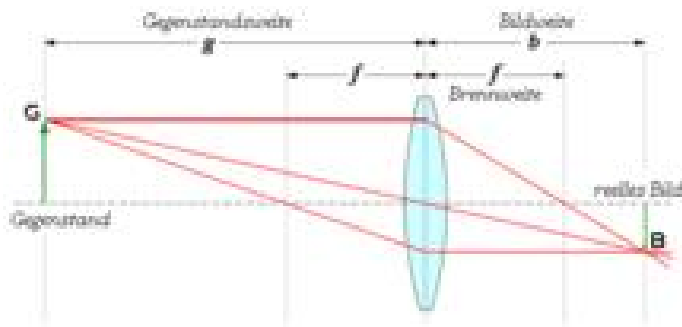


Grundlagen von digitalen Kameras – aus Wikipedia der freien Enzyklopädie



Grundprinzip der Bildentstehung an Sammellinsen

Das **Objektiv** ist gewissermaßen das "Auge der Kamera" und besteht aus mehreren Linsen, durch welche das Licht einfällt und am Ende des Objektivs auf dem Sensor (oder dem Film) ein Abbild erzeugt. Diese Gruppe von Linsen wirkt dabei vom Prinzip her wie eine Sammellinse und wie bei jeder Sammellinse steht dabei das Abbild auf dem Kopf. Die Digitalkamera dreht das Bild dann beim Aufnehmen automatisch um 180° , so dass wir es wieder korrekt sehen; beim Analogfilm ist es ohnehin egal, da man das Bild dann beim Betrachten automatisch in die richtige Position bringen wird. Bei den optischen Suchern von Spiegelkameras sind es Pentaprismen, die dafür sorgen, dass man das Bild richtig herum betrachten kann. Sie verleihen den Spiegelreflexkameras im oberen Bereich auch ihre charakteristische Form.

Die Kamera, und speziell das Objektiv, funktioniert dabei etwa wie das menschliche Auge. Auch das menschliche Auge besitzt eine Linse, durch die das Licht fällt, und erzeugt dabei auf dem Kopf stehende Bilder. Das menschliche Gehirn wandelt diese aber dann automatisch in ein korrektes Bild um. Während beim Auge eine Abbildung auf eine gekrümmte, nahezu runde Fläche erfolgt, ist der Sensor oder der Film in der Kamera eine ebene Fläche, weswegen sich im Detail etwas andere Abbildungseigenschaften ergeben. Mit einer Kamera mit ebenem Sensor ist also nicht exakt darstellbar, was mit dem Auge gesehen werden kann. Bei selbstgebastelten Lochkameras mit analogem Filmmaterial kann man hingegen zumindest in einer Richtung den Filmstreifen krümmen, etwa um bessere Panoramaaufnahmen machen zu können.

Im Objektiv werden aus mehreren Gründen mehrere Linsen verwendet. Durch Kombination verschiedener Glasmaterialien wird es so möglich, dass Licht verschiedener Wellenlänge des gleichen Motivpunktes auch auf den gleichen Pixel auf dem Sensor abgebildet wird. Auch anderen Abbildungsfehler lassen sich so verkleinern und die Blende lässt sich an einer optimalen Position unterbringen. Durch die Kombination von Sammel- und Zerstreuungslinsen kann zudem die Baulänge des Objektivs verkürzt werden (Teleobjektiv) oder aber besonders bei Superweitwinkelobjektiven auch verlängert (Retrofokuskonstruktion). Eine Verschiebung von Linsengruppen kann zudem dazu dienen, die Brennweite zu ändern oder aber auch zu fokussieren.

Licht von einem unendlich weit entfernten Objekt (näherungsweise zum Beispiel die Sonne) fällt parallel ins Objektiv ein und wird von diesem in einem Punkt fokussiert, dem sogenannten Brennpunkt. Der Abstand von der Mitte der Linse zu diesem Brennpunkt wird Brennweite der Linse genannt. Anhand des Beispiels mit der Sonne lässt sich erahnen, wie es zu der Begriffsbildung Brennpunkt und Brennweite kommt. Positioniert man im Brennpunkt brennbares Material, kann man es durch die Strahlung der Sonne entzünden.

Indessen will man mit einem Objektiv meist nicht mit Hilfe der Sonnenstrahlen den Sensor verbrennen, sondern endlich weit entfernte Objekte mit geringerer Lichtintensität auf dem Sensor abbilden. Für eine Linse ergeben sich dann die aus der geometrischen Optik bekannten Abbildungsgesetze, bei der man unter Kenntnis der Brennweite der Linse das Bild eines Objektes auf der Sensorfläche konstruieren kann und entsprechend die richtigen Abstände von Objekt, Objektiv und Sensorfläche berechnen kann. Bei den üblichen Objektiven, die aus mehrere Linsen bestehen, lassen sich die Linsen so verschieben, dass eine scharfe Abbildung des Objektes erfolgen kann - gegebenenfalls mit dem Autofokus auch automatisch. Dabei kann unterschieden werden zwischen Außen- und Innenfokussierung. Bei der Außenfokussierung wird ähnlich wie bei der Einzellinse der Abstand der Linsengruppe zum Sensor geändert, um eine scharfe Abbildung zu erzielen. Meist fährt das Objektiv nach vorne aus, um nahe Objekte zu fokussieren. Bei der Innenfokussierung werden eher verschiedene Linsengruppen gegeneinander verschoben, die Länge des Objektivs bleibt gleich, aber die Brennweite ändert sich (etwas), wenn nahe Objekte fokussiert werden. Die Änderung ist dem Objektiv also von außen nicht anzusehen. Zum Beispiel kann Innenfokussierung bei der Makrophotographie von lebendigem Getier recht interessant sein, um dieses nicht durch das Objektiv zu verschrecken, welches sich zur Scharfstellung auf sie zubewegt. Objektive mit Innenfokussierung lassen sich zudem einfacher abkapseln, um zu verhindern, dass Staub ins Objektiv oder die Kamera gelangt.

Da der Abstand vom Objektivanschluß zur Ebene des Sensors festgelegt ist, gibt die Brennweite an, wie groß der Ausschnitt oder Aufnahmewinkel ist, den die Kamera aufnimmt.

Durch Verschiebung einzelner Linsengruppen im Objektiv können nicht nur wie bei der Innenfokussierung durch Brennweitenänderung nahe Objekte scharf dargestellt werden, es ist durch andere Verschiebungen bei speziellen Objektiven auch möglich, die Brennweite unabhängig davon zu ändern, in welchem Abstand sich das aufzunehmende Objekt befindet. Diese nennen sich Vario- oder Zoom-Objektive. Durch Änderung der Brennweite läßt sich somit in die Szene hineinzoomen oder herauszoomen (dynamische Brennweite).

Manche Objektive haben jedoch eine feste Brennweite (Fixbrennweite) und ermöglichen damit keinen Zoom. Solche Festbrennweiten haben meist eine höhere Lichtstärke oder bessere Bildqualität - man kann sich leicht vorstellen, dass es einfacher ist, ein Objektiv für eine Brennweite zu optimieren als einen ganzen Zoo von beweglichen Linsen in einem Zoom-Objektiv.

Zudem sind die Objektive für einen bestimmten Aufnahmeabstand optimiert, die meisten für weiter entfernte Objekte, obgleich man sie auch auf nähere Objekte fokussieren kann. Makroobjektive sind eher darauf optimiert, nahe Objekte aufzunehmen, haben meist aber auch hervorragende Abbildungseigenschaften für entfernte Objekte. Bei Makroobjektiven wird besonderer Wert auf geringe Verzerrungen des Bildfeldes gelegt, allgemein auf eine hohe Abbildungsleistung.

In einigen Objektiven können zudem Bildstabilisierungssysteme eingebaut sein, diese versuchen, das Wackeln des Photographen zu kompensieren. Zu dieser aufwendigeren, optischen Variante gibt es alternativ auch noch Bildstabilisierungssysteme, die in der Kamera eingebaut sind und etwa den Sensor verschieben. Diese sind meist etwas einfacher ausgelegt als die optischen im Objektiv, also nicht auf das jeweilige Objektiv optimiert und entsprechend weniger effektiv, dafür aber bei allen Objektiven gleich verwendbar.

Einige Digitalkameras verfügen über einen **digitalen Zoom**. Dabei wird allerdings lediglich der zentrale Teil des Bildsensors vergrößert, was mit erheblichen Qualitätsverlusten einhergeht. Diese Vergrößerung lässt sich problemlos - und meist mit besserem Ergebnis - auch später ausführen, Digitalzooms lässt man daher am besten ausgeschaltet.

Der Bildsensor

Definition

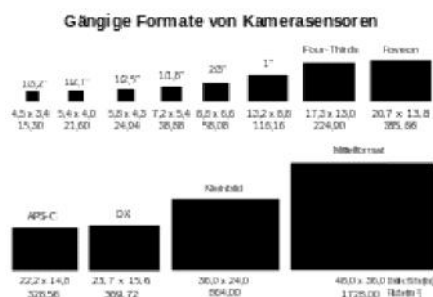
Der **Bildsensor** ist ein kleiner Chip, welcher bei Digitalkameras das einfallende Licht registriert und in ein Bild umwandelt. Er befindet sich an der Stelle, wo bei den Analogkameras der Film sitzt. Während beim Filmmaterial bei jedem Bild ein neues Stück Film verwendet wird, wird für alle Bilder einer Digitalkamera immer derselbe Bildsensor verwendet. Das hat mehrere Konsequenzen:

- Es muß kein Film transportiert werden.
- Verschmutzungen des Sensors bleiben bis zur nächsten Reinigung erhalten.
- Defekte sind nicht einfach durch einen neuen Film zu beheben, der Sensor ist also nicht einfach austauschbar, dazu wird meist die komplette Kamera ausgetauscht.

Die Bildsensoren der Kompaktkameras und Bridgekameras sind von sehr geringer Größe; damit bleibt die Kamera auf Grund kleiner Objektivbrennweiten handlich und ermöglicht dennoch relativ viel Zoom. Die geringe Größe impliziert aber immer auch eine geringe Lichtempfindlichkeit oder eine geringe Auflösung.

Je kleiner der Bildsensor also ist, umso enger liegen bei gleicher Pixelanzahl die einzelnen Pixel aneinander. Die einzelnen Pixel sind dann notwendigerweise kleiner und erzeugen weniger Ladungsträger, was eine höhere Verstärkung des Signals erfordert. Daher und da sich zudem Kamerasensoren bei der Aufnahme erwärmen, nimmt somit mit zunehmend kleinen Sensoren das Bildrauschen zu - auch wenn moderne Kameras dies heute zu einem gewissen Grad retuschieren können. Wie bereits erläutert, kann zudem die Kombination lichtschwacher Objektive oder stark zugezogener Blenden zusammen mit kleinen Pixeln schnell Beugungseffekte sichtbar werden lassen, die Bilder werden also unscharf, weswegen es Kompaktkameras oft erst gar nicht erlauben, stark abzublenzen oder diese auch im Automatikbetrieb nach Möglichkeit immer mit offener Blende arbeiten, was den scheinbaren Schärfentiefeerfolg wieder reduziert.

Abmaße



Größenverhältnis zwischen einigen bekannten Sensortypen

Die Größe von Bildsensoren wird historisch bedingt meist in Zoll angegeben und als Bruch dargestellt. Der Wert gibt den Außendurchmesser einer fiktiven Bildaufnahmeröhre mit gleicher Sensorgröße an; die Länge der Diagonale des Sensors beträgt knapp zwei Drittel dieses Wertes (eine "Ein-Zoll-Bildröhre" hatte eine Diagonale der lichtempfindlichen Fläche von etwa 16 mm). Die Angabe 1/2,7" meint also, dass die Diagonale des Sensors zwei Drittel von 1/2,7 Zoll bzw. 0,235 Zoll ist. Ein Zoll (Inch) beträgt 2,54 cm, der Kamerasensor hat also eine Diagonale von 0,59 cm. Die meisten Kamerasensoren von Kompaktkameras werden sich in dem Bereich von 0,5 bis 1 cm Diagonale befinden.

Da ein Sensor sowohl Höhe als auch Breite hat und das Verhältnis von Höhe zu Breite bei verschiedenen Sensoren unterschiedlich sein kann, ist die Angabe der Diagonale also nicht ausreichend zur Charakterisierung des Sensors, ebenso wenig wie die Angabe der Gesamtzahl aller Pixel. Bei gleicher Diagonale hat ein quadratischer Sensor offenbar mehr Fläche als ein nicht quadratischer. Je mehr sich Höhe und Breite unterscheiden, desto kleiner ist die Fläche des Sensors bei gleicher Diagonale.

Obwohl die Sensorgröße von Kamera zu Kamera verschieden sein kann, gibt es einige recht häufige Formate:

- 1/3,2" (0,50 cm), 15,3 mm²
- 1/2,7" (0,59 cm), 21,6 mm²
- 1/2,5" (0,64 cm), 24,96 mm²
- 1/2,3" (0,70 cm), 29,5 mm²
- 1/1,8" (0,89 cm), 38,88 mm²
- 1/1,5" beziehungsweise 2/3 (1,1 cm), 58,08 mm²
- Four Thirds (2,2 cm), 17,3mm x 13,0 mm = 224,90 mm²
- Foveon (2.5 cm), 20.7 mm x 13.8 mm = 285,66 mm²
- APS-C (2,75 cm), 22,2 mm x 14,8 mm = 328,56 mm²

Man muss auf Grund der Darstellung als Bruch somit beachten, dass mit kleinerem Nenner (zum Beispiel 2,3 statt 2,5) der Kamerasensor größer wird.

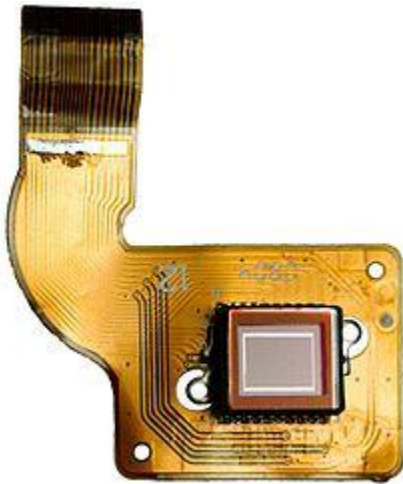
Für größere Kameras verwendete Sensoren haben beispielsweise folgende Abmaße:

- Kleinbildformat ("Vollformat", 4,32 cm), 36 mm x 24 mm = 864 mm²
- Mittelformat (6 cm), 48 mm x 36 mm = 1728 mm²

Leichte Abweichungen sind möglich.

Während der Unterschied zwischen dem Mittelformat und dem Kleinbildformat nur einer Halbierung der Fläche entspricht, also etwa eine Belichtungsstufe kostet, nimmt demgegenüber die Fläche der kleinen Formate dramatisch ab.

Grundlegender Aufbau



Bildsensor auf einer Leiterplatte

Der Bildsensor besteht aus einem rechteckigen Feld von einzelnen, mikroskopisch kleinen Lichtsensoren. Bei den meisten Kameras entspricht dabei ein Lichtsensor einem Pixel (Bildpunkt) des Photos. Da bei diesen Kameras allerdings nicht jedes Pixel auf jede Farbe empfindlich ist, wird die meiste Information für einen Bildpunkt immer durch Interpolation über die Nachbarpixel berechnet. Ein Kamerasensor mit 4000 horizontalen und 3000 vertikalen Pixeln kann also Fotos bis 4000x3000 Pixel aufnehmen (also 12 MP).

Die Zahl der Pixel besagt jedoch lediglich, was die maximal verwendbare Pixelzahl ist. Oft ist die tatsächlich verwendete Pixelzahl durch eine Formatwahl reduzierbar oder es kann über benachbarte Pixel gemittelt werden, um Bilder mit kleinerer Pixelzahl abzuspeichern. Wenn die Kamera zum Beispiel 3000x2000 Pixel anbietet, wird sie vom Hersteller mit 6,0 Megapixeln angegeben. Ein Photo, das im Format 4:3 aufgenommen wird (3000x2000 ist das Format 3:2), würde hierbei mit maximal 2666x2000 Pixeln aufgenommen werden, kann die 3000 Pixel in der Horizontalen also gar nicht voll ausnutzen - das sind dann nur rund 5,2 MP. Das Aufnahmeformat beziehungsweise das Format des Sensors spielt also eine gewisse Rolle, ob man die volle Anzahl an Megapixeln in einem bestimmten Format überhaupt verwenden kann. Vereinzelt werden die Sensoren allerdings auch so dimensioniert, dass sie bei allen Formaten ungefähr die angegebene Pixelzahl erreichen. Je nach Formatwahl fallen außen dann unterschiedliche Pixel weg, also entweder welche in der Breite oder der Höhe, es werden also nie alle Pixel der Kamera verwendet. Hinzu kommt bei der Frage der erzielbaren Auflösung die Auflösungsgrenze der Optik, die bei kleinen Sensoren praktisch immer die tatsächlich erzielbare Auflösung begrenzt. Wie bereits angedeutet, können auch Beugungseffekte die Auflösung begrenzen.

Natürlich kann man auch generell kleinere Fotoformate wählen. So kann ein Sensor mit 4000x3000 Pixeln auch ein Bild im Format 1600x1200 aufnehmen. Es werden dann eben im Falle des digitalen Zooms nicht alle Pixel verwendet oder das Photo wird zunächst mit allen Pixeln aufgenommen, etwa mit 4000x3000, und dann von der Kamera auf 1600x1200 verrechnet.

Arten von Bildsensoren

Es gibt im Wesentlichen drei Arten von Bildsensoren:

- CCD-Sensoren
- CMOS-Sensoren
- X3-Sensoren

CCD-Sensoren sind die am häufigsten eingesetzten Sensoren bei Kompaktkameras. Hierbei werden die einzelnen Pixel zeilenweise ausgelesen, vergleichbar mit einem Scanner, der ein Bild schrittweise abtastet. Zu Beginn der digitalen Photographie lieferten sie gegenüber den CMOS-Sensoren eine bessere Qualität; die CMOS-Sensoren wurden aber derart weiterentwickelt, dass sie heute den CCD-Sensoren nicht mehr nachstehen.

Bei den **CMOS-Sensoren** sind die einzelnen Pixel relativ unabhängig; sie werden nicht zeilenweise ausgelesen, sondern es kann direkt auf jedes einzelne Pixel zugegriffen und dessen Helligkeitswert ermittelt werden. Damit können die aufgenommenen Bilder schneller verarbeitet werden als beim CCD-Sensor; da jedes Bildelement jedoch über einen eigenen Kondensator verfügt, um den direkten Zugriff auf die Information zu gewähren, ist mehr Elektronik auf dem Sensor untergebracht als bei den CCD-Sensoren. Bei ungeschickter Anordnung (besonders bei älteren Modellen), gibt es neben den lichtempfindlichen Pixeln auch noch Leiterbahnen und andere Bauteile. Bei neueren Modellen wird die Verdrahtung allerdings meist von hinten vorgenommen und Mikrolinsen sorgen für einen nahezu flächendeckenden Lichteinfang.

CMOS-Sensoren sind in der Herstellung günstiger, erwärmen sich nicht so stark wie die CCD-Sensoren und sind weniger störanfällig. Nachteilig sind bei ungeschickter Verschaltung ein geringerer Kontrastumfang, eine teilweise geringere Lichtempfindlichkeit sowie eine stärkere Anfälligkeit für Rauschen – moderne Digitalkameras mit CMOS-Technik weisen solche Nachteile gegenüber CCDs aber praktisch nicht mehr auf.

Die Pixel der CCD-Sensoren und CMOS-Sensoren können zunächst einmal nur Helligkeitsabstufungen wahrnehmen, das heißt zwischen schwarz und weiß und einzelnen Graustufen unterscheiden. Damit ein Farbbild entstehen kann, wird bei den allermeisten Sensoren ein sogenannter Mosaikfilter auf den Sensor gelegt. Er besteht aus einem Raster aus roten, grünen und blauen Punkten. Jeder Punkt lässt dabei nur seine eigene Farbe durch - rote Punkte lassen also beispielsweise nur rotes Licht durch. Aus der Menge an rotem, blauem und grünem Licht benachbarter Pixel lässt sich dann für jedes Pixel eine Farbe interpolieren. Je besser und genauer diese Berechnung ("Interpolierung") geschieht, umso besser können die Farben am Ende dargestellt werden. Allerdings können solche Interpolationen auch falsche Darstellungen bewirken, besonders bei Strukturen mit starken Kontrast, die in der Abbildung nur einen Pixel Breite haben oder wenn diese Strukturen regelmäßig sind, aber nicht exakt am Pixelmuster des Sensors ausgerichtet sind. Um die Lichtausbeute zu steigern, ist zudem auch noch jedes Pixel mit einer Mikrolinse versehen, die dann das Licht auf den lichtempfindlichen Bereich fokussiert.

Neben den Mosaikfiltern vom rot/grün/blau-Typ in Schachbrettanordnung gibt es selten auch noch welche, wo ein Pixel einer vierer-Gruppe ohne Farbfilter arbeitet, also nur mit hoher Empfindlichkeit die Intensität aufnimmt. Weil die Mikrolinsen in den Ecken eines quadratischen Pixels nicht optimal funktionieren, wäre eigentlich eine Anordnung in

Bienenwabenform effektiver sowohl hinsichtlich der Empfindlichkeit als auch der Auflösung und der Reduzierung von falschen Darstellungen kleiner Details. Die Methode ist aber in der Herstellung komplizierter und aus solch einem Muster läßt sich schwerer ein normales Pixelbild berechnen, weil bei diesem die Pixel mit anderer Symmetrie angeordnet sind. Allerdings ist es auch möglich, den einen farblosen Sensor auf die Ecke der farbigen Sensoren zu setzen, um deren hohe Empfindlichkeit dort auszunutzen, wo runde Mikrolinsen die Fläche ohnehin gar nicht oder nicht effizient abdecken können.

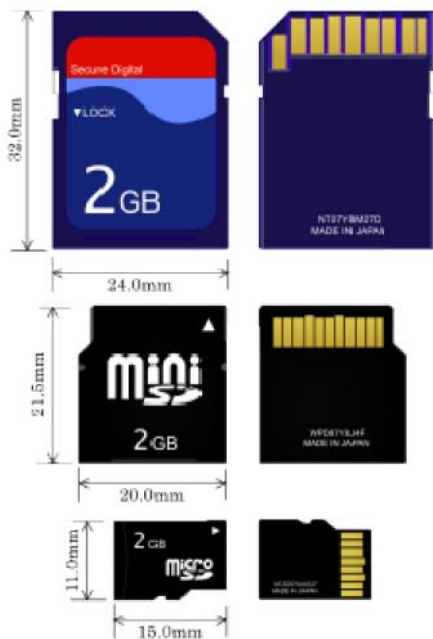
So gibt es also zahlreiche Möglichkeiten für die Optimierung der Empfindlichkeit und Auflösung von Sensoren, die bislang noch nicht abgeschlossen ist. Die Filterung bewirkt aber in jedem Falle, dass das meiste einfallende Licht nicht genutzt wird, weil es die falsche Farbe für das jeweilige Pixel hat. Da die Pixelgrößen immer noch groß gegenüber der Wellenlänge des sichtbaren Lichtes sind, sind auch keine Quanteneffekte nutzbar, die es einem erlauben würden, das Licht der falschen Wellenlänge einfach auf dem benachbarten Pixel mit dem richtigen Filter nachzuweisen.

Das Prinzip der Farbentstehung funktioniert damit also nach dem im vorherigen Teil vorgestellten RGB-Modells (RGB-Farbmischung).

Der **X3-Sensor** arbeitet hinsichtlich der Farbdarstellung ein wenig anders. Er ist auch ein CMOS-Sensor, verwendet jedoch kein Raster zum Generieren der Farben. Hingegen sind hierbei ausgenutzt, dass bei dem Sensormaterial die Eindringtiefe des Lichtes von der Wellenlänge abhängt. Der Sensor wird in der Tiefe in drei Zonen aufgeteilt, die dann einzeln ausgelesen werden. Über das Verhältnis der Intensitäten in den einzelnen Zonen kann dann berechnet werden, welche Wellenlänge das einfallende Licht wahrscheinlich hatte. Das Schichtenprinzip ähnelt dem analogen Farbfilm, wo die Farbempfindlichkeit pro Schicht aber besser getrennt ist.

Dieser Typ von Sensor interpoliert zumindest nicht über benachbarte Pixel, um Farben zu bestimmen, hat also bei gleicher Pixelgröße eine bessere Auflösung und höhere Empfindlichkeit und eine geringe Neigung zur Produktion von Artefakten bei Motiven mit regelmäßigen feinen Strukturen. Weil aber auf die tiefste Schicht offenbar am wenigsten Licht gelangt, ist das Rauschen vom Farbkanal abhängig. Bei der Rekonstruktion der Farbe scheinen bei diesem Sensortyp auch größere Probleme aufzutreten als bei jenem mit den Farbpixeln nebeneinander. Es gibt zudem bislang keine Sensoren im Kleinbildformat oder im Mittelformat und der Sensortyp wird nur von einem Kamerahersteller eingesetzt, ist also nicht mit Objektiven anderer Hersteller kombinierbar.

Der Speicher



Ein Großteil der heutigen Kompaktkameras verwendet heute SD-Karten zur Speicherung der Photos.

Digitalkameras speichern die Photos meist auf im Handel erhältlichen Speicherkarten, wobei die **SD-Karte** weit verbreitet ist. Sie ist relativ klein und bietet hohe Speicherkapazität - 4, 8 und 16 GB sind heute Standardkapazitäten, die auch Photos in höchster Pixelzahl in großer Zahl speichern können. Zu beachten ist hier eine Formatgrenze bei 2 GB, ältere Kameras können keine größeren Dateisysteme verwalten, daher ist vor dem Kauf einer neuen Karte immer genau darauf zu achten, ob die Kamera Karten mit mehr als 2 GB verwenden kann.

Für große Kameras sind auch **CF-Karten** üblich, die höhere Verarbeitungsgeschwindigkeiten zulassen, aber auch weniger kompakt sind.

Bei einigen sehr kompakten Geräten wie Mobiltelefonen können auch **Micro-SD-Karten** zum Einsatz kommen, die hinsichtlich der Speicherung ähnliche Eigenschaften wie SD-Karte aufweisen, aber noch deutlich kleiner sind. Während CF-Karten eine noch recht griffige Größe haben und SD-Karten immerhin noch ungefähr Daumengröße, ist die Handhabung der Micro-SD-Karten aufgrund der Kantenlänge von etwa 1 cm und einer Dicke von etwa 1 mm bereits merkbar problematischer. Zum anderweitigen Auslesen gibt es meist Adapter, in welche die Micro-SD-Karten gesteckt werden kann, worauf man den Adapter als SD-Karte verwenden kann.

Einige Kameras besitzen auch einen internen Speicher, der mit zum Beispiel 16 oder 32 MB aber für gewöhnlich sehr gering ist und nur ein paar wenige Photos in größerer Auflösung speichern kann.

Neben diesen persistenten Speichern verfügt jede Digitalkamera noch über einen **Arbeitsspeicher**. Unmittelbar nachdem ein Photo aufgenommen wurde, liegt es zunächst im Arbeitsspeicher und wird dann auf den Speicherchip oder in den internen Speicher geschrieben. Die Größe des Arbeitsspeichers ist daher bei Serienbildern mitentscheidend, wie viele Bilder pro Sekunde aufgenommen werden können oder welche Nachbearbeitung des Bildes direkt nach der Aufnahme mit der Kamera erfolgen kann.

Der Akku

Im Vergleich zu einer Analogkamera verbraucht eine Digitalkamera deutlich mehr Energie. Besonders hoch ist der Verbrauch am Monitor, welcher sich daher gegebenenfalls abschalten lässt, aber auch Objektiv, Bildsensor und Verarbeitungslogik benötigen Energie. Wird mit Blitzlicht fotografiert, ist der Akku noch schneller erschöpft. Die Akkus der Kameras haben daher eine für elektronische Geräte recht geringe Laufzeit - bei den meisten Kameras wird man nach etwa 200 bis 300 Fotos den Akku neu laden müssen. Für größere Phototouren ist daher ein Ersatzakku sehr empfehlenswert (dieser kann bei einigen Akkus recht teuer sein).

Kameras werden heute meist mit kameraspezifischen Akkus betrieben, die samt Ladegerät im Lieferumfang der Kamera enthalten sind. Einige Kameras werden aber auch mit handelsüblichen Batterien bzw. Akkus betrieben (meist R6), wobei in solchen Fällen die Akkulaufzeit oft geringer ist. Die kameraspezifischen Akkus sind zudem leichter, so dass ihre Verwendung das Gesamtgewicht der Kamera reduziert.

Ein Akku kann mehrere hundert mal erneut aufgeladen werden, mit zunehmender Zahl wird sich jedoch die Kapazität allmählich vermindern. Bringt ein Akku nicht mehr die gewünschte Leistung, so muss ein neuer besorgt werden (oder eine neue Kamera - die Akkus von heute sollten nämlich unterdessen mehrere Jahre problemlos halten). Zudem ist zu berücksichtigen, dass Akkus bei Kälte schneller erschöpft sind. Auf winterlichen Phototouren ist ein Ersatzakku daher besonders wichtig, zudem kann das Warmhalten des Akkus sinnvoll sein.

Die Anschlüsse

Jede Digitalkamera ist mit verschiedenen elektronischen **Anschlüssen** ausgestattet, um die aufgenommenen Bilder an ein anderes Gerät übertragen zu können.

Einfache Digitalkameras besitzen meist 2 Anschlüsse: Einen USB-Anschluss, um die Kamera mit einem Computer zu verbinden, und einen A/V-Anschluss. Der **USB-Anschluss** dient vor allem dazu, um die Kamera an einen Computer anzuschließen und die Photos an diesen zu übertragen, um sie dort dauerhaft zu speichern. Man kann die Kamera aber auch an andere USB-fähige Geräte anschließen, zum Beispiel einen (Photo-) Drucker oder digitalen Bilderrahmen. Der **A/V-Anschluss** ermöglicht das Anschließen eines A/V-Kabels (Audio/Video), um die Kamera mit einem Fernseher oder Monitor zu verbinden. Damit wird dann der Monitor der Kamera auf dem angeschlossenen Bildschirm sichtbar. Das A/V-Kabel bietet sich somit zur einfachen Präsentation der aufgenommenen Photos oder zu deren besseren Beurteilung an - die Qualität und Auflösung eines älteren Fernsehbildschirms ist aber meist geringer als die eines Computermonitors.

Manche Kameras bieten auch einen **Netzanschluss**, um die Kamera direkt mit Netzstrom zu versorgen. Dies ist vorteilhaft, wenn man aufwendigere und zeitintensivere Porträt- oder Sachaufnahmen durchführen möchte und Zugang zu einer Steckdose besitzt. Da die meisten Kompaktkameras wohl eher für den mobilen Einsatz konzipiert sind, verfügen aber nur wenige über einen solchen Anschluss.

Weitere Anschlüsse sind oft ebenfalls vorhanden, etwa für einen Fernauslöser und einen Blitzsynchronanschluß.

Das USB-Kabel ist für gewöhnlich immer im Lieferumfang enthalten - welche weiteren Kabel enthalten sind, wird man in der Produktbeschreibung erfahren. Die Anschlüsse befinden sich meist an der Seite der Kamera und werden durch eine Schutzhülle oder einen Deckel vor Verschmutzung und Feuchtigkeit geschützt.