

MPEG2 und DVD Hintergrundinformationen:

Als Philips und Sony 1980 mit dem Red Book das erste CD-Format definierten, begann der einzigartige Siegeszug der CD, der binnen eines Jahrzehnts die bis dahin übliche Langspielplatte in eine Nischenexistenz verbannte.

16 Jahre nach der Markteinführung der Compact Disc (CD) beginnt sich, zwar mit Terminverzug, der Markt für das optische Speichermedium der Zukunft, die DVD (Digital Versatile Disc), weltweit erfolgreich zu entwickeln. Die Investitionen in die Zukunft sind nun sichergestellt, da nach langen Querelen um die Definition von Standards und Kompatibilität diese jetzt klar definiert sind. Schon heute zeigen aktuelle Marktdaten, daß kein anderes Format der Consumer- und IT-Electronics mit ähnlich großem Erfolg an den Start ging.

Das DVD-Video-Format steht bei der Marktpositionierung im Vordergrund. Das Format überzeugt nicht nur durch Kinoqualität bei Video und Audio, sondern auch durch den Bedienungskomfort, der es u.a. ermöglicht, interaktive Inhalte anzubieten. Mit den verschiedenen DVD-Formaten ermöglicht die Technologie vielfältige neue Anwendungen und Nutzungspotentiale für Corporates und Home Entertainment. Sie wird deshalb sowohl für die Consumer-Electronics- als auch für die IT-Branche zum zukunftsweisenden Produkt.

1. DVD im Detail.....	2
1.1. Vergleich der DVD mit der CD.....	2
1.2. Disc-Typen und -Kapazitäten	2
1.3. Die physikalischen Formate	3
1.4. Die logischen Formate	3
1.5. Kompatibilität der verschiedenen Formate.....	3
2. Die DVD-Video	4
2.1. Video in DVD-Video	4
2.2. Audio in DVD-Video	5
2.3. DVD-Audio-Kompatibilität.....	7
2.4. Untertitel in DVD-Video	7
2.5. Text in DVD-Video	7
2.6. Navigation auf einer DVD-Video.....	7
2.6.1. Menüs.....	8
2.6.2. System Menus	8
2.6.3. In-Title Menus	9
2.6.4. Buttons	9
2.7. Dateistruktur einer DVD-Video	9
2.8. Kopierschutz bei DVD-Video	9
3. Erstellung einer DVD-Video	11
3.1. Produktionsprozeß einer DVD-Video	11
3.2. Digitalisierung und Kompression des Ausgangsmaterials	11
3.3. Authoring - Festlegung der Interaktion.....	11
3.4. Testen der DVD-Video	11
3.5. Mastererstellung/Vervielfältigung.....	11
4. Benötigtes Equipment.....	12
4.1. DVD am Computer.....	12
4.2. DVD-Video/Audio - Home Entertainment	12
4.3. Benötigtes Produktionsequipment	12
5. Glossar	13
6. Ein typischer Produktionsprozeß mit DVDDirector™	14

1. DVD im Detail

DVD steht für "Digital Versatile Disc" (digitale vielseitige Scheibe). Die DVD ist eine der CD vergleichbare Technologie, durch eine andere Aufzeichnungsart können jedoch wesentlich höhere Speicherkapazitäten mit bis zu 17 GB pro Disc erreicht werden.

1.1. Vergleich der DVD mit der CD

	DVD	CD
Durchmesser	12 oder 8 cm	12 oder 8 cm
Spurabstand	0,74 micron	1,6 micron
"Pit"-Länge	0,4 micron	0,834 micron
Laser Wellenlänge	635-650 nm	780-790 nm
Geschwindigkeit	3,49 m/s	1,2-1,4 m/s
Maximale Datenrate	11,08 MBit/s	1,536 MBit/s

Die einfache Datenrate einer DVD entspricht der achtfachen Datenrate einer CD-ROM, also 75 Sektoren/Sekunde x 2.048 Bytes/Sektor x 8 = 1.200 kB/s. Eine single sided/single layered DVD hat bei einfacher Geschwindigkeit und voller Ausnutzung der Datenrate eine maximale Spielzeit von 66,8 Minuten.

DVD-Geschwindigkeit	Datenrate [kB/s]	CD-Geschwindigkeit
1X	1.200	8X
2X	2.450	16X
5X	6.140	40X

Allerdings sind bei der DVD grundsätzlich zwei 0,6 mm dicke Träger Rücken an Rücken zusammengeklebt. Bei nur einseitig genutzten Discs besteht die andere Seite aus einem leeren Träger. Jede Seite kann eine (single layer) oder zwei Informationsschichten enthalten (dual layer). Zum Lesen muß die Laseroptik beim Wechsel zwischen den Schichten nur die Brennweite regulieren.

1.2. Disc-Typen und -Kapazitäten

Die im Vergleich zur CD höhere Speicherkapazität pro Seite erreicht die DVD durch einen geringeren Abstand zwischen den Spuren und durch eine verringerte Mindestlänge der sogenannten Pits. Diese höhere Dichte wurde dadurch möglich, daß der Laser nur noch einen 0,6 mm dicken Polycarbonatträger bis zur Informationsschicht durchdringen muß. Bei der Dual-Layer-Disc muß eine Schicht halbdurchlässig sein, wodurch beide Schichten eine entsprechend geringere Reflexion erreichen. Um die notwendige Datensicherheit zu gewährleisten, wird in diesem Fall weniger dicht aufgezeichnet, so daß nur 8,4 GB statt den theoretisch möglichen 9,4 GB gespeichert werden können.

Eine DVD kann es grundsätzlich in folgenden Ausführungen geben:

Typ*	Kurz	Name	Speicherkapazität [GB]	
			12 cm DVD	8 cm DVD
single side/ single layer	ss/sl	DVD-5	4,7	1,46
single side/ dual layer	ss/dl	DVD-9	8,54	2,66
dual side/ single layer	ds/sl	DVD-10	9,4	2,92
dual side/ dual layer	ds/dl	DVD-18	17,08	5,32

* single side = einseitig; single layer = einschichtig; dual side = doppelseitig; dual layer = doppelschichtig

Die dual sided DVDs müssen während des Abspielens umgedreht werden. Dual layered DVDs können optisch von single layered DVDs nicht unterschieden werden. Um die Zugriffszeiten zu optimieren, kann die Abspielrichtung der zweiten Layer beim Mastern angegeben werden. Sie kann wie die erste Layer von innen nach außen abgespielt werden oder andersherum, von außen nach innen.

Im Gegensatz zur CD, bei der viele verschiedene Formate (z.B. Audio, ISO-9660, Video etc.) existieren, kommt bei allen DVD-Varianten das Dateisystem UDF (Universal Disc Format) zum Einsatz. Die Festlegung auf ein System dient auch dazu, eine Inkompatibilität wie bei den verschiedenen CD-Formaten auszuschließen.

.3. Die physikalischen Formate

Es lassen sich drei physikalische DVD-Formate unterscheiden:

Physikalisches Format	ss/sl	ss/dl	ds/sl	ds/dl	entspricht	Bemerkung
DVD-ROM	x	x	x	x	CD-ROM	
DVD-R					CD-R	3,95 GB, zukünftig 4,7 GB
bzw.	x	-	-	-		4,7 GB, mehrmals beschreibbar
DVD-RW					CD-RW	Caddy nötig; 2 Seiten à 2,6 GB, zukünftig 4,7 GB
DVD-RAM	-	-	x	-	PD	

1.4. Die logischen Formate

Es können vier logische DVD-Formate unterschieden werden:

DVD-ROM:

Enthält ein UDF-Dateisystem mit beliebigen Daten. Es ist keine Multisession-Fähigkeit vorgesehen.

DVD-Video:

Enthält ein UDF-Dateisystem und ein ISO-Verzeichnis. Das ISO-Verzeichnis erleichtert dem DVD-Video-Player den Zugriff. Der Inhalt und die Verzeichnisstruktur sind exakt definiert. Ziel dieses Formates ist das Abspielen von Video. DVD-Video bietet eine hochwertige Bild- bzw. Audioqualität, Menüführung, bis zu acht verschiedene Tonspuren, bis zu 32 verschiedene Untertitel und bis zu neun verschiedene Ansichten innerhalb eines Videostreams.

DVD-Audio:

Soll die Audio-CD und CD-Extra ablösen, da sie eine noch höhere Tonqualität als die DVD-Video bietet (u.a. bis zu 192 kHz Samplingrate). Ein großer Teil der DVD-Video-Spezifikation wurde übernommen, so daß auch Video und Interaktion auf einer DVD-Audio enthalten sein können.

Hybrid DVD:

Ist eine DVD-Video/Audio mit zusätzlichen Dateien, die nicht dem DVD-Video/Audio-Standard entsprechen.

1.5. Kompatibilität der verschiedenen Formate

Laufwerk Format	DVD-Video	DVD-Audio	DVD-ROM	DVD-RAM	DVD-RW	DVD-R
DVD-Video	lesen	-	lesen	lesen	lesen ¹	lesen ¹
DVD-Audio	lesen ²	lesen	lesen	lesen	lesen ¹	lesen ¹
DVD-ROM	-	-	lesen	lesen	lesen ¹	lesen ¹
DVD-RAM	-	-	lesen (ab 4. Gen.)	lesen	lesen ¹	lesen ¹
DVD-RW	lesen ¹	lesen ¹	lesen ¹	lesen ¹ schreiben	lesen schreiben	lesen ¹
DVD-R	lesen	lesen	lesen	lesen	lesen ¹	schreiben lesen ¹
CD-ROM	-	-	lesen	-	lesen ¹	lesen ¹
CD-R/RW	-	-	lesen	-	lesen ¹ schreiben ¹	lesen ¹
Audio-CD	lesen	lesen	lesen	-	lesen ¹	lesen ¹
Video-	lesen (optional)	-	lesen	-	-	-

CD

¹ Der betreffende Standard muß noch finalisiert bzw. in Hardware implementiert werden.

² Hierzu ist ein Universal Player erforderlich.

2. Die DVD-Video

Die DVD-Video eignet sich für weit mehr als den Home-Entertainment-Bereich. Die enorme Speicherkapazität, die Bildqualität und der exzellente Klang verbunden mit den Möglichkeiten wie Sprachauswahl (bis zu acht Sprachen), Untertitel (bis zu 32 Spuren), Interaktion mit mehreren Handlungsabläufen und verschiedenen Kamerawinkeln (bis zu neun verschiedene Perspektiven) sowie Menüsteuerung ermöglichen komplexe Anwendungen wie z. B. POI/POS-Systeme, Business-to-Business-Anwendungen und CBT. Die DVD-Video überzeugt so auch bei Corporateanwendungen als digitales Distributions- und Kommunikationsmedium.

2.1. Video in DVD-Video

Der DVD-Video-Standard unterstützt Video-Material in zwei Varianten: MPEG-1 oder MPEG-2 (PAL und NTSC), das im Voll- (4:3), Widescreen- oder 16:9-Bildformat dargestellt werden kann.

MPEG (Motion Picture Expert Group) ist eine Gruppe, die sich 1980 unter der ISO (International Standards Organization) zusammengefunden hat, um einen Standard für die Kompression von digitalem Video und Audio zu definieren. Das entwickelte Datenformat erhielt ebenfalls den Namen MPEG. Dieses Format ist eine Fortentwicklung von H.261 und hat einige Algorithmen und Erfahrungen der JPEG (Joint Photographic Experts Group) eingebracht.

MPEG-1 wird für einfache Bildqualitäten (VHS) und MPEG-2 für hochwertige Bildqualitäten (Broadcast) verwendet. MPEG-3 war für HDTV (High Definition Television) vorgesehen, wurde aber komplett in MPEG-2 aufgenommen. MPEG-4 ist für minimale Datenraten gedacht (z.B. für Bildtelefonie) und wird bei DVD nicht benutzt.

MPEG-1:

MPEG-1 hat eine Datenrate von bis zu 1,8 MBit/s und wird immer mit konstanter Bitrate encodiert (CBR - Constant Bit Rate). Einfache oder komplexe Szenen benötigen also immer die gleiche Datenmenge pro Sekunde.

Mit gutem Ausgangsmaterial wird eine mit VHS vergleichbare Qualität erreicht.

Norm	Auflösung	Bildfrequenz [Hz]	Seitenverhältnis
PAL	352 x 288	25	4:3
NTSC	352 x 240	29,97	4:3

MPEG-2:

MPEG-2 bietet durch die Verwendung von höheren Auflösungen eine weitaus höhere Bildqualität und hat eine Datenrate von bis zu 9,8 MBit/s. Es ist für DVD-Video möglich, Material mit einer 16:9-Darstellung zu komprimieren, wobei aber die Anzahl der Pixel gegenüber 4:3-Material gleich bleibt.

Eine Encodierung mit variabler Bitrate ist möglich (VBR - Variable Bit Rate). Es wird pro Bild entschieden, wie stark es komprimiert wird bzw. werden muß. Damit ist es möglich, komplexe Szenen mit höherer Bitrate als einfache Szenen zu encodieren und trotzdem eine insgesamt geringere Durchschnittsdatenrate zu erzeugen, was wiederum längere Spielzeiten als CBR ermöglicht. Dabei bleibt die Qualität über die unterschiedlich komplexen Szenen hinweg immer gleich.

Norm	Auflösung	Bildfrequenz [Hz]	Seitenverhältnis
PAL	720x576	25*	4:3 oder 16:9
	704x576	25*	4:3 oder 16:9
	352x576	25*	4:3
NTSC	720x480	29,97*	4:3 oder 16:9
	704x480	29,97*	4:3 oder 16:9
	352x480	29,97*	4:3

* MPEG-2 ermöglicht im Gegensatz zu MPEG-1 auch die Encodierung beider Halbbilder (PAL: 50 Hz, NTSC: 59,94 Hz).

Im MPEG-Standard werden für Video drei verschiedene Frametypen definiert: sogenannte I-, P- und B-Frames, die jeweils auf unterschiedliche Art komprimiert werden. Bestimmte Abfolgen dieser Frametypen ergeben eine Group of Pictures (GOP). Durch Aneinanderreihung von GOPs erhält man einen MPEG-Videostream. Man kann diesen Videostream nur jeweils vom Beginn einer GOP an abspielen.

I-Frames (Intra Frames):

Die Codierung dieser Frames erfolgt unabhängig von den anderen Frames. Ein I-Frame entspricht also

einem Keyframe bei anderen Komprimierungsverfahren. Der komplette Frame wird, ähnlich wie bei JPEG, in Makroblöcke aufgeteilt. Diese werden mittels eines mathematischen Verfahrens, der diskreten Cosinus-Transformation (DCT), umgewandelt. Die Ergebnisse der Umwandlung werden quantisiert und können danach mit einfachen statistischen Verfahren komprimiert werden.

P-Frames (Predicted Frames):

Für diese Frame-Typen wird die Tatsache ausgenutzt, daß aufeinanderfolgende Frames sich normalerweise sehr ähnlich sind. Anstatt jetzt einfach die Differenz zweier Bilder zu berechnen und dann zu komprimieren, was sich geändert hat, wird überprüft, ob sich Makroblöcke verschoben haben. Für jeden verschobenen Makroblock läßt sich damit ein Verschiebungsvektor angeben. Der Rest des Bildes wird ähnlich dem I-Frame codiert, nur die Quantisierung erfolgt mit anderen Parametern.

B-Frames (Bidirectional Predicted Frames):

Die Encodierung dieser Frames ist den P-Frames sehr ähnlich. Es werden jedoch die Verschiebungsvektoren sowohl zum vorhergehenden als auch nachfolgenden Frame gebildet. Damit lassen sich noch weitere Redundanzen aus den Bilddaten entfernen. B-Frames können im encodierten Videostream auch an anderen Positionen stehen, da zum Decodieren eines P-Frames ja erst der zeitlich spätere bzw. nachfolgende Frame geladen und dekomprimiert sein muß.

2.2. Audio in DVD-Video

Der DVD-Standard erlaubt einige Flexibilität in Bezug auf das Audiomaterial. Auf einer DVD-Video muß sich Audiomaterial in einer der folgenden Varianten befinden: PCM, AC-3 oder MPEG. Optional können die Formate DTS (Digital Theatre System) und SDDS (Sony Dynamic Digital Sound) verwendet werden. Optimalen Raumklang stellt die Mehrkanaltechnik sicher. Ob MPEG oder AC-3, beide sind als 5.1-Kanal-Systeme nutzbar, können aber auch nur Stereoton übertragen.

Auf einer DVD-Video können bis zu acht Audiostreams parallel zu einem Videostream untergebracht werden, z.B. für acht verschiedene Sprachen bzw. Synchronisationen. Je nach Video-Standard muß mindestens einer der folgenden Audiostream-Typen auf einer DVD-Video enthalten sein:

Videonorm

PAL/SECAM (625/50)

NTSC (525/60)

Streamtyp

Linear PCM, MPEG Audio oder AC-3

Linear PCM oder AC-3

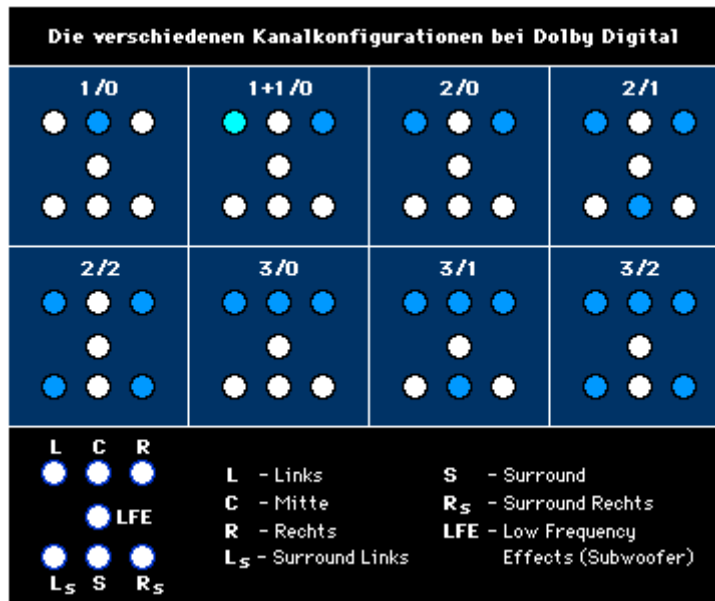
Damit eine DVD-Video standardkonform ist und von jedem DVD-Video-Player weltweit abgespielt werden kann, muß sie also entweder PCM- oder AC-3-Audio enthalten.

Linear PCM

Die Linear-PCM-Methode wird auch bei der Audio-CD verwendet. Dabei wird das analoge Signal mit einer bestimmten Frequenz, der Samplingrate, abgetastet und die ermittelten Werte in ein Raster eingefügt (Quantisierung). Die dabei entstehenden diskreten digitalen Werte weichen systembedingt ein bißchen von den analogen Originalwerten ab. Dieser Verlust wird aber nicht durch weitere Kompression vergrößert. Linear PCM hat also die größte Originaltreue aller Audioformate, erreicht das aber nur auf Kosten einer hohen Datenrate. Außerdem kann nur mit Linear PCM die Samplingrate von 96 kHz auf einer DVD-Video genutzt werden.

Dolby Digital (AC-3)

AC-3 ist ein komprimierendes Verfahren. Dabei werden bestimmte psychoakustische Erkenntnisse ausgenutzt, die es z.B. möglich machen, bestimmte Anteile aus dem Frequenzspektrum eines Audiosignals zu entfernen. Das bedeutet, daß die Kompression verlustbehaftet ist und damit das dekomprimierte Audio nicht mehr ganz dem Original entspricht, was aber kaum hörbar ist. Die Samplingraten betragen 32; 44,1 und 48 kHz. Die Anzahl der Kanäle liegt zwischen 1 (mono) und 6 (5.1-Kanal-Dolby-Digital-Surround). Die möglichen Kanalkombinationen sind in der Grafik zu sehen, wobei die Zahl vor dem Schrägstrich die Anzahl der Frontlautsprecher und die Zahl danach die Zahl der hinteren bzw. Surroundlautsprecher angibt. Bei allen Kombinationen kann ein Subwoofer-Kanal hinzugefügt werden, was mit einem ".1" angezeigt wird. Häufig findet man auch die Bezeichnung LFE (Low Frequency Effects) für den Subwoofer-Kanal. Dieser Kanal hat außerdem eine geringere Bandbreite. Die Bitraten für AC-3 liegen zwischen 64 und 448 kbps, wobei üblicherweise 192 kbps für Stereo und 384 kbps für 5.1 Kanäle verwendet werden.



MPEG-Audio

Bei MPEG-Audio ist ebenso wie AC-3 ein komprimierendes Verfahren. Kombinationen von verschiedenen Kanälen sind möglich, wobei MPEG-2-Audio nicht nur 6 Kanäle, sondern bis zu 8 Kanäle bietet. Die beiden zusätzlichen Lautsprecher sind Left-Center und Right-Center, die aber nur beim 7.1-Format verwendet werden. Mögliche Kanalkombinationen sind 1/0, 2/0, 2/1, 2/2, 3/0, 3/1, 3/2 und 5/2. Auch hier ist der Subwoofer jeweils optional. Die hauptsächlichsten Unterschiede zu AC-3 liegen in der Encodierung selbst, da MPEG und AC-3 unterschiedliche Algorithmen verwenden. Die zusätzlichen Kanäle werden bei MPEG-2-Audio in Erweiterungen eines MPEG-1-Audio-Streams untergebracht, so daß ein MPEG-1-Decoder nur die beiden Stereokanäle sieht. MPEG-2 Layer III, auch bekannt als MP3, und MPEG-2 AAC werden bei DVD-Video nicht unterstützt. Die Bitraten für MPEG-Audio liegen zwischen 32 und 384 kbps (MPEG-1) und 912 kbps (MPEG-2). Üblicherweise werden 384 kbps verwendet. Die vorgeschriebene Samplingrate für DVD-Video beträgt 48 statt der bei VideoCD und CD-i üblichen 44,1 kHz.

DTS (Digital Theatre System)

Das ist ein optionales Audioformat, welches ursprünglich für Kinos entwickelt wurde. Es bietet 5.1 Kanäle bei 48 kHz Samplingrate und 20 Bits Auflösung. Die Datenrate kann zwischen 64 und 1.536 kbps liegen. Mögliche Kanalkombinationen sind 1/0, 2/0, 3/0, 2/1, 2/2 und 3/2, wobei jeweils ein Subwoofer optional ist. Weitere Informationen hierzu findet man bei <http://www.dtstech.com>.

SDDS (Sony Dynamic Digital Sound)

Das von Sony entwickelte und auf dem ATRAC-Kompressionsverfahren basierende Format bietet 5.1 oder 7.1 Kanäle. Ebenso wie DTS wurde SDDS für Kinos entwickelt. Die Samplingrate beträgt 48 kHz und die maximale Datenrate 1.280 kbps. Für dieses optionale Format gibt es zum jetzigen Zeitpunkt noch keine Ankündigung, es für DVD-Video verwenden zu wollen.

MPEG Audio Formate	Linear PCM	Dolby AC-3	MPEG-1 Audio	MPEG-2 Audio	DTS	SDDS
Sample Frequenz (kHz)	48/96	32/44,1/48	48	48	48	48
Auflösung (bits)	16/20/24	Kompr.	Kompr.	Kompr.	Kompr.	Kompr.
Max.Bitrate (bps)	6.144	448	384	912	1.536	1.280
Max. Anzahl	8	5.1*	2	7.1*	5.1*	7.1*

COMO Computer & Motion GmbH - Lise-Meitner-Str.15 – 24223 Raisdorf
 Tel.:04307-8358-0 Fax:04307-8358-99 Email:vertrieb@como.com

* ".1" bezeichnet den zusätzlichen Subwoofer-Kanal, der normalerweise eine kleinere Bandbreite hat als die anderen Kanäle.

2.3. DVD-Audio-Kompatibilität

DVD-Audio-Player können auf die Audiodaten einer DVD-Video zugreifen. Es ist also möglich, eine DVD-Audio-kompatible DVD-Video zu erstellen.

2.4. Untertitel in DVD-Video

Bis zu 32 Untertitelspuren ermöglichen z.B. die Auswahl verschiedener Sprachen bis hin zur Unterstützung von Hörbehinderten. Dabei sind die Untertitel nicht nur auf Text beschränkt, sondern können auch beliebige Grafiken enthalten. Diese Grafiken werden über dem eigentlichen Video/Standbild "schwebend" dargestellt und können in gewissem Rahmen während des Abspielens verändert werden, z.B. durch Farbänderungen und Bewegungen. Leider sind die Untertitelgrafiken auf vier Farben beschränkt, allerdings kann jeder Bildpunkt mit einer 16stufigen Transparenz versehen werden.

Möglichkeiten für den Einsatz von Untertitelgrafiken:

Karaoke:

Farbänderungen wechselnder Bereiche einer Untertitelgrafik (Silben oder Worte), so daß der gerade zu "singende" Text in einer anderen Farbe erscheint.

Rolltitel:

Es wird eine Grafik verwendet, die höher als der Bildschirm ist (576 Zeilen für PAL, 480 Zeilen für NTSC). Die Breite ist immer 720 Pixel. Ein Index gibt an, ab welcher Zeile das Bild dargestellt werden soll. Durch die Änderung dieses Indexwertes kann die Grafik nach oben oder unten gerollt werden.

Menüs:

Es ist möglich, Menüs mit diesen Untertitelgrafiken zu erstellen. Während darunter ein Video läuft oder ein Standbild zu sehen ist, werden sämtliche Anzeigen (z.B. selektierte Buttons) über Untertitelgrafiken und Änderungen daran dargestellt.

2.5. Text in DVD-Video

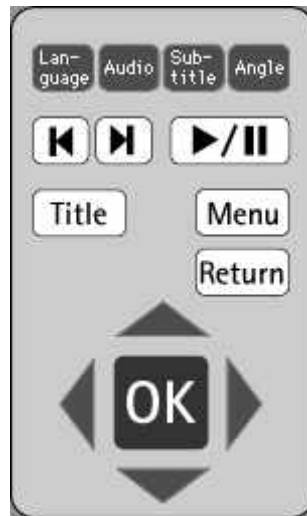
Laut Definition des DVD-Video-Standards kann eine DVD-Video auch normale Textdaten enthalten, die nicht als Grafik abgelegt sind. Das beinhaltet z.B. Titel, Schauspieler, Autoren, Regie-Informationen usw. Ein DVD-Video-Titel kann diese Daten enthalten, muß aber nicht. Ebenso ist die Anzeige dieser Daten für die DVD-Video-Player optional. Derzeit werden diese Daten nicht verwendet.

2.6. Navigation auf einer DVD-Video

Eine DVD-Video besteht aus einem oder zwei Volumes, je nach Anzahl der bespielten Seiten. Ein Volume enthält einen oder mehrere Titel, die wiederum aus einem oder mehreren Kapiteln (Tracks) bestehen.

Die Navigation auf einer DVD-Video erfolgt ausschließlich mit Hilfe einer Fernbedienung. Diese muß einen minimalen Funktionsumfang bereitstellen.

Die Minimal-Fernbedienung:



Einen Cursor oder eine Art Maus bzw. Trackball gibt es nicht, alle Aktionen werden im allgemeinen über eine Auswahl-Bestätigen-Sequenz ausgelöst.

2.6.1. Menüs

Menüs führen den Benutzer durch die DVD-Video. Der Benutzer kann jederzeit den Film anhalten (pausieren) und Menüs aufrufen, um beispielsweise die Audiospur oder den Untertitel zu wechseln. Mit Menüs ist es auch möglich, Kapitel direkt anzuspringen, ein Inhaltsverzeichnis zu benutzen usw. Kurz, damit können auch umfangreiche interaktive Titel mit einer komplexen Struktur erstellt werden, da man natürlich jedes Menü beliebig mit anderen Menüs verbinden kann.

Dabei muß zwischen zwei Menüarten unterschieden werden. Es gibt sogenannte "System Menus" und "In-Title Menus", die sich in den Gestaltungsmöglichkeiten allerdings nicht unterscheiden.

2.6.2. System Menus

System Menus müssen für jede Sprache des DVD-Video-Titels vorhanden sein und definieren die Grundstruktur der DVD-Video. Beim Abspielen versucht der Player die Variante des aufgerufenen Menüs darzustellen, die der im Player eingestellten Sprache entspricht. Wenn er keine passende Variante findet, wird die "erste" Variante dargestellt.

Es gibt hierbei verschiedene Menütypen, die über die Tasten der Fernbedienung direkt aufrufbar sind. Diese Menüs sind:

- **Title** Das ist das Hauptmenü der DVD-Video-Anwendung, das es nur einmal gibt. Es ist sowohl für die Disc als auch für den Player Pflicht.
- **Root** Jedes sogenannte Title Set einer Disc hat einen eigenen Satz Untermenüs. Das Root Menu ist sozusagen das Hauptmenü für eines dieser Title Sets. Wie das Title Menu ist es sowohl für den Player als auch für die Disc Pflicht.
- **Track** Dieses Menu soll eine Auswahl der einzelnen Clips in einem Title Set anbieten. Es ist aber optional.
- **Audio** Hier soll man den aktuellen Audiostream umschalten können, z.B. von Englisch auf Deutsch. Es ist auch optional.
- **Subtitle** In diesem Menü soll man die Einstellungen für den Untertitel vornehmen. Es ist ebenso optional.

Optional heißt in diesem Fall, daß das Menü sowohl für die Disc als auch für den Player optional ist. Die Disc muß das Menü nicht enthalten, auch wenn der Player es mit einem Knopf auf der Fernbedienung aufrufen kann. In diesem Fall muß der Player eine Ausweichmöglichkeit anbieten, z.B. indem er den Audiostream einfach weiterschaltet. Andererseits kann es sein, daß der Player das Menü nicht aufrufen kann, weil die Taste nicht

integriert wurde. Hier muß die Disc einen anderen Weg bieten, um das Menü aufzurufen, z.B. durch einen Link in einem vorgeschriebenen Menü. In diesem Fall muß der Autor des DVD-Video-Titels die Erreichbarkeit des Menüs sicherstellen.

2.6.3. In-Title Menus

Das sind frei definierbare Menüs, die nicht direkt angesprungen werden können, aber durch Links aus Menüs oder Clips erreicht werden. Hier gelten keine Restriktionen bezüglich eines "optionalen" Zugriffs usw.

2.6.4. Buttons

Menüs bestehen aus einem Standbild oder einem Video, über dem mittels Untertitelgrafiken Buttons dargestellt werden können.

Jeder Menü-Button hat drei Zustände: normal, selektiert und aktiviert. Einer der Buttons in einem Menü ist immer selektiert. Wird der OK-Button gedrückt, so wird der selektierte Button aktiviert und die Kommandos dieses Buttons ausgeführt. Der aktivierte Zustand sorgt für optisches Feedback, während der Player das Kommando ausführt, was, je nach Kommando, bis zu einer Sekunde dauern kann. Es ist möglich, die Kommandos eines Buttons schon beim Selektieren ausführen zu lassen, was aber für jeden Button während des Authorings programmiert werden muß. Durch trickreiche Programmierung ist es möglich, auch grafisch aufwendige Menüs zu gestalten, die nicht an die Restriktionen der Untertitelgrafiken gebunden sind.

2.7. Dateistruktur einer DVD-Video

Eine DVD-Video ist prinzipiell eine DVD-ROM mit genau spezifiziertem Inhalt. Das umfaßt die Dateistruktur (Namen und Anordnung auf der Disc) genauso wie die Formate der einzelnen Dateien. Auf der obersten Verzeichnisebene befindet sich ein Ordner mit dem Namen "VIDEO_TS", in dem sich alle Dateien für die DVD-Video befinden. Sind außerhalb dieses Ordners noch weitere Dateien auf der DVD-ROM, so spricht man von einer hybriden DVD.

Grundsätzlich existieren zwei Dateitypen im Ordner "VIDEO_TS". Die Präsentations- und die Navigationsdaten werden getrennt, um dem Player einen schnelleren Zugriff auf die Strukturdaten der DVD-Video zu ermöglichen. Die VOB-Dateien enthalten die Präsentationsdaten, also Video, Audio und Untertitel, getrennt nach den einzelnen Titeln einer DVD-Video. Die IFO-Dateien enthalten die Navigationsdaten, also Sprünge, Programme, Buttondefinitionen usw. ebenfalls nach Titeln getrennt. Um einem Datenverlust durch Kratzer vorzubeugen, werden die IFO-Dateien zweimal auf die Disc geschrieben, einmal innen zum schnellen Zugriff und einmal außen als BUP-Dateien.

2.8. Kopierschutz bei DVD-Video

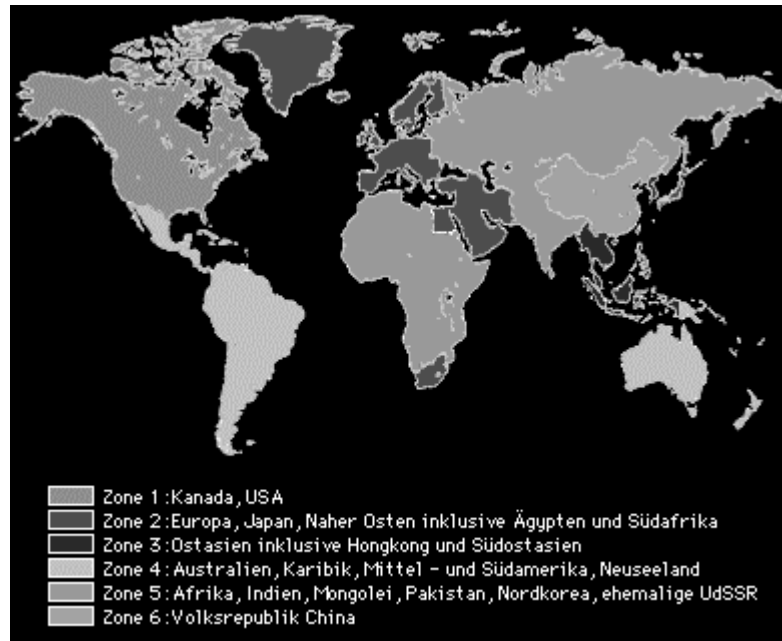
Für eine DVD-Video gibt es drei verschiedene Kopierschutz-Verfahren:

1. Region Code

Jede DVD und jedes Abspielgerät (Player oder Laufwerk) besitzt einen Region Code. Dieser Region Code wird dabei nicht für die ganze DVD, sondern pro Sektor vergeben. Damit können Teile einer DVD für bestimmte Regionen freigegeben bzw. gesperrt werden, denn ein Abspielgerät darf nur die Teile einer DVD wiedergeben, bei denen der Region Code des Sektors mit dem des Abspielgeräts übereinstimmt. Region Codes sind vor allem für DVD-Video relevant, gelten aber auch für andere DVD-Formate.

Mit Region Codes ist es dem Autor bzw. Produzent möglich, festzulegen, wo auf der Welt welcher Teil seiner DVD abgespielt werden kann. Das ist hauptsächlich für DVD-Video interessant, bei der z.B. in den USA häufig schon Filme auf DVD-Video verfügbar sind, die in Europa gerade erst in die Kinos kommen. Dabei können die Region Codes auch gekoppelt werden, d.h., man kann eine Disc herstellen, die in Region 1 und 2 wiedergegeben werden kann, aber nicht in den anderen vier Zonen.

Insgesamt sind acht Zonen definiert worden, wobei bis heute aber nur sechs Zonen zugewiesen wurden. Die Länderzuweisung ergibt sich aus der Grafik.



2. Scrambling

Das CSS (Content Scrambling System) ist ein Daten-Verschlüsselungsverfahren. Jeder Sektor einer DVD enthält die Information, ob er verschlüsselt ist oder nicht. Die Dechiffrierung findet erst möglichst spät statt, um ein "Abgreifen" der unverschlüsselten digitalen Daten zu verhindern.

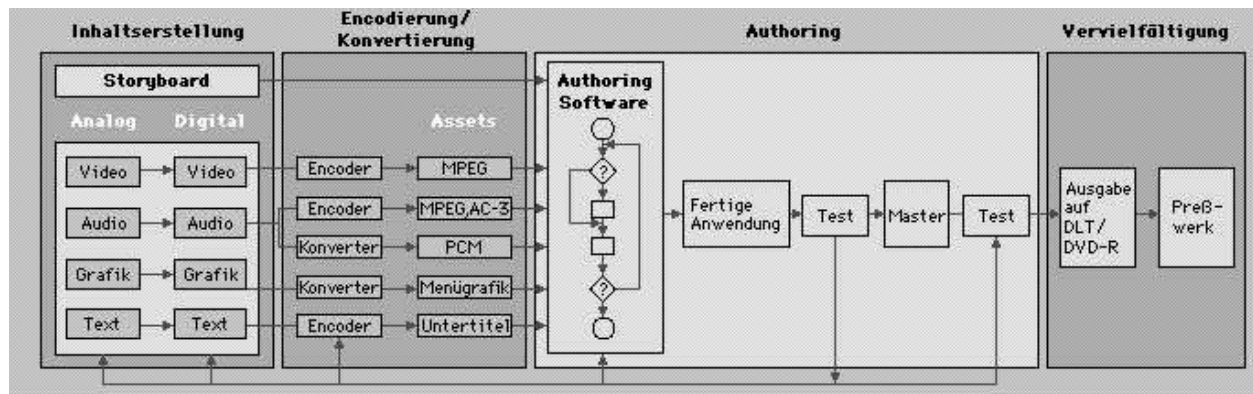
3. Macrovision

Durch Setzen bestimmter Bits kann ein analoger Kopierschutz verwendet werden. Dabei wird das analoge Videosignal so modifiziert, daß es auf einem Fernseher normal dargestellt wird, aber die Aufnahmeelektronik eines Videorecorders durcheinanderbringt.

3. Erstellung einer DVD-Video

Bei DVD-Video muß das Film- und Tonmaterial zunächst digitalisiert und komprimiert, dann zueinander synchron passend abgelegt werden. Da der DVD-Anwender Möglichkeiten wie Audio-Auswahl (z.B. Sprache), Untertitel-Auswahl (entweder für Hörgeschädigte oder für nicht synchronisierte Fremdsprachen) und interaktive Beeinflussung des Filmablaufs oder andere Features erwartet, muß der DVD-Video-Autor sich auch Gedanken über Menüs bzw. die Ablaufstruktur seiner Anwendung machen. Für die Zusammenstellung der unterschiedlichen Informationen (Video, Audio, Menüs, Untertitel usw.) und die Festlegung der Interaktionsmöglichkeiten benötigt man eine spezielle Software.

3.1. Produktionsprozeß einer DVD-Video



3.2. Digitalisierung und Kompression des Ausgangsmaterials

Video und Ton müssen zunächst digitalisiert und komprimiert werden. Dies übernehmen im Normalfall MPEG-2-Encoder für das Videomaterial und AC-3-Encoder für das Audio. Hintergrundbilder sollten genauso digital vorliegen wie die Untertiteltexte.

3.3. Authoring - Festlegung der Interaktion

Die Zusammenstellung der komprimierten Daten, der Aufbau einer Struktur, eines Inhaltsverzeichnisses, der Abfolge usw. bezeichnet man als "Authoring". Während des Authorings wird definiert, wie die Inhalte der DVD-Video miteinander verknüpft werden.

3.4. Testen der DVD-Video

Um das gesamte Projekt testen zu können, müssen die Informationen entweder in ein sogenanntes Image geschrieben oder als Einzeldateien auf einer Festplatte abgelegt werden. Ein Image spiegelt eine DVD exakt auf Sektorebene wider. Diese Datei(en) kann man mit einer DVD-Video-Playbacklösung abspielen, so als wäre eine bereits fertige, gepresste DVD-Video vorhanden.

3.5. Mastererstellung/Vervielfältigung

Um eine DVD vervielfältigen zu lassen, muß das Preßwerk folgende Datenträger erhalten: Entweder eine DVD-R oder eine Festplatte mit den DVD-Strukturdaten und ein entsprechend ausgefülltes Formblatt, das alle für die Vervielfältigung relevanten Informationen enthält. Idealerweise sollte ein DLT (Digital Linear Tape) verwendet werden.

4. Benötigtes Equipment

4.1. DVD am Computer

Am Computer benötigt man ein DVD-ROM-Laufwerk. Zum Abspielen von DVD-Video/Audio braucht man zusätzlich eine Decoding-Lösung, die als Hardware oder Software verfügbar ist.

Für den Fall DVD-R bzw. DVD-RW oder DVD-RAM braucht man das entsprechende Laufwerk bzw. Medium und die Software. Für DVD-R/DVD-RW ist eine DVD-Recording-Software nötig und für DVD-RAM-Laufwerke ein UDF-Formatter/Gerätetreiber.

4.2. DVD-Video/Audio - Home Entertainment

Die Minimalkonfiguration besteht aus einem DVD-Videoplayer, der an einen Fernseher angeschlossen wird. Je nach Anspruch kann diese Konstellation beliebig ausgebaut werden. Beispielsweise kann man die Anlage um einen Dolby-Digital-Verstärker mit entsprechenden Lautsprechern für Surround-Klang erweitern. DVD-Audioplayer werden wie ein CD-Player direkt an den Verstärker der HiFi-Anlage angeschlossen.

4.3. Benötigtes Produktionsequipment

Neben Standardwerkzeugen wie Grafik-, Video- und Audibearbeitungssoftware umfaßt eine komplette Authoring-Konfiguration folgende Komponenten:

Zur Videokomprimierung wird ein MPEG-Videoencoder benötigt, der aus Qualitätsgründen nach dem MPEG-2-Standard arbeiten sollte. Das Audiomaterial sollte mit einem AC-3-Encoder komprimiert werden. Das Authoring findet in einer entsprechenden Software statt. Die Ausgabe erfolgt auf DVD-R/DVD-RW oder DLT. Zum Preview ist eine DVD-Video-Abspiellösung nötig.

5. Glossar

AC-3:

Auch als Dolby Digital bekanntes komprimiertes Digital-Audio-Format der Firma Dolby Laboratories mit sechs Kanälen für Raumklang.

B-Frame:

Siehe [I-, P- und B-Frames](#).

CBR:

Constant Bit Rate. Bei MPEG-1 wird mit konstanter Bitrate encodiert. Da die Datenrate konstant ist, verändert sich die Qualität des encodierten Materials, je nach Komplexität der Szenen. Bei MPEG-2 ist es auch möglich, mit variabler Bitrate zu encodieren (siehe VBR).

CSS:

Content Scrambling System. Kopierschutz, der das digitale Kopieren einer DVD verhindern soll. DVD-Player, Hard- oder Softwaredecoder müssen über einen CSS-Decoder verfügen, um CSS-geschützte Discs abzuspielen.

D1:

Professionelles, unkomprimiertes, digitales Videoformat, das auf Komponenten-Video beruht. Es ist ein ideales Eingangsformat für MPEG-2-Encoding, da keine Analog-Digital-Wandlung und Kompression stattfindet.

Dolby Pro-Logic:

Auch als Dolby Surround bekannt. Analoges Surround-Verfahren, bei dem die Raumklang-Informationen zusätzlich "unhörbar" in ein Stereosignal gemischt werden. Mit einem Dolby-Pro-Logic-Decoder läßt sich aus dem Stereosignal der Raumklang rekonstruieren, wobei allerdings keine vollständige Trennung der Kanäle möglich ist.

Downmix:

Verfahren, bei dem ein AC-3-Signal auf ein Stereosignal heruntergemixt wird.

DVD Forum:

Die DVD-Spezifikationen kontrolliert ein Zusammenschluß von zehn Unternehmen. Das DVD Forum (früher DVD Consortium) setzt sich aus ca. 400 Mitgliedern zusammen, u.a. Hitachi, JVC, Kodak, Matsushita, Ricoh, Adaptec, Mitsubishi, Philips, ASTARTE, Pioneer, Sony, Hewlett-Packard, Thomson, Toshiba u.v.a.

GOP:

Siehe [I-, P- und B-Frames](#).

Half D1:

Um die Datenmengen von D1 zu reduzieren, kann auch mit der halben horizontalen Auflösung gearbeitet werden, also mit 352 statt 704 Pixeln. Die vertikale Auflösung bleibt komplett erhalten. Manche der preiswerten MPEG-2-Encoder arbeiten nur mit der Half-D1-Auflösung, die für PAL 352 x 576 Pixel beträgt (Full D1: 704 mal 576 Bildpunkte).

I-, P- und B-Frames:

Der MPEG-Video-Datenstrom besteht aus Intra Frames (I), Predicted Frames (P) und Bidirectional Predicted Frames (B). Die I-Frames enthalten als einzige die kompletten Bildinformationen, P-Frames bestehen nur aus den Unterschieden zwischen vorangegangenem und aktuellem Bild und B-Frames werden auf der Basis des vorangegangenen und des nachfolgenden Bilds interpoliert. Eine bestimmte Abfolge solcher Frames bezeichnet man als Group of Pictures (GOP).

Komponenten-Video:

Hochqualitäts-Video mit getrennter Verarbeitung von Helligkeits- und Farbwerten (YUV). Komponenten-Video ist eine bevorzugte Quelle für MPEG-2-Encoding und im professionellen, analogen Videobereich das Maß der Dinge.

Letter Box:

Bei der Darstellung eines 16-zu-9-Filmes auf einem 4-zu-3-Monitor erscheint das Video in diesem Modus mit schwarzen Streifen oben und unten, aber in voller Breite (siehe Pan-Scan).

Linear PCM:

Unkomprimiertes digitales Audiosignal.

Macrovision:

Analoger Schutz, um das Kopieren einer DVD-Video auf Videoband zu verhindern.

Pan-Scan:

Verfahren zur Darstellung eines 16-zu-9-Filmes auf einem 4-zu-3-Monitor, bei dem die seitlichen Bildränder abgeschnitten werden. Es ist dabei möglich, daß der Player beim Abspielen den sichtbaren Ausschnitt verschiebt. Dazu müssen diese Bewegungsvektoren mit in den MPEG-Stream encodiert werden.

P-Frame:

siehe [I-, P- und B-Frames](#).

UDF:

Universal Disc Format. Von der International Storage Association spezifiziertes Dateisystem, das auf den gängigen Rechnerplattformen das ISO-9660-Dateisystem ablösen soll.

VBR:

Der MPEG-2-Standard erlaubt die Codierung mit variabler Bitrate (VBR). Hierbei werden ruhige Sequenzen mit wenig Details mit einer niedrigeren Datenrate als bewegungs- und detailreiche Szenen codiert. Dadurch bleibt die visuelle Qualität gleich (siehe CBR).

6. Ein typischer Produktionsprozeß mit DVDirector™

- 1. Zusammenstellen oder Erzeugen der benötigten digitalen Daten, wie Video, Audio, Standbilder und Text für die Untertitel.**
- 2. Codieren der Audio- und Videodaten entsprechend den Spezifikationen des DVD-Video-Standards. Das kann mit einer Softwarelösung wie ASTARTE M. Pack™, einem hardwaregestützten System oder durch einen externen Dienstleister geschehen.**
- 3. Die Eingangsdaten für DVDirector™ müssen sogenannte Elementary Streams sein. Daten, die bereits gemultiplext sind, werden nicht unterstützt.**
- 4. Sobald die Eingangsdaten entsprechend vorbereitet sind, lassen sich diese zur Erstellung der Anwendung mit DVDirector verwenden. Dabei sind nicht nur lineare Präsentationen möglich, sondern auch umfangreiche, interaktive Projekte mit komplexen Strukturen. Neben den Tracks und beliebig vielen grafischen Menüs sind auch mehrsprachige Anwendungen kein Problem.**
- 5. Mit dem integrierten Player besteht jederzeit die Möglichkeit, das Projekt ohne vorheriges Multiplexen zu prüfen.**
- 6. Ist die Anwendung fertiggestellt, multiplext DVDirector das komplette Projekt und formatiert es so, daß es problemlos von der Festplatte abgespielt werden kann. Danach kann die Anwendung mit einem Software-DVD-Video-Player getestet werden.**
- 7. DVD-Presswerke benötigen normalerweise ein DLT-Band (Digital Linear Tape). Außerdem besteht oft die Möglichkeit, die Daten auf DVD-R oder Festplatte anzuliefern. DVDirector schreibt die Daten so, daß sie sich mit Adaptec Toast DVD direkt auf ein DLT-Band oder eine DVD-R schreiben lassen.**

Zur Erstellung der Quell-Materialien kommen Standardapplikationen wie Grafik-, Audio- und Videobearbeitungsprogramme zum Einsatz. ASTARTE bietet das komplette DVD-spezifische Softwareportfolio zum Erstellen einer DVD an.

DVDirector, A. Pack und M. Pack sind eingetragene Warenzeichen der ASTARTE GmbH.

Dolby und AC-3 sind eingetragene Warenzeichen der Dolby Laboratories.

Alle anderen genannten Warenzeichen sind Eigentum der jeweiligen Besitzer.

Quellen: Textauszüge und Grafiken aus Screen Multimedia 7/97, zum Teil aktualisiert und modifiziert durch ASTARTE GmbH

Diese Hintergrundinformationen sind erstellt worden von der Fa. ASTARTE GmbH.