

Hinweise

Dieses und die folgenden Tutorials entstanden aus einem kleinen, privaten Photoshop-Kurs heraus. Ich habe weder eine Ausbildung in diesem Bereich, noch würde ich mich als Profi für digitale Bildbearbeitung bezeichnen. Daher übernehme ich auch keine Garantie für die Richtigkeit und die Vollständigkeit meiner Ausführungen. Ich werde dennoch nach bestem Wissen und Gewissen versuchen, alles was ich über die digitale Fotobearbeitung mit Photoshop weiß, so anschaulich wie nur irgend möglich zu vermitteln. Zum Zeitpunkt dieses Kurses hat Adobe bereits Photoshop CS3 auf dem Markt. Ich beziehe mich in meinen Ausführungen jedoch auf die Version Photoshop CS. Dennoch sollte alles hier Dargestellte auch in den höheren Versionen umgesetzt werden können. Allerdings verfügen diese wohlmöglich bereits über einfachere Wege und Methoden bestimmte Ergebnisse zu erzielen.

N. Burghardt, Kiel – 14.08.2007

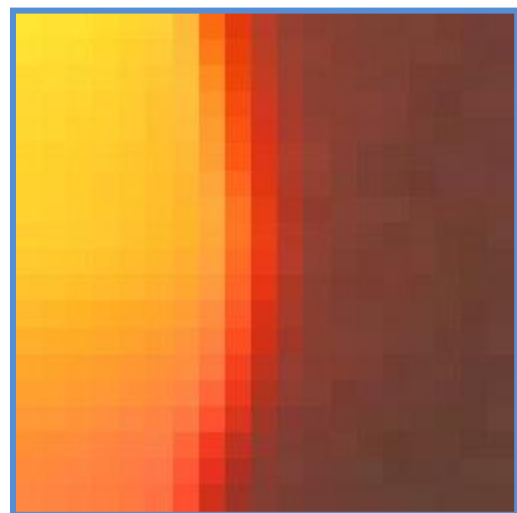
Bildbausteine – Die Pixel

Beginnen möchte ich mit der Frage, woraus ein digitales Foto¹ besteht. Bei der Betrachtung eines digitalen Fotos sieht man natürlich zuerst das Motiv, genau wie auch bei einem analogen Foto². Vergrößert man allerdings letzteres sehr stark, so wird deutlich, dass es aus vielen kleinen farbigen Punkten zusammengesetzt ist, teilweise mit winzigen Zwischenräumen.

Bei einem digitalen Foto verhält es sich ähnlich. Das folgende Bild zeigt eine untergehende Sonne. Der weiße Rahmen markiert die Stelle des Bildes, welche stark vergrößert wurde:



normale Größe



Ausschnitt stark vergrößert

Auf dem rechten Bild werden durch die starke Vergrößerung verschiedenfarbige Quadrate sichtbar. Genau das sind die „Bausteine“ eines digitalen Fotos. Das linke Bild setzt sich aus über 60.000 solcher Quadrate zusammen, während auf der Vergrößerung im rechten Bild gerade einmal 361 davon zu sehen sind. Ein solches Quadrat wird „Pixel“ genannt. Jedes Pixel hat eine exakt bestimmte Position im Bild und eine bestimmte Farbe. Sie sind die kleinste mögliche Einheit in einem Bild und können

¹ Digitales Foto: Foto, aufgenommen mit einer Digitalkamera und auf einem elektron. Datenträger gespeichert.

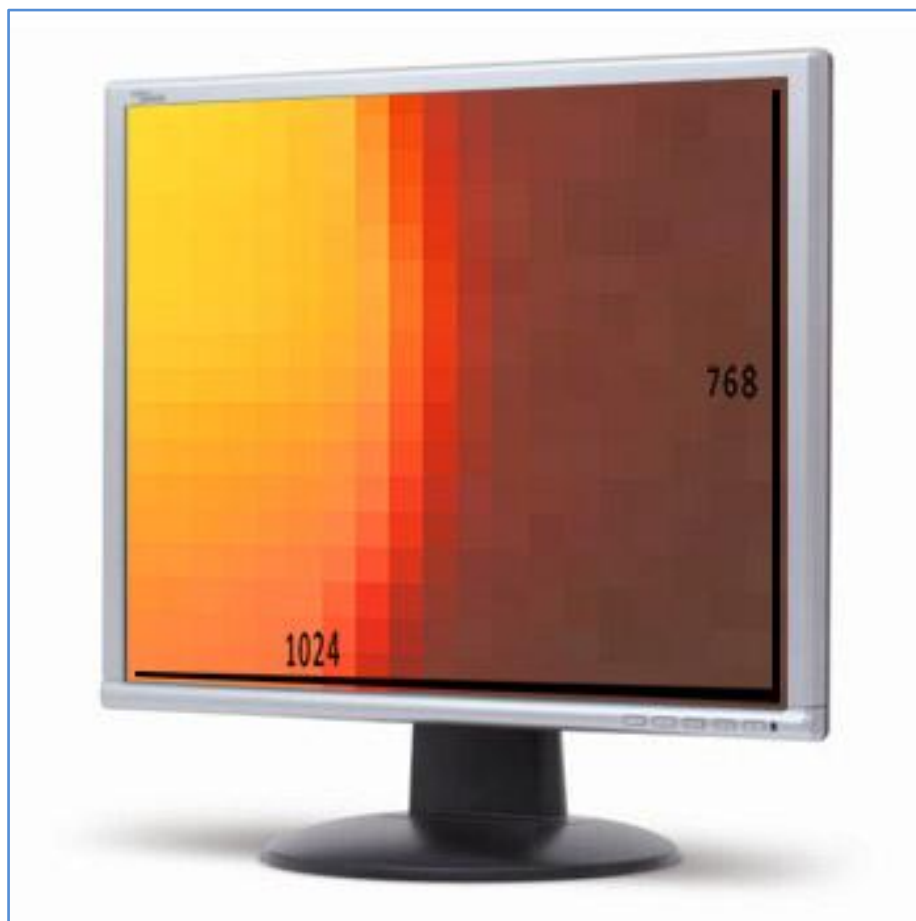
² Analoges Foto: aufgenommen mit einer Kamera welche einen Film belichtet, nicht digital gespeichert.

nicht mehr weiter geteilt werden. Zusammen bilden alle Pixel ein bestimmtes Muster aus Farben und Formen, welches dann für das Auge ein Bild ergibt. So werden zum Beispiel bei Schwarz-Weiß-Bildern die Schattierungen durch eine unterschiedlich ausgeprägte Verteilung schwarzer und weißer Pixel erzeugt. Überwiegen in einem Bildabschnitt schwarze Pixel, so wirkt dieser für unser Auge dunkler, überwiegen die weißen, wirkt er dem entsprechen heller.

Viel hilft viel – Die Auflösung

Wie bereits beschrieben besteht ein digitales Foto aus einer großen Anzahl von einzelnen Pixeln. Die so genannte Auflösung eines Bildes hängt unmittelbar von der Gesamtheit der Pixel ab, welche das Bild ergeben. Das Problem mit der Auflösung eines Bildes, also der Zahl von Pixeln, die es beinhaltet, ist, dass man unterscheiden muss zwischen der Auflösung eines Bildes auf dem Monitor und der Auflösung beim Druck.

Betrachten wir zunächst die Auflösung für Computermonitore. Diese funktionieren ähnlich wie ein digitales Foto. Sie erzeugen das Bild aus einzelnen Pixeln. Die Auflösung eines Monitorbildes errechnet sich dabei aus den angezeigten Pixeln der Länge des Bildschirms multipliziert mit den Pixeln der Höhe. Bei einer Monitorauflösung von 1024 x 768 bedeutet dies, dass er 1024 Pixel in der Breite und 768 in der Höhe darstellt. Insgesamt werden also 786.432 Pixel dargestellt.³



Dieser Monitor stellt 1024 Pixel in seiner Breite und 768 in seiner Höhe dar. Seine Auflösung beträgt also 1024x768.

³ 1024x768=786.432

Die Auflösungen für Computermonitore sind genormt, es kann also keine beliebige Auflösung gewählt werden. Standardmäßig beträgt das Seitenverhältnis eines Monitors 4:3. Inzwischen gibt es aber bereits auch viele Monitore mit einem Seitenverhältnis von 16:9, besonders bei neueren Notebooks. Die folgende Tabelle gibt einen kurzen Überblick über die verbreitetsten Monitorauflösungen:

800 x 600 Pixel	4:3
1024 x 768 Pixel	4:3
1280 x 1024 Pixel	4:3
1280 x 800 Pixel	16:9

Die meisten Monitore unterstützen mehrere Auflösungen. Welche für einen die passende ist, muss man selbst entscheiden. Man sollte dabei allerdings beachten, dass die Fläche des Monitors gleich bleibt. Wählt man also eine kleine Auflösung von 800x600, so werden weniger Pixel dargestellt. Da sie aber dennoch den gesamten Bildschirm ausfüllen müssen, sind die Pixel größer als bei einer hohen Auflösung von 1280x1024. Das Monitorbild wirkt demnach nicht mehr so fein, stellt aber auf der anderen Seite Objekte größer dar. Ein Objekt wie Schrift oder ein Icon besteht ja auch nur aus einer bestimmten festen Zahl von Pixeln. Wird die Monitorauflösung niedriger eingestellt, dann vergrößern sich die Pixel des Monitors und somit natürlich auch die Pixel von allem Dargestellten – die Objekte wirken größer aber auch gröber. Ein Bild oder Objekt, bei dem man schon die einzelnen Pixel mit bloßem Auge erkennen kann, bezeichnet man als „pixlig“.



1280x1024 – hohe Auflösung, feine aber kleine Darstellung.

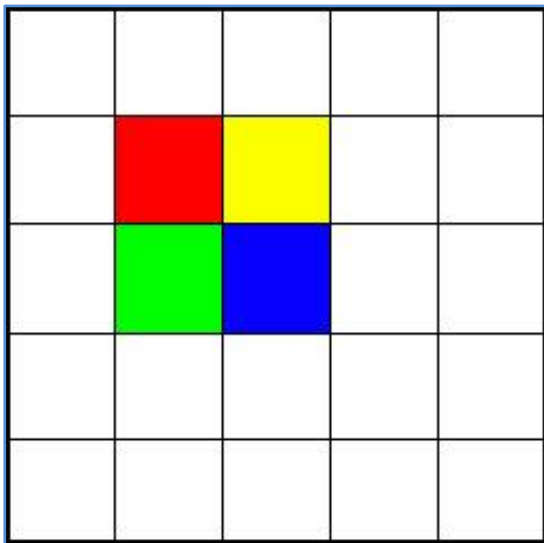


800x600 – niedrige Auflösung, grobe aber große Darstellung.

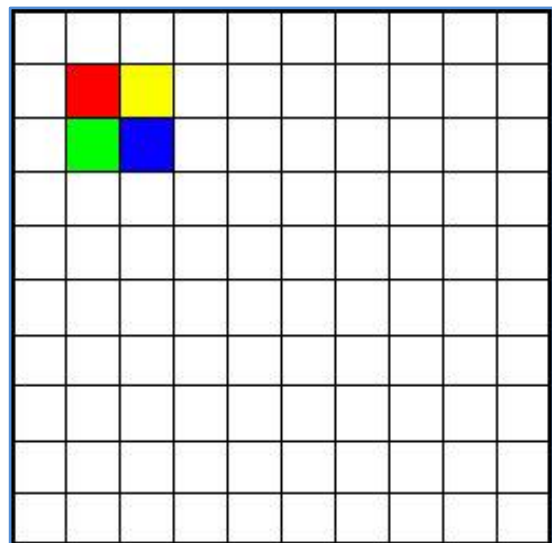
Je höher also die Auflösung eines Monitors ist, desto mehr Pixel stehen ihm zur Verfügung, um etwas darzustellen. Prinzipiell kann man sagen, dass sich so auch mehr Information auf einem Monitor anzeigen lassen.

Bei Fotos, die nur auf dem Computermonitor betrachtet werden (sollen) verhält es sich eigentlich genauso. Die Auflösung wird ebenfalls durch die Pixeln der Länge multipliziert mit den Pixeln der Höhe beschrieben. Ein Foto mit der Auflösung 640x480 hat also... 640 Pixel in Breite und 480 in Höhe. Da die Größe der Pixel aber letztendlich von der Auflösung des Monitors abhängig ist, wird unser Bild auf einem mit geringer Auflösung größer dargestellt als auf einem Bildschirm mit hoher Auflösung, denn bei letzterem bleiben mehr Pixel nach, welche nicht von dem Bild eingenommen werden.

In den folgenden Abbildungen hat das „Bild“ jeweils eine Auflösung von 2x2 Pixel. Auf dem „Monitor“ mit der höheren Auflösung (mehr dargestellten Pixeln) ist es kleiner abgebildet als auf dem „Monitor“ mit der geringen Auflösung.



Geringe Auflösung des Monitors – das Bild ist größer.



Hohe Auflösung des Monitors – das Bild ist kleiner.

Die Größe eines Bildes auf einem Computerbildschirm hängt also einzig und allein von seinem Pixel-Seitenverhältnis ab. Ein Foto mit der Auflösung 1024x768 würde also nicht vollständig auf einen Monitor mit der Auflösung von 800x600 passen – sofern man es in auf 100% seiner Größe betrachtet. Natürlich bieten uns Computer die Möglichkeit, Bilder ein- und aus zu zoomen, also ihr Darstellungsgröße zu ändern, ohne dabei aber ihre tatsächliche Auflösung zu verändern. Unser Bild, welches größer ist als die Auflösung des Monitors, ließe sich zum Beispiel auf 50% in seiner Darstellung verkleinern. Damit passt es zumindest optisch wieder auf den Bildschirm. Umgekehrt lässt sich natürlich auch ein kleines Bild auf einem hoch aufgelösten Monitor vergrößern, zum Beispiel auf 150%. Je höher allerdings der Vergrößerungsfaktor ist, desto wahrscheinlicher ist es, dass das Bild pixlig wird. Warum, wenn doch der Monitor seine Auflösung nicht verändert? Na, das Bild hat seine Auflösung ja auch nicht verändert. Bei einer starken Vergrößerung wird also ein Pixel des Bildes von mehreren Pixeln des Monitors dargestellt. Da diese aber alle die gleiche Farbe haben⁴ wirken sie wie ein Pixel und das Bild wird pixlig dargestellt. Daraus lässt sich folgendes schlussfolgern:

- Betrachtet werden soll eine Fläche auf dem Bildschirm von 10x10cm.⁵ Solange unser Foto auf dieser Fläche mehr oder mindestens genau so viele Pixel hat wie der Monitor, ist die Darstellung einwandfrei. Je weniger Pixel das Bild auf dieser Fläche im Vergleich zum Monitor hat, desto pixliger wird es dargestellt.

⁴ Wie oben bereits beschrieben hat ein Pixel immer nur eine festgelegte Farbe.

⁵ Der Wert ist willkürlich gewählt, seine Größe spielt im Grunde keine Rolle.

Die Auflösung eines Fotos ist aber nicht nur in Bezug auf die Auflösung vom Monitor relevant. Die beiden „interagieren“ zwar miteinander, haben aber prinzipiell keine wesensverändernden Auswirkungen aufeinander. Die Auflösung eines Fotos ist allerdings sehr wichtig für dessen Qualität. Das ist leicht nachzuvollziehen, denn wie wir bereits wissen bedeuten mehr Pixel mehr Platz, um Informationen zu speichern. Je mehr Pixel also ein Foto hat, desto mehr Einzelheiten können dargestellt werden. Folgende Abbildungen zeigen das gleiche Motiv, nur unterschiedlich gut aufgelöst:



Auflösung: 280x385



Auflösung: 100x138

Je höher also die Auflösung eines Fotos ist, desto stärker kann man es vergrößern, ohne, dass die Pixel sichtbar werden und desto mehr Einzelheiten lassen sich abbilden. Aus dieser Tatsache erklärt sich auch der „Megapixel-Wahn“ heutiger Kamerahersteller, frei nach dem Motto: „Viel hilft viel!“.

Die digitale Spiegelreflexkamera EOS 350D verfügt zum Beispiel über die Möglichkeit, Fotos mit 8 Megapixeln⁶ aufzunehmen. Die Fotos haben dann eine Auflösung von 3456x2304 Pixeln⁷ und bestehen somit aus 7.962.624 einzelnen Pixeln – das ist ausreichend Platz für viele Details.

Neuere Kameramodelle haben längst 10 oder gar 12 Megapixel. Dabei lässt sich grob feststellen, dass bereits 8 Megapixel so gut auflösen wie Fotos, die auf althergebrachtem analogen Fotofilm aufgenommen wurden. Auf Papier entwickelt konnte man letztere ohne Probleme auf Din-A4 vergrößern, ohne dass die Bildpunkte sichtbar wurden. Die Megapixel entscheiden also darüber, auf wie großem Fotopapier man die Bilder entwickeln kann ohne Qualitätsverlust in Kauf nehmen zu müssen. Und damit wären wir auch bei dem Thema der Auflösung für den Druck, denn diese unterscheidet sich in einigen wesentlichen Punkten von der Auflösung auf und für den Monitor.

⁶ Megapixel = Millionen Pixel.

⁷ Im Querformat – im Hochformat wären es also 2304x3456.

Solange man digitale Fotos nur auf elektronischen Medien wiedergibt ist für die Darstellungsgröße des Bildes lediglich die Auflösung in Form der Pixel in der Breite und jener in der Höhe relevant. Was aber, wenn die Fotos ausgedruckt oder gar auf Fotopapier entwickelt werden sollen? Eine Bildauflösung von 1024x768 Pixeln sagt zwar was darüber aus, wie viele Pixel sich in Länge und Höhe befinden, nicht aber, wie groß die einzelnen Pixel sind. Darüber entscheidet in einem solchen Fall der Monitor:

- Nehmen wir einmal an, der Monitor hat ebenfalls eine Auflösung von 1024x768, die Bildschirmfläche ist dabei 40cm breit und 30cm hoch. Um die tatsächliche Größe eines von einem solchen Monitor dargestellten Pixels herauszufinden muss man die Auflösung mit der Bildschirmfläche verrechnen.

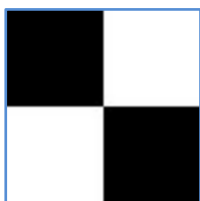
$$40\text{cm} / 1024 = 0,0390625\text{cm}$$

$$30\text{cm} / 768 = 0,0390625\text{cm}$$

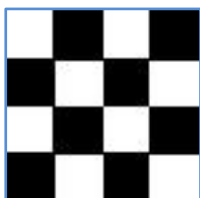
Ein einzelnes Pixel auf unserem Monitor ist also ungefähr 0,039x0,039cm groß.

Die Auflösung des Monitors entscheidet also darüber, welche Größe ein einzelnes Pixel hat. Nun ist allerdings die Frage, woher ein Drucker oder eine Ausbelichtungsmaschine⁸ weiß, wie groß ein Pixel des Bildes darzustellen ist. Unsere Auflösung von 1024x768 Pixeln sagt schließlich nichts über die Größe der einzelnen Pixel aus. Um also ein Bild auf Papier zu bringen bedarf es zusätzlich zu der Information über die Anzahl der Pixel noch einer weiteren Information: der Pixelgröße. Nun könnte man einem Drucker ja einfach sagen: Drucke mir dieses Bild, welches 1024 Pixel in der Breite und 768 in der Höhe hat, mit einer Pixelgröße von 0,02cm aus – das würde funktionieren.

Doch für die Größeninformation hat man sich für eine weniger direkte Variante entschieden. So wird nicht das einzelne Pixel bestimmt, sondern man nimmt eine quadratische Fläche von 1x1 Inch⁹ und gibt an, wie viele Pixel sich auf dieser Fläche befinden. Das ganze wird dann „ppi“ – pixel per inch¹⁰ – genannt.



4 Pixel pro Inch (2x2) = 4ppi.



16 Pixel pro Inch (4x4) = 16ppi.

⁸ Gerät, welches digitale Fotos auf Fotopapier „entwickelt“.

⁹ Inch (engl.) = Zoll. 1 Inch/Zoll = 2,54 cm.

¹⁰ ppi = pixel per inch = Pixel pro inch/Zoll.

Für Monitore kann man also ebenfalls die ppi errechnen:

- Nehmen wir wieder unseren Monitor mit einer Auflösung von 1024x768 und den Bildschirmmaßen von 40x30cm.

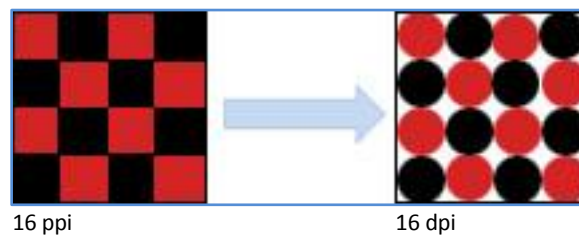
$$40\text{cm} / 2,54\text{cm} = 15,75\text{ inch}$$

$$1024\text{ Pixel} / 15,75\text{ inch} = 65\text{ ppi}$$

Unser Monitor hat also eine Auflösung von 1024x768 Pixel bei 65 Pixeln pro inch.¹¹

Da mit einer festen Anzahl von Pixeln pro inch automatisch auch deren Größe definiert ist, lässt sich so die Auflösungsinformation eines Fotos um die Pixelgröße ergänzen. Ein Drucker oder eine Ausbelichtungsmaschine weiß so also, wie viele Pixel sie pro inch ausgeben muss.

Nun verwenden solche Geräte allerdings keine Pixel in ihrer Ausgabe: Sie setzen ein Bild nicht aus aneinander gereihten Quadraten zusammen sondern aus winzigen Punkten. Sie messen also nicht in ppi, sondern in dpi – dots per inch¹². Das ist allerdings kein Problem, denn was auf dem Monitor noch quadratisch war, wird dann im Druck zu einem Punkt. Somit lassen sich ppi und dpi gleichsetzen.



Es lässt sich also festhalten, dass, solange es bei einem Foto nur um die Ausgabe auf einem Computermonitor geht, die ppi/dpi keine Rolle spielen, da der Monitor selbst die Größe seiner Pixel und damit auch jene des Bildes definiert. Es reichen zur Größenbestimmung also die Pixel der Länge mal der Pixel der Höhe völlig aus.

Beispiel: 1024x768

Ist das Foto aber für den Druck bestimmt, so muss zu der Information über die Zahl der Pixel eines Bildes noch jene über die Größe selbiger hinzu kommen. Dies geschieht über die Angabe der Pixel/Dots pro inch.

Beispiel: 1024x768, 150 dpi

¹¹ Ich habe keine genormten Werte für diese Rechnung verwendet, die errechneten ppi sind also rein hypothetisch.

¹² dpi = dots per inch = Punkte pro inch/Zoll.

Wie die Auflösungswerte für Monitore sind auch die Werte der dpi genormt. Der nächst höhere Wert ist immer eine Verdopplung des vorangegangenen. Hier eine Übersicht über die gebräuchlichsten dpi-Werte:

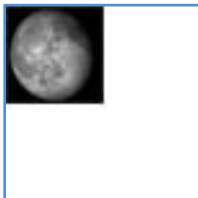
75 dpi	150 dpi	300 dpi	600 dpi	1200 dpi
--------	---------	---------	---------	----------

Wir haben ja bereits festgestellt, dass für die Monitordarstellung eine höhere Auflösung bessere Qualität bedeutet. Das gilt natürlich auch für die Druckauflösung. Doch reicht es nicht, die dpi-Zahl zu erhöhen. Machen wir mal das Experiment und schauen uns an was passiert, wenn wir ein Bild mit einem Pixelverhältnis von 75x75 mit verschiedenen dpi-Werten nehmen:



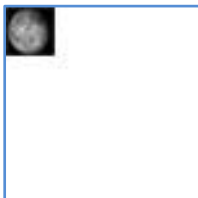
75x75 auf 75dpi

Der Kasten ist hier genau einen Zoll/inch groß. Das Bild passt genau hinein mit seinen 75x75 Pixeln, da auch die dots per inch 75 betragen.



75x75 auf 150dpi

Bei einer Auflösung von 150dpi füllt unser Bild nur noch $\frac{1}{4}$ des gesamten einen Zolls aus.



75x75 auf 300dpi

Bei einer Auflösung von 300dpi füllt unser Bild nur nach $\frac{1}{16}$ des gesamten einen Zolls aus.

Die Ursache für die „Verkleinerung“ des Mondes sollte klar sein: Die Pixelzahl bleibt gleich, während sich die dpi-Zahl erhöht. Es sind also mehr Pixel in einem inch enthalten. Da unser Bild jedoch nur über 75x75 Pixel verfügt, füllt es eine entsprechend kleinere Fläche aus. Man unterscheidet daher zwischen absoluter und relativer Auflösung. Als absolute Auflösung bezeichnet man die Angabe der Pixel der Breit mal Pixel der Höhe, als relative die Anzahl der Pixel in einem inch.

Beim Drucken eines Bildes ist erstmal die dpi-Zahl wichtig. Sie gibt an, wie viele Punkte sich auf einem inch des Papiers tummeln. Die absolute Auflösung beschreibt dann, wie viel Pixel/Punkte insgesamt das Bild hat. Hat man also eine relative Auflösung von 300dpi, und eine absolute Auflösung von 900x900 Pixeln, dann wird das Bild auf dem Ausdruck 3x3 inch bzw. 7,62x7,62 cm groß sein.

- 900x900 Pixel, 300dpi = 3x3 inch (oder 7,62x7,62 cm) auf dem Papier
- 900x900 Pixel, 150dpi = 6x6 inch (oder 15,24x15,25 cm) auf dem Papier
- 900x900 Pixel, 75dpi = 12x12 inch (oder 30,48x30,48 cm) auf dem Papier

Nun mag man vielleicht glauben, dass eine Reduktion des dpi-Wertes ausreicht, um ein Foto auf dem Ausdruck zu vergrößern. Allerdings bleibt ja die Pixelzahl gleich, es werden lediglich weniger Punkte pro inch ausgegeben, und da diese den inch schließlich ausfüllen müssen, werden die Bildpunkte größer. Größere Bildpunkte sind aber mit bloßem Auge besser zu erkennen, und ein Bild, bei dem man die Bildpunkte sehen wird pixlig und damit unschön.

Wie viele dpi sind also für einen Ausdruck oder die Entwicklung eines Fotos ideal? Eine allgemeine Aussage müsste wie folgt lauten:

- So viele dpi wie nötig, so wenige wie möglich!

So viele wie nötig, damit das Bild nicht pixlig erscheint, wenn wir es betrachten, und so wenige wie möglich, damit wir es möglichst groß ausgeben können.

Nimmt man also einen zu hohen dpi-Wert, werden die Bildpunkte unter Umständen so winzig, dass wir Mühe haben, selbst die Einzelheiten eines Bildes, welche aus diesen Punkte bestehen, zu erkennen. Zudem bräuchten wir eine sehr hohe absolute Auflösung, damit das Foto nicht zu klein wird. Ein solches Bild wäre also klein und enthielte Bildinformationen, die das menschliche Auge gar nicht wahrnehmen kann. Bei einem zu niedrigen dpi-Wert zerlegt sich das Bild vor unseren Augen in seine Einzelteile. Um es als Ganzes wahrnehmen zu können, müssten wir es mit mehr Abstand betrachten, so dass aus den Einzelheiten für unser Auge wieder ein Bild wird. Aber was ist nun der richtige dpi-Wert?



75 dpi



150 dpi



300 dpi

Die Antwort auf die Frage lautet: Ideal ist ein dpi-Wert von 300! Daher drucken auch die meisten Drucker standardmäßig mit 300dpi, und auch bei der Entwicklung digitaler Fotos werden in der Regel 300dpi verwendet.

Im Idealfall sollten wir also unsere Fotos, sofern nicht die Kamera das bereits tut, die Bilder mit einer Auflösung von 300dpi ausdrucken oder in Entwicklung geben. Die EOS 350D zum Beispiel verwendet eine Auflösung von 72dpi bei ihren Fotos. Das ist für die Anzeige auf einem Monitor, wie bereits bekannt ist, völlig irrelevant. Beim Druck sollte man vorher in Photoshop jedoch die dpi auf 300 hoch setzen. Bringt man ein Foto mit 72dpi zu einer der heute oft gebräuchlichen, selbst zu bedienenden Ausbelichtungsmaschinen im gut sortierten Fachhandel, dann würde die Maschine das Foto auf die Maße des gewählten Papierformates skalieren¹³, so dass es möglichst vollständig drauf passt. Dabei verändert es dann ganz automatisch den dpi-Wert so wie sie es benötigt. Allerdings sollte man dabei sicher gehen, dass das Foto mindestens um den Faktor 4 verkleinert das Papierformat ausfüllt. Das wären bei einem Ausgangs-dpi-Wert von 72 dann auf dem Papier 288dpi. Das Foto sollte bei 72dpi

¹³ Skalieren = Verändern der Größe eines Bildes.

also eine so große absolute Auflösung aufweisen, sprich genügend Pixel haben, dass es bei gleichbleibender Auflösung viermal größer ist als das Papierformat. Ist unser Foto mit 72dpi nur doppelt so groß wie das gewählte Format, dann würde es bei der Ausbelichtung lediglich um die Hälfte verkleinert zu 72x2dpi kommen können, also insgesamt 144dpi. Das ist schon längst keine optimale Auflösung mehr...

Bitte ein Bit – die Farbtiefe

Wie wir bereits wissen besteht ein digitales Foto aus vielen einzelnen Pixeln, welche eine ihnen fest zugewiesene Position im Bild besitzen und Träger einer festgelegten Farbe, genauer gesagt eines festgelegten Farbwertes sind. Die Auflösung bestimmt dabei, aus wie vielen Pixeln ein Foto besteht. Die Farbtiefe dagegen bestimmt die Anzahl der Farben, welche das Bild enthält. Aus diesem „Farbpool“ können dann den einzelnen Pixeln ihre Farbwerte zugewiesen werden.

Die Einheit, in der man die Farbtiefe misst, nennt man „Bit“. Ein Bit ist die kleinste informationstragende Einheit in der Digitaltechnik. Es kann zwei Zustände annehmen, nämlich 0 oder 1, oder in unserem Fall Schwarz oder Weiß. Das bedeutet folglich, dass ein Bild mit einem Bit nur aus schwarzen und weißen Pixeln aufgebaut ist.



Bild mit einer Farbtiefe von 1 Bit

Selbstverständlich sind wir nicht auf 1 Bit beschränkt. Je mehr Bit, desto mehr Farben kann ein Bild enthalten. Die folgende Tabelle zeigt die Standard-Bit-Werte und die Farbenanzahl, welche sie ermöglichen:

1 Bit	2 Farben (s/w)
4 Bit	16 Farben
8 Bit	256 Farben
16 Bit	65.536 Farben
24 Bit	16.777.216 Farben

Die Farbtiefe der Bit-Werte errechnet sich wie folgt:

- $2 (\text{Zustände})^n$ – das „n“ steht für den Bit-Wert.

Es folgt nun das gleiche Bild in anderen Farbtiefen.



Graustufenbild, 8 Bit = 256 Grautöne



8 Bit = 256 Farben



16 Bit = 65.536 Farben



24 Bit = 16.777.216 Farben

Betrachtet man die einzelnen Fotos genau und vergleicht sie sorgfältig miteinander, so fällt auf, dass eine geringe Farbtiefe unsaubere Farbübergänge produziert. Selbst bei 16 Bit sind die Übergänge noch deutlich zu erkennen. Erst bei 24 Bit „verlaufen“ die Farben sauber ineinander. Erst eine Farbtiefe ab 24 Bit stellt praktisch das ganze Spektrum der sichtbaren Farben dar und garantiert beste Qualität. Eine Ausnahme bildet das 8-Bit-Graustufen-Bild. Soll es lediglich auf einem Schwarz-Weiß-Drucker ausgegeben werden, dann sind die 8 Bit völlig ausreichend.

Warum die Farbtiefe, die im ersten Moment relativ unwichtig für die digitale Fotobearbeitung scheint – wir streben schließlich den Idealzustand an, und das sind mind. 24 Bit – dennoch von einer gewissen Wichtigkeit für uns ist, dazu später mehr.

Eine bunte Welt – Farbmodelle

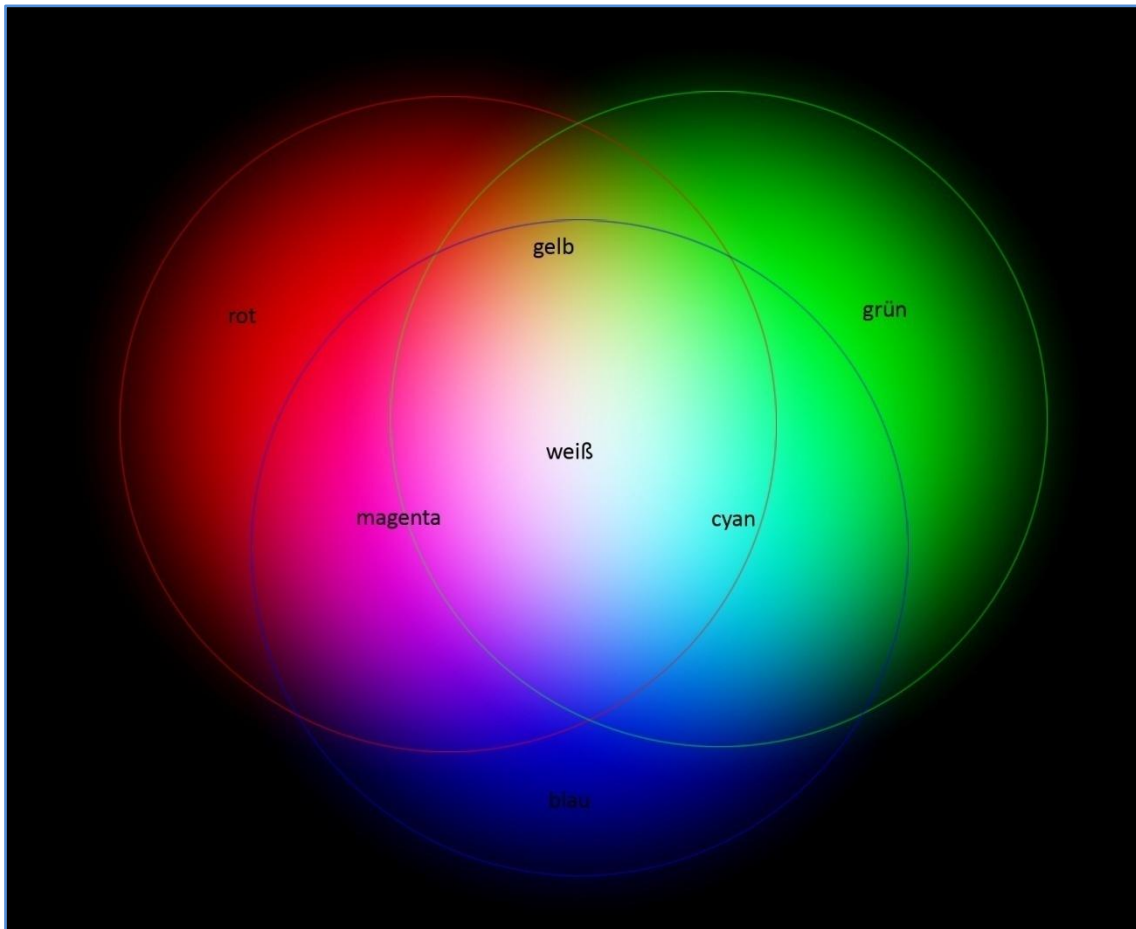
Theoretisch gibt es in der Natur unendlich viele verschiedene Farben. Allerdings gibt es nichts und niemanden, der auch tatsächlich unendlich viele Farben wahrnehmen könnte. Tiere, Menschen und technische Geräte verfügen jeweils nur über ein bestimmtes Spektrum von für sie wahrnehmbaren Farben. Gesunde Menschen können etwa 20 Millionen Farben voneinander unterscheiden. Dazu dienen ihnen vier Rezeptortypen im Auge. Ein Typ nimmt lediglich Helligkeitswerte wahr, die übrigen drei sind jeweils auf die Wahrnehmung von rot, grün und blau spezialisiert. Aus der Kombination dieser Rezeptoren entsteht in unserem Gehirn schließlich die Farbwahrnehmung.

Doch wie funktioniert das bei einem Computer oder einem Drucker, wie setzen sie die Farben zusammen?

Computer und alle übrigen Ausgabegeräte können dazu auf verschiedenen Farbmodelle zurückgreifen. Welches Modell letztlich verwendet wird, hängt von dem jeweiligen Gerät und/oder vom Benutzer ab. Es ist für uns deshalb von großer Bedeutung, weil zum Beispiel Monitore und Drucker Farben auf unterschiedliche Art und Weise erzeugen. Diese Tatsache führt dazu, dass die Farbdarstellung bei diesen beiden Medien unterschiedlich sein kann. Im Klartext heißt das, dass zum Beispiel ein Rotton auf dem Monitor anders aussehen kann, als sein Pendant beim ausgedruckten Bild.

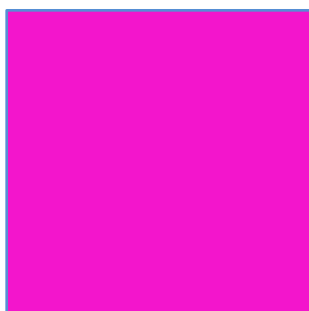
RGB

Das RGB-Modell funktioniert ähnlich wie das menschliche Auge. Alle darzustellenden Farben werden aus den Grundfarben Rot, Grün und Blau gemischt, daher RGB-Modell. Tatsächlich werden aber keine Farben miteinander gemischt, sondern farbiges Licht. Daher findet dieses Farbmodell auch bei Monitoren oder Beamern Anwendung. Der Bildschirm strahlt die Farben in Form von farbigem Licht in unser Auge. Je nachdem, wie er die farbigen Lichter Rot, Grün und Blau dabei mischt, entstehen unterschiedliche Farben in unserer Wahrnehmung. Weil sich die Farben aus einzelnen farbigen Lichtern zusammensetzen nennt man dieses Modell auch „additives Farbmodell“. Damit mit diesem Modell Farben dargestellt werden können bedarf es allerdings immer einer Lichtquelle, Schwarz bedeutet dann das Weglassen jeglichen Lichtes.



das additive- oder RGB-Modell

In Photoshop kommt dieses Farbmodell ebenfalls zur Anwendung. Die einzelnen Farben werden dabei anhand ihres Rot-, Grün- und Blauanteils definiert. Auf einer Skala von 0 bis 255 kann man die Intensität einer Grundfarbe bestimmen. Legt man diese für alle drei Farben fest, ergibt sich daraus die Mischfarbe. Der Wert 0 steht dabei für ein völliges Fehlen dieses Farbanteils. Werden alle drei Farbanteile auf null gesetzt, ergibt sich Schwarz, setzt man sie dagegen alle auf 255, ergibt sich Weiß. Jede der drei Grundfarben kann also einen Wert zwischen 0 und 255 annehmen, wobei 255 für volle Intensität steht. Die möglichen Farben, welche das RGB-Modell darstellen kann, errechnet sich also aus $256 \times 256 \times 256 = 16.777.216$ Millionen Farben (24Bit).



rot = 243
grün = 21
blau = 204



rot = 167
grün = 209
blau = 39

CMYK

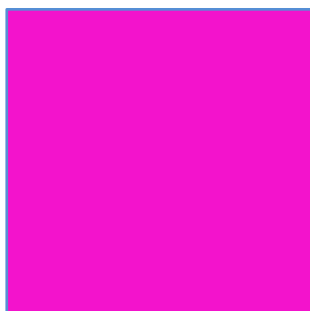
Das RGB-Modell funktioniert nur mit farbigem Licht. Was ist aber, wenn man ein Foto ausdrucken oder entwickeln lassen will? Da die Materialien, welche sich bedrucken lassen, in der Regel kein Licht abstrahlen, kann dabei auch nicht das RGB-Modell verwendet werden. Es muss ein anderes physikalisches Prinzip zugrunde gelegt werden, damit wir gedruckte Farben wahrnehmen können.

Dieses Farbmodell benötigt eine externe Lichtquelle welche möglichst das ganze Farbspektrum beinhaltet. Fällt dieses Licht zum Beispiel auf ein entwickeltes Foto, absorbieren die Farben einen gewissen Teil des Farbspektrums des einfallenden Lichtes und reflektieren den anderen Teil. So entsteht zum Beispiel Rot, indem aus dem Lichtfarbspektrum alle Farben außer eben Rot verschluckt werden, und nur letztere zum menschlichen Auge zurückgeworfen wird. Dieses Farbmodell nennt man daher auch subtraktive¹⁴ Farbmischung.

Für die subtraktive Farbmischung verwendet man die drei Farben Cyan, Magenta und Gelb. Jede dieser Farben absorbiert etwa ein Drittel des sichtbaren Farbspektrums von weißem Licht – Blau, Grün oder Rot. Die verbleibenden zweidrittel werden reflektiert und von unserem Auge als entsprechende Farbe wahrgenommen. Aus der anteiligen Mischung der drei Farben Cyan, Magenta und Gelb ergeben sich durch Absorption und Reflektion entsprechend die Farben eines Bildes. Allerdings lässt sich mit dem CMYK-Modell weder Weiß noch ein sattes Schwarz erzeugen. Letztere Farbe wird also beim Druck zusätzlich hinzugefügt. Der Name dieses Modells setzt sich also aus den englischen Bezeichnungen für die verwendeten Farben zusammen:

C	Cyan
M	Magenta
Y	Yellow
K	Key (black)

Die darstellbaren Farbräume von RGB- und CMYK-Modell sind nicht deckungsgleich, zumal der Farbraum bei CMYK kleiner ist als bei RGB. Farben, welche mit dem RGB-Modell erzeugt wurden, lassen sich unter Umständen nicht durch subtraktive Farbmischung erzeugen, und umgekehrt. Das ist wichtig zu wissen, um eine böse Überraschung zu vermeiden, wenn man feststellt, dass das entwickelte Foto Farbabweichungen zum Foto auf dem Monitor aufweist. Möchte mal also sein digitales Foto auf einem Gerät ausgeben, welches das CMYK-Farbmodell verwendet, sollte man sein Foto vorher von RGB zu CMYK umwandeln. In der Praxis des Normalanwenders dürften die Farbabweichungen in der Regel allerdings kaum ins Gewicht fallen, so dass man beruhigt auf die Umwandlung verzichten kann.

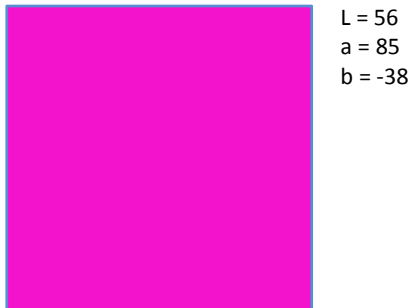


C = 27
M = 83
Y = 0
K = 0

¹⁴ Subtraktion = das Subtrahieren, Abziehen.

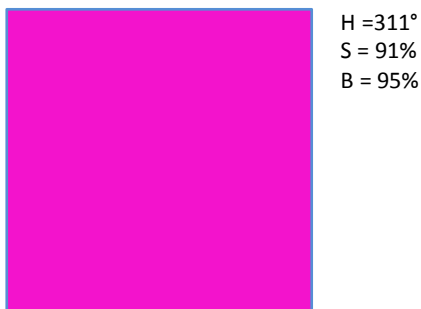
L*a*b

Intern arbeitet Photoshop weder mit dem RGB- noch mit dem CMYK-Farbmodell. Stattdessen greift es auf das 1931 festgelegte L*a*b-Farbmodell zurück, welches in seinem Farbraum die kompletten vom Menschen wahrnehmbaren Farben beinhaltet. Dieses Farbmodell ist dabei Geräteunabhängig und eignet sich daher sehr gut, um Farben exakt zu definieren. Es enthält ganz grob geschätzt etwa doppelt so viele Farben wie RGB- oder CMYK-Modell.



HSB

HSB steht für Hue, Saturation und Brightness¹⁵, also Farbton, Sättigung und Helligkeit. Bei diesem Farbmodell, welches Photoshop ebenfalls kennt, werden die einzelnen Farben über ihren Farbton, die Sättigung dieses Farbtönen und die Helligkeit desselben definiert. 360 Farben beinhaltet dieses Modell. Der Grauanteil einer Farbe wird über die Sättigung geregelt. 100% Sättigung entspricht der reinen Farbe, 0% entspricht Grau. Die Helligkeitseinstellung steuert die Helligkeit des Grauantteils an einer bestimmten Farbe, wobei 100% Weiß und 0% Schwarz ergibt.



¹⁵ Hue (engl.) = Farbton, saturation (engl.) = Sättigung, brightness (engl.) = Helligkeit.

Die Größe zählt doch – Die Dateigröße

Jedes digitale Foto wird auf einem Datenträger gespeichert. Auf diesem beanspruchen sie eine bestimmte Menge Platz, gemessen in der Einheit „Byte“. Ein Byte besteht aus 8 Bits, welche wir bereits aus dem Abschnitt über die Farbtiefe kennen. In den Bytes werden sämtliche Informationen eines Bildes gespeichert, zum Beispiel die Anzahl der Farben und Pixel, deren genaue Position usw.

Da Bilder Unmengen von Informationen enthalten, besteht die Dateigröße aus unzähligen Bytes. Um die Übersicht zu behalten, werden übergeordnete Einheiten verwendet:

1 Bit	
1 Byte	8 Bit
1 Kilobyte	1.024 Bytes
1 Megabyte	1.024 Kilobytes, 1.048.576 Bytes
1 Gigabyte	1.024 Megabytes, 1.073741.824 Bytes
1 Terabyte	1.024 Gigabytes

Als grobe Orientierungshilfe kann man sich nach der durchschnittlichen Speicherkapazität modernen Festplatten richten, welche etwa bei 150Gigabyte liegt. Ein Foto in höchster Qualität mit der EOS 350D aufgenommen verbraucht ca. 3,5 Megabyte¹⁶. Demnach lassen sich auf einer solchen Festplatte etwa 43.000 Bilder abspeichern. Auf einer 1Gigabyte Speicherkarte der Kamera wäre immerhin noch genügend Platz für knapp 300 Bilder.

Die Größe eines Bildes hängt von drei Faktoren ab:

- Anzahl der Pixel
- Anzahl der Farben
- Art der Komprimierung

Je mehr Farben und Pixel ein Foto enthält, desto größer wird der Speicherplatz sein, den es auf einem Datenträger beansprucht.

Der letzte Faktor, die Komprimierung eines Bildes, wird im nächsten Abschnitt erläutert.

¹⁶ Die Kamera speichert im JPG-Format ab, das Foto ist also bereits komprimiert. Dazu aber mehr im nächsten Abschnitt.

Eins, zwei, drei, ganz viele – das Dateiformat

Das Dateiformat eines Bildes entscheidet darüber, wie der Computer oder die Kamera die Bildinformationen speichert. Es gibt verschiedene Dateiformate für Bilder, die sich vor allem darin unterscheiden, welche und wie viele Informationen sie speichern, und ob sie diese auf irgendeine Art und Weise komprimieren. Als Kompression einer Bilddatei bezeichnet man den Grad der Verdichtung der gespeicherten Informationen. Man kann das vielleicht mit einer Autopresse vergleichen: Bevor das Auto in die Presse kommt ist es praktisch „unkomprimiert“ und nimmt noch relativ viel Raum ein. In der Presse wird es dann immer weiter zusammen gepresst, verdichtet, bis zum Schluss nur ein Block aus Autoschrott übrig bleibt, der verglichen mit dem ursprünglichen Zustand bedeutend weniger Raum einnimmt. Der Witz ist natürlich, dass dann von dem Auto auch nicht mehr besonders viel übrig ist... außer einem Klumpen Blech. Seinen ursprünglichen Zweck wird dieses „Auto“ dann garantiert nicht mehr erfüllen können.

Ähnlich verhält es sich beim Komprimieren von Bilddaten. Je stärker die Komprimierung, desto weniger Speicherplatz verbraucht das Bild auf einem Datenträger wie einer Festplatte. Dabei gehen aber auch in zunehmendem Maße Bildinformationen unwiederbringlich verloren. Da ein unkomprimiertes Foto allerdings gewaltig viel Speicherplatz benötigt, muss man einen Kompromiss zwischen Qualität und Größe eingehen. Zu diesem Zwecke wurden verschiedene Komprimierungsverfahren entwickelt. Dabei wird das Bild nach komplizierten mathematischen Verfahren verdichtet. Je besser dieses Verfahren ist, desto eine stärkere Kompression bei weniger Datenverlust ist möglich. Tatsächlich gibt es auch verlustfreie Kompressionsverfahren, die aber ihre Grenzen haben. So speichert die EOS 350D, wie bereits beschrieben, die Fotos mit ca. 3,5Megabytes bereits komprimiert ab. Das verwendete Dateiformat nennt sich JPG und hat in unserem Fall das Foto nahezu verlustfrei komprimiert. Würde man die Dateigröße des Fotos allerdings noch weiter verringern wollen, so gingen auch hier zunehmend Bildinformationen verloren. Das folgende Beispiel zeigt ein Bild im JPG-Format und verschiedenen Komprimierungsstärken:

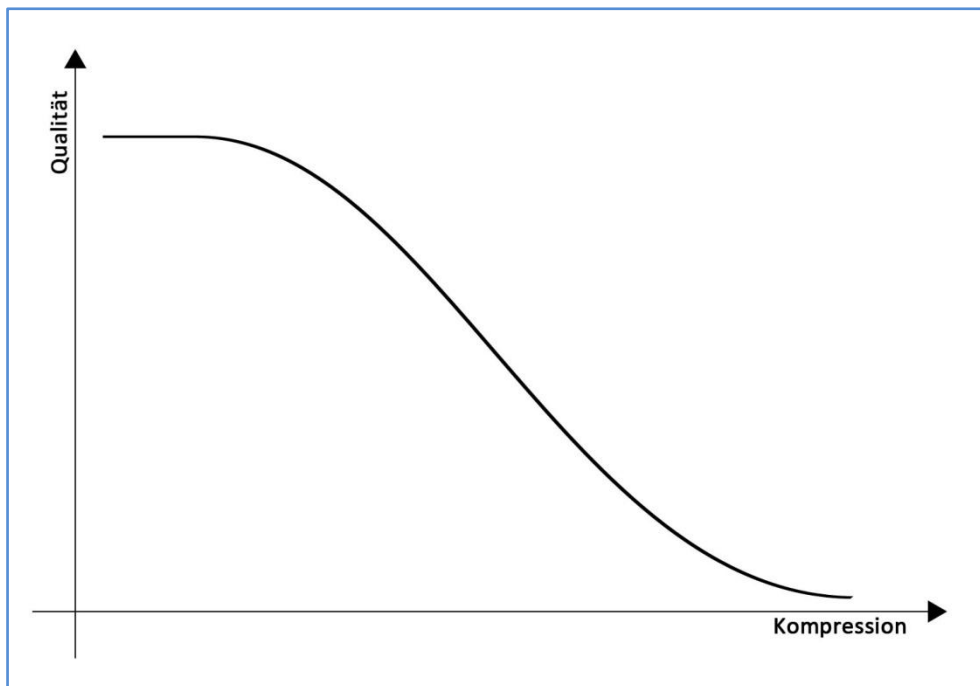


Verlustfrei komprimiert
Dateigröße: 168 Kilobytes

50% Kompression
Dateigröße: 57 Kilobytes

100% Kompression
Dateigröße: 34 Kilobytes

In einer Kurve dargestellt sähe ein Komprimierungsverfahren in etwa wie in der folgenden Grafik aus. Natürlich würde die Form der Kurve je nach Verfahren unterschiedlich verlaufen.



Wie bereits beschrieben gibt es verschiedene Dateiformate unter denen sich Fotos speichern lassen. Sie unterscheiden sich jedoch nicht nur hinsichtlich der Möglichkeiten ihres Kompressionsverfahrens, sondern auch in anderen Dingen. So speichern manche Formate neben den Pixeln und den Farbinformationen noch zusätzliche Informationen in der Bilddatei. Photoshop verwendet zum Beispiel ein eigenes, spezielles Format, welches viele Bearbeitungsinformationen speichern kann. Um welche es sich dabei genau handelt wird im Verlauf des Kurses noch genauer behandelt. Mehr Informationen egal welcher Art, das wissen wir inzwischen, bringt immer auch mehr Speicherverbrauch mit sich.

Nun bleibt noch zu klären, woran man bzw. der Computer erkennt, mit welchem Dateityp er es zu tun hat, damit er die Datei auch korrekt anzeigen kann. Wenn eine Datei auf einem Datenträger abgespeichert wird, so erhält sie einen Dateinamen. Dieser setzt sich aus zwei Teilen zusammen, der Dateibezeichnung und der Dateiendung, getrennt durch einen Punkt.

➤ [Dateibezeichnung].[Dateiendung]

Für jedes Dateiformat, also auch für Bilder, gibt es eine eindeutige, einmalige Dateiendung, welche in der Regel aus drei Zeichen besteht. Diese Endung muss korrekt sein und zu dem Dateiformat passen, mit dem die Datei gespeichert wurde, damit ein Computer die Datei richtig auslesen kann. Die Dateibezeichnung ist dagegen frei wählbar. Ein Foto im JPG-Format hat die Endung „.jpg“, der Dateiname eines Fotos in diesem Format sähe zum Beispiel wie folgt aus:

➤ beispelfoto.jpg

Es folgt nun ein kurzer Überblick über die für uns wichtigsten Dateiformate:

Dateiformat	Dateiendung	Kompression	Bemerkung
JPG	.jpg	nahezu verlustfrei bis maximal, je nach gewünschter Dateigröße	Das JPG-Format ist das am weitesten verbreitete Dateiformat. Diese Tatsache verdankt es seiner guten Kompressionsmethode. Es ist auch das Format, mit dem die meisten Kameras ihre Bilder speichern.
TIFF	.tif / .tiff	verlustfrei bis hoch	Tiff wird primär dann verwendet, wenn es um große, qualitativ sehr hochwertige Bilder geht, seltener bei dem Hobbyfotografen, da die Dateien sehr groß sind.
Bitmap	.bmp	keine oder verlustfrei	Das Bitmap-Format ist geräteunabhängig. Es besteht bereits seit 1990. Die Dateien sind allerdings sehr groß.
GIF	.gif	verlustfrei, aber auf 256 Farben begrenzt	Dieses Format kommt hauptsächlich für Grafiken im Internet zum Einsatz, da es durch die geringe Farbenzahl sehr kleine Dateien produziert. Für fotorealistische Darstellungen aber absolut ungeeignet.
PSD	.psd	verlustfrei	Das PSD-Format wird ausschließlich von Photoshop verwendet. Es speichert neben den eigentlichen Bildinformationen viele weitere Bearbeitungsinformationen und produziert daher sehr große Dateien. Es kann von anderen Programmen angezeigt, aber in der Regel nicht korrekt bearbeitet werden.
RAW	variabel	keine	RAW ist ein Sammelbegriff für unterschiedliche Dateiformate von Digitalkameras, abhängig vom jeweiligen Hersteller. Alle RAW-Dateien speichern Unmengen an zusätzlichen Bildinformationen, die besonders bei nachträglicher Bearbeitung Vorteile bringen. Nachteile sind jedoch die gewaltige Dateigröße und die vielen unterschiedlichen Formate. Neuer Versionen von Photoshop sind jedoch mit einem RAW-Konverter ausgestattet, welcher ihnen ermöglicht, alle gängigen RAW-Formate auszulesen und zu bearbeiten.

Mein letztes Wort – Zusammenfassung

Bei der digitalen Fotobearbeitung sind viele Dinge zu beachten. Die Darstellungsqualität eines Fotos steigt mit zunehmender Pixel- und Farbenzahl, die Dateigröße allerdings auch. Man muss darauf achten, dass die Auflösung für den gewünschten Verwendungszweck korrekt gewählt wird und man sich darüber bewusst ist, dass Monitor und andere Ausgabegeräte unterschiedliche Farbmodelle nutzen und es daher zum Beispiel bei Ausrücken zu Farbabweichungen kommen kann. Will man viele Fotos auf möglichst wenig Speicherplatz unterbringen, muss man die Bilder komprimieren. Es muss sich dabei für das am besten geeignete Dateiformat entschieden und ein Kompressionsfaktor gewählt werden, der die kleinst-mögliche Dateigröße und größt-mögliche Qualität vereinbart. Nicht selten stellen all diese Entscheidung eine Gratwanderung dar. Im Laufe des Kurses und mit zunehmender Praxis in der Bildbearbeitung bekommt man aber ein gutes Gefühl für den richtigen Umgang mit seinen Fotos.