

2.1 Pixel

Digitale Bilder bestehen aus einzelnen Bildelementen, sogenannten Picture Elements oder kurz Pixel. Pixel ist ein Kunstwort, zusammengesetzt aus den beiden englischen Wörtern „picture“ und „element“. Ein Pixel beschreibt die kleinste Flächeneinheit eines digitalisierten Bildes.

Pixel entstehen in der Kamera durch die Erfassung der Bildinformationen mit einzelnen Sensorelementen im CCD- oder CMOS-Chip. Je nach eingestellter Bildgröße und Bauart des Chips werden intern aus mehreren Sensorinformationen die Bildinformationen einem Pixel zugerechnet.

Pixelmaßeinstellungen. Sie beeinflussen mit dieser Einstellung die Bildqualität und die geometrische Größe der Aufnahme.



Canon PowerShot G7 X Mark II

2.1.1 Pixelmaß

Mit dem Pixelmaß wird die Breite und Höhe eines digitalen Bildes in Pixel angegeben. Das Pixelmaß und die geometrische Größe eines Pixels sind von der Auflösung unabhängig. Die Gesamtzahl der Pixel eines Bildes ist das Produkt aus Breite mal Höhe. Sie wird in Megapixel angegeben. Die meisten Digitalkameras haben verschiedene

AUFNAHMEPIXEL / KOMPRESSION

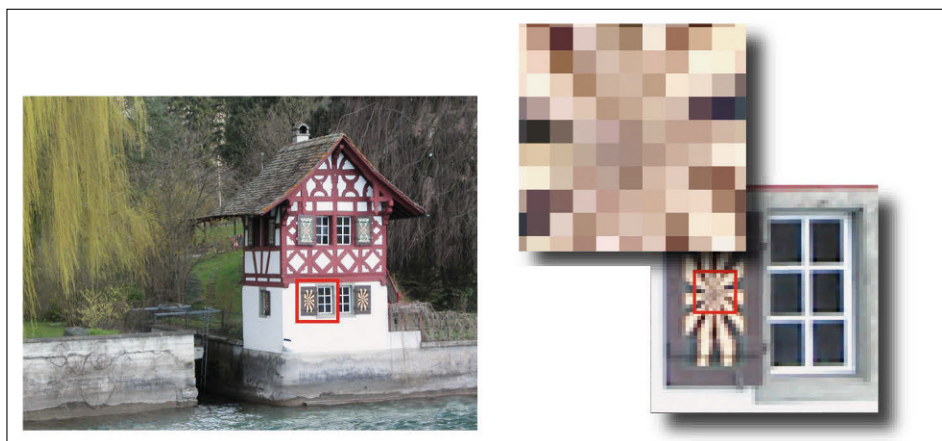
Bildgröße

3:2 – (RAW, L) 5.472 x 3.648, (M) 3.648 x 2.432, (S1) 2.432 x 1.621
 4:3 – (RAW, L) 4.864 x 3.648, (M) 3.248 x 2.432, (S1) 2.432 x 1.824
 16:9 – (RAW, L) 5.472 x 3.072, (M) 3.648 x 2.048, (S1) 2.432 x 1.365
 1:1 – (RAW, L) 3.648 x 3.648, (M) 2.432 x 2.432, (S1) 1.621 x 1.621
 kamerainterne RAW-Bildverarbeitung & Größenanpassung

Kompression

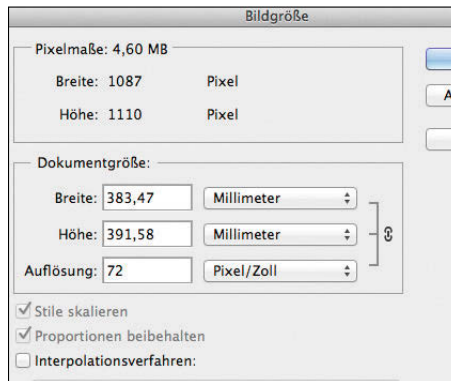
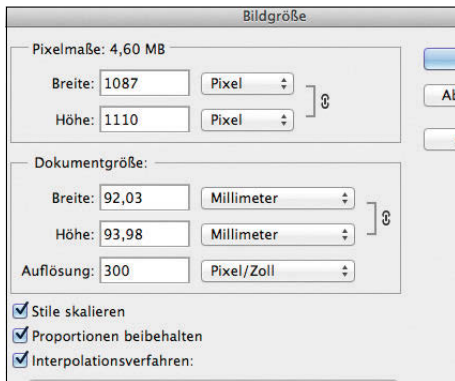
RAW, Fein, Normal

Auszug aus dem Datenblatt (G7 X Mark II)



Pixelbild

mit jeweils 60-facher Ausschnittvergrößerung



Zusammenhang von Pixelmaß, geometrischer Bildgröße und Auflösung

Veranschaulicht im Dialogfeld *Bildgröße* in Adobe Photoshop

2.1.2 Auflösung

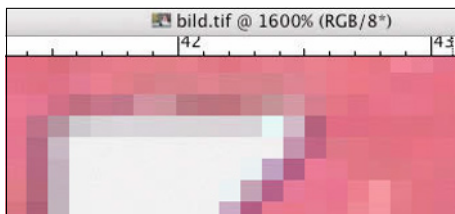
Wenn Sie die Zahl der Pixel Ihres Bildes zu einer Streckeneinheit in Beziehung setzen, dann erhalten Sie die Auflösung des Bildes. Die Auflösung ist linear, d. h., sie ist immer auf eine Strecke bezogen:

- ppi, Pixel/Inch bzw. Pixel/Zoll
- ppcm, px/cm, Pixel/Zentimeter

Bildauflösung

Bildauflösung = Anzahl Pixel / Streckeneinheit

In Bildverarbeitungsprogrammen wie z. B. Photoshop wird die Auflösung als Verhältnis der Bildpixel zu den Bildschirmpixeln angegeben. Sie können die gerade angezeigte Auflösung als Prozentwert in der Titelleiste des Bildfensters ablesen. 100 % bedeutet, dass



Pixelbild in 16-facher Zoomansicht

jedes Bildpixel mit einem Bildschirmpixel dargestellt wird. Bei 50 % sehen Sie auf die Fläche bezogen nur jedes vierte Bildpixel auf dem Monitor. 1600 % verteilt die Information eines Bildpixels auf 16 Pixel x 16 Pixel = 256 Bildschirmpixel.

Halbtonbilder im Druck

Die Auflösung ist vom Ausgabeprozess abhängig. Bei der autotypischen Rasterung im Druck soll das Verhältnis Pixel : Rasterpunkte gleich 2 : 1 betragen. Man nennt den Faktor, der sich aus diesem Verhältnis ergibt, Qualitätsfaktor (QF = 2 px/L). Für einen Druck mit 60 L/cm ist die notwendige Auflösung eines digitalen Halbtonbildes bei einem QF = 2 also 60 L/cm x 2 px/L = 120 px/cm oder 300 (304,8) ppi.

Für die frequenzmodulierte Rasterung und den Digitaldruck müssen Sie die notwendige Auflösung des Prozesses selbst bestimmen bzw. erhalten vom Hersteller die notwendigen Vorgaben.

Halbtonbildauflösung

Bildauflösung = Rasterweite x Qualitätsfaktor
(Der Qualitätsfaktor ist im Allgemeinen 2)

1 Inch = 2,54 cm

In der Praxis wird häufig mit dem gerundeten Wert von 2,5 cm gerechnet.

Beispielrechnungen

- 1 Welche Auflösung muss ein digitales Bild haben, wenn es mit einer Rasterweite von 60 L/cm gedruckt wird?

$$60 \text{ L/cm} \times 2 \text{ px/L} = 120 \text{ px/cm}$$

oder 300 ppi (304,8 ppi)

- 2 Ein digitales Bild hat die Pixelmaße von 4000 Pixel x 3000 Pixel. Berechnen Sie die maximal mögliche Bildgröße im Druck bei einer Rasterweite von 70 L/cm.

$$70 \text{ L/cm} \times 2 \text{ px/L} = 140 \text{ px/cm}$$
$$4000 \text{ px} / 140 \text{ px/cm} = 28,5 \text{ cm}$$
$$3000 \text{ px} / 140 \text{ px/cm} = 21,4 \text{ cm}$$

Bildgröße: 28,5 cm x 21,4 cm

aufgerastert und brauchen deshalb eine höhere Auflösung als gerastert gedruckte Halbtonbilder. Die Auflösung für Strichbilder beträgt mindestens 1200 ppi. Bei höherer Auflösung ist ein ganzzahliges Verhältnis zur Ausgabeauflösung sinnvoll, um Interpolationsfehler zu vermeiden.

Bilder auf dem Monitor oder Display

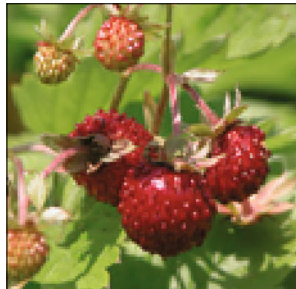
Bei der Ausgabe auf dem Bildschirm beträgt die Auflösung sowohl für Strich- als auch für Halbtonbilder früher üblicherweise 72 ppi oder 96 ppi.

Da heute viele Monitore eine variable Auflösung ermöglichen, wird für die Ausgabe in Digitalmedien neben der Auflösung auch das absolute Pixelmaß, d. h. die Zahl der Pixel in Breite und Höhe des Bildes, angegeben.

Jedes Pixel des Bildes, z. B. auf einer Internetseite, wird durch ein Pixel des

Halbtonbilder

mit unterschiedlicher Auflösung



Halbton, 72 ppi



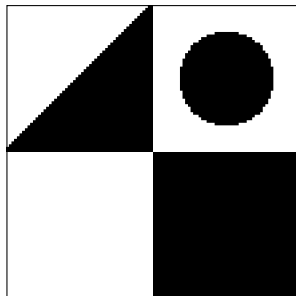
Halbton, 150 ppi



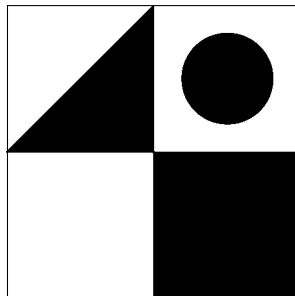
Halbton, 300 ppi

Strichbilder

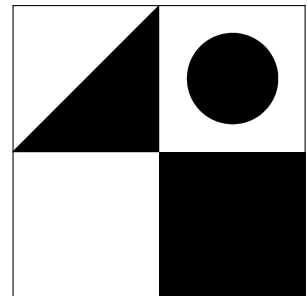
mit unterschiedlicher Auflösung



Strich, 72 ppi

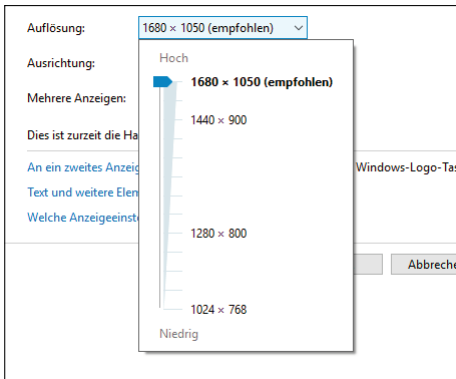


Strich, 300 ppi



Strich, 1200 ppi

Monitors bzw. Displays abgebildet. Dadurch ist die dargestellte Bildgröße, anders als im Druck, nicht konstant, sondern von der eingestellten Monitorauflösung abhängig.

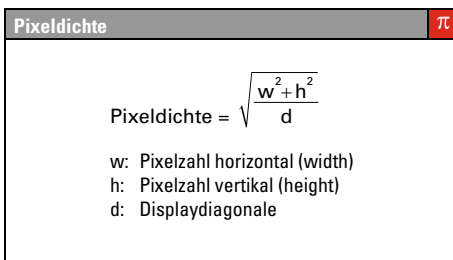


Variabel einstellbare Monitorauflösungen

2.1.3 Pixeldichte

Die Pixeldichte ist eine weitere Kenngröße zur Beschreibung der Qualität eines Displays. Im Gegensatz zur allgemeinen Größe der Auflösung wird die Pixeldichte auf die Breite und Höhe des Displays bezogen. Die Einheiten sind:

- ppi, Pixel/Inch bzw. Pixel/Zoll
- ppcm, px/cm, Pixel/Zentimeter



Beispielrechnungen

- 1 Berechnen Sie die Pixeldichte eines Displays mit folgenden technischen Maßen:

Breite: 2048 Pixel
Höhe: 1536 Pixel
Diagonale: 9,7 Zoll

$$\text{square root} (\text{sqr}(2048 \text{ px}) + \text{sqr}(1536 \text{ px})) / 9,7 \text{ inch} = 264 \text{ ppi}$$



Apple iPad Pro 9,7"

- 2 Berechnen Sie die Pixeldichte des Displays eines Smartphones mit folgenden technischen Maßen:

Breite: 1440 Pixel
Höhe: 2560 Pixel
Diagonale: 5,7 Zoll

$$\text{square root} (\text{sqr}(1440 \text{ px}) + \text{sqr}(2560 \text{ px})) / 5,7 \text{ inch} = 515 \text{ ppi}$$



Samsung Galaxy Note7

2.2 Farbmodi



Der Farbmodus gibt an, nach welchem Farbmodell die Farben eines digitalen Bildes aufgebaut sind. Bilder aus der Digitalfotografie, aber auch gescannte Bilder sind meist im RGB-Modus abgespeichert. Bilder im Druck werden meist im CMYK-Modus verarbeitet.

deutet, dass die Farbinformation eines Pixels in den drei Farbkanälen Rot, Grün und Blau aufgeteilt ist. Im CMYK-Modus teilt sich die Farbinformation in die vier Kanäle Cyan, Magenta, Yellow (Gelb) und Key bzw. Black (Schwarz)

2.2.1 RGB-System

Das RGB-System basiert auf der additiven Farbmischung. In der additiven Farbmischung werden die Grundfarben Rot, Grün und Blau als Lichtfarben gemischt. Diese Farben entsprechen der Farbempfindlichkeit der drei Zapfenarten des menschlichen Auges.

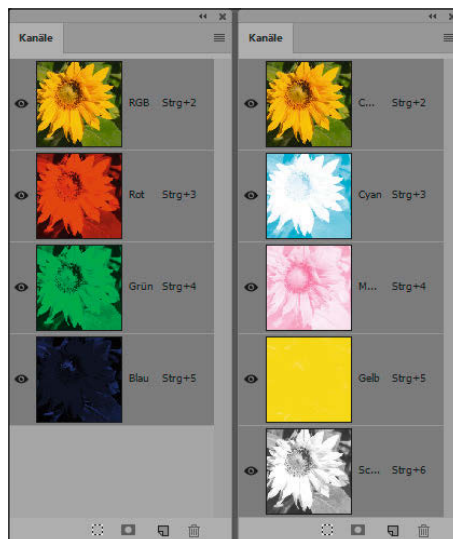
Die Farben werden im RGB-System durch drei Farbwerte definiert. Ein Farbwert bezeichnet den Rot-Anteil, ein Farbwert den Grün-Anteil und ein Farbwert den Blau-Anteil. Für Rot, Grün und Blau gibt es jeweils 256 Abstufungen: von 0 (keine Farbe) bis 255 (volle Intensität). Schwarz wird dementsprechend im RGB-System mit Rot: 0, Grün: 0 und Blau: 0 erzeugt. Weiß ergibt sich aus Rot: 255, Grün: 255 und Blau: 255. Die Darstellung von Rot erreichen Sie mit den Farbwerten Rot: 255, Grün: 0 und Blau: 0. Da jeder der 256 Rotwerte mit jedem der 256 Grün- und 256 Blauwerte kombiniert werden kann, sind im RGB-System 16.777.216 Farben darstellbar.

Die technische Wiedergabe der Farben eines digitalen Bildes ist von den Softwareeinstellungen und den Hardwarekomponenten abhängig. Dadurch können sich die Farben bei den gleichen RGB-Farbwerten in der Monitor-/Displaydarstellung oder in der Beamerprojektion teilweise stark unterscheiden.

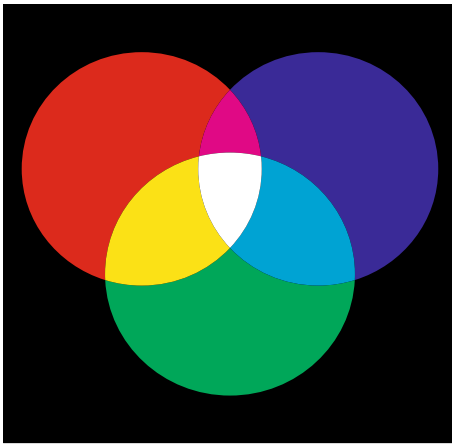


Farbkanäle einer Bilddatei

Links: RGB-Modus
Rechts: CMYK-Modus



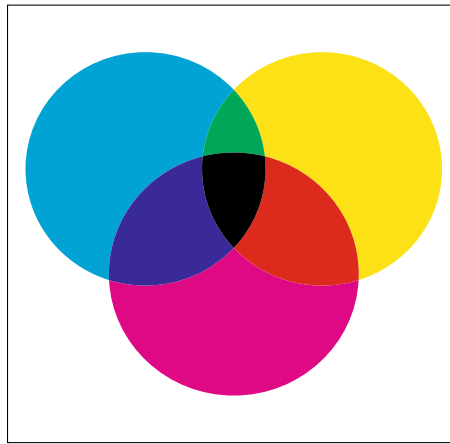
Der Farbmodus gibt an, nach welchem Farbmodell die Farben eines digitalen Bildes aufgebaut sind. RGB-Modus be-



Rot	255	Rot	0	Rot	0
Grün	0	Grün	255	Grün	0
Blau	0	Blau	0	Blau	255

Rot	0	Rot	255	Rot	255
Grün	255	Grün	0	Grün	255
Blau	255	Blau	255	Blau	0

RGB-System



Cyan	100	Cyan	0	Cyan	0
Magenta	0	Magenta	100	Magenta	0
Yellow	0	Yellow	0	Yellow	100

Cyan	0	Cyan	100	Cyan	100
Magenta	100	Magenta	0	Magenta	100
Yellow	100	Yellow	100	Yellow	0

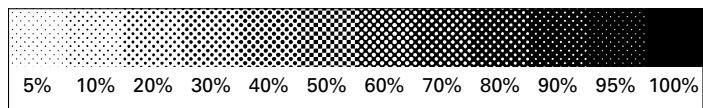
CMYK-System

2.2.2 CMYK-System

Das CMYK-System basiert auf der subtraktiven Farbmischung. In der subtraktiven Farbmischung werden Körperfarben gemischt. Körperfarben sind alle Farben, die nicht selbst leuchten, sondern erst durch die Beleuchtung mit Licht sichtbar werden.

Alle Druckverfahren, Laserdrucker und Tintenstrahldrucker arbeiten nach dem Prinzip der subtraktiven Farbmischung. Die Farben werden im CMYK-System durch vier Farbwerte definiert. Ein Farbwert bezeichnet den Cyan-Anteil, ein Farbwert den Magenta-Anteil und ein Farbwert den Gelb-Anteil. Zur Verbesserung des Kontrastes und zur

Textdarstellung wird zusätzlich noch Schwarz als vierte Farbe gedruckt. Der Anteil einer Farbe wird mit dem Prozentwert der Flächendeckung im Druck angegeben: von 0% (keine Farbe) bis 100% (Vollfläche).



Die Farbwirkung einer Körperfarbe ist von den Farbpigmenten, dem Bedruckstoff und der Art der Beleuchtung abhängig.

2.3 Dateigröße

2.3.1 Farbtiefe, Bittiefe, Datentiefe

Mit der Farbtiefe wird die Anzahl der möglichen Ton- bzw. Farbwerte eines Pixels bezeichnet. Sie wird in Bit/Kanal oder in Bit/Pixel angegeben. Dabei gilt die Regel, dass mit n Bit 2^n Informationen bzw. Farben dargestellt werden können. Ein RGB-Bild mit 24 Bit Farbtiefe (8 Bit x 3 Kanäle) kann also $2^{24} = 16.777.216$ Farben enthalten.

Farbtiefe/Kanal	Anzahl der Farben
1 Bit = 2^1	2
8 Bit = 2^8	256
10 Bit = 2^{10}	1024
12 Bit = 2^{12}	4096
16 Bit = 2^{16}	65.536
32 Bit = 2^{32}	4.294.967.296

In der Praxis werden für den Begriff Farbtiefe auch die beiden Begriffe Datentiefe und Bittiefe benutzt. Alle drei Begriffe sind synonym.

Hochwertige Digitalkameras arbeiten mit einer höheren Farbtiefe. Dies ermöglicht eine differenziertere Bearbeitung der einzelnen Ton- und Farbwertbereiche. Zur Ausgabe in Print- oder Digitalmedien werden die Dateien dann auf 8 Bit Farbtiefe reduziert.

2.3.2 Speichergröße

Die Speichergröße digitaler Bilder wird durch verschiedene technische Parameter und deren Einstellungsgrößen unterscheiden sich je nach Software,

mit der Sie arbeiten, dem Bearbeitungsziel und dem Zielmedium:

- Pixelzahl
- Farbtiefe
- Komprimierungsfaktor
- Farbmodus
- Kanalanzahl
- Bearbeitungsparameter, z.B. Ebenen, Filter oder Farbprofile
- Software

Zur Ausgabe in Print- und Digitalmedien werden die Bilddateien üblicherweise flach gerechnet. Das bedeutet, dass alle Ebenen und weitere Bearbeitungsparameter auf die Hintergrundebene reduziert werden.

Dateigröße π

$$\text{Dateigröße} = \frac{B \times H \times F}{KF}$$

B: Pixelzahl horizontal (Breite)
H: Pixelzahl vertikal (Höhe)
F: Farbtiefe [Bit]
KF: Komprimierungsfaktor

Beispielrechnung

Berechnen Sie die Speichergröße einer Bilddatei mit folgenden technischen Kenngrößen:

- Breite: 4000 Pixel
- Höhe: 3000 Pixel
- Farbtiefe: 24 Bit
- Komprimierungsfaktor: 12

$$(4000\text{px} \times 3000\text{px} \times 24\text{Bit}) / 12 = 24000000\text{Bit} = 2,86\text{MB}$$

Dateityp: TIFF (*.tif;*.tiff)

Speicheroptionen

Speichern: ☐ Als Kopie

☐ Anmerkungen

☐ Alpha-Kanäle

☐ Volltonfarben

☐ Ebenen

Farbe: ☐ Proof-Einstellung: CMYK-Arbeitsfarbraum

☒ ICC-Profil: ISO Coated v2 300% (ECI)

Andere: ☒ Miniatur

Datenmengen
1 Byte (B) = 8 Bit
1 KiloByte (KB) = 2^{10} Byte = 1.024 Byte
1 MegaByte (MB) = 2^{10} KiloByte = 1.024 KiloByte
1 GigaByte (GB) = 2^{10} MegaByte = 1.024 MegaByte
1 TeraByte (TB) = 2^{10} GigaByte = 1.024 GigaByte
1 PetaByte (PB) = 2^{10} TeraByte = 1.024 TeraByte

2.4 Dateiformate

Unter Dateiformat versteht man die innere logische Struktur einer Datei. Die meisten Digitalkameras erlauben es, die Bilder in verschiedenen Dateiformaten abzuspeichern. Am weitesten verbreitet sind die beiden Dateiformate JPEG und RAW. Für die weitere Verarbeitung der digitalen Bilder in Bildbearbeitungsprogrammen wie Photoshop oder GIMP gibt es eine Reihe weiterer proprietärer, d. h. programmeigener Dateiformate und allgemeine Import- und Exportformate. In der Printmedienproduktion ist TIF sehr weit verbreitet, in der Digitalmedienproduktion sind es neben JPEG noch die beiden Bilddateiformate GIF und PNG.

2.4.1 JPEG

JPEG ist die Abkürzung von Joint Photographic Experts Group. Das von dieser Organisation entwickelte Dateiformat und das damit verbundene Kompressionsverfahren wird von allen Digitalkameras und Bildverarbeitungsprogrammen unterstützt.

Merkmale

- Speicherung im RGB- oder CMYK-Modus
- Farbtiefe: 8 Bit pro Farbkanal
- Speicherung von Farbprofilen
- Import und Export von JPEG-Dateien ist plattformunabhängig möglich.
- Die JPEG-Dateierweiterung ist *.jpg, *.jpeg oder *.jpe.
- Keine Speicherung von Alphakanälen
- Keine Speicherung von Ebenen
- Grundsätzlich verlustbehaftete Komprimierung bei der Speicherung
- Den Grad der Komprimierung können Sie in der Kamerasoftware vor der Aufnahme oder in der Bildbearbeitungssoftware beim Abspeichern einstellen. Dabei gilt, je stärker die

Bilddateien komprimiert werden, desto kleiner wird die Datei, aber umso deutlicher ist der Qualitätsverlust. Die Auswirkungen der Komprimierung sind als sogenannte Artefakte, Strukturen, im Bild sichtbar.



JPEG-Artefakte durch zu starke Komprimierung

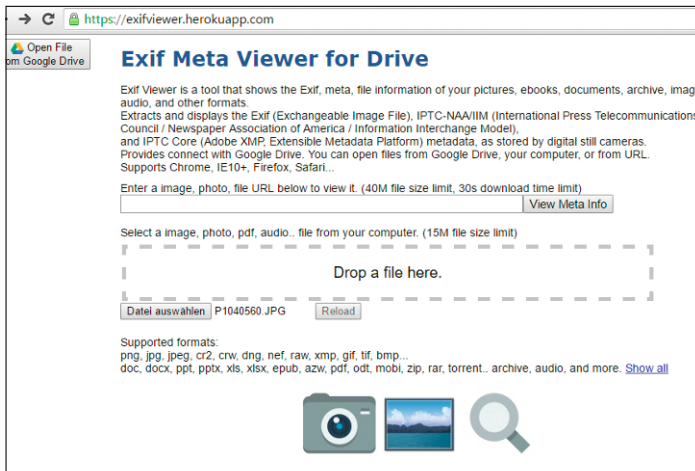
Anwendung

- Standarddateiformat zur Speicherung von Bilddateien in Digitalkameras, Smartphones und Tablets
- Speicher- oder Exportformat aus Bildbearbeitungsprogrammen
- Bilddateiformat in Digitalmedien

EXIF

Die meisten Kameras speichern die Bilddatei im EXIF-Format (Exchangeable Image File Format). Dabei handelt es sich um eine besondere Form von JPEG. Es ermöglicht die Speicherung zusätzlicher Informationen in der Bilddatei. Das EXIF-Format wurde von der Japanese Electronics Industry Development Association (JEIDA) entwickelt. Im Header der EXIF-Datei werden Informationen über die Farbraum- und Farbanpassungseinstellungen der Digitalkamera gespeichert. Somit ist die

Einbindung des in der Digitalfotografie üblichen YCbCr-Farbraums in das Color Management der Medienproduktion möglich.



Online EXIF-Viewer

File	
FileName	P1040560.JPG
FileSize	4.9 MB
FileType	JPEG
FileTypeExtension	jpg
MIMEType	image/jpeg
ExifByteOrder	Little-endian (Intel, II)
ImageWidth	4000
ImageHeight	3000
EncodingProcess	Baseline DCT, Huffman coding
BitsPerSample	8
ColorComponents	3
YCbCrSubSampling	YCbCr4:2:2 (2 1)
EXIF	
Make	Panasonic

Ausschnitt aus den Metadaten der Bilddatei P1040560.JPG



Digitale Aufnahme

FileName: P1040560.JPG

Speicher- und Exportoptionen aus Photoshop

In Photoshop haben Sie mehrere Möglichkeiten, eine Bilddatei im JPEG-Format abzuspeichern:

- Menü *Datei* > *Speichern unter...* > *JPEG*
- Menü *Datei* > *Exportieren* > *Exportieren als...* > *JPG*
- Menü *Datei* > *Exportieren* > *Für Web speichern (Legacy)...*

Beachten Sie dabei, dass beim Speichern immer eine verlustbehaftete Komprimierung durchgeführt wird. Speichern Sie deshalb die Zwischenschritte der Bearbeitung besser im PSD-Format und erst final als JPEG.

2.4.2 RAW

RAW ist keine Abkürzung, sondern steht für roh und unbearbeitet (engl. raw = roh). Das RAW-Format wird von vielen Kameras und einigen Smartphones unterstützt.

Bilder im RAW-Format sind natürlich auch Dreikanalbilder. Die drei Farbsignale Rot, Grün und Blau wurden aber nach der A/D-Wandlung nicht in einen Arbeitsfarbraum konvertiert. Sie enthalten die direkte Helligkeitsinformation, so wie sie von den Sensorelementen der Digitalkamera aufgenommen wurde. Damit ist jeder Kanal ein eigenes Graustufenbild, das oft auch als digitales Negativ bezeichnet wird. Mit spezieller RAW-Software oder Bildbearbeitungsprogrammen wie Photoshop wird die RAW-Datei bearbeitet und dann in den Arbeitsfarbraum konvertiert.

Wir werden uns im Kapitel 4 *Bildbearbeitung* ausführlich mit der RAW-Entwicklung beschäftigen.

Merkmale

- Es gibt keinen hersteller- und systemunabhängigen Standard, der das RAW-Format definiert.
- Die RAW-Dateierweiterung ist z. B. *.dng (Adobe), *.nef (Nikon) oder *.raw (Leica und Panasonic).
- Zur Bearbeitung ist ein Bildbearbeitungsprogramm mit RAW-Konverter wie z. B. Photoshop notwendig.
- RAW-Dateien sind nicht komprimiert.
- Im RAW-Format werden in der Kamera die nicht bearbeiteten und nicht interpolierten Sensordaten gespeichert.
- Es werden nicht alle Motivprogramme der Kameraautomatik unterstützt.
- Das RAW-Format ermöglicht im Vergleich mit allen anderen Bilddateiformaten die größten Möglichkeiten der

- Bildbearbeitung und Bildkorrektur.
- RAW-Dateien sind speicherintensiv.

Anwendung

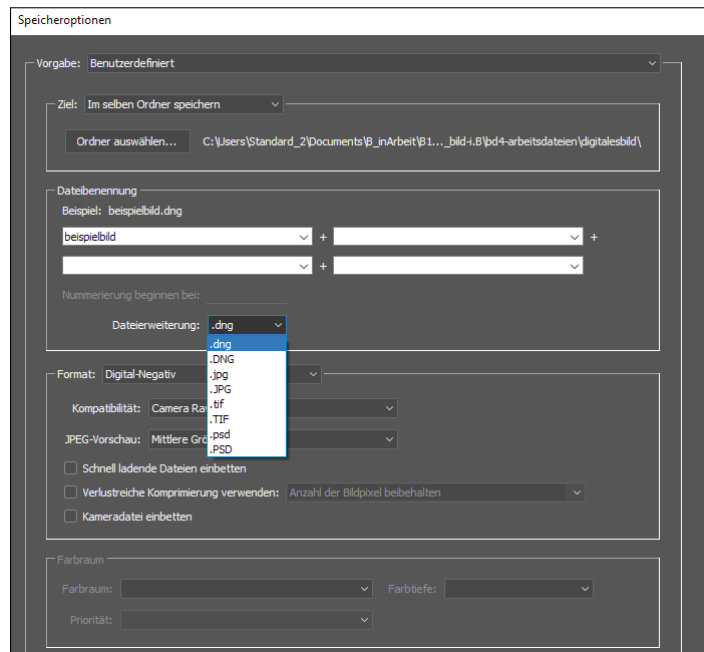
- Anspruchsvolle Fotografie
- Nachbearbeitung aller Einstellungsgrößen in maximaler Qualität

EXIF

In RAW-Dateien können Metadaten als EXIF-Informationen gespeichert werden.

Speicher- und Konvertieren-Optionen in Photoshop

Eine RAW-Bilddatei, z. B. *beispielbild.nef* (Nikon RAW-Format), öffnen Sie in Photoshop im Programmelement Camera Raw. Mit der Option *Bild speichern* öffnen Sie das Dialogfeld zur Konvertierung und Speicherung der Bilddatei.



Speichern- und Konvertieren-Dialog in Photoshop

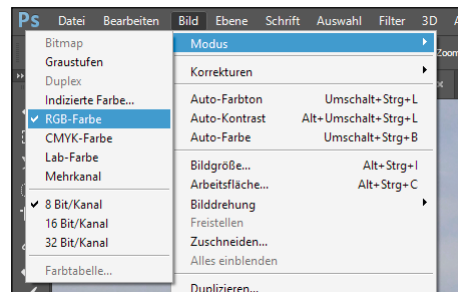
Farbmodus- und Farbtiefe-Dialog in Photoshop

2.4.3 PSD

PSD, Photoshop Document, ist das proprietäre Dateiformat von Adobe Photoshop.

Merkmale

- Alle Einstellungsgrößen wie Alpha-Kanäle, Einstellungsebenen und Filter werden gespeichert.
- Die Bilddatei wird als PSD verlustfrei gespeichert.
- Speicherung in unterschiedlichen Farbmodi und Farbtiefen möglich



- PSD-Dateien können direkt in anderen Adobe-Programmen, wie z. B. InDesign, platziert werden.

Anwendung

- Bildbearbeitung in Photoshop
- Austauschformat für Adobe CS- und



Speichern-Dialog in Photoshop

Speichern der Bilddatei mit Ebenen und dem ICC-Profil

CC-Programme und andere Bildbearbeitungsprogramme wie z. B. GIMP.

EXIF

In PSD-Dateien können Metadaten als EXIF-Informationen gespeichert werden.

Speicheroptionen in Photoshop

In Photoshop speichern Sie eine Datei als PSD unter: Menü *Datei* > *Speichern unter...* > *Photoshop*.

2.4.4 TIFF

TIFF, Tagged Image File Format, ist das klassische Bilddateiformat. Es wurde schon 1986 von der Firma Aldus entwickelt. Das TIF-Format wird von einigen Digitalkameras und fast allen Bildverarbeitungsprogrammen als Speicher- und Austauschformat unterstützt.

Merkmale

- Speicherung im RGB- oder CMYK-Modus, als Bitmap, Graustufen, indizierte Farbe und als Lab-Farbe
- Farbtiefe: 8 Bit, 16 Bit oder 32 Bit pro Farbkanal
- Speicherung von Farbprofilen
- Import und Export von TIFF-Dateien ist plattformunabhängig möglich.
- Die TIFF-Dateierweiterung ist *.tif oder *.tiff.
- Speicherung von Alphakanälen
- Speicherung von Ebenen
- Verlustfreie oder verlustbehaftete Komprimierung bei der Speicherung
- TIFF-Dateien können direkt in Grafik- und Layoutprogrammen platziert werden.

Anwendung

- Speicher- und Austauschformat in der Bildverarbeitung
- Austauschformat zur Platzierung von

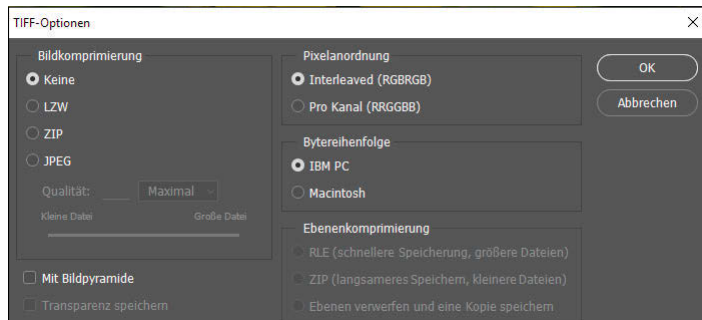
Bilddateien in Layoutprogrammen der Druckvorstufe

EXIF

In TIFF-Dateien können Metadaten als EXIF-Informationen gespeichert werden.

Speicheroptionen in Photoshop

In Photoshop speichern Sie eine Datei als TIFF unter: Menü *Datei > Speichern unter... > TIFF*.



TIFF-Optionen beim Speichern einer TIFF-Datei in Photoshop

- Austauschformat zur Platzierung von Bild- und/oder Grafikdateien in Layoutprogrammen der Druckvorstufe

2.4.5 EPS

EPS, Encapsulated Postscript, ist ein auf PostScript basierendes Dateiformat für Pixel- und Vektordaten. Das Dateiformat wurde 1987 von Adobe und Aldus entwickelt und ist bis heute eines der Basisdateiformate in der Printmedienproduktion.

Merkmale

- Speicherung im RGB- oder CMYK-Modus
- Farbtiefe: 8 Bit pro Farbkanal
- Speicherung von Farbprofilen
- Speicherung von Rasterungseinstellungen
- Speicherung der Druckkennlinie
- Speicherung mit Beschneidungspfad
- Import und Export von EPS-Dateien ist plattformunabhängig möglich.
- Die EPS-Dateierweiterung ist *.eps.
- Keine Speicherung von Alphakanälen
- Keine Speicherung von Ebenen
- Verlustfreie Komprimierung bei der Speicherung
- EPS-Dateien können direkt in Grafik- und Layoutprogrammen platziert werden.

Anwendung

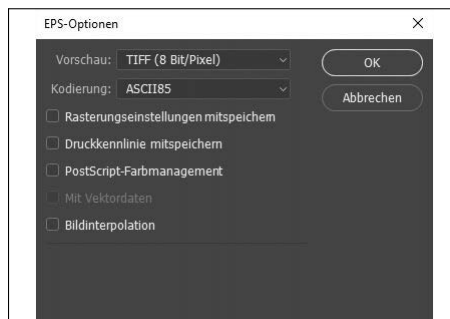
- Speicher- und Austauschformat in der Bild- und Grafikverarbeitung

EXIF

In EPS-Dateien können keine Metadaten als EXIF-Informationen gespeichert werden.

Speicheroptionen in Photoshop

In Photoshop speichern Sie eine Datei als EPS unter: Menü *Datei > Speichern unter... > Photoshop EPS*.



EPS-Optionen beim Speichern einer EPS-Datei in Photoshop

2.4.6 GIF

GIF, Graphics Interchange Format, wurde als Grafik- und Bildformat für das Internet entwickelt. Mit GIF können auch Bild-für-Bild-Animationen erstellt werden (Animated GIF).

Merkmale

- Speicherung der Farbinformation als indizierte Farbe
- Farbtiefe: 8 Bit, ein Farbkanal
- Import und Export von GIF-Dateien plattformunabhängig
- Die GIF-Dateierweiterung ist *.gif.
- Verlustfreie Komprimierung
- Transparenz durch die Festlegung einer Transparenzfarbe
- Keine Speicherung von Alphakanälen
- Keine Speicherung von Farbprofilen
- Keine Speicherung von Ebenen
- Unterstützung durch alle aktuellen Webbrowser

Anwendung

- Platzierung von Pixelgrafiken in Digitalmedien

EXIF

In GIF-Dateien können keine Metadaten als EXIF-Informationen gespeichert werden.

Speicher- und Exportoptionen aus Photoshop

In Photoshop haben Sie mehrere Möglichkeiten, eine Bilddatei im GIF-Format abzuspeichern:

- Menü *Datei* > *Speichern unter...* > *GIF*
- Menü *Datei* > *Exportieren* > *Exportieren als...* > *GIF*
- Menü *Datei* > *Exportieren* > *Für Web speichern (Legacy)...*

2.4.7 PNG

PNG, Portable Network Graphics, wurde als Grafik- und Bildformat für das Internet entwickelt. Es bietet wesentliche Vorteile gegenüber JPEG und GIF. PNG gibt es in zwei Versionen: als PNG-8 mit 8 Bit Farbtiefe und maximal 256 Farben in einer indizierten Farbpalette und als PNG-24 mit 24 Bit Farbtiefe im RGB-

Modus. Durch Alphakanäle unterstützt das PNG-Format Transparenzen. Die Komprimierung von PNG-Dateien ist verlustfrei.

Merkmale

- Speicherung im RGB-Modus (PNG 24) oder als indizierte Farbe (PNG 8)
- Farbtiefe: 24 Bit (PNG-24) mit drei Farbkanälen oder 8 Bit (PNG-8) mit einem Farbkanal
- Import und Export von PNG-Dateien plattformunabhängig
- Die PNG-Dateierweiterung ist *.png.
- Verlustfreie Komprimierung
- Transparenz durch die Speicherung von Alphakanälen
- Speicherung von Farbprofilen
- Keine Speicherung von Ebenen
- Unterstützung durch alle aktuellen Webbrowser

Anwendung

- Platzierung von Bildern und Pixelgrafiken in Digitalmedien
- Screenshots unter Windows

EXIF

In PNG-Dateien können keine Metadaten als EXIF-Informationen gespeichert werden.

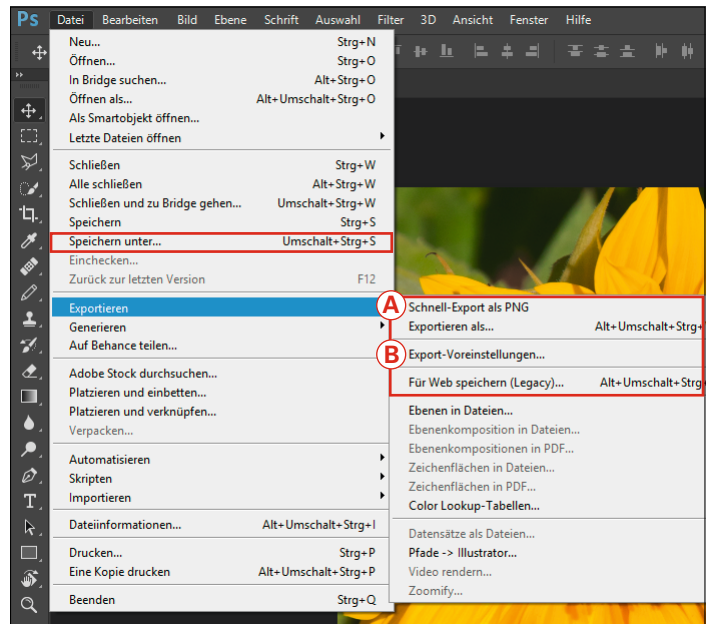
Speicher- und Exportoptionen aus Photoshop

In Photoshop haben Sie mehrere Möglichkeiten, eine Bilddatei im PNG-Format abzuspeichern:

- Menü *Datei* > *Speichern unter...* > *PNG*
- Menü *Datei* > *Exportieren* > *Exportieren als...* > *PNG*
- Menü *Datei* > *Exportieren* > *Für Web speichern (Legacy)...*

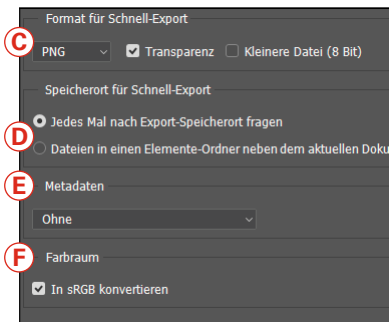
2.4.8 JPEG-, PNG- und GIF-Dateien speichern

Um Bilder in den Dateiformaten PNG, JPEG oder GIF zu speichern, bietet Photoshop mehrere Möglichkeiten. Die altbekannte Option ist Menü *Datei > Exportieren > Für Web speichern (Legacy)...* Der Begriff Legacy (engl. Erbe) zeigt an, dass diese Option von Adobe zwar noch unterstützt, aber nicht mehr weiterentwickelt wird. Aktuell sind die Optionen Menü *Datei > Exportieren > Schnell-Export als...* oder Menü *Datei > Exportieren > Exportieren als...* die Funktionen, um Bilddateien für Digitalmedien zu optimieren und zu speichern. Sie können dort Zeichenflächen, Ebenen, Ebenengruppen oder Photoshop-Dokumente im PNG-, JPEG-, GIF- oder SVG-Format exportieren. SVG als Vektorformat natürlich nur für Vektorobjekte und Schrift.

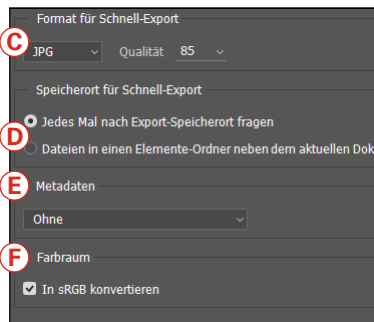


Making of ...

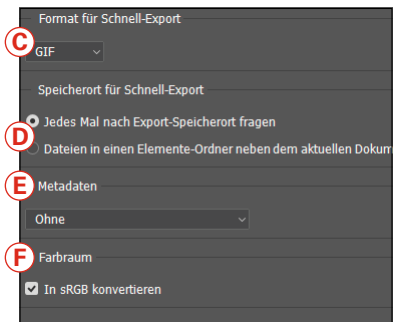
- 1 Wählen Sie das Zielformat **C**
 - PNG: Die aktivierte Option Transparenz speichert die Datei mit 32 Bit Datentiefe, d.h. die drei Farbkanaäle für Rot, Grün und Blau sowie einen Alphakanal für die Transparenz. Die Option 8Bit reduziert die Datei auf einen Farbkanal mit 256 indizierten Farben.



Export-Voreinstellungen... PNG



Export-Voreinstellungen... JPG



Export-Voreinstellungen... GIF

- JPG: Mit der Einstellung der Qualität legen Sie den Grad der Komprimierung fest. Je höher der Wert, desto geringer ist die Komprimierung und desto höher ist die optische Bildqualität.
- GIF: Für dieses Dateiformat bietet der Schnell-Export keine spezifischen Einstellungen.

Die weiteren Optionen sind für alle Dateiformate dieselben.

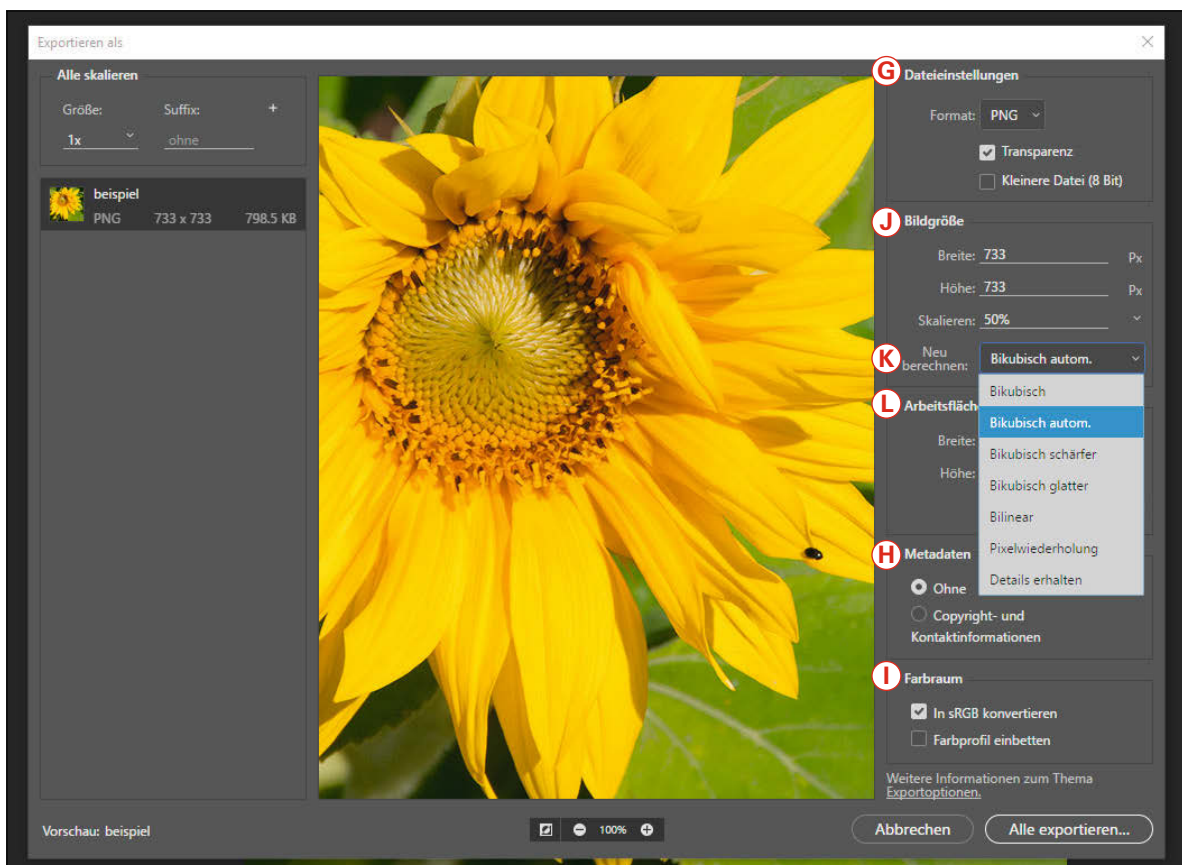
- 2 Legen Sie die Option für den Speicherort fest **D**.

- 3 Wählen Sie, ob die Datei mit oder ohne Metadaten gespeichert wird **E**. Die Metadaten können Sie unter Menü *Datei > Dateieinstellungen...* eingeben.

- 4 Als letzte Option wählen Sie, ob die Datei beim Export in den sRGB-Farbraum konvertiert wird **F**.

Exportieren als...

Die Optionen Dateieinstellungen **G**, Metadaten **H** und Farbraum **I** sind dieselben wie in den Export-Voreinstellungen für den *Schnell-Export*. Darüber hinaus



Exporteinstellungen

bietet die Option *Exportieren als...* zusätzliche Möglichkeiten der Bildmodifikation und -optimierung beim Export der Datei.

Making of ...

- 1 Treffen Sie die Einstellungen für das Dateiformat **G**, Die Metadaten **H** und den Farbraum **I** analog zu den Exporteinstellungen für den Schnell-Export.
- 2 Überprüfen und ändern Sie ggf. die Einstellungen für die Bildgröße **J** und die Arbeitsfläche **L**.
- 3 Wählen Sie eine Resampling-Methode **K**, wenn Sie die Bildgröße ändern.
 - Bikubisch: Komplexe Berechnung benachbarter Pixel führt zu weichen Ton- und Farbwertabstufungen, für Vergrößerungen
 - Bikubisch automatisch: Wählt automatisch die für das Bild geeignete bikubische Methode aus.
 - Bikubisch schärfer: Basiert auf bikubisch, bessere Scharfzeichnung, für Verkleinerungen
 - Bikubisch glatter: Basiert auf bikubisch, glatte Verläufe, für Vergrößerungen
 - Bilinear: Fügt Pixel durch die Mittelwertbildung der Farbwerte der umgebenden Pixel hinzu, für Vergrößerungen, schnelle Berechnung
 - Pixelwiederholung: Pixel werden bei Vergrößerungen repliziert, für Grafiken geeignet
 - Details erhalten: Priorität auf Beibehaltung von Bilddetails und Bildschärfe
- 4 Exportieren Sie die Bilddatei mit *Alle exportieren...*



PNG

- Links: 24 Bit, 296 KB
- Mitte: 32 Bit, mit Transparenz, 354 KB
- Rechts: 8 Bit, bikubisch automatisch, 97 KB

JPG

- Links: Qualität 100, 188 KB
- Mitte: Qualität 50, 49 KB
- Rechts: Qualität 0, 17 KB

GIF

- Links: bikubisch, 119 KB
- Mitte: bilinear, 119 KB
- Rechts: Pixelwiederholung, 119 KB

2.5 Bildkomprimierung

Beim Speichern einer Bilddatei im Bildverarbeitungsprogramm werden für die einzelnen Dateiformate verschiedene Komprimierungstechniken angeboten.

- **LZW – Lempel-Ziff-Welch**
Verlustfreie Komprimierung von 24- und 32-Bit-Farbbildern und Grafiken sowie indizierten Dateien mit bis zu 256 Farben in den Dateiformaten TIFF, PDF und GIF.
- **JPEG – Joint Photographic Experts Group**
Verlustbehaftete Komprimierung für 24- und 32-Bit-Farbbilder, die von den Dateiformaten JPEG, TIFF und PDF unterstützt wird.
- **CCITT – Consultative Committee for International Telephone and Telegraph**
Verlustfreie Komprimierung für Schwarzweißbilder im Format PDF, keine Graustufen
- **ZIP**
ZIP steht für *.zip, die Dateiendung von mit spezieller ZIP-Software komprimierten Dateien. Die drei Buchstaben ZIP stehen für Zipper, englisch für Reißverschluss.
Die ZIP-Komprimierung von Dateien und Bildern in den Formaten TIFF und PDF ist verlustfrei.

2.5.1 JPEG-Komprimierung

Das Dateiformat und das Komprimierungsverfahren haben beide den Namen des Gremiums, das sie entwickelt hat, der Joint Photographic Experts Group. JPEG ist das am weitesten verbreitete Bilddatei- und Komprimierungsverfahren für Bilder im Internet. JPEG wird aber auch als reines Komprimierungsverfahren in anderen Dateiformaten wie PDF und TIFF eingesetzt. Die Komprimierung erfolgt in mehreren Schritten, die automatisch nacheinan-

der abgearbeitet werden. Die Stärke und damit die Qualität der Komprimierung können Sie im Speichern- oder Export-Dialog der Bildbearbeitungssoftware einstellen.

Konvertierung der Bildfarben

Als erster Schritt der Komprimierung werden die Farben des Bildes in den YUV-Farbraum oder den YCbCr-Farbraum konvertiert. In beiden Farbräumen wird die Helligkeit (Luminanz) von der Farbinformation (Chrominanz) getrennt gespeichert. Der Helligkeitsbetrag Y errechnet sich entsprechend dem Helligkeitsempfinden der drei Zapfen aus 60 % Grünanteil, 30 % Rotanteil und 10 % Blauanteil. Die Farbwerte werden über die Differenz vom Blauwert zur Helligkeit und dem Rotwert zur Helligkeit beschrieben.

YUV-Farbwerte

$Y = 0,299R + 0,587G + 0,114B$
$U = 0,493 (B - Y)$
$V = 0,877 (R - Y)$

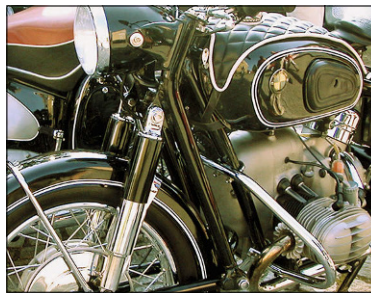
Subsampling der Farbanteile

Das menschliche Auge ist für Helligkeitsunterschiede weit empfindlicher als für Farbunterschiede. Deshalb werden nach der Konvertierung die Farbwerte in ihrer Auflösung nach unten skaliert, d. h., mehrere Farbwerte werden gemittelt und dieser neue Farbwert dann gespeichert. Die Helligkeitswerte bleiben unverändert. Bei einer Subsamplingrate von 4:1:1 bleibt der Helligkeitswert. Der jeweilige U- und der V-Wert von vier Pixeln ist zu einem Wert gemittelt.

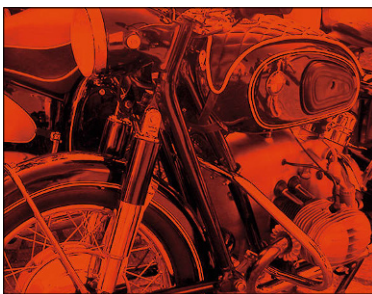
Blockbildung

Das Bild wird in 8 x 8 Pixel große Blöcke aufgeteilt und im JPEG-Format gespeichert.

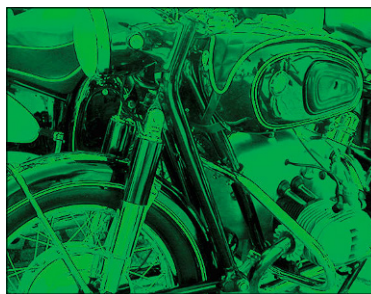
Farbkonvertierung und Subsampling



Vorlage RGB



R



G



B



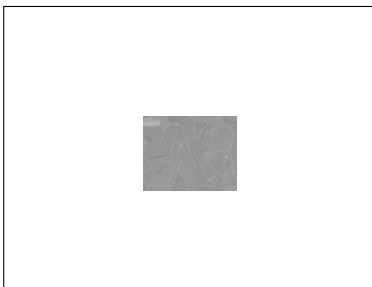
V



Y



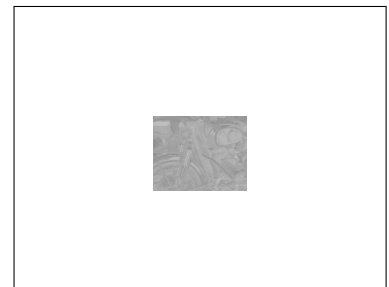
U



V – Subsampling 1



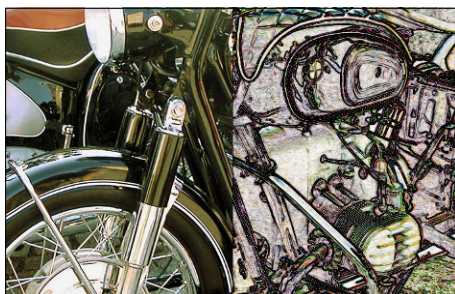
Y – Subsampling 4



U – Subsampling 1

Diskrete Kosinustransformation und Quantifizierung

Bildmotive haben meist wenig markante Kanten oder hohe Detailkontraste. Diese Bildbereiche gelten in der diskreten Kosinustransformation als hochfrequente Anteile und werden im Gegensatz zu den niederfrequenten Flächen stark reduziert gespeichert. Bei einer hohen Kompressionsrate führt dies zu deutlich sichtbaren Artefakten. Die Quantifizierung basiert auf einer



Konturenwerte

Quantifizierungstabelle, in der das Helligkeits- und Farbempfinden des menschlichen Auges berücksichtigt ist.

Bildzeile	Muster	Wörterbucheintrag	Index
		0FF F0F	256
		F0F FF0	257
		FF0 0FF	258
		0FF F0F 0F0	259
		0F0 0F0	260
		0F0 0FF	261
Gespeicherte Zeile 00FFFF FF00FF FFFF00 <259> 00FF00 <259>			

Prinzip der LZW-Komprimierung

Durch die Art und Stärke der Quantifizierung wird wesentlich die Qualität des komprimierten Bildes beeinflusst, da durch die heutigen Systeme bei der Decodierung diese Bilder nicht vollständig in der ursprünglichen Qualität wieder hergestellt werden können.

Huffman-Codierung

Die Komprimierung nach der Huffman-Codierung wurde von dem amerikanischen Informatiker David A. Huffman entwickelt. Das Prinzip der Huffman-Codierung beruht auf der Annahme, dass die Werte in einer zu codierenden Datenmenge ungleichmäßig in ihrer Häufigkeit verteilt sind. Die häufigsten Werte werden mit dem kürzesten Binärcode bezeichnet. Die seltensten Werte haben den längsten Binärcode. Die Häufigkeitsverteilung der Ton- bzw. Farbwerte erfolgt über ein Histogramm.

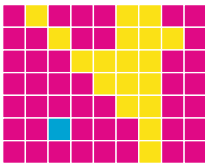
2.5.2 LZW-Komprimierung

LZW steht für die Anfangsbuchstaben der Nachnamen der drei Entwickler dieses Komprimierungsverfahrens, Lempel, Ziv und Welch. Das LZW-Verfahren arbeitet verlustfrei. Es beruht auf der Idee, dass sich bestimmte Muster in der Abfolge von Pixeln wiederholen. Bei der Komprimierung wird von der Software eine Musterbibliothek angelegt. Dort werden beim ersten Auftreten die Muster jeweils gespeichert. Tritt ein Muster ein weiteres Mal auf, dann wird nur noch der Bibliotheksindex des Musters gespeichert.

2.5.3 RLE-Komprimierung

RLE, Run Length Coding oder auf Deutsch die Lauflängencodierung, ist das einfachste verlustfreie Komprimierungsverfahren. Bei der

Laufänglencodierung wird nicht jedes einzelne Pixel gespeichert, sondern gleichfarbige Pixel in einer Bildzeile werden zusammengefasst. Es wird lediglich die Anzahl der Pixel und deren gemeinsamer Farbwert gespeichert.

Bildzeilen	Lauflänge	Zeile
	1 1 3 2 2	1
	2 1 2 3 1	2
	3 4 2	3
	4 3 2	4
	5 2 2	5
	2 1 2 1 2	6
	6 1 2	7

Prinzip der Laufänglencodierung

2.5.4 PNG-Komprimierung

PNG, Portable Network Graphics, wurde als lizenzfreie Alternative zum GIF entwickelt. Das PNG-Format besitzt ein eigenes komplexes Kompressionsverfahren zur verlustfreien Komprimierung. Da PNG außerdem 1- bis 64-Bit-Bilder unterstützt, ist es eine gute Alternative zu GIF und zu JPEG. 64-Bit-Bilder sind RGBA-Bilder, d. h. 16 Bit pro Kanal für RGB plus ein Alphakanal.

PNG wird heute von allen Browsern unterstützt und die etwas größeren Dateien sind im DSL-Zeitalter sicherlich auch kein Argument mehr gegen die Verwendung von PNG.

Filterung

Vor der eigentlichen Komprimierung wird das Bild mit verschiedenen verlustfreien Filtern nacheinander gefiltert.

- *Sub-Filter*
Differenz zwischen einem Pixel und dem links von ihm stehenden Pixel
- *Up-Filter*
Differenz zwischen einem Pixel und dem in der darüberliegenden Zeile stehenden Pixel
- *Average-Filter*
Differenz zum Mittelwert des linken und des oberen Pixels
- *Paeth-Filter*
Differenz zum linken, schräg links oberen und oberen Pixel

Deflate-Komprimierung

Der Deflate-Algorithmus ist eine Kombination aus der LZ77-Komprimierung von Lempel und Ziv und der Huffman-Komprimierung. Das vorgefilterte Bild wird mit der Deflate-Komprimierung komprimiert und gespeichert.



JPEG Maximum (RGB, 384 KB)



LZW (RGB, 940 KB)



PNG-24 (RGB, 674 KB)

2.6 Aufgaben

1 Auflösung und Farbtiefe erklären

Erklären Sie die beiden Begriffe

- a. Auflösung,
- b. Farbtiefe.

a.

b.

2 Artefakte erkennen

Was sind Artefakte in digitalen Bildern?

3 Anzahl der Farben berechnen

Wie viele Farben kann ein Bild im RGB-Modus maximal enthalten?

4 Anzahl der Bits berechnen

Wie viele Bit pro Pixel sind notwendig, um 256 Tonwerte abspeichern zu können?

5 EXIF kennen

Was versteht man unter EXIF-Informationen?

6 Dateiformate vergleichen

Worin unterscheiden sich Bilder im JPEG- von Bildern im RAW-Format? Nennen Sie zwei wesentliche Unterschiede.

7 JPEG kennen

Für was steht die Abkürzung JPEG?

8 RAW kennen

Welche Bedeutung haben die drei Buchstaben RAW?

9 Geometrische Bildgröße berechnen

Berechnen Sie die Breite und Höhe eines Bildes in Millimeter bei einem Pi-

xelmaß von 2560 Pixel x 1920 Pixel und einer Auflösung von 240 Pixel/Zoll.

10 Farbenzahl berechnen

Berechnen Sie die Anzahl der Farben/Kanal bei einer Farbtiefe von 16 Bit.

11 Einheiten zur Bezeichnung der Bildauflösung kennen

Mit welchen Maßeinheiten wird die Auflösung eines digitalen Bildes bezeichnet?

12 Qualitätsfaktor berechnen

- Wie groß ist der Qualitätsfaktor bei digitalen Halbtonbildern?
- Welche Auflösung muss ein digitales Bild haben, das mit 70 L/cm gedruckt wird?

a.

b.

13 Bildergröße festlegen

In welchem Verhältnis stehen Bildpixel und Bildschirmpixel bei der Anzeige digitaler Medien auf dem Monitor?

14 Datentiefe, Farbtiefe erklären

Erklären Sie den Begriff Datentiefe.

15 Farbmodus erläutern

Welche Bildeigenschaft wird durch den Farbmodus bestimmt?

16 RGB-Farbwerte erklären

Wie sind die Farben eines digitalen Bildes im RGB-Modus definiert?

17 Bildgrößenänderung einstellen

Nennen Sie Bildparameter, die Sie bei der Bildgrößenänderung in Photoshop modifizieren können.

18 Auflösung berechnen

Mit welcher Auflösung muss eine Halbtonvorlage gescannt werden, die auf 300% vergrößert und dann im 60er Raster gedruckt wird?

Digitales Bild

Bildgestaltung - Bildbearbeitung - Bildtechnik

Bühler, P.; Schlaich, P.; Sinner, D.

2017, X, 109 S. 190 Abb., 170 Abb. in Farbe., Softcover

ISBN: 978-3-662-53892-0