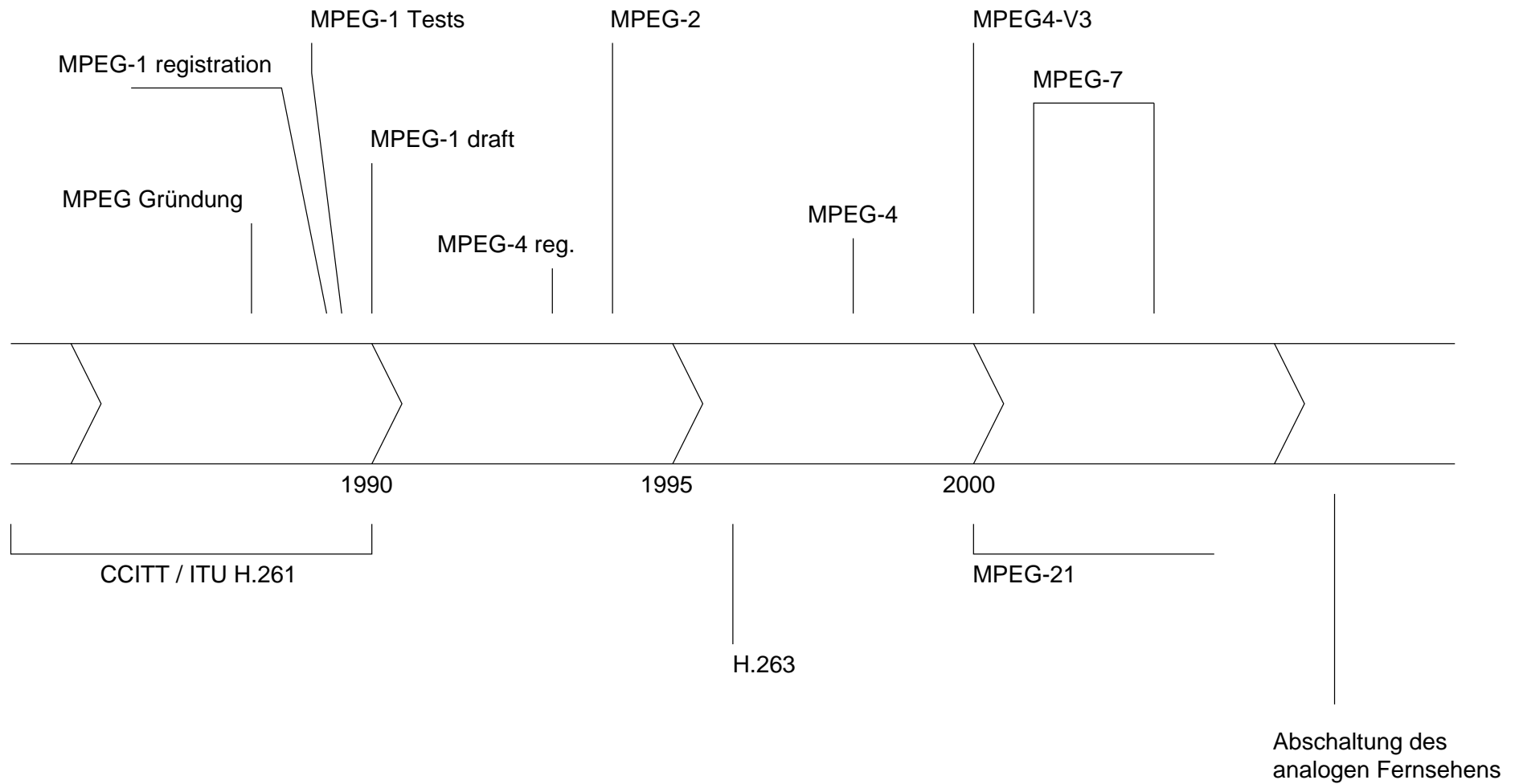


MPEG: Entwicklung



(www.cselt.it/mpeg/, JACM 34/1991)

MPEG: Übersicht

"Motion Picture Experts Group", www.cseit.it/mpeg/

MPEG-1 Audio/Video-Kodierung, Bitrate bis 1.5 Mbps
Video-CD

MPEG-2 Audio/Video-Kodierung, Bitraten bis 15 Mbps, div. Profile
digitales Fernsehen (DVB-T/-S/-C), DVD
Qualität ausreichend für HDTV ("MPEG-3")

MPEG-4 Audio/Video-Kodierung für mobile Systeme,
objektbasierte Kodierung, extrem geringe Bitraten
vielfältige Optionen ("face descriptor", "structured audio", ...)

MPEG-7 "Meta"-Kodierung, Medienbeschreibung und -suche, ...

MPEG-21 geplantes universelles "Multimedia Framework"
"digital item description", "rights management", ...

MPEG: Konzept

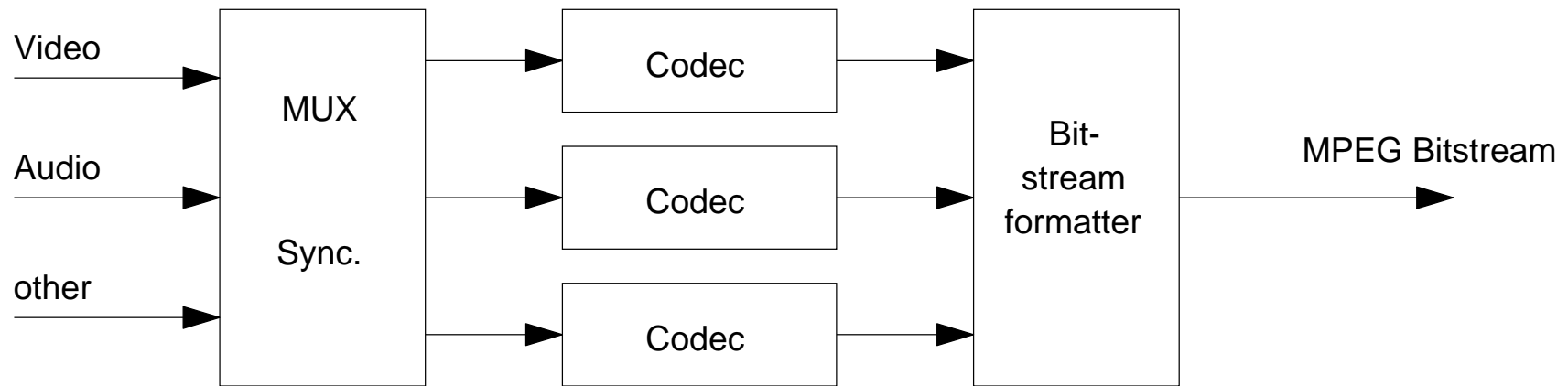
- MPEG-Gremien erarbeiten Richtlinien für Medien-Kodierung
- Publikation als ISO/ITC-Standards

- Standards definieren das Datenformat ("bitstream")
- Referenzimplementierung für Decoder verfügbar
- sichert Interoperabilität aller Decoder

- aber Encoder nicht spezifiziert
- erlaubt spätere Verbesserungen
- erlaubt Wettbewerb / Konkurrenz

- Realisierung in Software oder mit Hardware/VLSI
- Tradeoff (Bild-) Qualität / Latenz / Performance

MPEG: Video



- Standards definieren das Datenformat
- MPEG-1: nur Audio / Video
- MPEG-2: mehrere Audio/Videoströme, Untertitel, ...
- MPEG-4: viele weitere Objekttypen möglich

MPEG-1:

- erster Standard für digitales Video (CD,DAT,disks)
- digitale Kodierung, Anforderungen:
 - random access, access time < 0.5 sec.
 - fast forward / reverse searches
 - reverse playback
 - audio-visual synchronisation
 - robustness to errors
 - decoding delay < 1 sec. ("interactive")
- Bildformat 352x288 Pixel, 25 fps
- Bitrate gesamt 1.5 Mbps, davon 64..192 kbps für Audio
- Anwendung für die Video-CD, Spieldauer ca. 60 min
- Demo ("goodtime", "pink panther")

MPEG: vs. H.26x

MPEG-1/-2:

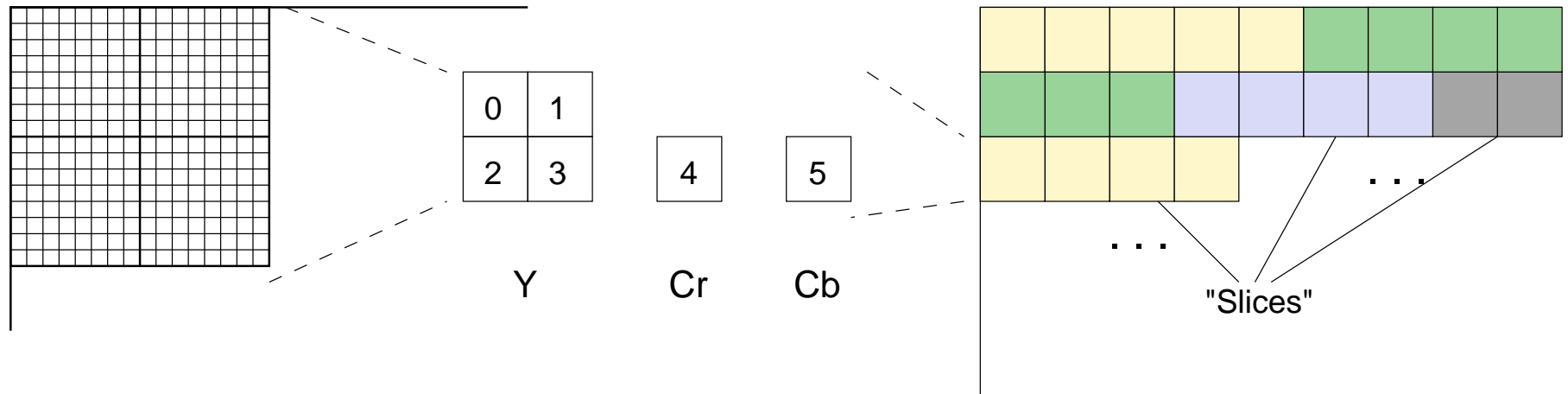
- Kodierung und Speicherung von Videodaten
- keine Echtzeit- / Latenzanforderungen
- aufwendige, komplexe (2-pass) Kodierung möglich

H.261, H.263:

- Video-Telephon, Video-Konferenzen
- für (mehrfache) ISDN-Bandbreite: $p \times 64$ kbps
- erfordert Echtzeit-Kodierung, Übertragung, Dekodierung
- minimale Latenz, möglichst $< 0.3s$

- sehr ähnliche Algorithmen
- Kodierung basiert auf 8×8 DCT-Blöcken mit Entropiekodierung

MPEG-1: Bildformat



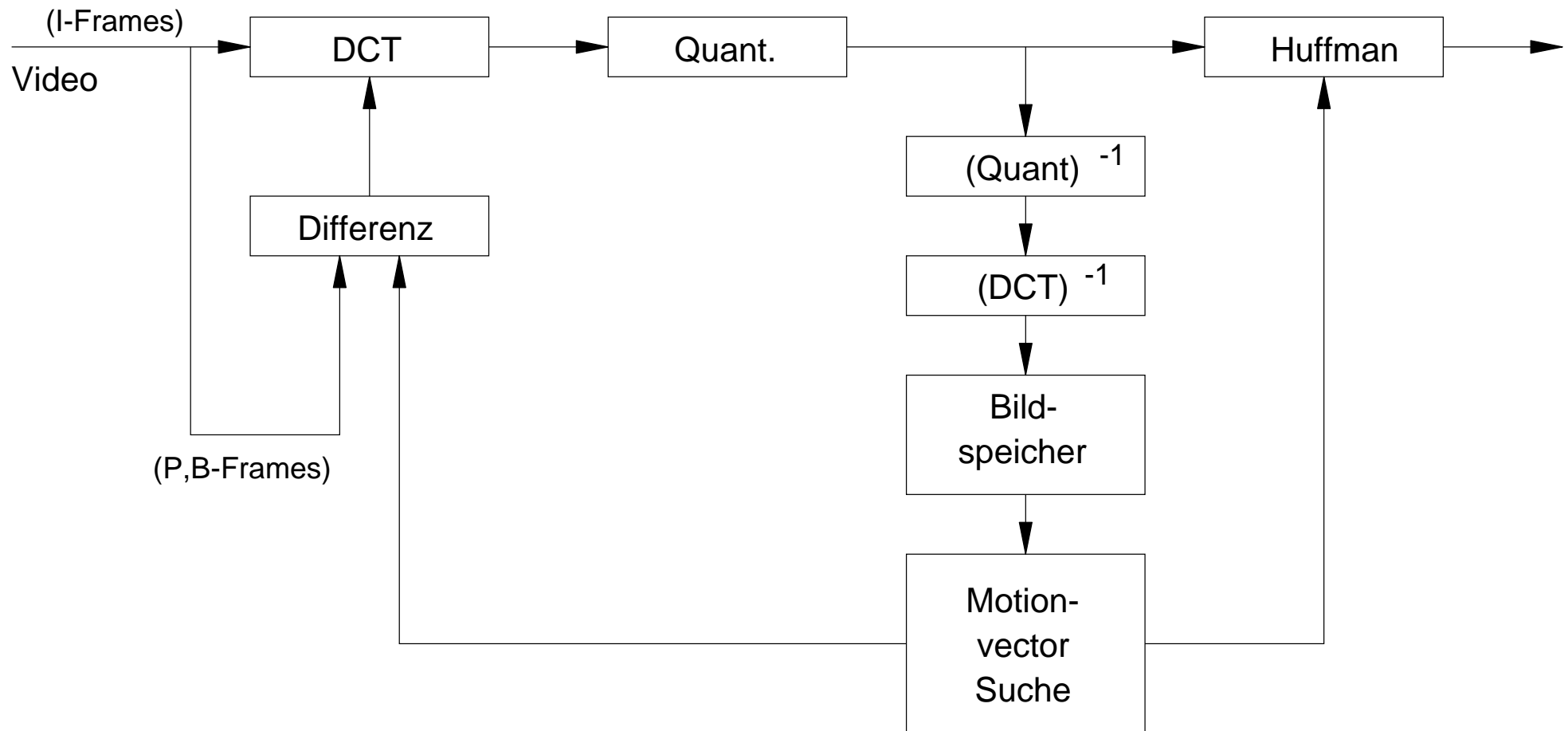
Bildformat ähnlich wie JPEG:

- Blockbildung 8x8 Blöcke für DCT
- 4:2:0 YCrCb-Kodierung
- Makroblöcke aus 4 Blöcken Y, je ein Block Cr Cb

"Slices" aus mehreren Makroblöcken

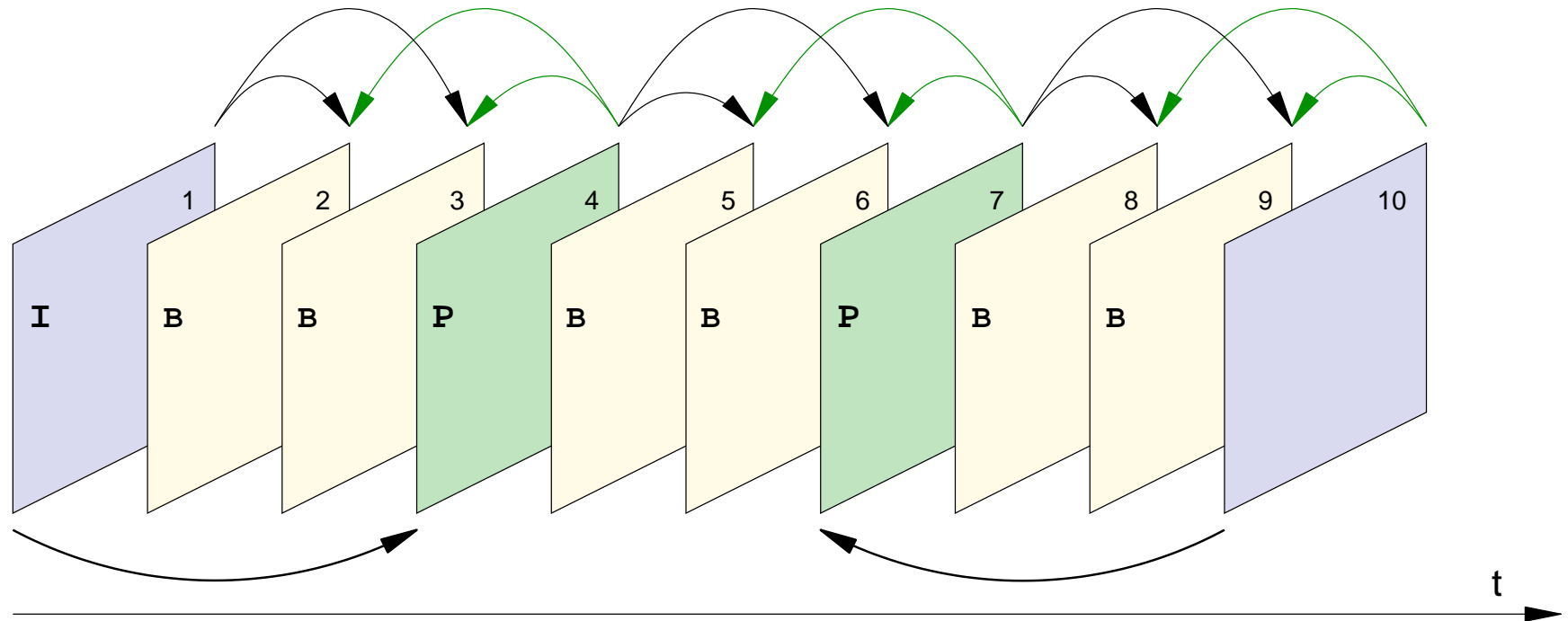
"Pictures" aufgebaut aus Slices

MPEG-1: Blockschaltbild



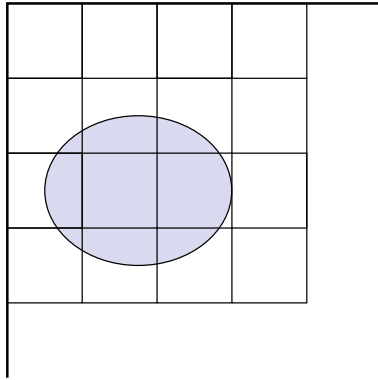
- Suche nach den Bewegungsvektoren besonders aufwendig

MPEG-1: IPB-Frames

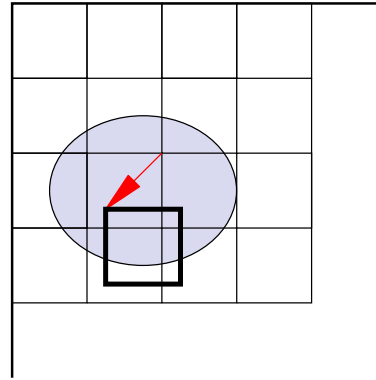


- "Intra-Frames": eigenständig kodiertes Bild
- "Predicted": Vorhersage aus letztem Intraframe
- "Bidirectional": Interpolation aus zwei anderen Bildern
(DC-Frames) nur DC-Koeffizient kodiert, für schnelle Vorschau
- Übertragung: (GOP I1 P4 B2 B3) (GOP I10 P7 B5 B6) (GOP B8 B9) ...

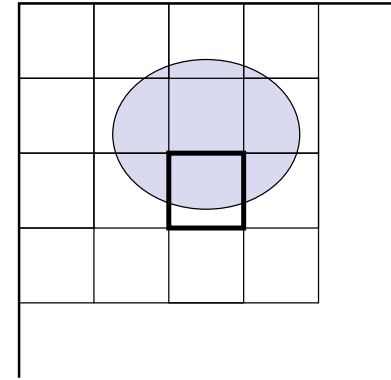
MPEG: Prediction



orig. reference frame



coded reference frame
best-matching block

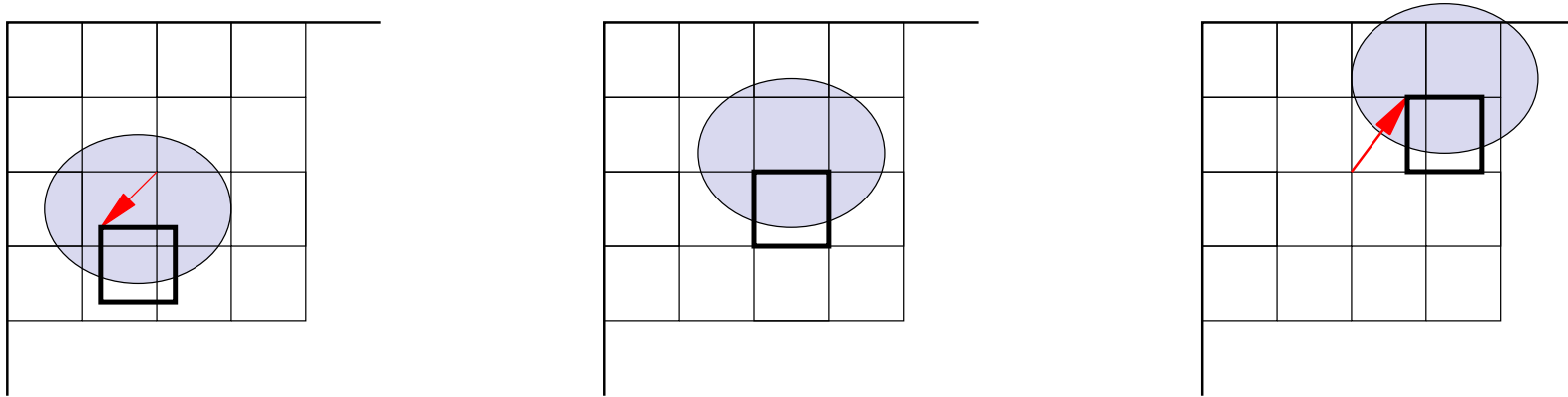


predicted frame

"motion compensation" / "motion vector":

- Suche des am besten passenden 8x8 Blocks
- im dekodierten (d.h. quantisierten!) Referenzbild
- "Bewegungsvektor": relative Lage des Referenzblocks
- Kodierung der Differenz zum Referenzblock

MPEG-1: B-Frames



bi-directional prediction:

- Suche nach "passenden" Blöcken in beiden Referenz-Frames
- Kodierung von zwei Bewegungsvektoren $mv1$ und $mv2$
- Kodierung der Differenz:

$$B(x) = [I1(x+mv1) + I2(x+mv2)] / 2$$

- B-Frames sind besonders klein (und unscharf)

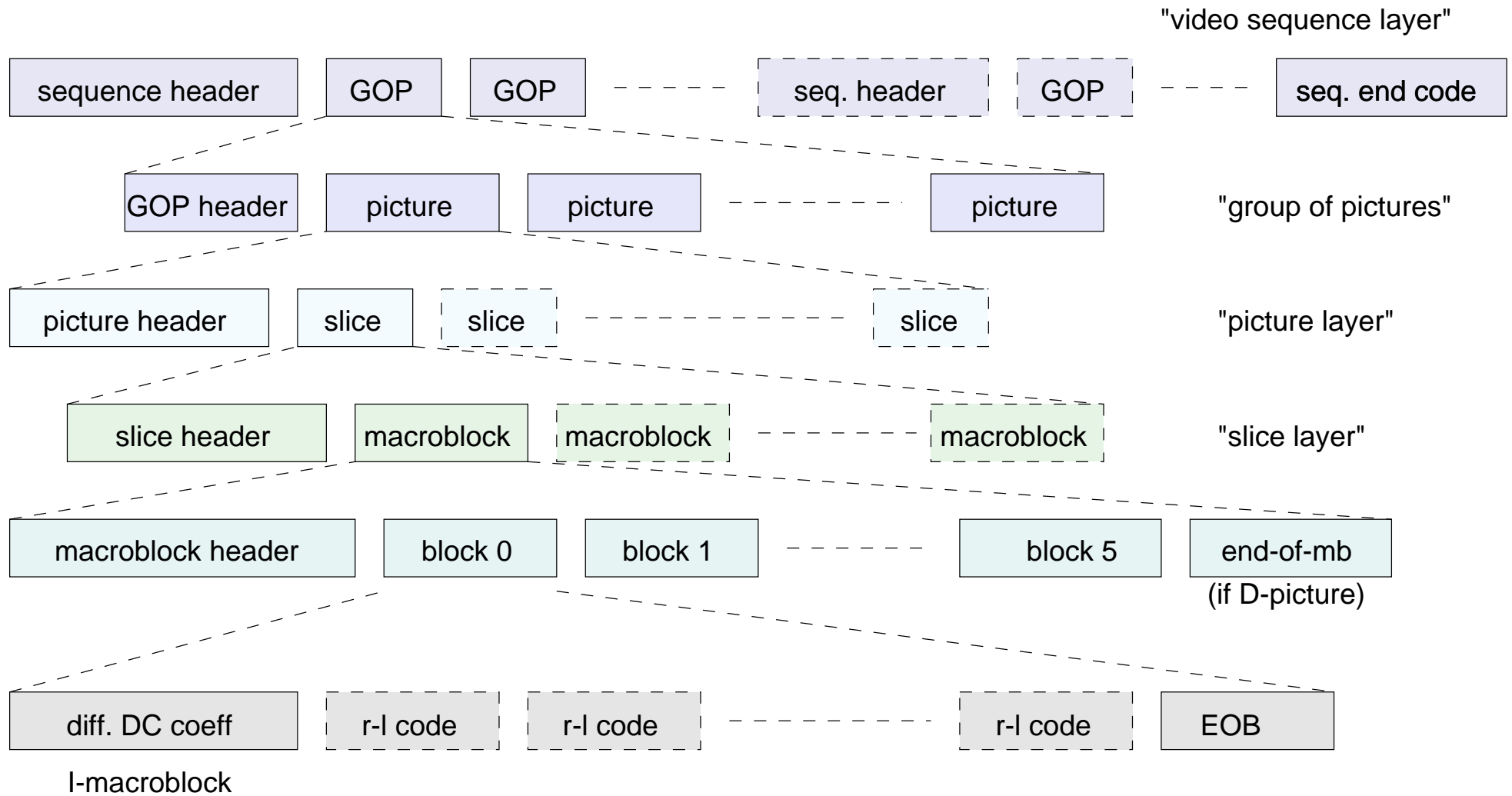
MPEG-1: Huffman-Kodierung

0/1	1s (first)	2	1/1	011s	4
0/1	11s (next)	3	1/2	0001 10s	7
0/2	0100 s	5	1/3	0010 0101 s	9
0/3	0010 1s	6	1/4	0000 0011 00s	11
0/4	0000 110s	8	1/5	0000 0001 1011 s	13
0/5	0010 0110 s	9	1/6	0000 0000 1011 0s	14
0/6	0010 0001 s	9	1/7	0000 0000 1010 1s	14
0/7	0000 0010 10s	11	1/8	0000 0000 0011 111s	16
0/8	0000 0001 1101 s	13	1/9	0000 0000 0011 110s	16
0/9	0000 0001 1000 s	13	1/10	0000 0000 0011 101s	16
0/10	0000 0001 0011 s	13	1/11	0000 0000 0011 100s	16
0/11	0000 0001 0000 s	13	1/12	0000 0000 0011 011s	16
0/12	0000 0000 1101 0s	14	1/13	0000 0000 0011 010s	16
0/13	0000 0000 1100 1s	14	1/14	0000 0000 0011 001s	16
0/14	0000 0000 1100 0s	14	1/15	0000 0000 0001 0011 s	17
0/15	0000 0000 1011 1s	14	1/16	0000 0000 0001 0010 s	17
0/16	0000 0000 0111 11s	15	1/17	0000 0000 0001 0001 s	17
0/17	0000 0000 0111 10s	15	1/18	0000 0000 0001 0000 s	17
0/18	0000 0000 0111 01s	15	2/1	0101 s	5
0/19	0000 0000 0111 00s	15	2/2	0000 100s	8
0/20	0000 0000 0110 11s	15	2/3	0000 0010 11s	11
0/21	0000 0000 0110 10s	15	2/4	0000 0001 0100 s	13
0/22	0000 0000 0110 01s	15	2/5	0000 0000 1010 0s	14
0/23	0000 0000 0110 00s	15	3/1	0011 1s	6
0/24	0000 0000 0101 11s	15	3/2	0010 0100 s	9
0/25	0000 0000 0101 10s	15	3/3	0000 0001 1100 s	13
0/26	0000 0000 0101 01s	15	3/4	0000 0000 1001 1s	14
0/27	0000 0000 0101 00s	15	4/1	0011 0s	6
0/28	0000 0000 0100 11s	15	4/2	0000 0011 11s	11
0/29	0000 0000 0100 10s	15	4/3	0000 0001 0010 s	13
0/30	0000 0000 0100 01s	15	5/1	0001 11s	7
0/31	0000 0000 0100 00s	15	5/2	0000 0010 01s	11
0/32	0000 0000 0011 000s	16	5/3	0000 0000 1001 0s	14
0/33	0000 0000 0010 111s	16	6/1	0001 01s	7
0/34	0000 0000 0010 110s	16	6/2	0000 0001 1110 s	13
0/35	0000 0000 0010 101s	16	6/3	0000 0000 0001 0100 s	17
0/36	0000 0000 0010 100s	16	7/1	0001 00s	7
0/37	0000 0000 0010 011s	16	7/2	0000 0001 0101 s	13
0/38	0000 0000 0010 010s	16	8/1	0000 111s	8
0/39	0000 0000 0010 001s	16	8/2	0000 0001 0001 s	13
0/40	0000 0000 0010 000s	16			

- MPEG "variable-length run-level codes"
- Konzept wie bei JPEG

(Salomont)

MPEG-1: Datenstrom



MPEG-1: Sync-Muster

Start code	Hex	Binary
extension.start	000001B5	00000000 00000000 00000001 10110101
GOP.start	000001B8	00000000 00000000 00000001 10111000
picture.start	00000100	00000000 00000000 00000001 00000000
reserved	000001B0	00000000 00000000 00000001 10110000
reserved	000001B1	00000000 00000000 00000001 10110001
reserved	000001B6	00000000 00000000 00000001 10110110
sequence.end	000001B7	00000000 00000000 00000001 10110111
sequence.error	000001B4	00000000 00000000 00000001 10110100
sequence.header	000001B3	00000000 00000000 00000001 10110011
slice.start.1	00000101	00000000 00000000 00000001 00000001
...	...	
slice.start.175	000001AF	00000000 00000000 00000001 10101111
user.data.start	000001B2	00000000 00000000 00000001 10110010

- vordefinierte 32-bit Werte zur Synchronisation im Datenstrom
- erlauben Wiederaufsetzen nach Fehlern

MPEG1: Profiling

Flat profile of 214.45 secs (3628 total ticks): Thread-1

Interpreted + native			Method	
1.9%	0	+	62	java.lang.Object.notifyAll
0.5%	0	+	15	java.io.FileInputStream.readBytes
...				
3.6%	14	+	105	Total interpreted
Compiled + native			Method	
28.7%	936	+	0	Element.Make_Picture (YUV -> RGB, paint())
10.0%	326	+	0	IDCT.invers_dct
9.6%	314	+	0	motion_data.get_area
6.1%	199	+	0	motion_data.put_area
4.1%	133	+	0	MPEG_video.correct_lum_pixel
3.4%	111	+	0	Huffmann.decode
2.7%	89	+	0	motion_data.copy_area
2.1%	68	+	0	MPEG_video.correct_col_pixel
...				
74.0%	2412	+	1	Total compiled (including elided)

- Wiedergabe einer MPEG-1 Datei, 352x288
- JDK 1.3 Hotspot Client VM

(rnvs.informatik.tu-chemnitz.de/~jan/MPEG/HTML/mpeg_file.html)

MPEG-2: Konzept

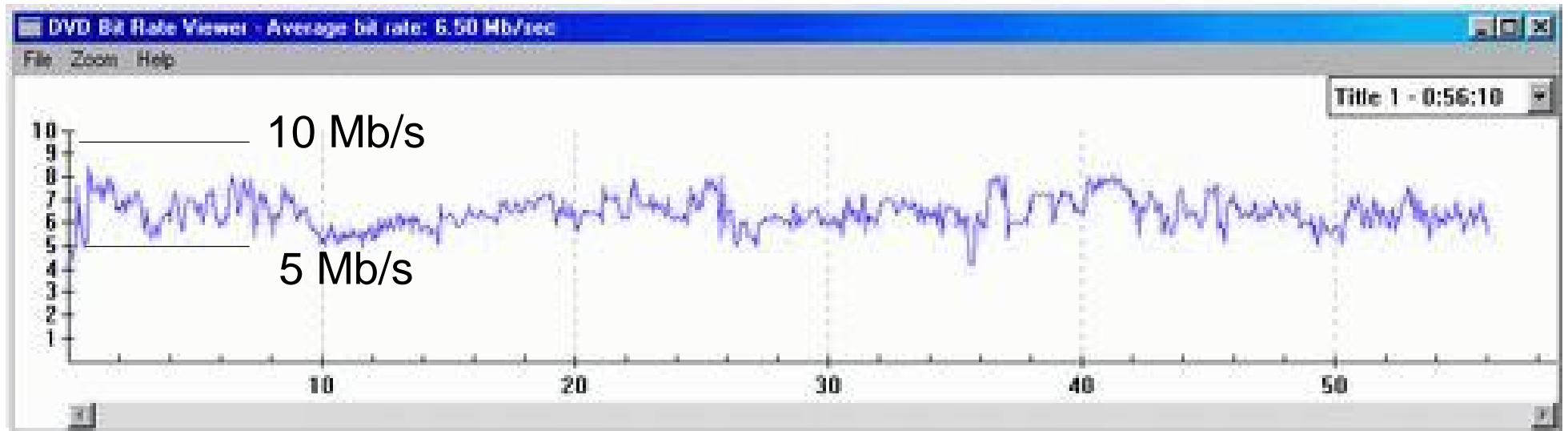
- Audio/Videokodierung, Qualität von MPEG-1 bis HDTV
 - bei entsprechend höheren Datenraten, 4 Mb/s .. 80 Mb/s
 - diverse Profiles / Levels vordefiniert
 - Draft 1993, Standard seit Ende 1994
-
- Mehrkanal-Audio, MPEG-BC/AAC Codecs
 - für DVDs aber meistens Dolby AC3 oder DTS
-
- Untertitel (Sprites)
 - mehrere Videoströme, mehrere Blickwinkel, Branching
 - interaktive, animierte Menüs
-
- "scalable": verschiedene Auflösungen / Anpassung an Bitrate

MPEG: Levels, Profiles

profile	simple	main	SNR scalable	spatial scalable	high profile
B-frames	no	yes			
scalable	no	no	SNR	SNR or spatial	
subsampling	4:2:0				4:2:0/4:2:2
high-level 1920x1080	/	< 80 Mbps	/	/	< 100 Mbps
high-1440 1440x1152	/	< 60 Mbps	/	< 60 Mbps	< 80 Mbps
main-level 720x576	< 15 Mbps	< 15 Mbps	< 15 Mbps	/	< 20 Mbps
low 360x288	/	< 4 Mbps	< 4 Mbps	/	/

DVD / DVB benutzt MP@ML, Datenrate bis 15 Mbps

DVD: Datenrate MPEG-2



- Beispiel für Datenrate einer Video-DVD: 5 .. 10 Mb/s
- digitales Fernsehen (DVB-S) mit 6 Mb/s
- MP@ML erlaubt bis 15 Mb/s maximal

(ct 20/99, Sesamestreet-DVD)

MPEG: Two Pass Encoding

- möglichst geringe mittlere Datenrate
- möglichst hohe Bildqualität auch in kritischen Szenen
- asymmetrische Anwendungen erlauben aufwendige Kodierung

=> "2 pass encoding"

- erste Kodierung protokolliert Statistiken
- z.B. Bewegungsvektoren, Anzahl notwendiger I-Makroblöcke, Signal-Rausch-Abstand, usw.
- zweite Kodierung mit dynamisch angepasster Qualität:
- höhere Bitrate in kritischen, stark bewegten Szenen
- reduzierte Bitrate für "unkritische" Szenen

MPEG: Audio

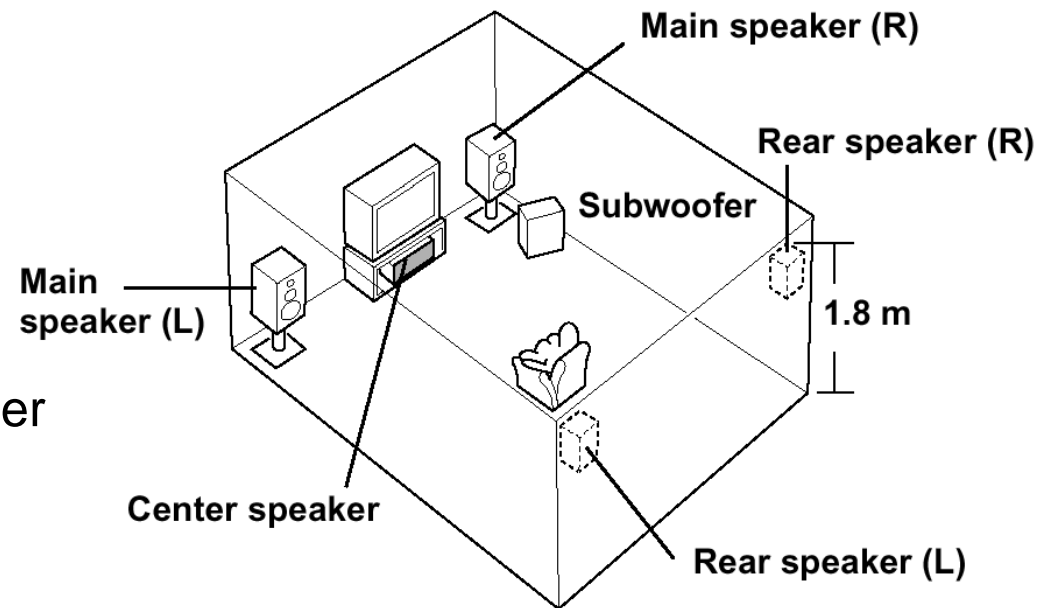
Verfahren	Methode	kHz	Kanäle	kb/s	Qualität
MPEG-1 layer 1	hybrid	32, 44.1, 48	1, 2	32 .. 448	AM / FM / (CD)
MPEG-1 layer 2	hybrid	32, 44.1, 48	1, 2	32 .. 384	AM / FM / (CD)
MPEG-1 layer 3	hybrid	32, 44.1, 48	1, 2	32 .. 320	AM / FM / CD
MPEG-2 AAC	hybrid	16 .. 48	1 .. 5.1	16 ..	AM / FM / CD
Dolby AC-2	trans.	44.1	2	256/ch	CD
Dolby AC-3	trans.	44.1	1 .. 5.1	32 .. 384	CD
DTS	trans.	44.1	1 .. 7.1	768 (5.1)	CD

- derzeit am häufigsten verwendet: MP3, AC-3
- MPEG-4 definiert diverse weitere Codecs
- insbesondere Sprache bei extrem geringer Bitrate

MPEG: Mehrkanalaudio

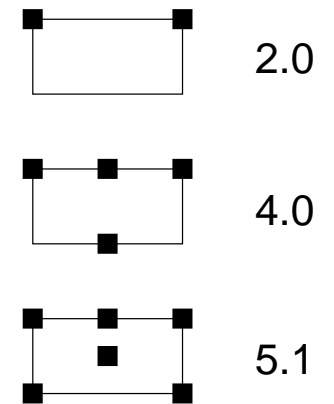
Film als "Erlebnis"?

- erfordert "Eintauchen"
- Übereinstimmung Bild / Ton
- auch für außen sitzende Zuschauer
- "Surround"-Geräusche



Mehrkanal-Audio mit mehreren Lautsprechern:

- Hauptlautsprecher "normal"
 - Center direkt über/unter dem Bild
 - Surroundlautsprecher seitlich oder an der Rückwand
 - Subwoofer seitlich vorne
-
- X.Y Notation: X vollwertige Kanäle, Y LFE-Kanäle



H.261: p64

- CCITT/ITU Standard für Videotelephonie
- Kodierung in Echtzeit mit geringer Latenz
- Bandbreite als Vielfaches von ISDN (64kbps)
- $p = 1 \dots 30$ (64 kbps .. 1.92 Mbps)



"Miss America, 176x144"

Auflösungen:

SQCIF	128 x 96
QCIF	176 x 144
CIF	352 x 288
4CIF	(704 x 576)

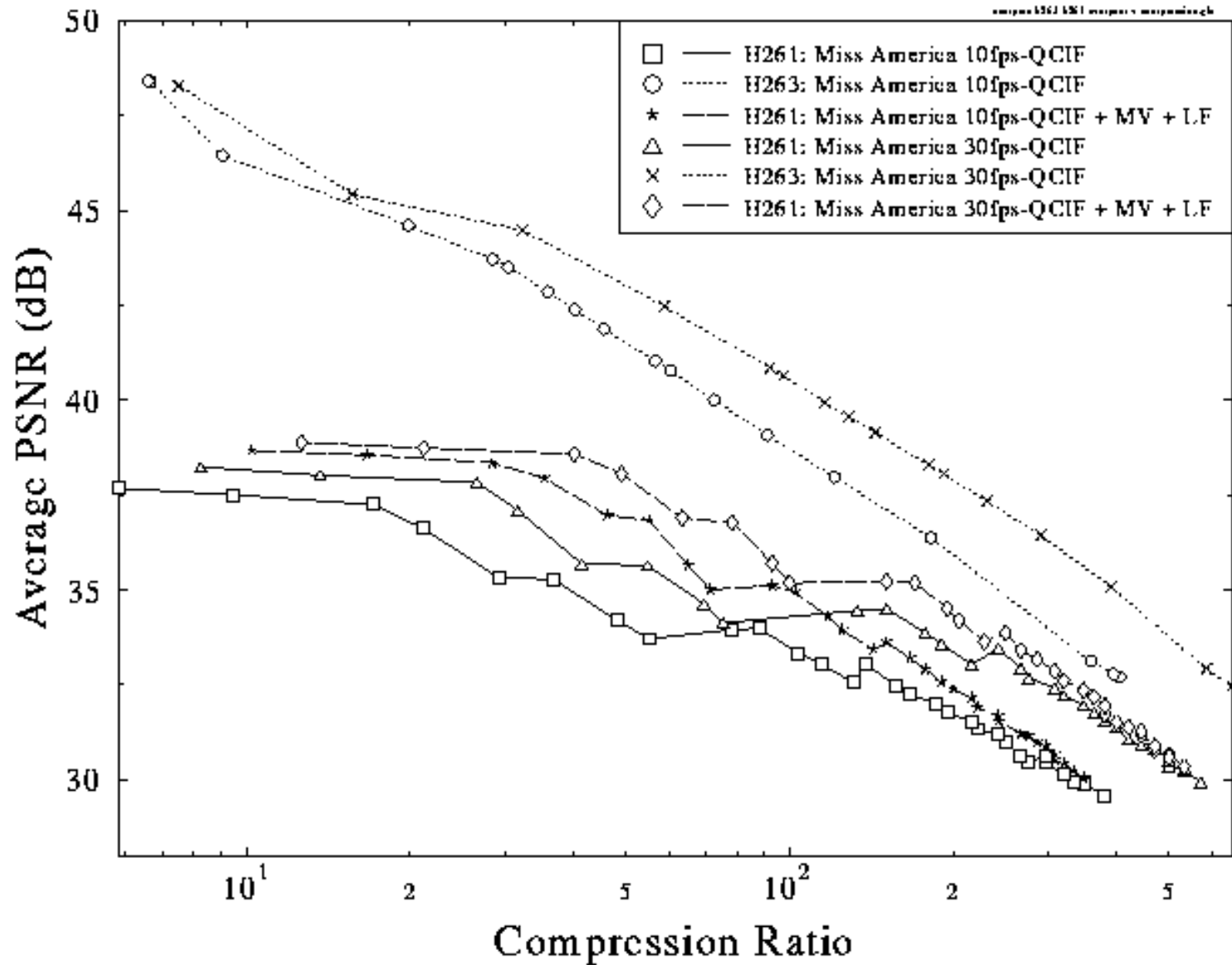
- Verfahren gleichzeitig mit MPEG-1 entwickelt
- ebenfalls 8x8 DCT und Huffman-Kodierung
- leicht andere Quantisierungsregeln

H.263

- Erweiterung von H.261, ITU-Standard 1996
- höhere Genauigkeit der Bewegungsvorhersage (half-pixel)
- B-Frames (bidirektionale Vorhersage)
- Einsparen von Fehlerkorrekturbits
- fünf verschiedene Auflösungen,
zusätzlich 4CIF 704x576, 16CIF 1408x1152
- erlaubt höhere Kompression als H.261

- Anwendung für MPEG-4 Videokodierung

Bildqualität: PSNR H.261 vs H.263



Bildqualität: automatische Bewertung?

Bewertung der Bildqualität?

- subjektive Bewertung durch Testpersonen
- Hinweise auf besonders störende Merkmale
Beispiel: MPEG-Blockartefakte in hellen Flächen

- objektive Kriterien, z.B. Signal-Rausch-Verhältnis
- PSNR: peak signal to noise ratio

- bisher keine "guten" messbaren Kriterien bekannt
- Forschungsthema

H.264 / H.26L

Ausblick auf zukünftige Codecs:

- Vermeiden von visuell störenden Artefakten
- höhere Qualität bei gegebener Bitrate (H.26L)
- bessere Interaktionsmöglichkeiten (MPEG-4)

Beispiel H.26L:

- flexiblere Blockaufteilung (16x16, 8x16, 16x8, 8x8, 4x8, 8x4)
- verlustfreie Integer-Transformation statt DCT
- quarter-pel motion-compensation, mehrere reference-frames
- sehr gute Qualität / sehr niedrige Bitraten möglich
- aber sehr hoher Rechenaufwand

<http://www.tele.ntnu.no/signal/courses/digbil/h26l.pdf>

Codec/Tools-Übersicht: doom9.org

The screenshot shows a Mozilla browser window with the address bar set to <http://www.doom9.org/>. The website header features the text "Doom9.net" on the left and "Doom9.org" on the right, with a row of flags representing various languages. Below the header is a navigation menu with links for "About", "Disclaimer", "DMCA Analysis", "Contact", and "Volunteer". A "Quick Link" search box is also present. The main content area displays a list of news items, with the first item being "XviD 1.0 is out. It contains minor fixes for trellis quantization, fixes for broken DivX5 bitstreams and Vfw GUI tooltips and speeds up VHQ > 1 modes." Other news items include "AutoGK 1.24 ships with DVD2AVIdg 1.3.0 RC3, XviD 1.0 and BeSweet 1.5 b28 and detects CPU optimizations for iDCT in DVD2AVI." and "PVAstrumento 2.1.0.8 no longer spits the video at format changes if not desired, has an improved AC3 detection and can properly handle multi program TS files." A sidebar on the left contains links for "News", "Archive", "Guides", "Download", "Links", "FAQs", "Glossary", "The Basics", "Search", and "Forum".

●

MPEG-4: Konzept

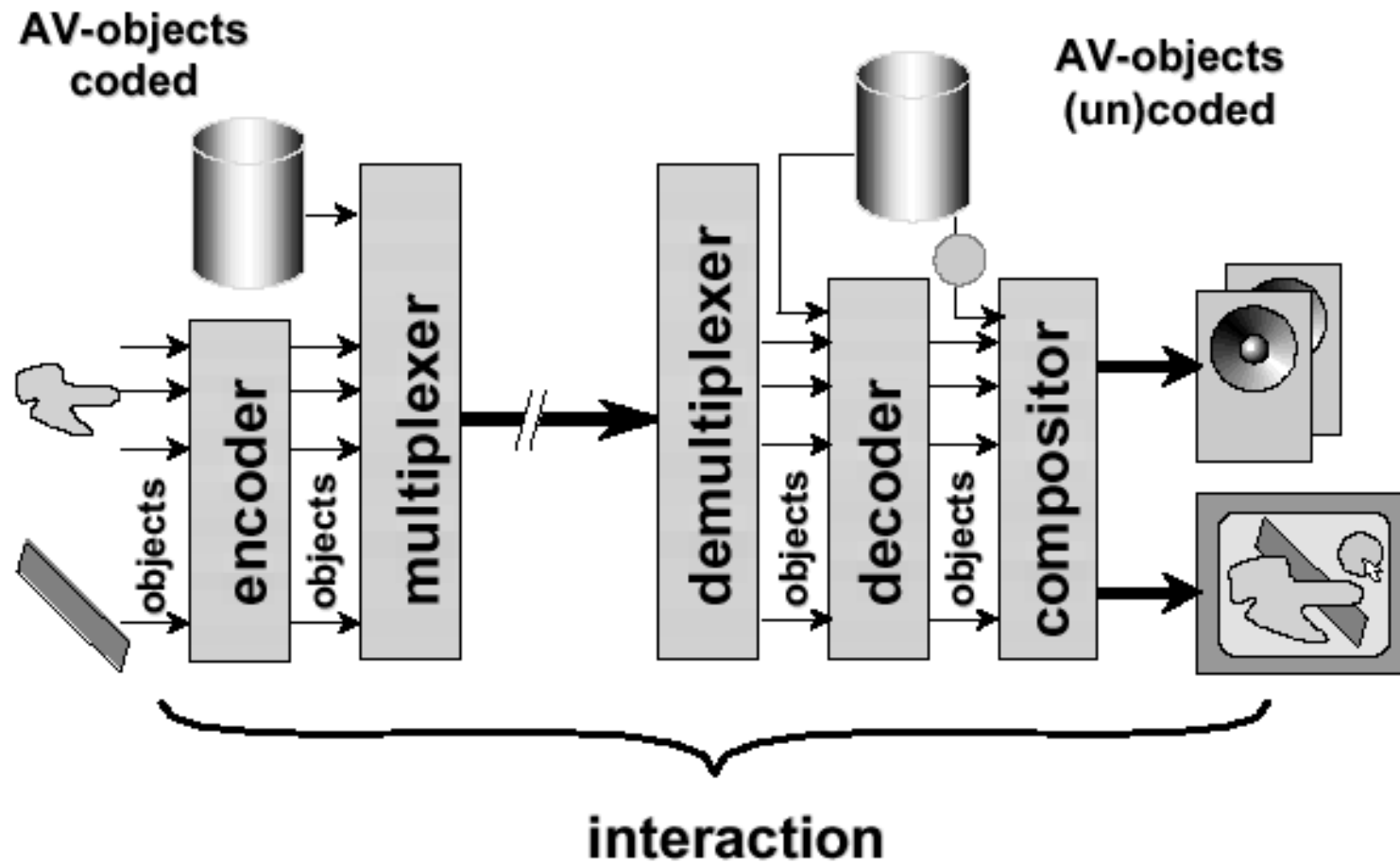
MPEG-4: "Coding of Audio-Visual Objects"

- Satz von standardisierten "Werkzeugen"
- für eine Vielzahl von möglichen Anwendungen
- (broadcast, interactive, conversational)

- insbesondere für mobile Geräte
- daher möglichst geringe Bitraten / hohe Kompression
- aber: Standardformat wichtiger als Kompression

- objektbasiertes Konzept: A&V "objects"
- "composer" inszeniert die Objekte in (2D oder 3D-) Szenen
- spezielle Kodierung für jedes einzelne Objekt möglich
- unabhängig von der Bitrate

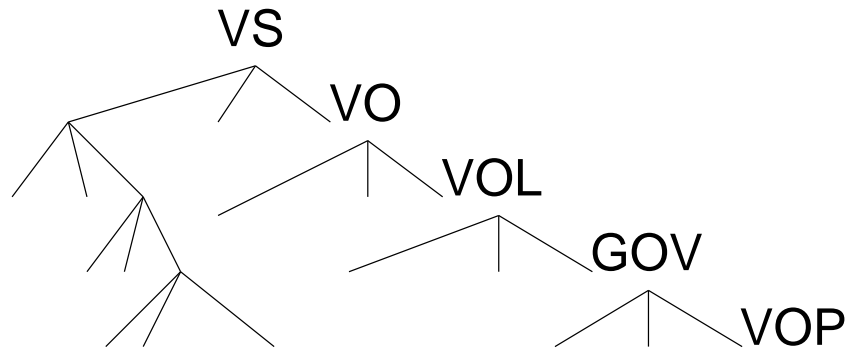
MPEG-4: Übersicht



- BIFS: "binary format for scene description"
- SNHC: "synthetic-natural hybrid coding"

MPEG-4: Videokodierung

- Szene als Baum:



"visual object sequence"

"visual object"

"visual object layer"

"group of visual object plane"

"visual object plane"

- "texture coding" (die eigentliche Videokodierung:)
IBP-Frames, Bewegungskompensation wie MPEG / H.263
- "shape coding": Kodierung nicht-rechteckiger Objekte
- "sprite coding": bel. geformte Sprites zur Überlagerung
- "temporal scaling": automatische Anpassung der Framerate

MPEG-4: DivX

- Microsoft liefert "MPEG4V3" Codec für Windows
- Funktionsumfang beschränkt auf H.263 Videocodec
- trotzdem gut geeignet zur Videokodierung
- aber Encoder schreibt nur WMV, kein AVI

=> "DivX :-)" Hack: Freischaltung des Encoders für AVI-Format

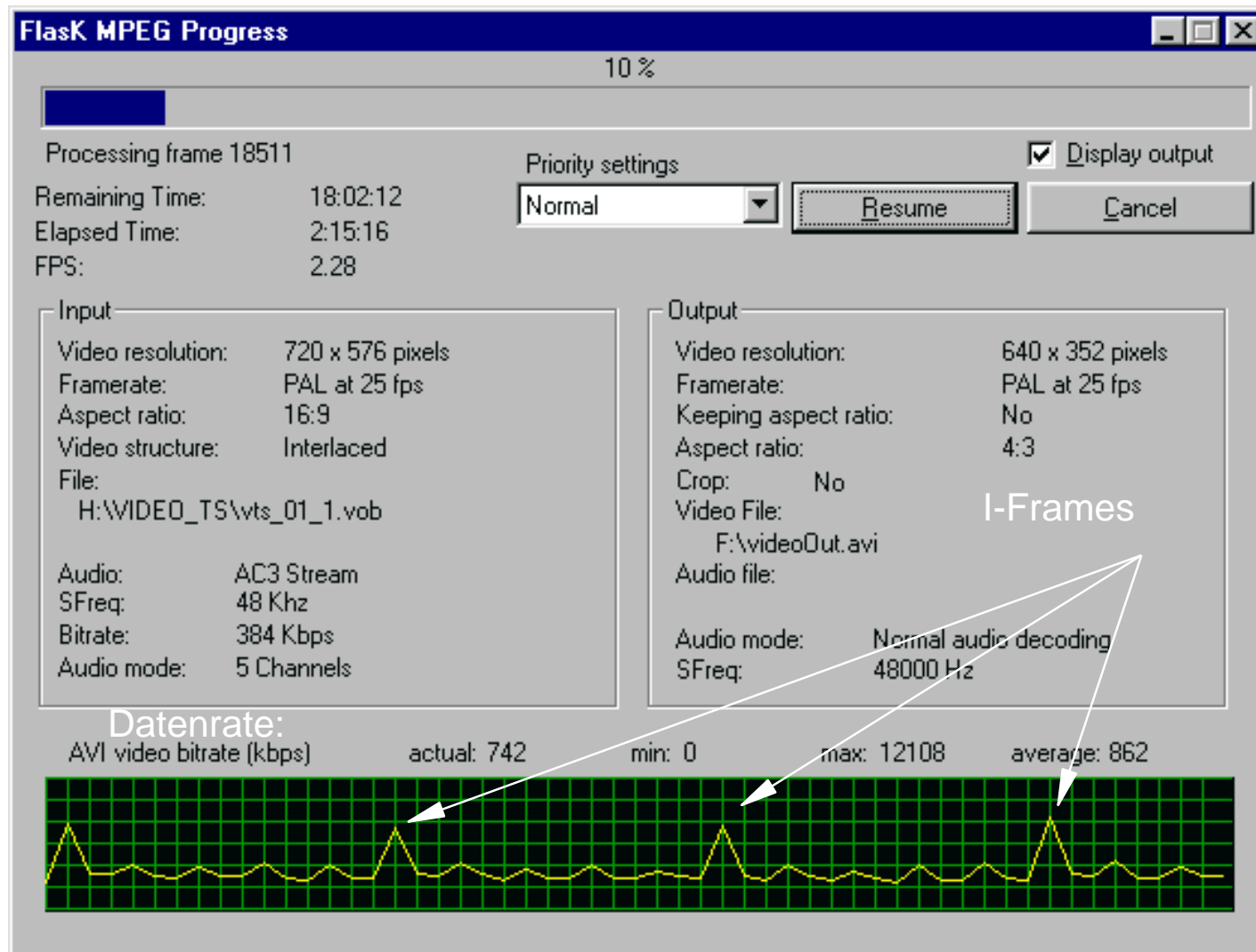
- Kombination mit MP3 oder WMA für Audio
- bis ca. 2h Spielfilm auf einer CD

OpenDivX, DivX, Xvid:

- OpenDivX als open-source Projekt, MPEG-4 Standard
- DivX mittlerweile als kommerzielles Produkt
- Xvid Nachfolger von OpenDivX als open-source Projekt
- Demo

(www.xvid.org, www.divx.com)

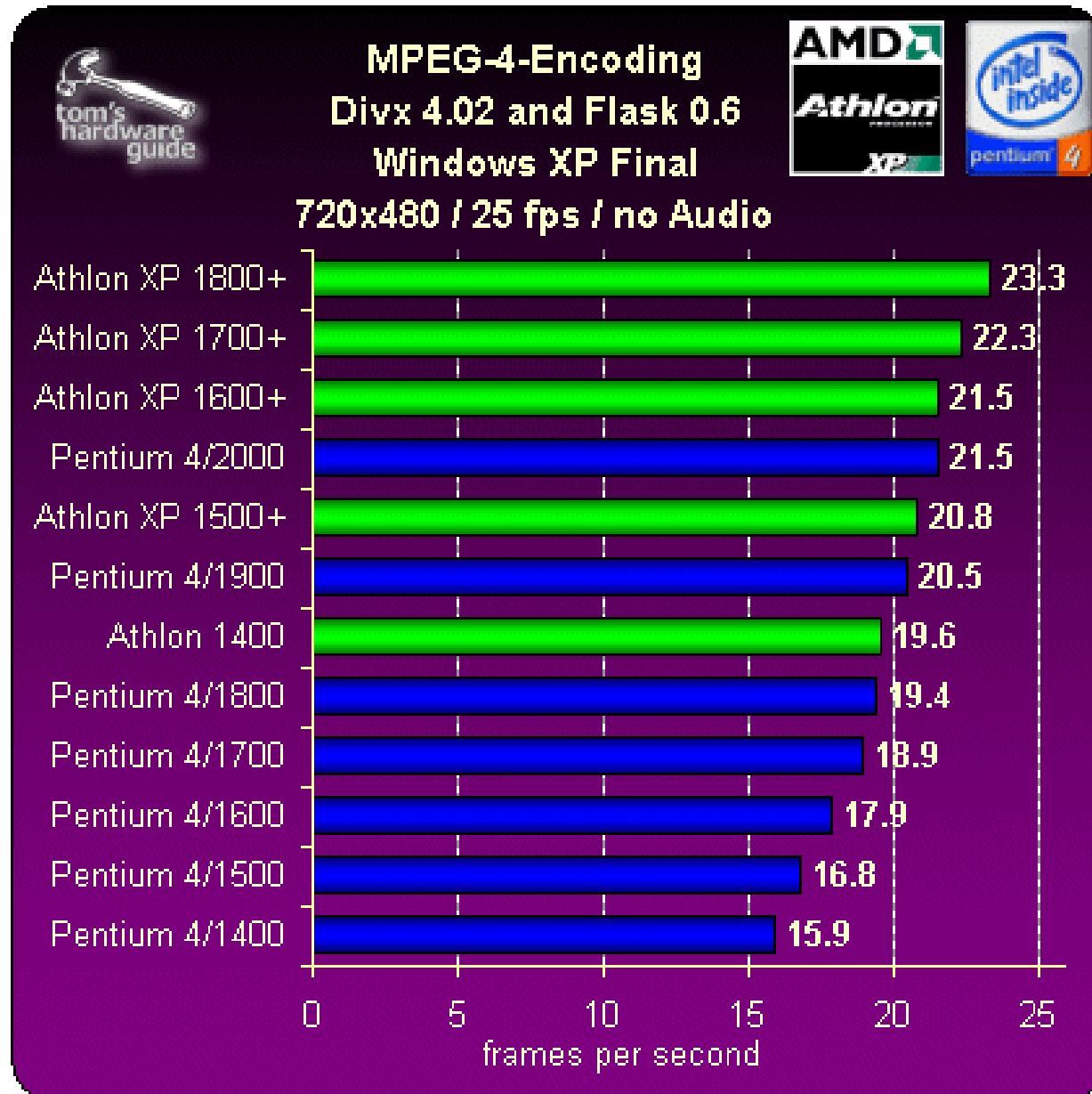
MPEG-4: *FlaskMPEG*



- Tool zur Konvertierung zwischen Videoformaten
- im Beispiel: DVD (vob) -> DivX (avi)

(www.flaskmpeg.net/)

OpenDivX: Performance



stark abhängig von:

- Speicherbandbreite
- MMX / SSE / 3Dnow!
- echtzeitfähig: 2 GHz+

(www.tomshardware.com)

3ivX: low artifact mode



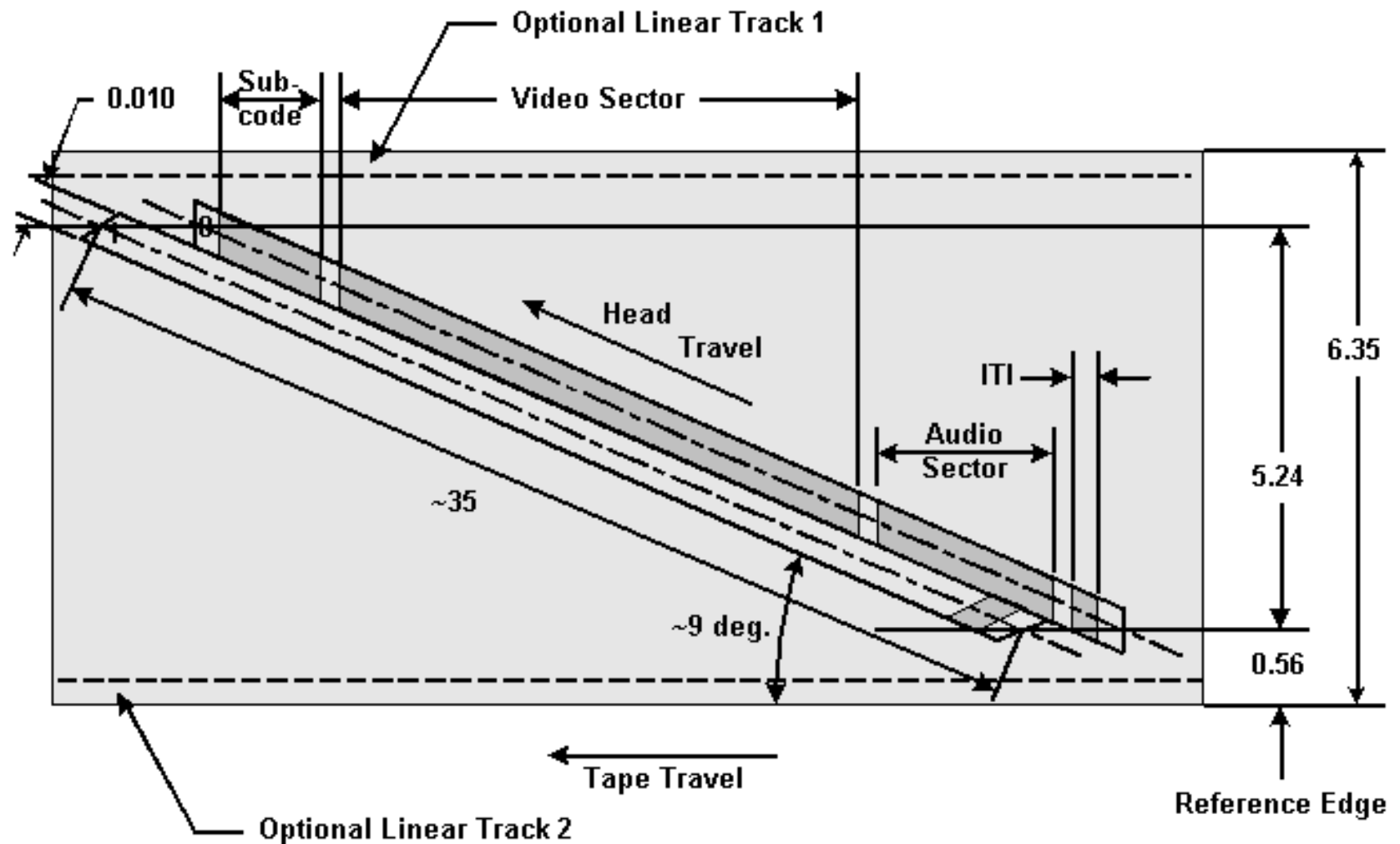
- Blockartefakte visuell sehr störend: "de-blocking filter"
- 3ivX-Codec, 1Mbps, normal / low-artifact mode

(ct 10/2001 122ff)

DV: Digital Video

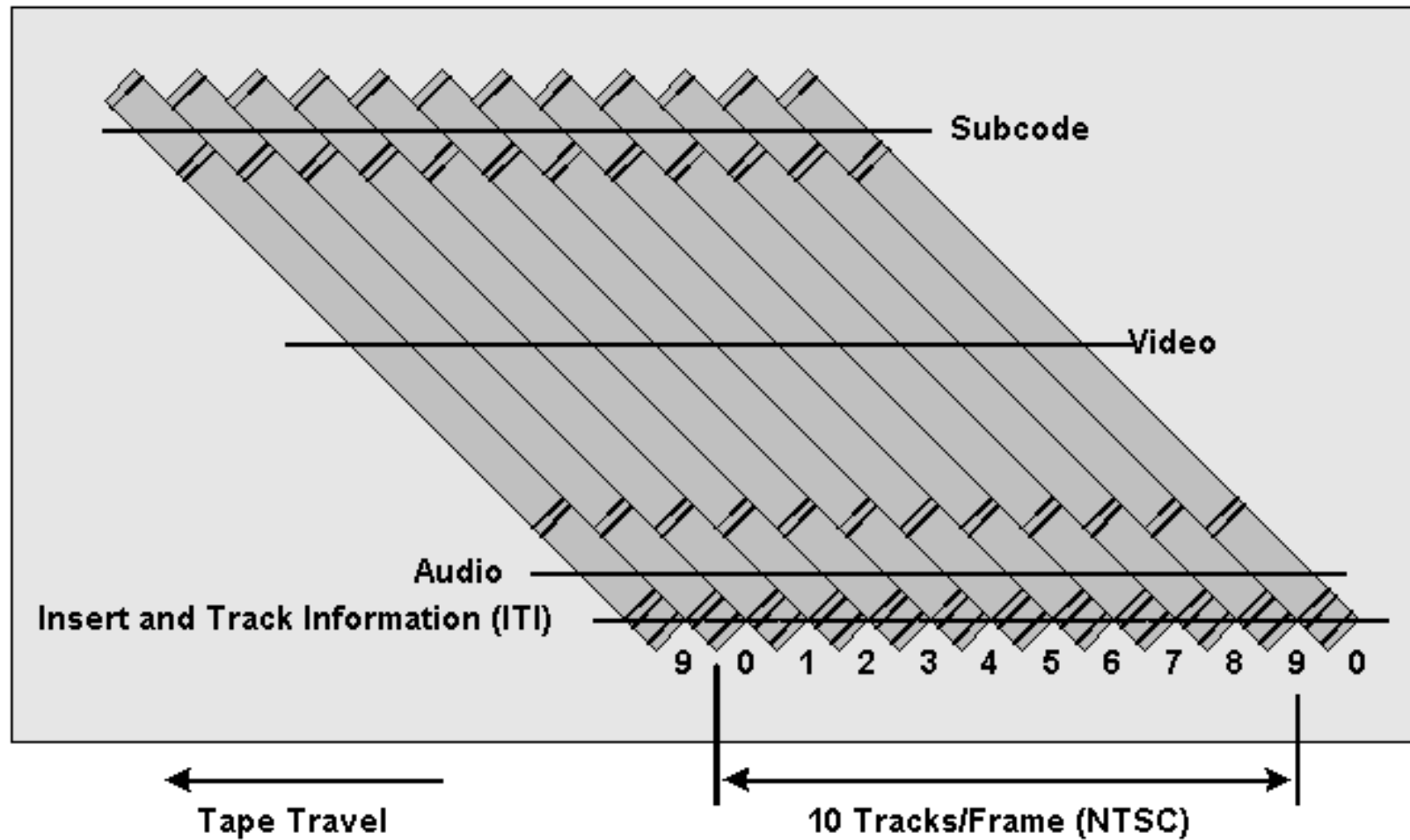
- aktueller Standard für digitale Camcorder
- im Prinzip volle PAL-Auflösung (abhängig vom CCD-Sensor)
- modifiziertes M-JPEG Verfahren zur Datenkompression
- Datenrate 3.5 MB/s
- digitale Aufzeichnung auf Magnetband
- Datentransfer via FireWire/IEEE 1394 Bus
- www.dvcentral.org/dvwhat.html, www.imagendv.com

DV: Schrägspuraufzeichnung



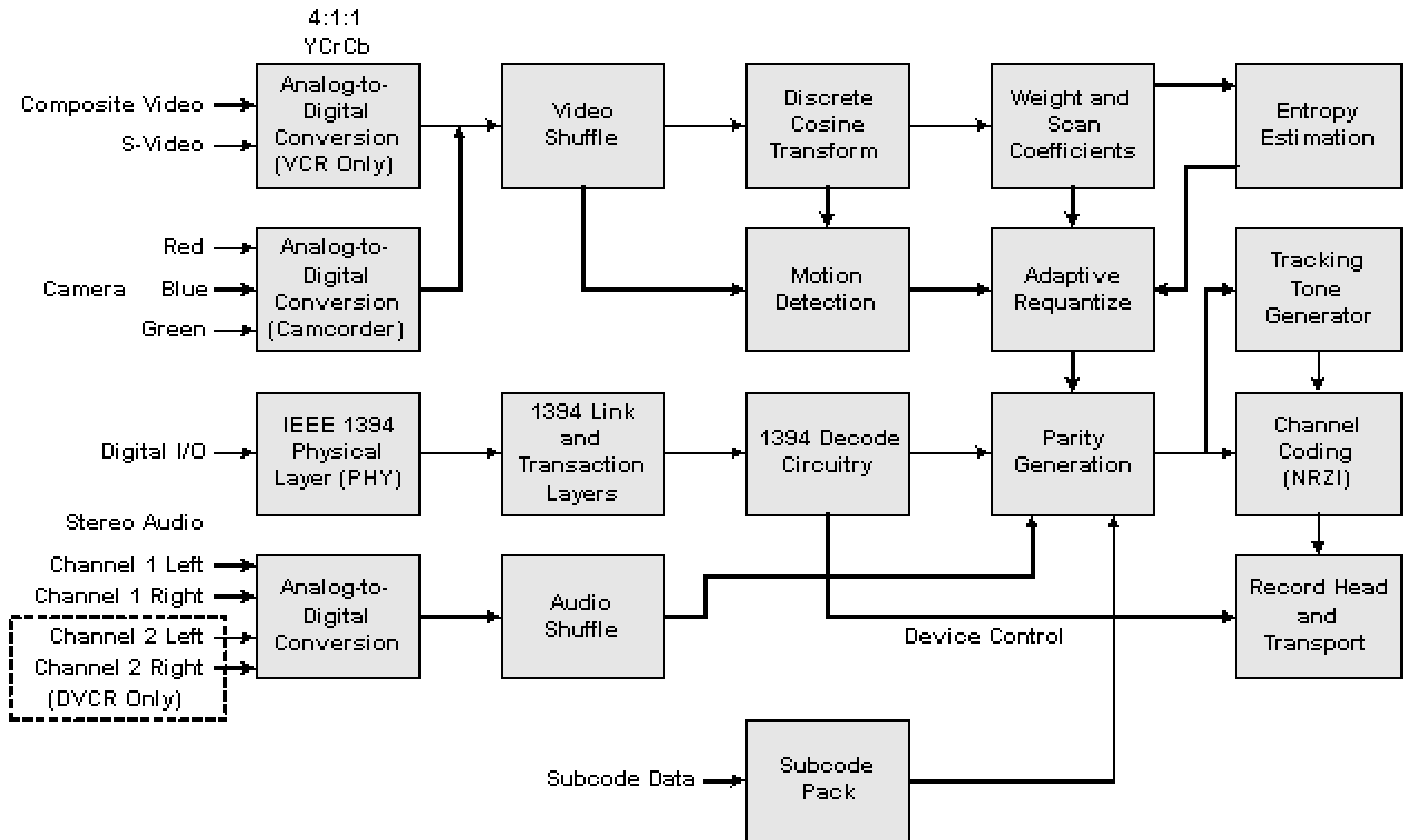
- Mechanik ähnlich wie VHS/S-VHS/DAT, aber digitale Aufzeichnung

DV: Schrägspuraufzeichnung



- getrennte Bandbereiche für Audio / Video / Subcode

DV: Datenfluss



MHP: Multimedia Home platform

erweiterte Funktionen beim Fernsehen?

- "MPH" Vorschlag und Spezifikation
- vom DVB-Konsortium (digital video broadcasting)
- für Set-Top Boxes, Konsolen, PCs, usw.

drei Stufen / Profiles:

- "enhanced broadcast" Programminfos, Newsticker, ...
 - "interactive broadcast" Spiele, Shopping, ... (Rückkanal)
 - "internet access" Web, Mail, Chat, ...
-
- angepasste Java-Virtual Machine (DVB-J)
 - Standard wird mittlerweile weltweit unterstützt

(www.dvb.org, www.mhp.org)



ARD-Vorsitzender Pleitgen sieht MHP vor endgültigem Durchbruch in Europa

[19.11.2001 16:59]

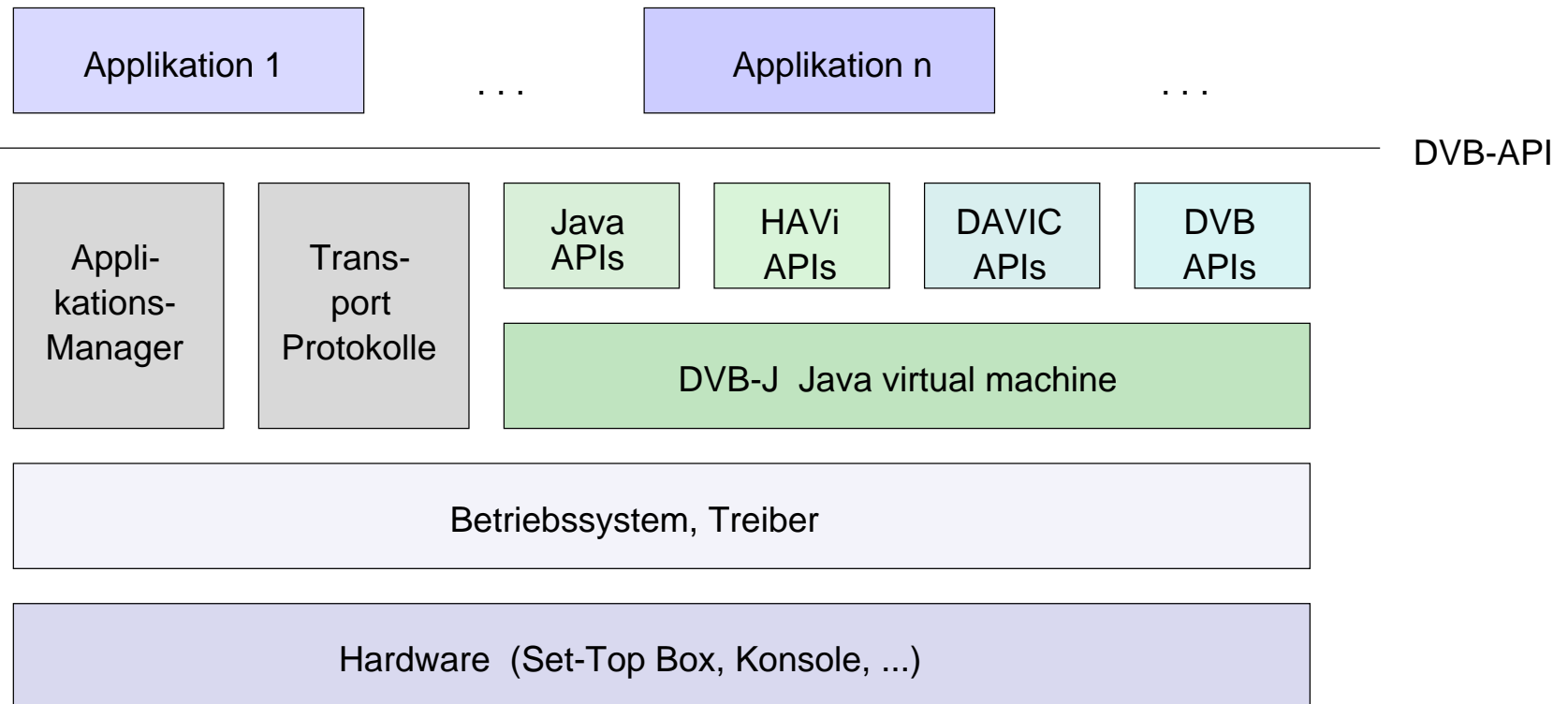
Der ARD-Vorsitzende Fritz Pleitgen begrüßt die Einführung des digitalen Fernsehstandards Multimedia Home Platform (**MHP[1]**) auf dem US-amerikanischen Markt. "Dieser Schritt wird der Einführung von MHP als einheitlichem europäischen Standard endgültig zum Durchbruch verhelfen", erklärte Pleitgen am heutigen Montag. Das Konsortium der bedeutendsten US-amerikanischen Kabelnetzbetreiber, Cable Television Laboratories (**Cable Labs[2]**), hatte vergangene Woche angekündigt, sich für MHP zu entscheiden. MHP ist der offene Standard für digitale Set-Top-Boxen, der interaktive Anwendungen ermöglichen soll.

In Deutschland haben sich in den vergangenen Monaten alle wichtigen Programmveranstalter – ARD, ZDF, RTL und die Kirch-Gruppe – sowie die Landesmedienanstalten auf die Einführung von MHP in Deutschland **geeinigt[3]**. "Versuche von Liberty Media, in Deutschland einen einheitlichen Standard zu verhindern, können nicht akzeptiert werden. Im Interesse des Publikums brauchen wir klare Verhältnisse", forderte Pleitgen. Der US-Investor Liberty, der von der Deutschen Telekom rund 60 Prozent des Kabelnetzes für 5,5 Milliarden Euro **gekauft hat[4]**, will auf MHP **aus Kostengründen verzichten[5]**. Seinen zehn Millionen Kunden will Liberty **Decoder schenken[6]**. (dpa) / (anw[7]/c't)

URL dieses Artikels:

<http://www.heise.de/newsticker/data/anw-19.11.01-004/>

MHP: API



- DVB-J basiert auf JDK 1.1.8 und JMF (mit Erweiterungen)
- zusätzliche APIs für DVB-spezifische Funktionen
- z.B. Graphik-Overlays, Sprites, ...

Beispiele: siehe MHP-Spezifikation, Anhang W

org.dvb.media

SubtitleNotAvailableEvent

Syntax

```
public class SubtitleNotAvailableEvent extends java.util.EventObject
```

```
java.lang.Object
```

```
|
```

```
+--java.util.EventObject
```

```
|
```

```
+--org.dvb.media.SubtitleNotAvailableEvent
```

All Implemented Interfaces:

```
java.io.Serializable
```

Description

Inform an application that a subtitle stream has vanished from the network. This event is not generated on service selection or other forms of 'zapping'. Its generation is restricted to changes in the composition of the subtitle aspects of the same broadcast stream.

MHP: Beispiel

Beispiel für MHP Interaktion:

SNAP2 the fun!

- | | |
|-------------------------|----------------------------|
| Board Games | 1 Othello |
| | 2 Backgammon |
| | 3 Trivia |
| | 4 Crossword |
| | 5 Chinese Solitaire |
| Card Games | 6 Solitaire |
| | 7 Black Jack |
| | 8 Five Card Draw |
| Arcade Games | 9 Professional Gold Digger |
| | 10 Zero G |
| | 11 Tetris™ |
| Children's Games | 12 Twins Café Match Game |
| | 13 Hangman |
| | 14 Tic Tac Toe |



2



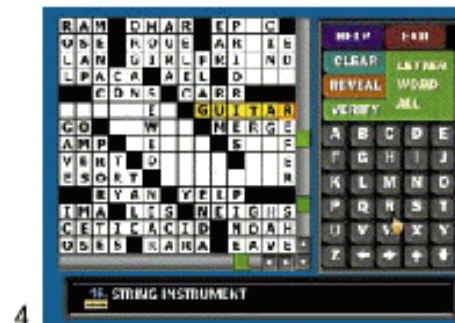
9



3



10



4



11

- Spiele jeweils als Java- oder "native" Versionen

(www.snaptwo.com)

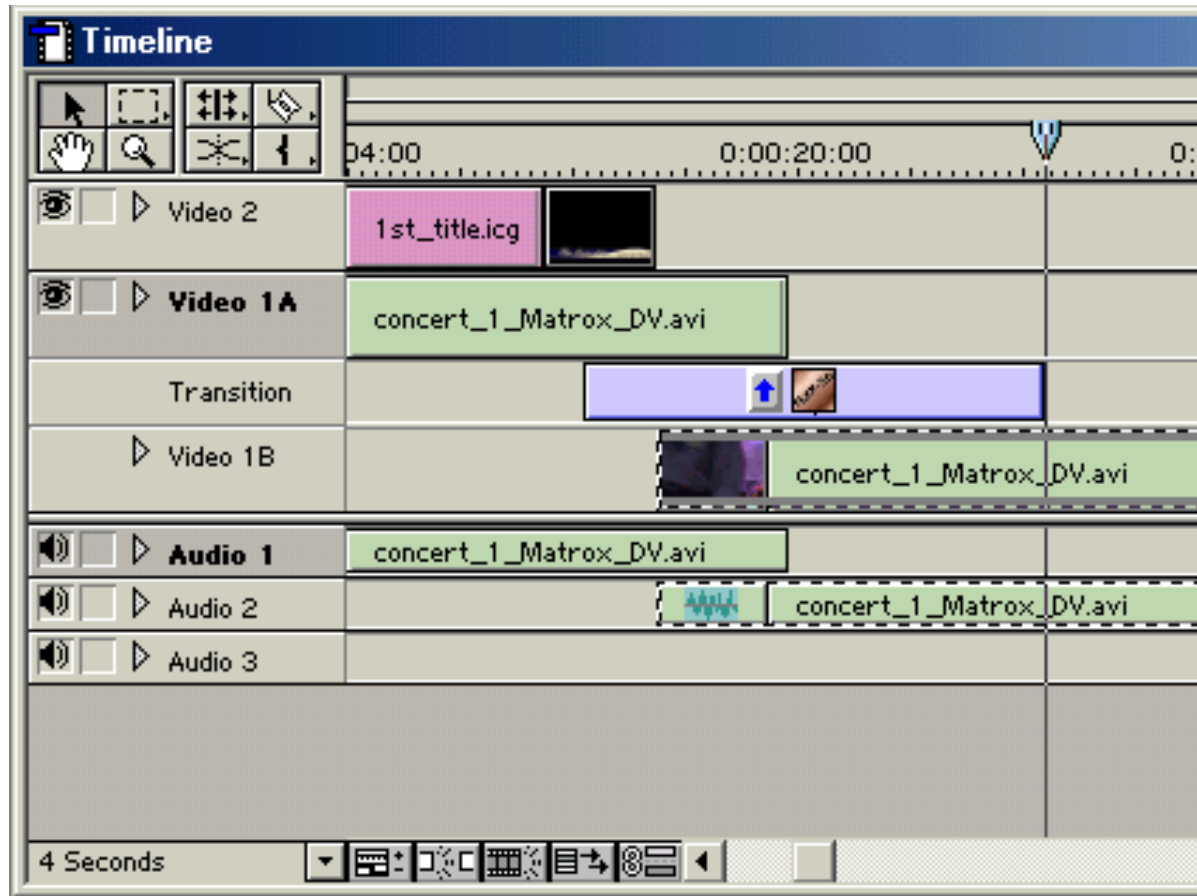
Animationen

"Satz von Multimedia-Daten, die paketweise räumlich korreliert sind und von Paket zu Paket eine zeitliche Korrelation aufweisen. Ein Paket mit intern lediglich räumlicher Korrelation wird als Frame bezeichnet."

(Henning 6.1)

- Definition umfaßt alles: Slideshows .. Videoclips
- Frame = einzelnes Bild, Field = Halbbild (Video)
- Produktion, Movie = gesamte Animation
- Clip = einzelne Szene
- Key Frame = vollständige, eigenständige Einzelbilder
- Animationspfad = Kurve, entlang der sich Objekte bewegen

Animation: Timeline



- Anordnung der einzelnen Clips, Blenden, usw.
- Synchronisation von Audio/Video/Untertiteln

(Screenshot Premiere)

Shockwave, Flash

Flash

Datei Ansicht Steuerung Hilfe

Micropump

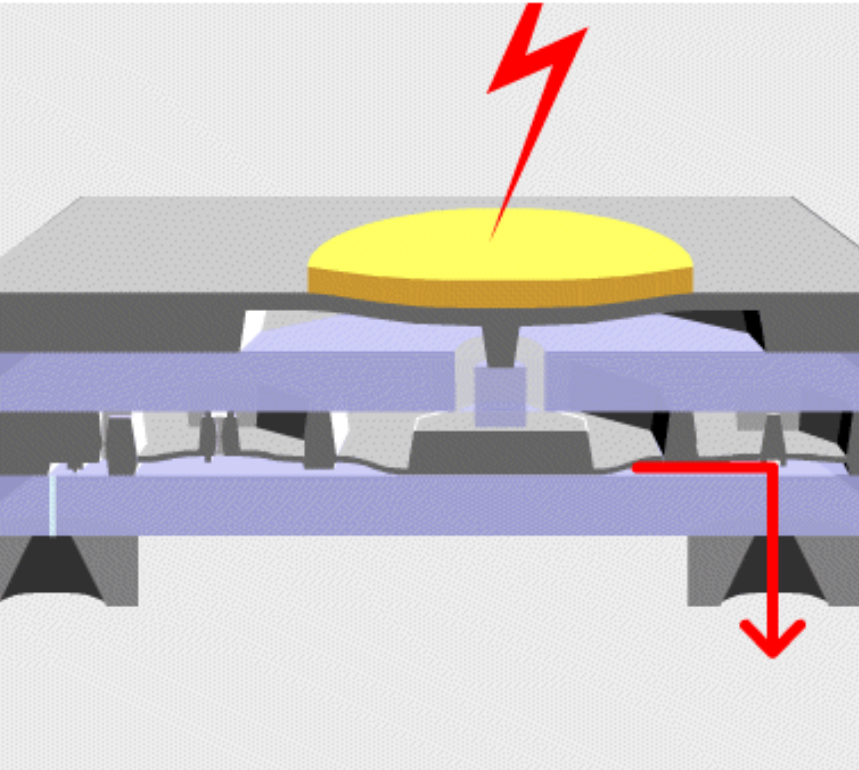
How It Works

The working principle is based on a pump chamber, whose volume changes with the displacement of a membrane, actuated by a piezoelectric disc.

Two passive valves block alternately the inlet and the outlet during the pumping stroke to force the direction of the liquid flow.

The design makes sure the valves are closed when the power is off to avoid leakage in non-operating mode, even with overpressure on one side of the pump.

A particle filter placed before the inlet valve protects the sensitive elements.



Description How it works Fabrication Applications Economics

FSRM

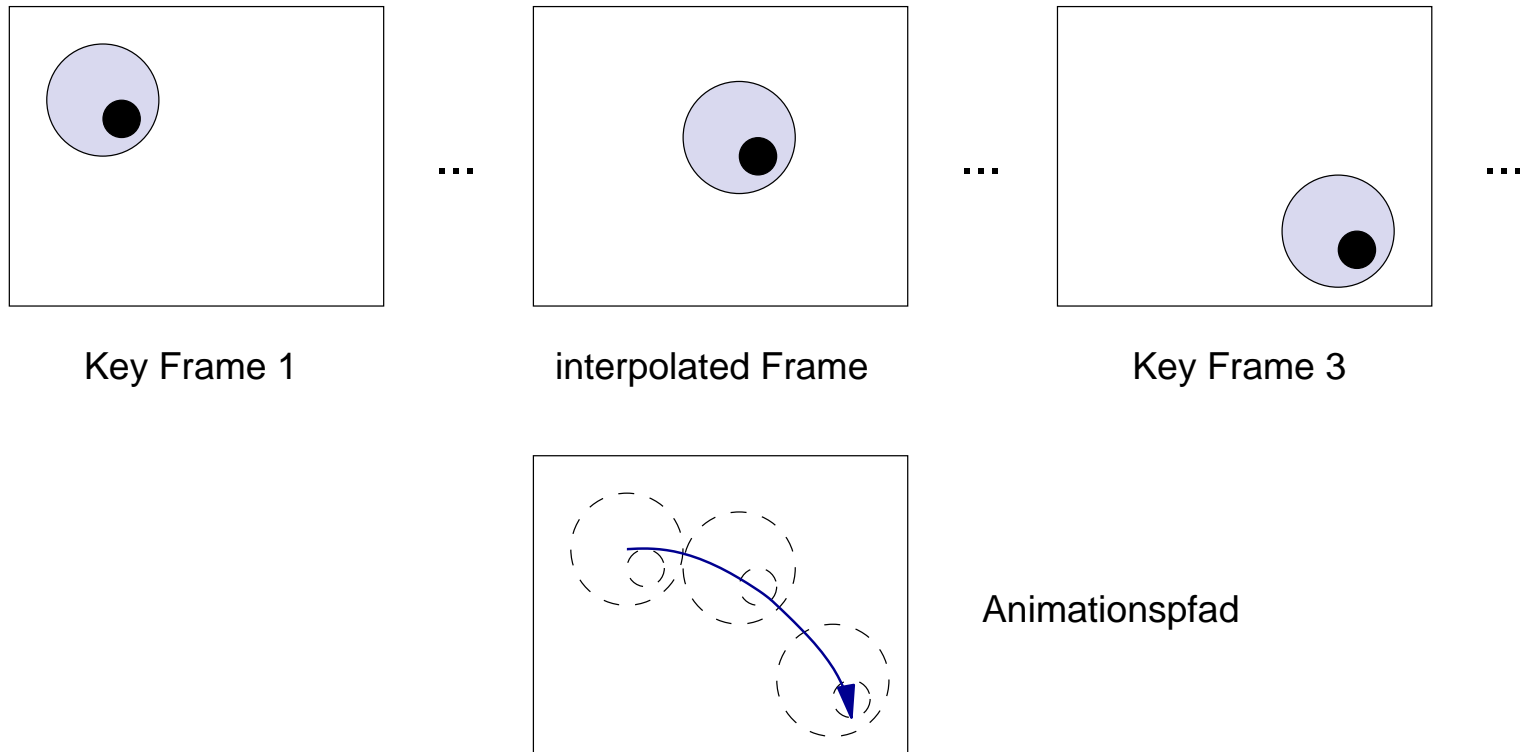
Examples Technologies Glossary Credits Courses Links Navigation Quit

0:55

- Demo: Introduction to Microsystems

(www.macromedia.com / www.fsrn.ch)

Animation: Keyframes



- volle Spezifikation aller Objekt-positionen / -eigenschaften
- nur zu bestimmten, ausgezeichneten Zeitpunkten:

=> "Keyframes"

- Software interpoliert Objektbewegungen / -attribute
- an allen notwendigen Zwischenbildern