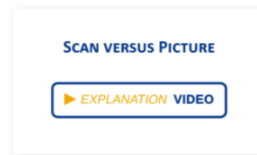


# Buchscanner-Einkaufsführer

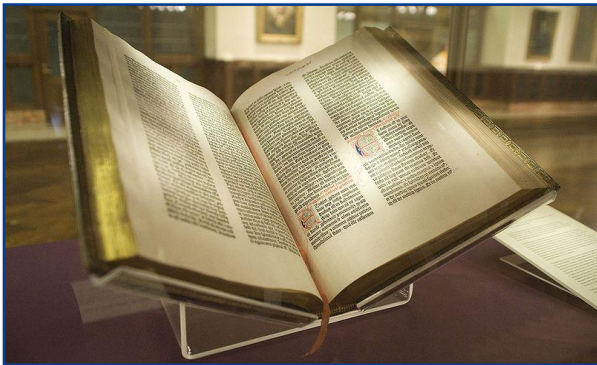
Werden Digitalkameras jemals die Scanner ersetzen?



Dieser **Book Scanner Buyer's Guide** wird von Image Access, dem weltweiten Marktführer im Bereich Buchscanner, herausgegeben. Image Access stellt verschiedene Modelle von Buchscannern sowie andere Scanner her und verfügt über mehrere Jahrzehnte Erfahrung in der erfolgreichen Entwicklung von Scantechnologien.

Der Leser wird verstehen, was von verschiedenen Scantechnologien zu erwarten ist und er wird auch verstehen, welche Art von Ergebnissen von einer Digitalkamera erwartet werden können. Viele der Fachbegriffe und deren Erklärungen können auch in Wikipedia und anderen Quellen nachgelesen werden und wir ermutigen den Leser ausdrücklich, unsere Aussagen zu überprüfen.

## Bücher scannen



Buchscanner sind anders als alle anderen Dokumentenscanner, weil Bücher keine ebene Oberfläche haben. Mechanisch sind Bücher ein Alptraum in der Handhabung, und wenn sie von den heutigen Ingenieuren neu erfunden würden, kämen sie in einer Endlosform wie Film, wahrscheinlich in zwei kleine Röhren gerollt. Wenn dies der Fall wäre, gäbe es überhaupt keinen Bedarf für einen speziellen Buchscanner.

Leider hat Johannes Gutenberg nicht an Scanner gedacht, als er vor rund 600 Jahren das Buch in seiner heutigen Form erfand, daher ist es unumgänglich, sich mit der speziellen Mechanik eines Buches vertraut zu machen.

Obwohl es möglich ist, ein Buch auf einem Flachbettscanner zu scannen, indem man es flach gegen die Glasplatte drückt, kann dies den Buchrücken beschädigen und ist nicht wirklich der richtige Weg, um ein Buch zu scannen. Wir empfehlen dringend, einen Buchscanner zu verwenden, der ein geöffnetes Buch von oben scannt, so wie Sie es normalerweise lesen.

Es wurden verschiedene Buchwippen und andere Halterungen entwickelt, die alle ihre Vor- und Nachteile haben. Da die mechanischen Auswirkungen auf ein Buch für jeden, der einen Buchscanner physisch, in einem Video oder sogar in einer Broschüre sieht, offensichtlich sind, haben wir davon abgesehen, diese Aspekte zu analysieren. Stattdessen wollen wir uns auf die subtileren Eigenschaften von Buchscannern konzentrieren, die auch anfälliger für irreführende oder falsche Informationen sind.



Der Buchscanner-Markt wird von drei großen Anbietern, **Image Access, I2S und Zeutschel**, dominiert, aber auch viele kleine Firmen versuchen, ihren Anteil zu ergattern. Zum Leidwesen des Kunden behaupten einige dieser Firmen sehr unrealistische Spezifikationen für ihre Geräte und schrauben die Erwartungen über die Grenzen hinaus, die durch die heutigen Erkenntnisse der modernen Physik definiert sind.

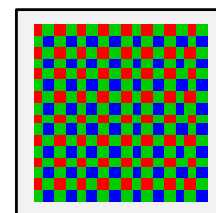
In den letzten Jahren haben einige Anbieter Digitalkameras auf ein Stativ montiert und mit einem Bildschirm ausgestattet, um mit echten Buchscannern zu konkurrieren. Sie nennen ihre digitalen Kamerasysteme auch "Buchscanner", was sie nicht sind, da ein Scanner ein Dokument scannt und eine Digitalkamera ein Bild aufnimmt. Dies hat zu einer gewissen Verwirrung auf dem Markt geführt und die Absicht dieses Dokuments ist es, die verschiedenen Techniken und ihre Auswirkungen auf die Bildqualität, die Handhabung von Büchern und die erwartete Lebensdauer unvoreingenommen zu erklären.

Die Absicht dieses **Buchscanner-Kaufführers** ist es, bestimmte technische Begriffe und ihre Auswirkungen auf Qualität, Geschwindigkeit und Handhabung des Buchscannens auf unvoreingenommene Weise zu erklären. Die zweite Absicht ist es, einfach zu verwendende Messwerkzeuge und Tabellen zur Verfügung zu stellen, um die Auflösung, die Anzahl der Pixel in den Kameras und andere Faktoren zu bestimmen, die notwendig sind, um die gewünschte Qualität zu erreichen.

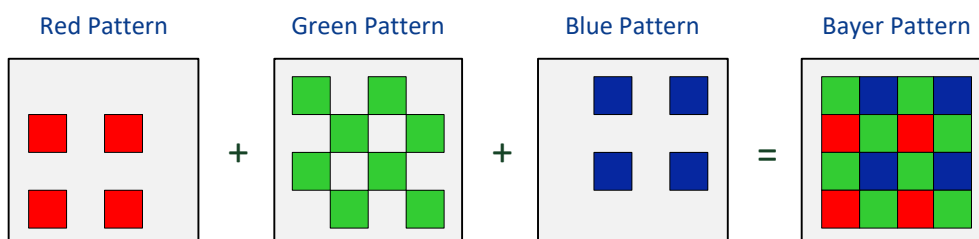
## Digital-Kameras

Digitalkameras verwenden Flächen-CCDs, die aus vielen extrem kleinen Pixeln bestehen, die mit einem **Bayer-Muster** bedeckt sind, das aus zwei grünen, einem roten und einem blauen Pixel besteht, die in einem Quadrupel angeordnet sind. Dadurch verringert sich die Auflösung für den grünen Kanal um den Faktor zwei und für den roten und blauen Kanal um den Faktor vier. Ihre geringe Größe erhöht auch das Rauschen im Vergleich zu Zeilensensoren. Diese Flächen-CCD-Bildsensoren sind nicht für Scanner geeignet, da sie nicht scannen, sondern Bilder aufnehmen.

Bayer Pattern CCD



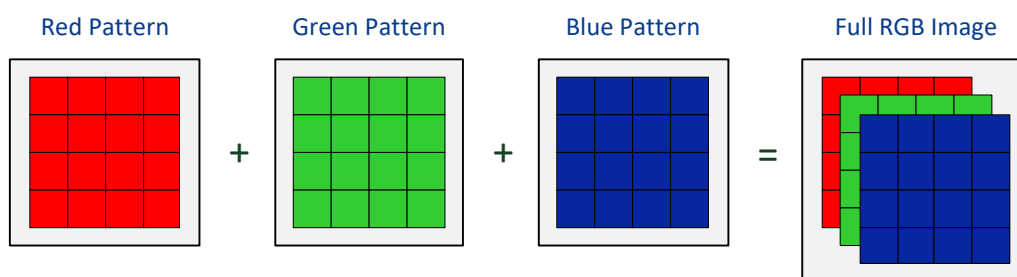
Die folgenden Diagramme zeigen, wie ein Bayer-Muster-Bild von einer Digitalkamera erzeugt wird.



Wenn ein Anbieter behauptet, einen "Scanner" mit einer One-Shot-Kamera, einer Matrixkamera oder einem Chip anzubieten, handelt es sich höchstwahrscheinlich um eine gewöhnliche Digitalkamera, die auf einen überbeuerten Rahmen montiert ist.

Eine Ausnahme gibt es von einem anderen Buchscanner-Anbieter. Sie verwenden einen hochauflösenden monochromen Sensor und machen **drei Belichtungen mit verschiedenen Filtern** vor dem Sensor. Bei jeder Belichtung werden alle Pixel verwendet und anschließend wie bei allen anderen gewöhnlichen Scannern zu einem vollen RGB-Bild zusammengesetzt. Da jede Belichtung einige Sekunden dauert, muss sichergestellt sein, dass absolut keine Bewegung des Objekts oder der Scannerkamera vorliegt, sonst stimmen die drei Bilder nicht überein. Das beste Modell dieses Herstellers verwendet 140MPixel-Chips, um eine Auflösung von 600dpi auf einer Fläche von DIN A2 zu erreichen.

Das folgende Diagramm zeigt, wie ein vollständiges RGB-Bild mit drei Aufnahmen mit roten, grünen und blauen Farbfiltern zusammengesetzt ist. **Nur drei aufgenommene Kameras** mit Farbfiltern haben die gleiche Qualität wie Scanner mit Zeilensensoren.



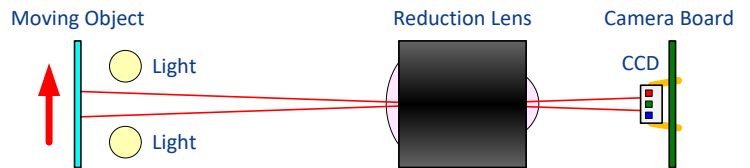
Es ist möglich, mit dieser Technik gute Ergebnisse zu erzielen, vorausgesetzt, das Buch ist völlig flach, was bedeutet, dass es gegen eine Glasplatte gedrückt wird.

Eine Digitalkamera ist so konzipiert, dass sie Bilder von Objekten in verschiedenen Entfernungen aufnimmt, wobei einige scharf, andere unscharf sind. Eine Digicam ist nicht dazu gedacht, einen Scanner zu ersetzen.

## Scanner

Die folgenden Firmen verwenden nur Zeilensensoren für ihre Scanner: Avision, Canon, Contex, Colortrac, Cruse, Epson, Fujitsu, Graphtec, HP, Image Access, Kip, Oce, Panasonic, IBML, Inotek, Microtek, Kodak, Ricoh, Rowe, Xerox, Zeutschel, keiner dieser Hersteller verwendet Digicam-Technologie für seine Scanner und dafür gibt es gute Gründe. Professionelle Scanner haben Linearsensoren, die nacheinander rote, grüne und blaue Linien von einem mit weißem Licht beleuchteten Dokument erfassen. Das Bild wird durch ein Objektiv verkleinert und auf den linearen CCD-Sensor projiziert. Das Objekt (Dokument) bewegt sich dabei synchron mit der Belichtung der CCD-Elemente. Bei einem Buchscanner kann sich das Kamera-Objektiv-System bewegen oder ein rotierender Spiegel tastet das Objekt ab und simuliert eine Bewegung.

Das rote Element wird eine Zeile eines Bildes erfassen, gefolgt von einem grünen Element und einem blauen Element. Nachdem der Computer diese Zeilen in die richtige Reihenfolge gebracht hat, besteht das Bild aus RGB-Werten in der vollen Auflösung ohne Bayer-Muster-Artefakte.



Trilinear CCD

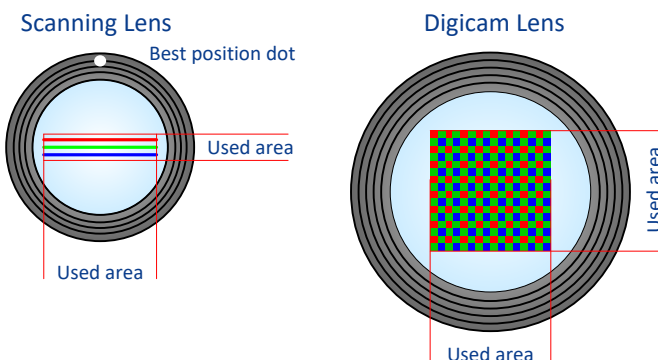


Trilineare Sensoren wandeln Licht auf ihrer Oberfläche in elektrische Signale um. Farbfilter für Rot, Grün und Blau auf drei aufeinanderfolgenden Reihen von CCD-Elementen sorgen für einen sehr hohen Farbumfang, der typisch für CCD-Scanner ist. Die Pixelgrößen für

hochwertige CCD-Sensoren sind ziemlich groß;  $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$  ist ein typischer Wert und die Größe ist wichtig. Größere Pixel helfen, Rauschen und andere bildverschlechternde Effekte zu reduzieren.

## Scanner-Objektive

Ein Pixel auf dem Original bei einer Auflösung von 600dpi hat eine Abmessung von  $64\mu\text{m} \times 64\mu\text{m}$ , daher muß bei CCD-Elementen von  $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$  ein Verkleinerungsobjektiv 1:6,4 verwendet werden. Daraus ergibt sich eine große Spurlänge mit einer großen Schärfentiefe. Fast alle Buchscanner verwenden heute eine Kamera, die aus einem Objektiv und einem zeilenförmigen CCD-Element besteht und so ausgerichtet ist, dass sich nur der Abstand zwischen diesen Elementen ändert, um den korrekten Fokus während des Sweeps über das Buch zu halten.



Die Qualität des Verkleinerungsobjektivs ist ein sehr wichtiger Faktor, der die Gesamtqualität des Abtastsystems beeinflusst, aber die Einschränkungen sind im Vergleich zu hochwertigen Digitalkameraobjektiven sehr viel geringer. Der Grund dafür ist die Tatsache, dass aufgrund der Beschaffenheit des Zeilensensors nur der mittlere Teil des Objektivs verwendet wird. Ein Digicam-Objektiv müsste nicht nur fast doppelt so groß im Durchmesser sein, es würde auch erhebliche Farbabweichungen,

geometrische Ungenauigkeiten wie Nadelkissenverzerrungen und einen Intensitätsverlust in den äußeren Ecken aufweisen. Scanner werden auch für die Qualitätskontrolle eingesetzt, weit über den Punkt hinaus, an dem nur ein Bild aufgenommen werden muss, daher ist die Präzision ein Schlüsselfaktor.

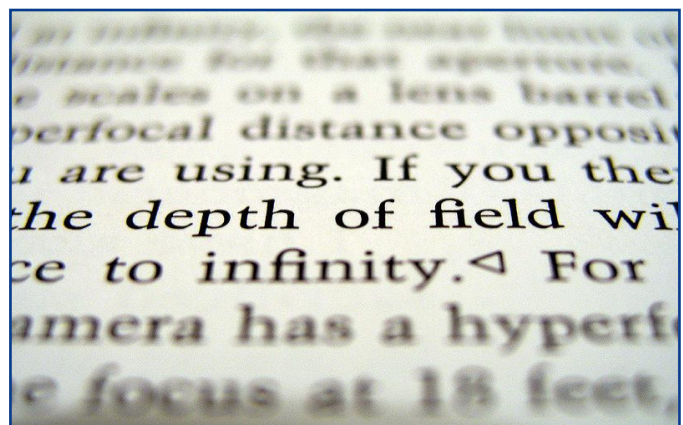
Ein "schönes Schließbild" ist kein Ersatz für einen präzisen Scan.

## Grundsätze der Abtastung

Bücher haben keine ebene Oberfläche, was es notwendig macht, entlang der gekrümmten Oberfläche des Buches zu scannen und dabei ständig die Brennweite anzupassen, um im Fokus zu bleiben. Es gibt zwei Möglichkeiten, ein Buch zu scannen, das typischerweise im Querformat auf dem Scannerbett ausgelegt ist. Eine Möglichkeit ist das Scannen von oben nach unten (oder umgekehrt) und die andere Möglichkeit ist das Scannen von links nach rechts (oder von rechts nach links). Beide Methoden haben ihre Vorteile, aber es gibt zwei markante Unterschiede: Die erforderliche Anzahl von Pixeln in der CCD-Kamera ist beim Scannen von oben nach unten höher als beim Scannen der kürzeren Kante. Der Faktor beträgt etwa 1:1,4, denn dies ist der Faktor zwischen der längeren und der kürzeren Kante eines aufgeschlagenen Buches im DIN-Format. Der andere Unterschied ist, dass der Scanner beim Scannen von oben nach unten eine kürzere Strecke zurücklegen muss und die Scanzeit kürzer ist.

Wenn ein Scanner in der Lage ist, von der Seite zu scannen und wenn er außerdem in der Lage ist, den Fokus und die Auflösung kontinuierlich anzupassen, während er sich über die gekrümmte Oberfläche bewegt, kann er so gebaut werden, dass er flache Dokumente, offene Bücher und sogar nicht vollständig geöffnete Bücher scannt, während er in einer V-förmigen Halterung ruht. Wenn ein Scanner von oben nach unten scannt, kann er dasselbe tun, mit der Ausnahme der Fähigkeit, flache und V-förmige Dokumente gleichzeitig zu scannen.

Einige Anbieter verwenden Digitalkameras und behaupten, dass diese auch Buchscanner sind, was natürlich nicht stimmt. Eine Digicam kann nur ein perfekt flaches Dokument abfotografieren und ist auch nicht gut für hochauflösende Schwarz-Weiß-Drucke geeignet. Um dies einigermaßen zu umgehen, verwenden diese Anbieter eine sehr lange Brennweite, wodurch ihre Scanner sehr hoch werden.



Eine andere Möglichkeit, diese Probleme zu kaschieren, ist die Verwendung billiger Chip-Kameras mit niedriger Auflösung, denn je niedriger die Auflösung, desto größer der Brennweitenbereich.

## Nutzlebensdauer

Buchscanner können über die Lebensdauer des Scanners mehr als 5 Millionen Scans erreichen. Digitalkameras geben deutlich vor 1 Million auf, Details finden Sie hier: [www.olegkikin.com/shutterlife](http://www.olegkikin.com/shutterlife).

Seien Sie sich bewusst, dass die Marketingabteilungen einiger Digicam-Hersteller kreativer sind als ihre Entwicklungsabteilungen. Wir haben Buchkameras gesehen, die mit **300.000.000** Belichtungszyklen beworben wurden, was einer typischen Lebenserwartung von 240 Jahren entspricht! Viele Kunden haben bereits ihre Kaufentscheidungen bereut, die auf veröffentlichten Spezifikationen oder sogar auf Angaben in offiziellen Ausschreibungen basierten, da einige dieser Spezifikationen sehr irreführend, wenn nicht sogar völlig falsch sind.

**Machen Sie den Verkäufer für seine Angaben verantwortlich. Fragen Sie vor dem Kauf nach Beispielscans mit der höchsten angegebenen Auflösung. Glauben Sie keine dpi oder Megapixel-Zahlen, bevor Sie sie nicht selbst überprüft haben.**

**Aber was ist Auflösung und wie viel Auflösung braucht ein bestimmtes Digitalisierungsprojekt? Dies ist eines der verwirrendsten Themen auf dem Buchscanner-Markt und das folgende Kapitel will die unvoreingenommene Wahrheit aus wissenschaftlicher Sicht erklären.**

## Bildschirmauflösung

Die heutigen TFT-Bildschirme haben 1600\*1200 Pixel bei 23" Diagonale oder vielleicht 1920\*1080 bei 24" Diagonale. Dies ergibt typischerweise eine Pixelauflösung von 96 Pixeln (eigentlich Triplets von roten, grünen und blauen Pixeln) pro Zoll. Lassen Sie uns für einen normalen Bildschirm 100dpi annehmen, um die folgenden Berechnungen zu vereinfachen.

Wenn Sie einen Scan, der mit einer Auflösung von 100dpi durchgeführt wurde, in seiner Originalgröße (1:1, jedes Pixel wird dargestellt) auf einem typischen TFT-Bildschirm anzeigen, entspricht er perfekt der Originalgröße. Bei 200dpi ist das Bild auf dem Bildschirm doppelt so breit und doppelt so groß wie das Original. Bei 400dpi wird es um den Faktor vier vergrößert. Mit diesem Wissen können Sie leicht eine schnelle Überprüfung der geometrischen Auflösung durchführen und sie mit der beworbenen vergleichen. Sie werden es vielleicht nicht glauben, aber einige Anbieter schummeln wirklich. Wir haben einen 150dpi-Scan gesehen, der als 400dpi beworben wurde, und in diesem speziellen Fall waren sogar die Dateieigenschaften gefälscht.

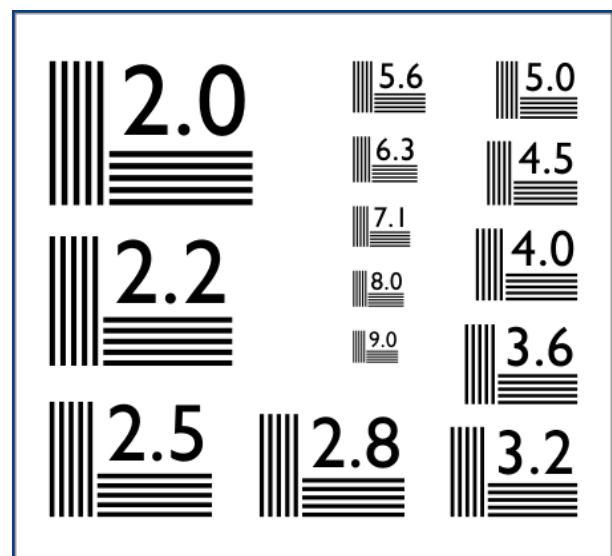
**Suchen Sie ein Detail im Originaldokument, das so groß ist wie die kürzere Kante Ihrer Visitenkarte, und messen Sie, ob dieses Detail auf dem Bildschirm bei einem 200dpi-Scan so lang ist wie die längere Kante Ihrer Visitenkarte, bei einem 300dpi-Scan 1,5 mal so lang und bei einem 400dpi-Scan doppelt so lang.**

## Scanner-Auflösung

Am verwirrendsten ist die Tatsache, dass der Begriff "Auflösung" in der digitalen Welt nicht mehr die Systemauflösung beschreibt, sondern die geometrische Auflösung der optischen Elemente, typischerweise der CCD-Elemente. Die geometrische Auflösung wurde im vorherigen Kapitel überprüft. Das Bild auf der vorigen Seite hat sowohl oben und unten als auch in der Mitte die gleiche geometrische Auflösung von 300dpi. Es wird deutlich, dass die Fähigkeit, "Details aufzulösen", in der Mitte gut, aber oberhalb und unterhalb der Brennebene schlecht ist.

Eine weithin akzeptierte Methode zur Bestimmung der tatsächlichen Systemauflösung ist die Verwendung verschiedener Auflösungsstestdiagramme. Eines der beliebtesten und einfach zu verwendenden Diagramme ist das rechts abgebildete. Dieses Linienpaar-Testtarget findet sich auf vielen anderen Testtargets wie dem CSTT-Testtarget von Image Access oder dem UTT-Testtarget (Universal Test Target) [www.universaltesttarget.com](http://www.universaltesttarget.com).

Das Ziel besteht aus verschiedenen Feldern mit fünf schwarzen Linien, die durch vier weiße Linien in verschiedenen Größen getrennt sind. Die Zahl 2,0 bedeutet zum Beispiel, dass es zwei Linienpaare (zwei schwarze und zwei weiße) pro Millimeter gibt.



Andere Testziele werden verwendet, um Variationen der Beleuchtung, der Grautonbalance, der Farbtreue und der geometrischen Verzerrungen zu testen. Eine objektive Messung kann sowohl mit Werkzeugen von Drittanbietern wie Image Engineering, als auch mit Werkzeugen von Buchscanner-Anbietern wie Image Access durchgeführt werden. Von keinem der Digitalkamera-Anbieter, die behaupten, Buchscanner zu produzieren, ist bekannt, dass sie eine automatische Qualitätskontrolle über das UTT-Testchart oder andere Charts unterstützen.

Um die **Systemauflösung** eines Scanners **in dpi** zu bestimmen, sollten Sie eine Testvorlage wie die oben abgebildete scannen. Ein hochwertiges, papierbasiertes Target wie das CSTT von Image Access ist bis zu 6,0 Linienpaaren pro mm gut genug, oberhalb dieses Wertes muss ein hochauflösendes, filmbasiertes Target verwendet werden, um korrekte Ergebnisse zu erhalten. Um Sampling-Effekte zu vermeiden, die Moiré-Artefakte erzeugen können, sollte das Testtarget in einem Winkel von 45° ausgerichtet werden. Betrachten Sie den Scan in seiner Originalgröße (1:1) und versuchen Sie, die schwarzen Linien zu zählen. Merken Sie sich z. B. die Zahl 4,0, bei der Sie noch sicher sind, dass Sie genau fünf Linien sehen, nicht mehr oder weniger. Die folgende Tabelle setzt diesen Wert in die reale Systemauflösung um. Versuchen Sie es auch an den äußeren Rändern eines Dokuments, da diese tendenziell eine geringere Auflösung haben, insbesondere wenn es sich nicht um einen Scan, sondern nur um ein Bild von einer Digicam handelt.

LP/mm	System dpi	Testobjekt abtasten
2,0	100	Hochwertiger Druck (Image Access CSTT oder UTT)
3,0	150	Hochwertiger Druck (Image Access CSTT oder UTT)
4,0	200	Hochwertiger Druck (Image Access CSTT oder UTT)
5,0	250	Hochwertiger Druck (Image Access CSTT oder UTT)
6,0	300	Hochwertiger Druck (Image Access CSTT oder UTT)
7,0	350	Hochwertiger Druck (Image Access CSTT oder UTT)
8,0	400	Hochwertiger Druck (Image Access CSTT oder UTT)
10,0	500	Filmbasiertes Target erforderlich (UTT)
12,0	600	Filmbasiertes Target erforderlich (UTT)

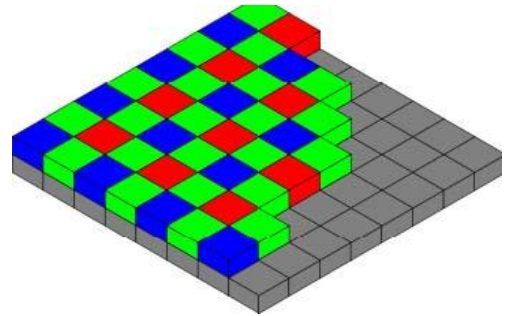
Ermitteln Sie die Zahl, bei der Sie noch fünf schwarze Linien zählen können, multiplizieren Sie den Wert mit 50 und Sie erhalten die Systemauflösung in dpi. Ignorieren Sie jeden höheren Wert in Werbematerialien, Versprechungen des Verkaufspersonals und technischen Daten.

## Effizienz der Probenahme

Sampling-Effizienz ist eine andere Art, sich dem gleichen Thema zu nähern; der Vergleich der tatsächlichen Auflösung. Ein Scanner hat eine Auflösung von 300 dpi, was bedeutet, dass wir 6,0 Linienpaare pro mm sehen sollten. Wenn wir nur 4,0 Linienpaare pro mm sehen (Digitalkameras zeigen sogar weniger als das), beträgt die Abtasteffizienz  $4,0/6,0 = 66\%$ . Je höher der Abtastwirkungsgrad ist, desto besser ist das optische System insgesamt. Ein Wert über 80% ist hoch genug, um behaupten zu können, dass die geometrische Auflösung nahe an der realen Auflösung liegt. Digitalkameras liegen oft unter 60%, was im Grunde bedeutet, dass die tatsächliche Auflösung irgendwo zwischen 50% und 70% der behaupteten Auflösung liegt.

## Auflösung der Digitalkamera

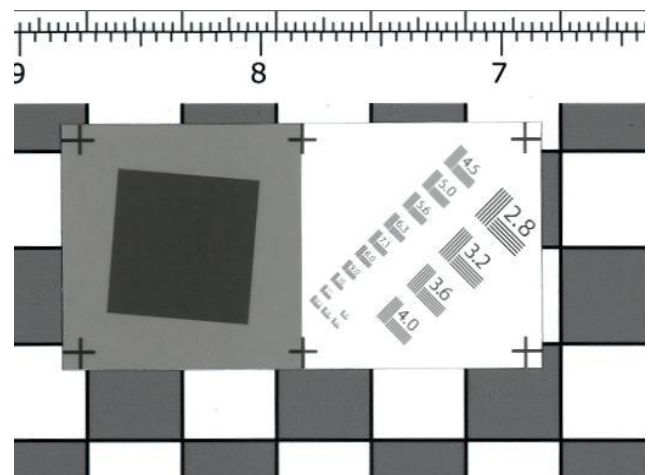
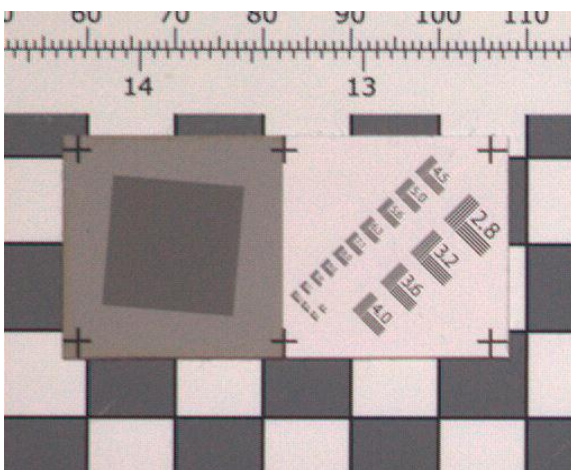
Digitalkameras wurden nicht erfunden, um **Scanner zu ersetzen**. Ihr Zweck ist es, **Bilder** von dreidimensionalen Objekten zusammen mit anderen Objekten **aufzunehmen**. Da es nur eine Brennebene gibt, sind viele der Objekte auf einem typischen Bild, das mit einer Digitalkamera aufgenommen wurde, ohnehin unscharf, was zu einer geringeren Gesamtschärfe führt als bei der Aufnahme mit einem Scanner. In einem typischen Bild befindet sich der interessierende Bereich irgendwo in der Nähe der Mitte, was die Tatsache verdeckt, dass das Objektiv an den Rändern des Bildes an Schärfe, geometrischer Genauigkeit und Farbtregistrierung verliert.



Ein Scanner tastet nacheinander Rot, Grün und Blau ab und erzeugt geometrisch einwandfreie RGB-Pixel.

Alle Digitalkameras haben ein **Bayer-Muster**, das die effektive Auflösung für den grünen Kanal auf die Hälfte und für den roten und blauen Kanal auf ein Viertel reduziert. Die Pixel müssen in der Software interpoliert werden, was noch mehr Artefakte erzeugt.

Das Bild auf der linken Seite unten stammt von einem Digitalkamerasystem, das rechte Bild von einem echten Buchscanner. Beide sind nur mit 200dpi gescannt, weil dies die maximale Auflösung ist, die die Digitalkamera unterstützt. Der Hersteller nennt es einen Buchscanner, aber wenn Sie die beiden Bilder vergleichen, wird der Unterschied deutlich. Das linke Bild ist unscharf und voller Artefakte. Es hat auch einen sehr hohen Rauschpegel, was typisch für Low-End-Digicams mit ihrer extrem kleinen Pixelgröße ist. Viele Digitalkameras versuchen, das Rauschen zu glätten und opfern noch mehr Details, was für das Scannen von Dokumenten inakzeptabel ist.



**Bild** von einer book2net\*-Digicam      **Scan** von einem Bookeye 4-Scanner

Die Unfähigkeit, gerade Schwarz-Weiß-Linien zu erzeugen, macht es auch für jede OCR-Software sehr schwer, den verschwommenen Text zu erkennen.

Eine Digitalkamera ist kein Scanner. Sie ist dafür ausgelegt, Bilder von Objekten in variablen Abständen aufzunehmen, während ein Scanner dafür ausgelegt ist, ein Dokument in einem sehr genau definierten Abstand zu scannen und dabei gestochen scharfe Bilder zu erzeugen.



## Dokumentgröße

Normale Blatteinzugsscanner haben eine feste maximale Dokumentenbreite und eine einigermaßen unbegrenzte Dokumentenlänge. Das liegt daran, dass ein Scanner ständig zeilenweise Bilder aufnimmt, solange sich das Dokument vor seiner Zeilenkamera bewegt. Er "tastet" das Dokument zeilenweise ab, im Gegensatz zum "Abfotografieren". Technisch gesehen gibt es keinen Unterschied zwischen einem System, das das Dokument bewegt, und einem System, das die Kamera bewegt, obwohl das zweite normalerweise in der Länge begrenzt ist.

Buchscanner haben eine maximale Belegbreite und -länge, die üblicherweise im DIN-Format angegeben wird. Da sie einen festen Bereich scannen, sollte der Leser die tatsächliche Größe des Scanbereichs sorgfältig abschätzen. Die Marketingabteilung eines Anbieters, dessen Scanner nur 20 % mehr als A3 scannt, hat sich den Begriff "fast DIN A2" ausgedacht.

Nachdem Sie, wie im vorherigen Kapitel beschrieben, die geeignete Systemauflösung bestimmt haben, müssen Sie die maximale Größe des zu scannenden Dokuments angeben. Je größer ein Quelldokument ist, desto mehr Pixel werden benötigt. Die folgende Tabelle zeigt die Anzahl der erforderlichen Pixel für einen Scanner, der entlang der längeren Kante eines Dokuments scannt, und für einen Scanner, der entlang der kürzeren Kante eines Dokuments scannt. Der erste benötigt weniger Pixel und mehr Zeit, der zweite benötigt mehr Pixel und weniger Zeit.

Einige Anbieter verwenden Digitalkameras und behaupten, dass diese auch Scanner sind, was nicht stimmt. Alle Digitalkameras haben eine einzige Fokusebene und können daher nur von einem perfekt flachen Dokument ein hochauflösendes Bild aufnehmen, und ein Buch ist niemals perfekt flach. Die Unmöglichkeit, den Fokus während eines Scans zu verstellen, macht es zwingend erforderlich, dass die Kamera und das Objekt genau senkrecht zueinander stehen.

Dennoch haben wir in der folgenden Tabelle die Megapixel-Anforderungen für Digicams aufgeführt. Ein Pixel wird durch einen Rot-, Grün- und Blauanteil definiert. Im Falle der Digicam hat ein Pixel einen Grün- und einen Rotanteil, wobei der Blauanteil interpoliert wird, oder einen Grün- und einen Blauanteil, wobei der Rotanteil interpoliert wird.

	A0 /E-Größe	A1 / D-Größe	A2 / C-Größe	A3 / B-Format	A4 / Brief
Scannen von links nach rechts <b>200dpi</b>	3 x 6700	3 x 4700	3 x 3400	3 x 2400	3 x 1700
Scan von oben nach unten	3 x 9400	3 x 6700	3 x 4700	3 x 3400	3 x 2400
Digicam	124 Mpixel	62 Mpixel	31 Mpixel	16 Mpixel	8 Mpixel
Scannen von links nach rechts <b>300dpi</b>	3 x 10000	3 x 7100	3 x 5000	3 x 3600	3 x 2500
Scan von oben nach unten	3 x 14100	3 x 10000	3 x 7100	3 x 5000	3 x 3600
Digicam	279 Mpixel	140 Mpixel	70 Mpixel	35 Mpixel	18 Mpixel
Scannen von links nach rechts <b>400dpi</b>	3 x 13300	3 x 9400	3 x 6700	3 x 4700	3 x 3400
Scan von oben nach unten	3 x 18800	3 x 13300	3 x 9400	3 x 6700	3 x 4700
Digicam	496 Mpixel	248 Mpixel	124 Mpixel	62 Mpixel	31 Mpixel
Scannen von links nach rechts <b>600dpi</b>	3 x 19900	3 x 14100	3 x 10000	3 x 7100	3 x 5000
Scan von oben nach unten	3 x 28100	3 x 19900	3 x 14100	3 x 10000	3 x 7100
Digicam	1116 Mpixel	558 Mpixel	279 Mpixel	140 Mpixel	70 Mpixel

**Hinweis:** Wenn ein Hersteller die Hälfte der Pixelanzahl angibt, als in der obigen Liste angegeben ist, zählt er alle roten, grünen und blauen Pixel zusammen und interpoliert die fehlenden zwei Farben pro Pixel. Mit anderen Worten: 1/3 der Pixel sind real und 2/3 sind interpoliert. In der obigen Tabelle wird davon ausgegangen, dass 2/3 der Farbinformationen eines Pixels echt sind und nur 1/3 interpoliert wird, was immer noch weniger Qualität ist, als ein Scan erzeugen kann.

Einige Hersteller behaupten, dass sie mit ihren 30-Megapixel-Digicams DIN-A2-Bilder mit 400dpi erfassen können, aber die obige Tabelle beweist, dass sie falsch liegen, denn dafür sind mindestens **124 Megapixel** erforderlich. Bei 600dpi können die größten heute erhältlichen Digicam-Sensoren, die Tausende von US-Dollar oder Euro kosten, nur ein Bild im Format DIN A4 erzeugen, was für ernsthaftes Scannen von Büchern viel zu klein ist.

**Alle Buchscanner haben hochauflösende Zeilenkameras, sonst würden sie nicht Scanner genannt werden. Wenn ein Anbieter mit einer Digicam behauptet, an typische Scannerauflösungen von 300dpi und mehr heranzukommen, prüfen Sie die obige Tabelle und finden Sie die Wahrheit heraus.**

## Geschwindigkeit und Belichtung

Der Scanvorgang macht mehrere tausend Bilder pro Sekunde und ist daher sehr unempfindlich gegenüber Unregelmäßigkeiten in der Bewegung des Dokuments, Vibrationen usw. Scanner-Kameras beleuchten nur den kleinen Bereich, den sie tatsächlich scannen, mit einem hochwertigen, intensiven Licht, das im Gegenzug qualitativ hochwertige, rauscharme Bilder liefert. Typische Belichtungszeiten liegen im Bereich von 250µs bis 1.500µs. Hochauflösende "Standbild"-Digicams hingegen haben Belichtungszeiten in der Größenordnung von ein paar Sekunden, was sie sehr empfindlich gegenüber allen möglichen Bewegungen der Kamera, des Buches, des Benutzers und sogar des Bodens des Raumes macht, in dem die Digicam installiert ist.

Auch die Lichtmenge ist ein qualitätsbestimmender Faktor. Einige Anbieter behaupten, dass ihre Scanner überhaupt kein Licht benötigen und daher kein Infrarot- und UV-Licht aussenden. Während die zweite Aussage offensichtlich richtig ist, ist die erste irreführend. Diese Scanner verlassen sich für den Scanvorgang vollständig auf das Umgebungslicht, vergleichbar mit einer Fotoaufnahme mit einer Digicam ohne Blitz. Jeder weiß, dass das Ergebnis eines solchen Fotos sehr unvorhersehbar ist, was Farbbalance, Rauschen, Reflexionen und so weiter angeht.

Gute Buchscanner verfügen über eine eigene, gut kontrollierte, hochwertige Lichtquelle. Das Lichtniveau muss im Bereich des Interesses hoch sein und sollte nichts außerhalb dieses Bereichs beleuchten. Die hohe Beleuchtungsstärke des Scanners ist notwendig, um das "gute Licht" des Scanners auf ein Niveau zu heben, das viel höher ist als das Umgebungslicht, so dass es alle durch das Umgebungslicht eingebrachten Unvollkommenheiten überlagert. Die Lichtquelle des Scanners sollte typischerweise 10 - 20 Mal heller sein als das Umgebungslicht, wodurch die Empfindlichkeit gegenüber dem unkontrollierten Umgebungslicht auf ein nicht sichtbares Niveau gesenkt wird.

Gleichzeitig sollten alle Bereiche, die gerade nicht gescannt werden, nur einer begrenzten Lichteinwirkung ausgesetzt werden, um die Bücher und den Scannerbediener zu schützen. Buchscanner, die sich an diese Regeln halten, verfügen über einen beweglichen Lichtbalken aus hochintensivem LED-Licht, der beim Scannen über die Oberfläche des Buches streicht. Die Lichtintensität wird während des Scannens so gesteuert, dass das Buch auch bei unterschiedlichen Abständen und Winkeln perfekt ausgeleuchtet wird. Die Buchscanner der großen Marktteilnehmer arbeiten alle mit einem beweglichen Lichtbalken.

**Ein moderner Buchscanner verwendet einen beweglichen Lichtbalken, der durch hochwertige LEDs erzeugt wird. Ein Gerät, das den gesamten Scanbereich auf einmal oder gar nicht beleuchtet, ist höchstwahrscheinlich kein Scanner, sondern eine überteuerte Digitalkamera.**

## Bits, Dichte und Rauschen

Der wohl größte Irrglaube über Scannertechnologie ist der über die Bittiefe pro Farbe, auch Farbauflösung genannt. Das erste, was Sie sich merken sollten, ist, dass Bittiefe und Dynamikbereich NICHT dasselbe sind. Sie hören sich zwar ähnlich an, sind es aber nicht, und dieser Unterschied soll hier erklärt werden. Die meisten Scanner haben heute mindestens 30 Bit Farbtiefe und viele haben eine Farbtiefe von 36, 42 oder 48 Bit. Mehr Bits werden benötigt, um numerische Werte zu halten, die einen besseren Dynamikbereich enthalten. Während die beiden Faktoren oft miteinander in Verbindung gebracht werden, gibt es noch eine zweite Anforderung. Für einen besseren Dynamikbereich sind ein hochwertiger, rauscharmer CCD-Sensor und eine entsprechende (d.h. teure) Elektronik erforderlich. Die Tatsache, dass ein Scanner behauptet, 48 Bit Farbtiefe zu haben, hat nichts mit seiner tatsächlichen optischen Dichte zu tun. Es bedeutet nur, dass 16 Bit A/D-Wandler verwendet werden.

Die folgende Tabelle zeigt die theoretische maximale Dichte für verschiedene Bittiefen. Wenn diese Werte in einem Scanner-Spezifikationsblatt zu finden sind, können Sie sie getrost komplett außer Acht lassen, da sie nur die Größe des Containers, nicht aber den Inhalt angeben.

Bits gesamt	Binäre Schritte	Maximale Dichte (kein Rauschen)	Maximale Dichte (1bit Rauschen)
30	1024	3.0	2.7
36	4096	3.6	3.3
42	16384	4.2	3.9
48	65536	4.8	4.5

Material	Maximale Dichte
Zeitungsdruck	< 1.8
Reflektierendes fotografisches Papier	2.0
Bester Druck auf Papier	2.6
Beste Filmtransparente	3.2

Die Dichtebereiche der realen Welt sind viel niedriger als erwartet. Die Tabelle links listet Dichtebereiche für verschiedene Materialien auf

Die Botschaft ist klar: 36 Bit Auflösung können alle numerischen Werte aufnehmen, die notwendig sind, um den Dichtebereich darzustellen, den man bei den besten Filmtransparenten findet. Ein größerer Container, 42 oder 48 Bit, ist eine Verschwendung, insbesondere weil die Verarbeitung von mehr Daten jedes System verlangsamt. Einige Systeme können mehr als 36 Bit Auflösung verwenden, um in einem späteren Verarbeitungsschritt eine Helligkeits- und Gammakorrektur in der Software zu ermöglichen, aber das bedeutet nicht, dass auch die Dichte steigt.

Viel wichtiger als die Farbtiefe ist der Rauschpegel des Systems. Moderne Buchscanner haben Zeilenkameras mit großen Pixeln bis zu 10\*10µm, die viele Photonen sammeln können, bevor sie gesättigt sind. Mehr Photonen bedeuten weniger Rauschen. Wenn die Pixelgröße halbiert wird, verdoppelt sich das Rauschen, ein Problem, mit dem alle hochauflösenden Digicams zu kämpfen haben. Heute sind die Pixel einer Digicam nur noch ein Zehntel so groß wie bei einer Zeilenkamera und es ist eine Menge Rechenarbeit nötig, um ein halbwegs anständiges Bild aus ihnen herauszuholen. Das alte Sprichwort "größer ist besser" trifft auf CCD-Elemente voll zu.

**36 Bit Farbauflösung ist mehr als genug für einen Buchscanner. Alles, was darüber liegt, mag in einer Broschüre attraktiv aussehen, ist aber nutzlos. Wichtiger sind die Beleuchtungsstärke und die Pixelgröße.**