

Foto im Chip

Bits und Bytes haben den Film fast verdrängt.

Von Klaus-Dieter Linsmeier

Ohne Film und mit vielen Möglichkeiten zur Belichtungs-korrektur und Nachbearbeitung eroberten Digitalkameras den Markt der Amateurfotografie und auch Profis schätzen ihre Vorteile. Wird eine Aufnahme für gut befunden, wird sie per Knopfdruck auf Speicherkarten oder winzigen Festplatten (Micro-Drives) abgelegt, andernfalls einfach gelöscht.

Das Analogon zum fotografischen Film ist ein Chip mit lichtempfindlichen Halbleiterelementen, meist so genannte *charged coupled devices* (CCDs). Diese Sensorelemente, auch »Pixel« genannt, messen die Intensität des auftreffenden Lichts und erzeugen daraus eine elektrische Spannung. Die nur wenige Mikrometer Kantenlänge großen CCDs werden in einem Raster angeordnet, das bei Amateurkameras bereits fünf bis acht Millionen Pixel umfasst.

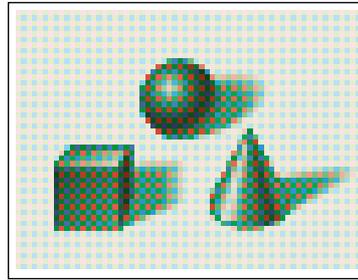
Das stets als Zoom ausgeführte Objektiv bildet ein Objekt auf den Chip ab. Weil dessen Diagonale sehr viel kleiner ist als die des Kleinbildfilms, müssen auch die Brennweiten schrumpfen. Da aber nicht alle Chips gleich groß sind, rechnen die Hersteller den Brennweitenbereich meist auf den der Kleinbildkamera um.

Wenn die Sensorelemente das von einem Fotomotiv stammende Licht in ein elektrisches Signal wandeln, ist der erste Schritt der »Diskretisierung« vollzogen: Aus einer räumlich kontinuierlichen (fachlich: analogen) optischen Information ist ein Patchwork geworden. Hinzu kommt, dass Farben nach ihren Anteilen an Rot, Grün und Blau aufgespalten werden. Dazu sind den Pixeln Filter vorgeschaltet, sodass sie jeweils nur eine dieser drei Grundfarben sehen können (siehe Grafik oben). Damit die immer noch analogen Signale der Sensoren weiterverarbeitet und gespeichert werden können, tastet sie ein Analog/Digital-Wandler in kurzen zeitlichen Abständen ab und reicht den jeweils aktuellen Wert in Bits und Bytes weiter an den Prozessor der Kamera. Nun erst ist die Digitalisierung abgeschlossen.

Was folgt, sind Bearbeitungsschritte, die von den jeweiligen Möglichkeiten der Kamera und den Wünschen ihres Herrn abhängen. So lässt sich meist ein Weißabgleich durchführen: Unabhängig vom Spektrum der Lichtquelle soll Weiß natürlich im Bild Weiß erscheinen. Der Prozessor schätzt auch die von einem Pixel nicht gemessenen Farbanteile aus denen seiner Nachbarn, um ein vollständiges Bild zu erzeugen, korrigiert Signale fehlerhafter CCDs und wandelt das Bild in ein Datenformat um, das von Computern mit Bildbetrachtungs- oder bearbeitungssoftware sowie Fotodruckern verstanden wird. Ein beliebtes Format ist Jpeg, das durch Komprimierung des Bilds zwar auf feine Informationen verzichtet, dafür aber Speicherplatz spart.

Hinsichtlich der Auflösung, also dem Abstand zwischen zwei Linien, die im Bild noch als getrennt wahrnehmbar sind, ist der herkömmliche Film nach wie vor überlegen. Weil in der Chip-Diagonalen die Pixel näher beisammen liegen als in den Zeilen oder Spalten, ist dort die Auflösung höher. Die Hersteller bauen den Chip daher um 45 Grad verdreht ein (in der Grafik nicht dargestellt) und optimieren damit wieder die Aufnahme waag-

grobes Farbraster



Das aufgenommene Bild ist zunächst einfarbig. Die Grauwerte geben die Helligkeit der einem Pixel vorgeschalteten Filterfarbe wieder. Diese Farbintensitäten bilden ein sehr grobes Raster von Farbpunkten, erst durch Vergleich benachbarter Pixel entsteht das Vollfarbennbild.

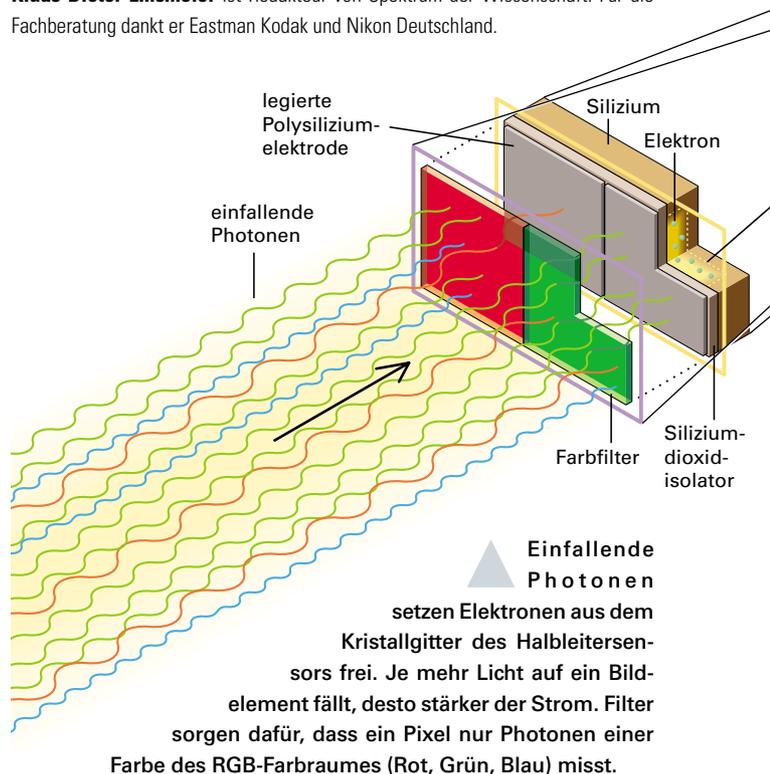
bearbeitetes Farbbild



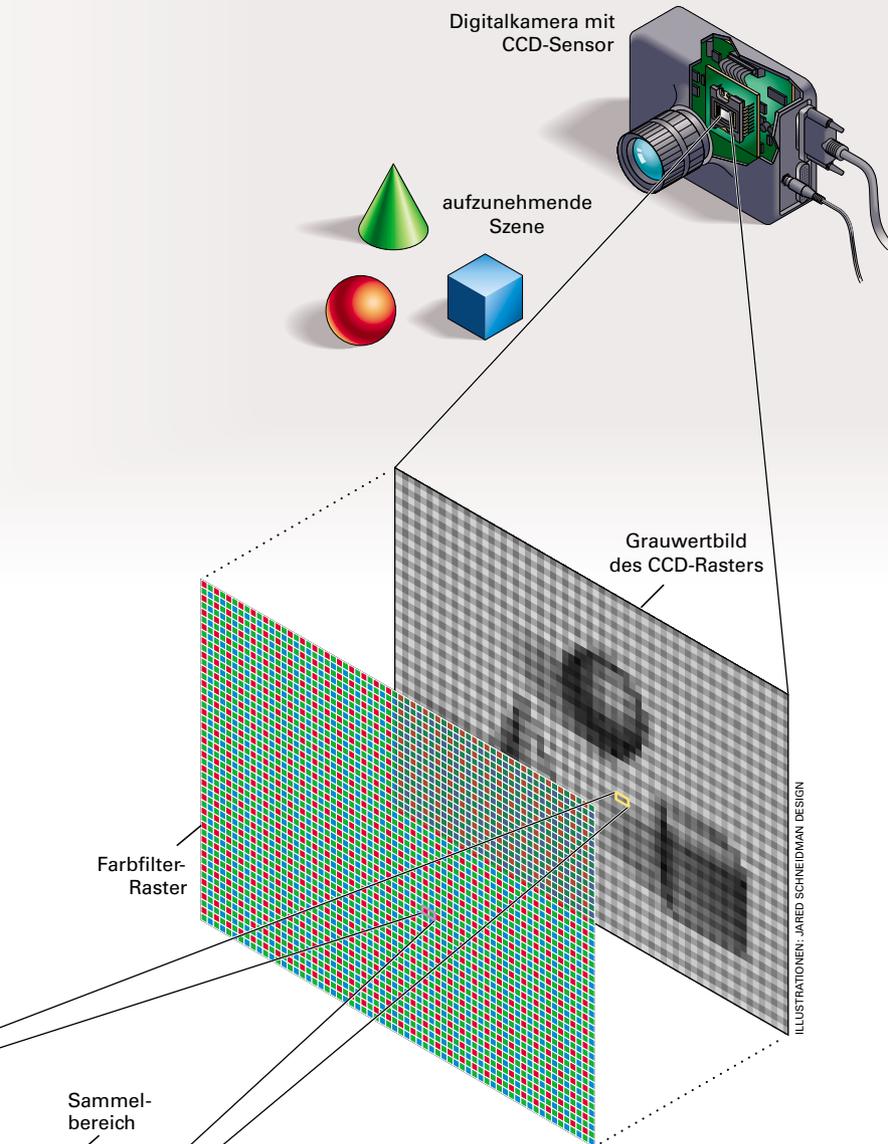
rechter und senkrechter Linien, die beim menschlichen Sehen stärker wahrgenommen werden.

Während dieser Unterschied zur klassischen Technik wohl nur anspruchsvollen Amateuren und Profis auffällt, ärgert sich manch einer über andere Nachteile: Das »Hochfahren« der Digitalkamera und das Aufnehmen kosten Zeit und Batterieladung. Doch der Zug rollt längst, bald werden diese Nachteile durch Verbesserungen ausgeglichen sein. Oder schlicht mangels Vergleichbarkeit mit der analogen Technik nicht mehr auffallen, gibt es doch heute kaum noch herkömmliche Filme in den Regalen der Discounter. <

Klaus-Dieter Linsmeier ist Redakteur von Spektrum der Wissenschaft. Für die Fachberatung dankt er Eastman Kodak und Nikon Deutschland.



WUSSTEN SIE SCHON?



ILLUSTRATIONEN: JARED SCHNEIDMAN DESIGN

Aus urheberrechtlichen Gründen können wir Ihnen die Bilder leider nicht online zeigen.

THORSTEN WOLBER, KÖLN

► **Charged coupled devices (CCDs):**

Die in den einzelnen Zellen nach Lichteinfall gesammelte elektrische Ladung muss durch Spannungsimpulse zur Ausleseelektronik befördert werden. Deshalb ist die CMOS-Technik attraktiv, denn der Complementary Metal Oxide Semiconductor ist ein Halbleiterelement, dessen Fotostrom über einen Transistor permanent auslesen kann. Das reduziert Platzbedarf und Fertigungskosten. Doch leider sind CMOS-Elemente weniger lichtempfindlich und erzeugen ein stärkeres Bildrauschen.

► **Verwackler, nein Danke:** Wer bei langer Belichtungszeit ohne Stativ fotografiert, erhält meist unscharfe Bilder, denn sein Motiv gerät durch leichte Handbewegungen aus der optischen Achse der Kamera. Dagegen helfen die aus der Videotechnik stammenden Bildstabilisatoren: Sensoren messen Kippbewegungen, ein Motor verschiebt dann Korrekturlinsen und bringt das Licht wieder auf Kurs.

► **Meister der Manipulation:** Digitale Bilder bestehen aus Bits und Bytes, deshalb lassen sie sich mit Computern leicht verändern. Selbst kostenfreie Software hilft schon, Farbfehler oder Kontrast zu korrigieren, anspruchsvolle Werkzeuge erlauben weit stärkere Eingriffe wie die Retusche, die perspektivische Neuausrichtung markanter Linien oder gar die Verschmelzung von Bildern (siehe Foto). Das öffnet Künstlern, natürlich aber auch dem Missbrauch Tür und Tor. Allerdings bleibt guten Fotografen ein Trost: Wer kein Gespür für Motiv und Licht hat, wird auch mit noch so teurer Software kein Meisterfoto zuwege bringen.

◀ Diese Ufo-Sichtung entstand durch aufwendige Montage mit dem Programm Photoshop.