



ITWissen

Das große Online-Lexikon  
für Informationstechnologie

# MASSENSPEICHER

KLAUS LIPINSKI (Hrsg.)

## Inhalt

**3570-Bandlaufwerk**

**3590-Bandlaufwerk**

**ADLC**, *advanced data*

*link controller*

**ADR-Laufwerk**

**AIT-Laufwerk**

**ALDC-Kompression**

**AOD**, *advanced*

*optical disc*

**ATL**, *automated tape library*

**Autoloader**

**Bandbibliothek**

**Bandlaufwerk**

**Blu-Ray-Disc**

**bpi**, *bits per inch*

**CD-MO**, *compact disc magneto*

*optical*

**DAT-Laufwerk**

**DDS-Laufwerk**

**DLT-Laufwerk**

**DTF-Laufwerk**

**EVD**, *enhanced*

*versatile disc*

**HD-DVD**, *high definition DVD*

**HVD**, *holographic versatile disc*

**JBOD**, *just a bunch of disks*

**Jukebox**

**Limdow-Laufwerk**

**LTO-Laufwerk**

**Magnetische Speicher**

**Magneto-optischer Speicher**

**Mammoth-Laufwerk**

**Massenspeicher**

**MCBF**, *mean changes between*

*failure*

**MLR-Laufwerk**

**MO-Laufwerk**

**MOD**, *magnetic optical disc*

**MODS**, *multiplexed optical data*

*storage*

**O-Mass**, *optical magnetic*

*storage*

**PDD**, *professional disc for data*

**QIC-Laufwerk**

**SLR-Laufwerk**

**Speicher**

**Speicherkapazität**

**Tape-Stacking**

**Travan-Laufwerk**

**UDO**, *ultra density optical*

**VR2**, *variable rate randomizer*

**VXA-Laufwerk**

Impressum:

Herausgeber: Klaus Lipinski

Massenspeicher

Copyright 2007

DATAKOM-Buchverlag GmbH

84378 Dietersburg

Alle Rechte vorbehalten.

Keine Haftung für die angegebenen  
Informationen.

Produziert von Media-Schmid

[www.media-schmid.de](http://www.media-schmid.de)

- 3570-Bandlaufwerk** 3570 ist ein IBM-Format für *Bandlaufwerke*. Die 1996 vorgestellte Technologie basiert auf einer so genannten Mitten-Ladetechnik. Um die Zugriffszeiten zu reduzieren wird bei dieser Technik das Band bis zur Bandmitte zurückgespult, wodurch die Zeiten für den Vor- oder Rücklauf optimiert werden. Die Datentransferrate liegt bei 6 MB/s, die *Speicherkapazität* einer *Cartridge* bei 5 GB.
- 3590-Bandlaufwerk** 3590 ist ein IBM-Format für *Bandlaufwerke*. Bei diesem Format werden die Daten im *Längsspurverfahren* aufgezeichnet. 3590 war ein weitverbreitetes Format im Großrechnerbereich, es arbeitete mit 16 Spuren, hatte eine *Speicherkapazität* von 10 GB bei einer Datentransferrate von 9 MB/s. Wegen der *DLT*-ähnlichen Technologie gelten Kassetten und Laufwerke als sehr zuverlässig mit langer Lebenszeit.
- ADLC, advanced data link controller** Advanced Data Link Controller (ADLC) ist ein von IBM entwickelter und in *Bandlaufwerken* wie dem *DTF-Laufwerk* eingesetzter Kompressionsalgorithmus, der sich durch eine hohe Kompression von 2,6:1 auszeichnet, im Vergleich zu anderen Kompressionsverfahren, die eine 2:1-Kompression erreichen. Durch den Einsatz von ADLC können wesentlich mehr Daten auf den *Magnetbändern* gespeichert werden als mit anderen Verfahren.
- ADR-Laufwerk** (ADR, advanced digital recording) ADR-Laufwerke, einer von Philips entwickelten Technologie für *Bandlaufwerke*, arbeiten im *Längsspurverfahren* mit *Cartridges* und haben acht parallele Spuren für die Datenaufzeichnung. Darüber hinaus sind neben den Datenspuren mehrere Servospuren für die genaue Kopfpositionierung aufgebracht. Die Datenübertragung hat eine Übertragungsgeschwindigkeit von 0,5 MB/s bis 4 MB/s, die sich an die Geschwindigkeit des Systems anpassen lässt. Die Positionierung des *Magnetkopfes* erfolgt über Servospuren, die sich zwischen den Spuren für die Datenspeicherung befinden. Drei verschiedene ADR-Modelle stehen zur Auswahl: ADR50 mit einer *Speicherkapazität* von 25 GB und einer Datenrate von 2 MB/s, ADR2.60 mit 30 GB *Speicherkapazität* und ADR2.120 mit 120 GB und einer Datentransferrate von 4 MB/s.

**AIT-Laufwerk** (*AIT, advanced intelligent tape*) Bei dem Advanced Intelligent Tape (AIT) handelt es sich um eine Weiterentwicklung der 8-mm-Technologie mit *Schrägspurverfahren* zur Datenaufzeichnung durch Sony. Bei AIT ist das Inhaltsverzeichnis des Helical-Scan-Bandes auf einem *Cartridge Memory (CM)* gespeichert. Dort werden Daten über das Band selbst, die erste Inbetriebnahme und aktuelle Informationen gespeichert. Dadurch kann ein *Streamer* auf Informationen viel schneller zugreifen, da er beim Wiedereinlegen der Kassette nicht das komplette Band durchsuchen muss. Zur besseren Ausnutzung der vorhandenen Bandkapazität arbeiten AIT-Laufwerke mit *ALDC-Kompression*, das eine Datenreduktion um den Faktor 2,5 ermöglicht. AIT gibt es in mehreren Formaten: AIT-1 bietet eine *Speicherkapazität* von 25 GB pro Cartridge und eine Datentransferrate von 3,0 MB/s, AIT-2 hat 50 GB (unkomprimiert) und 6 MB/s und AIT-3 100 GB und eine Transferrate von 12,0 MB/s. Die mittlere Zugriffszeit von AIT-1 beträgt 37,5 s. AIT-Laufwerke gibt es auch in der S-Version als S-AIT mit verbesserten Eigenschaften.

**ALDC-Kompression** (*ALDC, advanced lossless data compression*) ALDC ist eine verlustfreie Kompression, die in *Bandlaufwerken* eingesetzt wird. Das von IBM entwickelte Verfahren benutzt ein Derivat des LZ-Verfahrens um Daten verlustfrei zu komprimieren. Der Kompressionsfaktor des ALDC-Algorithmus wird durch diverse Datenparameter beeinflusst. ALDC ist ein sehr effizientes Kompressionsverfahren mit dem typischerweise Kompressionsraten von 2,5:1 erreicht werden, die damit um etwa 20 % höher liegen als die mit anderen Kompressionsverfahren erreichbaren Werte. Das Verfahren wird u.a. in *AIT-Laufwerken*, Mammoth-Laufwerken und *LTO-Laufwerken* eingesetzt.

**AOD, advanced optical disc** (*AOD-Disc*) Die Advanced Optical Disc (AOD) ist vergleichbar der *Blu-Ray-Disc*. Die Spezifikationen für die AOD, die ihre Bezeichnung in *HD-DVD* geändert hat, wurden von Toshiba und NEC entwickelt. Die AOD-Disc arbeitet wie die Blu-Ray-Disc ebenfalls mit einem blauen Laser, der eine Wellenlänge von 405 nm und eine Apertur von 0,7 hat. Sie ist ebenso wie die anderen

DVDs doppelseitig aufgebaut mit je zwei Layern pro Seite. Die *Speicherkapazität* liegt für die wiederbeschreibbare Version bei 20 GB/Seite, die Schichtdicke 0,6 mm. Um die riesigen Datenmengen von hochauflösendem Video, HDTV, zu komprimieren, setzt Die AOD-Disc auf die Codecs H.264 und VC-9.

**ATL, automated tape library** *Automated Tape Libraries* sind Bandbibliotheken, die vollautomatisch mittels Robotik gesteuert werden. Die auch als ATL-Silos bezeichneten Arrays dienen als *Massenspeicher*.

Es kann sich dabei um Systeme handeln, die nur einige *Magnetbänder* verwalten, aber auch um solche, die einige tausend Magnetbänder über Roboter steuern. Das bedeutet *Speicherkapazitäten* von durchaus 5.000 x 50 GB.

Zur optimalen Ausnutzung der Magnetbänder empfiehlt sich das *Tape-Stacking*, bei dem die Speicherkapazität der Magnetbänder bis zu annähernd 100 % genutzt

werden.

*Automated Tape Libraries* sind Bandbibliotheken, die vollautomatisch mittels Robotik gesteuert werden. Die auch als ATL-Silos bezeichneten Arrays dienen als *Massenspeicher*.

Es kann sich dabei um Systeme handeln, die nur einige *Magnetbänder* verwalten, aber auch um solche, die einige tausend Magnetbänder über Roboter steuern. Das bedeutet

Das bedeutet



*Automated Tape Library  
(ATL) IBM 3494*

Speicherkapazitäten von durchaus 5.000 x 50 GB. #2

Zur optimalen Ausnutzung der Magnetbänder empfiehlt sich das *Tape-Stacking*, bei dem die Speicherkapazität der Magnetbänder bis zu annähernd 100 % genutzt werden.

## **Autoloader** (auto loader)

Autoloader sind Tape-Systeme die vorwiegend für die automatisierte Datensicherung eingesetzt werden. Sie sind vergleichbar *Bandbibliotheken*, sind allerdings einfacher aufgebaut, haben in der Regel nur ein *Bandlaufwerk* und nur wenige *Cartridges*, die Karussell-ähnlich angeordnet sind. Autoloader sind normalerweise nicht skalierbar



und haben auch keinen Barcode, der bei Bandbibliotheken die schnelle Erkennung erleichtert.

Der Autoloader ist über eine Ultra-SCSI-Schnittstelle an den Server angeschlossen. Die einzelnen Cartridges werden aus den Karussellfächern entnommen und dem Bandlaufwerk zugeführt. Dabei bewegt sich das Karussell jeweils um eine Position weiter. Der Bandwechsel dauert etwa 10 Sekunden.

Autoloader gibt es für viele Bandformate, für *LTO*, *SDLT*, *DLT*, *DAT*, *AIT*, *SLR* und *S-AIT*. Sie arbeiten sehr zuverlässig und haben mittlere Ausfallzeiten (MTBF) von 100.000 Stunden und mehr.

Tape-Libraries sind Speichersysteme einem oder mit mehreren

*Bandbibliothek mit  
Autoloader, Foto:  
RRZ Universität Hamburg*

**Bandbibliothek**  
(TL, tape library)

*AIT-Bandbibliothek mit 12  
Bandlaufwerken,  
Foto: Qualstar*



*Bandlaufwerken* und bis zu tausend *Magnetbändern*. Sie werden als *Massenspeicher* oder für das Backup eingesetzt. Je nach Ausführung und Größe kann es sich um kleinere Systeme handeln, die aus einem Bandlaufwerk und einer Wechsellvorrichtung für bis zu zehn Magnetbändern handeln, den so genannten *Autoloadern*.

Größere Systeme, die meistens als *Automated Tape Library (ATL)* arbeiten, können mehrere dutzend Bandlaufwerke haben, in die Roboterarme Magnetbänder aus Magnetband-Magazinen einlegen. Solche Magazine können durchaus mehrere tausend Magnetbänder umfassen. Die Konfiguration von Bandbibliotheken kann nach Bedarf skaliert werden.

Bandbibliotheken bilden ab einem Datenvolumen von 5 TB die ideale Hardware-Plattform und können *Speicherkapazitäten* bis zu mehreren Petabyte verwalten. Die *Cartridges* einer Tape Library sind zur schnelleren

Handhabung mit Strichcodes oder Cartridge Memories (CM) und einem Strichcodeleser ausgestattet. Tape-Libraries sind Speichersysteme einem oder mit mehreren *Bandlaufwerken* und bis zu tausend *Magnetbändern*. Sie werden als *Massenspeicher* oder für das Backup eingesetzt. Je nach Ausführung und Größe kann es sich um kleinere Systeme handeln, die aus einem Bandlaufwerk und einer Wechsellvorrichtung für bis zu zehn Magnetbändern handeln, den so genannten *Autoloadern*. #2

Größere Systeme, die meistens als *Automated Tape Library (ATL)* arbeiten, können mehrere dutzend Bandlaufwerke haben, in die Roboterarme Magnetbänder aus Magnetband-Magazinen einlegen. Solche Magazine können durchaus mehrere tausend Magnetbänder umfassen. Die Konfiguration von Bandbibliotheken kann nach Bedarf skaliert werden.

Bandbibliotheken bilden ab einem Datenvolumen von 5 TB die ideale Hardware-Plattform und können Speicherkapazitäten bis zu mehreren Petabyte verwalten. Die *Cartridges* einer Tape Library sind zur schnelleren Handhabung mit Strichcodes oder Cartridge Memories (CM) und einem Strichcodeleser ausgestattet.

## **Bandlaufwerk** (*streamer*)

Bandlaufwerke gibt es seit Beginn der 50er-Jahre. Sie lösten damals die Lochkarte als Sekundärspeicher ab und waren ideale Speichermedien für Mainframes und die späteren Minicomputer. Ihr heutiger Einsatz zielt dank ihrer hohen *Speicherkapazitäten* und die niedrigen Kosten pro Speichereinheit hauptsächlich auf die Datensicherung von Servern ab.

Die ersten Bandlaufwerke arbeiteten mit 1/2-Zoll-Bändern, sie hatten feststehende *Magnetköpfe* und neun Spuren. Die Speicherdichte der *Magnetbänder* lag damals bei 1.600 Bit pro Zoll und wurde bis in die achtziger Jahre um ein Vielfaches gesteigert. Darüber hinaus sorgen Codierverfahren wie das *Variable Rate Randomizer* (VR2) für eine wesentlich verbesserte Ausnutzung der Magnetbänder.

Alle Bandlaufwerke speichern ihre Daten sequentiell auf Blockebene, wobei die Informationsblöcke möglichst groß sein sollten. Zur Reduzierung der Datenmenge arbeiten alle Magnetbandspeicher mit Datenkompression, dabei wird bei der Angabe der Speicherkapazität in der Regel von einem Kompressionsfaktor von 2:1

*S-AIT-Laufwerk von Sony*



ausgegangen; einem mehr oder weniger willkürlich gewählten Wert, da die Kompression von der Datenstruktur abhängt. Bei der sehr effizienten *ALDC-Kompression* ist die Datenreduktion 2,5:1. Streamer speichern die Daten auf Magnetband, und zwar sequenziell auf einer oder mehreren Spuren, wobei als Aufzeichnungsverfahren das Längs- und das *Schrägspurverfahren* eingesetzt werden. Bedingt durch die Bandlänge und die sequenziell abgelegten Daten dauern Suchvorgänge relativ lange. Die Zugriffszeiten bewegen sich im Bereich von einigen Sekunden bis hin zu einigen Minuten. Die Magnetbandtechnik wird als preiswertes Speichermedium

für die Archivierung und das Backup großer Datenmengen eingesetzt, auf die anschließend eher weniger zurückgegriffen werden muss.

An Technologien haben sich durchgesetzt: die 4-mm-Technik *Digital Audio Tape* (DAT) oder *Digital Data Storage* (DDS), die 8-mm-Technik mit *Advanced Intelligent Tape* (AIT) und S-AIT, dem *VXA-Laufwerk*, dem *ADR-Laufwerk* und dem *Mammoth-Laufwerk*, das *Quarter Inch Cartridge* (QIC) mit dem *Travan-Laufwerk* und das 1/2-Zoll-Format mit *Digital Linear Tape* (DLT) sowie SDLT und *Linear Tape Open* (LTO).

Magnetbänder werden in Form von Array als *Bandbibliotheken* für die Speicherung von Petabytes ( $10^{15}$ ) eingesetzt. So bei den *Automated Tape Libraries* (ATL) mit vollautomatischer Robotersteuerung.

## Blu-Ray-Disc (BD, blu ray disc)

Eine Blu-Ray-Disc ist ein optischer Speicher, in der Größe einer Compact Disc (CD) und mehrschichtig aufgebaut wie eine DVD, allerdings mit einer wesentlich größeren

	Blu-Ray-Disc
Kapazität	SL: 23,3 GB/ 25 GB/ 27 GB DL: 50 GB
Datenrate	35,95 Mbit/s
Lesemethode	CLV
Laser-Wellenlänge	405 nm
Numer. Apertur	0,85
Linsenabstand	0,14 mm bis 0,5 mm
Brennpunkt	0,24 $\mu\text{m}$
Dicke Schichtdicke	1,2 mm 0,1 mm SL 0,075 mm DL
Spurweite	0,32 $\mu\text{m}$

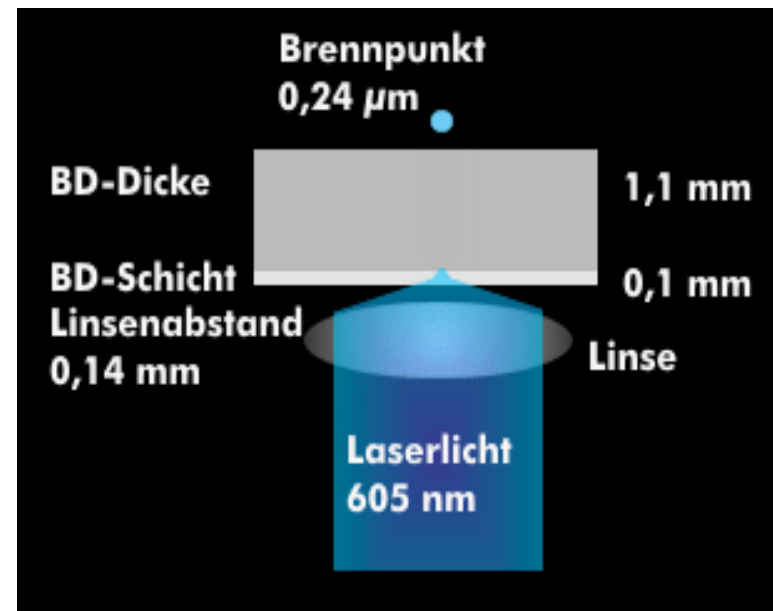
*Speicherkapazität*, außerdem bietet die Blu-Ray-Disc theoretisch die Möglichkeit bis zu achtlagige Speicherschichten anzusteuern. Die Blu-Ray hat ihren Namen wegen des blauen Laserlicht, das sehr kurze Wellenlängen hat. Dadurch können die Datenspuren enger als bei der DVD gehalten werden, ebenso sind die Pits and Lands kleiner, wodurch die höhere Speicherdichte erreicht wird. Blu-Ray-Disc gibt es in den Formaten BD-ROM, BD-R und BD-RE.

Weitere Speichertechnologien, die auf einen kurzwelligigen blauen Laser setzen ist die *HD-DVD*, die *UDO-Disc*, die *EVD-Disc* und die *PDD-Disc*.

Die Blu-Ray-Spezifikationen wurden von den Blu Ray Disc Founders (BDF) entwickelt.

*Spezifikationen der Blu-Ray-Disc*

*Brennpunkt der Blu-Ray-Disk*



Neben der Wellenlänge des Lasers von 405 nm und der numerischen Apertur von 0,85 gehören die Dicke der Trägerschicht, die nur 0,1 mm beträgt, zu den wichtigsten Spezifikationen. Die Blu-Ray-Technologie, die vor allem von Sony und Matsushita unterstützt wird, ist auf beiden Seiten beschichtet. Bei 1-lagiger Beschichtung beträgt die Speicherkapazität 23,3 GB, 25 GB oder 27 GB/Seite, was mit den Channel Bits zusammenhängt, bei 2-lagiger Beschichtung bis zu 50 GB/Seite. Darüber hinaus ist an 4-lagige

BDs mit 100 GB Speicherkapazität gedacht. Die maximale Datenrate beträgt 36 Mbit/s, was dem 3,3 fachen einer DVD entspricht.

Mit der Speicherkapazität einer Blu-Ray-Disc kann man etwa 13 Stunden normales Video aufzeichnen und etwa zwei Stunden HDTV.

Im August 2004 wurde die Version 1.0 der BD-ROM für die physische Ebene der Formatierung verabschiedet. Weiterhin wurde das UDF-Dateiformat (UDF 2.5) und die Codecs für Audio und Video festgelegt: Pulscodemodulation (PCM), MPEG-2, Dolby Digital und Digital Theatre Sound (DTS) sowie VC-1 und H.264/AVC. Die Audiodateiformate DD+ und DTS-HD müssen von der BD-ROM unterstützt werden. Neuere Entwicklungen mit bis zu acht Layern haben pro Seite eine Speicherkapazität von 200 GB.

**bpi**, *bits per inch*  
(*Bits pro Zoll*)

Bits pro Inch (bpi) ist eine internationale Einheit zur Angaben der Speicherdichte von magnetischen Speichermedien. Dieser Wert ist vorwiegend bei *Bandlaufwerken* üblich.

**CD-MO**, *compact disc magneto optical*

Löschbare Speicherplatten arbeiten teilweise nach dem optischen und teilweise nach dem magnetischen Prinzip. Bei dem Thermo Magnets Optics-Verfahren erhitzt ein Laserstrahl die magnetische Platte bis zu dem Kristallisationspunkt. Bei dieser Temperatur verliert ein magnetsicher Stoff seine magnetischen Eigenschaften.

Hierdurch wird der Speicher gelöscht. Die Speicherung der Daten erfolgt wie beim wie bei jeder magnetischen Platte durch Magnetfelder. Zum Lesen der Daten wird der Laserstrahl benutzt, der durch die unterschiedlich polarisierten Felder verschieden abgelenkt wird.

Die CD-MO ist im Orange Book spezifiziert, es gibt sie in verschiedenen Größen, sie ist ein- und beidseitig wiederbeschreibbar, arbeitet nach dem CAV-Verfahren und hat eine *Speicherkapazität* von 128 MB bis 2,6 GB.

**DAT-Laufwerk**  
(*DAT, digital audio tape*)

Mit Digital Audio Tape wird ein 4 mm breites *Magnetband* bezeichnet, dass für qualitativ hochwertige Audio-Aufnahmen konzipiert wurde, aber, bedingt durch die hohe *Speicherkapazität*, auch als Speichermedium für Backup-Anwendungen in der Datenverarbeitung Einzug gehalten hat und vorwiegend in der mittelständischen Industrie eingesetzt wird.

Für die Speicherung von Audiosignalen arbeitet DAT mit Abtastraten von 48 kHz, 44,1 kHz und 21 kHz und einer Sampletiefe von 16 Bit, was bei der 48-kHz-Digitalisierung einer Datenrate von 1,536 Mbit/s entspricht.

Basierend auf dem DAT-Standard haben Sony und Hewlett Packard einen Industrie-Standard für die Datenspeicherung entwickelt, den *Digital Data Storage* (DDS). Die ersten DAT-Laufwerke nach dem DDS-Standard wurden 1989 vorgestellt. Die Speicherkapazität betrug damals 1,3 GB, die maximale Datentransferrate 183 kB/s.

Zwischenzeitlich gibt es mehrere Laufwerk-Generationen mit Speicherkapazitäten zwischen 4 GB und 320 GB komprimierter Daten. Als Aufzeichnungsverfahren verwendet DAT das *Schrägspurverfahren*, das mit rotierenden Kopftrommeln

Typ	DDS-1	DDS-2	DDS-3	DDS-4	DAT-72	DAT-160
Magnetband	90 m	120 m	125 m	150 m	170 m	150 m breit
Speicherkapazität	2 GB	4 GB	12 GB	20 GB	36 GB	80 GB
Datentransferrate	180 kB/s	720 kB/s	1,5 MB/s	3 MB/s	3 MB/s	5 MB/s
Jahr	1990	1993	1996	1999	2003	2005

*Entwicklung der DDS- und DAT-Laufwerke*

arbeitet. Die Datentransferrate reicht je nach Version 6 MB/s. Damit die DAT-Bänder für Audio nicht als Streamerbänder und umgekehrt benutzt werden können, ist am Anfang der Streamerbänder ein Streifencode, der Media Recognition System (MRS) angebracht. Dadurch können Audio-DAT-Kassetten nur für Audio und *Streamer*-Kassetten nur für Datenspeicherung eingesetzt werden.

**DDS-Laufwerk**  
(DDS, digital data storage)

Digital Data Storage (DDS) ist eine Weiterentwicklung des *Digital Audio Tape* (DAT) für den professionellen Einsatz in der Datenspeicherung. Als Aufzeichnungsverfahren wird das *Schrägspurverfahren* verwendet, das auch in Videorecordern benutzt wird. DDS benutzt wie DAT ein 4-mm-Band, das allerdings verbesserte Störeeigenschaften hat und den ANSI-Standards unterliegt. DDS zeichnet sich dadurch durch eine wesentlich geringere Bitfehlerrate (BER) aus.

Die kontinuierliche Weiterentwicklung von DDS hat dazu geführt, dass es mehrere DDS-Generationen gibt, die nicht immer auf älteren DDS-Laufwerken abgespielt werden können. Die einzelnen DDS-Versionen (DDS-1, DDS-2, DDS-3 und DDS-4) unterscheiden sich hinsichtlich der Bandlänge und damit der *Speicherkapazität* sowie der Datentransferrate.

**DDS-1** hat bei 60 m Bandlänge eine Speicherkapazität von 1,2 GB, bei 90 m 2 GB.

DDS-Generation	DAT-Laufw.	Speicherkapazität kompr. 2:1	Transfer-rate
DDS-1		4 GB	200 KB/s
DDS-2		8 GB	600 KB/s
DDS-3	DAT-24	24 GB	2 MB/s
DDS-4	DAT-40	40 GB	6 MB/s
DDS-5	DAT-72	72 GB	6 MB/s
DDS-6	DAT-160	160 GB	

Die Datentransferraten liegen zwischen 183 und 366 KB/s.

**DDS-2** hat eine Bandlänge von 120 m und 4 GB Speicherkapazität. Die Datentransferraten liegen zwischen 500 und 600 KB/s.

**DDS-3** kann 12 GB unkomprimierte und bis zu 24 GB komprimierte Daten speichern. Die Bandlänge beträgt 125 m, Datentransferrate liegt zwischen 1 MB/s und 4 MB/s. In DDS-2 und DDS-3 werden Fehlerkorrekturverfahren eingesetzt und

*Eigenschaften der DDS-Laufwerke*

die Read-after-Write-Funktion für die Datenverifikation benutzt, eine Art Verify-Funktion. Das entsprechende DAT-Laufwerk ist DAT-24.

**DDS-4** hat eine Speicherkapazität von 20 GB unkomprimiert und 40 GB für komprimierte Daten. Die Bandlänge beträgt 125 m, die Datentransferrate 4 MB/s.

**DDS-5** hat eine Speicherkapazität von 72 GB für komprimierte Daten und eine Datentransferrate von 6 MB/s. Das entsprechende DAT-Laufwerk ist DAT-72.

**DDS-6** ist die 6. Generation mit einer Speicherkapazität von 160 GB/320 GB komprimierter Daten. Neben der höheren Speicherkapazität und einer höheren Datentransferrate können DDS-6-Laufwerke in beiden Richtungen schreiben und lesen.

## **DLT-Laufwerk** (DLT, digital linear tape)

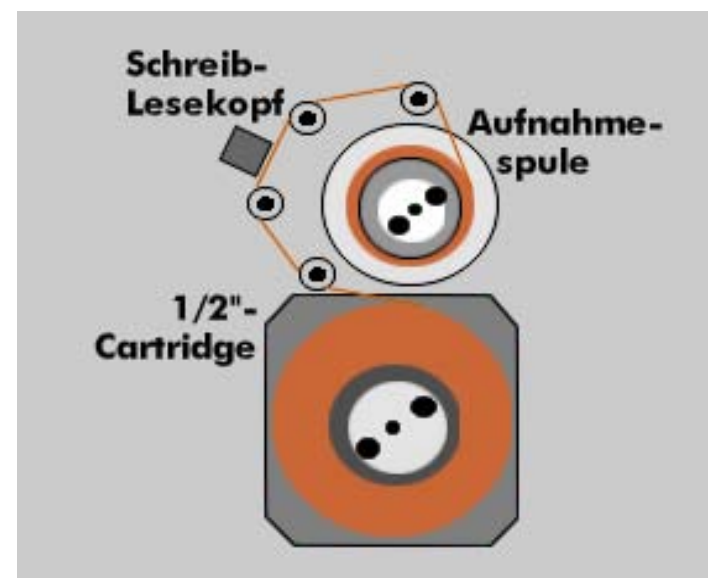
Digital Linear Tape (DLT) ist eine Bandspeichertechnologie, die sich als De-facto-Standard für die Archivierung und Datensicherung im Midrange-Bereich und bei den PC-Servern im High-End-Bereich durchgesetzt hat. Die DLT-Technik arbeitet mit 1/2-Zoll-Bändern in *Cartridges*, auf denen die Daten linear im *Längsspurverfahren* aufgezeichnet werden. Im Gegensatz zu allen anderen linearen Verfahren arbeitet die DLT-Technologie lediglich mit einer Spule. Das *Magnetband* wird hier mittels eines Einfädelmechanismus ins Laufwerk geladen und auf eine zweite Bandspule, die fest im *Bandlaufwerk* eingebaut ist, aufgewickelt.

DLT-Laufwerke speichern ihre Daten in Blöcken fester Größe in beiden

Laufrichtungen. Die Datenblöcke werden mit verschiedenen Fehlererkennungsverfahren wie Paritätsprüfung, zyklischer Blockprüfung (CRC) und Error Detection Code (EDC) auf Fehler überprüft.

DLT-Laufwerke bieten *Speicherkapazitäten* von 40 GB, 70 GB und 80 GB an komprimierten Daten bei Datentransferraten von bis zu 10 MB/s.

Die Super-DLT-Technologie, SDLT, die auf der DLT-Technologie aufbaut, erreicht ein Vielfaches der



*DLT-Bandlauftechnik*

*DLT-Roadmap bis über das Jahr 2010*

DLT-Version	Speicherkapazität	Daten- transferrate
DLT-S4	1,6 TB	120 MB/s
DLT-S5	3,0 ... 3,5 TB	200 ... 250 MB/s
DLT-S6	6 ... 7 TB	400 ... 500 MB/s
DLT-S7	12 ... 14 TB	800 .. 1000 MB/s

genannten Speicherkapazitäten und Datentransferraten. So wird **DLT-S4** eine *Speicherkapazität* von 1,6 TB haben und einen Datendurchsatz von 120 MB/s. Für die Zukunft sind dann noch DLT-Laufwerke mit Speicherkapazitäten von über 10 TB geplant, **DLT-S7**, mit Datentransferraten von 800 MB/s bis 1000 MB/s. DLT-Laufwerke eignen sich für

Anwendungen mit hoher Einsatzzeit. Die Lebensdauer der *Magnetköpfe* wird mit über 30.000 Stunden angegeben, die Anzahl der Banddurchläufe mit über 500.000.

**DTF-Laufwerk**  
(DTF, digital tape format)

Das Digital Tape Format (DTF) ist eine von Sony entwickelte 1/2-Zoll-Bandspeicher-Technologie, die aus der professionellen Videotechnik, der Betacam-Technik, hervorgegangen ist. DTF gibt es in zwei Formaten: DTF-1 aus dem Jahre 1995 mit 60 GB Speicherplatz und DTF-2 mit dem extremen Speicherplatz von 200 GB an unkomprimierten Daten, die mit einer Datenrate von 24 MB/s transferiert werden können. Über einen speziellen Kompressionschip mit *Advanced Data Link Controller* (ADLC) werden mittlere Kompressionsraten von 2,6:1 erreicht. Dadurch können bis zu 520 GB an komprimierten Daten auf einer 1/2-Zoll-*Cartridge* gespeichert werden. Die mittlere Suchzeit liegt bei etwa 11 s. Die DTF-Serie soll um DTF-4 mit einer *Speicherkapazität* von 400 GB erweitert werden.

DTF arbeitet in der Aufzeichnung nach dem *Schrägspurverfahren*, das zur Erhöhung der Datentransferrate mit acht rotierenden Magnetköpfen arbeitet.

Für DTF-Laufwerke stehen zwei unterschiedliche Cartridge-Formate zur Auswahl: die L-Kassette und die kleinere S-Kassette mit 60 GB Speicherplatz. Beide Cartridge-Typen enthalten einen Speicherchip für Bandinformationen, der von Laufwerk oder Robotik kontaktlos gelesen und geschrieben wird.

Die DTF-Laufwerke können für das externe Management und für *Bandbibliotheken* mit Ethernet-Interface ausgestattet werden. Über diese Schnittstelle erfolgt die

Kommunikation mit der Bibliothekselektronik. Mit Hilfe eines *Autoloaders* können Bandbibliotheken mit mehreren Terabyte (TB) *Speicherkapazität* aufgebaut werden.

**EVD, enhanced versatile disc (EVD-Disc)**

Die EVD-Disc gehört zu den Super-DVDs, die sich durch eine hohe *Speicherkapazität* auszeichnen. Die anderen Produkte sind die *HD-DVD*, die *Blu-Ray-Disc*, die *UDO-Disc* und die *PDD-Disc*. Im Gegensatz zu den genannten Produkten arbeitet die EVD-Disc mit einem Rotlicht-Laser und nicht mit einem blauen Laser.

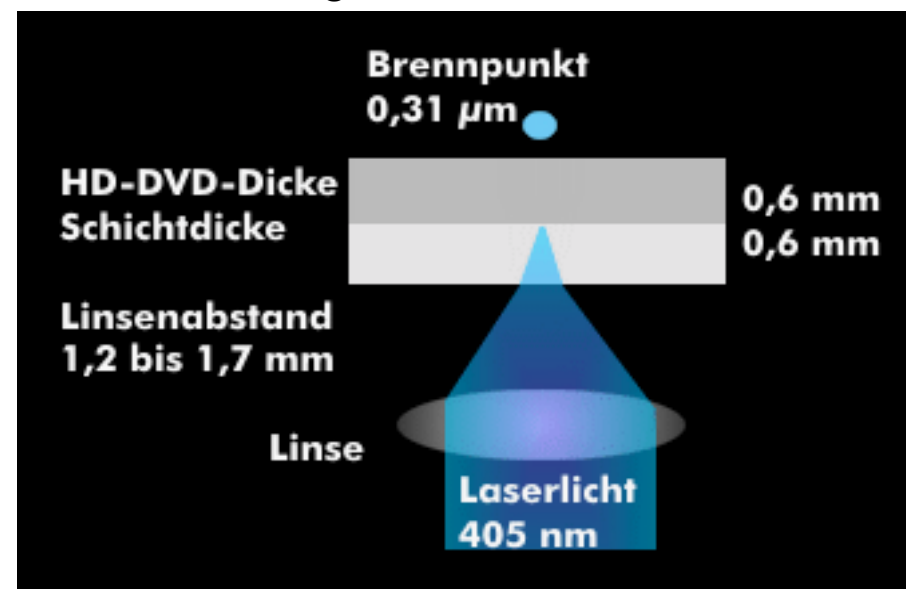
Es handelt sich hierbei um eine chinesische Entwicklung einer nicht wiederbeschreibbaren Super-DVD, deren Auflösung das Fünffache einer DVD betragen soll. Da die EVD-Disk nur eine geringfügig höhere Speicherkapazität hat als eine DVD, angegeben werden 12 GB für die Zweischichtausführung, muss davon ausgegangen werden, dass, damit die fünffache Auflösung erreicht wird, mit einer unglaublichen Kompression gearbeitet wird. Als Audiokompression kommt dabei der Enhanced Audio Codec (EAC) zum Einsatz.

Die EVD-Disc zielt auf den Markt für hochauflösendes Video, HDTV, und ist als reine Abspiel-Disc konzipiert.

**HD-DVD, high definition DVD (HD-DVD-Disc)**

Die HD-DVD, früher *Advanced Optical Disc (AOD)*, ist eine von mehreren optischen Speichern, die mit blauen statt mit roten Laserlicht arbeiten. Die weiteren mit dieser DVD-Technologie konkurrierenden Formate sind die *Blu-Ray-Disc (BD)*, die *UDO-Disc*, die *PDD-Disc* und die *EVD-Disc*. Alle diese Formate zeichnen sich durch ein enorm hohe *Speicherkapazität* aus und arbeiten mit blauem Laserlicht.

Die HD-DVD, die den physikalischen Schichtaufbau der DVD beibehält, arbeitet mit einer 405 nm Wellenlänge von 405 nm. Wegen der relativ dicken Deckschicht von 0,6 mm konnte die Apertur nur auf 0,65 erhöht werden.



*Brennpunkt der HD-DVD*

Spezifikationen der HD-DVD

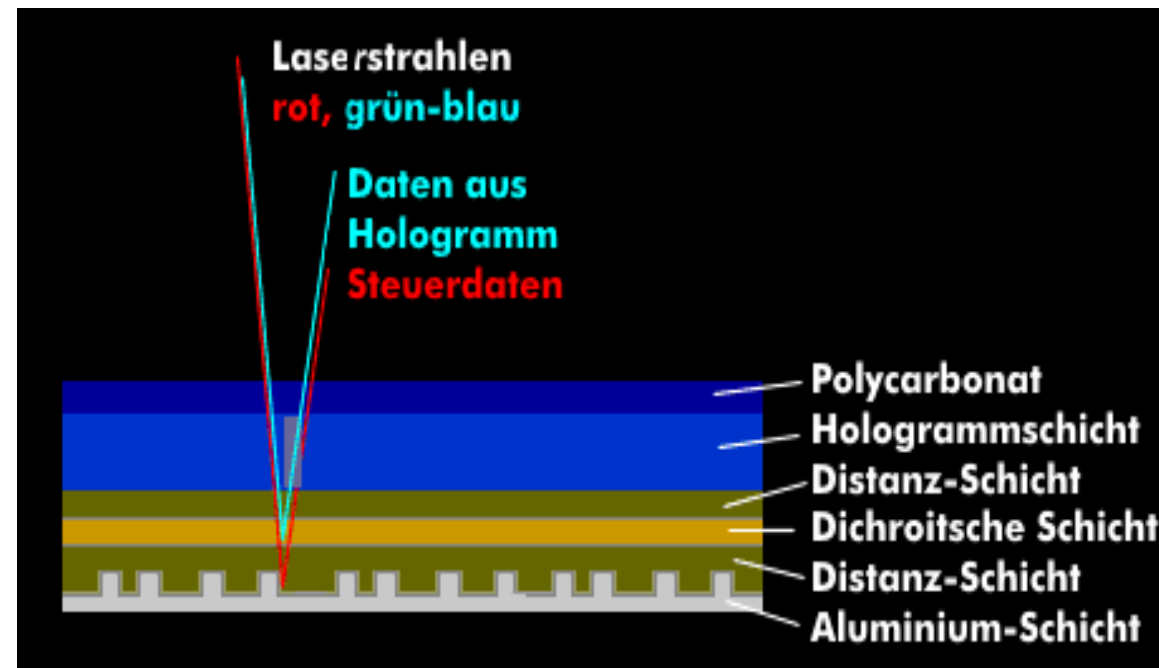
	HD-DVD
Kapazität	ROM/R: 15 GB/30 GB RW: 20 GB/32 GB
Datenrate	36,55 Mbit/s
Lesemethode	ROM/R: CLV RW: ZCLV
Laser-Wellenlänge	405 nm
Numer. Apertur	0,65
Linsenabstand	1,2 mm bis 1,6 mm
Brennpunkt	0,31 µm
Dicke Schichtdicke	1,2 mm 0,6 mm
Spurweite	Lead-In/Out: 0,68 µm ROM/R Daten: 0,40 µm RW Daten: 0,34 µm

Durch dieses kurzwellige Licht fallen die Pits und Lands wesentlich kleiner aus als bei DVDs, die mit rotem Laser arbeiten, wodurch die Spurdichte geringer und damit die *Speicherkapazität* größer wird. Der Brennpunktdurchmesser liegt bei 0,31 µm. Bei der HD-DVD bedeutet dies bei 1-lagiger Beschichtung eine Speicherkapazität von 15 GB, 2-lagig sind es 30 GB. Darüber hinaus gibt es von Toshiba eine dreischichtige Version als HD-DVD-ROM mit einer Speicherkapazität von 45 GB. Die Datenrate liegt bei 15 Mbit/s. Die HD-DVD eignet sich ideal für die Speicherung von hochauflösendem Fernsehen, HDTV. Als Codecs für Video sind H.264, MPEG-2 und MPEG-4 vorgesehen und Microsofts Windows Media 9 (WMV9) in der Diskussion. Als Audio-Codecs sind Dolby Digital Plus (DD+), DTS-HD und MLP 2 zwingend notwendig.

Für verschiedene HD-DVD-Versionen gibt es bereits verabschiedete Spezifikationen. So für die HD-DVD-RW, deren Speicherkapazität für eine Single-Layer-Version mit 20 GB spezifiziert wurde. Für die HD-DVD-R wurde diese mit 15 GB festgelegt und für die HD-DVD-ROM in Single-Layer-Version mit 15 GB, als Dual-Layer mit 30 GB und mit Dreifach-Layer 45 GB.

**HVD** Die HVD-Disc ist ein *Massenspeicher*, der mit holografischer Speicherung arbeitet. Sie hat wie die optischen Speicherscheiben einen Durchmesser von 12 cm. Als *holographic versatile disc (HVD-Disc)* Mehrschichtscheibe aufgebaut übertrifft die Speicherkapazität einer HVD, die bis zu 3,9 Terabyte (TB) betragen kann, die einer DVD um das 850 fache und selbst die einer

*Aufbau der HVD-Disc mit holografischer und dichroitischer Schicht*



HD-DVD noch um das annähernd hundertfache. Die HVD-Disc arbeitet mit zwei Lasern deren beide Strahlen zu einem Strahl vereint werden: einem grün-blauen Laser und einem roten Laser. Der grün-blaue Laserstrahl liest die Daten aus der holografischen Schicht, die dort als codierte Interferenz-Muster

gespeichert sind. Der modulierte Laserstrahl wird an der darunter liegenden Schicht, die die Funktion von einem dichroitischen Filter übernimmt, reflektiert. Der rote Laserstrahl hingegen liest die Hilfs- und Steuerinformationen aus, die auf einer Aluminiumschicht als Pits und Lands gespeichert sind. Zu diesem Zweck durchdringt der rote Laserstrahl die holografische und die dichroitische Schicht und wird an der Aluminiumschicht von den Pits und Lands reflektiert. Diese Steuerinformationen werden für die Steuerung des Lesekopfes benötigt und sind vergleichbar den Sektor-, Kopf- und Segmentinformationen von konventionellen Festplatten.

Die Datentransferrate der HVD-Disc soll bei 1 Gbit/s liegen.

Die HVD-Disc ist noch in der Entwicklung, ihre Standardisierung wird von der ECMA vorbereitet.

**JBOD**  
*just a bunch of disks*  
(JBOD-System)

JBOD kennzeichnet controllerlose Disk-Arrays bzw. Disk-Subsysteme. Ein JBOD hat keinen Controller und besteht lediglich aus einem Gehäuse, in dem sich mehrere Festplatten-Laufwerke befinden; normalerweise zwischen 6 und 16. Die Festplatten-Laufwerke arbeiten unabhängig voneinander, haben jeweils eine eigene Adresse und werden von dem Server einzeln über eine SCSI-, IDE- oder EIDE-Schnittstelle angesteuert. Der Vorteil eines JBOD gegenüber einzelnen Laufwerken liegt in der



*JBOD-System von Sunrise  
mit 10 Festplatten-  
Laufwerken*

besseren Handhabung und der kompakten Bauweise.

JBOD-Systeme verfügen über schnelle Zugriffszeiten und sind preiswerter als RAID-Systeme. Es gibt mehrere Möglichkeiten die JBOD-Systeme mit RAID-Funktionalitäten aufzurüsten, ohne dabei einen RAID-Controller einzusetzen. So kann der RAID-Level 0 durch entsprechende Software erreicht werden. Höhere RAID-Level sind durch Hardware-Ergänzungen erzielbar.

Mit JBOD-Systemen können *Massenspeicher* mit einer *Speicherkapazität* von mehreren TB aufgebaut werden.

JBOD kennzeichnet controllerlose Disk-Arrays bzw. Disk-Subsysteme. Ein JBOD hat keinen Controller und besteht lediglich aus einem Gehäuse, in dem sich mehrere Festplatten-Laufwerke befinden; normalerweise zwischen 6 und 16. Die Festplatten-Laufwerke arbeiten unabhängig voneinander, haben jeweils eine eigene Adresse und werden von dem Server einzeln über eine SCSI-, IDE- oder EIDE-Schnittstelle angesteuert. Der Vorteil eines JBOD gegenüber einzelnen Laufwerken liegt in der besseren Handhabung und der kompakten Bauweise.

JBOD-Systeme verfügen über schnelle Zugriffszeiten und sind preiswerter als RAID-Systeme. Es gibt mehrere Möglichkeiten die JBOD-Systeme mit RAID-Funktionalitäten aufzurüsten, ohne dabei einen RAID-Controller einzusetzen. So kann der RAID-Level 0 durch entsprechende Software erreicht werden. Höhere RAID-Level sind durch Hardware-Ergänzungen erzielbar.

Mit JBOD-Systemen können *Massenspeicher* mit einer *Speicherkapazität* von mehreren TB aufgebaut werden.

### **Jukebox** (jukebox)

Der Begriff Jukebox stammt von der Musikbox mit Plattenwechsel. Bei der Jukebox handelt sich um ein sekundäres Speichersystem mit Wechselautomat für optische und magneto-optische Speichermedien. Eine Jukebox besteht aus einem Gehäuse mit Einschubschächten (Slots) für die optischen Datenträger, einem oder mehreren Laufwerken zum Beschreiben und Lesen der Speichermedien und einer steuerbaren Wechselmechanik. Die Wechselmechanik greift einzelne Speichermedien aus den Slots und transportiert sie zu einem der Laufwerke. Nach Beschreiben oder Lesen



*Jukebox von  
InterNetTechnologies*

wird das Speichermedium wiederum von der Wechselmechanik in den dafür vorgesehenen Slot abgelegt. Als Speichermedien kommen primär *UDO-Discs* und *Blu-Ray-Discs* zum Einsatz. Bei einer *Speicherkapazität* von 30 GB für eine UDO-Disc erreicht man mit einer kleinen UDO-Jukebox mit 22 Slots eine Speicherkapazität von 660 GB; größere Jukeboxen können Speicherkapazitäten von über 150 TB erreichen.

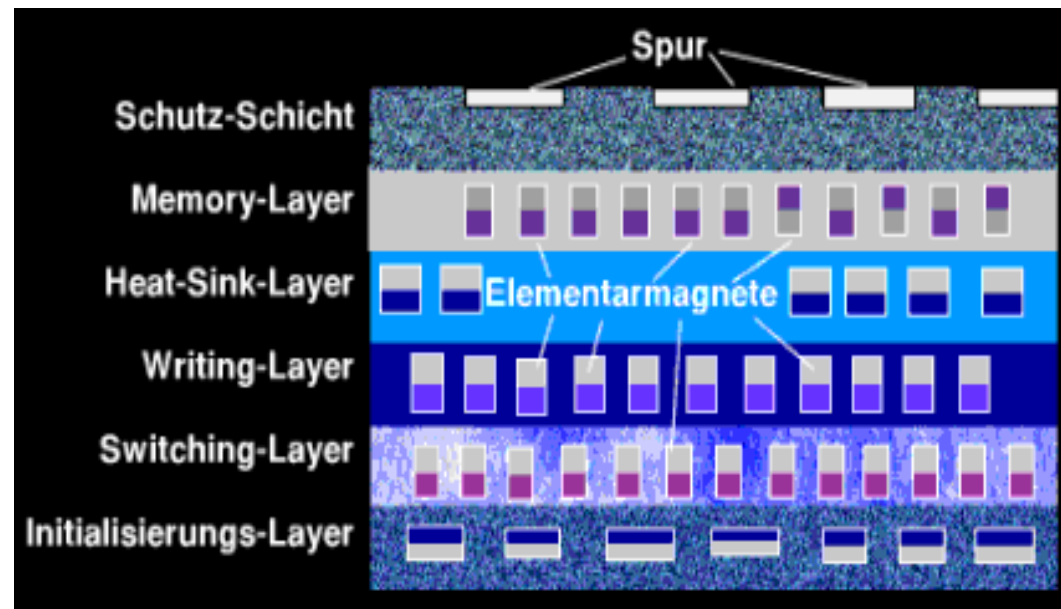
Eine Jukebox dient zum Speichern großer Datenbestände, die selten geändert, aber relativ schnell verfügbar sein müssen. Üblicherweise verwaltet eine Jukebox zwischen 50 und 800 Speichermedien, auf die sie automatisch zugreifen kann. Sie bietet Zugriff auf eine nahezu unbegrenzte Datenmenge und

wird für Datenarchivierung und Datensicherung eingesetzt. Typische Einsatzgebiete sind Text- und Bilddatenbanken, Softwaredepots, Bibliotheken für Formulare, Sammlungen elektronischer Zeitschriften und Monatsberichte usw.

## **Limdow-Laufwerk** (*LIMDOW, laser intensity modulation direct overwrite*)

Limdow-Laufwerke sind eine Weiterentwicklung der bekannten *MO-Laufwerke*, die das Beschreiben der Limdow-MO-Disks gegenüber den normalen MO-Laufwerken wesentlich beschleunigen. Die normale MO-Disk benötigt zwei Durchläufe zum Beschreiben: Im ersten Durchlauf werden die Daten gelöscht, im zweiten Durchlauf wird die MO-Disk neu beschrieben. Limdow-Laufwerke dagegen benötigen nur einen Durchlauf, wodurch das Schreiben beschleunigt wird.

Die Limdow-Laufwerke arbeiten ohne *Magnetköpfe*, aber mit speziellen Medien. Die entgegengesetzten Magnetfelder werden von einem externen Magnetfeld im Laufwerk und durch das Magnetfeld der Initialisierungsschicht erzeugt. Diese stehen in Wechselwirkung zu den Magnetfeldern der verschiedenen Schichten, die durch die Intensität des Laserstrahls, die unterschiedlichen Materialien und die



Aufbau der Limdow-Disk

Magnetfeldbeeinflussung verschieden stark aktiviert werden. Die einzelnen Schichten der Limdow-Disk haben alle Elementarmagnete und unterscheiden sich nur durch die Temperatur, bei der die Magnete umgepolt werden können. Bei der untersten Schicht, dem Initialisierungslayer ist der so genannte Curie-Punkt am

höchsten und darf nicht erreicht werden, damit sich die Ausrichtung der Elementarmagnete nicht ändert.

Um normale MO-Disks lesen und beschreiben zu können, haben Limdow-Laufwerke Magnetköpfe. Die Datentransferraten liegen für das Lesen zwischen 3,5 MB/s und 6 MB/s, für das Schreiben zwischen 1,7 MB/s und 3,6 MB/s und haben eine mittlere Positionierzeit von ca. 20 ms. Die Limdow-Disks haben Speicherkapazitäten von 640 MB bis 2,6 GB.

**LTO**  
linear tape open  
(LTO-Laufwerk)

LTO-Version	Speicherkapazität	Daten- transferrate
LTO-3	400 GB	80 MB/s
LTO-4	800 GB	160 MB/s
LTO-5	1,6 TB	240 MB/s
LTO-6	3,2 TB	360 MB/s
LTO-7	6,4 TB	540 MB/s

Linear Tape Open (LTO) ist ein von IBM, HP und Certance 1998 entwickeltes offenes Format für Speichertechnologien in der mittleren Datentechnik. Wie aus dem Namen bereits hervorgeht, arbeiten LTO-Laufwerke mit *Längsspurverfahren*, bei dem die einzelnen Spuren, in denen die Daten aufgezeichnet werden, über die gesamte Länge des Magnetbandes verlaufen. LTO-Laufwerke, die in der Datensicherung und Archivierung eingesetzt werden, arbeiten mit 1/2"-Cartridges und haben in den verschiedenen

LTO-Roadmap bis über das  
Jahr 2010

## Eigenschaften der Ultrium/ LTO-Laufwerke

Ultrium/ LTO-Version	Speicherkap. unkomprim./ 2:1-Kompr.	Transferrate unkomprim./ 2:1-Kompr.
LTO-1	100/200 GB	15/30 MB/s
LTO-2	200/400 GB	30/60 MB/s
LTO-3	400/800 GB	68/136 MB/s

Versionen *Speicherkapazitäten* von 100 GB bis 800 GB (unkomprimiert) und Datenübertragungsraten von bis zu 120 MB/s für unkomprimierte Daten. Zu Bandarchiven ausgebaut können sie bis zu mehreren tausend Terabyte groß sein. LTO hat gegenüber herkömmlichen Technologien den Vorteil, dass Cartridges unterschiedlicher Hersteller mit den LTO-

Laufwerken anderer Hersteller schreib- und lesekompatibel sind. Der LTO-Standard kennt zwei Bandformate, die untereinander kompatibel sind: Ultrium, das für hohe Speicherkapazitäten optimiert ist, und Accelis, das sich durch kurze Zugriffszeiten auszeichnet. Ultrium/LTO gibt es in mehreren Formaten mit 100 GB (**LTO-1**), 200 GB (**LTO-2**), 400 GB (**LTO-3**) und 800 GB (**LTO-4**), deren Werte sich auf die nichtkomprimierte Speicherkapazität beziehen. Das Accelis-Format hat 50 GB, eine Datentransferrate von 40 MB/s und eine Zugriffszeit von etwa 10 s. LTO-Cartridges sind 105 x 102 x 21 mm klein und besitzen ein Cartridge Memory (CM) auf dem das Inhaltsverzeichnis gespeichert ist. Die LTO-Bandlaufwerke arbeiten mit Fehlererkennung und Kompressionsverfahren und haben je nach Ausführung Anschlüsse für SCSI oder Fibre-Channel (FC).

<http://www.lto-technology.com>

<http://www.ultrium.com>

## Magnetische Speicher (*magnetic storage*)

Magnetische Speicher basieren auf der Magnetisierung von Metallverbindungen, deren Hysterese stabile Zustände gewährleistet. Es gibt zwei Gruppen von magnetischen Speichern: den permanenten, nichtflüchtigen Speicher und den flüchtigen Speicher.

Der Permanentenspeicher basiert auf Ferriten und Eisenoxiden, wie sie in *Magnetbändern*, Magnetbandkassetten, Magnetdisketten, Magnetplatten, Magnetkarten, Magnettrommeln und auch Magnetetiketten eingesetzt werden. Die

Datenworte werden durch Induktion aufgebracht und können überschrieben werden. Beim Permanentenspeicher bleiben die Daten auch dann erhalten, wenn der Speicher von der Versorgungsspannung getrennt ist.

Die zweite Gruppe, die flüchtigen Speicher, basieren auf Magnetfeldern, die ständig aufrechterhalten werden müssen. Bei Abschalten der Versorgungsspannung verlieren die flüchtigen Speicher den gespeicherten Inhalt. Zu dieser Gruppe gehören die Blasenspeicher.

Dem Prinzip nach werden bei der magnetischen Speicherung die magnetisierbaren Speicherelemente, die Ferrite oder Eisenoxyd-Partikel, durch Induktion magnetisch beeinflusst. Diese Induktion kann durch Schreib-/Lesedrähte wie beim Kernspeicher erfolgen, oder durch einen Schreib-/Lesekopf wie bei den Disketten, Magnetbändern, Festplatten usw. Das magnetische Material wird bei der Magnetisierung mit definierter Geschwindigkeit an den Schreib-/Leseköpfen vorbei geführt. Dabei werden die Daten beim Schreiben nach bestimmten Aufzeichnungsverfahren in vorgegebenen Spuren aufgezeichnet. Beim Lesen erfolgt die Induktion in umgekehrter Richtung: die magnetisierten Partikel erzeugen in den Leseköpfen eine kleine Induktionsspannung, die im Leseverstärker verstärkt und aufbereitet wird.

### **Magneto-optischer Speicher** (MO, magnetic optical)

Bei magneto-optischen Speichern wirken beim Speichern von Informationen zwei physikalische Größen: Magnetismus und Licht respektive Wärme. Dem Prinzip nach wird zunächst die einheitlich ausgerichtete magnetische Informationsschicht einem Magnetfeld ausgesetzt, das bei normaler Temperatur keine Änderung bewirkt. Die Aufzeichnungsschicht des MO-Speichers ist eine Legierung aus Terbium, Eisen und Kobalt, die bei normalen Umgebungstemperaturen resistent gegen magnetische Einflüsse ist. Erst durch Erwärmung der Informationsschicht auf ca. 200 °C kann die Koerzitivkraft der Legierung abgesenkt werden. Diese Erwärmung erfolgt durch einen Laserstrahl und löst in Kombination mit der Induktion eine Veränderung der magnetisierten Schicht aus. Nach der Abkühlung bleibt der eingespeicherte Zustand erhalten. Dieser Vorgang kann bitselektiv und fast beliebig oft wiederholt werden, solange die Erwärmung durch den Laserstrahl nicht zu Strukturänderungen im

Material führt. Das Auslesen der gespeicherten Information erfolgt unter Ausnutzung des *Kerr-Effektes*, bei dem geeignete Substanzen polarisiertes Licht in Abhängigkeit von der Magnetisierung reflektieren. Über Polarisationsfilter wird die Intensitätsänderung des reflektierten Laserstrahls ermittelt und in die gespeicherte Information umgesetzt. Das Verfahren der magneto-optischen Speicherung wird auf *MO-Disketten* eingesetzt.

### **Mammoth-Laufwerk** (*Mammoth drive*)

Mammoth, von Exabyte entwickelt, gehört zu den 8-mm-Technologien für *Bandlaufwerke*. Diese Laufwerk-Technologie arbeitet ohne Andruckrolle; der Servomotor muss seine Drehzahl immer der aktuellen Aufspulsituation und dem Bandzug anpassen.

Mammoth benutzt als Aufzeichnungsverfahren das *Schrägspurverfahren* und bietet eine *Speicherkapazität* von 20 GB und in der Version Mammoth-2 (M2) auch 60 GB. Mammoth-Laufwerke haben Zugriffszeiten von etwa 55 s und eine relativ hohe Datentransferrate von 6 MB/s, respektive 12 MB/s für M2.

Mammoth-*Bandbibliotheken*, die im Unix- und NT-Umfeld zu finden sind, erlauben die Datenspeicherung von 140 GB bis 3,2 TB. Der Speicherplatz kann durch die *ALDC-Kompression* um den Faktor 2,5 erhöht werden.

### **Massenspeicher** (*mass storage*)

Massenspeicher sind Speichergeräte mit großer *Speicherkapazität*. Sie werden für die Datensicherung eingesetzt, ebenso für die Massendatenspeicherung mit schnellem Zugriff. Werden für die Sicherung von Massendaten vorwiegend Magnetplattenspeicher, Festplatten-Laufwerke, Wechselplatten-Laufwerke und *Bandlaufwerke* eingesetzt, so kommen für den schnellen Direktzugriff Compact Discs (CD), DVDs, *HD-DVDs*, *UDOs*, *PDD-Disc*, *AOD-Disc*, *MODS-Disc*, *HVD-Disc*, Magneto-optische Speicher und Festplatten zum Einsatz.

Neben den Einzel-Laufwerken werden für die Massenspeicherung *JBOD-Systeme*, ebenso Systeme mit Wechsel-Automatiken wie *Jukeboxen* eingesetzt, und Robotersysteme, die hunderte und tausende von *Magnetbändern* verwalten. Dazu gehören *Bandbibliotheken*, die Tape Libraries und die *Automated Tape Libraries (ATL)*.

Funktionell können Massenspeicher als Erweiterung des Arbeitsspeichers angesehen werden, von der Struktur her sind sie Peripheriegeräte, die auch bei Ausfall der Versorgungsspannung die Daten unbegrenzt lange speichern können.

Massenspeicher sind Speichergeräte mit großer Speicherkapazität. Sie werden für die Datensicherung eingesetzt, ebenso für die Massendatenspeicherung mit schnellem Zugriff. Werden für die Sicherung von Massendaten vorwiegend

Magnetplattenspeicher, Festplatten-Laufwerke, Wechsellplatten-Laufwerke und *Bandlaufwerke* eingesetzt, so kommen für den schnellen Direktzugriff Compact Discs (CD), DVDs, *HD-DVDs*, *UDOs*, *PDD-Disc*, *AOD-Disc*, *MODS-Disc*, *HVD-Disc*, Magneto-optische Speicher und Festplatten zum Einsatz.

Neben den Einzel-Laufwerken werden für die Massenspeicherung *JBOD-Systeme*, ebenso Systeme mit Wechsel-Automatiken wie *Jukeboxen* eingesetzt, und Robotersysteme, die hunderte und tausende von *Magnetbändern* verwalten. Dazu gehören *Bandbibliotheken*, die Tape Libraries und die *Automated Tape Libraries (ATL)*.

Funktionell können Massenspeicher als Erweiterung des Arbeitsspeichers angesehen werden, von der Struktur her sind sie Peripheriegeräte, die auch bei Ausfall der Versorgungsspannung die Daten unbegrenzt lange speichern können.

**MCBF**, *mean changes between failure* Die Bezeichnung Mean Changes between Failure (MCBF) wird bei *Bandlaufwerken* benutzt. und zwar versteht man in diesem Kontext die Zeit, in der nach einem *Cartridge*-Wechsel erste Fehler zu erwarten sind.

**MLR-Laufwerk** (MLR, *multichannel linear recording*) Multichannel Linear Recording (MLR) ist untrennbar mit Tandberg Data verbunden, die diese Technologie entwickelt haben. MLR löst *Scalable Linear Recording (SLR)* ab und ist eine Weiterentwicklung von *QIC*. Die Technologie ist wie *Travan* eine Mehrspurtechnik, die auf dem *QIC*-Format aufbaut. Bei MLR hat das *Magnetband* neben den Aufzeichnungsspuren auch definierte Referenzspuren, so genannte Servospuren. Die Servospuren, die vom Hersteller aufgebracht werden, dienen dem Schreib-/Lesekopf als Anhaltspunkt, um selbst minimale Abweichungen beim Flattern des Bandes nachregeln zu können. Ein zusätzlicher Lesekopf in der Kopfeinheit liest

die Servospuren und wertet diese aus. Aus dem Referenzsignal wird ein Korrektursignal abgeleitet mit der Schreib-/Lesekopf in Millisekunden um einige Mikrometer positioniert wird. Die Kopfeinheit setzt sich aus vier Schreib- und acht Leseköpfen zusammen.

Derzeit bietet die MLR-Technologie in der Version MLR-1 eine *Speicherkapazität* von 16 GB und mit MLR-3 26 GB (komprimiert). Die Zugriffszeiten liegen bei 65 s, die Datentransferrate liegt bei MLR-1 bei 1,5 MB/s, bei MLR-3 bei 2 MB/s.

MLR wird vorwiegend im professionellen Bereich eingesetzt, da es eine sehr hohe Sicherheit gewährleistet. Mit MLR-Laufwerken können *Bandbibliotheken* mit Kapazitäten von 130 GB bis zu 1 TB aufgebaut werden.

### **MO-Laufwerk** (*magnetic optical*)

Magneto-optische Laufwerke sind eine Kombination von Harddisk und Compact Disc. Sie sind wiederbeschreibbar mit beidseitig aufgebrachtem Datenträger. Die MO-Disk kann nicht direkt magnetisiert werden; der Datenträger wird zuerst von einem Laser erhitzt, bevor der Arbeitsbereich durch ein Magnetfeld beschrieben werden kann. Das Lesen der doppelseitigen Datenträger erfolgt rein optisch mit einem Laserstrahl, der von dem magnetisierten und unmagnetisierten Material unterschiedlich reflektiert wird. Der Aufbau der MO-Laufwerke gleicht dem der CD-Laufwerke. MO-Laufwerke besitzen einen Laser zum Erhitzen der MO-Speicherschicht und zum Lesen der gespeicherten Informationen. Zum Einschreiben der Daten wird ein *Magnetkopf* benutzt, der die Speicherschicht elektromagnetisch beeinflusst.

Die Löschung und Speicherung von Informationen erfolgt in zwei Arbeitsgängen: Im ersten Durchlauf wird die Information gelöscht; in einem zweiten neu eingespeichert. Dank eines neuen Standards, genannt Limdow, wird für den Schreib-, Verifizierungs- und Lesevorgang nur noch ein Durchgang benötigt.

Die Schreibgeschwindigkeiten von MO-Laufwerken liegen zwischen 1,5 MB/s und 3,5 MB/s, die Lesegeschwindigkeit bei 3,5 MB/s bis 6 MB/s und die mittlere Positionierungszeit zwischen 20 ms und 30 ms. MO-Laufwerke sind mit den Standardschnittstellen für Personal Computer (PC) ausgestattet.

**MOD**  
magnetic optical disc  
(MO-Disc)

Spezifikationen der  
MO-Disc

MO-Disc Format	Sektoren	Speicherkapazität
3,5"	512 Byte	128 MB, 230 MB, 540 MB
3,5"	2.048 Byte	640 MB, 1,3 GB, 2,3 GB
5,25"	512 Byte	640 MB, ... 4,1 GB
5,25"	1.024 Byte	640 MB ... 4,8 GB
5,25"	2.048 Byte	5,2 GB ... 13,7 GB

Magneto-optische Datenträger bestehen aus einer dünnen Schicht von vertikal magnetisiertem Material, das zwischen einer durchsichtigen Polycarbonat-Schutzschicht und einer reflektierenden Schicht aufgetragen ist. Die Speicherung erfolgt magnetisch und kann erst nach Erhitzen des Arbeitsbereiches durch einen Laser ausgeführt werden. Dem Verfahren nach wird die zunächst

einheitlich ausgerichtete magnetische Informationsschicht einem Magnetfeld ausgesetzt, das erst dann eine Veränderung bewirkt, wenn die Koerzitivkräfte des magnetischen Materials durch Erwärmung abgesenkt werden. Die Wirkung des Magnetfeldes und des erwärmenden Lichtstrahls erfolgt an definierten Stellen und bleibt nach der Abkühlung erhalten. Dieser Vorgang kann bitselektiv erfolgen. Die Lesung der Daten erfolgt unter Ausnutzung des magneto-optischen *Kerr-Effektes* mit einem Laserstrahl, der von den magnetisierten und unmagnetisierten Bereichen unterschiedlich reflektiert wird.

MO-Datenträger sind Disketten in 5,25" und 3,5" mit Speicherkapazitäten von bis zu mehreren GB, bei dem größeren Format sind über 10 GB. Die MO-Disk kann beliebig oft (mehrere 100 Millionen Mal) überschrieben werden. Die Schreib- und Lesegeschwindigkeit ist um ein Vielfaches höher als bei DVDs. Ein typischer MO-Speicher ist die MiniDisc.

**MODS**  
multiplexed optical data  
storage (MODS-Disc)

Die MODS-Disk soll in nicht allzu ferner Zukunft die *Blu-Ray-Disc* und die *HD-DVD* ablösen. Mit der MODS, die die Größe einer DVD oder D-ROM hat, sollen Speicherkapazitäten von bis zu 1 TB erreicht werden. Vom Prinzip her werden bei der MODS genauso wie bei einer DVD die gespeicherten Daten mit einem Laser abgetastet. Der wesentliche Unterschied, der zu der enormen Speicherkapazität führt, liegt darin, dass die MODS mit asymmetrischen Pits und Lands arbeitet, die das

Laserlicht in unterschiedlichen Winkeln reflektieren. Insgesamt können bei diesem Verfahren 332 unterschiedliche Reflektionswinkel unterschieden werden. Die Speicherkapazität ist dadurch etwa zehnmal höher als die der Blu-Ray-Disc und beträgt pro Layer 250 GB. Bei beidseitiger, doppelschichtiger Speicherung erhält man die Speicherkapazität von 1 TB.

**O-Mass**  
*optical magnetic storage*

Die O-Mass-Technik ist eine von der Tandberg-Tochter O-Mass entwickelte Technologie für die Massendatenspeicherung. Sie bietet sich als Alternative zu *Bandlaufwerken* an und verbindet die Vorteile der Magnetbandaufzeichnung mit denen des optischen Lesens. Auf dem *Magnetband* werden wie bei anderen Bandlaufwerken auch mehreren Spuren magnetisiert. Beim Lesen werden die einzelnen Spuren mit Lasern abgetastet. Die reflektierten Laserstrahlen werden in einem Splitter geteilt und auf einen Detektor projiziert, in dem die Lichtinformation umgesetzt wird. Der optische Sensor bestimmt die Spurweite.

Die *Speicherkapazität* der ersten O-Mass-Laufwerke liegen bei 1,2 TB, weitere Entwicklungen mit bis zu 20 TB sind avisiert. Die Datentransferraten liegen bei 64 MB/s für die 1,2 TB-Version und sollen bis auf 1 GB/s steigen.

**PDD**  
*professional disc for data*  
*(PDD-Disc)*

Die Professional Disc for Data (PDD) gehört wie die *Blu-Ray-Disc* und die *UDO-Disc* zu den *magneto-optischen Speichern* der kommenden Generation. Alle drei Disk-Technologien sind zwar untereinander inkompatibel, arbeiten aber alle mit einem

Blaulichtlaser mit einer kurzwelligen Wellenlänge von 405 nm und bieten ein Vielfaches der *Speicherkapazität* von DVDs. Zwischen der Wellenlänge und der Speicherkapazität gibt es einen direkten Zusammenhang über die numerische Apertur (NA), die

Technische Daten	DVD	UDO-Disk	PDD-Disk
Durchmesser	120 mm	130 mm	120 mm
Speicherkapazität pro Seite	4,4/8,0 GB	14,0 GB	20,5 GB
Laser-Wellenlänge	650 nm	405 nm	405 nm
Numerische Apertur	0,6	0,7	0,85
Spurabstand	0,74 µm	0,37 µm	0,32 µm

*Technische Unterschiede zwischen einer DVD, UDO und PDD*

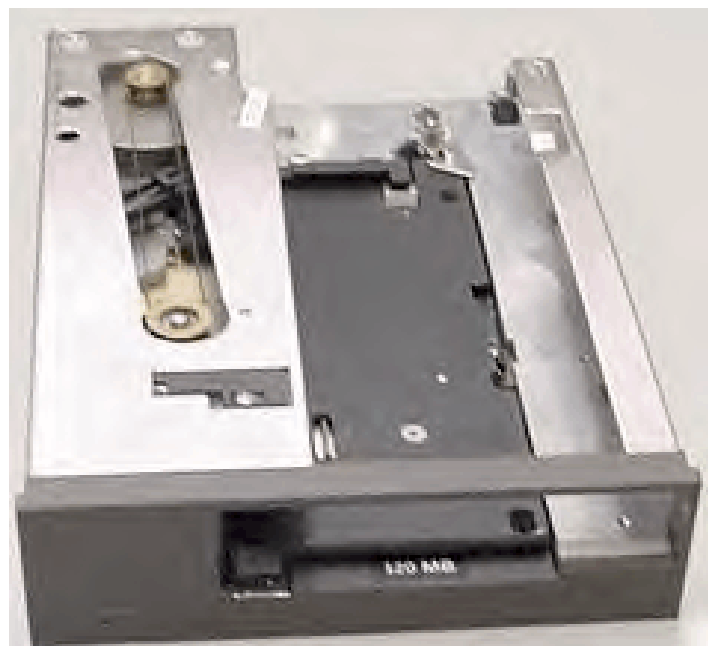
die maximale Fokussierung des Laserstrahls bestimmt. Danach erhöht sich mit kürzer werdender Wellenlänge und mit besserer numerischer Apertur die optische Auflösung und damit die Speicherkapazität.

Die PDD-Disc hat wie die *HD-DVD* einen Durchmesser von 120 mm, ist bis zu 1.000mal wiederbeschreibbar, arbeitet mit dem Phase-Change-Verfahren und hat in der Standardversion eine Speicherkapazität von 20,5 GB. Der Spurabstand beträgt nur 0,32  $\mu\text{m}$ . Darüber hinaus wird bei der PDD-Disc gegenüber den DVDs mit verbesserten Codierungsverfahren das Verhältnis von Overheaddaten zu Nutzdaten wesentlich verbessert. Die PDD-Disc benötigt etwa 30 % weniger Bits als die DVD um die gleiche Nutzdatenmenge zu speichern. Die Sektoren der PDD-Disc haben wie die Sektoren der DVD eine Größe von 2 KB, wegen der Fehlerkorrektur (ECC) werden immer 64 KB (32 KB bei der DVD) geschrieben oder gelesen.

### **QIC-Laufwerk** (*QIC, quarter inch cartridge*)

QIC-Laufwerke, ein weit verbreiteter Standard, sind seit Mitte der 80er-Jahre bei UNIX-Servern und im PC-Bereich im Einsatz. Die Speicherkapazität war begrenzt und wurde erst mit dem von Tandberg Data entwickelten *Multichannel Linear Recording (MLR)* auf bis zu 50 GB erhöht.

QIC unterscheidet zwischen zwei *Cartridge*-Größen: Der 5,25"-Cartridge und der Mini-Cartridge mit 3,5" Zoll. Bei beiden Cartridge-Größen ist die Breite des Magnetbands 0,25", also 6,35 mm, die Länge ist mit 93,57 m ebenfalls identisch. Für QIC gibt es mehrere Aufzeichnungsverfahren und über 40 verschiedene Cartridges, was sich in den zur Auswahl stehenden *Speicherkapazitäten* zwischen 15 MB und 50 GB ausdrückt. Zusätzlich gibt es noch diverse Untergattungen, die sich in Bandlänge und Kassettenform unterscheiden: QIC-MiniCartridge, QIC-Wide, QIC-XL, QIC-Extra und Travan, das die wohl größte Verbreitung unter den QIC-Streamern hat.



*QIC-Laufwerk,  
Foto: EDS Electronic*

Die Datenaufzeichnung der Daten erfolgt bei den QIC-Streamern entweder im Längs- oder im *Schrägspurverfahren*. *Travan-Bandlaufwerke* arbeiten mit dem linearen Aufzeichnungsverfahren, dem *Längsspurverfahren*, bei dem auch die gleichzeitige Aufzeichnung mehrerer Kanäle, das so genannte Multichannel-Linear-Recording, möglich ist. Für die Aufzeichnung im Längsspurverfahren stehen auf den 5,25"-Bändern bis zu 144 Spuren zur Verfügung. Die Aufzeichnung erfolgt in beiden Richtungen, wobei hinter jedem Schreibkopf ein Lesekopf angebracht ist, der die aufgezeichneten Daten unmittelbar nach der Aufzeichnung liest und sie mit den Originaldaten, die im Puffer gespeichert sind, vergleicht. Ist die Aufzeichnung fehlerbehaftet, wird der gesamte Datenblock erneut aufgenommen.

Als QIC-Varianten gibt es:

**QIC-40**, ein Mini-Cartridge-Speichersystem mit 40 MB *Speicherkapazität* unkomprimierter Daten,

**QIC-80**, ein Mini-Cartridge-Speichersystem mit einer Speicherkapazität zwischen 80 MB und 500 MB,

**QIC-3010**, ein Mini-Cartridge-Speichersystem mit einer Speicherkapazität zwischen 340 MB und 1,1 GB,

**QIC-3020**, ein Mini-Cartridge-Speichersystem mit einer Speicherkapazität zwischen 680 MB bis 2,2 GB und

**QIC-3030**, QIC-3040, QIC-3050, sind Laufwerke, die über eine SCSI-Schnittstelle mit dem Computer verbunden sind und höhere Datentransferraten ermöglichen.

**QIC-3095** ein Mini-Cartridge-System für SCSI-2 oder ATAPI. die Speicherkapazität beträgt 5 GB.

Bei der QIC-Wide-Ausführung ist die Breite des Magnetbands 8 mm und die Länge beträgt 122 m, wodurch die Speicherkapazität um etwa 70 % erhöht wird.

<http://www.qic.org>

**SLR-Laufwerk** (SLR, *scalable linear recording*) Scalable Linear Recording (SLR) ist eine Bandspeichertechnik, die in der Aufzeichnung das *Längsspurverfahren* benutzt und *Cartridges* mit 8-mm-Magnetbänder verwendet. Die *Bandlaufwerke* der SLR-Serie eignen sich für den

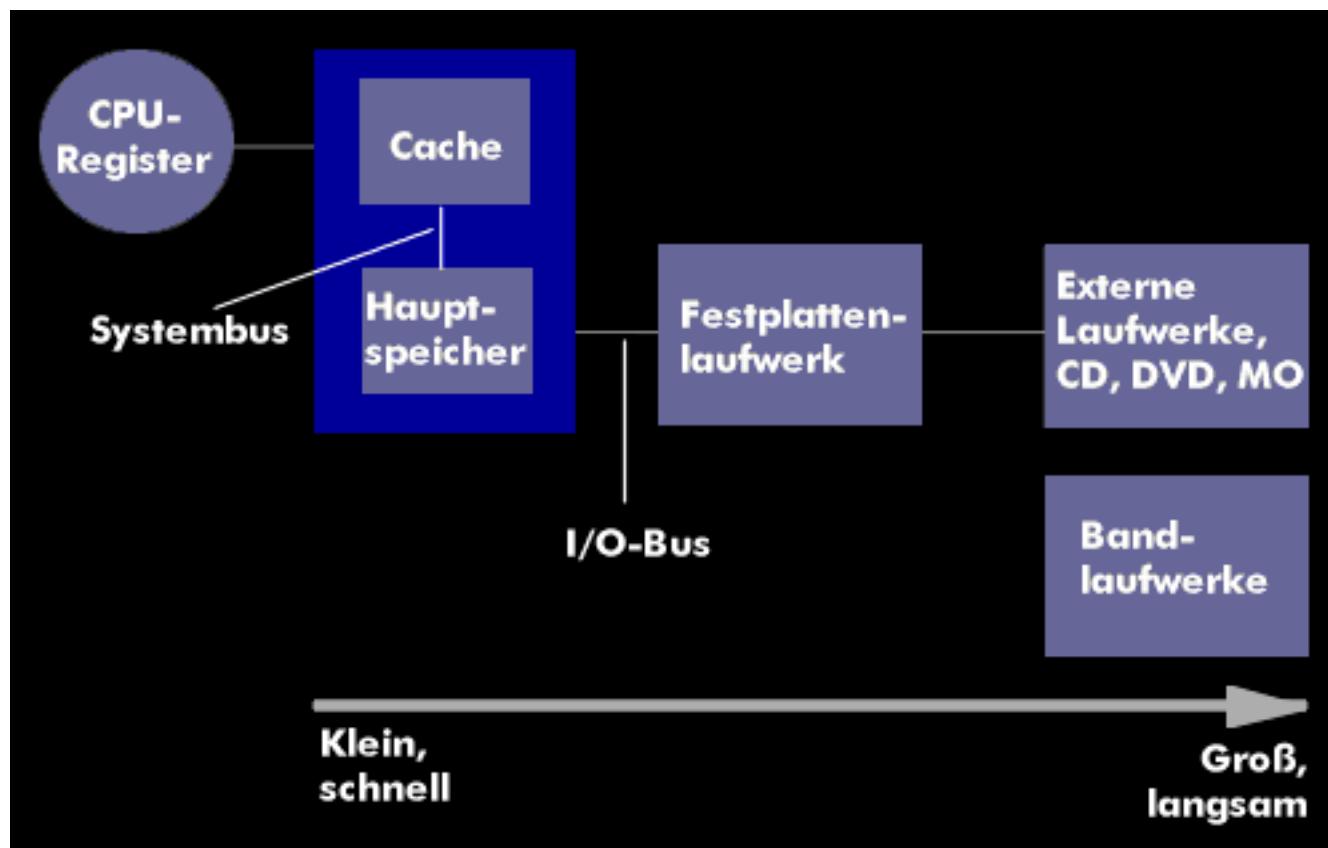
Server-Einsatz im Entry-Level-, Midrange- und High-End-Bereich. Die *Speicherkapazität* liegt zwischen 4 GB und 140 GB, die Datentransferrate bei 600 MB/min und die mittlere Zugriffszeit zwischen 45 s und 65 s, je nach Laufwerktyp. Zur Erhöhung der Speicherkapazität und des Datendurchsatzes sowie zur Verringerung der Zugriffszeiten verfügen SLR-Laufwerke über mehrkanalige, lineare Aufzeichnungssysteme, das so genannte *Multichannel Linear Recording* (MLR). Die SLR-Technologie wurde bereits 1970 entwickelt und maßgeblich von Tandberg Data beeinflusst.

Als *Autoloader* stehen Magazin-Boxen für acht SLR-Cartridges zur Verfügung, woraus sich für den Autoloader SLR140 eine Speicherkapazität von 1,120 Terabyte (TB) für komprimierte Daten ergibt. Der SLR140 zeichnet sich neben seiner Speicherkapazität von 140 GB durch eine Datentransferrate von 12 MB/s für komprimierte Daten aus. Die Verbindung zum Server erfolgt über Ultra-SCSI, als Puffer fungiert ein 8 MB großer Pufferspeicher, der für einen kontinuierlichen Datentransfer sorgt. Die Verwaltung der Cartridges erfolgt mittels Strichcode und Strichcodeleser.

**Speicher**  
(*memory*) Ein Speicher ist nach DIN 44 300 eine Funktionseinheit in einem digitalen Rechen-system, die Daten und Befehle aufnimmt, aufbewahrt oder abgibt. Von der Speichertechnologie her unterscheidet man zwischen flüchtigen und nichtflüchtigen, dynamischen und statischen Speichern.

Bei einem flüchtigen Speicher gehen die Daten bei Ausschalten der Versorgungsspannung verloren. Eine Sicherung des Speicherinhaltes kann durch die Versorgung mit einem Akku erfolgen. Im Gegensatz dazu werden die Daten in einem nichtflüchtigen Speicher auch nach Abschalten der Versorgungsspannung weiter gespeichert, ohne dass dafür spezielle Maßnahmen erforderlich wären.

Dynamische Speicher haben einen wahlfreiem Zugriff; jede Speicherzelle ist unmittelbar ansprechbar, wobei der Speicherinhalt durch ständiges Refreshing erhalten wird. Im Gegensatz dazu arbeiten statische Speicher mit festen Speicherzuständen, die nur durch Zuführung von Signalen oder bei Ausfall der Versorgungsspannung verloren gehen.



Datenspeicher unterscheidet man hinsichtlich ihres Speichermaterials in Halbleiterspeicher, magnetische Speicher und optische Speicher. Die Aufnahmekapazität von Speichern wird in Byte (B) angegeben. Bei der Angabe der *Speicherkapazität* benutzt man die Präfixe Kilobyte (KB), Megabyte (MB), Gigabyte (GB) und Terabyte (TB). Allerdings basieren die Präfixe auf dem Dualsystem und weichen daher von den Präfixen des Dezimalsystems, die im Falle von "M", "G", "T" genauso geschrieben werden, erheblich ab. Von der Hierarchie her können Speicher der Schnelligkeit und dem Zugriff nach in Primärspeicher unterteilt werden, zu denen Register, Caches und Hauptspeicher gehören, in

## Speicherhierarchie

Sekundärspeicher, zu denen die Wechsellplatten- und Festplatten-Laufwerke zu zählen sind, und in Tertiärspeicher, wie Magnetbänder oder *Bandbibliotheken*. Das Ziel der Speicherhierarchie ist die Geschwindigkeitsanpassung des jeweils größeren und langsameren Speichers an den schnelleren und kleineren Speicher.

Von der internen Organisation her unterscheidet man wortorganisierte und blockorganisierte Speicher und vom Einsatzgebiet her zwischen zentralen, lokalen und externen Speichern.

Der zentrale Speicher ist der Arbeitsspeicher oder Hauptspeicher, eine Speichereinheit mit ständig wechselndem Speicherinhalt. Diese Speichereinheit ist RAM-basierend. Lokale Speicher befinden sich in der Zentraleinheit (CPU), als Register mit teilweise speziellen Funktionen, als Befehlszähler, Index- oder Universalregister. Daneben gibt es die Zwischen- und Pufferspeicher, bekannt als Cache.

Daten, die nicht ständig verfügbar sein müssen, werden in peripheren Speichereinheiten oder Massenspeichern, so genannten Hintergrundspeichern abgelegt. Hierzu zählen Disketten-Laufwerke, Plattenspeicher und Bandlaufwerke,

HVD- und DVD-Laufwerke. Diese Speichereinheiten, die sich durch hohe Speicherkapazitäten auszeichnen, können sowohl mit festen Speichermedien als auch mit wechselbaren Speichermedien ausgestattet sein.

## Speicherkapazität (memory capacity)

*Byte-Angaben mit Präfix:  
KB, MB, GB, TB und deren  
Anwendung*

Bezeichnung	Anzahl der Bytes, Anwendung
<b>B</b> Byte	Grundeinheit für ein Zeichen bestehend aus 8 Bit
<b>KB</b> Kilobyte	1.024 Bytes, angewendet bei Speicherbausteinen, Disketten
<b>MB</b> Megabyte	1.048.576 Bytes, angewendet für Speicherbausteine, Disketten, CDs
<b>GB</b> Gigabyte	1.073.741.824 Bytes, angewendet bei DVDs, Festplatten, Bandlaufwerken
<b>TB</b> Terabyte	1.099.511.727.776 Bytes, angewendet bei Bandlaufwerken, Festplatten-Arrays

Unter der Speicherkapazität versteht man die Aufnahmefähigkeit eines Speichers, eines Speichermediums oder eines Datenträgers. Die Speicherkapazität wird in bit, Zeichen, Byte (B), Kilobyte (KB), Megabyte (MB), Gigabyte (GB) oder Terabyte (TB) angegeben, wobei die Basis Kilo (K) 1024 sind, was

sich aus "2exp10" ergibt.

## Tape-Stacking (tape stacking)

Tape-Stacking ist ein Verfahren zur Optimierung des Speicherplatzes auf *Magnetbändern*. Bei normaler Datenspeicherung auf Magnetband werden die Bänder bedingt durch die Label-1-Speicherung nicht hinreichend ausgenutzt. Durch die eindeutige Belegung der Speicheradresse benötigt nämlich jede gespeicherte Datei, unabhängig von ihrer Größe, ein eigenes Magnetband.

Das Tape-Stacking-Verfahren nutzt den Speicherplatz auf den Magnetbändern zu annähernd 100 % und reduziert dadurch die zu verwaltende Anzahl an Magnetbändern. Beim Tape-Stacking, das zum Speichermanagement gehört, werden die Dateien nach einer Vielzahl an Kriterien sortiert, konsolidiert und gespeichert. Unter Umgehung der Label-1-Problematik werden die Dateien nach der Lokation, nach Volumen- oder Dateiattributen sortiert und zu einem logischen Datensatz zusammen gefasst.

Das Tape-Stacking empfiehlt sich bei einem Medienwechsel und kann bei *Bandbibliotheken* wie der *Automated Tape Library* (ATL) zu einer erheblichen Reduzierung an Magnetbändern führen.

### **Travan-Laufwerk** (*Travan drive*)

Travan ist eine *Bandlaufwerk*-Technologie, die auf *Quarter Inch Cartridge* (QIC) aufsetzt. Travan-Bänder sind mit 228 m wesentlich länger als QIC-Bänder. Darüber hinaus werden die 8-mm-Travan-Bänder um das 2,36-fache dichter beschrieben, als die QIC-Bänder.

Travan bietet verschiedene Leistungsklassen:

**TR1-Mini-Cartridges**, mit 400 MB unkomprimierter Daten, einer Datentransferrate von 125 KB/s und kompatibel zu QIC-80.

**TR2-Mini-Cartridges** mit 800 MB *Speicherkapazität*, einer Datentransferrate von 125 KB/s und kompatibel zu QIC-3010.

**TR3-Mini-Cartridges** mit 1,6 GB, einer Datentransferrate von 500 KB/s und kompatibel zu QIC-3025.

**TR4** mit bis zu 4 GB, einer Datentransferrate zwischen 500 KB/s und 600 KB/s und kompatibel zu QIC-3095.

**TR5** mit 10 GB unkomprimierter Daten und TR6 mit 16 GB unkomprimierter Daten. Inzwischen gibt es Versionen mit 40 GB Speicherplatz für komprimierte Daten.

### **UDO** *ultra density optical* (*UDO-Disc*)

Ultra Density Optical (UDO) ist eine Technologie für optische Speicher, die die *magneto-optischen Speicher* (MO) ablösen soll. Die von Hewlett Packard, Sony und Plasmon entwickelte UDO-Technologie bietet auf einer 130-mm-Scheibe *Speicherkapazitäten* von 14 GB, 30 GB, 60 GB und 120 GB und Datentransferraten von 8 MB/s, 12 MB/s und 18 MB/s. Diese Speicherkapazitäten und Transferraten ermöglichen den Einsatz der UDO-Technologie in allen kommerziellen Bereichen, in der Datenarchivierung und der Videotechnik zur Speicherung von HDTV. Wie die *Blu-Ray-Disc* verwendet die UDO-Technologie kurzwelliges blau-violettes Laserlicht mit einer Wellenlänge von 405 nm und mit einer numerischen Apertur (NA) von 0,70 oder 0,85, und wie bei der DVD werden die Daten im Phase-Change-

*Technische Unterschiede zwischen einer DVD, UDO und PDD*

Technische Daten	DVD	UDO-Disk	PDD-Disk
Durchmesser	120 mm	130 mm	120 mm
Speicherkapazität pro Seite	4,4/8,0 GB	14,0 GB	20,5 GB
Laser-Wellenlänge	650 nm	405 nm	405 nm
Numerische Apertur	0,6	0,7	0,85
Spurabstand	0,74 µm	0,37 µm	0,32 µm

Verfahren in einen nur 100 µm dünnen Layer geschrieben. Durch das kurzwellige Licht kann die Dichte von Pits und Lands gegenüber langwelligerem Licht wesentlich gesteigert werden. Die Speicherdichte liegt zwischen 1,15 GB/qcm und 4,65 GB/qcm. Die Sektoren der UDO-Disc sind

8 KB groß, genau so groß sind die Blöcke für die Fehlerkorrektur (ECC)

UDO-Disc gibt es als beschreibbare UDO-R und als lösch- und wiederbeschreibbare UDO-RW.

Das UDO-Laufwerk wurde in höchster Präzision entwickelt und zeichnet sich durch ein MSBF von 750.000 aus, wodurch es auch für Backups in *Jukeboxen* geeignet ist.

Weitere zur UDO-Disc konkurrierende Formate sind die *HD-DVD*, die *PDD-Disc* und die *EVD-Disc*.

**VR2,**  
*variable rate randomizer*

Variable Rate Randomizer (VR2) ist ein von Overland Data patentiertes Codierungs- und Kompressionsverfahren für *Bandlaufwerke* mit *Längsspurverfahren* wie *Scalable Linear Recording (SLR)*, *Digital Linear Tape (DLT)* und *Multichannel Linear Recording (MLR)*. Die VR2-Technologie, die von namhaften Herstellern lizenziert wurde, steigert die *Speicherkapazität* und die Datentransferrate bei linearen Aufzeichnungstechnologien deutlich, ohne Änderungen im Bandspurdesign, den Aufzeichnungsköpfen oder den *Magnetbändern* vornehmen zu müssen. Das Verfahren bewirkt eine verbesserte Ausnutzung des Speichermediums und erreicht gegenüber bisherigen Codierverfahren einen Kapazitätsgewinn von 50%.

**VXA-Laufwerk**  
*(VXA tape drive)*

VXA ist ein *Bandlaufwerk*, das mit *Schrägspurverfahren* arbeitet und 8-mm-*Magnetbändern*. Im Gegensatz zu den anderen Bandlaufwerken verwendet VXA eine

Datenpakettechnik für die Datenaufzeichnung. Jedes Datenpaket besteht aus einem Header mit einer Synchronisationskennung, einer Datenadresse, die die Daten im Datenstrom kennzeichnet, den 64 Bytes Nutzdaten, der zyklischen Blockprüfung (CRC) und der Fehlerkorrektur (ECC).

Bei dem paketorientierten Verfahren können alle vier *Magnetköpfe* die Datenpakete gleichzeitig auslesen, die dann in wieder in der richtigen Reihenfolge zusammengesetzt werden.

VXA-Laufwerke gibt es mit *Speicherkapazitäten* von 33 GB und 80 GB und Datentransferraten von 3 MB/s und 6 MB/s.