Zeitschrift: Fotointern : digital imaging
Herausgeber: Urs Tillmanns
Band: 3 (1996)
Heft: 17

Artikel: Elektronische Fotografie (Teil III) : Auflösung von A bis Z
Autor: Padeste, Romano
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-980004

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Elektronische Fotografie (Teil III): Auflösung von A bis Z

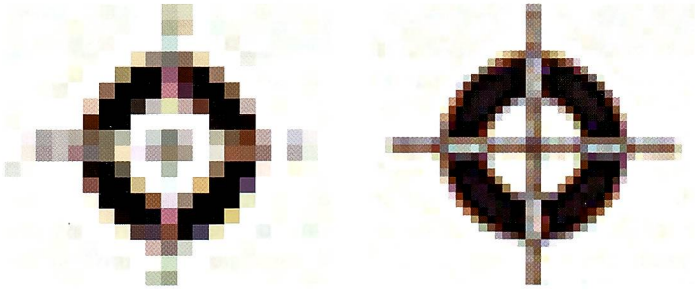
Anders als bei der konventionellen Silbersalzfotografie kann der Einstieg in die elektronische Fotografie noch mit recht hohen Investitionen verbunden sein. Auch wenn ein Computer für die Bildbearbeitung bereits vorhanden sein sollte, will der Kauf von Eingabe- und Ausgabegeräten gut überlegt sein. Je nach Verwendungszweck können die Investitionen zwischen ein paar hundert bis zehntausende von Franken betragen. Entscheidendes Kriterium ist dabei das Auflösungsvermögen der entsprechenden Geräte. Der nachfolgende Artikel soll dazu eine Orientierungshilfe bieten.

Um den Entscheid für ein bestimmtes Kameramodel fällen zu können, sollten zuerst einmal die folgenden zwei Fragen geklärt werden:

- Was soll mit der Kamera fotografiert werden?
- Wozu werden die Bilder anschliessend verwendet werden?

Die erste Frage hat einen Einfluss auf die mögliche Bauweise der Kamera (Scanner-Kameras sind beispielsweise für bewegte Gegenstände ungeeignet), die zweite Frage hat einen Einfluss auf das zu erwartende Preissegment.

Ein Beispiel: Eine Agentur, die Einfamilienhäuser an Käufer vermittelt, entscheidet sich, eine Datenbank einzurichten, womit alle Daten über die Objekte bequem abgerufen werden können. Bestandteil der Datenbank sollen auch Bilder der Objekte sein, die dem Kunden am Monitor gezeigt werden können. In diesem Fall dürfte selbst das Auflösungsvermögen einer einfachen «Point & Shoot»-Kamera ausreichen. Das Auflösungsvermögen des Ausgabegerätes (Monitor) ist nämlich mit 72 dpi äusserst gering. Entscheidet sich dieselbe Agentur jedoch dazu, dass dem Kunden ein ansprechender Papierausdruck mit nach Hause gegeben wird, sieht die Sache bereits anders aus. In jedem Fall gilt jedoch:



Diese stark vergrösserten Ausschnitte aus einer Reproduktion zeigen deutlich das durch mangelndes optisches Auflösungsvermögen der Kamera verursachte Aliasing. Beim rechten Ausschnitt war die Auflösung doppelt so hoch wie beim linken. Obwohl immer noch sichtbar, wurde das Aliasing durch die höhere Auflösung deutlich verringert.

Auflösungsvermögen des Ausgabegerätes sowie maximales Ausgabeformat bestimmen das benötigte Auflösungsvermögen der Kamera.

Nyquist-Kriterium und Qualitätsfaktor

Das Nyquist-Kriterium besagt, dass bei Aufnahmen mit digitalen Kameras die Auflösung von feinen Details nur dann möglich ist, wenn die räumliche Frequenz des Sensors doppelt so gross ist wie die der abzubildenden Details. Mit anderen Worten, soll z. B. eine dunkler Punkt auf hellem Grund abgebildet werden, so sind für den Punkt auf der Bildebene der Kamera horizontal und vertikal mindestens je zwei Pixel nötig, um eine saubere Wiedergabe zu gewährleisten; andernfalls entstehen Pixel mit falschen Farben (sogenanntes Aliasing). Damit ist schon einmal klar, dass für Aufnahmen mit feinen Details, wie zum Beispiel Reproduktionen, nur hochauflösende Kameras verwendet werden sollten.

Streng genommen lässt sich das Nyquist Kriterium auch auf Ausgabegeräte anwenden; man spricht in diesem Zusammenhang vom Qualitätsfaktor. Demzufolge müssten pro Rasterpunkt auf dem Papier in jeder Richtung mindestens zwei Pixel in der Datei vorhanden sein (sind jedoch mehr Pixel vorhanden, so führt dies zu keiner Qualitätsverbesserung des Ausdrucks). Damit lässt sich berechnen, wie gross ein vorhandenes Bild maximal ausgedruckt werden kann. Dazu wird die Formel 1 im untenstehenden Kästchen verwendet. Eine Datei von 480 x 640 Pixel lässt sich mit einem Raster von 50 lpi (Linien pro Inch) demzufolge bis zu einer maximalen Grösse von 4,8 x 6,4 Inch (12,2 x 16,3 cm) abbilden. Praktische Untersuchungen haben gezeigt, dass der Qualitätsfaktor 2 bei feinen Rastern (über 150 lpi) etwas grosszügig berechnet ist, und dass man mit einem Faktor 1,4 noch gut genug bedient ist.

Ist dagegen die Ausgabegrösse vorgegeben, lässt sich anhand der Formel 2 die notwendige Dateigrösse bestimmen.

Angefügt sei hier noch, dass man beim Anwenden der Formeln Vorsicht walten lassen sollte bezüglich der verwendeten Masseinheiten, damit nicht Zentimeter und Inch vermischt werden. Ausserdem sind die Formeln bestimmt für Drucksysteme, die mit regelmässigen Rastern arbeiten. Auf die übrigen Systeme wer-

1 Maximale Ausgabegrösse = Dateigrösse / (Rasterweite x 2)*

oder allgemein:
Maximale Ausgabegrösse = Dateigrösse / (Rasterweite x Qualitätsfaktor)

* Dateigrösse in Pixel, Rasterweite in lpi, Ausgabegrösse in Inch (")

2 Ausgabegrösse x Rasterweite x Qualitätsfaktor = benötigte Dateigrösse*

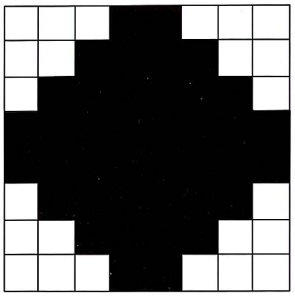
z. B.: 5" x 50 lpi x 2 = 500 Pixel
7" x 50 lpi x 2 = 700 Pixel

* Ausgabegrösse in Inch ("), Rasterweite in lpi, Dateigrösse in Pixel

den wir am Ende dieses Artikels noch kurz eingehen.

Raster: auf den Punkt gebracht

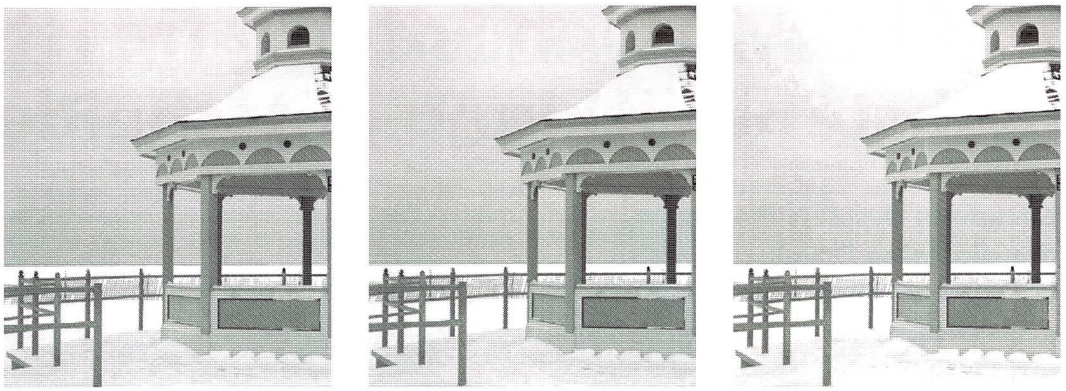
Herkömmliche Druckprozesse wie der Offset-Druck, aber auch Laserdrucker kennen keine Grautöne, sie können nur Schwarz oder kein Schwarz (bzw. Farbe oder keine Farbe) drucken. Um dennoch verschiedene Graustufen darstellen zu können,



Schematische Darstellung einer Matrix von 8 x 8 Elementen zur Erzeugung eines Rasterpunktes. Mit einer 8 x 8 Matrix kann ein Rasterpunkt total 65 verschiedene Grauwerte darstellen.

werden die Bilder in regelmässige Raster mit unterschiedlichen Punktgrössen unterteilt. Ein kleiner Rasterpunkt gibt dann einen hellen Ton wieder, ein grosser Punkt einen dunklen Ton. Bei grossen Rasterweiten, wie sie etwa beim Zeitungsdruck verwendet werden, ist das Raster von blossem Auge zu erkennen. Wünschenswert wäre aber sicher ein möglichst feines Raster – stellt sich also die Frage: Welche Rasterweite kann mein Drucker wiedergeben?

Rasterpunkte verschiedener Grösse werden auf dem Laserdrucker dadurch erzeugt, dass eine Anzahl kleinster Teilpunkte zusammengesetzt werden. Wird ein 50 lpi Raster auf einem 400 dpi Laserdrucker ausgedruckt, so stehen für einen Rasterpunkt horizontal und vertikal je 8 Elemente zur Verfügung (total 8 x 8 = 64 Elemente). Da der Drucker jedes Element einzeln ansteuern kann, sind 65 verschiedene Werte für den Rasterpunkt erzeugbar (alles weiss, ein Element schwarz, zwei Elemente schwarz, etc., 64 Elemente schwarz). Kurz, es können so maximal 65 Grauwerte erzeugt werden – das ist so etwa das Minimum, was noch zu einem annehmbaren Halbtonbild führt. Bei einem 300 dpi Drucker stehen bei gleicher Rasterweite dagegen nur 36 (6 x 6) Elemente zur Verfügung, was 37 Graustufen ergibt. Bei der Wiedergabe eines sanften Verlaufs führt diese mangelhafte Abstufung zu unschönen Posterisierungseffekten (Banding). Dies kann nur mit der Verringerung der Rasterfrequenz (z. B. auf 37 lpi) vermieden werden.



Mangelndes Auflösungsvermögen des Druckers bzw. zu feine Rasterweite führt bei der Wiedergabe von Halbtonbildern zu Posterisierung (Banding). Für diesen Vergleich wurde die Wiedergabe mit (vlnr.) 256, 65 und 37 Graustufen simuliert. Die Rasterweite beträgt bei allen drei Abbildungen 50 lpi.

Halbton-Drucksysteme

Eine Ausnahme bilden all jene Drucksysteme, die effektiv Halbtöne wiedergeben können, insbesondere Thermosublimationsdrucker und fotografische Verfahren. In gewissem Sinne können dazu auch jene Drucker gezählt werden, die mit Random-Dither-Verfahren (der zufälligen Verteilung kleinster Punkte) arbeiten. Für die Berechnung der maximalen Ausgabegrösse hier wird, da eine konventionelle Rasterweite entfällt, das Auflösungsvermögen des Druckers in die oben erwähnte Formel eingesetzt und der Qualitätsfaktor gleich 1 gesetzt.

Der besseren Grauwertwiedergabe steht allerdings ein gröberes Raster gegenüber.

Die eingangs gestellte Frage lässt sich also folgendermassen beantworten: Eine sinnvolle Grenze für verwendbare Rasterweiten liegt dort, wo noch 65 Graustufen abgebildet werden können. Dazu ist eine Matrix von 8 x 8 Elementen nötig – die maximale Rasterweite, die auf einem Drucker gewählt werden sollte errechnet sich mit Formel 3.

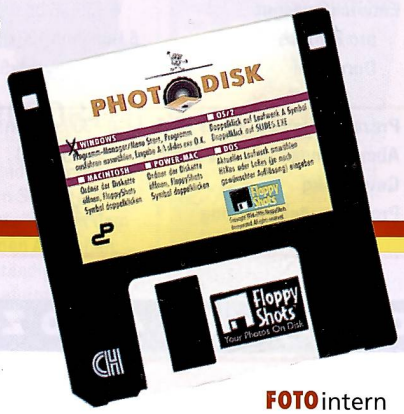
3 Auflösungsvermögen des Druckers / 8 = maximale Rasterweite*

* Auflösungsvermögen in dpi, Rasterweite in lpi

Romano Padeste

Gewinnen Sie neue Kunden mit einem neuen Service!

***PhotoDisk**, das ideale Produkt für Ihren Einstieg ins Home-PC-Bildergeschäft!*
Fotos einkleben ist out, mit Fotos im Computer sind den kreativen Ideen Ihrer Kunden keine Grenzen gesetzt.
Wenn auch Sie in Zukunft Computer-Kids zu Ihren Kunden zählen wollen, bieten Sie zu jedem Filmauftrag die PhotoDisk als Zusatz an.



Pro Ciné Colorlabor

Pro Ciné Colorlabor AG
Holzmoosrütistrasse 48
8820 Wädenswil
Tel. 01 783 71 11, Fax 01 780 69 41