

Die DVD im Überblick

1.1 Die Entwicklung der DVD

DVD steht als Abkürzung für Digital Versatile Disc – und genauso flexibel, wie es der Name vermuten lässt, präsentiert sich das Medium auch. Die Einsatzgebiete reichen von der Film- und Musikindustrie bis hin zum Computersektor.

Nach langem Tauziehen um die verschiedenen Konzepte zur DVD einigten sich die Technologieträger im Jahre 1995 auf einen Standard. Das Medium sollte trotz der anfänglich unterschiedlichen Konzepte die direkte Nachfolge der Compact Disc (CD) antreten. Die beiden Medienformen sind so auch untereinander kompatibel geworden. Alle handelsüblichen DVD-Player können neben DVDs auch CDs abspielen. Aber die DVD sollte viel mehr werden als nur ein einfacher Ersatz: Neben genügend Speicherkapazität für Videomaterial bringt der Standard auch Verbesserungen für den Audio- und Computerbereich mit einem zusätzlichen Plus an interaktiven Partizipationsmöglichkeiten für den Nutzer.

1.2 DVD und CD im Vergleich

Sicherlich die größte Errungenschaft der DVD im direkten Vergleich zur CD ist die erheblich gesteigerte Speicherkapazität, die es erst ermöglicht, qualitativ hochwertige Video- und Audiodaten zu transportieren. Gegenüber einer CD bietet die DVD eine Speicherkapazität, die um den Faktor sieben höher ist. Die Daten einer DVD liegen ebenso wie bei der CD in spiralförmig angeordneten Spuren. Allerdings befinden sich diese bei der DVD näher aneinander. Beide benutzen zum Speichern von Daten kleine Vertiefungen in der reflektierenden Oberfläche (Aluminiumschicht) der Trägerscheibe, die so genannten Pits. Die einzelnen Pits fallen auf der DVD ebenfalls kompakter aus.

DVD-Forum

Der DVD-Standard wird vom DVD-Forum verwaltet und weiterentwickelt. Dessen Steuerungskomitee ist mit Firmen wie Hitachi, IBM, Intel, JVC, Philips, Pioneer, Samsung, Sharp, Sony, Thomson, Time Warner und Toshiba besetzt. Ihm obliegt die Verabschiedung neuer Standards und Lizenzmodelle. Zudem tragen noch 64 ständige Mitglieder zur Weiterentwicklung des Standards bei. Die Entwicklung organisiert das Forum in einzelnen technischen Arbeitsgruppen, die sich mit Bereichen wie den unterschiedlichen DVD-Typen, Software-Lösungen und Kopierschutzverfahren beschäftigen. Die weiteren Mitglieder, zurzeit ca. 235, erwerben mit der Entrichtung ihres Beitrags eine Lizenz des DVD-Standards, können diesen Standard einsetzen und haben zudem Zugriff auf technische Dokumente der Arbeitsgruppen.

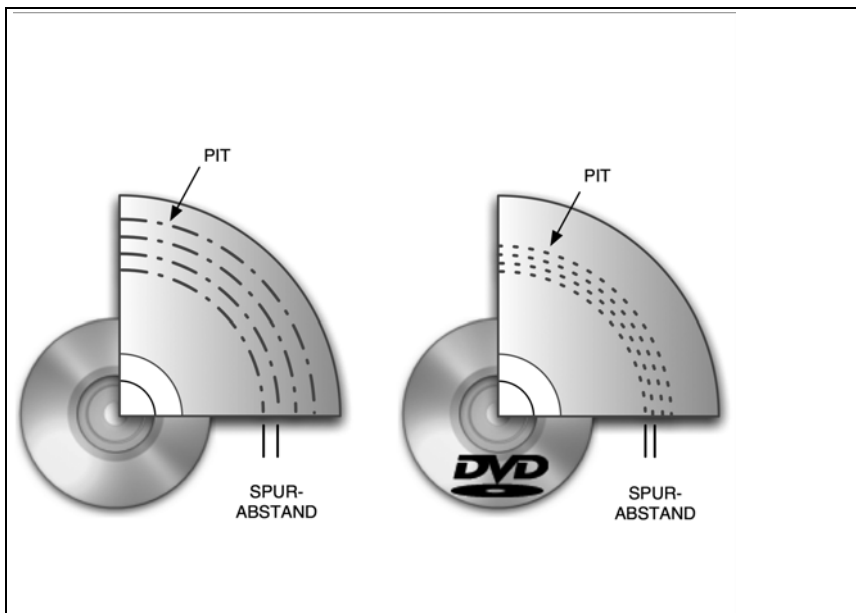


Abbildung 0.1: Die Daten auf einer DVD sind im Vergleich zur CD dichter aneinander gedrängt.

Die Technik zum Auslesen der Daten läuft analog zur CD: Trifft der Abtaststrahl eines DVD-Laufwerks auf den Bereich zwischen den Pits, wird er reflektiert und auf den Signalempfänger gelenkt. Der Empfänger interpretiert das Signal als Nullen oder Einsen. Ein DVD-Laufwerk nutzt zum Abtasten der kompakteren Struktur der DVD aber eine andere Lasertechnologie mit kürzerer Wellenlänge. Auch in puncto Dateiformat unterscheiden sich die beiden Medien. Das Dateiformat einer DVD ist eine Modifikation des **UDF-Dateisystems (Universal Disc Format)**. Die Anpassung von UDF bringt eine Kompatibilität mit dem gängigen Standard ISO-9660, was der DVD eine Plattformunabhängigkeit sichert, ohne dass der Benutzer auf das lesbare Format des Zielrechners Rücksicht nehmen muss.

1.3 Unterschiedliche DVD-Typen

Aber DVD ist nicht gleich DVD. Seit der Definition des Standards haben sich unterschiedliche DVD-Typen entwickelt. Neben einer **einseitigen** Variante existieren noch **doppelseitige** und **mehrschichtige** DVD-Medien, wobei nur die einseitige Version für das DVD-Authoring im Heimbereich Bedeutung hat. Jeder DVD-Typ bietet eine unterschiedliche Speicherkapazität.

Speicherkapazitäten verschiedener DVD-Typen

Bezeichnung	Durchmesser in cm	Seiten	Schichten	Datenkapazität in GByte	Videokapazität in Std.
DVD-5	12	1	1	4,38	2,2
DVD-9	12	1	2	7,95	4,0
DVD-10	12	2	1	8,75	4,4
DVD-18	12	2	2	15,09	8,0

Doppelseitige und mehrschichtige DVDs

Bei einer zweiseitigen DVD werden faktisch zwei Hälften gegeneinander geklebt. Sie muss für den Datenzugriff gewendet werden. Die mehrschichtige Version nutzt zwei Aufzeichnungsschichten auf der DVD-Oberfläche, so genannte Layer oder Ebenen, die vom Abtaststrahl von einer Seite gelesen werden können. Die oberste Halbschicht ist dabei halb durchlässig (Layer 0) und ermöglicht sowohl das Abtasten dieser Schicht als auch der tiefer liegenden, voll reflektierenden Ebene (Layer 1). Die in einem DVD-Laufwerk verwendete Laseroptik ermöglicht eine Fokussierung auf beide Schichten. Von den Schicht- und Seitenvarianten gibt es noch verschiedene Kombinationen. Die mehrschichtigen DVDs haben es mit etwas Anlauf endlich in die heimischen PCs geschafft.

Kapazitätsdivergenzen

Die DVD besitzt noch eine kleine Besonderheit. Sie hat nämlich eine andere Berechnungsbasis, die auf dem Dezimalsystem und nicht auf dem in der Computerwelt üblichen Binärsystem beruht. Ein Gigabyte Daten auf einer DVD unterscheidet sich also von einem Gigabyte auf dem Computer. Auf einem Rechner entspricht dies eigentlich 1.073.741.824 Bytes oder 2^{30} Bytes, auf der DVD mit der Anlehnung an das Dezimalsystem exakt einer Milliarde Bytes. Aus dieser Diskrepanz lässt sich ein Unterschied zwischen der bei einer DVD angegebenen und der effektiv von einem Rechner nutzbaren Kapazität ableiten. Es herrscht faktisch eine Verschiebung um etwas mehr als sieben Prozent. So kann zum Beispiel ein Medium des Typs DVD-5 mit einer ausgewiesenen Kapazität von 4,7 Gigabyte nur effektiv ca. 4,38 Gigabyte an Daten aufnehmen.

1.4 Beschreibbare DVD-Formate

Um die Verwirrung komplett zu machen, existieren neben den DVD-Typen noch unterschiedliche Formate für beschreibbare DVDs. Diese haben sich analog zur CD für den semiprofessionellen und Heimbereich, für die Speicherung von Daten, die Produktion von Unikaten und Kleinserien etabliert. Auch bei der DVD gibt es Medien, die sich einmalig oder wiederholend beschreiben lassen. Zudem herrscht auf dem Markt bis heute noch ein Streit über einen einheitlichen Schreibstandard für DVDs.

Der Konsument hat zurzeit die Wahl zwischen zwei Kerntechnologien und deren Varianten:

- DVD-R bzw. RW
- DVD+R bzw. RW oder DVD+R Double Layer

Im Wettkampf um die Marktführung sind allerdings nur noch DVD-R (Minus) und DVD+R (Plus). Die DVD-RAM-Technologie hingegen scheint wegen der weitgehenden Inkompatibilität mit den handelsüblichen DVD-Playern aus dem Rennen zu sein. Eine Tendenz ist zurzeit noch nicht abzusehen, obwohl die Hersteller von DVD-Brennern immer mehr zu Kombinationsgeräten tendieren. Die aktuellen Geräte von Apple besitzen auch Kombi-Brenner, damit kommt man in Cupertino von der alleinigen Verwendung des DVD-Minus-Formats ab.

- **DVD-R (DVD-Minus-R)**

Eine DVD-R können Sie nur einmal beschreiben. Sie hat eine Speicherkapazität von 4,7 Gigabyte. Das Format existiert in einer Variante für den semiprofessionellen Bereich **Typ G (General Use)** und für den professionellen Einsatz **Typ A (for Authoring)**. Die Authoring-Variante benötigt einen speziellen Brenner und ist für die Erstellung einer Master-DVD für die Übergabe in ein Presswerk geeignet. Sie bietet auch die Anlagemöglichkeit für Regionalcodes und Kopierschutzverfahren. DVD-Rs bieten im Moment die größte mögliche Kompatibilität mit DVD-Geräten. **DVD-R DL** (Dual-Layer) ist die beschreibbare Version der DVD 9 auf der Basis der Minus-Technologie. Dieses Format hat eine Nettokapazität von 7,95 Gigabyte.

- **DVD-RW (DVD-Minus-RW)**

Der wiederbeschreibbare Ableger der DVD-R ist die DVD-RW. Sie hat ebenfalls ein Fassungsvermögen von 4,7 Gigabyte und lässt sich theoretisch bis zu 1000 Mal löschen und wiederbeschreiben.

Kaum von Bedeutung: die DVD-RAM

Von der DVD-RAM gibt es mehrere Versionen: eine einseitige mit 4,7 Gigabyte und doppelseitige Varianten mit zweimal 2,6 Gigabyte (5,2 Gigabyte) und zweimal 4,7 Gigabyte (9,4 Gigabyte). Das Medium lässt sich 100.000fach wiederbeschreiben. Je nach Aufbau der Disk kann bei einer DVD-RAM die Datenträgerscheibe in einer Cartridge eingefasst sein.

DVD-RWs sind deshalb in der Anschaffung im Vergleich zur nur einmal beschreibbaren Version teurer. Nahezu alle gängigen DVD-RW-Brenner können auch DVD-R-Medien verarbeiten.

- **DVD+R (DVD-Plus-R)**

DVD+R ist mit DVD-R nicht kompatibel, kann aber auch nur einmal beschrieben werden und hat ein Fassungsvermögen von 4,7 Gigabyte. In puncto Kompatibilität haben hier die Entwickler von Laufwerken der vergangenen Zeit erheblich nachgebessert, so dass diese auf absehbare Zeit an die der DVD-R heranreichen wird. Im Vergleich zum Konkurrenzformat werden bei dem DVD+-Verfahren die Strukturen der Sektoren beim Brennvorgang besser gehandhabt und unterschiedliche Schreibverfahren unterstützt, was zu schnelleren Datenzugriffen führt.

Die beschreibbare und zweischichtige Variante ist die **DVD+R DL**. DL steht dabei für Dual- oder Double-Layer. Das Medium hat eine Kapazität von 8,5 Gigabyte (netto 8,2 Gigabyte), was ungefähr vier Stunden Video in DVD-Qualität oder 16 Stunden im VHS-Format entspricht.

- **DVD+RW (DVD-Plus-RW)**

Analog zur DVD-RW ist die DVD+RW die wiederbeschreibbare Variante von DVD+R. Ebenso werden hier 1000 Lösch- und Schreibvorgänge unterstützt.

Auch in Zukunft kann man auf eine Entwirrung des Formatchaos nur hoffen. Seit Anfang 2002 hat sich ein Firmenkonsortium um Pioneer, Sharp, LG Electronics, Hitachi, Philips, Thomson, Sony und Samsung auf einen gemeinsamen Nachfolger für die DVD mit dem Namen **Blu-Ray Disc** geeinigt. Seit März 2005 gehört auch Apple der Blu-Ray Association (BDA) an, so dass man in zukünftigen Macs diese Technologie erwarten darf. Der Weg zur nächsten Generation der DVD mit Videomaterial in High-Definition-Auflösung ist damit frei. Mitte 2002 haben Toshiba und NEC dann ihr eigenes Nachfolgekonzzept mit der **AOD (Advanced Optical Disc)** veröffentlicht. Als Standard nutzen diese als Abtaststrahl einen blauen Laser, verwenden aber ein anderes Medien- und Datenformat. Die Blu-Ray Disc wird in ihrer ersten Form mit einer Speicherkapazität von 27 Gigabyte einseitig und später mit 50 Gigabyte bei einer zweiseitigen DVD zu haben sein. Das Fassungsvermögen der AOD soll zukünftig bei 40 Gigabyte pro Seite liegen. Die ersten Geräte für beide Formate werden in diesem Jahr auf den Endkundenmarkt drängen.

1.5 Die Video-DVD

Eine Video-DVD besitzt eine strikt festgelegte Dateistruktur, um so eine größtmögliche Kompatibilität mit allen DVD-Playern zu erreichen.

Der Aufbau trennt strikt das codierte Medienmaterial (Video, Bilder und Audio) von den für die Kontrolle und Steuerung notwendigen Informationsdateien. Der DVD-Player versteht diese Strukturen, liest die Informationen aus und stellt diese in Form von Menüs und Bildern auf dem Fernsehbildschirm dar. Die Bezeichnung des DVD-Volumes kann frei gewählt werden, lediglich die Schreibweise ist festgelegt: Sie muss in Großbuchstaben erfolgen. Leerzeichen werden durch Unterstriche ersetzt, und es dürfen keine Sonderzeichen enthalten sein.

Die meisten Video-DVDs enthalten üblicherweise zwei Verzeichnisse:

- **VIDEO_TS (Video Titel Sets)** und
- **AUDIO_TS (Audio Titel Sets).**

Im VIDEO_TS-Ordner befinden sich alle notwendigen Dateien, die ein DVD-Player für die Wiedergabe benötigt. Er enthält

- einen kompletten Index des abgelegten Materials (VIDEO_TS.IFO),
- einen Menübereich (VIDEO_TS.VOB) und
- ein Backup der IFO-Datei (VIDEO_TS.BUP). Dieser Index wird auch Videomanager genannt.
- Des Weiteren finden Sie unterschiedliche Informationsdateien (VTS_01_0.IFO etc.) mit einem Verweis zum Speicherort der einzelnen Sequenzen (VTS_01_0.VOB) und
- jeweils eine Sicherung mit der Endung .BUP. Die Backup-Datei soll sicherstellen, dass eine Beschädigung der IFO-Datei nicht gleich die komplette DVD unbrauchbar macht.

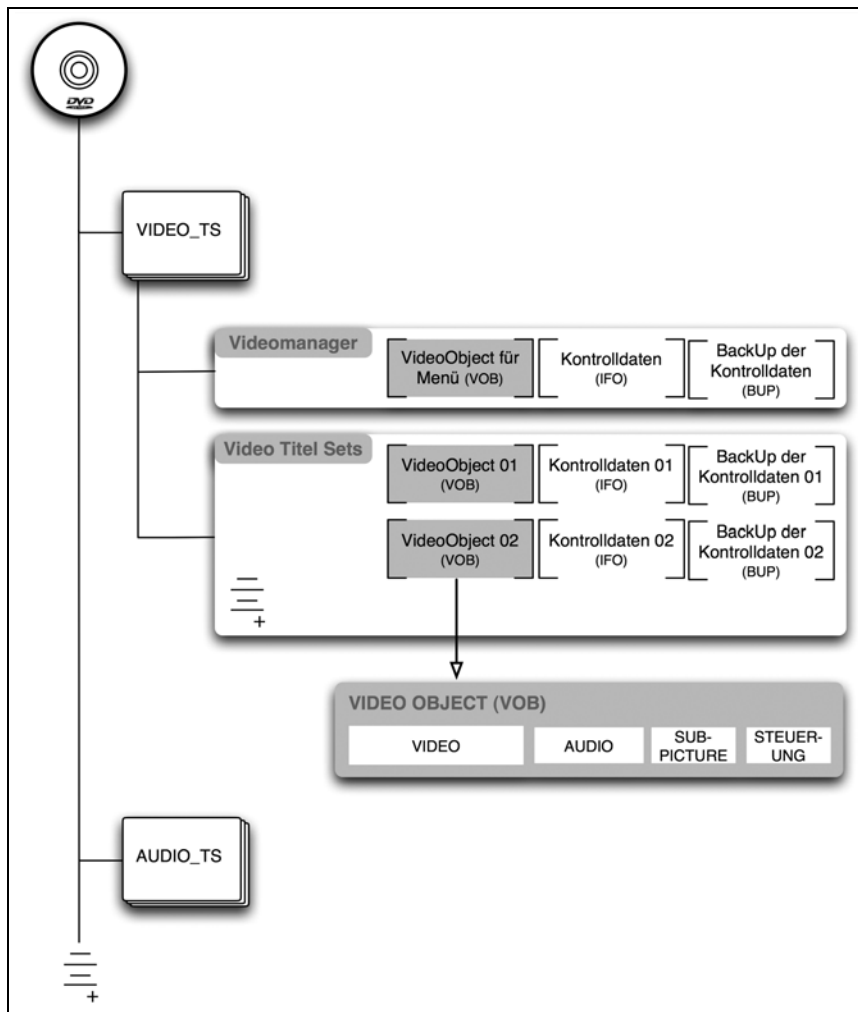


Abbildung 0.2: Die Struktur einer Video-DVD

Das codierte Film-, Bild- und Audiomaterial ist in kleine Einheiten aufgeteilt. Eine solche Einheit wird als Video Object (.VOB) bezeichnet und kann neben acht parallelen Videodatenströmen im MPEG-Format (MPEG-1 oder MPEG-2) bis zu acht unterschiedliche Audiodatenströme, 32 Untertitelströme und die Steuerungsdaten enthalten. Die Formate werden bei der Erstellung der DVD miteinander zu einem Datenstrom verwoben. Ein Video Object enthält also auch die Audioinformationen. Diese liegen bei einer Video-DVD nicht im AUDIO_TS, wie man dies vielleicht vermuten könnte. Dieses Verfahren nennt man **Multiplexing**.

Ein Video Object vereint also verschiedene Formate miteinander. Auch die Verwendung von bis zu neun unterschiedlichen Kameraperspektiven (Multi-Angled) und unsichtbaren Verzweigungen, zum Beispiel für ein alternatives Filmende, ist möglich. Zudem lässt sich der Zugriff von bestimmten Kapiteln mit der Kopplung an eine Altersfreigabe steuern. Mehr zum Thema MPEG-2 finden Sie im Zusatzangebot unter www.galileodesign.de/1283 unter BUCHUPDATES.

Das Audiomaterial kann dabei im unkomprimierten Format PCM (Pulse Code Modulation) und in seinen jeweiligen Plattformvarianten WAVE und AIFF-Audio vorliegen. Zudem kann Audio in den Formaten Dolby AC-3 und DTS Codiert sein. Auch die Verwendung von MPEG-1 Layer 2 Audio und SDDS (Sony Dynamic Digital Sound) ist möglich, wird aber nur von einigen DVD-Playern unterstützt. Die Tonformate können in Sample-Raten und -Tiefen gespeichert werden. Da bei der Verwendung der Codierungsformate AC-3 und DTS Lizenzgebühren anfallen, nutzt iDVD das kostenlose, unkomprimierte Audioformat PCM.

Audioformate auf einer DVD

	PCM	AC-3	MPEG-2 Audio
Sample-Rate	48/96 kHz	48 kHz	48 kHz
Datenrate	6,144 Mbps	448 kbps	912 kbps
Kanäle	4/8	6	8

Der Ordner AUDIO_TS ist bei einer reinen Video-DVD nicht gefüllt und wird nur für eine Audio-DVD benutzt. Darin sind also nicht die Audiospuren Ihres Videomaterials untergebracht. Diese werden mit dem Videomaterial in ein Video Object (VOB) in einem Datenstrom gespeichert. Bei einer Video-DVD ist der AUDIO_TS-Ordner nicht zwingend notwendig, wird aber aus Kompatibilitätsgründen mitgeführt.

Eine handelsübliche Video-DVD ist in der Regel mit einem **Kopierschutzverfahren** vor unrechtmäßiger Vervielfältigung geschützt. Zum Einsatz kommt dabei zu großen Teilen die CSS-Technologie (Content Scrambling System). Bei diesem Verfahren werden die Sektoren einer DVD mit einem Schlüssel (Titel Key) codiert. Dieser wird im Header des Sektors, der mit einem separaten Schlüssel (Disc Key) gesichert ist, gespeichert. Der Code für den Disc Key ist auf der DVD hinterlegt und steht dem Laufwerk nach einer Authentifizierung zur Verfügung. Ein

normaler DVD-Brenner kann den Disc Key nicht erzeugen, womit Eins-zu-eins-Kopien nicht möglich sind.

Zum Kopierschutz besitzt eine Video-DVD außerdem noch einen fest zugewiesenen **Länder- oder Regionalcode**. Dieser Code reguliert die Verwendbarkeit der DVD auf Länderebene. Auf die Einführung eines Regionalcodes haben sich Filmindustrie und DVD-Forum geeinigt, um die jeweilige regionale Verwertung von Filmen steuern zu können. Filme haben rund um den Globus unterschiedliche Starttermine. Während in einem Land schon die Verwertung auf DVD beginnt, ist der Kinostarttermin in anderen Ländern noch in Planung. Die Aufteilung des Globus in Ländercode-Regionen soll den wilden Ex- und Import der Filme regeln. Insgesamt existieren acht verschiedene Ländercodes. Die Wiedergabe einer Video-DVD ist an den im Laufwerk hinterlegten Ländercode gebunden. Eine DVD mit der Kennzeichnung 1 als Ländercode lässt sich auf einem DVD-Player mit Ländercode 2 nicht wiedergeben. Es gibt allerdings auch Video-DVDs, die keinen Ländercode oder genauer den Ländercode 0 besitzen und auf allen Laufwerken wiedergegeben werden können.

Übersicht über DVD-Ländercodes

Ländercode	Landesgebiete
0	Ländercode frei
1	USA, Kanada und Puerto Rico
2	Europa, Mittlerer Osten, Ägypten, Südafrika und Japan
3	Südostasien, Hongkong und Südkorea
4	Mittelamerika, Südamerika, Australien, Neuseeland und Pazifik
5	Afrika, Nordkorea, Indien, Pakistan, ehem. UdSSR und Mongolei
6	China
7	wird nicht verwendet
8	Inflight Entertainment Systems (Flugzeuge, Schiffe usw.)

Bei der Erstellung einer DVD mit iDVD müssen Sie sich um den Ländercode keine Gedanken machen, da selbst gebrannte DVD-Rs (G)

keinen Ländercode besitzen. Dieser wird ebenso wie der CSS-Kopierschutz bei der professionellen Produktion erst im Kopierwerk gesetzt. Professionelle Authoring-Programme, wie DVD Studio Pro von Apple, speichern die entsprechende Information für Regionalcode und Kopierschutz bei der Erstellung eines Masters. Ein entsprechender Master lässt sich nur mit einem DVD-R-Brenner, der den Authoring-Standard unterstützt (z.B. Pioneer DVR-S201), oder mit einem Image auf einem DAT-Laufwerk erstellen.

1.6 Die richtigen DVD-Rohlinge kaufen

Die ersten SuperDrive-Laufwerke im Mac konnten ausschließlich nur mit DVD-R des Typs General Use 2.0 (DVD-R G) umgehen. Der Generalstandard unterscheidet sich von Medien mit der Auszeichnung DVD-R A (für Authoring) dadurch, dass für das Beschreiben Laser mit unterschiedlichen Wellenlängen verwendet werden. Aus diesem Grund können Sie DVD-R (G)-Medien von einem Brenner für den Authoring-Standard nicht beschreiben und umgekehrt. Nur von einer DVD-R (A) können Sie den Master in einen professionellen Reproduktionszyklus überführen. DVD-Brenner nach dem Authoring-Standard sind aufgrund zusätzlicher Urheberrechtsabgaben gegenüber DVD-R (G)-Geräten erheblich teurer. Beide DVD-R-Arten lassen sich aber gleichermaßen auf handelsüblichen DVD-Playern oder DVD-ROM-Laufwerken wiedergeben.

Je nach Art des Superdrives versteht dies sich ausschließlich auf den DVD-R-Standard oder beide Formate. Die aktuellen Modelle besitzen Kombi-Laufwerke, die sowohl den DVD+R-Standard als auch den DVD-Minus-Standard unterstützen. Einige Brenner verstehen sich zusätzlich noch auf den Umgang mit DVD+R-Double-Layer-Medien. Den Kauf von DVD-Rohlingen müssen Sie auf die Art Ihres Spurdrives abstimmen – also nur **DVD-R (G)** oder **DVD-R/DVD-RW**, **DVD+R/RW**, und bei neueren Geräten sind auch **DVD+R DL (Double Layer)** möglich. Apple empfiehlt bei der Erstellung von Projekten, welche die Kapazität einer einschichtigen DVD (4,3 Gigabyte) nicht überschreiten, die Verwendung von DVD-R-Rohlingen.

Folgende Modelle hat Apple mit Kombi-Brennern ausgestattet:

- iMac (17 und 20 Zoll) mit Dual-Layer SuperDrive
- Mac mini mit SuperDrive
- PowerMac G5 mit Dual-Layer SuperDrive
- iBook G4 14 Zoll mit Super Drive

- PowerBook G4 (12) mit SuperDrive
- PowerBook G4 (15 und 17 Zoll) mit Dual-Layer SuperDrive
- Mac Book Pro mit SuperDrive

Neben dem richtigen Standard spielt auch die passende **Schreibgeschwindigkeit** beim DVD-Kauf eine wichtige Rolle. Zurzeit werden Medien angeboten, die sich mit einfacher, zweifacher, vierfacher, achtfacher und sechzehnfacher Geschwindigkeit beschreiben lassen. Es empfiehlt sich, nur die passenden Medien zu Ihrem Laufwerk zu nutzen. Die aktuellen von Apple verbauten Geräte können mit achtfacher Geschwindigkeit brennen. Für ältere Modelle des SuperDrive-Laufwerks mit zweifacher Geschwindigkeit bietet der Mac-Hersteller eine Aktualisierung, um auch Vierfach-Medien beschreiben und lesen zu können. Beim Schreibvorgang kann das Laufwerk allerdings wegen der unterschiedlichen Beschaffenheit der Oberflächen der Vierfach-Medien nur mit einfacher Geschwindigkeit arbeiten.

Um also mit Ihrem Laufwerk die bestmögliche Leistung zu erzielen, sollten Sie auch die passenden DVD-R-Medien verwenden, für Geräte mit einem vierfachen SuperDrive also nur vierfache Medien und für die aktuellen Varianten Achtfach-Rohlinge.

Apple bietet über den Fachhandel oder den Apple Store selbst DVD-R (G) mit einer Bruttokapazität von 4,7 Gigabyte an. Für einen Fünferpack Medien mit Zertifizierung für achtfache Schreibgeschwindigkeit verlangt Apple 24 Euro. Für eine fünfundzwanziger Spindel muss man 65 Euro anlegen. Im normalen Handel sind DVD+R Double Layer Medien mit zweifacher Schreibgeschwindigkeit und einer Bruttokapazität von 8,5 Gigabyte im Zehnerpack für rund 20 Euro erhältlich.