

## Video

- Übersicht, Motivation
- Digitaler Videorekorder, Timeshift, MHP
- Analoge Fernsehtechnik
- Composite-Signal, QAM
- NTSC/PAL/SECAM
- Digitale Videokodierung
- MPEG, H.26x
- Bewegungskompensation, IBP-Frames
- Datenkompression und Datenstrom
- Objektbasierte Kodierung, MPEG-4
- Demos

Medientechnik | WS 2001 | 18.204

## Video: Literatur

MPEG-Homepage, Docs, Tutorials, [www.mpeg.org](http://www.mpeg.org)

MPEG-Docs: [www.csel.it/mpeg/](http://www.csel.it/mpeg/)

L. Krisch, Fernsehtechnik, Vieweg, 1993

Salomon, Data Compression, Springer, 2000

IBM Journal R&D 43-3, 1997

Communications of the ACM, 34-4, 1991 (JPEG, MPEG-1, H.261)

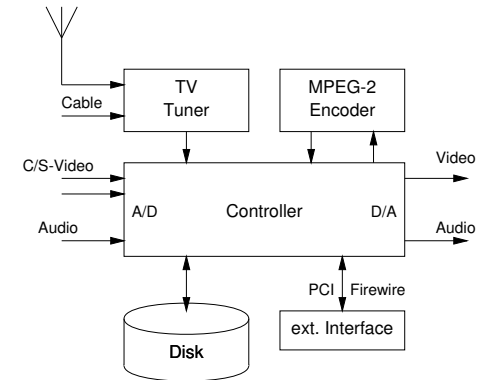
diverse Datenblätter, insb. Brooktree/Conexant Bt8x8

Überblick DVB,MHP,DVR: c't 18/2001, 95ff:

Einführung, MPEG-4, Codec-Test, c't 10/2001, 122ff:

Medientechnik | WS 2001 | 18.204

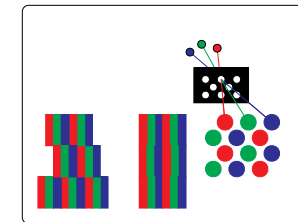
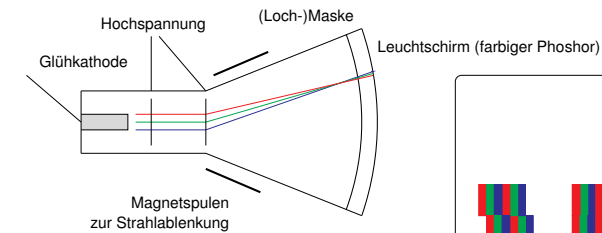
## Digitaler Videorecorder, Timeshift



- "digitaler Videorekorder", z.B. MPEG-2 Aufzeichnung
- gleichzeitige Aufzeichnung und (zeitversetzte) Wiedergabe
- erste "single-chip" Lösungen erhältlich

Medientechnik | WS 2001 | 18.204

## Fernsehen:

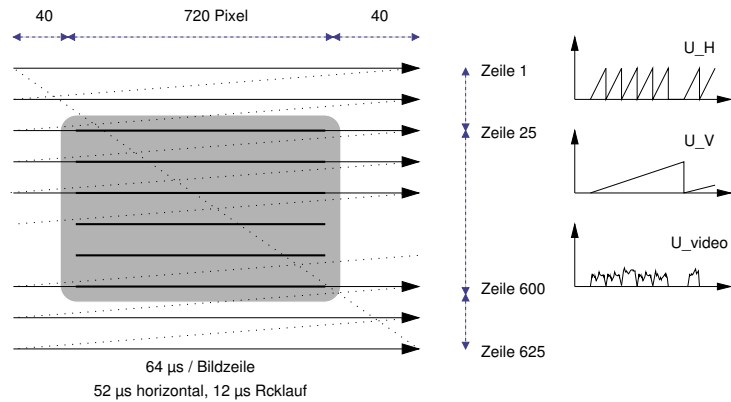


Braun'sche Röhre:

- fokussierter Elektronenstrahl (10+ KV), Leuchtschirm
- Farbfernsehen mit drei unabhängigen Glühkathoden
- magnetische Strahlableitung
- div. Varianten (Loch/Schlitzmaske, inline, ...)

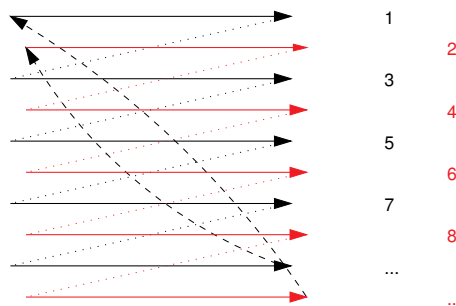
Medientechnik | WS 2001 | 18.204

## Fernsehen: Bilderzeugung



- zeilenweise Abtastung
- Strahl dunkel für horizontalen und vertikalen Strahlrücklauf
- PAL: 625 (575) Zeilen / Bild, 800 (720) Pixel / Zeile

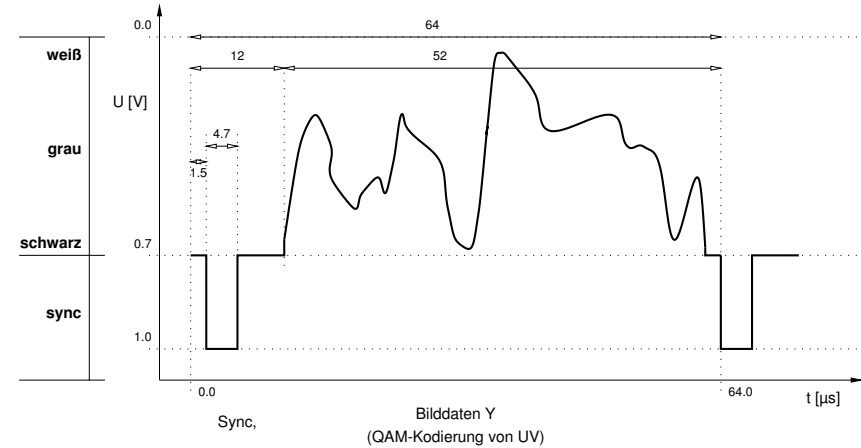
## Fernsehen: Interlacing



"Zeilensprungverfahren":

- abwechselnde Übertragung von "Halbbildern"
- wegen zu kurzem Nachleuchten des Bildschirms
- nachträgliche Korrektur ("De-Interlacing") extrem aufwendig

## Fernsehen: Signalverlauf



- "composite" Signal: Y-Daten plus Sync-Impulse

## PAL, NTSC, SECAM



		f <sub>horiz</sub> kHz	f <sub>vert</sub> Hz	Zeilen	Bandbr. MHz	f <sub>audio</sub> MHz	
NTSC	1953	15.734	60	525	4.2	4.5	
SECAM	1957/1968	15.625	50	625	5.0	5.5	
PAL	1967	15.625	50	625	5.0	5.5	

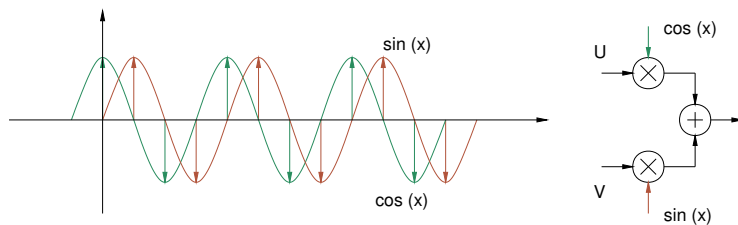
## PAL: Prinzip

"phase alternating line"

- Überlagerung von Helligkeit- und Farbsignalen
- abwärtskompatibel zum S/W-Fernsehen
- YUV-Farbmodell
- QAM-Verfahren (Quadratur-Amplituden-Modulation)
- Farbträger mit 4.43361875 MHz
- Phase des V-Signals wechselt mit jeder Bildzeile

=> Phasenabweichungen "mitteln" sich aus

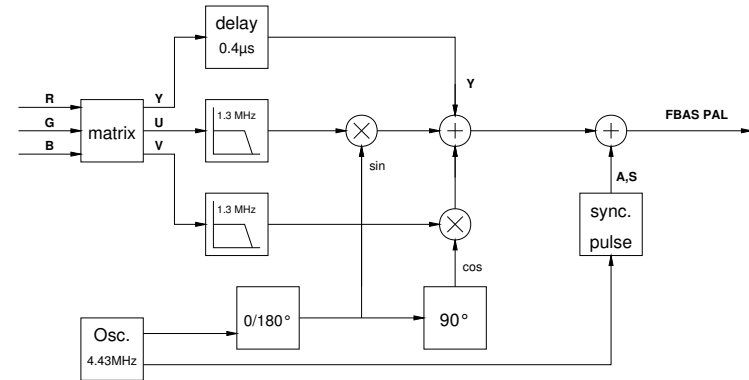
## PAL: QAM



"Quadratur-Amplituden-Modulation"

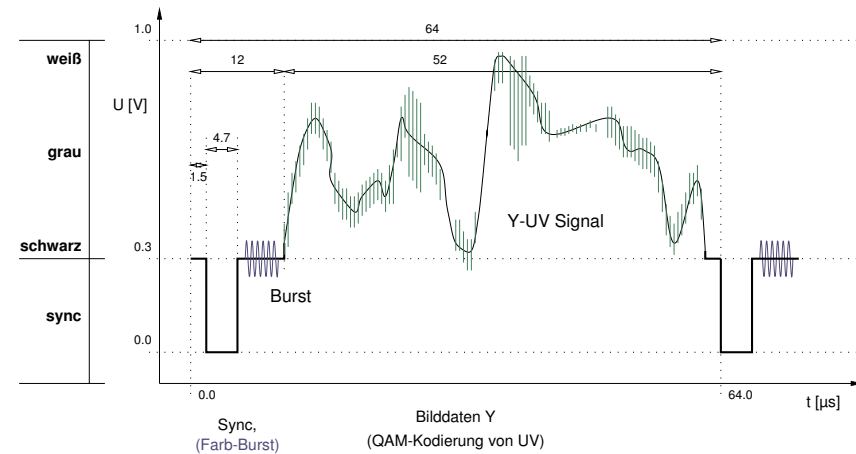
- Übertragen von zwei Signalen (U,V) auf einem Träger
- durch phasenverschobene Multiplikation
- zum Abtastzeitpunkt jeweils einer der sin/cos Terme Null
- Rekonstruktion der Signale erfordert Phase des Trägers
- extrem empfindlich gegen Phasenfehler
- scherzhaft: NTSC = "Never Twice the Same Color"

## PAL: Encoder



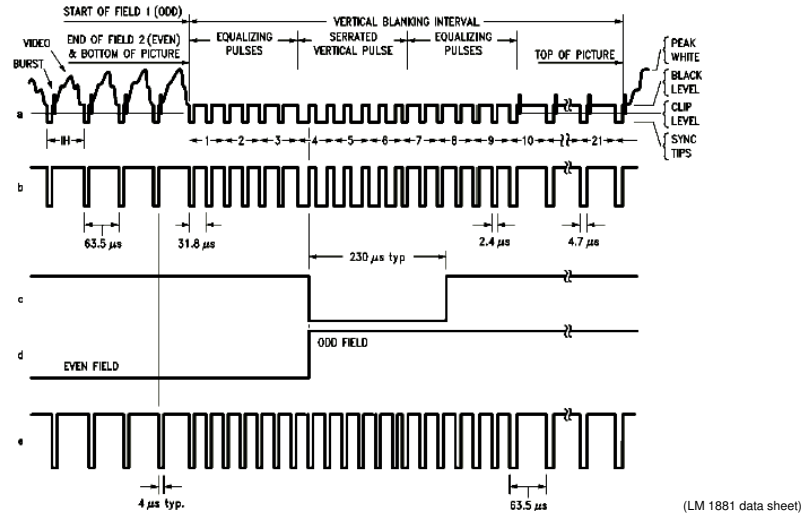
- "FBAS": Farb-Bild-Austast-Synchronisationssignal

## PAL: Signalverlauf



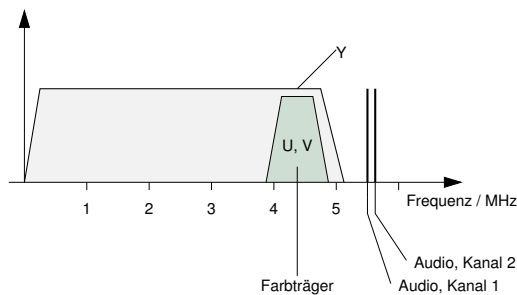
- Burst-Impuls erlaubt Synchronisation auf Phase des Farbträgers

## PAL: H/V-Synchronisation



Medientechnik | WS 2001 | 18.204

## PAL: Frequenzbereiche



- Helligkeitssignal (Y) mit ca. 5 MHz Bandbreite
- Farbsignale (U,V) in QAM um den Farbträger, 4.43.... MHz
- Audiosignale bei 5.50 und 5.74 MHz

Medientechnik | WS 2001 | 18.204

## Video Grabbing

digitale Aufzeichnung von analogem Video?!

- Synchronisation auf das Eingangssignal
- Abtastung, A/D-Wandlung
- Demodulation von Audio, Y/U/V
- erfordert Ausmitteln von Schwankungen
- z.B. autom. Korrektur zu kurzer / zu langer Bildzeilen
- entsprechende Kompensation der Samplezeitpunkte
- De-Interlacing, Korrektur von "Kammeffekten"
- 720 x 576 Pixel RGB888, 25 fps: 30 MB Daten / Sekunde
- diverse Chips verfügbar

Medientechnik | WS 2001 | 18.204

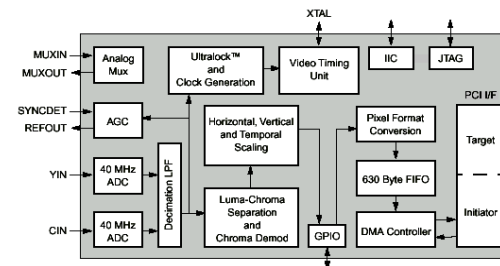
## Grabbing: Brooktree 8x8 Chip

BT848 is a complete, low cost single-chip solution for analog NTSC/PAL/SECAM video capture on the PCI bus. As a bus master, BT848 does not require any local memory buffers to store video pixel data which significantly minimizes the hardware cost for this architecture. BT848 takes advantage of the PCI-based system's high bandwidth and inherent multimedia capability. It is designed to be interoperable with any other PCI multimedia device at the component or board level, thus enabling video capture and overlay capability to be added to PCI systems in a modular fashion at low cost. The BT848 solution is independent of the PCI system bus topology and may be used in a variety of system bus organizations: directly on a motherboard planar bus, on a card for a planar or secondary bus.

### Distinguishing Features

- Fully PCI Rev. 2.1 compliant
- Auxiliary GPIO data port and video data port
- Supports image resolutions up to 768x576 (full PAL resolution)
- Supports complex clipping of video source
- Zero wait state PCI burst writes
- Field/frame masking support to throttle bandwidth to target
- Multiple YCbCr and RGB pixel formats supported on output
- Supports NTSC/SECAM/PAL analog input
- Image size scalable down to icon using vertical & horizontal interpolation filtering
- Multiple composite and S-video inputs
- Supports different destinations for even and odd fields
- Supports different color space/scaling factors for even and odd fields
- Support for mapping of video to 225 color palette
- VBI data capture for closed captioning, teletext and intercast data decoding

### Functional Block Diagram



Medientechnik | WS 2001 | 18.204

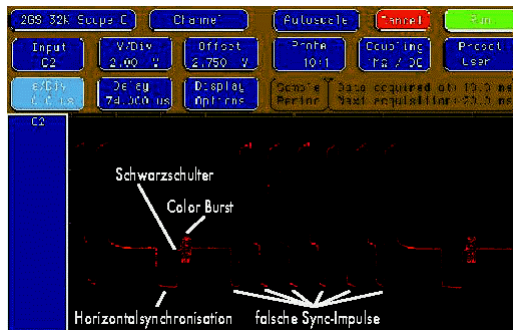
## Grabbing: Karten

Vergleichstabelle  
analoge WinTV Karten

	BUS Typ	TV-Tuner Audio	LKW Stereo Radio	Frame & AVI Clip Capture	Video text	Fernbedien-ung	Dolby Surround	Externe Video-eingänge	Betriebs-system	empf. VK (DM)
<a href="#">WinTV Go Mod. 603</a>	PCI	Ja / Mono	-	Ja	Ja	Nein	Nein	1 x Comp.	Win 95/98/ME NT 4.0/2000	129,-
<a href="#">WinTV Primio-FM Mod. 719</a>	PCI	Ja / Mono	ja	Ja	Ja	Ja	Nein	1 x Comp.	Win 95/98/ME NT 4.0/2000	189,-
<a href="#">WinTV PCI-FM Mod. 718</a>	PCI	Ja / 2-Kanal Stereo	ja	Ja	Ja	Ja	Nein	1 x Comp/ S-Video	Win 95/98/ME NT 4.0/2000	249,-
<a href="#">WinTV Theater Mod. 497</a>	PCI	Ja / 2-Kanal Stereo	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	1 x Comp. + 1 x S-Video	Win 95/98/ME NT 4.0/2000	309,-
<a href="#">WinTV CinemaPro Mod. 288</a>	ISA	Ja / Mono	-	Ja	Ja	Nein	Nein	1 x Comp. (S-Video optional)	Win 3.1x Win 95 Win NT	699,-

(Beispiele von [www.hauppage.com](http://www.hauppage.com), andere Hersteller/Anbieter entsprechend)

## Macrovision



Schutz gegen (analoge) Kopien per Videorekorder:

- zusätzliche (falsche) Synchronimpulse
- wechselnde Amplitude zur Verwirrung der Aussteuerung (AGC)
- im unsichtbaren Bereich: Fernseher ignoriert das Signal

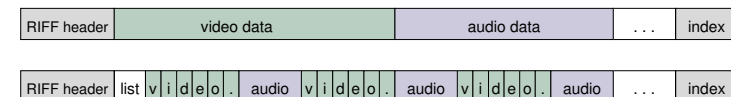
## Video: digitale Speicherung ...

- 720x576 Pixel RGB888 bei 25 fps: 30 MB Daten / Sekunde
- unkomprimiertes Video liefert > 100 GByte / Stunde

=> Videodaten müssen extrem komprimiert werden

- Kompression des Einzelbildes (z.B. JPEG)
- Ausnutzen der Korrelationen aufeinanderfolgender Bilder "Bewegungskompensation"
- Synchronisation von Audio, Video, Untertiteln, Suchhilfen, ...
- "interleaved" Dateiformate: AVI, ASF, MPEG, ...
- 32-bit Dateisystem: Dateigröße limitiert auf 4 GB (2 GB)
- erfordert 64-bit Systeme oder Verkettung mehrerer Dateien

## AVI: Audio Video Interleaved



normal / interleaved

- RIFF-Dateiformat für Multimedia / Videos
- eingeführt mit Video for Windows (Win 3.11)
- definiert ca. 20 Chunk-Typen
- List-Chunk erlaubt "verwobene" Daten
  - Audiodaten, Videoframes (BMP), Audiodaten, ...
  - Datei muß vor Abspielen nicht voll geladen werden
- Spezifikation in Windows API, Übersicht in c't 94/11 S.327
- mittlerweile von ASF abgelöst (s.u.)

## AVI: Beispiel

(0x00000000)	ID:<RIFF> Size:0x000fe964 Form Type = <AVI >	RIFF: AVI
(0x0000000c)	ID:<LIST> Size:0x000007d4 List Type = <hdrl>	Header
(0x00000018)	ID:<kavih> Size:0x00000038	[c't 11/94 327f]
(0x00000058)	ID:<LIST> Size:0x00000474 List Type = <strl>	
(0x00000064)	ID:<strh> Size:0x00000038	
(0x000000a4)	ID:<strf> Size:0x00000428	
(0x000000d4)	ID:<LIST> Size:0x0000005c List Type = <strl>	
(0x000004e0)	ID:<strh> Size:0x00000038	
(0x00000520)	ID:<strf> Size:0x00000010	
(0x00000538)	ID:<vedt> Size:0x00000008	
(0x00000548)	ID:<JUNK> Size:0x00000298	
(0x000007e8)	ID:<LIST> Size:0x000fd184 List Type = <movi>	
(0x000007f4)	ID:<LIST> Size:0x000005b0 List Type = <rec >	Audio / Video / ...
(0x00000800)	ID:<01wb> Size:0x000005a4 /* einige Male nur Sound */	
...		
(0x00004c98)	ID:<LIST> Size:0x000019da List Type = <rec >	
(0x00004ca4)	ID:<00dc> Size:0x00001422	
(0x000060ce)	ID:<01wb> Size:0x000005a4 /* diverse Male Sound und Bild */	
...		
(0x000db804)	ID:<LIST> Size:0x00002d72 List Type = <rec >	
(0x000db810)	ID:<00dc> Size:0x00002d66	
...	/* einige Male nur Bild */	
(0x000fd974)	ID:<idx1> Size:0x00000ff0	Index

Medientechnik | WS 2001 | 18.204

## ASF: Advanced Streaming Format

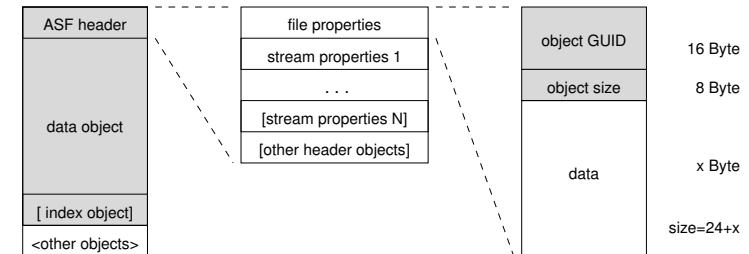
"... an extensible file format designed to store synchronized multimedia data. It supports data delivery over a wide variety of networks and protocols, while still proving suitable for local playback. The explicit goal of ASF is to provide a basis for industry-wide multimedia interoperability, with ASF being adopted by all major streaming solution providers."

[Microsoft, Real Networks 1998]

- RIFF-ähnliche Struktur: header, index, interleaved data
- Chunks (=:"objects") per GUID gekennzeichnet
  - bei Bedarf Registrierung der GUIDs bei Microsoft
  - erlaubt z.B. Codec-Download
  - auch der Player identifiziert sich über seine GUID
  - sehr feine Copyright / Nutzungskontrolle
- siehe ASF-Spezifikation (Version 1.0, 26.02.1998)
- aber aktuelle Version (WMA) von M\$ nicht mehr dokumentiert

Medientechnik | WS 2001 | 18.204

## ASF: Object



- Datei besteht aus ASF objects (statt RIFF chunks)
  - oberste Ebene: header / data / [Index] / [more objects]
  - weitere Ebenen durch Einteilen des data-object
  - insbesondere: mehrere Datenströme innerhalb des data-object
  - Header-Object bei Bedarf wiederholt senden
  - Größenfeld erlaubt Objekte bis zu 2\*\*64 Byte

Medientechnik | WS 2001 | 18.204

## ASF: GUID

GUID/UUID := "globally/universally unique IDs"

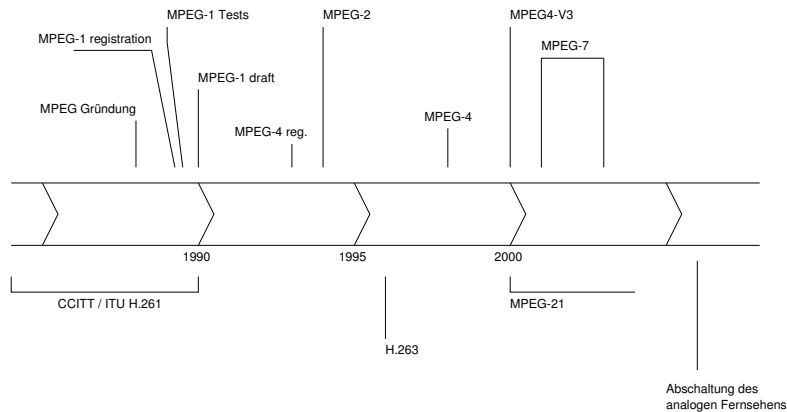
- 128-bit Signatur
- entwickelt für NCS (Apollo), übernommen in OSF/DCE und Windows
  - Ethernet-MAC Adresse plus Zeitmarke (eindeutig)
  - oder 47-bit Zufallsadresse plus Zeitmarke
  - Zeit mit 100ns Auflösung, Sequenznr. zur Korrektur (reboot)
  - eindeutig bis 3400 n.Chr.

```
ASF-Header:  D6E229D1-35DA-11DA-9034-00A0C90349BE
ASF-Data:   D6E229D2-35DA-11DA-9034-00A0C90349BE
ASF-Index:  D6E229D3-35DA-11DA-9034-00A0C90349BE
usw.       time-low-mid-high|seq.|ethernet----
```

- jeder Windows-Rechner eindeutig identifizierbar

Medientechnik | WS 2001 | 18.204

## MPEG: Entwicklung



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

Medientechnik | WS 2001 | 18.204

## MPEG: Übersicht

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", ...

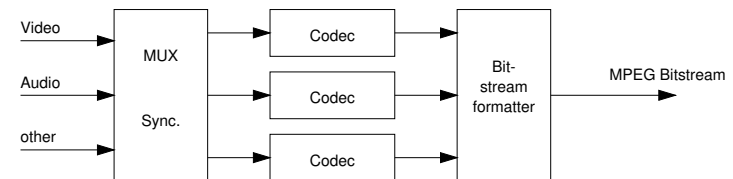
Medientechnik | WS 2001 | 18.204

## 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

Medientechnik | WS 2001 | 18.204

## MPEG: Video



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

Medientechnik | WS 2001 | 18.204

## 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")

Medientechnik | WS 2001 | 18.204

## MPEG: vs. H.26x

### MPEG-1/-2:

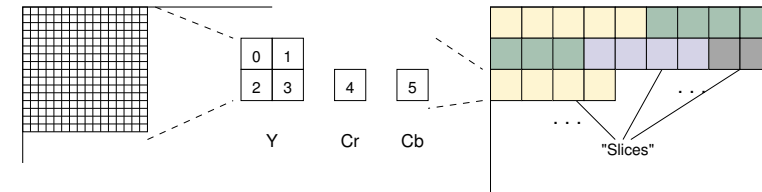
- Kodierung und Speicherung von Videodaten
- keine Echtzeit- / Latenzanforderungen
- aufwendige, komplexe (2-pass) Kodierung möglich

### H.261, H.263:

- Video-Telephon, Video-Konferenzen
- für (mehrfache) ISDN-Bandbreite: p x 64 kbps
- erfordert Echtzeit-Kodierung, Übertragung, Dekodierung
- minimale Latenz, möglichst < 0.3s
- sehr ähnliche Algorithmen
- Kodierung basiert auf 8x8 DCT-Blöcken mit Entropiekodierung

Medientechnik | WS 2001 | 18.204

## MPEG-1: Bildformat



Bildformat ähnlich wie JPEG:

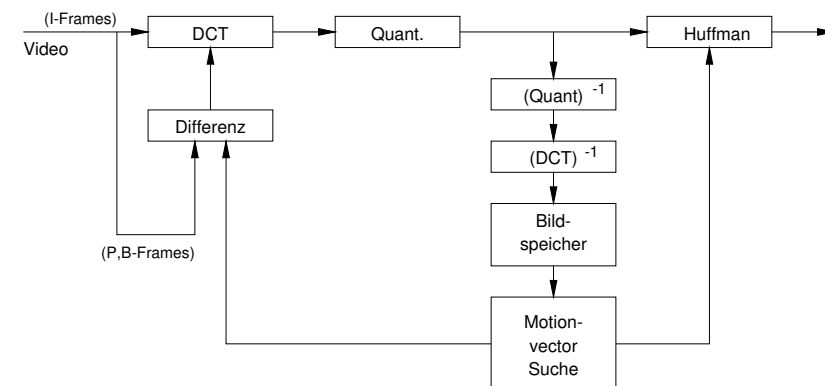
- Blockbildung 8x8 Blöcke für DCT
- 4:2:0 YCrCb-Kodierung
- Makroblöcke aus 4 Blöcken Y, je ein Block Cr Cb

"Slices" aus mehreren Makroblöcken

"Pictures" aufgebaut aus Slices

Medientechnik | WS 2001 | 18.204

## MPEG-1: Blockschaltbild

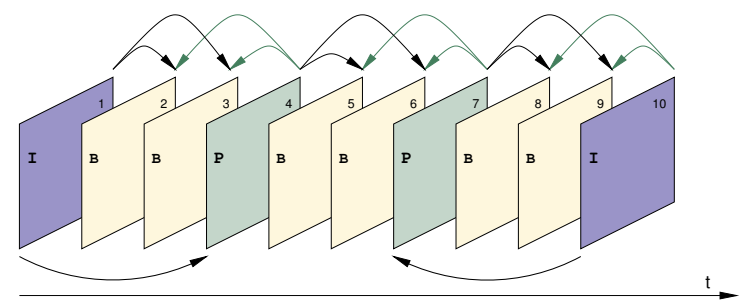


- Suche nach Bewegungsvektoren besonders aufwendig

Medientechnik | WS 2001 | 18.204

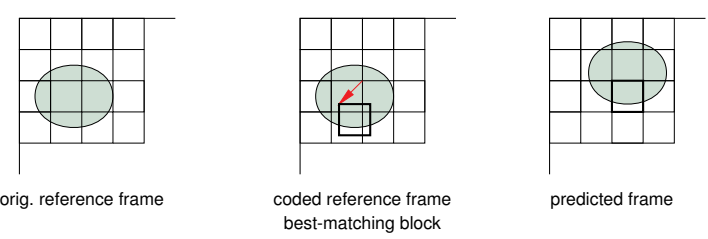


## MPEG-1: IPB-Frames



- "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) ...

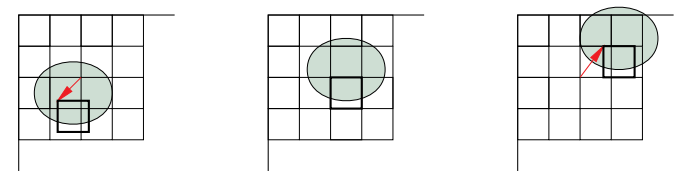
## MPEG: Prediction



"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:

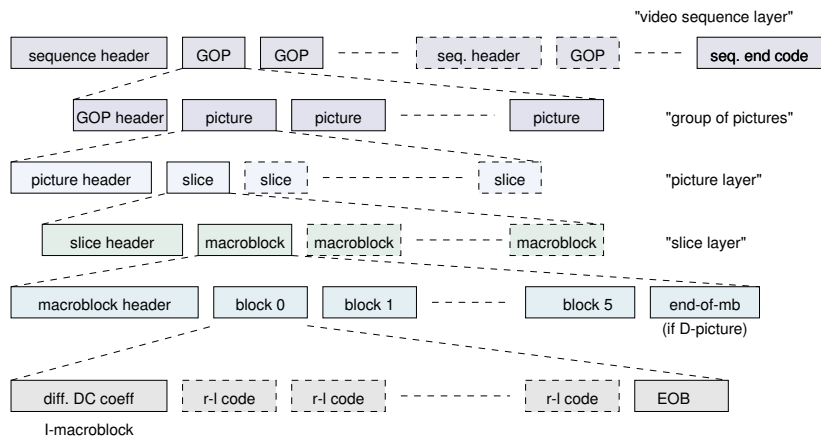
- Suche nach "passenden" Blöcken in beiden Referenz-Frames
- Kodierung von zwei Bewegungsvektoren mv1 und mv2
- Kodierung der Differenz:  
$$B(x) = [ I1(x+mv1) + I2(x+mv2) ] / 2$$
- B-Frames sind besonders klein (und unscharf)

## 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 0110 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

## 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

(mvs.informatik.tu-chemnitz.de/~jan/MPEG/HTML/mpeg\_file.html)

## MPEG-2: Konzept

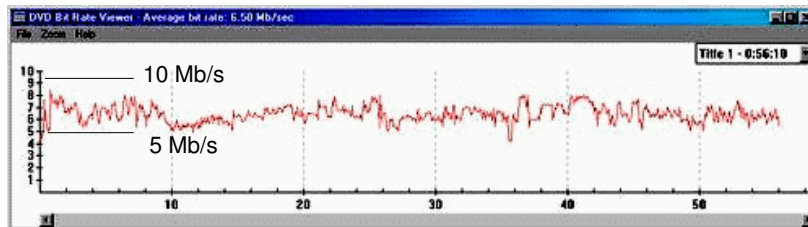
- Audio/Videokodierung, Qualität von MPEG-1 bis HDTV
- bei entsprechend höheren Datenraten, 4 Mb/s .. 80 Mb/s
- diverse Profiles / Levels vordefiniert
- Draft 1993, Standard seit Ende 1994
- Mehrkanal-Audio, MPEG-BC/AAC Codecs
- für DVDs aber meistens Dolby AC3 oder DTS
- Untertitel (Sprites)
- mehrere 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

## MPEG: Audio

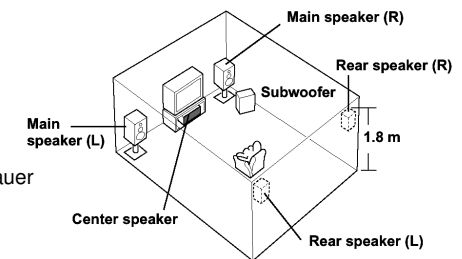
Verfahren	Methode	kHz	Kanäle	kb/s	Qualität
MPEG-1 layer 1	hybrid	32, 44.1, 48	1, 2	32 .. 448	AM / FM / (CD)
MPEG-1 layer 2	hybrid	32, 44.1, 48	1, 2	32 .. 384	AM / FM / (CD)
MPEG-1 layer 3	hybrid	32, 44.1, 48	1, 2	32 .. 320	AM / FM / CD
MPEG-2 AAC	hybrid	16 .. 48	1 .. 5.1	16 ..	AM / FM / CD
Dolby AC-2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

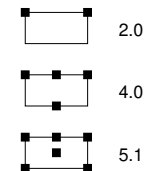
Film als "Erlebnis"?

- 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



## 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

## 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:

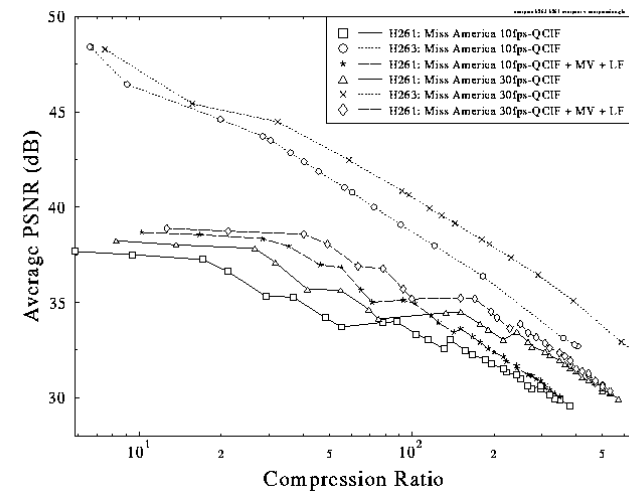
SQCIF	128 x 96
QCIF	176 x 144
CIF	352 x 288
4CIF	(704 x 576)

- 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 Bewegungsvorherage (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



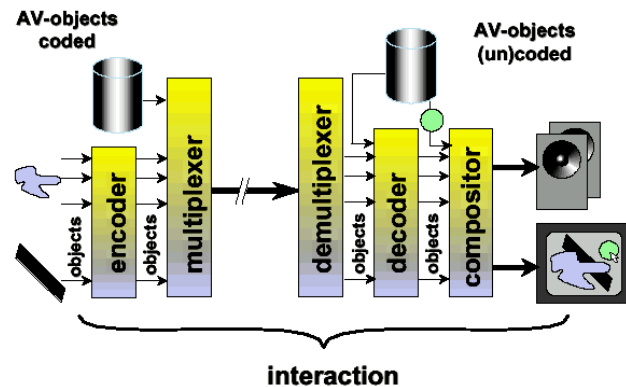
## MPEG-4: Konzept

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"
- "compositor" inszeniert die Objekte in (2D oder 3D-) Szenen
- spezielle Kodierung für jedes einzelne Objekt möglich
- unabhängig von der Bitrate

Medientechnik | WS 2001 | 18.204

## MPEG-4: Übersicht

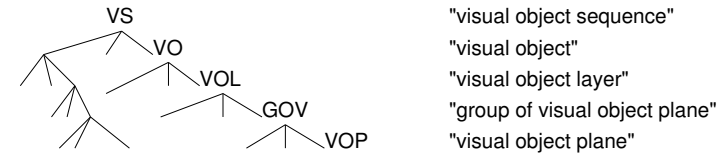


- BIFS: "binary format for scene description"
- SNHC: "synthetic-natural hybrid coding"

Medientechnik | WS 2001 | 18.204

## MPEG-4: Videokodierung

- Szene als Baum:



- "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

Medientechnik | WS 2001 | 18.204

## 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

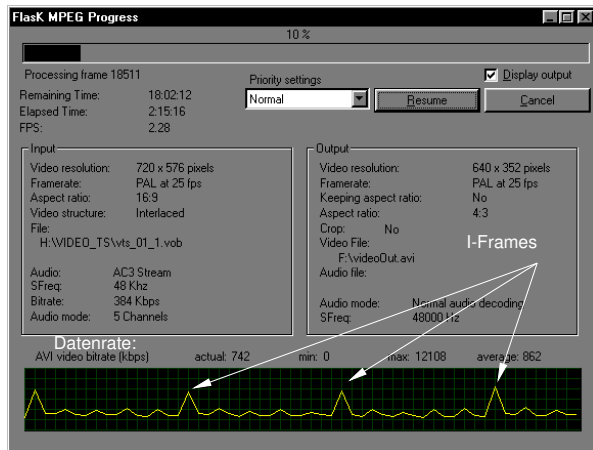
OpenDivX:

- neuentwickelter, Open-Source MPEG-4 Codec
- dekodiert auch DivX 3.xx Datenströme
- Download inklusive Player von divx.com
- Demo

(www.divx.com)

Medientechnik | WS 2001 | 18.204

## MPEG-4: FlaskMPEG



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

(www.flaskmpeg.net/)

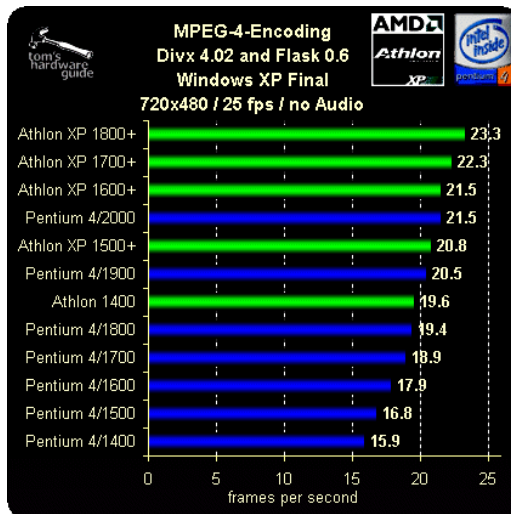
## 3ivX: low artifact mode



- Blockartefakte: 3ivX-Codec, 1Mbps, normal / low-artifact mode

(ct 10/2001 122ff)

## OpenDivX: Performance



stark abhängig von:

- Speicherbandbreite
- MMX / SSE / 3DNow!
- nicht echtzeitfähig

(www.tomshardware.com)

- Leerseite

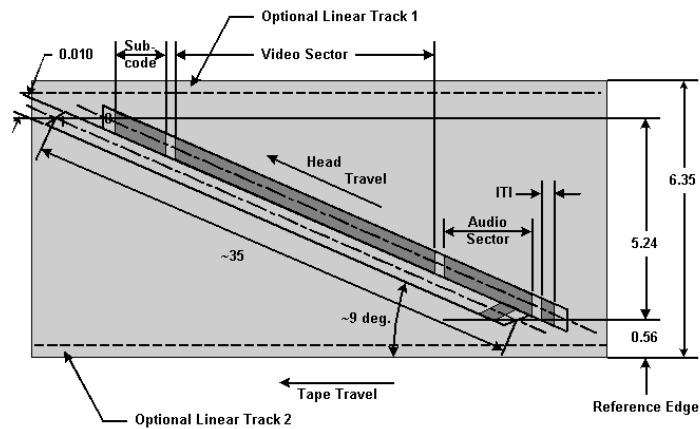
(Zitat)

## 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](http://www.dvcentral.org/dvwhat.html), [www.imagendv.com](http://www.imagendv.com)

Medientechnik | WS 2001 | 18.204

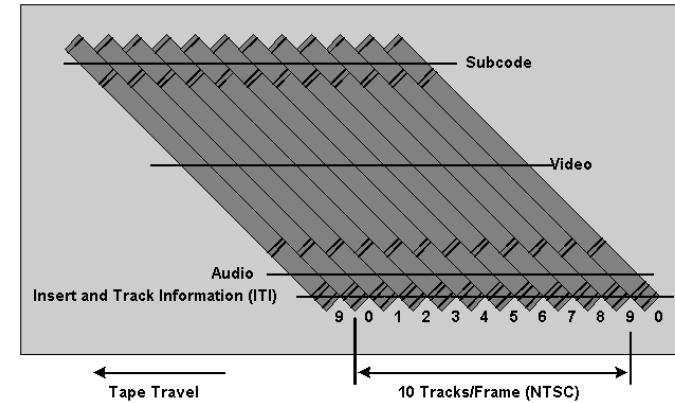
## DV: Schrägspuraufzeichnung



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

Medientechnik | WS 2001 | 18.204

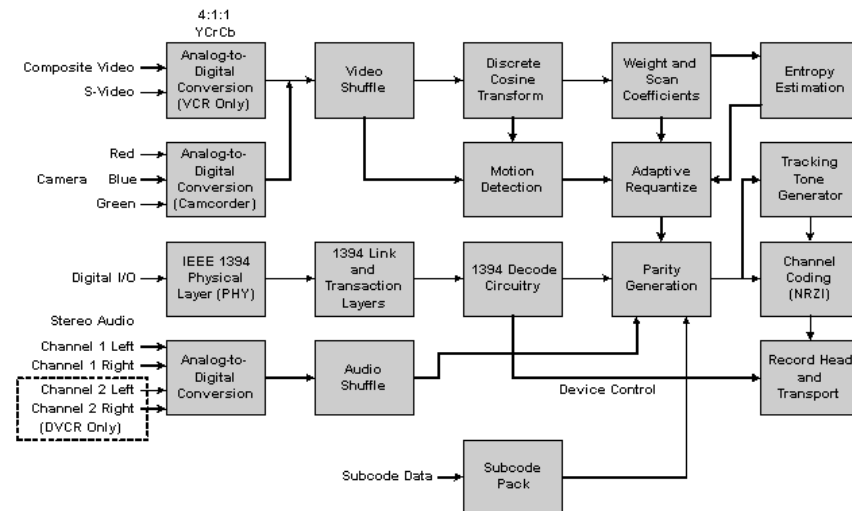
## DV: Schrägspuraufzeichnung



- getrennte Bandbereiche für Audio / Video / Subcode

Medientechnik | WS 2001 | 18.204

## DV: Datenfluss



Medientechnik | WS 2001 | 18.204

## MHP: Aktuell



### ARD-Vorsitzender Pleitgen sieht MHP vor endgültigem Durchbruch in Europa

[19.11.2001 16:59]

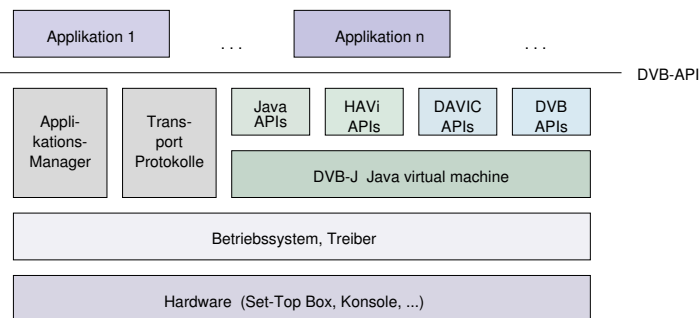
Der ARD-Vorsitzende Fritz Pleitgen begrüßt die Einführung des digitalen Fernsehstandards Multimedia Home Platform (MHP[1]) auf dem US-amerikanischen Markt. "Dieser Schritt wird der Einführung von MHP als einheitlichem europäischen Standard endgültig zum Durchbruch verhelfen", erklärte Pleitgen am heutigen 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

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

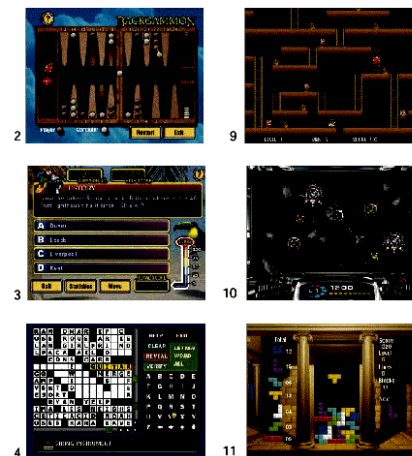
(www.dvb.org, www.mhp.org)

## 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



- Spiele jeweils als Java- oder "native" Versionen

(www.snaptwo.com)



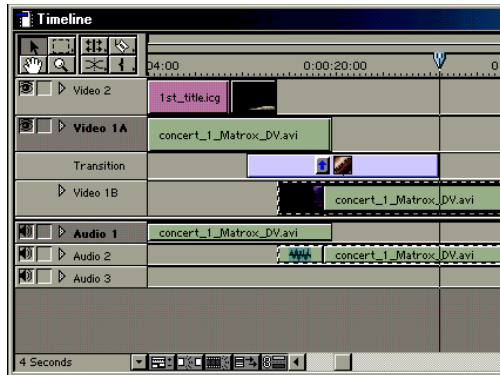
## Animationen

"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

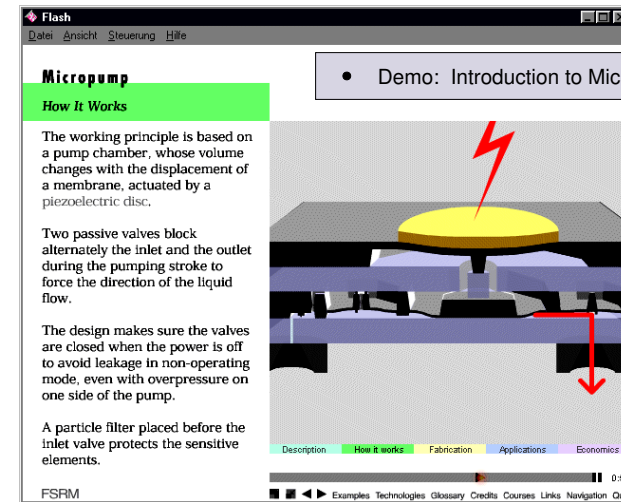
## Animation: Timeline



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

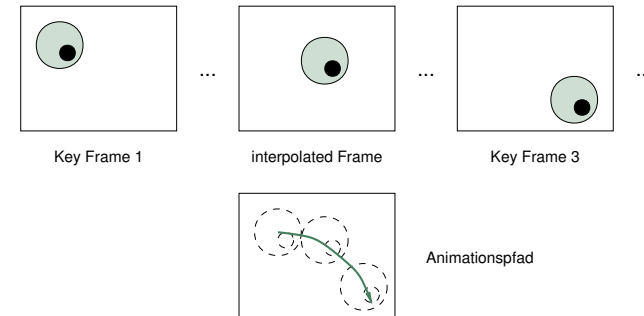
(Screenshot Premiere)

## Shockwave, Flash



(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