Optische Speichermedien

Neben herkömmlichen Speichermedien auf ferromagnetischer Basis haben sich mittlerweile auch die magneto-optischen Aufzeichnungsverfahren am Markt etabliert. Im Zuge der zunehmenden Verbreitung von Multimedia-Anwendungen prognostizieren Marktforscher den optischen Speichermedien hervorragende Aussichten.

Man unterscheidet bei den optischen Speichermedien zwischen den CD-ROMs, den WORMs und den MO-Laufwerken. Während das CD-ROM einen Nur-Lese-Speicher darstellt, kann ein WORM (Write Once Read Multiple) einmal beschrieben werden. Das MO-Laufwerk basiert hingegen auf der magneto-optischen Aufzeichnung, Daten können also beliebig oft gespeichert und gelöscht werden.

# CD-ROM – ein Nur-Lese-Speicher

Das CD-ROM ist das erste optische Medium, das im nicht-professionellen Bereich eine weite Verbreitung erfahren hat. Dies resultiert zum einen aus den stark sinkenden Hardwarepreisen wie auch aus der stetig steigenden Anzahl unterstützender Anwendungen.

Wie die Audio-CD ist das CD-ROM nur auf einer Seite beschichtet. Die Oberfläche dieses Speichermediums besteht aus einer Polycarbonat-Kunststoffschicht, einer reflektierenden Aluminium- und einer Schutzlackschicht. In die Plattenoberfläche wird bei der Herstellung - ähnlich wie bei einer Schallplatte - eine spiralförmige Spur gezogen, in die mit Hilfe eines Lasers in bestimmten Abständen Vertiefungen eingebrannt werden. Im Gegensatz zur Schallplatte verläuft diese Spur von innen nach aussen. Die spiralförmige Spur eignet sich ideal zum Einlesen grosser Mengen sequentieller Daten. Das Verfahren erlaubt den den Herstellern, dieselben Anlagen für die CD-ROM-Produktion zu nutzen, wie sie auch für die Audio-CDs verwendet werden.

Der Vorteil wird jedoch über eine erhöhte Zugriffszeit erkauft. Die konzentrischen Spuren der Festplatte erlauben einen schnelleren Zugriff, da der entsprechende Sektor aufgrund der konstanten Distanz einer Spur zur Plattenmitte schneller lokalisiert werden kann. Dieser Vorgang ist bei einer spiralförmigen Spur wesentlich komplexer. Beim Lesevorgang wird die Spur durch einen scharf gebündelten Laserstrahl abgetastet. Trifft der Laser auf eine Vertiefung, erfolgt eine Absorption, trifft er auf keine Vertiefung, wird der Strahl reflektiert und von einer Fotozelle erkannt. Die Daten sind daher - wie von herkömmlichen Medien bekannt - in binärer Form auf der CD gespeichert. Wird der Strahl reflektiert, entspricht das dem Zustand 0, erfolgt eine Absorption entspricht dies dem Zustand 1. Die Vertiefungen werden als Pits, die Stellen, die unverändert bleiben, als Lands bezeichnet.

Die Zugriffszeiten eines CD-ROM-Laufwerks liegen etwa zwischen 300 und 400 Millisekunden. Eine Verbesserung der Leistung wurde durch das Continuous-Read-Verfahren erreicht. Hierbei werden bereits Daten in den Puffer eingelesen, während die vorher gelesenen Daten noch über den Bus zum Rechner übertragen werden. Bei der CD-ROM-Technologie sind jedoch die Anforderungen an die Datensicherheit gegenüber der bei Audio-CDs wesentlich höher. Mehr als zehn Prozent des verfügbaren Speicherplatzes werden für die Datenverwaltung und die Fehlerüberprüfung belegt.

Ein Vorteil der CD sind ihre niedrige Herstellungskosten. Berücksichtigt man nur die reinen Vervielfältigungskosten, so ist bereits bei geringen Auflagen die Herstellung von einem Programmpaket, das nur wenige Disketten umfasst, teurer als eine CD-ROM-Produktion. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass jedes CD-ROM-Laufwerk grundsätzlich auch Audio-CDs abspielen kann. Das Abspielen der Audio-CD wird dabei über den Computer gesteuert. Es sind auch externe CD-ROM-Laufwerke erhältlich, die den Bedienungskomfort eines Audio-CD-Gerätes bieten und unter Verwendung eines Akkus als mobiler CD-Player genutzt werden können. Die Leistungsdaten dieser Laufwerke liegen allerdings in der Regel unter denen der Laufwerke, die für den reinen CD-ROM-Betrieb konzipiert wurden. Aufgrund des Aufzeichnungsformats und der Rotationsgeschwindigkeit der CD ist die Datentransferrate bei allen CD-ROM-Laufwerken nahezu identisch.

Als ein Einsatzgebiet für die CD-ROM bietet sich zweifelsohne die Softwaredistribution an. Die heutigen Applikationen werden immer umfangreicher, eine grössere Anzal von HD-Installationsdisketten sind bereits keine Seltenheit mehr. Was liegt also näher als die Software auf CD-ROM anzubieten? Damit liessen sich mehrere Probleme auf einen Schlag lösen: Zum einen bietet die CD-ROM gegenüber magnetischen Datenträgern eine wesentlich höhere Datensicherheit, so dass die Originalsoftware immer unverfälscht zur Verfügung steht; zum anderen wird den Herstellern der Kopierschutz damit frei Haus geliefert.

Die CD-ROM-Technologie gilt als Idealmedium für Multimedia-Anwendungen. Farbbilder, Grafiken, Sounds und vor allem bewegte Bildsequenzen, kurzum für alle Anwendungen, die eine immense Speicherkapazität erfordern. Gerade im Bereich Multimedia werden CD-ROM-Laufwerke häufig im Paket mit Soundkarten angeboten. CD-ROM-Laufwerke sind sowohl als interne Laufwerke als auch als externe Laufwerke in einem gesonderten Gehäuse erhältlich. Zudem sind Gehäuse verfügbar, in denen mehrere CD-ROM-Laufwerke untergebracht werden können, so dass auf entsprechend grosse Datenmengen zugegriffen werden kann. CD-Wechsler bieten sich insbesondere zum Einsatz in Netzwerken an.

Mittlerweile werden auch einmal beschreibbare CDs angeboten, die CD-Rs (R = Recordable). Diese sind wesentlich teurer als ihre nur lesbaren Pendants. Die Perspektiven für die CD-Rs sind aufgrund ihrer Kompatibilität zum CD-ROM-Standard rosig. Der CD-ROM kommt zugute, dass sich die Hersteller frühzeitig auf verbindliche Normen bezüglich des Aufzeichnungsverfahrens festgelegt haben. Dieser High-Sierra-Standard legt fest, in welcher Organisation die Daten auf der CD unterzubringen sind. Der in Europa verbreitete Standard (ISO-9660) ist aus dem High-Sierra-Standard entwickelt worden. Anwendungen, die für den High-Sierra-Standard konzipiert wurden, sind im übrigen auch unter ISO-9660 lauffähig. Im Gegensatz dazu sind ISO-9660-Anwendungen nicht unter Verwendung eines High-Sierra-Treibers ablauffähig.

## Technische Daten

Die Grösse einer CD-ROM entspricht mit einem Durchmesser von 12 cm und einer Stärke von 1,2 mm exakt den Abmessungen der Audio-CDs. Trotzdem sollte man nicht der Versuchung erliegen, eine CD-ROM mit einem Audio-CD-Player abzuspielen. Die Lautsprecher der Stereoanlage könnten unter Umständen Schaden nehmen.

Die Standards der CD-ROM (siehe Textbox) legen eine bestimmte Datenstruktur auf der CD fest. Die Daten werden auf der CD, ähnlich wie auf einer Festplatte in Blöcken gespeichert, wobei ein Block 2352 Byte umfasst. Von diesen 2352 Byte werden jedoch nur 2048 zum Speichern der Information benötigt, die restlichen Bytes verwendet das Gerät zur Blockidentifikation und Fehlerkontrolle.

## Standards rund um die CD

CD-DA (Compact Disc Digital Audio) Hinter diesem Kürzel verbirgt sich die   
bekannte Audio-CD. Diese CDs lassen sich ebenfalls mit nahezu allen CD-ROM-Laufwerken abspielen.

CD-I (Compact Disk Interactive) Für diese CDs ist ein spezieller CD-I-Player erforderlich, der an ein Fernsehgerät angeschlossen werden kann. Dieser Standard wurde speziell für multimediale Anwendungen mit Kombinationen aus Audio und Video entwickelt.

CD-ROM (Compact Disc Read Only Memory) nicht beschreibbarer optischer Datenträger, dessen Daten über spezielle CD-ROM-Laufwerke in den Computer eingelesen werden können.

CD-XA (Compact Disc Extended Architecture) Dabei handelt es sich um eine Erweiterung der CD-ROM-Spezifikation. Der XA-Standard lässt es zu, dass neben Daten auch Audioinformationen gespeichert werden, wobei Ton- und Bildinformationen ineinander verschachtelt werden. Aus diesem Grund lassen sich Daten und Töne parallel auslesen.

High Sierra Dieser Standard beschreibt, in welcher Art und Weise die Daten auf einer CD abzulegen sind, und sorgt so für Kompatibilität verschiedener Laufwerke und CDs. Beschlossen wurde dieser Standard 1986 von zahlreichen Soft- und Hardwareherstellern, die sich hierzu in einem Hotel namens »High Sierra« in Kalifornien trafen.

Multisession bezeichnet CDs, die in mehreren Sitzungen (Sessions) bespielt wurden. Dieses Verfahren ist in erster Linie dem Photo-CD-Bereich vorbehalten. Zum Abspielen dieser CDs sind spezielle multisessionfähige Laufwerke erforderlich. Im Gegensatz dazu stehen Singlesession-CDs, die in einem Durchgang beschrieben wurden.

Yellowbook von Philips und Sony beschlossene Spezifikation der CD-ROM zur Block- und Datenstruktur sowie Fehlererkennung. Das Gegenstück hierzu bei Audio-CDs ist das Redbook.

**Aufzeichnungsverfahren**

Für die schnelle Methode des Einlesens sequentieller Daten bei CD-ROMs ist ein spezielles Aufzeichnungsverfahren notwendig: Das CLV-Verfahren (Constant Linear Velocity), bei dem jeder Datenblock immer die gleiche Länge besitzt. Logischerweise befinden sich auf der äussersten Spur deutlich mehr Datenblöcke als auf der inneren. Da jedoch im Interesse einer konstanten Datenübertragung pro Zeiteinheit stets nur die gleiche Anzahl an Datenblöcken den Lesekopf passieren darf, muss die Rotations-geschwindigkeit entsprechend angepasst werden. Durch dieses Verfahren wird der zur Verfügung stehende Platz optimal ausgenutzt, auf die Zugriffsgeschwindigkeit wirkt es sich hingegen negativ aus.

Ein direktes Gegenbeispiel ist die Festplatte, auf der sich die Spuren in konzentrischer Form befinden. Dementsprechend wird hier ein anderes Aufzeichnungsverfahren angewandt, das sogenannte CAV-Verfahren (Constant Angular Velocity). Hier bleibt die Umdrehungsgeschwindigkeit immer konstant, da sich auf jeder Spur die gleiche Anzahl Datenblöcke befindet. Erreicht wird dadurch eine deutlich höhere Zugriffszeit als beim CLV-Verfahren - ein Vorteil, der jedoch über eine Kapazitätsverschwendung erkauft wird. Soll sich auf jeder Spur die gleiche Menge Datenblöcke befinden, muss man sich an der kürzesten, in dem Fall der innersten Spur orientieren.

Unter den CD-ROM-Laufwerken existieren auch kostengünstige Varianten, die über die serielle beziehungsweise parallele Schnittstelle angeschlossen werden können.

# WORM (Write-Once-Read-Many) magneto-optische Laufwerke

Einige wesentliche Punkte unterscheiden Worm-Laufwerke von CD-ROM-Laufwerken:

- verschiedene Plattengrössen (3,5", 5,25", 8", 12", 14")

- mehr Speicherplatz (14" bis 8 Gigabyte, 5,25" ca. 650 MB)

- unterschiedliche verwendete Materialien

- zwei Laser (Schreib- und Lese-Laser)

- ist einmal - unwiderruflich - beschreibbar

Das was bei CD-ROM´s von Anfang an geregelt wurde, hat bei WORM-Disks so nicht stattgefunden: Die Bildung eines Standards, der jede Scheibe im Laufwerk eines jeden Herstellers laufen lässt. Gerade in der Anfangsphase (bei den 12" Disks, die als erste am Markt erschienen) haben viele Hersteller ihr eigenes Süppchen gekocht. Mit dem erscheinen der 5,25" Laufwerke hat man auch begonnen, sich Gedanken über einen Worm Standard zu machen.

Jedes WORM-Laufwerk verfügt über zwei Laser: einen schwachen Lese-Laser und einen wesentlich stärkeren Schreib-Laser. Die gespeicherten Informationen werden eingelesen, indem die Oberfläche der Scheibe vom Laser abgetastet wird. Die zrückgeleiferte Reflektion wird analysiert und in binäre Daten umgewandelt.

Neben einer grossen Bandbreite an verwendeten Materialien für die WORM (Glas, Aluminium oder Kunststoff) kommen auch verschiedene Aufzeichnungsverfahren zum Einsatz:

- Bubble Forming

- Pit forming

- Dye albative

- Phase changing

Das "Bubble forming", also das "Blasenerzeugungsverfahren" benötigt eine thermisch veränderbare Matallschicht, die von einer Polymerschicht umgeben und von Glas ummantelt ist. Trifft nun der Schreiblaser auf eine Stelle, wird hier eine Blase erzeugt, die beim Lesevorgang den Strahl des Lese-Lasers streut und mit geringerer Intensität reflektiert.

Beim "Pit forming"-Verfahren befindet sich über einer reflektierenden eine weitere, nicht reflektierende. Der Sreiblaser brennt dann ein Loch in der Stärke von einem tausendstel Millimeter in die undurchlässige Schicht. Trifft dann der Lese-Laser auf dieses Loch, wird er auf eine Photozelle reflektiert.

Wesentlich bei der magneto-optischen Technologie ist, dass bei einem digitalen Aufzeichnungsverfahren zwei, vom Lese-Laser unterscheidbare, Zustände erzeugt werden können. Ein Laserstrahl erhitzt zuerst die Stellen, auf die geschrieben werden soll. Sobald die sogenannte Curie-Temperatur erreicht ist, wird durch ein schwaches Magnetfeld die magnetische Ausrichtung der jewiligen Stelle verändert. Wichtig ist dabei vor allem eine entsprechende Fokussierung des Schreiblasers, um nicht Informationen, die schon in angrenzenden Randbereichen abgelegt worden sind, zu beschädigen.

Das "Phase changing"-Verfahren ist zum Beispiel ein rein optisches Verfahren, das zumeist bei professionellen WORM-Laufwerken zum Einsatz kommt. Es findet aber auch schon bei wiederbeschreibbaren, optischen Laufwerken seinen Einsatz. Wesentlicher Unterschied zu den übrigen Verfahren ist, dass es völlig ohne Elektro-Magneten auskommt. Ein Schreib- bzw. Lesevorgang hängt von der Intensität des (einen!) Laserstrahls ab. Beim wesentlich stärkeren Schreibvorgang wird der Punkt, auf den der Strahl auftrifft, geschmolzen und führt dazu, dass dieser Punkt künftig bei einer Abtastung beim Lese-Vorgang nur noch eine ganz schwache Reflexion liefert. Ist das der Fall, wird "1" zurückgeleifert, kommt der Strahl ohne Intensitätsverlust retour, steht dies für "0".

Die WORM-Disks haben ihr Einsatzgebeit hauptsächlich in Archivierungssystemen. Sie sind kaum geeignet, eine Publikation in grösseren Stückzahlen zu produzieren, da bei der Herstellung einer WORM diese das Master darstellt. Will man von einer WORM eine Kopie machen, bräuchte man zwei WORM-Rekorder/Player, die dann - der langsamen Zugriffsgeschwindigkeit entsprechend, ziemlich lange für die Erstellung einer Kopie benötigen würden. Gerade diese langsamen Zugriffsgeschwindikeiten sind aber ein Manko, auf das man sich bei den möglichen Speichermengen durchaus einlassen kann. Mit Wurlitzer-ähnlichen Geräten kann man durchaus Systeme im Terrabyte Bereich (1 Terrabyte = 1024 Gigabyte bzw. 1.099.511.627.776 Byte) erziehlen. Nicht zuletzt aufgrund der Grösse der Speichermedien sind WORM-Laufwerke zumeist nur als externe Geräte lieferbar. Im Archivierungsbereich werden heute Magnetband bzw. Mikrofiche bzw. -film vielfach durch WORM-Datensicherungs-Systeme ersetzt. Erwähnenswert ist noch, dass die WORM´s gegenüber Omwelteinflüssen wesentlich unempfindlicher als die CD-ROM´s sind.

# Magneto-optische Speicher - Die Alternative

Da sie nur einmal beschreibbar und nicht löschbar sind, scheiden die WORMs jedoch als echter Massenspeicher aus. Magneto-optische Festplatten sind die bessere Alternative. Bei der magneto-optischen Aufzeichnungstechnologie handelt es sich um eine Kombination aus magnetischen und optischen Techniken. Ein Aufzeichnungsverfahren, das nach dem digitalen Prinzip arbeitet muss zwei verschiedene Zustände an einer Stelle des Mediums erzeugen und diese beiden Zustände beim Lesen unterscheiden können. Dies erreichen unterschiedlich starke Laserstrahlen in Verbindung mit einem Elektromagneten.

Das Beschreiben einer magneto-optischen Disk erfolgt durch einen energiereichen Laserstrahl. Dieser Laserstrahl erhitzt die Stellen, an denen aufgezeichnet werden soll, auf die materialspezifische Curie-Temperatur. Wird sie erreicht, so genügt bereits ein schwaches äusseres Magnetfeld, um die Magnetisierungsrichtung des Datenträgermaterials zu ändern. Bei diesem Vorgang werden die Informationen buchstäblich gelöscht. Auf der anderen Seite der optischen Platte befindet sich ein Elektromagnet, der ein magnetisches Feld erzeugt, welches die neue magnetische Orientierung der Aufzeichnungszone bewirkt. Die Magnetisierungsrichtung liegt dabei senkrecht zur Plattenoberfläche. Bei hohen Leistungen des Lasers besteht jedoch die Gefahr, dass angrenzende Zonen durch Wärmeleitung ebenfalls erhitzt und durch das Magnetfeld entsprechend beeinträchtigt werden. Der Laserstrahl muss daher präzise fokussiert sein. Die Leistungen der verwendeten Laser liegen dabei im Milliwatt-Bereich, die Curie-Temperaturen hingegen bei einigen hundert Grad Celsius.

Wie auch auf herkömmlichen Datenträgern, werden auf der magneto-optischen Disk zwei verschiedene magnetische Zustände dargestellt: positiv und negativ. Unterschieden werden die beiden Zustände durch die Polarisation bei der Reflexion des energieärmeren Lese-Laserstrahls. Der reflektierte Strahl ist, je nach Ausrichtung des Magneten, polarisiert (man spricht vom sogenannten Kerr-Effekt). Der Informationsinhalt in den Zonen, die nicht durch den Laserstrahl erhitzt werden , bleibt vom Magnetfeld unbetroffen und wird daher nicht verändert.

Bei einer magneto-optischen Disk wird also stets zuerst gelöscht, danach beginnt erst der eigentliche Schreibvorgang. Dies erklärt auch, warum ein Schreibvorgang auf eine magneto-optische Disk wesentlich zeitaufwendiger ist als bei herkömmlichen Datenträgern.

Die magneto-optische Technologie erfordert beim Schreib-/Lesekopf eine komplizierte Optik. Dies wirkt sich natürlich auf Grösse und Gewicht des Schreib-/Lesekopfes negativ aus. Ein grosser und schwerer Kopf lässt sich nicht so schnell bewegen und beeinträchtigt daher die Zugriffsgeschwindigkeit.

Diese Faktoren erklären, warum die magneto-optischen Laufwerke wesentlich geringere Leistungsdaten in bezug auf Schreib-/Lesevorgänge aufweisen als herkömmliche Festplatten. Magneto-optische Laufwerke können somit als "Zwitter" zwischen rein optischen Systemen bezeichnet werden.

Die Vorteile von magneto-optischen Disks liegen klar auf der Hand: Im 5 1/4-Zoll-Format können sie zwischen 600MByte und 1GByte an Daten aufnehmen. Die kleineren 3 1/2-Zoll-Disks fassen immerhin 128 MByte Daten. Zudem sind sie im Gegensatz zu Festplatten unempfindlich gegenüber magnetischen Feldern, da sich die magnetische Struktur nur ändern lässt, wenn die notwendige Temperatur an der entsprechenden Stelle anliegt. Sie können daher Datensicherheit auf lange Sicht gewähren. Aber auch andere äussere Einflüsse wie Feuchtigkeit, Hitze oder fahrlässige Handhabung fügen den Disks keinen Schaden zu. Eine Reihe von beschreibbaren Disks sind auf 10 bis 100 Jahre Datensicherheit konzipiert.

Die Einsatzgebiete der magneto-optischen Laufwerke ergeben sich aus ihren Vorteilen. Grosse Datenmengen stellen für diese Laufwerke kein Problem dar. Wer sich schon einmal an einem Farbscanvorgang mit 24-Bit-Farbtiefe versucht hat, wird sich ein entsprechendes Laufwerk sehnlichst gewünscht haben. Mehrere MByte Daten sind da schnell erreicht und auch die grösste Festplatte ist irgendwann zu klein. Aus diesem Grund bieten sich MO-Disks im Bereich der Printmedien als Datenträger geradezu an. Ähnliches gilt für CAD und Grafik. Aber auch als Backup- beziehungsweise Archivierungsmedium bietet sich die MO an. Zudem ist die MO-Disk leicht aus dem Laufwerk zu entnehmen und zu transportieren.

Beim Phasenwechselverfahren (Phase Changa Technology) handelt es sich im eigentlichen Sinne um keine neue Technologie. Neu ist nur das Einsatzgebiet. Bislang wurde dieses Verfahren, das bereits seit Jahrzehnten bekannt ist, hauptsächlich bei professionellen WORM-Laufwerken eingesetzt. Mittlerweile findet es auch bei wiederbeschreibbaren optischen Platten Verwendung. Bei dieser Technologie handelt es sich um ein rein optisches Aufzeichnungsverfahren, das ohne Elektromagneten auskommt. Aufgezeichnet und gelesen werden die Daten durch zwei unterschiedlich starke Laserstrahlen. Zum Schreiben wird die Intensität des Laserstrahls mehr als verzehnfacht.

Zur Verdeutlichung: Die Leistung des Lasers liegt dann ungefähr zwischen 18 bis 20 Milliwatt. Dies genügt, um die entsprechende Schicht bis zum Schmelzpunkt zu erhitzen. Die Stellen, an denen der Schreiblaser auftrifft, ändern ihre Reflexion beim Abtasten durch den Leselaser. Beim Phasenwechselverfahren wird durch Fotozellen zwischen zwei Intensitäten des Lesestrahls differenziert - im Gegensatz zur magneto-optischen Technologie, wo die Polarisation des Lichtes entscheidend ist. Hat die Intensität nach der Reflexion stark abgenommen, so steht dies für den Zustand 1, wird der Laserstrahl ohne Intensitätsverlust reflektiert, beschreibt dies den Zustand 0. Der starke Schreiblaser ändert beim Schreiben durch Erhitzen und rasches Abkühlen die Atomstruktur und damit die Reflexionsfähigkeit des Materials. Dabei macht man sich die Tatsache zunutze, dass einige Materialien mit einem Laserstrahl zwischen einem amorphen und einem kristallinen Zustand hin- und hergeschaltet werden können. Im amorphen Zustand weisen diese Materialien einen deutlich geringeren Reflexionsgrad auf als im kristallinen. Der amorphe Zustand, beziehungsweise der binäre Zustand 1, wird durch die Erhitzung auf den Schmelzpunkt erreicht.

Um die Teilchen wieder in den kristallinen Zustand zu versetzen, genügt es, einen schwächeren Laserstrahl zu verwenden. Die Teilchen werden dann zwar auch erwärmt, aber nicht bis zum Schmelzpunkt gebracht. Aufgrund der durch die zugeführte Wärme gewonnenen Bewegungsfreiheit richten sie sich wieder in kristallinen Strukturen aus. Dies bedeutet, dass an dieser Stelle wieder der Zustand 0 erreicht wird. Die Unterschiede in der Intensität der Reflexion sind dabei wesentlich grösser als die Polarisationsunterschiede beim magneto-optischen Verfahren.

Gegenüber dem magneto-optischen Verfahren kann das Phasenwechselverfahren mit einer deutlich schnelleren Geschwindigkeit aufwarten. Dies begründet sich darin, dass vor dem Beschreiben der Platte die darauf vorhandene Information nicht erst gelöscht werden muss. Der optische Datenträger kann bei nur einer Umdrehung beschrieben werden, während bei dem magneto-optischen Verfahren stets derer drei notwendig sind. Dieses optische Laufwerk ist aufgrund der Technologie kostengünstiger herzustellen als ein magneto-optisches Laufwerk. Der Schreib-/Lesekopf ist weniger komplex und weist daher auch ein wesentlich geringeres Gewicht auf. Allein durch Veränderung der Intensität kann mit einem Laser geschrieben und gelesen werden. Ein leichterer Schreib-/Lesekopf verkürzt die Zugriffszeit erheblich, da er wesentlich schneller an die entsprechende Stelle der Platte gefahren werden kann. In bezug auf die Zugriffszeit sind die technischen Möglichkeiten mit Sicherheit noch nicht ausgeschöpft, auch wenn von Laufwerken, die mit dem Phasenwechselverfahren arbeiten, schon Zugriffszeiten erreicht werden, die im Bereich älterer RLL-Festplatten liegen. Denkbar wäre beispielsweise auch eine Erhöhung der Umdrehungszahl. Fortschritte werden in der Verbesserung der Aufzeichnungsdichte erzielt. Erst wenn die Zugriffszeiten mit denen magnetischer Speicher vergleichbar sind, werden beide Verfahren in direkter Konkurrenz zueinander stehen. Hinsichtlich der Kapazität lassen sich bei optischen Speichermedien zwei Aufzeichnungsverfahren unterscheiden. Zum einen findet das CAV-Verfahren (CAV = Constant Angular Velocity) Verwendung. Hierbei bleibt die Drehzahl der Platte konstant. Daher ist die Dichte der Daten in den inneren Bereichen der Platte grösser als in den äusseren. Im Gegensatz dazu steht das CLV-Verfahren (CLV = Constant Linear Velocity). Bei diesem Verfahren wird die Fläche der Platte effektiver genutzt. Die Dichte der Informationen ist stets gleich, sowohl auf den äusseren Spuren als auch auf den inneren. Die insgesamt grössere Gesamtkapazität wird jedoch durch eine längere Zugriffszeit erkauft, da die Drehzahl der Platte während des Durchlaufs geändert werden muss und eine komplexere Datenorganisation erforderlich ist.

Der Trend geht eindeutig zu wiederbeschreibbaren Opto-Laufwerken. Die Zukunft gehört Kombi-Laufwerken, die sowohl WORMs als auch CDs und Phase-Change-Disks lesen können, welche zudem in der Lage sind, unterschiedliche Datenträger zu beschreiben. Starke Zuwachsraten verzeichnen auch die "Jukeboxen", die mechanisch mehrere Disks verwalten können. Im Vordergrund stehen bei den Jukeboxen nach wie vor die CD-ROMs.

Auch bei den Materialien und den Herstellungsverfahren wird die Forschung vorangehen, so dass sinkende Preise und höhere Leistungen zu erwarten sind.   
Die optischen Speichermedien sind jedoch beileibe nicht die einzigen, auf denen die Entwicklung weitergeht. Festplatten werden immer schneller und bieten mehr Speicherkapazität bei sinkender Gerätegrösse. Ebenso macht im Bereich der Archivierung die Entwicklung der Bandlaufwerke Fortschritte. Selbst die altbewährte Diskette ist vom Fortschritt nicht ausgeschlossen und wird mit einem Vielfachen der heutigen Speicherkapazität aufwarten können. Die ultimative Technologie wird es daher nicht geben. Der Anwender wird stets nach Einsatzgebiet, zur Verfügung stehenden Mitteln und Speicheranforderungen abwägen müssen, für welche Technologie er sich entscheidet. Dabei wird es eher ein Miteinander als ein Gegeneinander der einzelnen Technologien geben.