



# Flash-Speichermodule – eine Übersicht

*Sie verrichten ihre Arbeit in Digitalkameras, Diktiergeräten, als transportable Speichermedien für Computerdaten – kompakte Speichermodule sind vielfältig einsetzbar. Wir geben eine Typenübersicht über die gängigsten Modularten, werfen einen Blick auf Technik und Aufbau, Anwendungen und Peripherie.*

## Kompakt speichern

Sie sind erst wenige Jahre auf dem Markt und dem breiten Publikum vor allem als mobiles Speichermedium für Digitalkameras bekannt – die kompakten Speichermodule. Von diesen gibt es inzwischen eine ganze Reihe von verschiedenen Typen, die allerdings weder mechanisch noch elektrisch zueinander kompatibel sind. Hier

hat vor allem in der Kameraindustrie jeder sein eigenes Süppchen gekocht, vielleicht ein wenig in der Hoffnung, den Käufer, der mit der Zeit erhebliches Geld in den Kauf von Speichermodulen steckt, auch für den Kauf von Nachfolgemodellen bei der Stange halten zu können. Zumal nahezu alle Geräte, die externe Speichermodule benötigen, vom Hersteller meist mager bestückt werden. Auf eine 32-MB-Karte passen bei einer 3-Megapixel-Kamera bei voller Auf-

lösung nicht einmal so viele Bilder wie auf einen normalen Kleinbildfilm, wie wir noch sehen werden.

Die Vorteile von Datenspeichermodulen sind enorm und trugen auch zu ihrer raschen Verbreitung und vielfältigen Nutzung bei. Sie sind äußerst kompakt, behalten ihre Daten jahrelang auch ohne jegliche Stromversorgung, und es sind im Gegensatz zur Festplatte oder anderen Laufwerks-Speichern keinerlei bewegliche Teile vor-



**Bild 1: Schnelle Speicher mit eigener Intelligenz und hoher Kapazität – Compact-Flash-Karten. Bild: SanDisk/ Lexar**

von Herstellern): 16 MByte kosten ungefähr 25 Euro, 64 MByte etwa 35 Euro, 128 MByte ca. 60 Euro, 512 MByte rund 200 Euro, 2 GByte etwa 900 Euro und 3 GByte ca. 1600 Euro. Die Straßenpreise liegen meist deutlich darunter, so kann man durchaus schon 1-GByte-Karten für 230 Euro bekommen.

Inzwischen stellt nicht nur SanDisk diese Karte her, sie wird auch von diversen weiteren Herstellern mitunter mit leichten Modifikationen angeboten, die freilich kompatibel sind. So bemühen sich mehrere Hersteller, so SanDisk mit der „Ultra-CF“ oder Lexar mit der „WA-CF“ erfolgreich um die Erhöhung der Datentransfergeschwindigkeit, um u. a. die Speicherzeiten beim Abspeichern von Digitalbildern zu senken.

Während Standard-Compact-Flashes Schreibgeschwindigkeiten zwischen 1,5 und 2 MByte/s aufweisen, sind dies z. B. bei den Ultra-CF-Karten bis zu 2,8 MByte/s oder bei den Lexar-WA-Karten gar bis zu 6 MByte/s. Damit sind dann auch schon schnelle Serienaufnahmen auf dem Digitalfotoapparat möglich. Lexar bietet CF-Karten (CF+) an, die über ein einfaches Adapterkabel (JumpShot, Abbildung 4) direkt an eine USB-Schnittstelle anschließbar sind. Dies ist möglich, da der Lexar-Controller (siehe Abbildung 2) den Anschluss an ein USB-System automatisch erkennt und dann die Schnittstelle auf USB umschaltet.

### Smart Media Card (SMC)

Die Smart Media Card (Abbildung 5) stammt ursprünglich von Toshiba. Die Firma brachte die Karte 1995 als SSFDC (Solid State Floppy Disc Card) auf den Markt.

Gegenüber der CF-Karte beinhaltet sie keinen eigenen Controller. Dies hat den Vorteil, dass die Karte billiger ist als CF, andererseits den Nachteil, dass bei den meisten Geräten ein Treiber-Update notwendig ist, wenn man höhere Kapazitäts-

handen. Deshalb machen dem Modul weder Einbaulage noch Vibrationen oder andere mechanische Einflüsse Probleme. Auch die Anzahl der Schreib-Lese-Zyklen ist sehr hoch (je nach Typ um 1 Mio. Zyklen).

Inzwischen finden wir die kompakten Speichermodule in zahlreichen Geräten. Manche Geräte können sogar mehrere Typen von Speichermodulen aufnehmen. Neben Digitalkameras arbeiten u. a. Diktiergeräte, MP3-Player, Spielkonsolen, PDAs mit diesen Modulen. Dazu dienen sie als transportabler Datenspeicher für PC-Daten, so dass man etwa sensible Daten nicht auf dem Rechner speichert, sondern auf den externen, nur etwa daumengroßen Speicher auslagert, den man einfach einstecken und sicher verwahren kann.

Einige Speichermodule fassen inzwischen Datenvolumen bis zu 3 GByte, bei einem Preis von etwa 1600 Euro. Hier kostet Speicherplatz im Gegensatz zur Festplatte wirklich noch viel Geld.

Wir wollen die verschiedenen Typen von Speichermodulen jeweils kurz vorstellen, auch die Peripherie rings herum nicht vergessen und anhand des Themas „Digitalkamera“ die praktische Nutzung diskutieren.

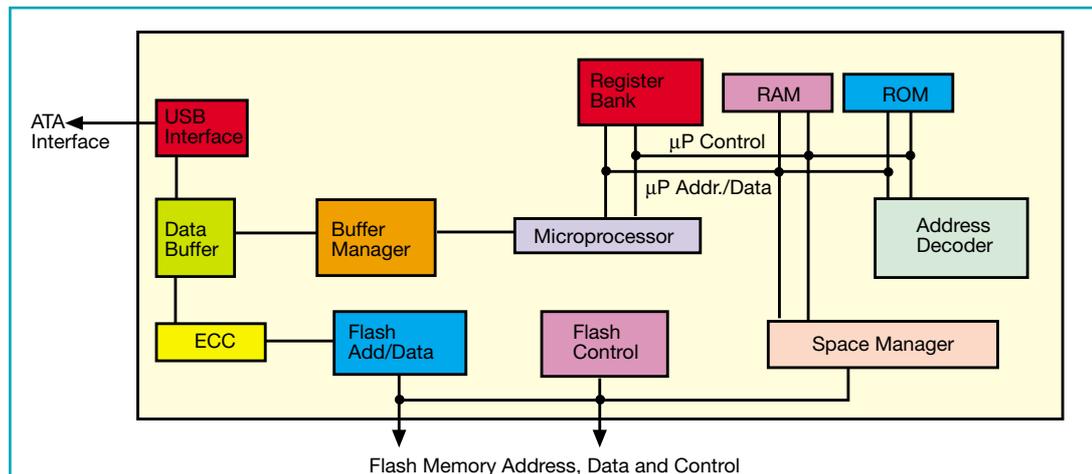
### Compact Flash Card (CF)

Die Speicherkarte mit dem höchsten

Marktanteil ist die Compact-Flash-Karte (Abbildung 1). Sie wurde 1994 erstmals von der Firma „SanDisk“ vorgestellt. Der Flash-Speicher der Karte wird durch einen integrierten Controller organisiert (Abbildung 2). Wohl diesem Umstand verdankt die CF-Karte ihre weite Verbreitung, entlastet sie doch das Gerät, in dem sie arbeiten soll, von entsprechender Adaptierungstechnik. Der Datenaustausch mit der Karte erfolgt sehr schnell als parallele Datenübertragung, der Controller beherrscht alle IDE- und ATA-Kommandos. Damit verhält sich der Speicher wie eine Festplatte im System.

Sie ist außerdem kompatibel (funktionell und elektrisch anschlusskompatibel) zum Industriestandard PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association) und kann über entsprechende Adapter sehr einfach an vorhandene PCMCIA-Slots von Computern angeschlossen werden. Der Adapter (Abbildung 3) ist erforderlich, um den 50-poligen Anschluss der CF umzusetzen auf den 68-poligen des PCMCIA-Slots. Ursprünglich wurde die CF auch entwickelt, um die doppelt so große PC-Card für den PCMCIA-Slot abzulösen. Die Karte ist 36,4 mm lang, 42,8 mm breit und 3,3 mm (CF Typ I) oder 5 mm (CF Typ II) dick.

Derzeit gibt es CF-Speicherkarten mit Kapazitäten zwischen 8 MByte und 3 GByte. Einige Preise (basierend auf UPE



**Bild 2: Das Innenleben des CF-Controllers, hier des Lexar-USB-Controllers. Grafikidee: Lexar**



**Bild 3:** Über solch einen Adapter kann man CF-Karten im PCMCIA-Schacht des Laptops betreiben. Bild: SanDisk

klassen einsetzen will. Die Datenschnittstelle arbeitet parallel.

Derzeit sind die SMCs mit Kapazitäten zwischen 8 und 128 MByte verfügbar, die Preisspanne bewegt sich etwa zwischen 10 (8 MByte) und 39 (128 MByte) Euro.

Die SMC weist ähnliche Abmessungen wie die CF auf, ist allerdings deutlich flacher: 45 x 37 x 0,76 (!) mm.

Zu beachten ist, dass es SMCs für 3 und 5 V Betriebsspannung gibt, man muss also den zum jeweiligen Gerät passenden Typ einsetzen.

### Multi Media Card (MMC)

Die MMC (Abbildung 6) sind 1997 von SanDisk und Siemens für den Einsatz in sehr kompakten Geräten wie Handys oder MP3-Playern entwickelt worden. Sie ist mit 24 x 32 x 1,4 mm besonders kompakt und besonders robust ausgeführt.

Auch hier ist ein Flash-Speicher integriert, die Schnittstelle arbeitet allerdings seriell. Damit sind maximale Datentransferraten von ca. 1,75 MByte/s möglich, die meisten Karten arbeiten mit Datentransferraten um 0,5 MByte/s.

Die MMC ist verfügbar für Kapazitäten bis 128 MByte. Preisbeispiele: 16 MByte: ca. 15 Euro; 128 MByte: ca. 55 Euro.

Die MMC wird ebenso wie die SD Card von der Industrie als zukunftsweisendes Speichermedium für kompakte



**Bild 4:** Über ein sog. Jumpshot-Kabel sind die Lexar-CFs direkt an den USB anschließbar. Bild: Lexar

Geräte wie Handys, PDAs, MP3-Player oder GPS-Geräte angesehen.

### Secure Digital Card (SD Card)

Die SD Card (Abbildung 7) ist eine Weiterentwicklung der MMC, wurde 2000 gemeinsam von SanDisk, Toshiba und Panasonic entwickelt. Die Abmessungen entsprechen ebenfalls der MMC, allerdings ist die SD Card 2,1 mm dick. Ihre Datentransferringeschwindigkeit beträgt das Vierfache der MMC. Der Name deutet es an, die Karte ist vorausschauend auf das Digital Rights Management (siehe unser Artikel „Kopieren verboten...“ in diesem Heft) vorbereitet. Das heißt, sie enthält bereits Controller-Algorithmen, die ein weiteres Kopieren von urheberrechtlich durch DRM geschützten Inhalten verhindern.

Ein praktisches Detail der SD Card ist der per Schiebeshalter aktivierbare Schreibschutz, so dass Daten auf der Karte nicht versehentlich überschrieben werden können.

Die Kapazitäten der SD Card bewegen sich zwischen 16 und 512 MByte, die Preise entsprechend zwischen 25 und 490 Euro.



**Bild 5:** Superflach und ohne eigene Intelligenz – die Smart Media Card. Bild: SanDisk

Eine 1-GByte-Version ist für Herbst 2003 geplant, sie soll bis zu 20 MByte/s Datentransferringeschwindigkeit haben. Ein Preis dafür steht noch nicht fest.

Eine neue Version der SD Card kommt derzeit auf den Markt – die „miniSD“ von SanDisk (Abbildung 7 rechts). Dem Trend zur totalen Miniaturisierung von Geräten, insbesondere Handys, folgend, wurde die normale SD Card nochmals verkleinert (die miniSD ist nur noch 21,5 x 20 x 1,4 mm groß und wiegt gerade 1 g). SanDisk hat mit 32 MByte begonnen (kosten etwa 25 Euro) und beabsichtigt, die Produktlinie bis Anfang 2004 bis auf 256 MByte zu erweitern. Bei Bedarf ist die „miniSD“ auch mit einem mitgelieferten Adapter in einen normalen SD-Card-Slot einsetzbar.

### Memory Stick

Der Memory Stick (Abbildung 8) stammt von Sony, wurde recht spät, erst 1998, vorgestellt und war ursprünglich ausschließlich für die Nutzung in Sony-Geräten von der Digitalkamera bis zum proprietären ATRAC3-Player (Sony-Konkur-



**Bild 6:** Kompakt und besonders robust – die Multi Media Card. Bild: SanDisk/Lexar

renz zu MP3) konzipiert. Inzwischen findet er weite Verbreitung auch bei anderen Herstellern, so stellen auch SanDisk und Lexar Memory Sticks her, und nicht nur Sony-Kameras haben einen Slot für den Memory Stick.

Auch der Memory Stick verfügt über einen internen Controller, der u. a. bei der Version „Magic Gate“ auch für DRM-Fähigkeit ähnlich dem der SD Card sorgt. Der Datentransfer erfolgt über eine schnelle serielle Schnittstelle, wobei die Transferringeschwindigkeiten denen der CompactFlash-Karte entsprechen.

Auch der Memory Stick verfügt über einen schaltbaren Schreibschutz.

Er ist in mehreren Versionen verfügbar. Der normale Memory Stick ist blau, er weist Abmessungen von 50 x 21,45 x 2,8 mm auf. Die Version „Magic Gate“ hat die gleichen Abmessungen, ist aber am weißen Gehäuse zu erkennen. Die Version „Duo“ ist besonders kompakt: 31 x 20 x 1,6 mm. Diese Version soll in kleinen Geräten zum Einsatz kommen und stellt eine Konkurrenz zur MMC/SD Card dar.

Der Memory Stick Pro leitet einen Technologiewandel ein, denn er verfügt über einen schnellen parallelen Bus, ist damit aber nicht abwärtskompatibel. Sein Controller bietet u. a. eine Sicherheitsfunktion, die den Zugriff Dritter auf die gespeicherten Daten verhindert.

Den Memory Stick gibt es mit Kapazitäten zwischen 16 und 1024 MByte.



**Bild 7:** Schneller als MMC und in der Mini-Version nur noch briefmarkengroß – die Secure Digital Card. Bild: SanDisk



**Bild 8: Der Memory Stick kommt längst nicht mehr nur von Sony. Er kann derzeit bis zu 1 GByte Daten fassen. Bild: SanDisk/Lexar**

Die Preise bewegen sich zwischen 20 Euro für den 16-MByte-Stick und ca. 550 Euro für den 1-GByte-Typ.

### Mobile USB-Speicher

Sie werden „Jumpdrive“ (Abbildung 9), Pen Drive oder ähnlich genannt, einfach an den USB-Port eines Rechners gesteckt und können dann Daten speichern wie eine Festplatte. Sie sind zur sicheren Verwahrung von sensiblen Daten ebenso geeignet wie für den einfachen Datenaustausch zwischen Rechnern.

Unter USB 2.0 lassen sich diese kompakten Flash-Speicher mit bis zu 4,5 MByte/s beschreiben, sie sind betriebssystemunabhängig und voll USB-kompatibel.

Durch die Aufteilung in Partitionen sind manche dieser Speicher (Abbildung 10) wie zwei Zusatzlaufwerke auf dem Desktop sichtbar, eine Partition kann für den Passwortschutz dienen, der dann auch au-



**Bild 9: Mobiler USB-Speicher mit bis zu 1 GByte – Jumpdrive 2.0 Pro für den schnellen USB 2.0-Bus. Bild: Lexar**

tomatisch den Zugang zur zweiten Datenpartition verwehrt und bei Hackversuchen diese sogar löschen kann. Für Rechner, die externes Booten zulassen, ist der kleine Speicherstick auch für das Booten, etwa beim Totalabsturz des Systems einsetzbar.

Die USB-Flash-Laufwerke sind für Kapazitäten bis zu 1 GByte verfügbar.

Der „Lexar Jump Drive Pro“ kostet mit 1 GByte Speicher etwa 600 Euro, ein 128-MByte-USB-Speicher etwa 60 Euro und ein 64-MByte-Exemplar ca. 40 Euro.

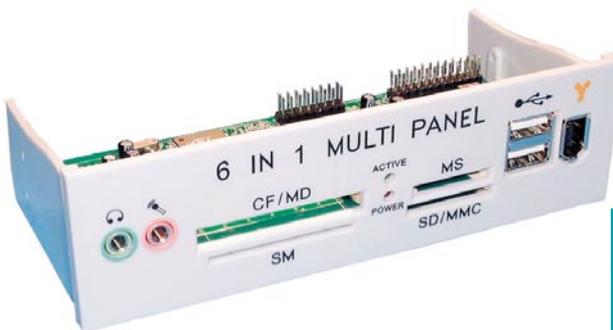
### Peripherie

Um die z. B. in der Kamera „gefüllte“ Speicherkarte an einem Rechner auch auslesen zu können, verfügen manche Geräte über einen USB-Anschluss, andere hingegen erfordern das Herausnehmen der Karte und Einlesen über ein Lesegerät. Wer nur ein Kartenformat benutzt, ist hier preiswert mit einem einfachen Lesegerät (Abbildung 11) dabei. Andere Lesegeräte, wie sie in Abbildung 12 zu sehen sind, lesen gleich mehrere Kartentypen aus. Sie sind sowohl als externe Geräte als auch als Slot-Einschub für den PC verfügbar.



**Bild 10: Einfach anstecken – der mobile USB-Speicher erscheint auf dem Desktop automatisch als zusätzliches Laufwerk.**

Spezielle Lesegeräte (Abbildung 13 zeigt zwei davon) spielen ganze Diashows oder MP3-Musiksammlungen ab. So kann man bequem auf einer CF-Karte das gesamte



**Bild 12: Machen das Einlesen in den PC und das Beschreiben leicht – Multi-Kartenleser für verschiedene Kartenformate.**



**Bild 11: Ideal für unterwegs – Mini-Kartenleser gibt es für alle Kartenformate. Bild: SanDisk/Lexar**

Musikprogramm für die Party speichern, der mobile Player spielt dann die Rolle des früheren Equipments aus CD-Player oder Kassettendeck.

Für nahezu alle Formate gibt es im Handel auch Adapter für die einzelnen Kartentypen untereinander, so dass man etwa unterwegs in der Speicherwahl flexibel ist.

Eine besondere Art von Lesegerät stellen das „JumpDrive Trio“ von Lexar und der „Cruzer“ von SanDisk dar, beide in Abbildung 14 zu sehen. Der „Cruzer“ wird einfach an einen USB-Port (1.1) gesteckt und kann mit auswechselbaren Secure Digital oder Multi Media Cards bestückt werden. Damit steht dann ein upgradebares USB-Flash-Laufwerk zur Verfügung, das mit dem Bedarf mitwachsen kann. Ganz ähnlich arbeitet das „JumpDrive Trio“ (USB 2.0). Es fasst sowohl Memory Sticks, MMCs als auch SD Cards. Mit derartigen USB-Flash-Speichern kann man dann tatsächlich große und sehr unterschiedliche Datenmengen flexibel verwalten, lagern und austauschen.

### Pixel für Pixel

Am Schluss wollen wir noch einen Aus-





**Bild 13: Mobile Photoplayer machen die Diashow direkt von der Speicherkarte zum Kinderspiel. Bild: Lexar/SanDisk**

flug in eine Anwendung für die Speichermodule unternehmen – die digitale Fotografie.

Will man sich heute eine Digitalkamera anschaffen, steht man vor der Frage, für welches Modell man sich entscheiden soll. Genügt eine einfache VGA-Kamera mit rund 300.000 Pixeln oder muss es ein „großes“ Modell mit 3 oder gar 4 Millionen Pixeln sein?

Entscheidend ist der Anwendungszweck. Will man lediglich Fotos schießen, die man anschließend nur auf dem PC-Bildschirm ansieht oder ins Internet stellt, genügt ein einfaches Modell mit VGA-Auflösung.

Sollen als Endergebnis allerdings hochaufgelöste gedruckte Bilder oder bei einem Dienstleister hergestellte Papierabzüge gefertigt werden, muss man je nach gewünschter Fotogröße zu hochwertigeren Kameras greifen. Tabelle 1 gibt Richtwerte, mit welcher Auflösung welche Formate in guter Qualität ausdrückbar sind.

**Wie viele Bilder?**

Als Nächstes schließt sich die Frage an, wie viel Speicher man für die jeweils gewählte Kameraauflösung benötigt. Die

meisten Kameras bieten mehrere Auflösungen je nach Aufgabe an. Auch die Datenkompression (nahezu alle Kameras speichern die Bilddaten komprimiert im JPG-Format) ist zu beachten, fest eingestellte Kompressionen sind meist als 10:1-Kompression ausgeführt.

Tabelle 2 zeigt dazu, wie viele Bilder, abhängig von der Kamera-Auflösung und der Speicherkapazität der Speicherkarte auf diese passen. Auch dies sind Richtwerte, die je nach Kamerahersteller leicht abweichen können. Immerhin kann man hier schon einmal auch die Speicherkosten je Bild abschätzen, wobei man natürlich beachten muss, dass es sich um ein nahezu unendlich wiederbeschreibbares Medium handelt.

Wie groß ist denn solch ein Bild praktisch, wie ist es komprimiert, welchen Speicherplatz brauche ich später auf der Festplatte des Computers und wie drucke ich das Bild denn aus?

Wir nehmen als praktisches Beispiel eine 3-Megapixel-Kamera, die eine maximale Ausgabeauflösung von 2048 x 1530 Pixeln hat. Ein Bild in dieser Auflösung nimmt auf der Speicherkarte als JPG-File komprimiert 1 MByte Speicherplatz ein. Ergo

kann diese Kamera auf einer 128-MByte-Karte etwa 127 Bilder speichern. Ein wenig Platz wird auf der Karte für interne Informationen zur Organisation und für ein Textfile benötigt, das zu jedem Foto relevante Informationen ablegt (Abbildung 15).

Werden diese Daten auf den PC übertragen und man öffnet das Bild in einem Bildbearbeitungsprogramm, benötigt das nun dekomprimierte Bild bereits einen Speicherraum von 9 MByte! Diesen Platz benötigt es auch, wenn man es anschließend im üblichen TIFF-Format abspeichert. Aktiviert man beim Speichern die Standard-LZW-Komprimierung, verringert sich die Datei ohne Qualitätsverlust auf etwa 5 MByte.

Hier stellt sich die Frage, ob man derartige Datenmengen denn wirklich benötigt. Es kommt wieder auf die Ausgabeform des Bildes an.

**72, 150, 200 oder 300 dpi?**

Die Ausgabeauflösung der Kamera an den Computer beträgt 72 dpi (dots per inch – Bildpunkte (Pixel) je Zoll; 72 dpi entsprechen gerade einmal 28,346 Bildpunkte je Zentimeter). Auf dem Computerbildschirm sieht das Bild perfekt aus, denn auf einem Bildschirm sind, auch wenn man es nicht sofort sieht, nur eine begrenzte Anzahl von Bildpunkten je cm darstellbar.

Schaut man in die zugehörigen Daten des Bildes, entdeckt man, dass es mit dieser Auflösung riesig groß ist, nämlich 72,25 x 54,19 cm. Weshalb? Damit der Spielraum da ist, es auch in den üblichen Fotoausgabeformaten in hoher Druckqualität ausdrucken zu können! Denn ein Bild, das ich mit 72 dpi ausdrücke, sieht mit seinen ca. 28 Pixeln je cm sehr grobkörnig aus. Ein Drucker oder ein Belichter für die hochwertige Ausgabe von Bildern benötigt aber eine Standard-Auflösung von 300 dpi. Erst mit solch einer Auflösung kann man z. B. Fotos in Zeitschriften drucken oder bei einem Dienstleister Papierabzüge herstellen lassen. Für viele Tintenstrahldrucker, Fotoprinter und z. B. auch Tageszeitungen genügen wesentlich geringere Auflösungen, etwa 150 oder 200 dpi.

Jedes Bildbearbeitungsprogramm enthält eine Umrechnungsfunktion für die Bildgröße. Stellt man hier bei unserem Beispiel etwa 300 dpi für die Ausgabe auf einem Filmbelichter oder einem Laserdrucker ein, reduziert sich die Bildgröße auf 17,32 x 13 cm. Bei 150 dpi beträgt die ausdrückbare Bildgröße immerhin satte 34,68 x 26,01 cm.

Damit steht nun fest, dass unsere 3-Megapixel-Kamera für die professionelle Ausgabe eines 13-x-18-Fotos gerade so ausreicht, eigentlich ist ihre Grenze bei 10 x 15 erreicht. Für die Ausgabe eines A4 großen Fotos ist sie mit leichter Qualitäts-

**Tabelle 1: Zusammenhang von Kamera-Ausgabeauflösung und möglicher Größe für die qualitativ hochwertige Druckausgabe (300 dpi)**

Kameratyp	Max. Auflösung	Mögliche Papiergröße (cm)			
		9 x 13	10 x 15	13 x 18	20 x 30
300.000 Pixel	640 x 480	–	–	–	–
1,3 Mio. Pixel	1280 x 960	x	–	–	–
2 Mio. Pixel	1600 x 1200	OK	x	–	–
3 Mio. Pixel	2048 x 1530	OK	OK	x	–
4 Mio. Pixel	2280 x 1700	OK	OK	OK	x
5 Mio. Pixel	2560 x 1920	OK	OK	OK	x

– - Ausdruck nur in minderer Qualität  
x - Ausdruck mit eingeschränkter Qualität  
OK - Ausdruck mit voller Foto-Print- bzw. Druck-Qualität

**Tabelle 2: Zusammenhang zwischen Kartenkapazität und Speicherbedarf von Digitalfotos.**

A. Unkomprimierte Speicherung					
Kartenkapazität (MByte)	Kameratyp (Mio. Pixel)				
	1	2	3	4	5
8	4	2	1	1	0,8
16	8	4	2	2	1
32	16	8	5	4	3
64	32	16	10	8	6
128	64	32	21	16	12
192	96	48	32	24	19
256	128	64	42	32	25
384	192	96	64	48	38
512	256	128	85	64	51
1 GB	512	256	170	128	102

B. Komprimierte Speicherung (10:1)					
Kartenkapazität (MByte)	Kameratyp (Mio Pixel)				
	1	2	3	4	5
8	40	20	13	10	8
16	80	40	26	20	16
32	160	80	53	40	32
64	320	160	106	80	64
128	640	320	213	160	128
192	960	480	320	240	192
256	1280	640	426	320	256
384	1920	960	640	480	384
512	2560	1280	853	640	512
1 GB	5120	2560	1706	1280	1024

C. Speicherbedarf je Bild*		
Kameratyp (Mio. Pixel)	durchschnittl. Bildgröße (MByte) unkomprimiert	durchschnittl. Bildgröße (MByte) komprimiert (10:1)
1	2	0,2
2	4	0,4
3	6	0,6
4	8	0,8
5	10	1,0

\* abhängig vom Kameramodell, der Auflösung und dem Kompressionsfaktor  
Quelle: SanDisk

einschränkung auf Tintenstrahldruckern ebenfalls noch geeignet.

Übrigens, die Datenmenge ändert sich bei der alleinigen Auflösungsrechnung nicht. Sie reduziert sich hier erst, wenn man das Bild z. B. beschneidet, es etwa auf

das Format 9 x 13 herunterrechnen lässt. Jetzt ist es nur noch 5,06 MByte groß. Auf dem Computerbildschirm ändert sich dabei außer einer äquivalenten Verkleinerung des Bildes nichts.

Will man keine größeren Fotos als dieses Format, reicht hier auch eine 2-Megapixel-Kamera.



**Bild 14: Upgradebare USB-Speicher erlauben das Einlegen normaler Speichermodule und den Direktanschluss an den USB. Bild: SanDisk/ Lexar**

### Welche Kamera?

Welche Kamera man benötigt, lässt sich ganz einfach mit folgender Formel ausrechnen:

Ausgabegröße (cm) dividiert durch 2,54 (Zoll-Faktor), multipliziert mit der angestrebten Ausgabeauflösung in dpi.  
Beispiel für ein 9-x-13-Foto:

$$9/2,54 \times 300 = 1063$$

$$13/2,54 \times 300 = 1535$$

Die nächst passende Kamera wäre hier

```
DSCN1654.JPG
CAMERA      : E990V1.1
METERING    : MATRIX
MODE        : P
SHUTTER     : 1/119sec
APERTURE    : F2.5
EXP +/-     : 0.0
FOCAL LENGTH : F8.2mm(X1.0)
IMG ADJUST  : AUTO
SENSITIVITY : AUTO
WHITEBAL    : AUTO
SHARPNESS   : AUTO
DATE        : 2003.03.20 17:20
QUALITY     : FULL FINE

DSCN1655.JPG
CAMERA      : E990V1.1
METERING    : MATRIX
MODE        : P
SHUTTER     : 1/143sec
APERTURE    : F3.9
EXP +/-     : 0.0
FOCAL LENGTH : F8.2mm(X1.0)
IMG ADJUST  : AUTO
SENSITIVITY : AUTO
WHITEBAL    : AUTO
SHARPNESS   : AUTO
DATE        : 2003.03.24 12:41
QUALITY     : FULL FINE
```

**Bild 15: Auf der Speicherkarte finden sich auch alle Zusatzinformationen zu den gespeicherten Daten, hier die von Digitalfotos.**

also eine der 2-Megapixel-Klasse mit 1600 x 1200 Pixeln.

Geht man allerdings von der Vorgabe vieler Fotolabors aus, die 200 dpi als ausreichend für den Fotoprint angeben, relativieren sich im Privatgebrauch die Verhältnisse – solche legen offensichtlich auch die Kamerahersteller zugrunde, wenn sie 3- bis 4-Megapixel-Kameras für den A4-Abzug propagieren.

Auf der anderen Seite kann man mit voller Auflösung geschossene Fotos natürlich beliebig herunterrechnen. Brauche ich unser Beispielfoto etwa nur für die Webseite und das in einer Größe von nur 4 x 5 cm, ergeben sich nach der Umrechnung und Abspeicherung in maximaler JPG-Qualität nur ganze 32 kByte Speicherbedarf, eine für das Web oder E-Mails bereits handliche Größe, die noch heruntergerechnet werden kann, wenn man unter leichtem Qualitätsverlust noch weiter komprimiert.

Ähnlich entwickeln sich auch die Speicherplatz-Verhältnisse bei der Aufnahme, wenn man hier, sofern es die Kamera erlaubt, eine niedrigere Auflösung wählt, wie Tabelle 2 beweist.

Anhand dieser kurzen Anwendungsdiskussion, die man z. B. beim Thema MP3 genauso führen könnte, kann man ersehen, dass der noch sehr wertvolle Platz auf den kleinen Speichermodulen auf recht einfache Weise kalkuliert und effizient eingesetzt werden kann.

Natürlich wird es eine rasante Weiterentwicklung dieser Technik geben, schon sind für 2004 die ersten 4-GByte-Compact-Flash-Karten avisiert und langsam fallen auch die Preise für Speicherkarten mit größeren Kapazitäten. Immerhin kostete eine 4-MByte-Compact-Flash-Karte 1999 noch gut 200 DM – heute gibt es sie gar nicht mehr ...