

Digitalkameras - Technologie ohne Zukunft?

Eigentlich könnte es dem Fotografen völlig egal sein: Fotografieren ist, wörtlich genommen, das "Zeichnen mit Licht", und ob das fotografierte Bild nun auf einem Film oder auf einem Silizium-Chip aufgezeichnet wird: Was zählt, ist das Ergebnis - das, was wir als Bild visuell wahrnehmen. Und - so viel sei hier schon vorweg genommen - beim heutigen Stand der Technik sieht man einem "fertigen" Foto nicht unbedingt an, ob es klassisch per Film, Entwicklung und Abzug entstanden ist oder aber rein digital: Mit einer Digitalkamera und als Tintenstrahldruck oder über die Ausbelichtung der Digitaldaten. Dies war allerdings nicht immer so, denn am Anfang der Geschichte des elektronischen Fotos wurden diesem zurecht schwere Qualitätsmängel zur Last gelegt...



Eine kurze Geschichte...

Als in den frühen achtziger Jahren der erste filmlose Fotoapparat als Prototyp gezeigt wurde, war die Begeisterung in der Fotowelt groß: Die Mavica (MAGnetic Video CAmera) von Sony verhiess den Bildermachern eine Zukunft ohne Filmmaterial und Entwicklung, in der immer wieder beschreibbare Magnetscheiben die Rolle des Bildspeichers übernehmen sollten. Starke Dämpfer erhielt die Euphorie nicht nur durch die Tatsache, dass es noch Jahre dauern sollte, bis die ersten "Still Video Kameras" tatsächlich auf dem Markt verfügbar wurden, sondern auch durch die exorbitanten Preise: Entsprechende Geräte kosteten Anfang der neunziger Jahre mehrere Tausend Mark, und wer deren Bilder nicht nur auf dem Fernseher betrachten, sondern auch auf einen Computer übertragen wollte, musste noch einmal eine Menge Geld für eine Einsteckkarte investieren.



Sozusagen ein fotohistorisches Dokument: Eine mit der Still-Video-Kamera Canon ION 560 gemachte Aufnahme

Obwohl diese "Urtypen" elektronischer Fotoapparate noch keine Digitalkameras waren, sondern mit analoger Videotechnik arbeiteten, war die Bildqualität doch schon halbwegs brauchbar. Weit entfernt war sie jedoch vom Informationsgehalt eines Kleinbild-Negativs, und daher gaben viele Experten der elektronischen Aufnahmetechnik wenig Zukunftschancen.

Als 1992 dann die erste "echte" Digitalkamera, der Logi Fotoman, vorgestellt wurde, schienen sich die Negativprognosen zu bestätigen: Für rund 2000 Mark bot das Gerät eine Auflösung von 376 mal 284 Pixel, konnte nur Schwarzweiß-Bilder aufnehmen und erinnerte auch in Sachen Funktionalität eher an eine Instamatic-Kompaktkamera der billigsten Sorte.

Und heute? Zum Preis des Logi Fotoman bekommt man eine Digitalkamera der neuesten Generation, die kaum noch Wünsche offen lässt: Mit Auflösungen von 3,3 Millionen Pixel (und seit der photokina 2000 auch mit 4 Millionen), hochwertigen Objektiven und intelligenten



Auch historisch:
Originalaufnahme des
Logi FotoMan

Optimierungsalgorithmen erreichen die Spitzenmodelle der aktuellen Generation Bildqualitäten, die sich oft problemlos mit der eines Kleinbildnegativs oder -dias messen können. Mit anderen Worten: Einen 20 mal 30 Zentimeter großen Farbausdruck oder - qualitativ noch besser - eine Belichtung der Bilddaten auf Fotopapier, wie es mit dem Online Print Service von Agfa möglich ist, sind problemlos realisierbar.

In dieser Größe ist - trotz sechs Jahren Entwicklungsabstandes - kaum ein Unterschied in der Bildqualität zu erkennen. Ein Klick auf die Vorschaubildchen zeigt jedoch, was sich während dieser Zeit in Sachen Auflösung getan hat.



Original 320 x 240 Pixel-
Testaufnahme der QV10 von
Casio, der ersten
Digitalkamera mit LC-Display



Testaufnahme einer aktuellen
3,3 Megapixel-Kamera
(Olympus C-3030)

Nur um allerdings die Qualität des preiswerten und überall verfügbaren Kleinbildformates zu erreichen, hätte es kaum einer solch aufwendigen Technologie bedurft, und auch die Anwender wären sich nicht bereit, 2000 Mark in eine Digitalkamera zu investieren, wenn deren einziger Vorteil die Tatsache wäre, ebenso gute Bilder zu erzeugen wie eine 100 Mark-Kompaktkamera mit Film.

Digitale Kamertechnik muss also weitere Vorteile bieten, und tatsächlich ist die Palette der Unterschiede im Vergleich zur herkömmlichen Kamertechnik weit gefächert:

- Man benötigt kein Filmmaterial mehr, und auch die Entwicklung entfällt naheliegenderweise,
- Die Aufnahmen sind sofort verfügbar und können am Computer bearbeitet, ausgedruckt oder per E-Mail binnen Minuten an beliebige Orte verschickt werden,
- Moderne Digitalkameras bieten im Vergleich zu konventionellen Kameras eine Fülle nützlicher Zusatzfunktionen wie etwa Tonaufzeichnung, automatische Bildbeschriftung oder Videoclip-Funktionen,
- Nicht besonders wichtige Aufnahmen werden entweder sofort gelöscht oder für wenig Geld auf CD gebrannt, die das zur Zeit billigste Speichermedium darstellen und Hunderte von Fotos auf einem Datenträger aufnehmen können,
- Mit vielen Digitalkameras sind Makroaufnahmen bis zu einem Abstand von wenigen Zentimetern möglich, was kaum eine analoge Kleinbildkamera

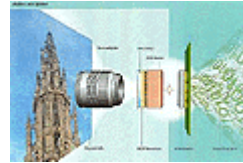
bietet. Dies ist vor allem für Sammler von Briefmarken, Münzen oder ähnlichem interessant, die mit einer Digitalkamera konkurrenzlos einfach und preiswert die eigene Datenbank mit den passenden Abbildungen erweitern können,

- ...

Diese Liste ließe sich nahezu endlos fortsetzen. Der Agfa Digitalkurs "Digitalkameras" möchte Ihnen die Welt der digitalen Fotoapparate etwas näherbringen: Ihre Funktionsweise, ihre Stärken und Schwächen aufzeigen und Ihnen auch einen kurzen Einblick in die ebenso professionelle wie hochpreisige [Highend-Palette](#) der Digitalfotografie ermöglichen. Nach dem "Studium" der einzelnen Kapitel werden Sie einiges aus dem [Innenleben einer Digitalkamera](#) wissen und in der Lage sein, die [technischen Daten](#) Ihres Wunschmodells besser zu interpretieren. Daneben gibt es natürlich auch Praxis-Tipps wie die [Links](#) zu Digitalkamera-Websites oder die Vorstellung nützlicher [Software-Tools](#).

Vom Chip zum Bild

Während bei einer herkömmlichen Kamera die Bildaufnahme mit Hilfe eines Films erfolgt, erfassen digitale Modelle das Foto, wie im vorausgegangenen Kapitel beschrieben, mittels eines CCD-Chip auf Siliziumbasis. Er besteht aus einer Vielzahl winziger



Fotozellen, die man sich als kleine Einzelkameras vorstellen kann. Jede dieser Mini-Kameras erfasst jeweils ein Motivdetail und setzt es in einen Spannungswert um. Je höher der Wert, desto heller der Bildpunkt später auf dem Monitor. Und je mehr solcher Werte für ein Motiv erfasst werden, umso höher ist die Bildauflösung.

Diese Basistechnik ähnelt in weiten Teilen eher einer Video- denn einer klassischen Kamera mit Filmmaterial, und tatsächlich versahen in den ersten Modellen die Chips aus der Videotechnik ihren Dienst. Die Auflösung jener CCDs ist aber sehr begrenzt - das Fernsehbild benötigt einfach nicht mehr - und daher sind in den aktuellen Digitalkameras speziell entwickelte Erfassungschips mit meist mehreren Millionen Bildpunkten eingebaut.

Die Auflösung

Damit ist es gefallen: Das Stichwort Auflösung, um das sich bei digitalen Kameras nahezu alles zu drehen scheint. Ebenso wie bei der Auswahl eines Scanners ist die Auflösung eines der Hauptkriterien beim Kauf einer Digitalkamera, da sie unmittelbaren Einfluss auf Bildgröße und Qualität besitzt. Wichtig ist die Auflösungsangabe auch für die spätere Ausgabe der Fotos auf einem Tintenstrahldrucker oder zur Filmbelichtung beim Fotohändler.

Ausführliche Informationen zu dieser komplexen Materie finden Sie im Agfa-Online-Kurs zum Thema "Scannen" unter folgenden Links, in denen ausführlich die Zusammenhänge zwischen Bildpunkten, Druckpunkten und der Fotogröße dargestellt werden.

<http://www.agfaphoto.com/de/library/digicourse/9912/size.html>

<http://www.agfaphoto.com/de/library/digicourse/9910/resolution02.html>

Bei Digitalkameras wird der Wert für die Auflösung etwas anders ermittelt als bei Scannern, da Kameras keine feste Vorlagengröße besitzen. Daher kann man auch nicht von einer dpi-Auflösung sprechen. Eine Digitalkamera zerlegt nämlich den riesigen Eiffelturm in genau dieselbe Menge von Pixel wie ein Insekt, das mit der Makro-Funktion aufgenommen wird. Die Angabe der Auflösung einer Digitalkamera ist daher absolut und bezieht sich - je nach Marketing-Konzept und Ehrlichkeit des Herstellers - entweder auf die auf dem CCD-Sensor vorhandenen Bildpixel (Pixel in der Höhe mal Pixel in der Breite) oder auf die im definitiven Bild vorhandenen Pixel, deren Anzahl meist etwas geringer ist als die der CCD-Pixel. So bieten die meisten 3,3 Megapixel-Kameras Bilder mit nur 3,14 Millionen Pixel. Es gibt aber auch den umgekehrten Fall, bei dem der Hersteller mit einer wesentlich höheren Pixelzahl wirbt als tatsächlich auf dem Chip vorhanden - Beispiele sind die so genannte SuperCCD-Kameras von Fujifilm, aber auch einige herkömmliche Modelle.

Interpolierte Auflösung

Ist die Auflösung der Bilder höher als die Auflösung des Sensors, so war ein Prozess namens Interpolation im Spiel: Dabei wird die Anzahl der Pixel durch Rechenoperationen nachträglich - also nach der eigentlichen Aufnahme - erhöht.

Dies geschieht durch Mittelwertbildung: Die Software analysiert die vorhandenen Bildpunkte und setzt dazwischen neue ein, von denen sie "glaubt", dass sie in Farbe und Helligkeit passen.

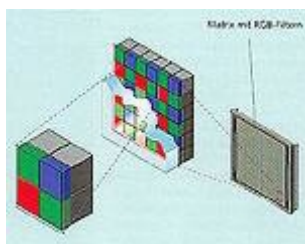
Obwohl manche Digitalkameras diese Option integriert haben, kann man jedes Bild auch nachträglich in einem Bildbearbeitungsprogramm interpolieren, weil beispielsweise das Offset-Druckverfahren einen höheren dpi-Wert benötigt als ein niedrig auflösender Tintenstrahldrucker. Dies wird in Adobe Photoshop beispielsweise mit dem Ankreuzen des Befehls "Bild Neuberechnen mit:" erreicht, der in anderen Programmen aber in ähnlicher Form existiert. In Corel Photo Paint etwa öffnet der Menübefehl "Bitmap neu erstellen" eine entsprechende Dialogbox, die neue absolute und relative Auflösungsangaben (Pixelanzahl oder dpi-Wert) erlaubt.

Eine solche Hochrechnung kann natürlich keine "echte" Informationen in das Bild hineinrechnen, sondern nimmt auf der Basis der vorhandenen Pixel eine Art Schätzung vor. Die zusätzlichen Bildpunkte entstehen, wie erwähnt, aus Mittelwert-Berechnungen zwischen den tatsächlich aufgenommenen Pixeln, wobei unterschiedliche Hochrechnungsverfahren für unterschiedliche Bildtypen angeboten werden. Mit der so genannten "Pixelwiederholung" in Photoshop lassen sich beispielsweise Screenshots und andere Grafiken mit guten Ergebnissen vergrößern, während Fotos dagegen besser mit der "bikubischen Interpolation" umgerechnet werden. Im letzteren Fall werden nicht nur einfach Pixelwerte kopiert und die neuen Bildpunkte quasi als Kopie des Originals eingesetzt, sondern durch komplexe Berechnungen - die mehr als nur aus Mittelwertbildung bestehen - die neuen Farbpunkte errechnet.

In einem Vergrößerungsbereich von etwa 20 bis 30 Prozent kann die Qualität einer Interpolation durchaus akzeptabel sein. Speziell hochwertige Digitalkameras in der Studiofotografie erzeugen so "saubere" Originaldaten, die eine hervorragende Ausgangsbasis für die Hochrechnung bieten und damit auch höhere Interpolationsstufen vertragen - erst recht, wenn die Fotos auf hochwertigen Tintenstrahldruckern ausgegeben werden. Dann sind selbst mit vergleichsweise wenig Ausgangsdaten auch sehr großformatige Digitalfotos jenseits des DIN-A3-Formats möglich, beispielsweise bei der Herstellung von Postern oder Plakaten.

Vom Helligkeitswert zum Farbwert

Bisher war hauptsächlich von Pixeln die Rede, nicht aber von deren Farbwerten. Ein CCD-Pixel misst nämlich, wie beschrieben, von Natur aus keinen Farb-, sondern nur einen Helligkeitswert. Daher würde sich mit einem normalen CCD-Sensor nur ein Graustufenbild ergeben, das aus den Helligkeitsunterschieden besteht und einem klassischen Schwarzweißfoto entspricht.



Um dem CCD-Chip Farbfähigkeit zu verleihen, greifen die Hersteller von Digitalkameras zu einem Trick: Auf jeder einzelnen Lichtzelle ist ein Farbfilter der drei Grundfarben RGB aufgebracht, der entweder das rote, blaue oder grüne Licht durchlässt.

Jedes Pixel auf dem CCD-Chip kann dem

Um ein Farbbild zu erzeugen, ist jede CCD-Zelle mit einem Farbfilter versehen. Aus den erfassten Helligkeitswerten für Rot, Grün oder Blau kann der in der Kamera eingebaute Computer ein digitales Farbbild errechnen.

entsprechend nur jeweils eine Farbe erfassen, da die lichtempfindlichen Zellen immer nur einen einzigen Farbfilter besitzen. Das am häufigsten eingesetzten Muster von einzelnen Farbzellen auf der CCD sieht in der ersten Zeile dieser Farbzellen eine Reihenfolge von Rot-Grün-Rot-Grün (RGRG) und in der zweiten Zeile Grün-Blau-Grün-Blau (GBGB) vor.

Für ein Farbfoto reicht dies jedoch noch nicht. Das wird schnell klar, wenn man sich die Eigenschaften eines Pixels anschaut: Für ein Pixel sind nämlich in jedem Fall alle drei Farbwerte erforderlich, die Kamera hat jedoch nur jeweils einen erfasst. Um nun die beiden fehlenden Farbwerte für einen Bildpunkt zu erhalten, muss die Elektronik der Kamera daher die Werte der umliegenden Pixel zu Rate ziehen und per ebenfalls als "Interpolation" bezeichneter Schätzung eine Hochrechnung vornehmen. Sie greift also etwa im Falle eines blauen Pixels auf die Werte der benachbarten grünen und roten Pixel zurück und ermittelt mit deren Hilfe den vermutlich passenden Rot- und Grünwert für das blaue Pixel. Dieser kann dann in der JPEG-Datei gesichert und auf dem Monitor dargestellt werden. Um diesen Vorgang von der Interpolation der Pixelzahl zu unterscheiden, ist der Ausdruck "Farbinterpolation" geläufig.



Diese Schätzung klappt meistens hervorragend; bei feinen Motivdetails kann die Kamera allerdings auch einmal völlig daneben liegen, was sich dann in einem ungewollt bunten Rauschen (Farb-Moirée, Color Aliasing) bemerkbar machen kann.

Farbtiefe und Farb-Auflösung

Neben der eigentlichen "Pixel-"Auflösung ist auch die so genannte Farbauflösung ein qualitätsrelevanter Faktor bei der Auswahl einer Digitalkamera. Ein Bildpunkt ist schließlich nicht nur ein Punkt an einer bestimmten Stelle des digitalen Bildes, sondern er besitzt auch eine ganz bestimmte Farbe - und diese sollte möglichst optimal mit dem Original übereinstimmen. Wie bereits erwähnt, in der Regel genau eine aus einer Palette von 16,8 Millionen Möglichkeiten.

Um die Bedeutung der Farbtiefe beziehungsweise Farbauflösung zu verstehen, muss man sich einmal die Art und Weise anschauen, mit der die Farbigkeit eines Pixels gespeichert wird. Jeder Farbpunkt des digitalen Bildes kann durch Angabe seines Rot-, Grün- und Blauwertes farblich definiert werden. Dazu stehen pro Grundfarbe jeweils ein Byte Speicherplatz zur Verfügung. Ein Byte wiederum entspricht 8 Bit, und ein Bit kann entweder 0 oder 1 sein. Mit dieser Speichermenge lassen sich exakt 256 unterschiedliche Schattierungen definieren: von 00000000 über 10000000, 11000000, 10100000 usw. bis 11111111. Mit anderen Worten: mit einem Byte beziehungsweise acht Bit pro Grundfarbe lassen sich 256 Schattierungen derselben beschreiben. Und da sich ein Bildpunkt - wie beschrieben - aus drei Grundfarbewerten zusammensetzt, ergeben sich mit dieser Beschreibungssprache:

***256 mal 256 mal 256 = 16.777.216 bzw. rund 16,8 Millionen
Farbmöglichkeiten***

Konsequent bezeichnet man diese Farbenpracht als Truecolor; entsprechende Geräte - beispielsweise Scanner, Digitalkameras oder Grafikkarten - verfügen über eine Farbtiefe von 3 mal 8 Bit beziehungsweise 24 Bit. Stehen die Werte für Rot, Grün und Blau alle auf Null, so ergibt sich Schwarz; bei 255, 255, 255 entsteht Weiss. Sind die drei Farbanteile gleich (beispielsweise 150, 150, 150), so definieren sie einen neutralen Grauton.

Wenn aber nun sowohl der Monitor als auch Bildbearbeitungssoftware und Foto-Drucker bestenfalls mit einer Palette von 24 Bit beziehungsweise 16,8 Millionen Farben arbeiten können, warum protzen dann qualitativ höherwertige mit Farbtiefen von 30, 36 oder gar 48 Bit? Der Grund ist einfach: Je höher die Farbtiefe, umso besser kann die Kamera feine Abstufungen in den Tiefen und Lichtern unterscheiden. Bei 30 Bit stehen dafür statt der 16,7 Millionen eine Milliarde und bei 36 Bit sogar 68 Milliarden Nuancen zur Verfügung.

Zwar wird diese enorme Farbauswahl für die Weiterverarbeitung letztendlich wieder auf die gängigen 24 Bit reduziert; dabei können jedoch die kritischen Bereiche wegen des umfangreicheren "Ausgangsmaterials" wesentlich differenzierter wiedergegeben werden. Selbst preiswerte Digitalkameras arbeiten daher intern bereits mit 30 oder mehr Bit; [professionelle Studiogeräte](#) erreichen gar bis zu 48 Bit Farbtiefe.

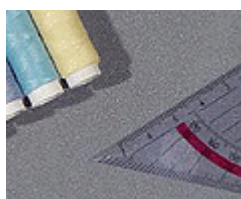
Auflösungsvergleich

Eines der Hauptkriterien beim Kauf einer Digitalkamera ist und bleibt die mit ihr erreichbare Auflösung, die unmittelbaren Einfluss auf die dadurch erreichbare Bildgröße im Druck und bei der Belichtung besitzt. Welche Qualitätsstufe Sie jeweils erwarten können, soll diese Seite verdeutlichen. Sie zeigt einen [Ausschnitt eines Testbildes](#), das mit Kameras unterschiedlicher Auflösungsklassen fotografiert wurde.

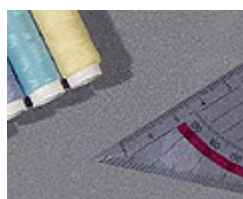
Mit sinkender Zahl der Aufnahmepixel verliert das Bild immer mehr an Detailzeichnung - ein Klick auf die jeweilige Abbildung veranschaulicht dies. Die Qualitätsunterschiede sind auch deshalb sofort sichtbar, weil in diesem Experiment die Bilddimensionen fixiert bleiben. Mit abnehmender Pixelanzahl und der damit einhergehenden sinkenden Detailzeichnung tritt die Struktur der Bildpunkte immer stärker zu Tage. Im Normalfall könnte ein solches Bild folglich nur erheblich kleiner gedruckt oder auf dem Monitor dargestellt werden. Nur sehr teure professionelle Scannerkameras erreichen mit 6000 mal 4000 Pixeln die höchste der auf gezeigten Auflösungsstufen, während das Beispiel des 2048-mal-1536-Bildes einer zur Zeit aktuellen 3,3-Megapixel-Kameras für Normalverbraucher entspricht.

Allerdings muss es nicht immer die höchstmögliche Auflösung sein, denn für die Belichtung der digitalen Urlaubsfotos in einer Standardgröße wie 10 mal 15 Zentimeter reichen Dateien mit 1600 mal 1200 Pixeln, motivabhängig auch 1280 mal 1024 Pixeln aus. Die darunterliegenden Stufen bis zur so genannten Viertel-VGA-Größe mit 320 mal 240 Pixeln ist jedoch nur noch für E-Mails oder zur Illustration einer Webseite geeignet - nicht umsonst werden Kameras mit dieser extrem niedrigen Pixelanzahl heute nur noch als Web-Cams zum Beispiel für Internet-Konferenzen angeboten.

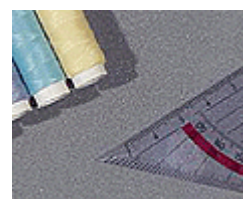
Die durch Mausklick aufgerufenen Originalausschnitte sind durchschnittlich 30 Kilobyte groß:



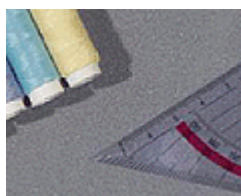
6000 x 3000



2048 x 1536



1600 x 1200



1280 x 1024



640 x 480



320 x 240

Um die Zusammenhänge zwischen Pixelzahl und Darstellungsgröße zu verdeutlichen, können Sie sich auch noch einmal die beiden [Beispielbilder](#) aus

dem ersten Kapitel dieses Kurses anschauen.

Knöpfchen, Räder und sonstige Besonderheiten...

Der Einsatz einer digitalen Kamera gleicht in den meisten Fällen denen einer "normalen" Kamera mit Film. Daher finden sich bei der Bedienung der Kamera und bei der Aufnahme der Fotos viele Parallelen, die es jedem sofort ermöglichen, mit der neuen Technik gelungene Aufnahmen zu produzieren.

Die Palette der zur Zeit erhältlichen Kameras ist durch ihre Vielzahl aber sehr unübersichtlich. Daher sollten Sie vor der Entscheidung für ein bestimmtes Produkt exakt festlegen, welche Ausstattung sie bieten sollte. Neben der Auflösung als das Hauptkriterium, das direkten Einfluss auf die maximale erreichbare Ausgabegröße besitzt, gibt es weitere Punkte, die sie klären müssen.

Wenn Sie beispielsweise die Kamera hauptsächlich als ein Mittel ansehen, um Erinnerungen an Familienfeste oder den Urlaub festzuhalten, wird eine einfache Lösung mit vergleichsweise geringer Auflösung und ohne manuelle Einflussnahmen auf Schärfe und Belichtung für Sie die richtige Wahl sein. Wollen Sie dagegen alle kreativen Spielräume, die Ihnen die Fotografie bietet - und damit natürlich auch die Digitalkameras - sollten Sie eine Checkliste aufstellen, die die für Sie wichtigsten Elemente umfasst. Die folgenden Abschnitte erläutern daher einige wichtige Eigenschaften und Besonderheiten, deren Verständnis Ihnen als Entscheidungshilfe dienen kann.

Spiegelreflex- oder Sucherkamera?

Zunächst eine grundsätzliche Unterscheidung: Wie in der analogen Fotografie auch kann man neben den [Profisystemen](#) die Digitalkameras in zwei Gruppen unterteilen: Spiegelreflex- und Sucherkameras.

Spiegelreflexkameras (SLR-Kameras) basieren in der Mehrzahl auf analogen Gehäusen, die von den Herstellern mit CCD-Chips zur Bilderfassung, Speichermedien und der notwendigen Steuerelektronik (LCD-Sucher, Menütasten etc.) versehen wurden. Diese Produkte sind nur im Hochpreissegment ab zirka 8000 Mark zu finden und bleiben daher für die meisten Gelegenheits-Fotografen finanziell unerreichbar. Sie bieten aber durchweg die wertvolle Möglichkeit, verschiedene Wechselobjektive zu verwenden und auch sonstiges Systemzubehör einzusetzen.

Daneben gibt es aber auch in der Preisklasse um 2000 Mark einige wenige Spiegelreflexmodelle. Ihr größter Vorteil besteht in einem optischen Sucher, der exakt den aufzunehmende Motivausschnitt zeigt, da das Bild über einen Spiegel und Prismensystem vor dem Aufnahmechip in den Sucher geleitet wird. Im Gegensatz zu analogen SLR-Modellen ist das Objektiv bei diesen Kameras jedoch fest eingebaut, so dass der Fotograf nicht auf eine Vielzahl unterschiedlicher Brennweiten zurückgreifen kann.

Die weitaus meisten Digitalkameras ähneln jedoch den so genannten Sucherkameras. Hier sind Objektiv und Sucher zwei Einheiten, was den internen Aufbau vereinfacht und die Geräte dadurch auch preiswerter macht. Im Vergleich zu einer analogen Kamera besitzen sie aber doch einen ganz erheblichen Vorteil: über den eingebauten LC-Monitor kann das Bild ebenso genau beurteilt werden, wie dies mit Hilfe eines Spiegelreflexsystems möglich ist, da das LC-Display das Bild annähernd so anzeigt, wie die Kamera es aufnehmen beziehungsweise speichern würde.

Objektiv



Wie jede Kamera benötigt natürlich auch eine Digitalkamera ein Objektiv, mit dessen Hilfe das einfallende Licht als Bild auf den Aufnahmechip projiziert wird.

Kameras mit Wechselobjektiven sind relativ selten anzutreffen beziehungsweise nur in Preisklassen zu finden, die sie für [Profifotografen](#) interessant machen. Häufig bieten normale Digitalkameras aber ein für den Normaleinsatz ausreichendes 3-fach-Zoomobjektiv an, das meistens den Bereich zwischen leichtem Weitwinkel (zirka 38 Millimeter) bis zum leichten Teleobjektiv abdeckt (etwa 115 Millimeter). Verwirrend sind die im Vergleich zu klassischen Kameras deutlich geringeren Brennweitenangaben auf den Objektiven - zum Beispiel 7 bis 21 Millimeter. Verwirrend, weil häufig die Entsprechung für den Kleinbildfilm ebenfalls auf das Objektiv gedruckt wird und damit auf den ersten Blick nicht klar ist, um welche Brennweite es sich denn tatsächlich handelt.

Die Erklärung liegt in der deutlich kleineren Fläche, die ein CCD-Chip im Vergleich zum Filmmaterial umfasst. Ein 7-Millimeter-Objektiv wirkt bei einer Digitalkamera daher bezüglich des Aufnahmemaßstabs wie ein 38-Millimeter-Objektiv der Kleinbildkamera. Da es unterschiedliche Chipgrößen gibt und somit eine einheitliche Umrechnung mit einem einzigen Faktor unmöglich ist, geben die Hersteller von Digitalkameras die Brennweite immer im Vergleich zum klassischen Kleinbildfilm an, dessen Größe eine Konstante ist.

Die Qualität der Objektive ist mit der von Kleinbildkameras vergleichbar, kommt aber häufig nicht an hochwertige Systeme der analogen Spiegelreflexwelt heran, da hier eindeutig Kompromisse zwischen Kosten und der erzielbaren Bildqualität geschlossen werden müssen. Die Leistung eines Zoom-Objektivs kann für einen bestimmten Einsatzzweck entscheidend sein. So wird der Architekt oder Bauingenieur auf eine ausgeprägte Weitwinkel-Brennweite Wert legen, um Gebäude auch bei geringem Aufnahmeabstand ablichten zu können. Für andere Zwecke mag ein starkes Tele erforderlich sein - hier gibt es Digitalkameras, die ein beachtliches 10fach-Zoom bieten. Optional werden es für manche Modelle auch Vorsatzlinsen, die die ursprüngliche Brennweite in Richtung Fisheye-, Weitwinkel- oder Telebrennweite verändern.

Als eines der Hauptkriterien zur Beurteilung einer Kamera gilt wie bei der analogen Fotografie die erzielbare Schärfe des Bildes. Die Leistungsfähigkeit in dieser Disziplin lässt sich mit fotografierten Linienrastern erkennen, die häufig in Form so genannter Siemenssterne oder immer enger zusammenlaufenden Linienpaaren aufgebaut sind. Die Schärfe des Bildes hängt dabei von der Auflösung des Chips und natürlich von der Güte des Objektivs ab, das das Bild präzise auf die CCD projizieren muss. Digitalkameras verlangen dabei besonders gute Linsensysteme, da die Aufnahmefläche des Chips deutlich kleiner als die eines Kleinbild- oder Mittelformatfilms ist und das Bild exakt auf das Linienmuster der CCD-Elemente abgebildet werden sollte. Als Messgröße gelten die so genannten Linienpaare (Schwarzweiß-Linien), einige Hersteller

geben die Abbildungsqualität ihrer Digitalkameraobjektive daher auch in den Datenblättern mit an.



LCD-Display

Der kleine Farbbildschirm arbeitet wie der Flachbildschirm eines Laptop-Computers und ist auf der Rückseite der meisten Digitalkameras zu finden. Er dient drei Zwecken: zum einen kann er als Live-Sucher fungieren, so dass der Fotograf die Kamera nicht ans Auge halten muss, um durch den optischen Sucher das Motiv zu wählen. Daher kann er auch etwas ungewöhnliche Perspektiven und Kamerahaltungen zur Aufnahme nutzen, ohne sich den Hals zu verrenken. Zum anderen verwendet man ihn als Kontrollbildschirm und kleines Präsentationsmedium, mit dem die aufgenommenen Fotos jederzeit vom Speichermedium abgespielt werden können. Als drittes Einsatzgebiet dient der Monitor zur Einstellung der Kamera (gewünschte Auflösung, Blitzmodus), die über die Menütasten und die entsprechende Anzeige auf dem Bildschirm erfolgt.

Unterschiede ergeben sich durch die Größe und Auflösung des LC-Displays, die natürlich abhängig von der Preisklasse der Digitalkamera sind. Diese kleinen Farbmonitore sind übrigens der Hauptgrund für den immensen Stromhunger der Digitalkameras, da für die Hintergrundbeleuchtung eines solchen Displays eine sehr leistungsstarke Lampe benötigt wird..

Analog-/TV-Ausgang

Um die Digitalfotos auch einem größeren Publikum zeigen zu können, besitzen viele Digitalkameras einen Videoanschluss, mit dessen Hilfe die Bilder auch auf einem normalen Fernseher dargestellt werden können. Auch lassen sich auf diese Weise unscharfe oder anderweitig misslungene Aufnahmen deutlicher erkennen als auf dem vergleichsweise kleinen LC-Display - einem sofortigen Löschen steht dann nichts mehr im Wege.

Stromversorgung

Digitalkameras benötigen vor allem für das LC-Display jede Menge Strom. Sinnvollerweise statten viele Hersteller ihre Modelle daher mit Akkus aus, die mit Hilfe eines ebenfalls mitgelieferten Ladegerätes immer wieder zum Einsatz kommen können. Häufig verwenden sie dabei Nickel-Metallhydrid-Akkus, die im Vergleich zu älteren Akku-Technologien den so genannten Memory-Effekt verhindern, durch den die Leistungsfähigkeit der Akkus schnell nachlässt. Auch Anwender eines Produkts, das normalerweise mit Batterien arbeitet, sollten den Kamerabetrieb sinnvollerweise auf wiederaufladbare Energiezellen umstellen.



Die Steuerung der Kamera

Die Bedienung einer Digitalkamera orientiert sich in den meisten Fällen an einfachen Kleinbildkameras. Wie bei diesen auch muss der Fotograf eigentlich nur per Sucher und Zoomtasten den gewünschten Bildausschnitt wählen,

während sich die Automaten der Kamera um Belichtung, Schärfe und den Weißabgleich kümmern. In einigen Fällen können Blitz und Weißabgleich noch manipuliert werden. So bieten manche Kameras die Möglichkeit, den Blitzmodus zu wählen, so dass die Kamera entweder immer blitzt, per Automatik den Blitz zuschaltet oder den Anti-Rote-Augenmodus verwendet, bei dem ein Vorblitz dafür sorgt, dass der Kaninchenaugen-Effekt bei Portraits ausbleibt. Außerdem kann der Fotograf den [Weißabgleich](#) in einigen Stufen vornehmen: wenn beispielsweise nur Aufnahmen unter Neonlicht durchgeführt werden sollen, kann die Automatik abgeschaltet und für diese Lichtsituation fixiert werden.



Weißabgleich

Wie bei den Videokameras spielt bei der Aufnahme mit Digitalkameras der Weißabgleich eine nicht unerhebliche Rolle für die Bildqualität. Licht besitzt immer eine gewisse Farbtemperatur, die abhängig von Lichtquelle beziehungsweise Tageszeit ist. Die mittägliche Strandaufnahme wirkt beispielsweise anders als das Portrait bei Sonnenuntergang oder Kerzenschein. Außerdem fällt die Farbtemperatur künstlicher Lichtquellen unterschiedlich aus: eine Glühbirne erzeugt ein wärmeres Licht als eine Neonröhre.

Im täglichen Leben fällt dieser Umstand nicht auf, da unser Auge beziehungsweise unser Gehirn beim Betrachten einer Szene automatisch einen entsprechenden Farbausgleich durchführt: ein weißes Blatt Papier sieht für uns sowohl am Strand als auch in der beschriebenen Kerzenlichtsituation weiß aus. Anders die Digitalkamera: sie muss explizit auf die Farbsituation eingestellt werden beziehungsweise führt eine entsprechende Messung und Einstellung per Automatik durch, um auf diese Weise farbneutrale Bilder zu produzieren.



Belichtungsfunktionen

Eines der wichtigsten Gestaltungsmittel der Fotografie ist die Belichtung des Bildes. Mit Hilfe des Zusammenspiels von Blende und Belichtungszeit lässt sich das Foto direkt beeinflussen. Je kleiner beispielsweise die Blende wird, um so größer ist der Bereich, den die Kamera scharf aufnimmt. Der Fachbegriff für ihn heißt "Schärfentiefe", da er festlegt, ab und bis zu welchem Punkt die Bilder scharf abgebeildet werden.

Übrigens: Wer die Zusammenhänge zwischen Filmformat, Blende, Objektiv usw. einmal ausprobieren

möchte, kann den Online-"[Depth-of-Field Calculator](#)" verwenden. Nach Eingabe der entsprechenden Werte liefert er exakte Daten über den zu erwartenden Schärfebereich:



Da es sich bei der Belichtung aber um einen sehr komplexen Prozess handelt, greifen - neben der Option der manuellen Belichtungseinstellung - Automatikfunktionen dem Fotografen unter die Arme. Man unterscheidet vier Hauptgruppen bei den Belichtungsautomatiken:

- [Programmautomatik](#)
- [Zeitvorwahl](#)
- [Blendenvorwahl](#)
- [Manuelle Belichtungseinstellung](#)

Programmautomatik

Wenn Sie die Kamera auf Programmautomatik schalten, wird sie mit Hilfe eines Messensors - bei Spiegelreflexkameras hinter dem Klappspiegel - das in das Objektiv einfallende Licht messen und sowohl die Blendenöffnung als auch die notwendige Belichtungszeit selbsttätig festlegen. Manchmal stehen verschiedene motivabhängige Belichtungsprogramme zur Verfügung, so dass die Kamera für eine schnelle Sportaufnahme - die extrem kurze Belichtungszeiten für scharfe Momentaufnahmen benötigt - ein anderes Verhältnis von Blende und Zeit beachtet, als bei einer stimmungsvollen Porträtaufnahme. Im letzteren Fall wird die Kamera eine große Blende bevorzugen, da in diesem Fall die Schärfentiefe geringer ist und den Portraitierten durch die Unschärfe des Hintergrunds hervorhebt.

Zeitvorwahl

Bei der Zeitvorwahl können Sie die Belichtungszeit festlegen und die Kamera wählt die passende Blendengröße. Auch dieser Modus kann für Sportaufnahmen genutzt werden, da einfach eine möglichst kurze Zeit für scharfe Abbildungen festgelegt wird - alles weitere erledigt die Automatik.

Blendenvorwahl

Genau umgekehrt funktioniert die Blendenvorwahl: hier gibt der Fotograf die gewünschte Blende vor und die Kamera stellt die dazu notwendige Belichtungszeit per Automatik ein. Dies kann für Fotos sinnvoll sein, bei denen mittels einer möglichst kleinen Blenden ein großer Bildbereich scharf erscheinen soll (Schärfentiefe).

Manuelle Belichtungseinstellung

Im manuellen Modus müssen Sie sowohl Blende als auch Belichtungszeit von Hand einstellen. Diese Betriebsart einer Kamera ist sicherlich die schwierigste Variante, bietet aber auch den größtmöglichen kreativen Spielraum. Auch

hierfür bietet sich experimentierfreudigen Surfern ein entsprechender [Kamera-Simulator](#) an: Er zeigt an einem Beispielbild die Auswirkungen verschiedener Zeit- und Blendeneinstellungen.

Digital-Zoom vs. Optisches Zoom



Viele Digitalkameras besitzen neben den optischen Zoomobjektiven noch eine zusätzliche Digitalzoomfunktion. Damit vergrößert die Kamera einen Bildausschnitt in den gewünschten Zoomstufen und erlaubt damit eine vergrößerte Darstellung des Motivs. Allerdings geschieht dies auf Kosten der Bildauflösung (siehe auch den entsprechenden Agfa-Workshop zum Thema [Auflösung](#)) und sollte daher nur angewendet werden, wenn a) die tatsächliche Auflösung der Kamera vergleichsweise hoch liegt und b) die übrig gebliebene Auflösung für die spätere Darstellungsart ausreicht: Im Falle von Bildern für das Internet, die nur in Monitorauflösung gezeigt werden sollen, ist dies aber fast immer der Fall. Allerdings kann ein solches Pseudo-Zoombild aus einer voll aufgelösten Originaldatei auch jederzeit nachträglich in einer Bildbearbeitung erzeugt werden.

Zusatzfunktionen



Neben den eigentlichen Aufnahmefunktionen halten viele Digitalkameras auch Möglichkeiten bereit, an die in der herkömmlichen Fotografie überhaupt nicht zu denken ist. So erlauben es viele Produkte die Sicherung eines kurzen Kommentars zum Bild in Form einer Ton-Datei, um auf diese Weise die Dokumentation beispielsweise eines Schadensfall zu vereinfachen. Außerdem findet sich bei vielen Kameras die Möglichkeit, nicht nur Einzelbilder, sondern auch Videos aufzunehmen. Die Qualität und Auflösung ist dabei allerdings nicht mit echten Videokameras zu vergleichen, da durch die Begrenzung auf die vergleichsweise geringe Speicherkapazität der Digitalkameras nur wenige Sekunden des stark komprimierten Videofiles gesichert werden können.



Für Internet-Nutzer besonders angenehm ist die Möglichkeit, einige Digitalkameras als Webcams zu verwenden. Damit können beispielsweise in regelmäßigen Abständen automatisch aktuelle Fotos auf die eigene Web-Seite geladen werden oder die Kamera ermöglicht eine Internet-Videokonferenz, bei der sich die Anwender über das Netz unterhalten und dabei auch sehen können.

Ein Beispiel für eine solche Lösung ist die Digitalkamera CL-18 von Agfa. Sie kann nicht nur als elektronischer



Fotoapparat genutzt werden, sondern dient auch der Internet-Kommunikation oder leistet bei Video-Konferenzen praktische Dienste. Die erforderliche Software liegt der Kamera natürlich gleich bei.

Außerdem bieten die verschiedenen Digitalkameras noch eine ganze Menge an anderen Spezialitäten. Diese reichen - je nach Hersteller - von der kabellosen Fernbedienung der Kamerafunktionen von A wie Auslösen bis Z wie Zoom über die Möglichkeit, die per Kabel am Computer angeschlossenen Kameras mit einer Spezialsoftware per Mausklick auszulösen und das Bildergebnis direkt danach auf dem Monitor zu sehen bis hin zu in die Kameras integrierte Bildbearbeitungsoptionen wie etwa Sepiatönung, das Einfassen in Schmuckrahmen und ähnliches. Auch für alle, die ihre Bilder nicht nur auf dem Bildschirm, sondern auch auf Papier sehen möchten, hält die digitale Kameratechnik einiges bereit. Manche Modelle verfügen beispielsweise über einen Direktanschluss für besondere Drucker, über die man die Bilder ohne Computer ausgeben kann. Viele Kameras beherrschen den DPOF-Standard, mit dem man schon in der Kamera selbst die Eigenschaften des späteren Ausdrucks beeinflussen kann. DPOF (Digital Print Order Format) ist ein spezielles Format, das Informationen über einen Druck- oder Belichtungsauftrag enthält. Hier kann der Fotograf direkt in der Kamera festlegen, wie viele Abzüge er von jedem Bild möchte, ob Datum und Zeit mit einbelichtet werden sollen oder das Bild an den Rändern beschnitten werden soll. Bei letzterem kann man dann bei manchen Kameras den gewünschten Ausschnitt mittels Hilfslinien und der Cursor-Taste festlegen. Entsprechend ausgezeichnete Bilder können von DPOF-fähigen Druckern oder entsprechenden Labors direkt weiter verarbeitet werden.

Serienaufnahmen

Mit den meisten Kameras hat der Anwender die Wahl, normale Einzelbilder oder - bei durchgedrücktem Auslöser - Serienaufnahmen zu erzeugen. Wie viele Bilder in Serie aufgenommen werden und in welchen Intervallen, hängt von der Prozessor- und Speicherausstattung sowie - je nach Modell - von der gewählten Bildauflösung ab. Profi-Kameras wie etwa die D1 von Nikon sind in der Lage, bis zu 21 Bilder in Serie bei einer Frequenz von 4,5 Bildern pro Sekunde in voller Auflösung (!) aufzuzeichnen; preiswertere Modelle aus der aktuellen 3,3 Megapixel-Generation schaffen Serien von fünf Bildern mit einer Frequenz von immerhin drei Aufnahmen/Sekunde

Empfindlichkeit

Auch bei Digitalkameras wird die Lichtempfindlichkeit in ISO angegeben. Die Besonderheit ist jedoch, dass man sie bei den meisten Modellen praktisch von Bild zu Bild verändern kann. In der Automatik-Position stellen die meisten Kameras bei schlechtem Licht eine höhere Empfindlichkeit selbsttätig ein. Wie beim Film auch, gehen höhere Empfindlichkeiten auch bei Digitalkameras mit einer gesteigerten "Körnigkeit" - die in diesem Fall als Rauschen bezeichnet wird - einher.

Rauschen

Neben der Auflösung gibt es weitere Qualitätsmerkmale, die Digitalkameras

voneinander unterscheiden. So lässt sich besonders in dunklen Farbflächen häufig ein leichtes, aber dennoch erkennbares buntes Pixelmuster erkennen. Dieser Effekt wird als Rauschen bezeichnet und ist von der Qualität des Aufnahmechips abhängig. Die einzelnen CCD-Zellen geben nämlich auch ohne Lichteinfall eine minimale Strommenge ab, die die Kamera als Farbpixel interpretiert. In hellen Flächen fällt diese kleine Strommenge nicht auf, daher ist dort das Rauschen auch meist nicht erkennbar. Reduzieren lässt sich der Effekt durch eine aktive Kühlung des CCDs, eine Technik, die aber nur bei sehr teuren Profi-Digicams eingesetzt wird.

Moiré

Ein weiteres Problem tritt durch so genannte Moirés auf. Sie entstehen, wenn die Kamera feinste Muster (Drahtgeflecht, Stoffmuster) aufnimmt und sich diese Muster mit dem Raster des Aufnahmechips überlagern. Entfernt vergleichbar ist dies mit zwei Wellenmustern, die sich in einem Teich überlagern, wenn man zwei Steine nacheinander in das Wasser wirft. Und so sind denn auch auf den Fotos einer moiré-gefährdeten Kamera deutlich wellenförmigen Gebilde erkennbar.

Speichermedien und Bildtransfer



Im Gegensatz zu einer analogen Kamera, bei der das Aufnahmemedium Film auch gleichzeitig das Speichermedium darstellt, sind bei einer digitalen Kamera Erfassung und Speicherung der Bilder zwei völlig unterschiedliche Dinge.

Das von dem CCD-Chip aufgenommene und von der Elektronik der Kamera umgesetzte digitale Bild muss nach der Aufnahme auf einem Datenmedium dauerhaft gesichert werden. Zur Zeit gibt es vier nennenswerte Speichersysteme: CompactFlash- und SmartMedia-Karten verschiedener Hersteller, den MemoryStick für Sony-Digitalkameras und das Klik!-Laufwerk von I½, das beispielsweise die Agfa CL30 Klik! einsetzt.

Während es sich bei den ersten drei Produkten um kleine Steckkarten handelt, die aus Speicherelementen und ein wenig Steuerelektronik bestehen, setzt der Hersteller der Klik!-Kassetten eine kleine rotierende Magnetplatte in einem Kassettensystem ein, die ähnlich wie Disketten arbeitet, jedoch 40 Megabyte speichern kann. Ihr Vorteil gegenüber den genannten Kartenmedien liegt im Preis: eine Klik!-Kassette schlägt mit etwa 20 Mark zu Buche, während für die gleiche Kapazität in Kartenform 150 bis 200 Mark zu kalkulieren sind.



Die Speicherkapazitäten der SmartMedia-Karten reichen zur Zeit bis zu 96 Megabyte. Das extrem flache Medium enthält nur den Speicher, die Steuerung und Adressierung muss durch die Kamera erfolgen. Dies führt hin und wieder zu Problemen, wenn die Kamera beispielsweise nicht darauf konzipiert wurde, Speichermedien über 16 oder 32 Megabyte zu lesen. Denn dann lassen sich größere SmartMedia-Karten einfach nicht nutzen. Ganz anders die CompactFlash-Karten: sie besitzen einen eingebauten Controller - quasi ein wenig Eigenintelligenz - die sie problemlos mit den Kameras kommunizieren lässt. Die zur Zeit bis zu einer Größe von 192 MB erhältlichen Karten sind dadurch in jeder Kamera mit CompactFlash-System verwendbar.

Neu im Reigen der Speichermedien sind so genannte Multi-Media-Cards. Sie sind deutlich kleiner als alle anderen Kartensysteme und wurden nicht nur für Kameras, sondern für eine ganze Reihe portabler Geräten entwickelt. So sollen auch Mobiltelefone und andere Multimediaprodukte mit dieser Technik ausgestattet werden, um zum Beispiel Adresslisten, MP3-Musikstücke und ähnliches zu sichern. Da eine ganze Reihe von großen Herstellern der Unterhaltungsindustrie ihre Unterstützung für dieses Speichermedium zugesagt haben und zum Beispiel JVC das System bereits in digitale Camcorder einbaut, dürfte diese neue Karten bald eine gewichtige Rolle im Konkurrenzkampf um

das Standardmedium darstellen. Zur Zeit sind die ersten Karten mit einer Kapazität von 64 Megabyte erhältlich.

Angekündigt, aber bislang noch nicht verfügbar, ist ein magneto-optisches System, das gemeinsam von Hitachi, Olympus und Sanyo entwickelt wurde. Es trägt den Namen iD Photo und bietet eine Kapazität von 730 Megabyte. Die Hersteller heben vor allen Dingen die lange Haltbarkeit des MO-Mediums hervor, das die Dateien bis zu 100 Jahren sicher speichern soll.

All diese Medien können im Gegensatz zum Arbeitsspeicher eines Computers die Daten ohne Stromversorgung dauerhaft speichern, lassen sich also auch problemlos aus der Kamera entfernen und gegen weitere Medien austauschen. Daher ist die Bedienung auch völlig einfach und gleicht praktisch dem Einsatz von Kleinbildfilmen: Kameraklappe öffnen, beschriebene Karte herausnehmen, neue Karte einlegen und weiter fotografieren. Im Vergleich zum Film bieten die Speichermedien noch einen ganz erheblichen Vorteil: die gesicherten Fotos lassen sich löschen und die Karte danach wieder verwenden. Und das praktisch immer wieder.



Hilfreich im digitalen Foto-Alltag sind daneben Adapter-Lösungen, mit denen man beispielsweise SmartMedia-Cards per Diskettenlaufwerk einlesen kann oder CompactFlash-Karten über ein Standard PC Card-Laufwerk, wie es viele Notebooks aufweisen, verarbeiten kann.



Der Memory Stick von Sony kann über einen Adapter in normalen Diskettenlaufwerken verwendet werden.

Neueste Entwicklungen erlauben es, die verschiedensten Bildspeicher auch ohne Computer auszulesen und beispielsweise auf einem Fernseh-Bildschirm zur heimischen Dia-Show darzustellen.

Speicherformat

Auf den diversen Speichermedien werden die Aufnahmen der Digitalkameras standardmäßig im komprimierten JPEG-Format gesichert. Dieses von der Joint Photographic Expert Group entwickelte Format verkleinert die ursprüngliche Dateigröße auf einen Bruchteil, womit es sich nicht nur für die Verwendung auf Internet-Seiten und beim E-Mail-Versand anbietet, sondern auch für eine platzsparende Archivierung.

Die Verringerung der Dateigröße wird bei JPEG allerdings dadurch erreicht, dass für unser Auge weniger wichtige Bildinformationen entfernt werden. Die Stärke dieser Reduktion und die damit zusammenhängende Bildqualität und Größe der resultierenden Datei lässt sich in fast allen Programmen einstellen. Ein extrem wichtiger Punkt bei der Verwendung des JPEG-Formats sollte jedoch nicht übersehen werden: Mit jedem erneuten Speichern eines Bildes reduziert sich dessen Qualität weiter, ohne dass sich die Dateigröße nennenswert

verringern würde. Daraus ergibt sich der Ratschlag, ein Bild wenn möglich nur ein einziges Mal als JPEG-Datei zu speichern, nämlich nach Abschluss aller Nachbearbeitungsschritte. Bis man an diesem Punkt angelangt ist, sollte man so genannten verlustfreien Speicherformaten (wie etwa TIFF oder BMP) den Vorzug geben.

Details zum JPEG-Format sowie entsprechende Bildbeispiele finden Sie im Agfa Digitalkurs [Scannen](#).

Wege zum Computer

Die digital aufgenommenen Bilder sollen natürlich auch zur Bearbeitung, für den Druck oder die Belichtung, das Versenden per E-Mail oder andere Anwendungen zum Rechner übertragen werden. Hierfür gibt es eine ganze Anzahl von Lösungen, die abhängig von der Kamera- und der Computerausstattung sind und sich vor allen Dingen in der Geschwindigkeit unterscheiden, mit der die Fotos in den PC gelangen.

Vier der wichtigsten Möglichkeiten sind im folgenden aufgeführt: [Seriell](#), [USB](#), [Kartenlaufwerk](#) und [FireWire/SCSI](#)

Seriell

Die älteste und einfachste Art der Datenübertragung erfolgt über die serielle Schnittstelle. Bis vor kurzem galt der Satz, dass quasi jeder Computer über dieses Interface verfügt. Damit musste der Kamerahersteller nur ein passendes - und sehr preiswertes Kabel - und einen entsprechenden Treiber zur Datenübertragung in Form einer Diskette oder CD beilegen, damit der Digitalfotograf seine Fotos auf den Rechner übertragen konnte. Dies galt plattformübergreifend für Windows- und Apple-Rechner. Mit dem Erscheinen des iMacs und G3-Rechner verabschiedete sich die Apple-Welt von dieser Schnittstelle, so dass viele ältere Digitalkameras heute nicht mehr mit den Macs kommunizieren können. Allerdings ist dieser Kompatibilitätsverlust der einzige Nachteil, denn außer ihrem Status als Standard bietet die serielle Schnittstelle vor allen Dingen einen sehr großen Nachteil: sie ist extrem langsam.

USB



Deutlich schneller dagegen der USB-Port. Er gehört heutzutage zur Standardausstattung aller Rechner und wird sowohl von Windows 98 und 2000 als auch dem Apple-Betriebssystem unterstützt. Im Vergleich zur seriellen Schnittstelle ergeben sich zwei Vorteile: erstens eine Geschwindigkeitssteigerung bis zum Faktor 10 und eine Vereinfachung des Kameraanschlusses. Der USB-Port kann im laufenden Rechnerbetrieb umgestöpselt werden, der Rechner benötigt dementsprechend keinen Neustart, um das zusätzlich angeschlossene Gerät - sei es eine Digitalkamera, ein Scanner oder ein Zip-Laufwerk - zu erkennen und zu nutzen. Eine per USB-Anschluss mit dem Computer verbundene Kamera erscheint auf dem Desktop wie ein zusätzliches Laufwerk, von dem der Anwender die Bilddateien auf die eigene Festplatte oder anderen Datenträger kopiert und dann bearbeitet oder

druckt.

Kartenlaufwerke

Die eleganteste Lösung zur Bildübertragung stellen sicherlich Kartenlesegeräte dar. Sie sind per USB-Port, Parallelschnittstelle oder SCSI-Interface wie andere Wechselspeichermedien mit dem Rechner verbunden. Der Fotograf muss lediglich die Speicherkarte seiner Kamera in die Slots des Laufwerks schieben, um sie wie eine Floppy-Disk oder Festplatte öffnen und die Bilder übertragen zu können.

Es gibt Kombigeräte, die SmartMedia- ebenso wie CompactFlash-Karten verarbeiten und damit ideal für den Einsatz unterschiedlicher Kameratypen geeignet sind. Einige Profi-Systeme besitzen zusätzlich Schächte für PCMCIA-Karten, so dass auch professionelle Speichersysteme mit PC-Card-Technik (Festplatten und Flash-Systeme) zum Einsatz kommen können.

Firewire und SCSI

Professionelle Digitalkameras liefern Bilder in hoher Auflösung, deren Datenmenge daher auch erheblich über der von normalen Konsumer-Produkten liegt. Daher sind sie häufig mit schnelleren Anschlussystemen ausgestattet. Galt bislang der SCSI-Port als die schnellste Möglichkeit, die Fotos zu übermitteln, setzen einige Kamerahersteller auf den neuen FireWire (auch i.Link oder IEEE-1394) genannten Anschluss. Er wird standardmäßig in Apple-Rechner eingebaut, während es für die Windows-Welt eine ganze Reihe von PCI-Karten gibt, um den Computer mit dieser Schnittstelle auszustatten.

FireWire bietet ähnlich wie USB mehr Komfort als bisherige Interfaces. So lassen sich auch bei dieser Schnittstelle die zusätzlichen Geräte im laufenden Betrieb anschließen und werden dann automatisch erkannt. Eine Einstellung der Geräte-ID, wie es beispielsweise bei SCSI-Systemen notwendig ist, entfällt ebenso wie das Setzen von Jumpfern oder anderen Schaltern. Die Schnittstelle ist so schnell, dass sie zu einem Standard in der DV-Videobearbeitung geworden ist, bei der ein Film beispielsweise von der Videokamera zum Rechner übertragen werden soll und dabei zirka 3,6-Megabyte pro Sekunde konstant übertragen werden müssen.

Die Profi-Liga



Fernab von den kompakten Digitalkameras der 2000 Mark-Klasse bewegt sich die digitale Fotoprofi-Welt: Der preisliche Einstiegspunkt liegt hier bei rund 8000 Mark für eine Digital-Spiegelreflexkamera; der Großteil der Studio-Systeme bewegt sich aber im Bereich zwischen 40.000 und 50.000 Mark. Schließlich benötigt der professionelle Digitalfotograf Kameras, die hohe Auflösungen UND eine optimale Bildqualität produzieren. Da die im Agentur- und Verlagsbereich erstellten Bilder fast immer für qualitativ hochwertige Print-Produkte aufgenommen werden, reichen in diesem Fall wenige Megapixel, wie sie die kleineren Consumerkameras erreichen, nicht aus. Eine DIN-A4-Magazinseite beispielsweise sollte ein Datenvolumen von mindesten 10 bis 15 Megabyte (RGB) besitzen, um im 60er Raster (normale Zeitschrift) ohne Treppchenbildung oder erkennbare Pixelstrukturen gedruckt werden können. Bei extrem hochwertigen Druckprodukten (Edel-Prospekt, anspruchsvolle Bildbände) reichen selbst diese Werte oft nicht aus. Doch inzwischen sind für alle Anwendungen digitale Kameras erhältlich, die auch diesen hohen Ansprüchen problemlos gerecht werden.

Grundsätzlich gibt es zwei Typen von digitalen Profisystemen. Zum einen die eigentlichen Digitalkameras, bei denen die Aufnahmeelektronik fest in ein (mehr oder weniger) normales Kameragehäuse integriert ist. Meist handelt es sich dabei um mobile Spiegelreflexkameras, die auch mit dem Systemzubehör des jeweiligen Herstellers - Objektive, Blitzgeräte und ähnliches - verwendet werden können. Zum anderen sind es so genannte Digitalrückteile für Fach-, Großformat- oder Mittelformatkameras, wie sie im stationären Einsatz im Studio verwendet werden. Diese Kameras sind grundsätzlich modular aufgebaut, so dass beispielsweise die Filmkassette komplett abgenommen werden kann. An ihre Stelle tritt das Digitalkamerarückteil, das nun mit einem CCD-Chip oder einer CCD-Zeile das Bild erfasst.

Komplettsysteme



Komplettsysteme bestehen entweder aus einer Spiegelreflexkamera (SLR), die für die digitale Aufnahme vom Kamerahersteller mit einem CCD-Chip, der notwendigen Steuerelektronik und dem Speichermedium ausgestattet wurde, oder aus modular aufgebauten Kameras, bei denen beispielsweise eine Mittelformatkamera mit einem Digitalrückteil und einer externen Steuereinheit mit Speichermedium kombiniert wird.

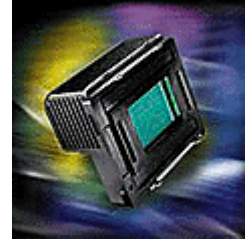
Daneben sind einige Lösungen erhältlich, die ähnlich wie eine Videokamera aussehen und Aufnahmeschicht und



Objektiv in einem Gehäuse enthalten.

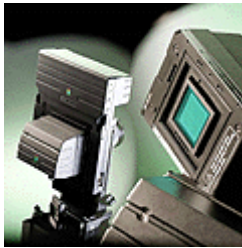
Rückteile

Bei den in der Studiofotografie hauptsächlich eingesetzten Systemen dagegen handelt es sich um so genannte Digital-Rückteile. Bei ihnen ist ein Großteil der elektronischen Komponenten in einem eigenen Gehäuse untergebracht, das über Adapter an herkömmliche Kameragehäuse angeschlossen wird. Für Kleinbildkameras gibt es derzeit (5/2000) noch keine wechselbaren Digitalrückteile - die mit Spannung erwartete "digitale Filmpatrone" des amerikanischen Herstellers Silicon Film ist zwar bereits seit Jahren angekündigt, konnte aber immer noch nicht in Aktion begutachtet werden. Verfügbar sind dagegen eine Vielzahl von Modellen für Mittelformatkameras (beispielsweise von [Hasselblad](#) oder [Mamiya](#)) und für so genannte Fach- oder Großformatkameras von Hersteller wie [Sinar](#), [Cambo](#), [Linhof](#) und anderen.



Die Frage, ob Rückteil oder Komplettsystem sagt noch nichts über die konkrete Funktionsweise eines digitalen Kamerasystems aus. Hier gibt es grundsätzliche Unterschiede, die die Motiverfassung und die möglichen Einsatzgebiete betreffen. Aufgliedern lässt sich dieser Aspekt in Oneshot-, Multishot- und Scan-Systeme.

Oneshot-Systeme



One Shot Kameras oder Rückteile erfassen das Motiv mit einer einzigen Belichtung. Dazu sind die einzelnen Pixel der CCD-Sensoren, wie im Kapitel Vom Chip zum Bild beschrieben, abwechselnd mit winzigen Rot-, Blau- und Grünfiltern versehen, und ebenso wie bei den digitalen Kompaktkameras müssen die jeweils fehlenden Farbwerte nach der Aufnahme per Software-Interpolation geschätzt werden.



Dennoch darf die Qualität der oft sehr kompakten One Shot-Rückteile getrost als atemberaubend bezeichnet werden, und auch die mobilen Digitalkameras auf Spiegelreflexbasis, die allesamt mit One Shot-Technik arbeiten, liefern mittlerweile Ergebnisse, die der Qualität des Films oft nicht nachstehen. Entsprechende Geräte gibt es beispielsweise von [Rollei](#), [Sinar](#), [CreoScitex](#), [Jenoptik](#), [Phase One](#) und anderen.

Multishot Systeme

Bei diesem Typ von Aufnahmesystemen entsteht ein Farbbild durch drei oder vier aufeinander folgende Teilbelichtungen, die jeweils einen Teil der Farbinformationen erfassen. Hierzu wird entweder nach jeder Teilaufnahme ein anderer Farbfilter vor den Sensor oder vor dem Objektiv in Position gebracht,

oder aber eine extrem präzise Piezo-Elektronik verschiebt einen RGB-Sensor nach jeder Teilaufnahme um einen Pixel, so dass nacheinander der Rot-, der Grün- und der Blauwert erfasst wird. Beide Verfahren haben den Vorteil, dass die gesamte Bildinformation tatsächlich physikalisch gemessen wird; eine qualitätsmindernde [Farbinterpolation](#) ist nicht erforderlich. Der große Nachteil dieser Technik ist die Tatsache, dass sie sich wegen der zeitversetzten Teilaufnahmen ausschließlich bei völlig unbewegten Motiven einsetzen lässt. Entsprechende Systeme finden sich daher vor allem in der Katalog- und Sachfotografie. Anbieter solcher Rückteile sind beispielsweise [Rollei](#), [Sinar](#), [CreoScitex](#), [Jenoptik](#) und andere.

Scanner-Systeme

Sie sind die wahren Pixel-Protze unter den Digitalkameras: Während sich der Massenmarkt über die neue Generation der 3,3- und 4- Megapixel-Kameras freut, erreichen sie Auflösungen von bis zu 50 Millionen Pixel, was rund 150 Megabyte entspricht - wohlgemerkt: pro Aufnahme! Eine längliche Zeile mit CCD-Elementen tastet - ähnlich wie in einem Diascanner - die Bildfläche Schritt für Schritt ab. Dies hat nicht nur den Vorteil, dass die Länge dieses Zeilensensors und die Anzahl der Abtastschritte exakt auf die Abmessungen des jeweiligen Filmformats abgestimmt werden können; zudem erlaubt die im Vergleich zu den kleineren Flächensensoren wesentlich größere Abtastfläche das beeindruckende Auflösungsvermögen, dem auch feinste Details der Motive nicht entgehen. Da Zeilensensoren in der Herstellung außerdem deutlich billiger sind als hoch auflösende Flächensensoren, ist das "Preis-pro-Pixel"-Verhältnis wesentlich besser als bei Oneshot-Systemen. Scannerkameras gibt es sowohl als Komplettsysteme, beispielsweise von [Pentacon](#), als auch als Rückteile für normale Kameras (z.B. von [Phase One](#), [BetterLight](#) und anderen).



Multifunktions-Systeme

Für alle Anwendungen geeignet sind so genannte Multifunktionssysteme. Sie beherrschen sowohl One-Shot- als auch Multi-Shot-Aufnahmetechniken und können daher perfekt an das gewünschte Aufnahmemotiv angepasst werden. So lassen sich beispielsweise extrem hochauflösende Produktfotos erstellen, aber eben auch Bilder mit beweglichen Motiven wie Models bei Modeaufnahmen. Immer mehr dieser Systeme sind daneben zusätzlich in der Lage, im Stillife-Bereich in einem hochauflösenden Scan-Modus zu arbeiten. Dabei wird der CCD-Flächensensor nacheinander in mehrere Aufnahmepositionen gebracht, wodurch sich die Auflösung der Einzelbilder addiert. Anbieter sind beispielsweise [Sinar](#), [Jenoptik](#) und [Heidelberg](#).

Spezialsoftware für Digitalkameras

Zwar liegt praktisch jeder Digitalkamera ein mehr oder weniger umfangreiches Software-Paket bei; daneben gibt es jedoch eine Menge von kleinen Software-Helfern, die die Arbeit mit Digitalkameras erheblich erleichtern können. Schließlich gestaltet sich der Umgang mit digitalen Fotos doch etwas anders als bei herkömmlichen Fotoapparaten. So müssen die Dateien möglichst effektiv verwaltet werden oder man sucht nach Funktionen, um Bilder in 90-Grad-Schritten zu drehen und ohne erneute JPEG-Kompression zu speichern, um so beispielsweise eine Hochkantaufnahme ohne Qualitätsverlust korrekt für die Bildschirmdarstellung aufbereiten zu können. Hier bietet die Share- und Freeware-Szene eine ganze Reihe nützlicher Utilities, deren Funktionsumfang zum Teil deutlich über den der Kamera beigelegten Software hinausgeht.

Regelmäßig informiert der [AGFAnet News Letter](#) über Produkte dieser Art; alle zwei Wochen findet sich daneben im [AGFAnet-Café](#) eine ausführliche Software-Besprechung. Die folgenden Abschnitte stellen eine Auswahl von Programmen dieser Kategorie vor:

PIE

PIE steht für "Picture Information Extractor". Die Software liest Zusatzinformationen über Verschlusszeiten, Blitz, Zoomeinstellungen und anderes aus den JPEG-Dateien zahlreicher Digitalkameras. Weitere Hauptaufgabe ist das automatische Umbenennen der Kamerabilder, die von Haus aus oft mit wenig aussagekräftigen Namen à la »PIC00012.JPG« daherkommen. Da das Aufnahmedatum in den neuen Dateinamen einfließt, wird ein chronologisches Sortieren zum Kinderspiel. Herausragendes Feature ist die so genannte "lossless rotation": JPEG-Bilder können ohne Qualitätsverlust gedreht werden, da die Dateien hierfür nicht - wie üblich - dekomprimiert und nach dem Drehen erneut komprimiert werden müssen.

ImageN

Die Hauptaufgabe von ImageN ist es offiziell, Digitalfotos von Speicherkarten oder Digitalkameras zum Computer zu übertragen. Rund um diesen Kern aber findet sich eine derartige Fülle professioneller Tools, dass sich die Software auch für alle, die keine Digitalkamera besitzen, schnell als unentbehrlich erweisen dürfte. ImageN kann mit Photoshop-Plug Ins arbeiten, bietet essentielle Bildbearbeitungswerkzeuge sowie einen datenbankbasierten Image Browser zur Bildverwaltung, der Tausende von Thumbnails verwaltet. Damit nicht genug, ist ein eigener Web Server in das Programm integriert, der Bilder und Alben vollautomatisch als untereinander verlinkte HTML-Seiten anzeigt - offline und online.

Thumber

Thumber ist ein ebenso kleines wie mächtiges Software-Maschinchen, das

zahlreiche Aufgaben beim Betrachten, Katalogisieren, Archivieren und Präsentieren von Aufnahmen aus Digitalkameras automatisiert. Obwohl es generell mit allen JPEG-Dateien arbeitet, kann es bei Bildern von Digitalkameras seine besonderen Stärken zeigen. Hierbei nämlich extrahiert es die kleinen Thumbnail-Versionen und zeigt Kameraeinstellungen an. Per Mausklick erstellt Thumber Internet-Seiten mit Bildgalerien, bei denen kleine Bildversionen als Link zu den Originaldaten dienen. Eine weitere der zahlreichen Funktionen erlaubt, Bilder schnell von einer Quelle (z.B. einer Speicherkarte) zum Archivierungsort (z.B. ein bestimmtes Verzeichnis der Festplatte) zu transferieren.

PowerAlbum

PowerAlbum ist ein nützliches kleines Freeware-Programm zum Verwalten von JPEG-Bildersammlungen. Dazu legt man thematische Gruppen an, die ihrerseits unterschiedliche Alben enthalten können. Hierzu können auch Bilder aus unterschiedlichen Verzeichnissen und Datenträgern eingelesen werden. Bestimmte Gruppen lassen sich mittels Passwort vor neugierigen Blicken schützen. Hilfreich ist auch die Kontaktbogen-Funktion, die eine Übersicht aller Bilder eines Albums als neues Bild erzeugt. Schade nur, dass hierbei die Bilder auf die vorgegebenen Dimensionen ³zurechtgedrückt werden. Genial ist die Druckfunktion: Man wählt die gewünschten Bilder aus, und PowerAlbum platziert sie auf Wunsch automatisch so auf dem Papier, dass dieses optimal genutzt wird. Alternativ lassen sich die Bilder auch individuell direkt in der Druckvorschau skalieren.

jStrip

Die Größe einer JPEG-Datei hängt nicht allein vom Kompressionsfaktor ab. Das Dateiformat kann nämlich neben den eigentlichen Bildinformationen noch eine Menge anderer Angaben speichern, und viele Programme machen von dieser Möglichkeit freigiebig Gebrauch. jStrip kann aus den JPEG-Bildern Kommentare, Macintosh Header, Extra-Bytes am Dateiende sowie die von Photoshop und anderen Programmen generierte Thumbnail-Bildchen entfernen und so die Speichergröße verringern. Das Bild muss dabei nicht erneut komprimiert werden, weshalb keinerlei Qualitätsverlust eintritt. Hilfreich kann ein Waschdurchgang mit jStrip auch in Fällen sein, in denen sich ein Programm weigert, bestimmte JPEG-Dateien zu öffnen. Da jStrip keine Backups der bearbeiteten Dateien erstellt, werden, sollte man sicherheitshalber nur an Kopien arbeiten

IrfanView

IrfanView 32, dessen Autor aus dem bosnischen Jajce stammt, besteht aus einer einzigen ausführbaren Datei. Das Programm jedoch nur als Bildbetrachter zu bezeichnen, wäre untertrieben. Zwar lassen sich keine Schärfe- und Farbkorrekturen durchführen, Veränderungen von Helligkeit, Kontrast und Gamma aber sind nicht nur möglich, sondern werden sogar als

Echtzeit-Vorschau angezeigt. Faszinierend ist die Geschwindigkeit, mit der IrfanView32 schon vor dem Öffnen kleine Vorschaubilder erzeugt. IrfanView 32 kennt eine Fülle gängiger Grafikformate, darunter auch Photoshop, animierte Gifs sowie verschiedene Videotypen. Eine TWAIN-Schnittstelle für Scanner und Kameras, automatische Konvertierung ganzer Bilderordner und die Möglichkeit, Diashows zusammenszustellen und für den späteren Gebrauch zu speichern, vervollständigen den Funktionsumfang.

Cameraid (Macintosh)

Eines der interessantesten Features von Cameraid ist sicher der flotte Download von Bildern aus der Kamera, der sich im Idealfall um bis zu 70 Prozent schneller vollzieht als mit den Originalsoftwares. Dem Arbeitsfluss förderlich ist auch die Tatsache, dass sich die Bildübertragung mit der Macintosh-Software im Hintergrund abspielt, dass also der Rechner nicht blockiert ist. Dennoch kann jedes Bild sofort nach der Übertragung betrachtet werden. Ebenso ist es möglich, direkt im Programm die meist wenig aussagekräftigen Original-Dateinamen zu ändern und das Erstellungsdatum der Bilder auf das tatsächliche Aufnahmedatum anstatt auf das üblicherweise verwendete Übertragungsdatum zu setzen. Originell ist das Bewertungssystem, mit dem der Benutzer gelungene (Daumen nach oben) und missratene (Daumen nach unten) Bilder für das schnelle Wiederauffinden kennzeichnen kann.

gPhoto (Linux)

Obwohl nicht alle Digitalkamera-Hersteller die für die Programmierung erforderlichen Informationen freigeben, wusste sich die schnell wachsende Gemeinde der Fans des Betriebssystems Linux zu helfen: gphoto unterstützt mittlerweile deutlich mehr als 100 (!) Kameramodelle verschiedenster Hersteller. Obwohl das Programm auch per Kommandozeile bedienbar ist, muss der gphoto-User in spe keine kryptische Unix-Bedienoberfläche fürchten: Das Interface ist auch für Anfänger verständlich und ähnelt dem der Linux-Bildbearbeitung The Gimp. Gphoto bietet unter anderem eine Thumbnail-Vorschau der Kamerabilder, eine Engine zur automatisierten Produktion von Internet-Bildgalerien im HTML-Format und - soweit hardwareseitig unterstützt - einen Live Camera-Preview. Gphoto ist nicht nur im Quellcode verfügbar, sondern steht auch in lafbereiten Versionen beispielsweise für die Linux-Pakete von SuSE, Debian oder RedHat bereit.

Digitale Fotografie im Internet

Nur wenige technische Entwicklungen erfolgen mit der rasanten Geschwindigkeit, mit der die Digitalfotografie voranschreitet. Kaum ein Monat vergeht, in dem nicht neue Kameras auf den Markt kommen oder die notwendigen Peripherieprodukte (Speicherkarten, Drucker) erhebliche Qualitätssprünge machen. Die schnellste Möglichkeit, sich über diese Entwicklungen auf dem Laufenden zu halten, besteht in einer intensiven Nutzung des Internets. Hier finden sich Webseiten mit Neuigkeiten, Gerüchten und Tests von aktuellen Modellen. Außerdem verweisen diverse Link-Listen auf neue Programme, die als Share- oder Freeware erhältlich sind und unter Umständen genau die gesuchten Funktionen für den Digitalfotografen zur Verfügung stellen.

Während die Webseiten jedoch eher den Charakter einer klassischen Zeitschrift besitzen und "nur" konsumiert werden, bieten die so genannten Newsgroups die Möglichkeit, mit anderen sofort in Kontakt zu treten und bei Problemen oder Fragen deren Erfahrungen zu nutzen. Da speziell auf die englischsprachigen Seiten viele Millionen Besucher zugreifen, gibt es hier eigentlich keine Frage, die unbeantwortet bliebe.

Web Sites:

<http://www.agfanet.com> (dt./engl./frz.)

Das AGFAnet stellt eine wahre Fundgrube für Liebhaber der digitalen Fotografie dar. In den Software-Reviews beispielsweise finden sich regelmäßig ausführliche Vorstellungen von Imaging-Programmen, die meist als kostenlose Freeware oder Shareware verfügbar sind. Der AGFAnet Newsletter informiert monatlich über technische Neuheiten aus der Welt der digitalen Fotografie, aber auch über neue Software-Vorstellungen des jeweiligen Monats.

<http://www.digitalkamera.de> (dt./engl.)

Die Seite bietet eine Marktübersicht aller kompakter Digitalkameras, die durch Testbilder der Zeitschrift ComputerFoto ergänzt wird. Eine umfangreiche Suchfunktion ermittelt nach den Angaben des Webseiten-Besuchers die richtige Kamera.

<http://www.pixelgui.de> (dt.)

PixelGui.de bietet neben aktuellen News und Tests auch die Möglichkeit, in der "Kamerabase" automatisch das Modell finden zu lassen, das genau zu den eigenen Ansprüchen passt. Dazu gibt es eine Reihe nützlicher Links zu Webseiten mit Shareware für den Digitalfotografen und vieles mehr.

<http://www.profiFoto.de> (dt.)

ProfiFoto ist zwar ein klassisches Fotografie-Magazin, beschäftigt sich aber schon seit knapp 10 Jahren intensiv mit der digitalen Aufnahmetechnik. Die Webseite bietet unter anderem aktuelle Artikel der jeweiligen Ausgabe, Portfolios, eine umfangreiche Linksammlung und eine gut frequentierte (kostenlose) Kleinanzeigenbörse, in der auch die Rubrik "Digital Imaging" nicht fehlt.

<http://www.steves-digicams.com> (engl.)

Immer am Puls der Zeit liefert Steve's Digicams-Seite täglich Neuigkeiten

und Gerüchte aus der Welt der digitalen Fotografie. Die englischsprachige Seite wird durch Tests aktueller Kameras abgerundet.

<http://photo.askey.net> (engl.)

Ähnlich wie Steve's Digicam-Seite beschäftigt sich Phil Askey mit den aktuellen Entwicklungen der Digitalkameras und der notwendigen Peripherie. Speziell die Tests der einzelnen Modelle sind äußerst umfangreich und lassen keinen einzigen Aspekt der Kameras unbeachtet.

News Groups:

[de.alt.rec.digitalfotografie](#) (dt.)

Sei kurzer Zeit gibt es auch eine spezielle deutschsprachige Newsgroup zur digitalen Fotografie. Sie entstand aus der Überlegung, dass die neue Thematik die de.rec.fotografie unnötig vergrößern würde. Alle Themen sind direkt auf Digitalkameras bezogen: von Anfragen nach Speicherkarten bis hin zur Belichtung digitaler Fotos findet man hier viel Antworten.

[rec.photo.digital](#) (engl.)

Das englischsprachige Pendant zur de.alt.rec.digitalfotografie ist ebenfalls eine nützliche Informationsquelle für Hinweise auf neue Kameras oder ähnliches, da diese Produkte häufig in den USA früher auf dem Markt erhältlich sind als in Europa. Auch hier stehen Fragen nach den besten Speichermöglichkeiten, dem effektivsten Umgang mit digitalen Fotos und natürlich die Kameras im Vordergrund.

[fr.rec.photo.numerique](#) (frz.)

Photographie numerique heisst in Frankreich die digitale Fotografie - die entsprechende Newsgroup dient als lebhaftes Austauschforum für Fragestellungen aus diesem Bereich.

[it.arti.fotografia.digitale](#) (it.)

Was den Franzosen Recht ist, ist den Italienern billig. Auch in it.arti.fotografia.digitale dreht sich alles um das digitale Bild.

[es.rec.fotografia](#) (sp.)

Wer sich in spanischer Sprache über das Thema Fotografie - klassisch und digital - austauschen möchte, ist in dieser Newsgroup gut aufgehoben.

[de.rec.fotografie](#)

Eine der grössten und aktivsten Gruppen der deutschen Usenet-Szene beschäftigt sich mit allen Aspekten der analogen und digitalen Fotografie. Der Umgangston in d.r.f ist manchmal ein wenig rauh, aber grundsätzlich herzlich. Nur Netiquette-Verstösse (Bilddateien posten, fehlender Realname in den Newsbeiträgen etc.) werden äußerst ungern gesehen und gleich mit heftigen Kritiken geahndet.

[z-netz.freizeit.foto](#) (dt.)

Ein wenig im Schatten der übermächtigen d.r.f steht z-netz.freizeit.foto. Dafür ist das Newsboard deutlich übersichtlicher und eignet sich daher für das erste Hineinschnuppern in Newsgroups.