

Digitale Videobearbeitung und anschließende Postproduction

Mein Film am Weg von der DV-Cam auf die DVD



Spezialgebiet – Matura 2004 – Informatik

Florian Ubr 8C

<u>DIE THEORIE</u>	<u>3</u>
AVI.....	3
MOV.....	4
CODEC.....	4
WOFÜR VERWENDET MAN ALSO CODECS?	5
PIXLET.....	5
DIVX	6
DER MPEG STANDARD.....	6
MPEG-1.....	6
MPEG-2.....	7
MPEG-3.....	7
MPEG-4.....	7
SO FUNKTIONIERT MPEG	8
FARBMODELLE.....	10
<u>BEIM FILMEN SOLLTE MAN BEACHTEN... ..</u>	<u>12</u>
<u>DIE VIDEOBEARBEITUNG.....</u>	<u>14</u>

Jeder bessere PC (Personal Computer) bietet heute die Möglichkeit zur digitalen Videobearbeitung. Nicht nur von der Hardware Seite sind diese schon ab Werk dafür ausgerüstet sondern bringen heute meist auch Software mit, die dem Benutzer das Verarbeiten des Videomaterials und anschließende Weitergeben an Freunde, auf CD, DVD oder per Internet, ermöglicht.

Die Theorie

Sobald man auf Videos oder Filme in digitaler Form, also im Internet, auf CDs oder DVDs, stößt kommt man in Verbindung mit unterschiedlichen Formaten und Codecs. Viele kennen zum Beispiel Begriffe wie mov, DivX, avi, mpeg, mp3 und ähnliche. Man stellt sich also die Frage, was hinter diesen Begriffen eigentlich steckt.

AVI

Besonders im Internet trifft man oft auf das Format avi, im speziellen Fall wenn man sich einen DivX Film herunterlädt. Allerdings ist es ein weit verbreiteter Irrtum, dass DivX gleich avi ist. Das Format avi ist vielmehr ein Container-Format, ist eine Abkürzung für Audio Video Interleave, und bedeutet nur dass die darin enthaltenen Video- und Audio-Daten mit einander „verzahnt“ sind. Da das avi Format wie ein Behälter dient, können Video- und Audiomaterial in, von einander unabhängigen Formaten, enthalten sein, wie zum Beispiel der die Filmspur als DivX und die Tonspur als mp3.

Avi wurde 1991 mit Windows 3.1 eingeführt und hat so, durch die lange Lebensdauer bedingt, einige Einschränkungen. So eignet sich das avi Format nicht für das streamen von Videos über das Internet, da avi Filme komplett auf der Festplatte liegen müssen, um sie abspielen zu können. Ein weiterer Nachteil ist das ursprüngliche Datengrößenlimit von 2 Gigabyte, das damals wegen des Dateisystems FAT16 bestand. Zwar kennt das Betriebssystem Windows heute keine solchen Größenbeschränkungen mehr (mit dem Dateiformat NTFS), doch ist damit nicht gesagt, dass auch jedes Programm, mit dem sie avi Dateien öffnen wollen, auch mit Dateien, die das 2 Gigabyte Limit übersteigen, umgehen kann. Aus diesem Grund sollten avi Dateien als maximale Größe immer 2 Gigabyte haben.

MOV

Mov ist das Standardformat von QuickTime, einer Technologie zur Verarbeitung von Video- und Audioinhalten, lizenziert von Apple Computer Inc. Da QuickTime sowohl auf der Macintosh Plattform als auch unter Windows verfügbar ist, ist auch das mov Format auf beiden Plattformen abspielbar. (Avi Filme können aber auch auf dem Mac abgespielt werden.) Wie bei avi handelt es sich auch hier um ein Container-Format, in welchem verschiedene andere Formate enthalten sein können. Allerdings muss das nicht der Fall sein, Filme und Audiospuren können auch unkomprimiert, direkt im QuickTime mov Format vorliegen.

Weitere Vorteile des, ebenfalls 1991 veröffentlichten Formates, sind die Möglichkeit des Streamings und des Enthaltens von QuickTime VR Filmen (dreidimensionale Filme oder auch als Panoramafilme bekannt).

Codec

Oftmals benötigt man so genannte Codecs, um Filme auf dem Rechner abzuspielen. Dies ist immer dann der Fall, wenn das vorliegende Videomaterial komprimiert ist, um kleiner Dateigrößen zu erreichen.

Das Wort Codec ist eine Zusammenstellung aus den englischen Begriffen Compressor und Decompressor. Will man also die Dateigröße eines Films verkleinern, verwendet man einen so genannten Compressor. Allerdings benötigt der, der sich schließlich den Film ansehen soll, den passenden Decompressor. Nicht immer treten Decompressor und Compressor in gebündelter Form auf. So ist zum Beispiel in Windows standardmäßig nur die Möglichkeit enthalten, Filme im MPEG1 Format abzuspielen. Sie zu erzeugen, ist nicht, ohne separaten Encoder möglich.

Weitere Beispiele für Codecs sind zum Beispiel DivX für Videospuren und mp3 für Audiospuren.

Codecs können sowohl Hardware- als auch Software-mäßig verwirklicht sein. Während Hardwarelösungen für bessere Qualität bei gleichzeitig höherer Geschwindigkeit sorgen, sind Softwarelösungen für den Heimgebrauch die weitaus billigere Lösung.

Wofür verwendet man also Codecs?

Da bei einem normalen Fernsehbild ein Datenstrom von über 30 Megabyte pro Sekunden Film anfallen, ergibt schon eine Minute Film 1,8 Gigabyte. Ein Film mit 90 Minuten verbraucht somit 150 Gigabyte Speicherplatz. Um also Speicherplatz zu sparen, wird das Filmdatenmaterial komprimiert, also in der Datenmenge verkleinert. Hierbei unterscheidet man nun zwischen verlustfreier und verlustbehafteter Kompression. Während bei der verlustfreien Kompression die Originaldaten erhalten bleiben, jedes Bild des Films separat komprimiert wird und die Kompressionsrate nicht höher als 3:1 ausfällt, versuchen verlustbehaftete Kompressionsmethoden, Bildinformationen zu entfernen, die für den Zuschauer subjektiv nicht unmittelbar erkennbar sind. Dabei gehen allerdings viele Bildinformationen verloren. Zu den verlustbehafteten Kompressionsformaten gehören alle MPEG-Varianten.

Pixellet

Pixellet nennt sich ein neuer Codec der von Apple zusammen mit Mac OS X 10.3 Panther im Sommer 2003 vorgestellt wurde und in selbigem integriert ist. Er wird als „first studio grade codec for filmmakers“¹ präsentiert. Während alle Einzelbilder eines Films für die Nachbearbeitung erhalten bleiben, soll gleichzeitig eine Kompression von 20-25:1 möglich sein. Hierbei kommt aber auch die Qualität nicht zu kurz, es sind keine Artefakte sichtbar. Weiters werden die Bilder des Films, bei Mindestanforderung eines 1GHz PowerMac G4 Prozessors, in Echtzeit abgespielt.

Who is Pixellet? No it is not Piglett's X-Rated relative. Pixellet is the new video codec that will be included in MacOS 10.3 later this year. It is the same codec that Pixar uses to do their compression and editing. You know Pixar? Toy Story? Bug's Life? Monster's Inc? Finding Nemo?

Apple claims that Pixellet can compress a 6GB movie at half high definition, which is a little worse than DVD down to 250MB. Yes. You heard right. 250MB! It will be a video editor's dream. No more huge DV files. No more 30+ GB projects! Wahoo.

So why will it be your best friend? Because the days of grainy and low quality bootlegs off Kazaa and other such services will be over. What? I never. Yes you have. Admit it. You will be able to get near DVD quality movies at 250MB a pop. In order to get high quality now, DIVX it is still almost as bad as if you downloaded the DVD itself. Many DIVX movies are anywhere from 650MB to 1.8GB and are not anywhere close to the quality that will be delivered with Pixellet. Movies are a little different than online music swapping. Many download movies in the interim so they can watch the movies while they wait for the DVD. I still buy every movie I ever download simply because the quality is much better and you get all the extra features. To me movie downloading and music downloading are in two separate categories.

¹ <<http://www.apple.com/macosx/>> 2004-04-09

So I don't do that. Why else will Pixlet be my friend? Pixlet will allow complete movies on demand. It will allow near DVD quality movies to be sent to your computer. There are rumors as I type this that Apple is gearing up to make a version of the iTunes Music Store for movies. This hypothetical store would allow you to cheaply purchase, download, and burn your own movies much cheaper than you would buying them in a store. Pixlet could very easily deliver DVD or higher quality with relatively small file sizes. If you are not aware a DVD is either 4.7GB or 8.4GB depending on the media used. That would take forever to download. A 250MB file could theoretically even be downloaded by a modem user in a day or two. That seems like a lot, but with a download manager of some sort that lets you get it little by little as you go along it would really only be a few overnight downloads. It's not as bad as it sounds. In the days where there are people who download entire Linux distributions which are 2+ GB this seems a lot more reasonable.

So will Pixlet be your friend? Yep. I think so.²

DivX

Bei der ersten DivX Version (3.11) handelte es sich um eine gehackte Version der MPEG-4 Implementation von Microsoft. Seitdem hat sich DivX aber selbstständig weiterentwickelt. Derzeit ist die aktuelle Version 5.1.1. DivX ist sowohl auf der Windows Plattform als auch am Mac verfügbar.³

Die meisten Filme, die man heute in Tauschbörsen angeboten bekommt, liegen im DivX Format vor.

Der MPEG Standard

Das MPEG (Motion Picture Experts Group) Gremium hat es sich zur Aufgabe gemacht, Standards für die Kodierung von bewegten Bildern zu entwickeln. Videodateien lassen sich ohne sichtbare Verluste um ungefähr den Faktor 1000 verkleinern. Zusätzlich beinhaltet der MPEG-Standard aber auch die Kompression von Audiodateien. Da der MPEG-Standard nur ein Datenmodell zur Kompression spezifiziert und die Implementierung der jeweiligen Firma überlassen bleibt, ist MPEG für die verschiedensten Plattformen unabhängig verfügbar.

MPEG-1

² <<http://homepage.mac.com/macsaturn/C1255802821/E1509052356/>> 2004-04-09

³ <<http://www.divX.com>>

Das MPEG-1 Dateiformat findet man unter anderem auf Video-CDs oder im Internet. Es wurde ursprünglich entwickelt, um bewegte Bilder und Ton von einer CD mit einfacher Geschwindigkeit zu lesen. Im MPEG-1 Standard sind drei verschiedene Audiokompressionsarten möglich:

- MPEG-1 Layer 1 war ursprünglich für Audio-Recorder im Heimanwenderbereich gedacht, konnte sich allerdings nie durchsetzen
- MPEG-1 Layer 2 ist für Streamings gedacht und für Datenraten von 200 Kbps optimiert
- MPEG-1 Layer 3 ist das uns heute wohl bekannte mp3 Musikformat; ursprünglich wurde es für die schmalbandige Übertragung bei Modem/ISDN entwickelt

MPEG-2

MPEG-2 ist eine Weiterentwicklung von MPEG-1 und findet seine Verwendung bei DVDs, Super Video-CDs und dem Digital-TV. Zu den neuen Funktionen gegenüber MPEG-1 gehören Auflösungen bis zu 1920x1152 und variable Bitraten. Hierbei verwendet der Encoder nur so viele Bits, wie tatsächlich benötigt werden: Komplette schwarze Bilder erhalten also weniger Bits als komplexere Bilder.

Die Unterstützung aller Qualitäts- und Auflösungsbereiche wird durch so genannte Profile ermöglicht. So gibt es für jede Anforderung wie zum Beispiel DVD oder Digital-TV eigene Profile, in denen die benötigten Parameter festgelegt sind.

MPEG-3

MPEG-3 sollte eigentlich den Standard für HDTV (High Definition TV) spezifizieren. Dieser wurde dann allerdings als Profil in den MPEG-2 Standard übernommen. MPEG-3 wurde nicht mehr benötigt.

Wichtig: Man darf MPEG-3 nicht mit mp3 verwechseln!

MPEG-4

Ein Hauptziel bei der Entwicklung von MPEG-4 war Datenreduktion und kann als der aktuelle MPEG-Standard angesehen werden. Ein spezielles Aufgabengebiet wird und ist die Videoübertragung im Mobilfunkbereich. Der Standard wurde 1998 veröffentlicht und basiert auf dem QuickTime Dateiformat.

Der Video-Kompressions-Codec DivX ist eine frühe Implementation von MPEG-4.

MPEG-4 ist außerdem offen für zukünftige Funktionen. So sieht es bereits jetzt Layer für Interaktivität, „Intellectual Property Management and Protection“ 3D Animationen und ähnliches vor.⁴

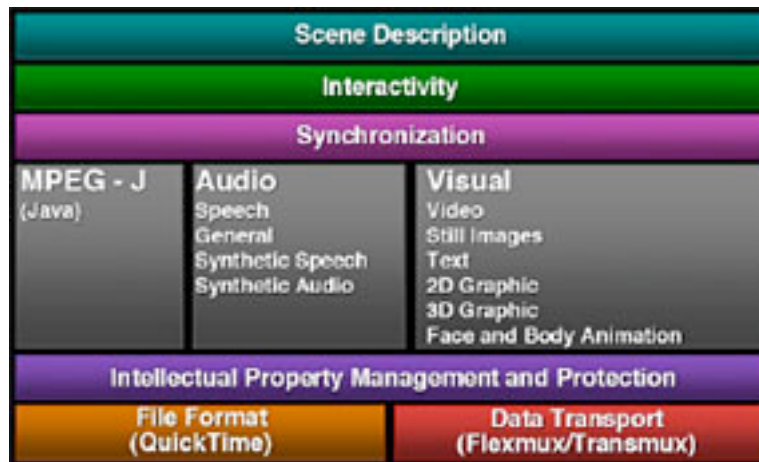


Abbildung 1: Die Komponenten von MPEG-4⁵

So funktioniert MPEG

Alle MPEG Versionen nutzen die Tatsache dass sich aufeinander folgende Bilder, bei 24 (Kino) beziehungsweise 25 Frames (Fernsehen) pro Sekund, eines Films im Großen und Ganzen nicht von einander unterscheiden. So ändert sich Beispielsweise nur das vorbeifahrende Fahrzeug, nicht aber der Hintergrund. Es muss also nur die Positionsänderung des Fahrzeugs gespeichert werden. Hierbei geht der MPEG Codec in 4 Schritten vor:

- 1) Das Videobild wird in 8x8 Pixel Blöcke unterteilt. Anschließend werden mit der **Discrete Cosinus Transformation**, einer mathematischen Funktion, die Helligkeits- und Farbinformationen in Frequenzen umgewandelt: Details, die vom menschlichen Auge kaum wahrgenommen werden, erhalten eine höhere Frequenz.
- 2) Da die höheren Frequenzen für das menschliche Auge weniger empfindlich sind, werden sie bei der **Quantisierung** herausgefiltert. Dieser Vorgang ist verlustbehaftet,

⁴ vlg. <<http://www.apple.com/mpeg4/>> 2004-04-08

⁵ Quelle: <http://a1120.g.akamai.net/7/1120/51/fb7f0a4fb68a1b/www.apple.com/mpeg4/images/mpeg_components3.jpg> 2004-04-08

viele Bilddetails gehen dadurch verloren und eine starke Reduktion der Datenmenge ist die gewünschte Folge.

3) Zur weiteren Datenreduktion werden verschiedene Bildarten verwendet und Frames zu einer **Group of Pictures** zusammengefasst.

- I-Frames: Hierbei handelt es sich um völlig eigenständige Bilder, die separat und unabhängig von anderen codiert werden. Sie befinden sich am Anfang einer Group of Pictures und nach einem Szenenwechsel, damit der Decoder von dieser Stelle weiterspielen kann. Sie werden auch Keyframes genannt.
- P-Frames: Diese Bilder enthalten nur die Unterschiede zum vorigen Bild, mit welchen es möglich ist, das aktuelle Bild zu berechnen. Jeder Block besitzt hier einen Verweis auf einen möglichst ähnlichen Block des anderen Bildes.
- B-Frames: Für jeden Block wird ein passender Block im vorigen und nachfolgenden I- oder P-Frame gesucht. Die Differenz der beiden ergibt den darzustellenden B-Frame Block. Solange es keine schnellen Bildwechsel im Video gibt, ist diese Annäherung ausreichend. Da die B-Frame Kompression die größte ist, werden für kleine Datenmengen möglichst viele B-Frames verwendet.

Eine typische Anordnung einer Group of Pictures sehe so aus:

I0 – B1B2B3 – P4 – B5B6B7 – P8 – B9B10B11 – P12

4) Da B-Frames auf P-Frames basieren, müssen die Bilder in einer Reihenfolge gespeichert werden, die nicht unbedingt der ihrer Darstellung entspricht:

I0 – P4 – B1B2B3 – P8 – B5B6B7 – P12 – B9B10B11

Die Voraussage erfolgt über die **Motion Compensation**, wobei das Videobild in 16x16 Pixel Blöcke unterteilt wird. Anschließend prüft der Encoder wie sich die Position dieser Makroblöcke im Gegensatz zu vorigen und nachfolgenden Frames verändert. Dies wird schließlich in P- und B-Frames gespeichert. Bei diesem Prozess werden Bildteile gesucht, die sich nur von Frame zu Frame unterscheiden – sich bewegende Objekte, unter anderem vorbeifahrende Fahrzeuge, zum Beispiel.

Bei MPEG-4 wurden die bestehenden Funktionen verbessert und erweitert. So gibt es zum Beispiel **Shape Coding**, bei dem einzelne Objekte erkannt und unabhängig vom restlichen Bildinhalt komprimiert werden. Bei einem Fußballspiel wird zum Beispiel die Bewegung des Balls erkannt und mit wenigen Informationen beschrieben. Ändert sich nun die Größe des

Balles bei einem Zoom darauf, setzt die **Global Motion Compensation** ein. Sie speichert Informationen wie Größen- oder Positionsänderungen.

Seit MPEG-4 gibt es zusätzlich zu den I-, P- und B-Frames auch I-, P- und B-VOPs (**Video Object Planes**). Sie erfassen bestimmte Bewegungsänderungen. Änderungen in Form, Position und Textur können so mit weniger Daten festgehalten werden.

Außerdem verwendet MPEG-4 die **Wavelet-Bildkompression**, anstatt der Discrete Cosinus Transformation, und liefert bessere Bildqualität. Hierbei wird das Bild nicht in Blöcke und dann seine Frequenzkomponenten geteilt, sondern die Änderung der Bildgegebenheiten beachtet: Schrittweise werden detailreiche Bildelemente von gleichförmigen getrennt und jeweils die Hälfte der Zeilen und Spalten dabei entfernt.

Farbmodelle

Farbmodelle legen fest, wie Videos und Bilder dargestellt werden. Für den Videoschnitt wichtig sind RGB und YUV.

Normalerweise ist am Computer RGB gebräuchlich. Hierbei werden die Rot, Grün und Blau Werte eines jeden Pixels gespeichert und schließlich zur gewünschten Farbe kombiniert. Da für jede Farbe 8 bit Speicher reserviert werden (pro Farbe 256 Abstufungen = 16,77 Mio Farbabstufungen insgesamt) benötigt dieses Farbmodell große Datenmengen.

Das YUV Modell speichert sich nur die Helligkeitsinformation eines jeden Pixels (Y-Signal) und abhängig vom Modell die Farbinformation (U- oder V-Signal) nur jeden zweiten oder vierten Pixels. Die fehlenden Farbinformationen werden schließlich einfach aus den benachbarten Informationen berechnet. Dies ist zwar ungenauer, kann aber vom menschlichen Auge nicht wahrgenommen werden, da es viel empfindlicher für Helligkeits- als für Farbunterschiede ist. Bestes Beispiel ist ein Film auf einer DVD.

Außerdem wichtig ist bei der Videobearbeitung die Unterscheidung der TV-Formate PAL und NTSC. Während erstes bei uns in Europa seine Anwendung findet, ist NTSC hauptsächlich in den USA und Asien gebräuchlich. PAL verwendet 25 Bilder pro Sekunde (fps); das Bild besteht aus mehr Linien als NTSC und hat somit theoretisch höhere Qualität. Bei NTSC werden 29,97 Bilder pro Sekunde (fps) ausgesendet.

Bei Beginn eines Videoprojektes muss man sich entscheiden, für welches System man den Film schneiden will. Mit bestimmten Tools ist es aber auch später noch möglich den Film umzikonvertieren.

Beim Filmen sollte man beachten...

Die effizienteste Möglichkeit um Videomaterial aufzunehmen, sodass man dieses später am Computer weiterbearbeiten kann, sind digitale Camcorder, oder auch DV Kameras genannt. Hierbei wird das aufgenommene Videomaterial auf einer S-Video Kassette in digitaler Form gespeichert und später DV Format auf den Computer im geladen.

Natürlich ist es auch möglich, analoges Filmmaterial, beispielsweise von analogen Camcordern über bestimmte Drittlösungen und „Zwischenstecker“ auf den Heimrechner zu bekommen. Allerdings ist dies in der Regel sehr umständlich, kostet Zeit und beeinflusst meist die Qualität des Filmmaterials.

Auch neue Lösungen wie Camcorder, die das Filmmaterial auf eine integrierte DVD-RW brennen, sind meiner Meinung nach für den Videoschnitt nicht optimal, da noch nicht ausgereift. Sie sind in erster Linie ein Low-Consumer Produkt, beispielsweise für Familien die gerne mal während des Urlaubs ein wenig mitfilmen, und sich dann das Video sofort am DVD Player ansehen wollen, ungeschnitten und ohne großen Aufwand.

Will man das Material auf solchen DVD-Camcordern aber digital weiterverarbeiten, muss man die DVD vorher finalisieren, sprich die integrierte DVD-RW fertig schneiden. Nun ist das Datenmaterial auf der DVD schon im komprimierten MPEG2 Format, was schlechtere Qualität als das eigentliche Original Format von DV Cams bedeutet. Da auf den 8 Zoll DVD-RWs, die solche DVD-Camcorder wegen ihrer kleinen Bauweise verwenden, nur ungefähr 1,3 GB Platz haben, wird vom Benutzer meist noch eine stärkere Kompression gewählt, um mehr Film aufnehmen zu können, was die Qualität des Datenmaterials schließlich weiter verringert.

DVD-Camcorder lassen sich meist, optional zum Entnehmen und Einlegen der DVD-RW in das DVD-Laufwerk des Computers, auch über USB bzw. USB 2 ansteuern. Dies bedeutet eine Inkompatibilität mit den meisten gängigen Schnittprogrammen, insbesondere auch am Profi-Markt, die das Datenmaterial von DV-Camcordern selbst importieren können (über das FireWire bzw. von Sony iLink genannte Protokoll). Somit wird eigene Software benötigt. Der Vorteil der Übertragung über USB 2 von einer Cam mit DVD-RW ist die schnellere Übertragungsrate als in Echtzeit wie bei Firewire. Dies liegt aber bei DV-Camcordern nicht an der FireWire Schnittstelle selbst, sondern vielmehr an dem Faktum, dass das Band in DV-Camcordern nur in Echtzeit überspielt werden kann.

Optimale Lösungen der Zukunft, die auch professionell bzw. semiprofessionell eingesetzt werden können, würden aus Camcordern bestehen, die direkt auf integrierte Festplatten aufnehmen, wahlweise in verschiedenen Kompressionsarten und Formaten wie auch DV und über den FireWire 800 Standard verfügen. Eine einheitliche Schnittstelle zur Übertragung der Daten aus dem Camcorder direkt in das Schneideprogramm wäre außerdem, wie bei DV-Camcordern wünschenswert.

Die Videobearbeitung

Am Softwaremarkt gibt es heute eine große Fülle an Videoschnitt- und -bearbeitungslösungen. Diese unterscheiden sich zwar in Professionalität, Funktionalität, Qualität, Ease of Use und schließlich dem Preis, doch basieren alle dieser Programme auf denselben Grundfunktionen.

Die HighEnd Software zur digitalen Videobearbeitung, die unter anderem in Hollywood erste Wahl ist, kommt von Apple und heißt Final Cut Pro. Allerdings ist ein solcher „Pro“-Funktionsumfang für einen Hobby-Filmer total überflüssig und viel zu verwirrend, da dieser ja nur die Grundfunktionen benötigt. Und genau diese umfasst die kostenlose Software iMovie, die mit jedem Macintosh Computer seit einigen Jahren mitgeliefert wird.

Auch wir werden iMovie zur praktischen Arbeit an diesem Spezialgebiet verwenden, das es nicht nur die Grundfunktionen enthält sondern auch gut demonstriert wie einfach und benutzerfreundlich digitale Videobearbeitung am Computer sein kann.

Heute ist es üblich, dass Videoschnittsoftware mit dem DV Format arbeitet. Das Datenmaterial liegt dabei in hoher Bildqualität und einzelnen Frames vor. Hierbei handelt es sich um das Format, in dem das Filmmaterial direkt von den weit verbreiteten DV-Cams oder digitalen Camcordern auf den Computer geladen wird. Dies geschieht in der Regel über die Firewire Schnittstelle, da diese im Gegensatz zu USB unter anderem weitaus schnelleren Datentransfer bietet.

iMovie erkennt automatisch sobald eine DV Kamera an den Computer angeschlossen wird und schaltet sich in den „Importieren“ Modus. Hierbei kann man das sich auf der Kamera befindende Filmmaterial am Rechner betrachten und dann in Echtzeit auf den Computer übertragen.

Grundsätzlich bestehen alle Schneideprogramme aus 3 Bereichen. Dem Vorschaubereich, in dem man das Videomaterial abspielen/betrachten kann, den Video- und Audio-Spuren, wo der Film schließlich „aneinandergestückt“ wird und den Paletten mit Effekten, Titeln, Übergängen und dem noch nicht bearbeiteten Rohmaterial, den Clips.