

Das digitale Bildarchiv

Schon mal einen Festplatten-Crash gehabt? Milliarden von Bildern liegen auf den Laufwerken der Rechner. Nur Bruchteile dieser für den Einzelnen wertvollen Daten werden fachgerecht archiviert. Doch welche Technik sollte man für die finale Speicherung wählen? Marc Volquardsen, bekannt als Infrarotfotograf aus FineArtPrinter 3/07 und im Hauptberuf Berater für Digitale Archivsysteme, stellt für FineArtPrinter die derzeit sicherste digitale Lösung vor

Wie viele Gigabyte Bilddaten besitzen Sie bereits? Wie viele einzigartige Momente haben Sie aus Beruf oder Familie ihren Festplatten schon anvertraut? Sind Sicherungskopien vorhanden? Das digitale Gut ist möglicherweise sogar richtig wertvoll? Für eine Archivierung, die Jahrzehnte übersteht, reichen einfache Festplatten, die meist fest im Computer verbaut sind, nicht aus. Mit diesem Artikel möchte ich einen Einblick in die aktuellen Möglichkeiten digitaler Speicher- und Archivierungstechniken bieten und dabei die wichtigsten Fachbegriffe erläutern, die einem Fotografen bei

Der »unfehlbare« Computer ist nur so lange unfehlbar, bis es zum GAU gekommen ist: Dann sind Heulen und Wehklagen und ein Datenrettungsservice wie Kroll Ontrack angesagt (www.ontrack.de), der allerdings durchaus teuer werden kann

der Kommunikation mit einem PC-Techniker hilfreich sein können.

WELCHE DIGITALEN SPEICHERTECHNIKEN GIBT ES?

Warum scheidet die Speicherung auf rechnerinternen Festplatten aus? Die Grundkonzeption von Festplatten – drehende Magnetplatten mit darüber fahrenden Schreib-/Leseköpfen – birgt in jeder Betriebsstunde ein Betriebsrisiko. Festplatten sind grundsätzlich anfällig sowohl gegen mechanische Beanspruchungen als auch gegen magnetische Störungen. Berührt aufgrund von Schlag oder Stoß der Lesekopf die Oberfläche einer Magnetplatte, so kann es zu einer Zerstörung der Oberfläche kommen. Im Extremfall zieht das einen Totalausfall der Festplatte mit einem Verlust aller gespeicherten Daten nach sich. Interne Festplatten scheiden also aus. Betrachten wir nun die Datensicherheit auf externen Medien. Dafür kommen eine Reihe unterschiedlicher Technologien in Frage. Beispielsweise:

- CD-ROM / DVD / DVD-RAM
- Externe Festplattensysteme
- RAID-Systeme
- Blu-ray Disk
- UDO (Ultra Density Optical Disk)

Wie Prof. Dr.-Ing. Hans Brümmer in FineArtPrinter 1/2007 schon deutlich gemacht hat, scheiden CD-ROM und DVD aus Sicherheitsgründen als Archivmedien aus. Beide Technologien lassen sich ernsthaft nur für den Transport von Digitalbildern einsetzen. Die anderen Techniken werden nachfolgend im Detail erläutert.

Die einfachste Form einer hohen Sicherheit erreicht man über eine Kopie der Daten beim Schreiben, die sogenannte Datenspiegelung. Dafür werden im RAID-System mindestens zwei exakt gleiche Festplatten eingebaut, die automatisch parallel beschrieben werden. Nach außen hin sieht dieses RAID1-System wie eine einzelne Festplatte aus, hat aber nur die halbe Speicherkapazität der verbauten Festplatten. Bei einem Ausfall einer der beiden Platten sind immer noch alle Daten gesichert – die defekte Platte muss allerdings sofort ersetzt werden.

»Ein Crash des digitalen Bildarchivs ist materiell und emotional fatal«

EXTERNE FESTPLATTEN

Sie sind sehr einfach in der Handhabung, günstig im Einkauf und lassen sich ohne weiteres Know-how in Betrieb nehmen. Meistens sind externe Festplatten heute über einen USB- oder Firewire-Anschluss an beliebigen Computersystemen anzuschließen. Kapazität: zwischen 80 und 500 GB, also Platz für sehr viele Bilder. Eine Spezialform der externen Festplatte basiert auf mehreren eingebauten Festplatten und wird nachfolgend im Abschnitt »RAID-Systeme« beschrieben. Einfache externe Festplatten sind technisch mit internen Platten vergleichbar. Sie sind in einem eigenständigen Gehäuse mit einem externen Netzteil und dem Übertragungsanschluss eingebaut. Meist werden die Festplatten einfach nur über USB- oder Firewire angeschlossen und sind nach dem Starten des Rechners betriebsbereit. Sie unterliegen den gleichen Risiken wie die internen Festplatten. Will man für Archivzwecke auf externe Festplatten setzen, so sollten wenigstens zwei davon angeschafft werden, auf die identische Kopien der Digitalbilder geschrieben werden.

RAID-SYSTEME

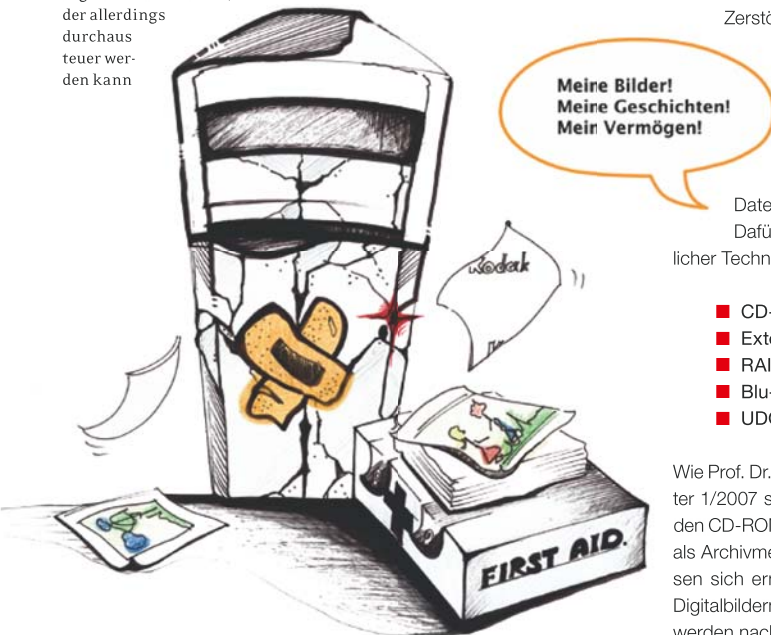
RAID-Systeme basieren stets auf mindestens zwei im Verbund installierten Festplatten. Verschiedene Konfigurationen, die mit sogenannten RAID-Levels bezeichnet werden, können eine Beschleunigung der Schreib-/Lesevorgänge oder eine Erhöhung der Datensicherheit zur Folge haben. Die gebräuchlichsten sind hier aufgeführt:

- RAID0 – Beschleunigung ohne zusätzliche Sicherheit, sogenanntes Disk-Striping, bei dem im Reißverschlussverfahren die Daten auf die kombinierten Festplatten geschrieben werden.
- RAID1 – Datenspiegelung
- RAID5 – Beschleunigung und Erhöhung der Datensicherheit

Für den Einsatz als Speichermedium für digitales Bildmaterial kommt nur eine Erhöhung der Datensicherheit in Frage. Das zieht eine Reduzierung des tatsächlich zur Nutzung bereitstehenden Speichervolumens der eingebauten Festplatten nach sich.

Komplexere RAID-Systeme lassen sich mit mindestens drei Festplatten aufbauen, die dann als RAID5 konfiguriert werden. Dabei wird keine Datenspiegelung betrieben, sondern die Daten werden fortlaufend über alle Festplatten verteilt, wobei auf jeweils der letzten Platte Prüfdaten zur Wiederherstellung der geschriebenen Informationen (Paritätsinformationen) gespeichert werden. Dieses RAID5-System verkraftet den Ausfall einer Platte, ohne dass es zu Datenverlusten kommt. Auch hier muss eine defekte Platte sofort ersetzt werden.

RAID-Systeme gibt es für den Einbau in Computer. In diesem Fall muss ein RAID-Controller für die Ansteuerung der Festplatten sowie die eigentlichen Speicherplatten in den Computer eingebaut werden. Als Alternative gibt es RAID-Systeme in eigenständigen Gehäusen, die ähnlich leicht im Anschluss und bei der Inbetriebnahme sein können wie die zuvor beschriebenen externen Festplatten. Als Fachbegriffe kommen hier häufig Abkürzungen wie NAS, DAS oder SAN zum Einsatz. Diese Kürzel bezeichnen die Anschlussart der RAID-Systeme an einen Computer. DAS steht für **D**irect **A**ttached



Storage und wird über USB, SCSI oder Firewire direkt an den Computer angeschlossen. Ein NAS-System lässt sich über Netzwerktechnik an einen Computer anschließen. Notwendig sind dazu ein konfiguriertes Netzwerk und eine freie Netzwerkdose oder ein Funknetzwerk. Beides lässt sich nur mit Expertenwissen in Betrieb nehmen. Der Vollständigkeit halber seien noch die SAN-Systeme für den Unternehmenseinsatz genannt, die im Allgemeinen auch auf RAID-Technologie beruhen. In diesem Fall werden mehrere Speichersysteme zu einem eigenständigen Speichernetzwerk zusammengeschaltet. Ein SAN-System benötigt eine aufwendige Infrastruktur für den Anschluss und meist ausgebildete Experten für den Betrieb.

Vorkonfigurierte Systeme gibt es in Größen von 500 GB (Gigabyte) und einem TB (1 Terabyte = 1024 GB). Größere Systeme muss man sich zusammenstellen oder konfigurieren lassen.

Vor- und Nachteile

DAS- oder NAS-Systeme lassen sich einfach in Betrieb nehmen. Sie sind vorkonfiguriert, benötigen wie die einfachen externen Festplatten keine zusätzlichen Treiber und sind daher nach der Formatierung sofort nutzbar. Leider werden die meisten Systeme mit RAID0-Konfiguration ausgeliefert, die die volle Speicherkapazität der eingebauten Festplatten bereitstellt, aber keine erhöhte Datensicherheit zur Verfügung stellt. Für Archivzwecke sind solche RAID-Systeme für die Inbetriebnahme gemäß Anleitung auf RAID1 umzukonfigurieren. Aufgrund der mehreren verbauten Festplatten und der notwendigen Steuerelektronik haben ihre Gehäuse die Größe kleiner PC-Systeme. Sie sind nicht mehr mobil. In der Anschaffung pro Gigabyte gerechnet, sind sie die kostengünstigste Alternative, um eine hohe Datensicherheit zu gewährleisten.

BLU-RAY

Blu-ray ist eine Technologie, die von der Blu-ray Disk Association (BDA) entwickelt wird, einem Konsortium führender Unterhaltungselektronik-, PC- und Medienhersteller unter Führung der Sony Corporation. Sie basiert auf ähnlichen Verfahren wie die CD- und DVD-Aufzeichnung auf beschreibbaren optischen Medien. Der Unterschied

zu diesen beiden Techniken ist der Einsatz eines blauen Lasers. Dieses Laserlicht ist kurzwelliger und kann daher feinere Strukturen als etwa die einer DVD beschreiben. Ursprünglich von Sony in einer geschlossenen Mediehülle (Cartridge) als Professional Disk for Data (PDD) für den Markt digitaler Archivierung angeboten, beschränkt sich

»Externe Festplatten unterliegen den gleichen Risiken wie die internen Festplatten. Wenn der Schreib/Lesekopf die Platte zerstört, sind die Daten meist verloren«

das Konsortium heute auf die Herstellung der Cartridge-losen Ausgabe als Blu-ray Disk (BD). Ein Blu-ray-Medium fasst dabei bis zu 25 GB an Daten, zweischichtig sogar bis zu 50 GB. Es gibt zwei verschiedene Medienarten:

- Einmalig beschreibbare Medien (BD-R)
- Wiederholt zu beschreibende Medien (BD-RW)

Beide Datenträgerarten sind als Single oder Double Layer (ein- oder zweischichtig) verfügbar.

Blu-ray-Laufwerke gibt es als interne Version, die in einen Computer wie ein CD- oder DVD-Laufwerk eingebaut werden müssen. Im Verlauf des Jahres kommen erste externe Laufwerke auf den Markt, die über USB oder Firewire an den Computer angeschlossen werden können. Die Software-Installation besteht aus der Treiber- und Brennprogramminstallation. Beides wird meist für Windows und Mac OS mit dem Laufwerk ausgeliefert. Das Verfahren, Blu-ray-

Medien zu beschreiben, ähnelt dem, eine CD oder DVD zu brennen. Mit der Brennsoftware werden Dateien ausgewählt und das Laufwerk angesteuert. Für die Blu-ray Disk ist das UDF-Dateiformat festgelegt worden. Dieses speziell für optische Medien entwickelte Dateiformat ermöglicht das Schreiben und Wiederbeschreiben kleiner Datenblöcke und das Löschen einzelner Dateien. Es kann wie eine Festplatte verwendet werden.

Vor- und Nachteile

Vor allem als externe Laufwerke sind Blu-ray-Laufwerke sehr einfach in Betrieb zu nehmen. Nach einer Treiber- und Brennprogramminstallation kann das Laufwerk aktiv genutzt werden. Die große Zahl der Laufwerks- und Medienhersteller wird sich im niedrigen Preis für Laufwerke und Medien niederschlagen. Für Archivzwecke ist die preisgünstige Laufwerksmechanik und die zu einer DVD ähnliche Medientechnik möglicherweise mit einem Risiko verbunden.

UDO

UDO-Technologie nutzt, wie auch die Blu-ray Disk, kurzwellige blaue Lasertechnologie. Der Standard wurde von Plasmon, Hewlett-Packard und Sony konzipiert, wobei Sony sich aus diesem Kreis zugunsten der Blu-ray Disk zurückgezogen hat. Mit UDO-Technik lassen sich Medien mit 30 GB beziehungsweise seit 2007 mit 60 GB Kapazität beschreiben. Die UDO-Technologie kommt aus dem professionellen digitalen Archivmarkt und wird seit 2004 für Archivsysteme in Unternehmensrechenzentren eingesetzt. Die UDO-Medien sind grundsätzlich doppelseitig und in einer Cartridge geschützt. Die Cartridge besteht aus einem sehr stabilen Kunststoffgehäuse, in dem ein Metallschieber auf Vorder- und Rückseite die Medienoberfläche schützt. Die Oberflächen selbst bestehen aus demselben Kunststoff, wie er bei beschreibbaren CDs und DVDs zum Einsatz kommt. Im Gegensatz zu diesen sind Vorder- und Rückseite getrennt produziert, und die Medien weisen ein metallbewährtes Zentrum für die Aufnahme der Antriebsachse auf. Als Datenformat stehen das standardisierte UDF und das von Plasmon entwickelte Archive File System (AFS) zur Auswahl. Beide Formate



Die Installation des Treibers und der Kopiervorgang sind für technisch routinierte Anwender kein Problem. Treiber für Mac sind in Planung

erlauben das Schreiben einzelner Dateien. AFS bietet darüber hinaus spezielle Anforderungen hinsichtlich Archivfestigkeit. So sind erweiterte Fehlerkorrekturverfahren implementiert, die Fehler beim Schreiben oder sogar Medienschäden ausgleichen können. Es gibt die Medien in drei verschiedenen Ausführungen:

- UDO write once – Standardmedium zum einmaligen Beschreiben (UDO-WORM)
- ein mehrfach beschreibbares Medium (UDO-RW) und
- Compliant WORM – für spezielle Archivzwecke, bei dem ein gezieltes Löschen einzelner Dateien möglich ist

WORM-Technologie (WORM – Write Once Read Many) stellt sicher, dass einmal geschriebene Daten nicht überschrieben oder versehentlich gelöscht werden können.

UDO-Laufwerke sind als interne Laufwerke für den Einbau in Computergehäuse und als UDO-Desktop-Drive mit USB- oder SCSI-Anschluss für den externen Anschluss am PC verfügbar. Für die Inbetriebnahme ist ein Treiber zu installieren, der bis heute nur für Windows- und Linux-Betriebssysteme zur Verfügung steht. Danach wird das Laufwerk mit dem Rechner verbunden und steht von da an als Wechselmedienlaufwerk zur Verfügung. Nach Einlegen eines neuen Mediums wird ein Dialog zum Formatieren der Oberfläche eingeblendet. Das Formatieren selbst dauert nur wenige Sekunden, danach steht die Oberfläche zum Beschreiben zur Verfügung. Im Gegensatz zu CD, DVD oder Blu-ray Disk kann eine UDO-Oberfläche direkt

Die Eignung der UDO-Medien als Archiv ist hoch, die Handhabung unproblematisch, allerdings sind die Kosten höher als die von Festplatte und RAID-Systemen

Technologie	Kosten	Handhabung	Archivfähigkeit
Externe Festplatte	++	++	○
Externes RAID-System	+	+	+
Blu-ray Disk	-	○	○
UDO	--	++	++

vom Arbeitsplatz beschrieben werden. Wie ein Festplattenlaufwerk lassen sich Dateien auf den Datenträger kopieren. Es ist kein spezielles Programm notwendig. Daher ist es auch möglich, beliebig häufig neue Dateien auf einem UDO-Medium abzulegen. Die Schreibgeschwindigkeit ist mit vier MB/Sekunde angegeben, die Lesegeschwindigkeit mit zirka acht MB/Sekunde.

Vor- und Nachteile

Die UDO-Technologie ist in der Handhabung sehr einfach, allerdings noch nicht für den Macintosh verfügbar. Die herausnehmbaren Medien erlauben einen richtigen Archiveinsatz, sie können zum Beispiel in einem Safe oder zumindest entfernt vom Computer gelagert werden. Gerade die verbesserte Fehlererkennung und die mechanische Konzeption erlauben eine Archivierungsdauer von mehr als 50 Jahren. Die Schreibgeschwindigkeit ist recht niedrig, da aber jederzeit einzelne Dateien darauf abgelegt werden können, fällt das nicht so ins Gewicht, als wenn ein Datenträger in Gänze geschrieben werden müsste.

VERGLEICH DER VERSCHIEDENEN ARCHIVTECHNOLOGIEN

Es ist auffallend, dass im Preisvergleich die Festplattentechnik der Laser-basierten Archivierung überlegen ist. Auch in Bezug auf die Schreib- und Lesegeschwindigkeit liegen diese Speichermedien weit vorn. Allerdings darf im Hinblick auf eine Langzeitarchivierung das Risiko eines mechanischen Fehlers auf einer Festplatte nicht außer Acht gelassen werden. Daher kommen, wenn überhaupt, nur fehlertolerante Systeme in Frage, das heißt Systeme, die als RAID1 oder RAID5 konfiguriert sind. In dieser Hinsicht bieten die op-

tischen Speichermedien eine weitaus höhere Sicherheit.

Wenn WORM-Medien zum Einsatz gebracht werden, kann der Anwender sogar sicher sein, dass er – auch nicht versehentlich – einmal archivierte Dokumente löschen oder überschreiben kann. Wechselmedien bieten zudem die Möglichkeit, sie an anderen Orten zu lagern, eventuell sogar in einem Banksafe. Mit einfachen externen Festplatten wäre das auch möglich, aber RAID-Systeme lassen sich nicht einfach transportieren. Es hängt im Wesentlichen von dem persönlichen Einsatzzweck ab, welche der vorgestellten Archivierungstechnologien für den Digitalfotografen in Frage kommt. Leider ist heute vor allem die UDO-Technik nicht auf allen für Fotografen typischen Betriebssystemplattformen verfügbar. Gegenüber UDO wird die Blu-ray Disk in Bezug auf die Kapazität vergleichbar sein, nicht aber im Hinblick auf Datensicherheit und Zuverlässigkeit. Der Grund liegt vor allem in der im Vergleich preiswerteren Laufwerksmechanik der Blu-ray Disk sowie dem Verzicht auf die schützende Cartridge (Tabelle oben).

IHRE ARCHIVIERUNGSSTRATEGIE

Die hier aufgezeigten Archivlösungen sind konzeptionell auf viele Praxisgegebenheiten übertragbar. Spielen Sie für Ihren Alltag durch, in welchen Zeitabständen Sie Daten vom Arbeitsplatzrechner auf Archivmedien übertragen. Wie viel Sicherheit benötigen Sie – doppelte Kopie? Gehen Sie in diesen Szenarien immer vom Schlimmsten aus. Beispiel: Was, wenn die Computerfestplatte genau dann beschädigt wird, wenn die Daten von der Speicherkarte aus der Kamera übertragen werden und dort schon gelöscht wurden, bevor

eine Datenarchivierung erfolgte. Daher bietet sich das folgende Vorgehen an:

1. Kopieren der Digitalbilder von der Speicherkarte auf den PC
2. Sicherung der übertragenen Daten auf mindestens ein Sicherungsmedium
3. Löschen der Bilder auf der Speicherkarte
4. Bearbeitung und Retusche

Auch wenn Blu-ray oder UDO-Medien als archivfest gelten, bleibt immer noch eine Restgefahr, dass diese Medien einen Defekt aufweisen könnten. Daher wird in professionellen Archivsystemen immer eine zusätzliche Kopie solcher Datenträger geschrieben.

AUSBLICK

Externe Festplatten sind seit vielen Jahren etabliert. Bei diesen Geräten werden die Preise weiter fallen und die Kapazitäten erhöht. Zusätzliche Sicherheit wird deren Weiterentwicklung kaum bringen. Externe RAID-Systeme werden seit 2006 verstärkt für den Massenmarkt angeboten. Ihre Preise fallen.

Blu-ray-Systeme erobern seit 2007 den Massenmarkt in der Unterhaltungsindustrie. Sie werden die Nachfolger der DVD werden, um hochauflösende Videoproduktionen vertreiben zu können. Durch die zu erwartende große Verbreitung werden die Kosten weiter fallen, vor allem wenn sie auch im Privat-PC Verbreitung finden.

UDO-Speichermedien sind professionelle Archivmedien. Seit Mai 2007 bietet der Hersteller Plasmon die UDO2-Laufwerke und -Medien an, die auf einem Medium 60 GB an Daten unterbringen. Sie werden nahezu zum gleichen Preis wie die früheren 30-GB-Medien angeboten. Hier verfolgt Plasmon eine klare Roadmap-Strategie und hat nach der zweiten Generation in diesem Jahr für 2009 die dritte UDO-Generation mit 120-GB-Medien angekündigt. Die Laufwerke sind dann jeweils neu zu beschaffen, werden aber die zuvor beschriebenen kleineren Medien lesen können. Für das zweite Halbjahr 2007 wird Plasmon wahrscheinlich einen Treiber für Mac OS auf den Markt bringen, so dass sich die UDO-Technik auch einem weiten Kreis von Digitalfotografen erschließen wird. *Marc Volquardsen*

GLOSSAR

DAS – Direct Attached Storage

Ein direkt angeschlossener Speicher, der meist außerhalb vom Computergehäuse untergebracht ist. Diese Technologie wird meist über USB, SCSI oder auch Firewire angeschlossen.

Firewire

Eine ursprünglich von Apple entwickelte Schnittstelle für den schnellen Datentransfer zwischen Computern und Peripheriegeräten. Auch unter dem IEEE1394-Standard in der PC-Welt beziehungsweise dem Namen i.LINK bei Sony bekannt. Den Firewire-Anschluss gibt es mit unterschiedlichen Datentransferraten als Firewire400 und Firewire800, wobei die Zahl die theoretisch mögliche Datentransferrate in MBit/Sekunde angibt. Ein Firewire400-Anschluss ist geringfügig langsamer als ein USB-2.0-Anschluss.

NAS – Network Attached Storage

Diese Speichertechnologie ist in einem Gehäuse getrennt vom Computer untergebracht und wird über Netzwerktechnologie, kabelgebunden oder kabellos, mit einem oder mehreren Rechnern verbunden.

RAID – Redundant Array of Independent Disks

RAID-Systeme sind ein Zusammenschluss mehrerer physikalischer Festplatten zu einer logischen Festplatte. Diese Systeme werden für eine erhöhte Schreib-/Lesegeschwindigkeit oder zum erhöhten Datenschutz eingesetzt.

SAN – Storage Area Network

Bei dieser Art der Speicherorganisation wird mit Hilfe von zum Teil unterschiedlichen Speichermedien ein rechnerunabhängiges Speichernetzwerk aufgebaut. Angebunden werden die Speichernetzwerke über spezielle Kabel – meist Firewire oder SCSI beziehungsweise optische Übertragungstechniken.

SCSI – Small Computer System Interface

Eine parallele Standardschnittstelle, über die mehrere Geräte mit dem Computer kommunizieren können. Für den Anschluss ist ein sogenannter Host-Adapter im Computer notwendig.

UDF – Universal Disk Format

Ein Datenformat für das Beschreiben optischer Speichermedien, das ein Beschreiben, Wiederbeschreiben und Löschen einzelner Dateien ermöglicht.

USB – Universal Serial Bus

Ein serielles Bussystem, mit dem Computer und externe Geräte miteinander verbunden werden können. Für den Einsatz bei externen Speichermedien kommt nur der USB-2.0-Standard in Frage, der Datenübertragungsraten von bis zu 480 MBit/s ermöglicht.