

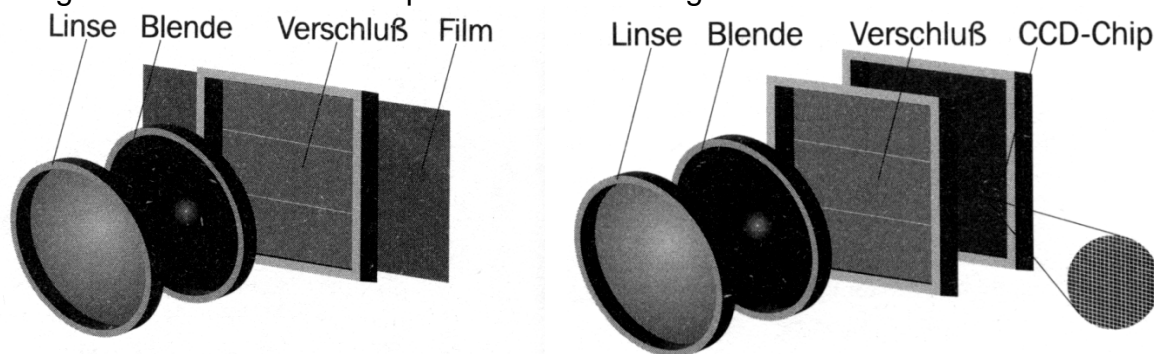
Digitale Kameras



1. Aufbau und Funktion einer CCD-Kamera

Eine Digitalkamera ist kaum mit einer analogen Kamera zu vergleichen. Betrachtet man die Arbeitsweise, ähnelt sie eher einer Videokamera, die jeweils nur ein Bild aufnimmt.

Digitalkameras sehen zwar häufig ähnlich aus wie ihre analogen Gegenstücke, aber sie funktionieren völlig anders. Ein wesentlicher Grund dafür ist: Beide Aufnahmetechniken nutzen zwar eine Blende sowie eine Linse bzw. ein Linsensystem, allerdings werden die Aufnahmen bei Digitalkameras nicht auf einem Film, sondern in digitaler Form auf einem Speichermedium festgehalten.



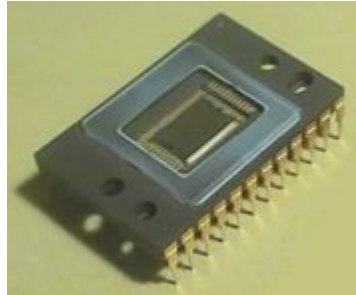
Herkömmliche Kamera

Digitalkamera

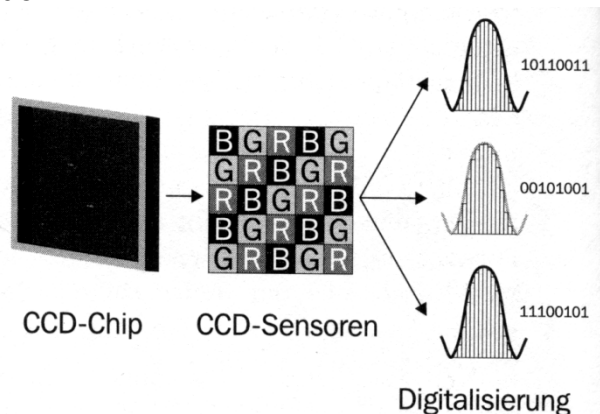
Das Herz einer Digitalkamera verbirgt sich hinter der Blende. Hier befindet sich der CCD-Chip, ein lichtempfindliches Halbleiterelement, das aus vielen winzigen Silizium-Dioden besteht. Trifft das Licht auf diesen Sensor, laden sich die einzelnen Pixel elektronisch auf. Diese Ladungen werden als elektronisches Spannungssignal ausgelesen und in einen AD-Wandler in digitale Helligkeitswerte umgesetzt. Erzielten beispielsweise die ersten für den Massenmarkt produzierten Modelle lediglich eine Auflösung von etwa 300.000 Pixel, sind bereits seit Anfang 1999 2.x Mio.-Pixel-Kameras und mehr keine Seltenheit mehr. Konnten bei den ersten Modellen so gut wie keine Aufnahmeparameter verändert werden, bieten neueste Digitalkameras mittlerweile fast ebenso viele Einstelloptionen wie analoge Kompakt- und Spiegelreflexmodelle.

Weil allerdings nicht die gesamten Informationen eines Bildes vom CCD-Chip aufgezeichnet werden können, ist eine intelligente Software notwendig, um die nicht erfassten Werte zu errechnen. Anschließend wird das rekonstruierte Digitalbild im Kameraspeicher abgelegt. Die Kombination von CCD-Chip, Software und Speichermedium ersetzt den Dia- bzw. Negativfilm.

2. CCD-Chip



Das Herz der Digitalkamera ist der etwa fingernagelgroße CCD-Chip. Auf dieser winzigen Fläche befinden sich bei hochwertigen Modellen über 1.300 x 1.700 Fotodioden



Der Name CCD steht für „charge-coupled device“. Es handelt sich um einen lichtempfindlichen Sensor, der in der Lage ist, Licht über einen längeren Zeitraum zu sammeln und zu speichern. Sobald Photonen auf die Sensor Oberfläche treffen, werden im CCD-Chip Elektronen abgegeben und in den Zellen des CCD-Chips gespeichert. Je mehr Photonen auf ein Pixel treffen, desto mehr Elektronen werden frei. Ein CCD-Chip besteht aus Halbleitermaterial, welches entsprechend gefertigt wurde um auf den Einfall von Licht zu reagieren.

Würden sämtliche CCD-Sensoren in gleicher Weise auf den Lichteinfall reagieren könnte die Digitalkamera lediglich Schwarzweißfotos aufnehmen. Farbfähigkeit wird dadurch erreicht, dass unterschiedliche FarbfILTER eingesetzt werden. Entweder RGB oder CMY plus Grün-FarbfILTER für noch realistischere Helligkeitsergebnisse.

Die Angaben der Helligkeit garantieren die korrekte Farbwiedergabe, da die erfassten Lichtanteile in 256 Helligkeitsstufen unterteilt werden. Es ergeben sich daraus 16,7 Millionen Möglichkeiten, Farben darzustellen. Damit ist eine getreue Farabbildung gewährleistet.

Der CCD-Chip filtert die Helligkeitswerte automatisch aus den drei Wellenbereichen heraus und wandelt sie in elektrische Signale um, so dass nunmehr sämtliche relevanten Bildinformationen gespeichert werden können.

Es gibt zwei grundlegende Arten von CCD-Chips. Der eine Typ wurde ursprünglich für Fernsehen und Video entwickelt, leistet aber aufgrund einiger Modifikationen mittlerweile auch bei Digitalkameras gute Dienste. Ein wesentlicher Vorteil des Video-CCD ist seine hohe Lichtempfindlichkeit. Für die Ermittlung der jeweiligen Farbwerte werden entweder RGB- oder CMY+G-Filter eingesetzt.

Obwohl dieser Chip sämtliche Informationen in einer Kamera festhält, setzen sich die Aufnahmedaten aus zwei Halbbildern zusammen. Die Kamera digitalisiert zuerst die Zeilen 2, 4, 6 usw. und dann in einem zweiten Arbeitsschritt die Zeilen 1, 3, 5 usw. Um eine korrekte Digitalisierung der Aufnahme zu ermöglichen, dürfen während der Entwicklungsphase keine neuen Bildinformationen auf den CCD-Chip treffen. Ein mechanischer Verschluss ist mit Video-CCD unabdingbar.

Aufgrund der hohen Leistung, sowie der relativ einfachen und kostengünstigen Herstellung werden mittlerweile auch hochwertige Megapixelkameras mit Video-CCD ausgestattet.

Für noch perfektere Digitalaufnahmen sorgt ein speziell für Digitalkameras entwickelter CCD-Typ. Dieser Chip kann mehrere Vollbilder pro Sekunde aufnehmen. Dadurch, dass die Daten in einem Arbeitsgang gelesen werden, ist kein mechanischer Verschluss notwendig. Somit lassen sich äußerst schnelle Verschlusszeiten erzielen. Diese „Progress-CCD“-Chips sind mit RGB-Farbfiltren beschichtet. Weil jedem Bildpixel einer der drei CCD-Pixel zugeordnet ist, wird immer nur eine Grundfarbe aufgezeichnet. Die fehlenden Farbinformationen werden mit Hilfe einer Software errechnet und automatisch ergänzt. Je aufwendiger dieses Programm geschrieben wurde, desto perfekter ist auch das Ergebnis.

Eine zusätzliche Verbesserung der Bildqualität lässt sich durch einen relativ einfachen Trick erzielen: Wenn der CCD-Chip im Verhältnis immer zwei Grün- und je eine Rot- und Blau-Information erfasst, wird das Motiv noch präziser wiedergegeben.

Denn neben der höheren Grünempfindlichkeit des menschlichen Auges beeinflusst die Farbe Grün auch sehr stark die jeweilige Helligkeitsempfindung.

3. **Vorteile gegenüber der Filmschicht**

- § Wesentlich kürzere Belichtungszeiten
- § Hohe Empfindlichkeit
- § schnellere Beurteilung der Ergebnisse, da das Bild sofort nach der Belichtung auf dem Monitor zu sehen ist
- § leichte und komfortable Nachbearbeitung am Computer
- § komfortablere Auswertung der CCD-Aufnahme (Positionsbestimmung, Helligkeitsbestimmung,)
- § keine Filmkosten
- §

4. **Nachteile**

- § Kleineres Bildfeld, da CCD-Chips sind sehr klein
- § Akkukapazitäten
- § Anschaffungskosten
- §

5. **Wichtige CCD-Begriffe**

§ **Pixel**

Der gesamte CCD-Chip ist aus einzelnen Pixel zusammengesetzt. Die Pixel sind die kleinste Einheit eines CCD-Chips und jeder einzelne lässt sich über die Elektronik ansprechen bzw. auslesen. Die übliche Größe eines Pixels liegt zwischen 5 – 30 Mikron.

§ **Dunkelstrom**

In jedem Pixel eines CCD-Chips sind einige Elektronen, die „frei“ sind. Solche Elektronen entstehen durch Temperatureffekte auf dem Halbleitermaterial. Dieser Effekt wird auch als thermisches Rauschen bezeichnet. Der Dunkelstrom verhindert, dass mit dem CCD-Chip unendlich lange belichtet werden kann. Im Extrem-

fall würde ein Pixel allein durch diese thermischen Elektronen gesättigt und kein durch Licht erzeugtes Elektron hätte mehr Platz auf dem Pixel. Je geringer der Dunkelstrom ist, desto länger kann die maximale Belichtungszeit sein.

§ **Spektrale Empfindlichkeit**

CCD-Detektoren sind im Infrarotbereich wesentlich empfindlicher als das menschliche Auge oder eine Fotoemulsion. Allerdings sind sie im ultravioletten sehr schwach bzw. gar nicht empfindlich. Daher ist das Fotografieren im blauen Spektralbereich, wie sie z.B. bei der Dreifarbenfotografie vorkommt, ein Problem.

§ **Auflösung**

Die Auflösung gibt an, wie viele Pixel z.B. ein Monitor oder ein Drucker darstellen bzw. drucken kann. Bei Eingabegeräten (Digitalkameras, Scannern) bestimmt die Auflösung, wie viele Pixel erfasst werden können. Je höher die Auflösung, desto besser ist in der Regel die Bildqualität.

§ **Flashkarten**

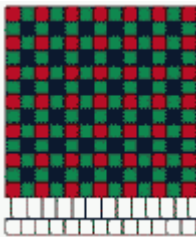
Platzsparendes, in Steckkarten integriertes Speichermedium mit 2 MB bis 40 MB Speicherplatz.

§ **Brennweite**

Abstand zwischen Film bzw. CCD-Sensor und dem Objektiv-Brennpunkt. Die Normalbrennweite liefert einen Bildeindruck, der in etwa dem des menschlichen Auges entspricht. (Bei Film-Kameras beträgt sie 50 mm, bei Digitalkameras mit 1/3"-CCD beispielsweise ca. 7 mm.)

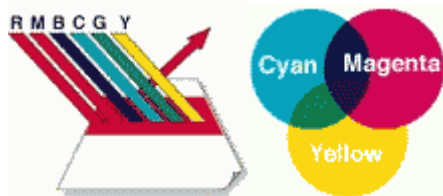
§ **Charge Coupled Device**

Lichtempfindliches Halbleiterelement, das einfallendes Licht in Abhängigkeit von der Helligkeit in elektrische Spannungswerte umwandelt. Wird als Chip oder Zeilensensor in digitalen Kameras, aber auch in Scannern eingesetzt.



§ **CMYK**

Cyan, Magenta, Yellow und Key sind die beim Farbdruck eingesetzten Farben. Key steht für Schwarz, um Verwechslungen mit dem S für Sättigung/Saturation zu vermeiden (subtraktive Farbmischung).



§ **Farbrauschen**

Bezeichnet eine nicht korrekte Wiedergabe farblicher Bildinformationen, z.B. Punkte auf einer eigentlich weißen Fläche (Rauschen).

§ **Farbtiefe**

Die Anzahl der Farben, die z.B. Digitalkameras und Scanner aufnehmen oder z.B. Grafikkarten darstellen können. Eine Echtfarbdarstellung kann mit einer Farbtiefe ab 8 Bits pro Grundfarbe erreicht werden.

§ **Jaggies**

Abgeleitet von dem englischen Wort jag = Zacke, bezeichnet die "ausgefrante", stufenförmige Wiedergabe von Motivkanten bei digitalen Bildern.

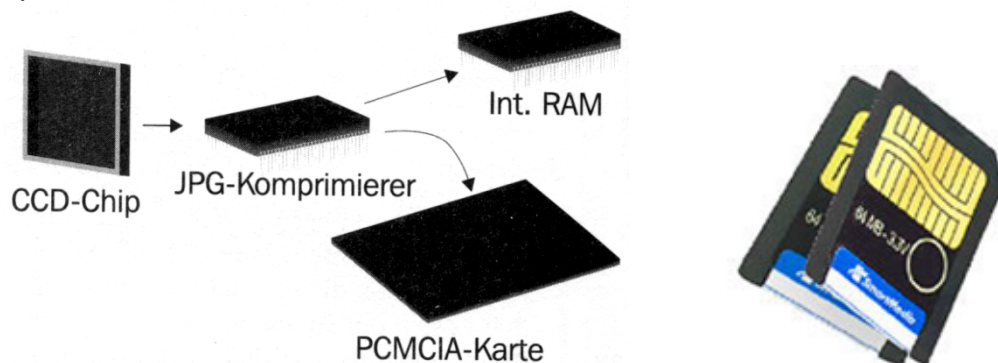
§ Überstrahlung

Bezeichnet helle Stellen in einem Bild, die dadurch hervorgerufen werden, dass das auf ein Pixel des CCD-Sensors fallende Licht benachbarte Pixel beeinflusst.

§

6. Speichermodule - Smartmedia Karten

Smartmedia-Speicherkarten mit bis zu 64 MB und mehr Speicherkapazität sind die perfekte Speicherlösung für mobile Menschen. Die ultraflachen und extrem kompakten Wechselspeichermodule bieten überdies interessante Features, z.B. eine Panorama-, Kalender- oder Vorlagendruck-Option. Die auf Smartmedia-Karten gespeicherten Digitalaufnahmen können zudem mit Hilfe eines Adapters auf den PC überspielt werden.



7. Worauf sollte man beim Kauf einer Digitalkamera achten?

Vor der Anschaffung sollte man gründlich überlegen, wofür die Aufnahmen tatsächlich benötigt werden. Falls hauptsächlich Bilder für das Internet gebraucht werden, reicht eine Kamera mit relativ geringer Auflösung aus. Anders verhält es sich, wenn Fotos gedruckt werden sollen; dann sind höhere Auflösungen gefragt.

Im wesentlichen sind vier Faktoren entscheidend:

- § Auflösung des CCD
- § Arbeitsweise des CCD
- § optische Bauteile
- § Intelligenz der verwendeten Software

Die Auflösung ergibt sich aus der Anzahl der lichtempfindlichen Sensoren des CCD-Chips, errechnet wird sie aus den Sensoren pro horizontaler Zeile mal der Anzahl der vertikalen Zeilen. Wird also von einer Auflösung von 1.600 x 1.200 Pixel gesprochen, bedeutet das, dass sich 1,92 Mio. lichtempfindlicher Sensoren auf dem CCD-Chip befinden.

Jeder der drei verschiedenen Sensoren des CCD-Chips kann eine der Grundfarben des Lichts aufzeichnen. Um alle Farbinformationen für einen Lichtpunkt zu gewinnen, wären also eigentliche drei Sensoren notwendig. Nur durch eine leistungsstarke Software ist es möglich, dass sich beispielsweise die tatsächliche Anzahl der Bildpunkte für ein Farbbild bei einer 2,5 Millionen Pixelkamera nicht auf bescheidene 833.000 Bildpunkte reduziert.

Obwohl die Gleichung „viele Pixel = hohe Auflösung = qualitativ gute Aufnahme“ prinzipiell richtig ist, sind für gelungene Digitalbilder noch einige weitere Faktoren zu berücksichtigen. Zu einem Teil hängt die Bildqualität auch von der Güte des verwendeten CCD-Chips ab. Angesichts der Millionen von Pixel auf kleinster Fläche ist es nicht verwunderlich, dass die Mehrzahl aller produzierten CCD mehr oder weniger gravierende Pixelfehler aufweist. Leider lässt sich diese Qualität nicht durch irgendwelche Zahlen oder Kategorien ausdrücken. Deshalb bleibt nur der kritische Ver-

gleich der in Frage kommenden Modelle – am besten von Markenanbietern. Achten sollte man vor allem auf die Schärfe der Bildkonturen und die Feinheit der Pixel. Fallen diese Ergebnisse zufriedenstellend aus, empfiehlt es sich zusätzlich, die Reaktion der Kamera auf verschiedene Lichtsituationen zu prüfen sowie nach einem Fotoprint eines Digitalbildes zu fragen. Spätestens dann zeigt sich, wie gut der einzelne CCD-Chip ist.

Neben Auflösung und CCD-Chip ist aber noch ein weiterer Punkt für exzellente Digitalfotografie wichtig: Die Fototechnik.

Allzu häufig wird der Eindruck vermittelt, Digitalfotografie sei Digitaltechnik plus ein wenig Fototechnik. Doch tatsächlich ist sie in erster Linie Fototechnik – die sich der digitalen Technik bedient.

Die Konsequenz dieser Tatsache ist, dass auch für Digitalkameras hochauflösende Objektive und Blitzsysteme sowie manuell einstellbare Aufnahmeparameter sehr wichtig sind.

Auch auf den Bildspeicher der Digitalkamera sollte verstärkt geachtet werden. Da die einzelnen Aufnahmen (trotz Bildkompression) relativ viel Speicherplatz benötigen, sind Modelle mit schnell auswechselbaren Speicherkarten empfehlenswert, so dass in entscheidenden Situationen in Sekundenschnelle weiter fotografiert werden kann. Darüber hinaus sollte das Medium ausreichend Speicherplatz bieten sowie klein, handlich und preisgünstig sein.

8. Bildbearbeitungsprogramme

- § herstellerspezifische Programme
- § Adobe Photoshop
- § COREL Photopaint
- §