen Sie bei der Optimierung etwas Rot aus Ihren Bildern heraus, damit das Ergebnis auf dem Monitor neutral aussieht. Prints werden dann etwas zu hell und Beamer-Projektionen etwas zu dunkel und es tritt jeweils ein Cyan-Stich auf.
Es gibt eine Menge Testbilder, mit deren Hilfe Sie Ihren Monitor einstellen können. Es gibt Freeware, die Ihnen bei der Kalibrierung hilft, z.B. *Adobe Gamma.* Es gibt Geräte (HW mit SW), mit denen Sie Ihren Monitor kalibrieren können (ab etwa 100 €, für professionelle Ansprüche eher das Zehnfache). Nutzen Sie wenigstens Testbilder und Freeware.

Einige Worte zu Photoshop

Es gibt viele Bildbearbeitungsprogramme aber Photoshop (PS) ist der professionelle Standard. Zur Optimierung von Fotos braucht man nicht unbedingt PS. Mit „PS“ ist im Folgenden meist „irgendein Bildbearbeitungsprogramm“ gemeint. Um verständlich zu bleiben, wird jedoch die Terminologie von PS benutzt. Statt etwa „Helligkeitsverteilung“ oder „Histogramm-Optimierung“ wird der PS Ausdruck „Tonwertkorrektur“ verwendet. Diese Funktion gibt es in jedem Bildbearbeitungsprogramm aber sie mag dort evtl. anders heißen. Langsam standardisieren sich allerdings die Terminologien in Richtung PS.
Wenden Sie alle Bearbeitungsschritte vorsichtig an. Das Foto muss natürlich bleiben. Wenn man im Bild „Photoshop sieht“, dann ist es ein Bild für den Papierkorb. Eine gute Strategie ist es oft, eine Modifikation so stark zu machen, bis man sieht, jetzt reicht‘s und dann den Regler wieder um ein Viertel oder ein Drittel zurückzunehmen.

Werkzeuge zur Optimierung

 Copyright © 1995-2011 **achim metzler**

Automatik-Funktionen

Jedes Bildbearbeitungsprogramm bietet Funktionen zur automatischen Bildverbesserung
Es weiß zwar nicht, welche Stimmung Sie einfangen wollten aber es erzeugt ein technisch optimiertes Bild.
Es ist oft nützlich, mal zu schauen, was der Automat vorschlägt. Das Ergebnis kann man dann lassen, es rückgängig machen oder auf dieser Basis noch weitere Korrekturen vornehmen

Weißabgleich

Eine weiße Wand erscheint uns bei Sonnenlicht weiß, bei Kerzenlicht aber auch. Objektiv betrachtet ist das Kerzenlicht viel gelber, aber unser Auge/Gehirn führt eine Anpassung durch, wodurch alle Farben wieder „richtig" gestellt werden, sodass sie mit unserer Erfahrung übereinstimmen.
Digitale Kameras ahmen diese Anpassung nach – nicht immer zur vollen Zufriedenheit. Insbesondere bei stark farbstichigen Aufnahmen „weiß" die Kamera manchmal nicht genau, wie die Farben zu korrigieren sind. Bei Sonnenauf- und -untergängen wirken dadurch die Farben oft blass. Und auch sonst stimmt manchmal das Bild nicht mit der empfundenen Stimmung überein. Dann ist eine Korrektur des Weißabgleichs nötig. Besonders gut geht das bei Raw-Aufnahmen, wo die Kamera die Korrektur noch nicht durchgeführt hat, sondern nur einen Vorschlag dafür macht.
Oft gibt es die Funktion, einen Bereich anzuwählen, der weiß oder neutral grau sein sollte (Pipette). Danach wird dann die ganze Rot-Blau-Balance des Bildes ausgerichtet.
Bei farbiger Beleuchtung, also z.B. auch bei Sonnenauf- und Untergängen gibt es einen solchen Punkt im Bild aber nicht, weil eben alles farbstichig ist. Dann hilft nur noch der subjektive Eindruck.
Der Weiß-Abgleich regelt die Rot-Blau-(und Gelb-)Balance im Bild. Aber es gibt noch Grün Auch die Korrektur von Grün-(und Cyan- und Magenta-)Stichen muss ggf. korrigiert werden. Das macht der automatische Weiß-Abgleich ebenfalls (Stichwort: Tönung/hue).
Wenn man manuell die Farb-Temperatur *) korrigiert, darf man das nicht vergessen!

*) Was hat Farbe mit Temperatur zu tun ???

Wenn Sie ein Stück Eisen erwärmen, fängt es bei rund 400°C an, dunkelrot zu glühen. Bei 1200°C ist es weißglühend und flüssig (Beispiel Hochöfen). Es gilt für alle Materialien: Je heißer desto „weißer". Umgekehrt heißt das, man kann durch Messung der „Weißheit" die Temperatur eines Materials bestimmen, die sogenannte Strahlungstemperatur
In der Physik benutzt man die Maßeinheit Grad Kelvin °K statt Grad Celsius °C. Die Einteilung ist wie bei °C, nur dass die Kelvin-Skala beim absoluten Nullpunkt anfängt, der bei -273,15 °C liegt. Keine Wärme-Energie mehr da, kälter geht nicht. Der Vorteil liegt darin, dass man nicht mit negativen Temperaturen rechnen muss. Null °C sind also +273 °K. Das ist alles.
In dieser Strahlung sind alle Farben enthalten. Je „kühler", desto mehr überwiegen die Rot-Töne und je heißer desto mehr Blau kommt hinzu. Die Sonne hat eine Oberflächentemperatur, also eine Strahlungstemperatur von etwa 5500°K. Das ist unser Tageslicht. Dann kommt noch der Einfluss unserer Atmosphäre dazu. Wolken und Dunst absorbieren (verschlucken) und reflektieren besonders das rote Licht. Daher wirken beleuchtete Wolken gelblich bis rot. Das blaue Licht wird dagegen gestreut. Daher wirkt wolkenloser Himmel blau anstatt schwarz, was er ohne Atmosphäre wäre. Diese unterschiedlichen Beleuchtungen versucht die Kamera per Weiß-Abgleich auszugleichen.

Sättigung

Seien Sie mit einer Erhöhung der Sättigung des gesamten Bildes **sehr vorsichtig**. Besonders Rot wird u.U. sehr aggressiv. Nutzen Sie statt dessen die Erhöhung der Sättigung einzelner

 Copyright © 1995-2011 **achim metzler**

Farben oder nutzen Sie Funktionen wie Dynamik / Lebendigkeit / Vibrance. Damit erhöhen Sie die Sättigung schwach gesättigter Bereiche und die Rot-Töne werden geschont.

Kontrast

Seien Sie mit einer Erhöhung des Kontrasts des gesamten Bildes **sehr vorsichtig**. Nutzen Sie eher eine Verschiebung der Gradationskurve in Richtung „S". Nutzen Sie Funktionen wie Aufhellung / Abdunkelung dunkler oder heller Bildteile oder Aufhellicht. Nutzen Sie Funktionen wie „Wiederherstellung" oder „Klarheit", mit denen Sie den Kontrast in hellen oder mittleren Helligkeitsbereichen erhöhen können

Rauschen

Wenn Sie verrauschte Bilder haben, dann

1. Rauschen entfernen, z.B. mit Weichzeichner oder Spezialwerkzeugen in Bildbearbeitungs-Programmen , z.B. LR oder Spezialprogrammen, z.B. Neat Image oder Noise Ninja
2. Bild auf die endgültige Auflösung skalieren
3. Immer als letztes: Bild schärfen

Seien Sie sich immer bewusst: Wenn Sie Bildrauschen eliminieren, dann verlieren Sie auch kleine Details und Schärfe im Bild. Bei Bildern, die geprintet werden sollen, spielt ein geringes Rauschen keine Rolle. Suchen Sie sorgfältig nach einem Kompromiss, auch unter dem Aspekt der späteren Verwendung des Bildes. Stark entrauschte Bilder wirken unscharf und kontrastarm.

Schärfe

Seien Sie mit einer Erhöhung der Schärfe des gesamten Bildes **sehr vorsichtig**. Starke Schärfung erzeugt oft überzeichnete Konturen und Artefakte und verstärkt evtl. vorhandene „Chromatische Aberrationen" (CAs). Das Werkzeug der Wahl ist (in PS) „Unscharf maskieren" und in LR Details/Schärfen. Vergessen Sie alles andere. Experimentieren Sie mit „Stärke" und „Radius" Eine Anhebung des „Schwellwerts" verringert die Auswirkungen etwas.

Tonwertkorrektur

Die Tonwertkorrektur bewirkt, dass ein Bild den gesamten verfügbaren Spielraum von Helligkeit und Farbe auch ausfüllt und dadurch sehr differenziert wirkt. Zur Tonwertkorrektur verwendet man am besten das Histogramm. Es soll den gesamten Raum ausfüllen und auf keiner Seite abgeschnitten sein. Oft gibt es dafür eine Automatik-Funktion. Ausnahmen sind High- und Low-Key-Bilder.

Weitere Werkzeuge zur „Tonwertkorrektur"

Tiefen und Lichter: Hier können Sie dunkle Bereiche heller machen, helle Bereiche dunkler, helle noch heller etc.

Gradationskurven: Damit können Sie bestimmte Helligkeits-Bereiche gezielt aufhellen oder abdunkeln. Das Werkzeug ist präziser als Tiefen/Lichter.

Die gerade genannten Werkzeuge bearbeiten *alle* Bildbereiche mit ähnlicher Helligkeit gleichzeitig. Wenn Sie nur *bestimmte* Bereiche gleicher Helligkeit bearbeiten wollen, dann helfen Funktionen wie **Abwedeln/Nachbelichten** weiter

Der Reparatur-Pinsel

Funktioniert meist nur, wenn Sie einen unstrukturierten Hintergrund haben. Dann können Sie störenden Vordergrund einfach „ausradieren". Stattdessen wird der Hintergrund einfach in das Bild hinein gerechnet. Der Effekt ist frappierend.

 Copyright © 1995-2011 **achim metzler**

Der klassische Reparatur-Stempel
Wird hauptsächlich verwendet, um störende Bild-Elemente „wegzustempeln".
Funktioniert auch bei strukturiertem Hintergrund. Erfordert sorgfältiges Arbeiten, wenn im Hintergrund Kanten durch das zu löschende Objekt laufen.

SW-Filter
Es gibt viele Tausende von groben Filtern, mit denen Sie schöne Effekte in Bilder hinein zaubern können. Aber über eines sollten Sie sich klar sein: Sie können niemals durch den Einsatz eines Filters aus einem miesen Bild ein gutes machen.
Es gibt allerdings hochwertige „Kunst-Filter", z.B. von NIC. Kostenpunkt so um die 500 € Damit kann man viele Effekte erzeugen, sie fein variieren und dosieren auch lokal. D.h. sie werden nur auf bestimmte Bereiche des Bildes angewandt. So kann man Bilder intuitiv verändern, ohne Experte in Photoshop zu sein.

Polfilter
Viele einzelne Effekte von Pol-Filtern können nachträglich erzeugt werden. Wolken z.B. einfach per Tonwert-Spreizung.
Es gibt aber keinen Gesamteffekt „Polfilter-Ansicht nachträglich einfügen". Sie können z.B. mit dem Polfilter Reflexe wegnehmen und fotografieren, was dahinter liegt, z.B. den Grund von Seen oder Bächen. Das geht nachträglich nicht mehr, denn Sie haben den Reflex fotografiert und was dahinter liegt, ist im Bild nicht vorhanden, kann also auch nachträglich nicht mehr hervorgezaubert werden.

Gerade stellen und entzerren
Vor 5 Jahren wurden schiefe Horizonte und gekippte Perspektiven noch akzeptiert
Nach heutigen Sehgewohnheiten ist das inakzeptabel, einfach weil es korrigierbar ist
Probieren Sie die Korrekturen auch mal bei Landschaftsaufnahmen, wo sie „eigentlich" nicht auffallen.

Bild beschneiden
Im Gegensatz zur klassischen Dia-Fotografie neigt man im Digitalbereich dazu, den Bildausschnitt lieber etwas größer zu wählen, um noch Reserven z.B. zum Gerade Stellen oder Entzerren zu haben (falls es nötig werden sollte). Beschneiden auf den optimalen Ausschnitt ist einfach und man sollte es daher auch tun.

Einstell-Hilfen
Um „schöne" Proportionen im Bild zu erhalten, lassen sich in manchen Bearbeitungs-Programmen Hilfen, wie z.B. ein Drittel-Gitter oder eine Fibonacci-Spirale einblenden.

Spezielle Techniken

Hier noch einige spezielle Techniken, wie man mehrere ähnliche Bilder zur Erzeugung besonderer Effekte miteinander verrechnen kann

Panoramen
Die einfachste Möglichkeit, ein Panorama-Bild zu erstellen ist, ein Weitwinkel-Objektiv zu benutzen und dann durch Beschneiden des Bildes das Panorama zu erzeugen. Dazu benötigen Sie eine genügend hohe Auflösung Ihrer Kamera.

 Copyright © 1995-2011 **achim metzler**

Die kompliziertere aber normale Methode ist, mehrere Bilder nebeneinander (oder auch übereinander) zu fotografieren und sie dann am PC zu einem Panorama zusammenzusetzen. Es ist darauf zu achten, dass die Bilder sich etwa um ¼ bis ⅓ überlappen. Versuchen Sie, die obere und untere Bildbegrenzung aller Bilder in einer Linie zu halten, am besten per Stativ. Halten Sie für alle Bilder eines (vorgesehenen) Panoramas die Belichtung durch manuelle Einstellung konstant. Halten Sie für alle Bilder eines (vorgesehenen) Panoramas den Weißabgleich durch manuelle Einstellung konstant. Sonst bekommen Sie Helligkeits- oder Farbsprünge zwischen den Teil-Bildern.
Viele (Kompakt-)Kameras können Panoramen selbständig erzeugen, manche sogar durch schlichtes Schwenken der Kamera über den entsprechenden Bereich (z.B. *Sony NEX-5*)
Sonst braucht man dazu SW. Jedes bessere Bildbearbeitungsprogramm bietet sowas. Erwähnenswert sind vielleicht die kostenlosen und guten *PhotoMerge*, *Autostitch* oder *Hugin.*
Eine interessante Frage ist, was macht man mit Panoramen? Als normale Prints sind sie uninteressant, weil man nichts erkennt. Als großes Panorama brauchen sie Platz, den man in der Wohnung meist nicht hat. Die einzige vernünftige Anwendung scheint mir die Verwendung in Diaschauen, wo man in einem Panorama herumfahren kann („Kamerafahrt"). Das kann sehr eindrucksvoll sein.

HDR Bilder (**H**igh **D**ynamic **R**ange = Hoher Dynamik-Umfang)

Wenn Sie Motive mit sehr hohen Helligkeitskontrasten fotografieren, z.B. bei Gegenlicht-Aufnahmen, bekommen Sie normalerweise schwarze „abgesoffene" und/oder weiße „ausgefressene" Bereiche in Ihr Bild. Das liegt daran, dass ein normaler Bildsensor (wie auch früher ein normaler Film) einen derart hohen Helligkeits-Kontrast nicht darstellen kann. Eine Lösung liegt in HDR:
Sie können von einem Motiv mehrere Aufnahmen (üblicherweise 3 bis 5) mit verschiedenen Belichtungszeiten zu machen und diese dann am PC mit einander kombinieren. Dafür benötigen Sie entsprechende SW. Die Aufnahmen sollten sich um etwa eine Belichtungsstufe unterscheiden. Dabei sollten Sie die Zeit variieren und die Blende konstant lassen, denn eine Veränderung der Blende erzeugt eine veränderte Schärfen-Darstellung (Tiefenschärfe) und damit eine Veränderung im Bild.
Die Bilder müssen genau übereinander passen. Daher brauchen Sie unbedingt ein Stativ.
Es gibt einiges an SW, die Ihnen diese Funktion bietet:
In *Photoshop* sind die Ergebnisse etwas mager. Gute SW am Markt ist derzeit wohl *Photomatix* aber die kostet etwa 75 – 100 € oder *Nik HDR Efex Pro* für etwa 160 €.

Ein besonderer Trick ist die Erzeugung eines HDR-Bildes aus einer einzigen Aufnahme. Das funktioniert gut, wenn Ihre Kamera Bilder im Raw-Format liefern kann. Da das Raw-Format eine wesentlich höhere Helligkeits-Dynamik aufzeichnet (12 – 14Bit) als Jpeg beherrscht (8Bit), können Sie aus einem Raw-Bild 2 zusätzliche Jpeg-Bilder mit den Belichtungen +1(,5) und -1(,5) Belichtungsstufe erzeugen. Diese 3 Bilder können Sie dann zu einem HDR-Bild verrechnen lassen. Dieses Vorgehen empfiehlt sich, wenn Sie kein Stativ einsetzen (können) oder wenn z.B. Personen im Bild sind, die sich bewegen.
Das Verfahren funktioniert oft sogar mit einem Ausgangsbild in Jpeg, wenn Sie nicht um mehr als eine Belichtungsstufe variieren. Einfach mal probieren.
Man bemerkt natürlich, dass HDR-Bilder etwas Künstliches haben. Sie sehen oft etwas „weichgespült" aus. Sie gehören nicht in die Kategorie „Optimierte Fotos", bei denen man Photoshop „nicht sieht" aber HDR ist derzeit eine interessante Technik.

Bessere neuere Kameras können solche Kontraste bereits von sich aus korrigieren und damit werden wir wohl solche Tricks in Zukunft nicht mehr allzu oft anwenden müssen.

 Copyright © 1995-2011 **achim metzler**

Ezeugung höherer Schärfentiefe
Ähnlich wie man durch mehrere Bilder mit unterschiedlicher Belichtung HDR-Aufnahmen erzeugen kann, kann man mit mehreren Bildern mit unterschiedlichen Schärfenebenen Bilder mit sehr hoher Schärfentiefe erzeugen. Dabei werden statt der Bereiche mit der besten Belichtung die Bereiche mit der höchsten Schärfe zusammengerechnet (PS). Dieser Effekt ist allerdings eher hypothetischer Natur. Wenn man versucht, eine Serie von Bildern mit unterschiedlichen Schärfen-Ebenen zu fotografieren, muss man die Entfernung verstellen und dabei verändert man immer auch die Brennweite und damit den Bildausschnitt. Die Bilder lassen sich dann nicht mehr problemlos übereinander legen

Präsentation per Beamer

Die Bildbearbeitungs-SW
(Z.B. *Photoshop* und eine riesige Menge anderer Programme)
Die Bildbearbeitungs-SW hat „alle Zeit der Welt“ und die guten haben exzellente Algorithmen, um die Bilder in andere Pixel-Formate umzusetzen. Danach **muss** man die Bilder schärfen, möglichst mit „Unscharf maskieren“. Und Projektion natürlich im „Full Screen“ Modus.

Die Präsentations-SW
(Z.B. *IrfanView, ACDSee* etc.)
Die Präsentations-SW muss **alle** Umsetzungen beherrschen und sie muss **schnell** sein. Daher sind die Algorithmen recht „grob“. Abhängig von der Ausgangs-Situation liefern verschiedene Programme recht unterschiedliche Qualitäten. Es kann auch sein, dass eine Diaschau anders (besser) gerechnet wird als ein bloßes Anschauen.

Die SW im Beamer
Die Beamer-SW kann nur ausgewählte Formate umrechnen (so zwischen 50 und 100). Weil sie ja den Beamer „kennt“, erreicht sie sehr gute Resultate und ist dabei auch sehr schnell.

Was also tun?
Bildbearbeitungs-SW: Die „Marken“-Fabrikate erreichen eine sehr gute Qualität (wenn man nachschärft) und sollten daher benutzt werden.
Präsentations-SW: Hier liegt die Schwachstelle. Man sollte dieser SW nichts zumuten, was sie schon vom Design her nicht leisten kann.
Beamer-SW: Kann man ruhig arbeiten lassen. Abschalten nur für die letzten paar Prozent.
Also:
Bilder per Bildbearbeitungs-SW runterrechnen auf die Beamer-Auflösung (Z.B. 1024 x 768 Pixel oder 1920 x 1080 Pixel (Full HD) etc.). Dann das Bild schärfen mit „Unscharf maskieren“. Monitor-Auflösung auf die Beamer-Auflösung einstellen. Wenn das nicht geht, auf eine andere (niedrigere) Auflösung, die der Beamer beherrscht. Das runtergerechnete Bild projizieren.
Die Pixelzahl von Breite und/oder Höhe muss der Monitor-Auflösung entsprechen. Wenn keines passt, fängt die Präsentations-SW an zu rechnen ...
Es gibt Grafikkarten, die für Monitor und Beamer unterschiedliche Auflösungen anbieten. In diesem Fall die Bilder auf den Beamer optimieren und den Monitor auf den Beamer einstellen. Sonst rechnet die Präsentations-SW auf den Monitor um und danach die Grafikkarte auf den Beamer. Das macht‘s sicher nicht besser.

 Copyright © 1995-2011 **achim metzler**

Sorgen Sie dafür, dass in dem Notebook, mit dem Sie den Beamer steuern, eine etwaige Bildschirm-Kalibrierung **ausgeschaltet** ist. Sie erzeugen sonst irgendwo mit einem (mehr oder weniger) kalibrierten Bildschirm Bilder, die durch das Notebook noch einmal „korrigiert“ werden. Und das geht gründlich schief.

Abzüge machen (Drucken / Prints)

Um ein unverpixeltes Bild zu erhalten, ist es wichtig, dass innerhalb eines Bereichs genügend Bildpunkte (Pixel) vorhanden sind. Sonst sieht man die einzelnen Punkte.
Bei Tintenstrahl-Druckern liegt das Minimum bei 120 – 150 dpi (**d**ots **p**er **i**nch = Pixel pro Inch (= 2,54 cm), d.h. 50 – 60 Pixel pro cm).
Für kommerziellen Druck braucht man mindestens 300 dpi (120 Pixel pro cm).
D.h. bei einem Bild mit einer Auflösung von 1024 x 768 lässt sich mit den Tintenstrahl-Drucker höchstens ein Abzug von 1024/60 x 768/60 = 17 x 13 cm erstellen. Kommerziell reicht es nur für 8,5 x 6,4 cm
Weil Sie nie wissen, was Sie mit einem Bild in vielen Jahren noch einmal machen wollen, sollten Sie daher immer mit der höchsten verfügbaren Auflösung fotografieren

Perfekte Ausdrucke in jeder Größe

► **Für die Präsentation am Bildschirm sind bereits zwei Megapixel völlig ausreichend. Interessant sind hohe Auflösungen nur für den Druck. Die Tabelle unten zeigt, wie gut die Druckqualität bei verschiedenen Standardgrößen sein wird – dabei ist es übrigens unerheblich, ob Sie selber drucken oder die Bilder auf Fotopapier abziehen lassen.**

Profi-Anforderungen: Während für den professionellen Bilderdruck – zum Beispiel in Zeitschriften – eine Auflösung von 300 dpi nötig ist (in der Tabelle: grün), reichen für den Hausgebrauch auch 150 bis 200 dpi (gelb). Die leichten Qualitätsschwächen fallen mit bloßem Auge nicht auf. Hinzu kommt noch der Betrachtungsabstand – man steht wohl nur in den seltensten Fällen so nah vor einem groß ausgedruckten Bild, dass kleinere Mängel auffallen. Für Poster gilt daher: Auch 100 dpi sind in der Regel genug, mit acht Megapixel ist also sogar ein Posterausdruck in 90 x 60 Zentimeter möglich.

Faustregel für die Druckgröße: Die Pixelzahl, geteilt durch hundert, ergibt in etwa das Ausgabeformat in Zentimetern, bei dem noch professionell ausgedruckt werden kann. Beispiel: Ein Zwei-Megapixel-Bild – 1.600 x 1.200 Pixel – bietet demnach bei 16 x 12 Zentimeter noch sehr gute Qualität; das größte empfehlenswerte Fotoformat wäre also 10 x 15.

Kamera-Auflösung		10 x 15 cm	13 x 18 cm	DIN A4	DIN A3	Größe bei 200 dpi	Größe bei 300 dpi
2 Megapixel	(1.600 x 1.200)					20 x 15 cm	14 x 10 cm
3 Megapixel	(2.048 x 1.536)					26 x 20 cm	17 x 13 cm
4 Megapixel	(2.272 x 1.704)					29 x 22 cm	19 x 14 cm
5 Megapixel	(2.560 x 1.920)					33 x 24 cm	22 x 16 cm
6 Megapixel*	(3.008 x 2.000)					38 x 25 cm	26 x 17 cm
7 Megapixel	(3.072 x 2.304)					39 x 29 cm	26 x 20 cm
8 Megapixel*	(3.456 x 2.304)					44 x 29 cm	29 x 20 cm
10 Megapixel*	(3.872 x 2.592)					49 x 33 cm	33 x 22 cm
12 Megapixel*	(4.288 x 2.848)					54 x 36 cm	36 x 24 cm

* Spiegelreflexkamera, Seitenverhältnis 3:2

 Copyright © 1995-2011 **achim metzler**