

Speichermedien

André Schölzl

Inhaltsverzeichnis

1	Festplatte mit magnetischem Speicher	2
2	SSD (Solid State Disc)	4
3	Datensticks	6
4	Optische Speichermedien	7
4.1	CD-ROM	7
4.2	DVD	8
4.3	Blu-Ray Disc	9
5	NAS (Netware Attached Storeage)	11

1 Festplatte mit magnetischem Speicher

Ein Festplattenlaufwerk (englisch hard disc drive = HDD), auch als Festplatte oder Hard Disk (HD) bezeichnet, ist ein magnetisches Speichermedium, auf welchem Daten auf die Oberfläche im Platteninneren rotierender Scheiben geschrieben werden. Dazu wird die hartmagnetische Beschichtung der Plattenoberfläche entsprechend der aufzuzeichnenden Information magnetisiert. Die Speicherung der Information erfolgt schließlich durch die Remanenz. Durch Abtastung der Magnetisierung der Plattenoberfläche erfolgt dann das Auslesen der Information.

Festplatten werden den direktadressierbaren Speichermedien (engl. direct access storage devices, DASD) zugerechnet, da kein linearer Durchlauf erforderlich ist, um zu einer bestimmten Speicherstelle zu gelangen.

Einerseits beschreibt die Bezeichnung Festplatte", dass die Magnetplatte im Gegensatz zur "Wechselplattefest mit dem Laufwerk beziehungsweise dem Computer verbunden ist. Zum anderen entspricht sie der englischen Bezeichnung "Hard Disk", die im Gegensatz zu flexiblen (engl. floppy) Scheiben in Disketten aus starrem Material besteht.

Die Speicherkapazität einer Festplatte berechnet sich aus der Größe eines Sektor (512 Byte, 2048 Byte oder 4096 Byte) multipliziert mit der Anzahl der verfügbaren Sektoren. Die Größe der ersten Festplatte wurde in Megabyte angegeben, ab etwa 1997 in Gigabyte und seit etwa 2008 gibt es sogar Platten im Terabyte-Bereich.

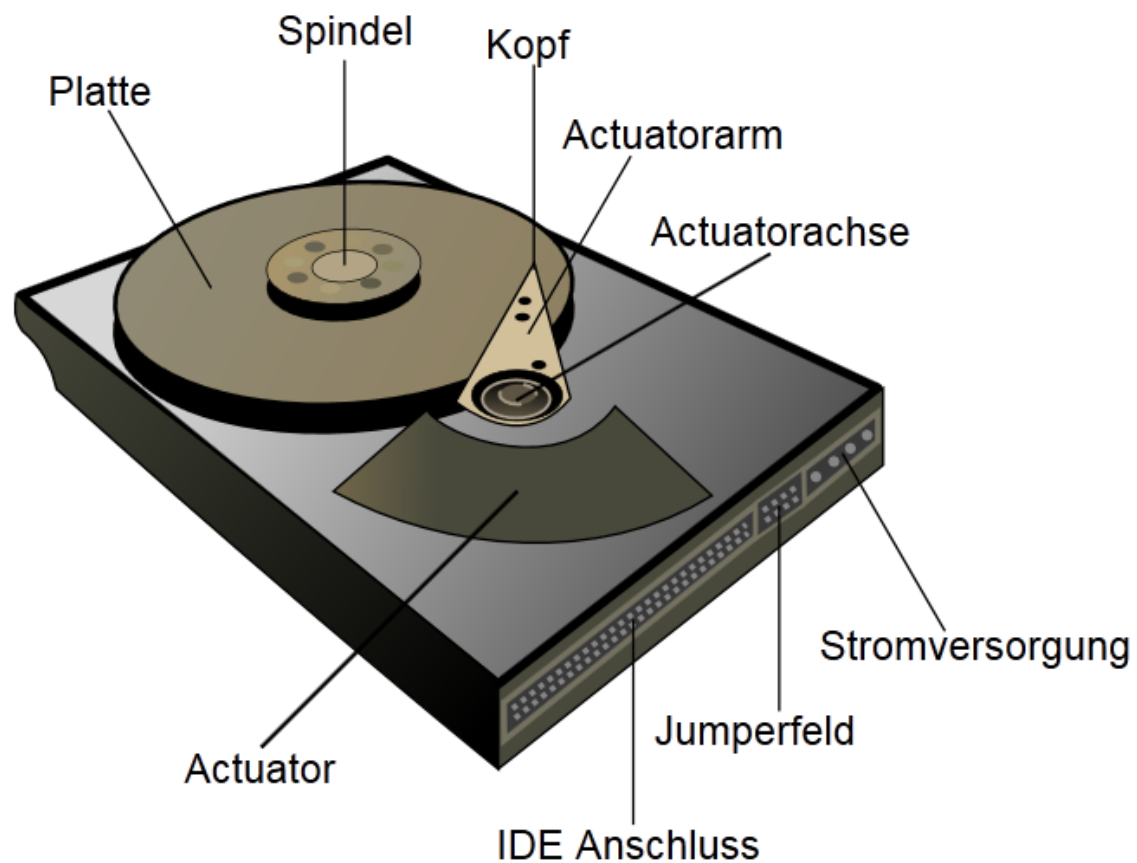
Mit der Einführung der IDE-Platten Anfang der 1990er Jahre änderte sich die Art und Weise der Speicherung der Daten. So gab es immer weniger an dem zu sehen, wie die Daten intern gespeichert werden.

Die Abmessungen von Festplatten werden traditionell in Zoll angegeben. Dabei handelt es sich aber nur um einen Formfaktor. Übliche Formfaktoren für die Breite sind 5,25", 3,5", "2,5 und 1,8", für die Höhe zum Beispiel 1", $\frac{1}{2}$ und $\frac{3}{8}$. Die Zollangaben entsprechen meist in etwa dem Durchmesser der Platte. Teilweise werden jedoch kleinere Platten verwendet, um höhere Drehzahlen zu ermöglichen.

Eine Festplatte besteht aus folgenden Baugruppen:

- einer oder mehreren rotierbar gelagerten Scheiben (engl.: Platter, plural: Platters),
- einer Achse, auch Spindel genannt, auf der die Scheiben übereinander montiert sind,
- einem Elektromotor als Antrieb für die Scheibe(n),
- beweglichen Schreib-/Leseköpfen (Heads),
- jeweils einem Lager für Platter (meistens hydrodynamische Gleitlager) sowie für die Schreib-/Leseköpfe (auch Magnetlager),
- einem Antrieb für die Schreib-/Leseköpfe (engl.: Actuator, deutsch: Aktor),
- der Steuerelektronik für Motor- und Kopfsteuerung,

- einem Digitalen Signalprozessor (DSP) für Verwaltung, Bedienung des Interfaces und Steuerung der Schreib/Leseköpfe,
- DDR-RAM (Double Data Rate - Random Access Memory) für Betriebssystem, Programm, temporäre Daten und Festplattencache,
- der Schnittstelle zum Ansprechen der Festplatte von außen und
- einem stabilen Gehäuse.



2 SSD (Solid State Disc)

Ein Solid-State-Drive (kurz SSD), oder Solid-State-Disk, seltener auch Halbleiterlaufwerk genannt, ist ein elektronisches Speichermedium der Computertechnik. Durch Halbleiterbausteine realisiert der nichtflüchtige Speicher informationstechnische Anwendungen. Die Bauform und die elektrischen Anschlüsse können, müssen aber nicht den Normen für Laufwerke mit magnetischen oder optischen Speicherplatten entsprechen. So können Solid-State-Drives auch als PCIe-Steckkarte ausgeführt sein. Die Bezeichnung Drive (englisch für Laufwerk) weist daher lediglich auf die Verwendung als Ersatz für bisher übliche Festplatten hin: Es handelt sich nicht um Laufwerke im Wortsinn, da bewegliche Teile nicht enthalten sind.

Vorteile eines Solid-State-Drive gegenüber herkömmlichen Laufwerken sind mechanische Robustheit, sehr kurze Zugriffszeiten und keine Geräuschentwicklung aufgrund beweglicher Bauteile, da solche eben nicht vorhanden sind. Der Hauptnachteil im Vergleich mit konventionellen Festplatten gleicher Kapazität ist derzeit noch ein erheblich höherer Preis. Trotz der mechanischen Robustheit können auch SSDs ausfallen oder Systemfehler verursachen. Ursache ist meist ein Fehler im verwendeten Controller oder in der Firmware. Insbesondere neuere Modelle kommen immer wieder mit unausgereifter Firmware auf den Markt, welche im Verlauf der Marktpräsenz durch Firmwareupdates nachgebessert wird. Zudem variiert die Qualität des verbauten NAND-Flashs. Neben der in die Klasse 1 eingestuften NAND-Flash, wird auch als Klasse 2 eingestufte NAND-Flash in SSDs verbaut. Bei einer Stichprobe von SSDs eines Herstellers wurden sogar Off-spec-NAND in der SSD gefunden, das heißt Bauteile, deren Eigenschaften nicht innerhalb der Spezifikation liegen. Das sind Chips, die eigentlich die Qualitätssicherung für den Einsatz in SSDs laut NAND-Hersteller nicht bestanden haben. Andere Hersteller wiederum, wie zum Beispiel Samsung in der neuesten 840-SSD-Serie, setzen seit neuestem auch auf TLC-NAND-Speicherzellen. TLC (engl. triple-level cell, dt. dreistufige Speicherzellen) hat im Vergleich zu SLC (engl. single-level cell) weitere Spannungslevel, sodass noch mehr Daten pro Speicherzelle gespeichert werden können. Aufgrund der kleineren Abstände zwischen diesen Stufen und der daraus resultierenden Schwierigkeit, diese Level stets korrekt auszulesen, ist die Lebensdauer von TLC-Speicherzellen noch mal geringer als von MLC-Speicherzellen mit gleicher Fertigung und Güte.

Wird eine herkömmliche, magnetische Festplattentechnik mit einem Solid-State-Speicher zu einem Gerät kombiniert, so spricht man von einer Hybridfestplatte (engl. hybrid hard drive, HHD; auch engl. solid state hybrid disk, SSHD).

Der Wegfall der empfindlichen Motorlagerung und Lese-Schreib-Mechanik der Laufwerke mit rotierenden Platten ergibt eine erhöhte Stoßfestigkeit. Auch die Temperaturtoleranz ist größer. Dies betrifft sowohl den Temperaturbereich, in dem SSD betrieben werden können, als auch die Toleranz hinsichtlich Temperaturänderungen. Dies qualifiziert SSDs für den mobilen Einsatz. Am häufigsten finden sich die flashbasierten SSDs daher in MP3-Playern und USB-Sticks. Aufgrund des zwischenzeitlich deutlich gesunkenen Preises pro GB sind sie mittlerweile auch für (Sub-)Notebooks interessant. Ein weiterer Vorteil besteht in der konstanten, im Vergleich zu rotierenden Platten sehr geringen Latenz

im Zugriff auf die gespeicherten Daten. Während beim Zugriff auf Daten in physisch weit voneinander entfernten Sektoren auf einer Festplatte eine relativ lange Zeit benötigt wird, um den Lesekopf auf die neue Position (ähnlich einem Schallplattenspieler) zu bewegen, können bei einer SSD über die Adresse eines Datenblocks unabhängig vom vorher relevanten Block die enthaltenen Informationen gelesen bzw. geschrieben werden. Zusätzlich nehmen im Gegensatz zu Festplatten die sequentiellen Transferraten nicht ab, wenn man den Formfaktor verkleinert (bei Festplatten haben bei größeren Platten die äußeren Spuren einen größeren Durchmesser, dadurch haben dort mehr Daten Platz und daher können pro Umdrehung mehr Daten gelesen werden).

Aber auch im Bereich der eingebetteten Systeme, in denen es ausschließlich auf den Verzicht auf mechanische Teile ankommt, werden häufig Solid-State-Drives verwendet. Eine Ein-Chip-Mikrocontrolleranwendung verfügt aus Platz- und Energiegründen häufig erst gar nicht über einen Festplattenanschluss. Stattdessen liegt deren Steuerungsprogramm oder Betriebssystem meist in einem Flash-Chip. Einen solchen hat heute auch jeder PC. Dieser fasst aktuell bis zu zwei Megabyte und enthält das BIOS.

Weitere Anwendungsgebiete finden sich in Umgebungen in denen Schmutz, Erschütterungen, sowie Druckschwankungen, Temperatur und Magnetfelder (Raumfahrt) den Einsatz mechanischer Platten verhindern.

3 Datensticks

USB-Massenspeicher (englisch USB mass storage device, UMS) sind Geräte, die über den Universal Serial Bus (USB) kommunizieren, einen eingebauten Datenspeicher besitzen und überwiegend als Wechseldatenträger benutzt werden.

Häufige Verwendung finden sie in Form von USB-Speichersticks oder Datensticks, verkürzt und verallgemeinert auch USB-Sticks genannt. Durch ihre höhere Speicherkapazität und Zugriffsgeschwindigkeit sowie ihre einfachere Handhabung haben sie andere Massenspeicher mit ähnlichem Anwendungsprofil wie die Diskette, die CD-RW und das Iomega Zip verdrängt. Das Speichersystem ist meist ein Flash-Speicher.

Zu den USB-Massenspeichern gehören auch alle anderen Massenspeicher, die über USB an einen Computer angeschlossen werden, wie etwa externe Festplatten, Diskettenlaufwerke sowie die meisten MP3-Player und Digitalkameras mit integriertem Speicher.

Beim USB-Speicherstick handelt es sich um einen passiven Datenträger in einem kompakten Gehäuse. Die Daten werden elektronisch auf einem Flash-Speicher gespeichert.

Anerkannte Verfahren zur Prüfung der Lebensdauer und Robustheit von USB-Speichersticks gibt es nicht. Nach Herstellerangaben bleiben darauf gespeicherte Daten bis zu zehn Jahre lang erhalten. Die Speicherzellen der Sticks sind von Verschleiß betroffen. Gelesen werden können sie zwar theoretisch unbegrenzt, jedoch garantieren die Hersteller nur 100.000 Schreibzyklen pro Speicherzelle. Deshalb sorgt die Controller-Elektronik dafür, dass häufig benutzte Speicherstellen, beispielsweise die FAT (Daten-Zuordnungstabelle), physisch auf immer wieder wechselnden Bereichen zu liegen kommen. Bei mobilen Anwendungen wie etwa OpenOffice.org Portable sind die Schreibzugriffe gleichermaßen optimiert.

Die ersten Sticks kamen im Jahr 2000 mit einer Speicherkapazität von 8 Megabyte auf den Markt. Mittlerweile gibt es Produkte mit einer Kapazität von bis zu 256 Gigabyte mit 240 MB/s Lese- und 170 MB/s Schreibgeschwindigkeit (Stand März 2012) und 512 Gigabyte (Stand Februar 2013) und auch wasserdichte Modelle. Seit Januar 2014 wird ein Stick mit einer Kapazität von einem Terabyte angeboten. Gelegentlich ist portable Software vorinstalliert, beispielsweise zur Datenverschlüsselung auf dem Stick. Die Abmessungen von USB-Sticks werden immer geringer. Der kleinste derzeit bekannte Stick ist lediglich 20 mm x 15 mm x 3 mm groß und hat ein Gewicht von zwei Gramm (Stand Januar 2012). Ein USB-Stick (engl. Stick: Stab, Stock) bezeichnet allgemein ein kompakt gebautes elektronisches Bauteil, das über den Universal Serial Bus (USB) mit einem anderen Gerät, beispielsweise einem Computer verbunden wird. Dabei sind der USB-Stecker (meist Typ A) und das Gehäuse direkt miteinander verbunden und bilden eine mechanische Einheit ohne verbindendes Kabel. Im Speziellen bezeichnet USB-Stick die häufigste Ausprägung des Gerätes, den USB-Speicherstick.

Eine der häufigsten Anwendungen des USB-Stick sind USB-Speichersticks (kurz USB-Sticks), eine Form der USB-Massenspeicher. Diese Wechseldatenträger nutzen Flash-Speicher zur Speicherung der Daten. Weit verbreitet sind auch USB-Sticks mit Einschüben für diverse Speicherkartenformate, häufig Card Driver genannt.

4 Optische Speichermedien

Als optischen Datenspeicher (auch optische Platten genannt) werden auswechselbare Massenspeicher bezeichnet, die durch optische Abtastung (meist mittels Laser) gelesen oder beschrieben werden können.

Die bekanntesten optischen Speichermedien heutzutage sind die CD-ROM und deren Weiterentwicklungen, die DVD und die Blu-Ray Disc. Daneben wurden jedoch noch diverse andere Medien und auch die Hybridvariante der Magneto Optical Disc entwickelt. Diese haben jedoch heute in der Praxis eine geringere Bedeutung. Nur einmal beschreibbare optische Speichermedien werden WORM (vom englischen "write once, read many") genannt und in der Archivierung von digitalen Informationen eingesetzt.

Die geringe Abnutzung durch berührungsloses Lesen von Daten und die geringe Medienkosten sind die Vorteile von optischen Speichermedien. Jedoch besitzen einige beschreibbare und wiederbeschreibbare Medien vor allem CD-R, CD-RW, DVD±R und DVD±RW eine Art "Verfallsdatum". Bei unsachgemäßer Lagerung können Probleme während des Lesevorgangs auftreten. Außerdem ist die Zahl an Schreibzyklen bei wiederbeschreibbaren Medien begrenzt (DVD-RAM max. 1.000.000, andere CD/DVD-Formate: max. 1.000, in der Realität meistens deutlich weniger).

4.1 CD-ROM

Die **Compact Disc** (kurz CD, englisch für kompakte Scheibe) ist ein optischer Speicher, der Anfang der 1980er Jahre zur digitalen Speicherung von Musik von Philips/PolyGram und Sony eingeführt wurde und die Schallplatte ablösen sollte.

Später wurde das Format der Compact Disc erweitert, damit man nicht nur Musik (CD-DA) abspeichern konnte. Als CD-ROM wird sie seitdem auch zur Speicherung von Daten für Computer eingesetzt. Als beschreibbare CD-R löste sie Ende der 1990er Jahre die Compact Cassette als bevorzugtes Audio-Aufnahmemedium im Privatbereich ab, wurde aber in den 2000er Jahren durch die MP3-Technologie weitgehend verdrängt.

Bei einfacher Geschwindigkeit (1x) werden die Daten mit 150 kByte/s gelesen; diese Geschwindigkeit wird auch beim Abspielen von Audio-CDs benutzt. Daten-CDs können je nach verwendetem Laufwerk mit höheren Datenraten gelesen werden.

CDs bestehen aus Polycarbonat, sowie einer dünnen Metallschicht (z. B. Aluminiumbedampfung) mit Schutzlack und Druckfarben. Sie werden im Gegensatz zu Schallplatten nicht gepresst, sondern in Spritzgussmaschinen in Form auf die Vater-Matrize gespritzt. Die Anlagen zur Herstellung optischer Datenträger werden dennoch Presswerk genannt.

Die Informationen der CD, das sogenannte "Programm", sind auf einer spiralförmig nach außen verlaufenden Spur angeordnet, sie belegen maximal 85% der CD-Gesamtfläche. Der Programmbereich reflektiert Licht mit deutlichen Farberscheinungen wegen seiner Mikrostruktur, den **Pits**. Länge und Abstand dieser kleinen Vertiefungen bilden einen seriel-

len digitalen Code, der die gespeicherte Information repräsentiert. Auf einer Audio-CD können maximal 99 Musiktitel gespeichert werden, dazu hat jede Scheibe ein Inhaltsverzeichnis (TOC, table of contents) und einen der Information eingelagerten Zeitcode, Texteinblendungen und weitergehende Informationen können optional aufgebracht werden. Die Abtastung der CD erfolgt kontaktlos über einen der Spur nachgeführten Laser-Interferenzdetektor von der spiegelnden Unterseite her. Die Taktfrequenz der eingelesenen Daten hängt von der Drehzahl der CD ab, diese wird zugunsten einer konstanten Datentaktrate für das nach außen fahrende Abtastsystem gedrosselt, so dass sich eine konstante Lineargeschwindigkeit (**CLV**) ergibt. Bei Verfahren ähnlich der Analogschallplatte spricht man hingegen von konstanter Winkelgeschwindigkeit (**CAV**).

Bei einer CD werden Daten mit Hilfe einer von innen nach außen laufenden Spiralspur gespeichert (also umgekehrt wie bei der Schallplatte). Die Spiralspur besteht aus Pits (Gruben) und Lands (Flächen), die auf dem Polycarbonat aufgebracht sind. Die Pits haben eine Länge von 0,833 bis 3,054 μm und eine Breite von 0,5 μm . Die Spiralspur hat etwa eine Länge von sechs Kilometern. Je nachdem, wie die CD erstellt wird, entstehen die Pits. Bei der industriellen Herstellung werden zunächst auf photochemischem Wege ein Glas-Master und darauf dann auf galvanischem Wege ein oder auch mehrere Stamper (Negativ) gefertigt. Anschließend wird damit in Presswerken per Spritzverfahren eine Polycarbonatscheibe geprägt und die Reflexions- und Schutzschicht angefügt.

Zwischen dem Aufdruck und der Aluminiumschicht (Dicke der Reflexionsschicht: 50 bis 100 nm) befindet sich noch eine Schutzlackschicht, um das Aluminium vor äußeren Einflüssen zu schützen. Der Abschluss ist der Aufdruck, der mit dem Siebdruckverfahren (bis zu sechs Farben) aufgebracht wird. Alternativ kann hier auch das Offsetdruckverfahren eingesetzt werden.

4.2 DVD

Die DVD ist ein digitales Speichermedium, das im Aussehen einer CD ähnelt, aber über eine deutlich höhere Speicherkapazität verfügt. Das Akronym DVD geht ursprünglich auf die Abkürzung von Digital Video Disc zurück, später wurde die Abkürzung als Digital Versatile Disc (engl. für digitale vielseitige Scheibe) interpretiert. In der Alltagssprache wird der Ausdruck DVD im Zusammenhang mit Filmen häufig im Sinne des logischen Formats DVD-Video verwendet.

Die Standard-Datenrate 1x entspricht bei DVDs einer Geschwindigkeit von 11,08 Mbit/s (1,385 MB/s oder etwa 1,32 MiB/s) und damit in etwa einem CD-Laufwerk mit dem Geschwindigkeitsfaktor 9x. Die Schreibgeschwindigkeit 1x entspricht somit definitionsgemäß der maximalen Datenrate, die beim Abspielen einer standardkonformen Video-DVD auftreten kann.

Aktuelle DVD-Laufwerke schaffen Brenn- und Lesegeschwindigkeiten bis zu 24x. Die volle Geschwindigkeit wird dabei allerdings nur am äußeren Rand der DVD erreicht, während im Inneren deutlich langsamer gelesen und geschrieben werden kann.

DVDs benötigen zum Abspielen einen eigenen DVD-Spieler. Im Vergleich zu den CDs wird bei DVDs mit Lasern kürzerer Wellenlänge gearbeitet, und wegen der gleichzeitig kürzeren Strahlengänge der Fokussierungsoptiken resultieren daraus kleinere Laserspots, mit denen in den Datenträgerschichten entsprechend kleinere Strukturen gelesen und geschrieben werden können.

4.3 Blu-Ray Disc

Die Blu-ray Disc (abgekürzt BD; häufig nur Blu-ray genannt) ist ein digitales optisches Speichermedium. Sie wurde als High-Definition-Nachfolger der DVD entwickelt und bietet ihrem Vorläufer gegenüber eine erheblich gesteigerte Datenrate und Speicherkapazität. Auf Blu-rays können daher Filme mit deutlich höherer Auflösung gespeichert werden. Blu-ray-Player sind in der Regel abwärtskompatibel zu DVDs, so dass auch diese abgespielt werden können. BD setzte sich im Formatkrieg gegen die Mitbewerber HD DVD und **VMD** durch. Die Produktion und Weiterentwicklung der konkurrierenden HD-DVD-Technik einschließlich der Geräte wurde im März 2008 eingestellt.

Der Name Blu-ray Disc ist englischen Ursprungs. Blue ray bedeutet wörtlich blauer Strahl, was sich auf den violetten Lichtstrahl des verwendeten Lasers bezieht. Die Schreibweise ohne „e“ im Namen wurde gewählt, um diesen als markanten Markennamen eintragen zu können.

Die Blu-ray Disc gibt es in drei Varianten: als nur lesbare BD-ROM (vergleichbar mit DVD-ROM), als einmal beschreibbare Variante BD-R (vergleichbar mit DVD±R) und als wiederbeschreibbare BD-RE (vergleichbar mit DVD±RW).

Die Angabe 1x entspricht einer Datenrate von 36 Mbit/s. Die Daten werden damit etwa viermal so schnell gelesen wie bei einer DVD gleicher Rotationsgeschwindigkeit (1x). Laufwerke für den Einsatz in Filmabspielgeräten werden mit dem bis zu 1,6-fachen dieser Geschwindigkeit, also 54 Mbit/s, betrieben, wodurch gleichzeitig die maximale Datenrate eines Content-Streams inklusive aller Kameraperspektiven und Tonspuren auf diesen Wert begrenzt ist. Die AV-Bitrate ist auf 48 Mbit/s beschränkt. Laufwerke für den Computereinsatz (bzw. für spätere Spielkonsolen) schaffen jedoch bereits die 8-fache Geschwindigkeit (also 288 Mbit/s, ca. 36 MB/s).

Die Blu-ray Disc basiert auf einem tief-violetten Indiumgalliumnitrid-Diodenlaser mit 405 nm Wellenlänge, die wiederbeschreibbare Blu-ray Disc arbeitet mit der **Phase-Change-Technik**.

Sie hat genau wie CD und DVD einen Durchmesser von 12 cm. Eine Blu-ray Disc fasst mit einer Lage bis zu 25 GB und mit zwei Lagen bis zu 50 GB an Daten. Alternative Quellen nennen als Bruttokapazität 21,7 GB.

TDK ist es gelungen, auf einer sechslagigen Scheibe 200 GB unterzubringen, dabei wurde die Kapazität einer Lage auf 33,3 GB erhöht. Pioneer erklärte im Juli 2008, Prototypen mit 400 GB auf einer Scheibe mit 16 Lagen erzeugt zu haben; eine Entwicklung einer

marktreifen Version war bis zum Jahr 2010 geplant. Stattdessen wurde 2010 die BDXL mit 100 GB Speicher veröffentlicht. Ebenfalls kündigte das Unternehmen für 2013[veraltet] Versionen mit bis zu 1 TB Speicherkapazität an.

Des Weiteren soll die neue Phase-Change-Technik eine doppelt so hohe Übertragungsrate (Datentransferrate) von 72 Mbit/s beim Beschreiben anstatt der ursprünglich maximal spezifizierten einfachen 36 Mbit/s ermöglichen. Ein wichtiger Bestandteil der Spezifikation ist auch ein Kopierschutz in Form einer eindeutigen Identifikationsnummer. Außerdem eignen sich Blu-ray Discs besonders gut für Full-HD-Videos, die dank der hohen Auflösung eine bessere Qualität als die gängigen Systeme wie **PAL** und **NTSC** bieten, aber auch dementsprechend mehr Speicherplatz benötigen. BD-Spieler unterstützen in der Regel das zuerst von Panasonic und Sony eingeführte hochauflösende **AVCHD-Format**.

In der Praxis sehen die technischen Spezifikationen für Blu-ray-Video-Discs folgendermaßen aus: Die Gesamt-Datenrate ist auf 53,95 Mbit/s begrenzt. Davon sind 40,00 Mbit/s für den reinen Videostream (in Form von MPEG-2, VC-1 und AVC) reserviert, die verbleibenden 13,95 Mbit/s für die Tonspuren (in Form von Dolby Digital, Dolby Digital Plus, Dolby TrueHD, DTS, DTS-HD High Resolution Audio, DTS-HD Master Audio und Linear-PCM).

Eine weitere Neuerung gegenüber der DVD ist der verkleinerte Abstand des Lasers zum Datenträger sowie die geringere Wellenlänge (und daher andere Farbe) des Laserstrahls. Weiterhin ist die Schutzschicht auf der Laser-Seite mit 0,1 mm im Vergleich zu 0,6 mm der DVD deutlich kleiner. Aufgrund der daraus resultierenden größeren Anfälligkeit gegen Kratzer und Staub war zunächst geplant, die Blu-ray Disc nur in einer Art Kassette (Steckmodul oder Cartridge genannt) anzubieten, ähnlich wie seinerzeit die MiniDisc. Stattdessen wurde jedoch eine Beschichtung namens Durabis entwickelt, die den Gebrauch eines Kassettengehäuses nicht mehr unbedingt notwendig macht.

Wegen des geringeren Abstandes zwischen Medium und Laseroptik sowie der dünneren Schutzschicht kann ein Objektiv mit günstigerer numerischer Apertur eingesetzt werden, das den Strahl effizienter bündeln kann. Somit werden Schreibfehler und stärkere Streuungen verringert und es ist möglich, eine Blu-ray Disc zum Beispiel aus Metall oder anderen stabilen, undurchsichtigen Materialien kombiniert mit einer dünnen durchsichtigen Trägerschicht zu bauen, die mit erheblich höheren Drehzahlen als eine Scheibe aus Polycarbonat betrieben werden können, woraus dann höhere Übertragungsraten resultieren. Zudem erlaubt die gegenüber der DVD kleinere Wellenlänge des Laserstrahls eine wesentlich höhere Datendichte und damit eine erhöhte Speicherkapazität.

5 NAS (Netware Attached Storage)

Network Attached Storage (NAS, englisch für netzgebundener Speicher) bezeichnet einfach zu verwaltende Dateiserver. Allgemein wird NAS eingesetzt, um ohne hohen Aufwand unabhängige Speicherkapazität in einem Rechnernetz bereitzustellen.

Normalerweise verfügen heutige Computer über einen Festplattenspeicher, der direkt in das Gehäuse des Computers eingebaut ist. Dort legen sie ihre Verzeichnisse und Dateien ab. In diesem Fall spricht man von einem direkt dem Computer zugeordnetem Speicher (Direct Attached Storage), der im Regelfall nur den unmittelbar am Computer arbeitenden Nutzern zur Verfügung steht.

Soll nun aber ein Festplattenspeicher mit den darauf abgelegten Dateien netzweit allen Rechnern zur Verfügung stehen, so muss das Speichersystem zunächst direkt an das Netzwerk angeschlossen sein und zusätzlich Methoden beherrschen, welche die Dateien auf diesem Speicherplatz im angebundenen Computernetz zur Verfügung stellen. Bereitgestellt wird diese Funktionalität durch dateibasierte Netzwerkprotokolle wie **SMB/CIFS** und NFS oder blockbasierte Netzwerkprotokolle wie **iSCSI** und **FCoE**. Man spricht somit von einem „Speicher, der an ein Netz angeschlossen ist“, also einem Network Attached Storage. NAS-Systeme werden also direkt am Netzwerk angeschlossen und arbeiten autonom, d.h. ohne einen dedizierten PC oder Server zu benötigen. Die Dateisysteme des NAS, also alle dort angelegten Dateien und Verzeichnisse, erscheinen auf dem Zielsystem wie eine eingebundene Freigabe beziehungsweise ein lokales Dateisystem.

Im engeren Sinne sind NAS-Systeme Serverdienste, die den über einen Netzwerkdienst angeschlossenen Client betriebssystemabhängig einsatzbereite Dateisysteme zur Verfügung stellen. Dies grenzt den Dienst von Direct Attached Storage und Storage Area Network ab. NAS-Systeme im weiteren Sinne, wie sie in der Praxis angeboten werden, stellen zentralen Speicherplatz auf Disk-Arrays sowohl mit dateibasiertem als auch mit blockbasiertem Zugriff über das allgemeine Netzwerk zur Verfügung. Das allgemeine Netzwerk ist in der Regel das Ethernet-basierte LAN, zunehmend auch WLAN.

Im Allgemeinen stellt ein NAS Dateiserver-Funktionen bereit. Darunter versteht man den über ein lokales Netz erfolgende Nutzer-Zugriff auf Dateien. Vor allem beim Einsatz im professionellen Umfeld müssen die Systeme in der Lage sein, Zugriffsrechte (**ACL**) für im Netz eingetragene Nutzer zu berücksichtigen (Datenschutz). Ein häufiges Erscheinungsbild sind persönliche Daten, die nur einem Nutzer zugänglich sind, oder Gruppendaten, die für Gruppen aus mehreren Nutzern zugänglich sind.

Ein NAS stellt somit in der Regel weitaus mehr Funktionen bereit, als nur einem Computer Speicher über das Netz zuzuweisen. Deshalb ist ein NAS im Unterschied zu Direct Attached Storage immer entweder ein eigenständiger Computer (Host) oder ein Virtueller Computer (Virtual Storage Appliance, kurz VSA) mit eigenem Betriebssystem. Daher beherrschen viele Systeme auch **RAID**-Funktionen, um Datenverlust durch Defekte vorzubeugen. Dateibasierte Dienste wie **NFS** oder SMB/CIFS stellen die Kernfunktion dar. Einige umfangreichere NAS-Implementierungen wie FreeNAS, OpenMediaVault oder

Openfiler beherrschen zusätzlich blockbasierte Datenzugriffe, wie sie bei **DAS** oder **SAN** üblich sind, und bieten hierfür eine iSCSI-Implementierung. Diese Funktionsvielfalt wird häufig auch im Begriff **Filer** zusammengefasst.

Für den Einsatz in kleinen Heim- und sogenannten **SoHo-Netzen** wurde auch Network Direct Attached Storage mit zusätzlichen Funktionen entwickelt, die über den Begriff des Filers hinausgehen, zum Beispiel Druckerserver. Einige dieser Funktionen sind jedoch auf kleine Netze mit wenigen Computern begrenzt, da je nach System spezielle Gerätetreiber auf jedem verbundenen Computer nötig sind.

Die Verbindung zu NAS-Systemen wird heute üblicherweise per **Ethernet** und **TCP/IP** hergestellt. Durch den dabei auftretenden TCP/IP-Protokoll-Overhead ergibt sich eine etwas geringere Eignung für abgesetzte Massenspeicher auf Betriebssystem-Ebene, so dass man SQL-Server und ähnlich performancehungrige Server normalerweise nicht auf NAS-basiertem Speicher installieren wird (vergl. Storage Area Network).

Insbesondere NAS-Systeme, die nicht für den Unternehmens-, sondern für den Heim- bzw. SoHo-Einsatz ausgelegt sind, lassen sich zumeist bequem über eine Webschnittstelle einrichten und konfigurieren.

NAS für den Unternehmenseinsatz können sehr große Datenmengen bewältigen. Durch den Einsatz leistungsfähiger Festplatten und Caches werden auch umfangreiche Datenmengen dem Benutzer schnell zugänglich gemacht. Professionelle NAS-Lösungen sind für die Konsolidierung von Dateidiensten in Unternehmen geeignet. Hochperformante, redundante und ausfallsichere NAS-Lösungen stellen eine Alternative zu traditionellen Windows/Linux/Unix-Dateiservern dar. Um die Datensicherung großer NAS-Umgebungen zu vereinfachen, unterstützen die meisten Geräte dieser Klasse das Network Data Management Protocol (**NDMP**).

Auch für Privathaushalte existieren eine Reihe von Vorteilen. So können alle Benutzer im Netzwerk auf dieselben Daten zugreifen. Alternativ kann ein NAS auch als Sicherungslösung für vorhandene Computer herangezogen werden.