

Audio und Video im Internet

Kapitel 6.5

Digitalisiertes Video: MPEG-Standards

Visuelle Präsentation

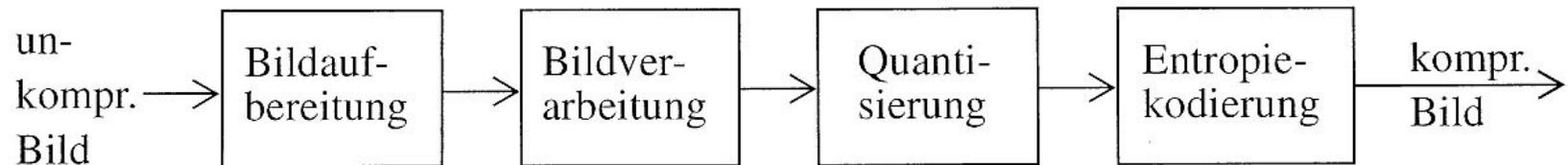
- Breite-zu-Höhe-Verhältnis: üblich 4:3
- Betrachtungsabstand D : bestimmt Gesichtswinkel $\alpha = D/H$ gegenüber Bildhöhe H
- Auflösung: Pixelzahl in Höhe (vertikale A.) oder Breite (horizontale A.)
- Tiefenwahrnehmung
- Leuchtdichte (Luminanz)
- Farbdifferenzsignale (Chrominanz)
- Bewegtbildauflösung, Bewegungskontinuität (Framerate $> 16\text{fps}$, besser $> 25\text{fps}$)
- Flimmereffekt (bei zu geringer Bildwiederholfrequenz)

Digitalisierung von Videosignalen (1)

- ❑ Signalformate
 - RGB (getrennte Signale für Rot, Grün, Blau) $R+B+G=1$ (Weiß)
 - YUV mit $Y= 0.30R + 0.59G + 0.11B$, $U = (B-Y)*0.493$, $V = (R-Y)*0.877$
 - YIQ mit $I = 0.60R - 0.28G - 0.32B$, $Q = 0.21R - 0.52G + 0.31B$
- ❑ Üblich ist eine getrennte Digitalisierung der Leuchtdichte (Luminanzsignale Y) und der Farbdifferenzen (Chrominanzsignale $U = R - V$ sowie $V = B - Y$)
- ❑ Luminanz ist für die Empfindlichkeit wichtiger als Chrominanz, deshalb höhere Abtastrate 13.5MHz gegenüber 6.75MHz. Somit Bandbreitenverhältnis 4:2:2

Digitalisierung von Videosignalen (2)

□ Wesentliche Schritte der Digitalisierung

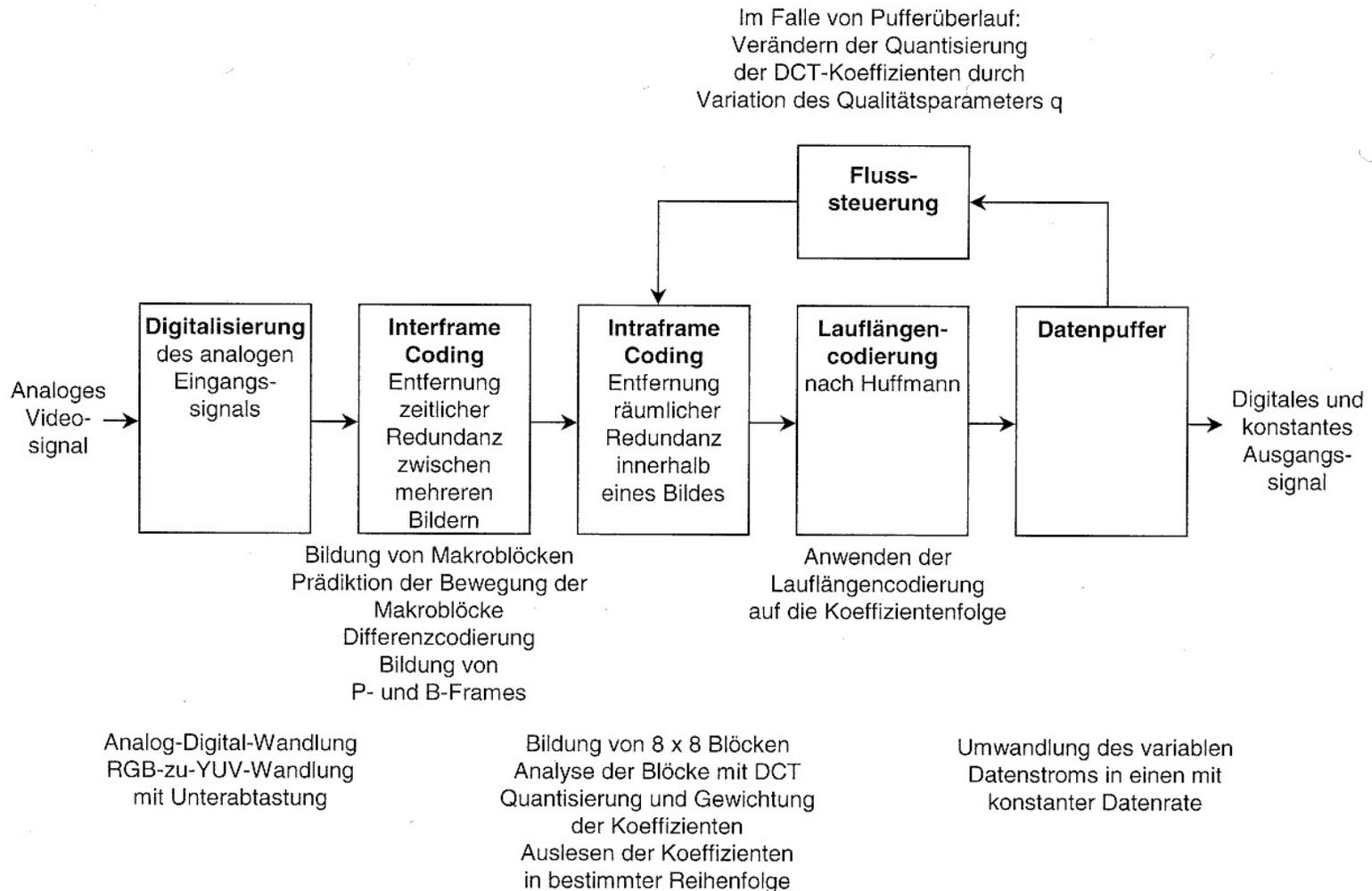


- Bildaufbereitung: z.B. Zerlegung in Blöcke von 8x8 Pixel, Abtastung
- Bildverarbeitung: erste Schritte einer Kompression mittels Transformation, Bewegungsvektoren u.ä.
- Quantisierung: Festlegung der Auflösung
- Entropiekodierung: Reduktion des durch Quantisierung entstandenen linearen Bitstroms durch verlustfreie Verfahren

MPEG

- Motion Picture Expert Group erstellte mehrere Standards für MM-Anwendungen zur Video- und Audiokompression
 - MPEG1 (1992): basiert auf JPEG
 - MPEG2 (1993): komprimiert 3.4Mbps-Ströme um Faktor 10 bei Auflösung 702x480 Pixel. Benutzt Intra- und Interframe-Codierung mit skalierbarer Qualität.
 - MPEG4 (1999): Rahmenwerk für Integration beliebiger Medienobjekte (Faktor 350) für kleinformatige Bilder im Schmalbandbereich wie Mobilfunksysteme. Bitraten 8 – 64kbps
 - MPEG7 (ab 2001): Standard für Metadaten zu verschiedenen Formen audiovisueller Daten

MPEG-Kompressionsverfahren



MPEG-Bildaufbereitung

- Spezifikation umfasst Bereiche:
 - Bildtypen, Bildreihenfolge und Bildaufbau
 - Datenstromformat
 - Pufferkontrolle
- Bildaufbereitung
 - Jedes Video wird als Folge von Einzelbildern verstanden
 - Jedes Bild muss aus 3 Ebenen bestehen (Y, U, V)
 - Unterstützung verschiedener Höhen / Breitenverhältnisse der Pixel
 - Bild setzt sich aus Bildbereichen zusammen (Makroblöcke)
(16x16 Pixel für Luminanz in Y-Ebene, 8x8 Pixel für Chrominanz in U- und V-Ebene)

MPEG-Bildtypen (1)

- ❑ MPEG unterscheidet 4 Bildtypen: I-, P-, B-, D-Bilder mit verschiedenen Kodierungsarten. Grund ist Zielkonflikt hoher Kompressionsgrad und wahlfreier Zugriff
- ❑ I-Frame (Intra Coded Picture): werden ohne Bezug auf andere Bilder einzeln wie JPEG-Standbilder kodiert: 8x8 Blöcke werden DCT-transformiert. Quantisierung dadurch, dass die DC-Koeffizienten DPCM-kodiert werden. Anschließend Lauflängenkodierung
- ❑ P-Frame (Predicted Coded Pictures): benötigen zur Kodierung und Dekodierung Information bzgl. vorangegangener I- oder P-Frames. Dadurch Kompressionsrate höher. Die Herkunft der benutzten 16x16 Makroblöcke wird mit Bewegungsvektoren angegeben. Differenz zum Original kann mit DCT-kodierten Fehlerblöcken korrigiert werden

MPEG-Bildtypen (2)

- ❑ B-Frame (Bidirectionally Predictive Coded Pictures): benötigt zur (De)-Kodierung früher und später aufgetretene Bilder. Höchstes Kompressionsergebnis. Entsteht als Differenzbild zur Prädiktion aus einem nachfolgenden I- oder P-Frame. Kann nicht als Referenzbild dienen.
- ❑ D-Bilder (DC-Coded Pictures): sind Intraframe-kodiert und werden für schnellen Vorlauf verwendet. DCT mit Verwendung nur der DC-Parameter.

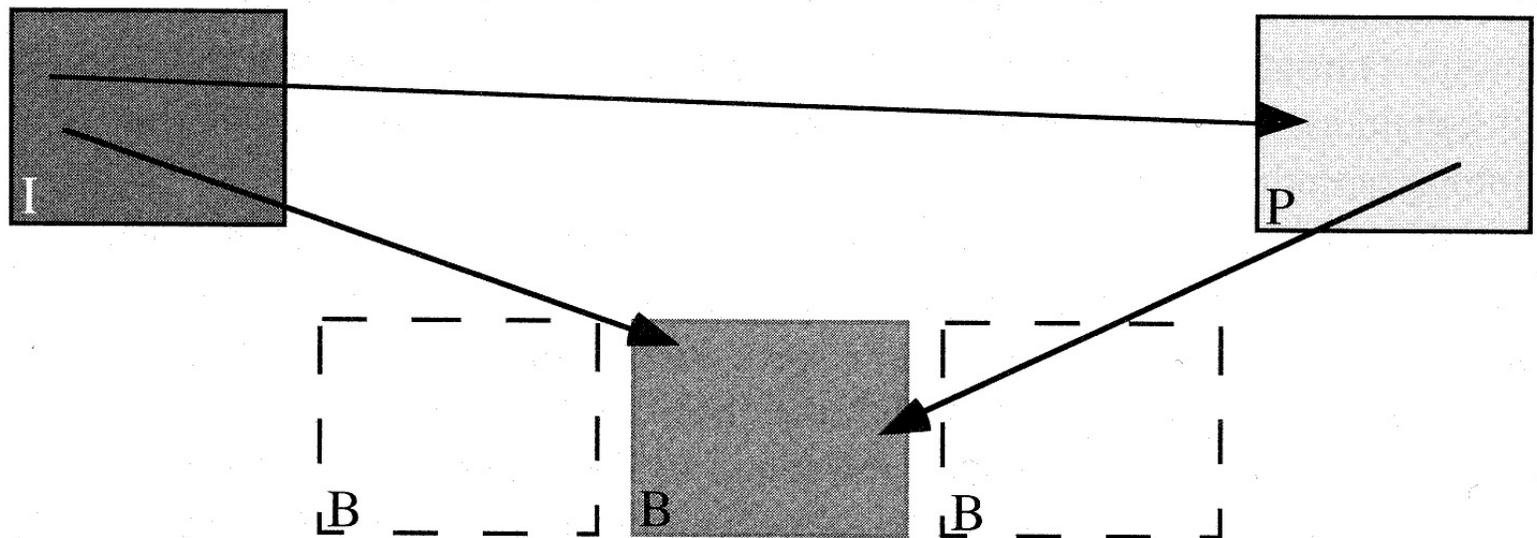
MPEG-Bildtypen (3)

- ❑ Verhältnis I-, P-, B-Frames in einem Datenstrom ist ein Kompromiss zwischen Rechenaufwand (Bewegungsvektorsuche) und Datenrate (Komprimierungsfaktor). Anzahlwahl so, dass Synchronisation auf Datenstrom < 400 ms). Typisch jeder 15.Frame=I, zwischen 2 I-Frames typisch 3P, zwischen 2P typisch 2-3B.
- ❑ Typische Kompressionsfaktoren (Bildgröße 720x594 Pixel)

I-Frame:	92 kByte,	Faktor 7:1
P-Frame:	32 kByte,	Faktor 20:1
B-Frame:	12 kByte,	Faktor 50:1
Mittelwert:	26 kByte,	Faktor 25:1

MPEG-Bildtypen (4)

- Bezüge zwischen MPEG-Rahmen

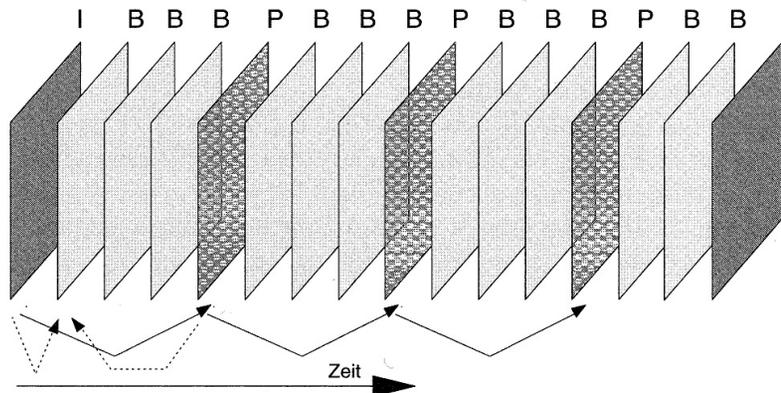


MPEG-Bildtypen (5)

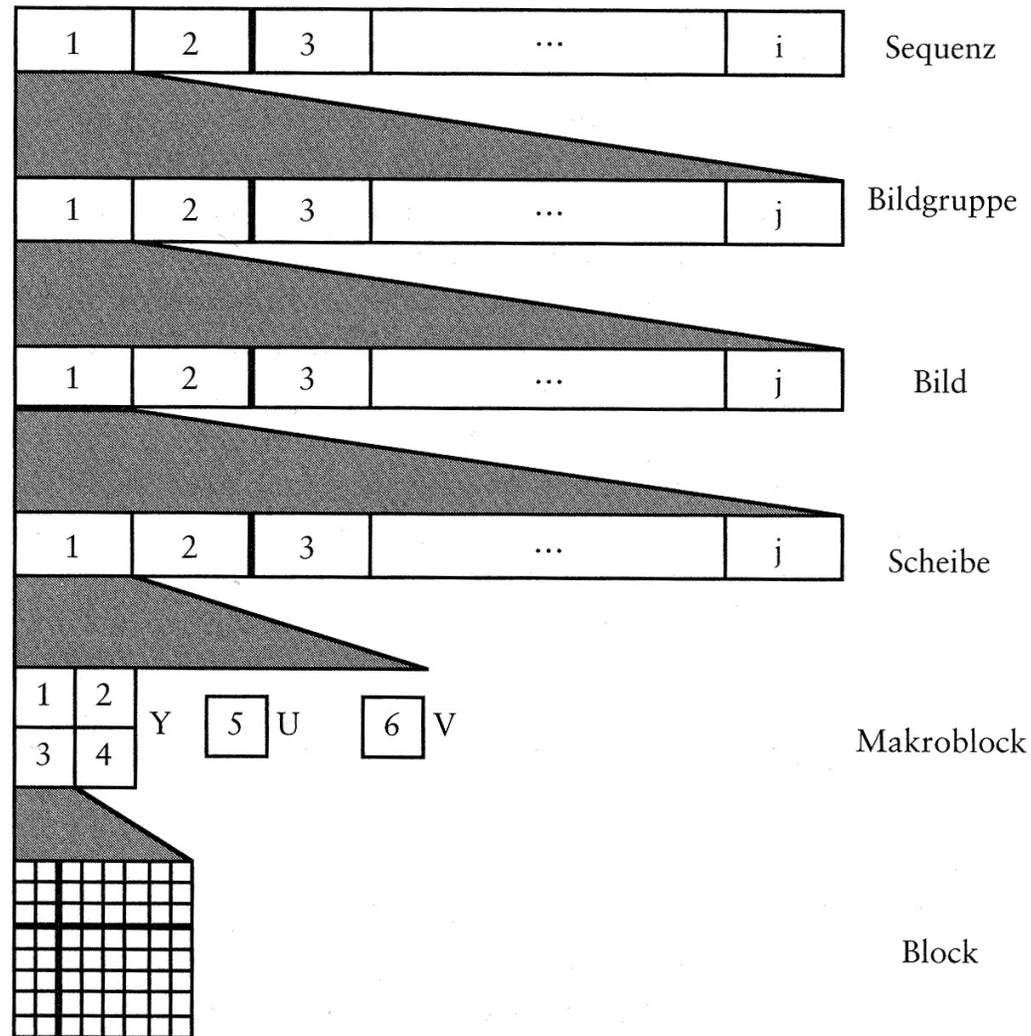
□ Gruppierung der Frames

Darstellungsreihenfolge													
Bild	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Typ	I	B	B	P	B	B	P	B	B	P	B	B	I
Übertragungsreihenfolge													
Bild	1	4	2	3	7	5	6	10	8	9	13	11	12
Typ	I	P	B	B	P	B	B	P	B	B	I	B	B
	GOP				GOP			GOP			GOP		

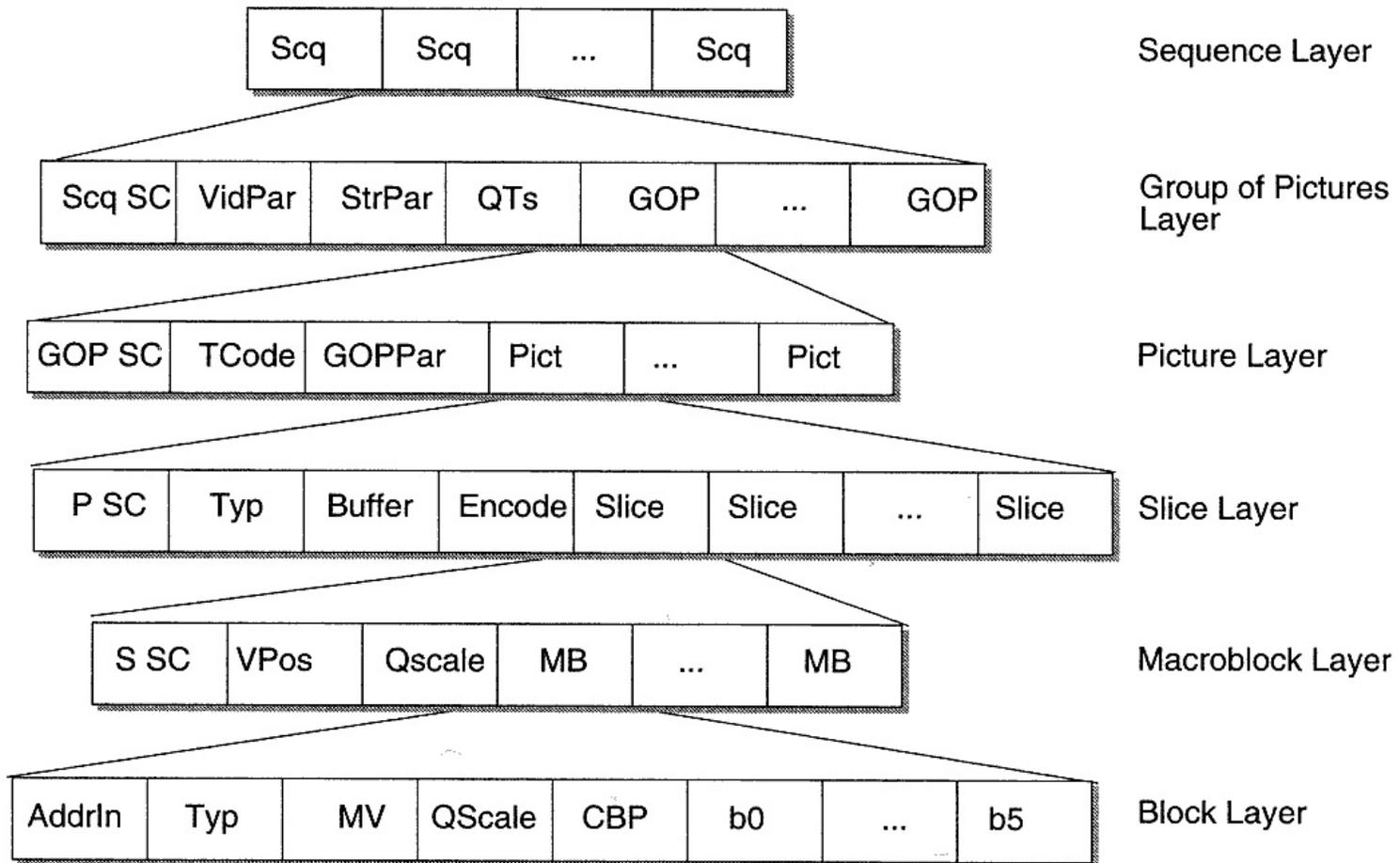
□ Anordnung und Beziehung der Frames



Ebenen eines MPEG-Stroms



MPEG-Bildstrom (1)



MPEG-Bildstrom (2)

Abk	Name	Inhalt
Scq	Sequence	Bildsequenz
VidPar = Video Parameters		
	Width, Height	Breite, Höhe
	Pixel Aspect Ratio	Pixel-Seitenverhältnis
	Frame Rate	(Halb-)Bildrate
StrPar = Bitstream Parameters		
	Bit Rate	Datenrate
	Buffer Size	Puffergröße
	Constrained Parameters Flag	Minimalanforderungen
QT	Quantization Table	Quantisierungstabelle in 2 Arten, für I/P Flags
GOP = Group of Pictures		
TCode = SMPTE Time Code		
GOPPar = Group of Picture Parameters		
Pict = Picture Information		
	Typ	I, P oder B-Frame

MPEG-Bildstrom (3)

Abk	Name	Inhalt
	Buffer	Wie voll muss Puffer vor Decode sein ?
	Encode	Halbe Pixel für MV-Flag
Slice = Slice Information		
VPos	Vertical Position	Startzeile
QScale	Quantization Scale	Skalierung Quantisierungstabelle
MB = Macroblock Information		
	AddrIn	Adressinkrement für MB
	Typ	MB mit MV-Flag
QScale	Quantization Scale	Skalierung Quantisierungstabelle
CBP	Coded Block Pattern	Welche Blöcke sind vorhanden ?
	b0...b5	Codierte Daten

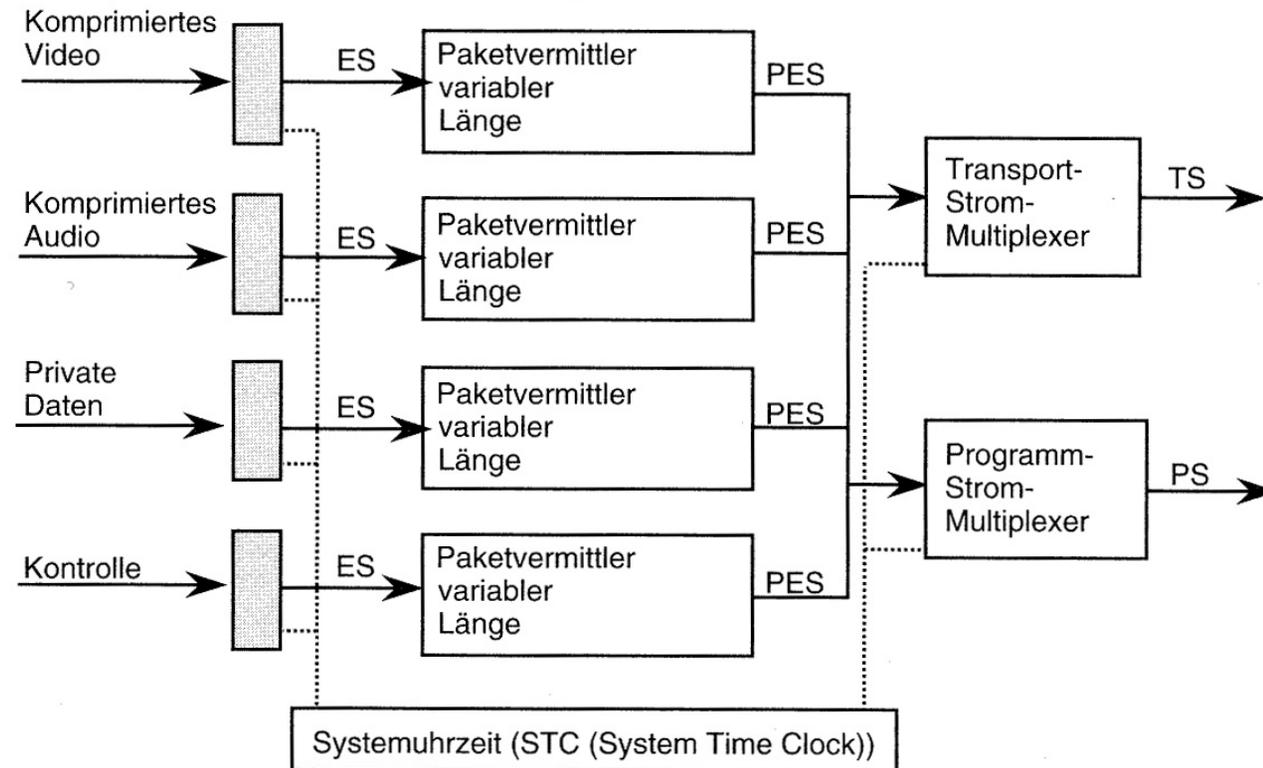
MPEG-Audio

- Audiokodierung ist kompatibel zu Audiodaten für Compact Disc (CD-DA) und Tape (DAT), d.h. Abtastrate von 44.1/48kHz und 16 Bit Abtastwert. Kompression auf 64, 96, 128, 192 kbps mittel FFT
- Audiostrom gliedert sich in Frames, diese in Audio Access Units (1 - 4 Bytes)
- Auch audiovisuelle Szenen aus A/V-Objekten spezifizierbar (z.B. fester 2D-Hintergrund, Bild einer sprechenden Person, assoziierte Sprache, Text und Grafik, animierte Körper). Hierfür sind Repräsentationen definiert, z.B. Audio-Video-Interleaved Format (AVI). Gilt in MPEG4

MPEG: Stromübertragung (1)

- ❑ Pufferverzögerungen werden über Zeitstempel kontrolliert. Program Reference Clock (PRC) wird beim Kodierer in MPEG-Pakete gepackt. Zusätzlich existiert System Time Clock (STC) mit Genauigkeit 30ppm. PRC arbeitet mit 27MHz, d.h. 42 Bit langer Zeitstempel (=24h)
- ❑ komprimierte A/V-Ströme werden in paketvermittelte elementare Ströme (PES) gepackt. Diese werden in einem Transportstrom (TS) oder Programmstrom (PS) geschrieben.

MPEG: Stromübertragung (2)

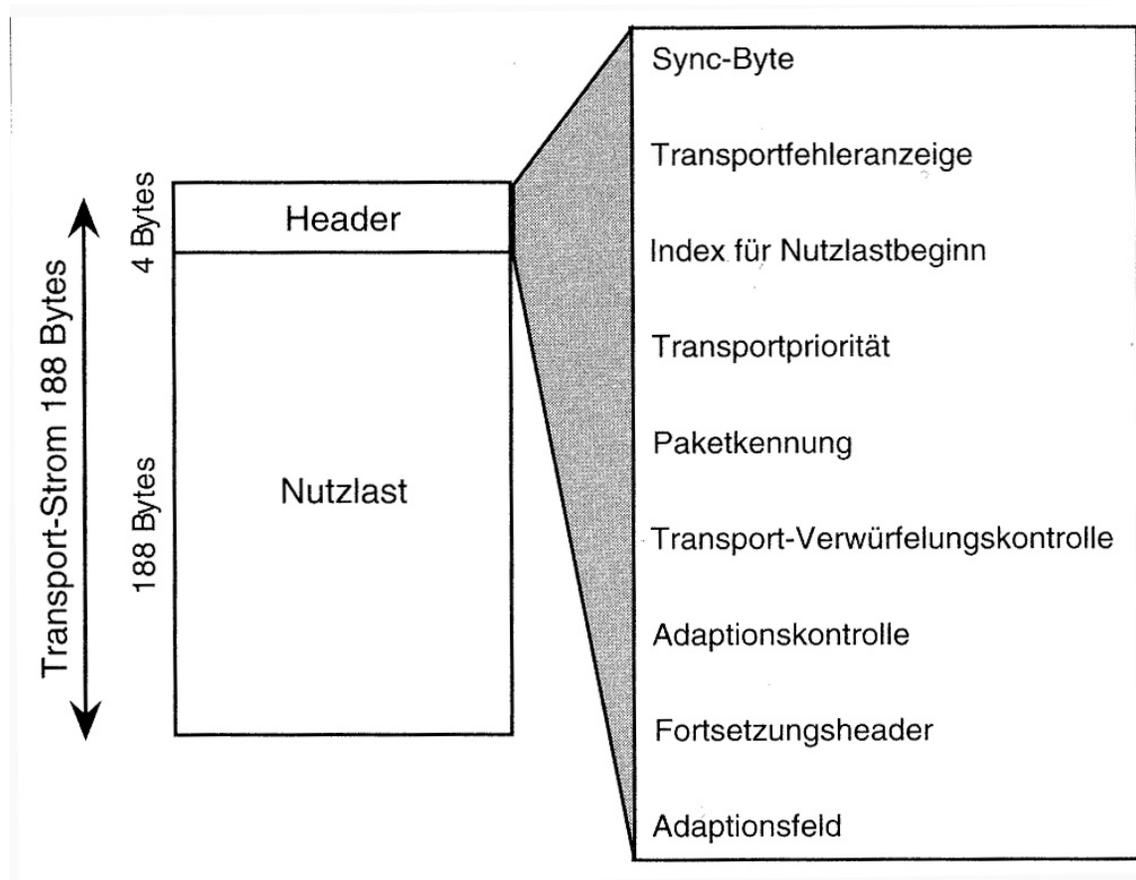


wobei:

- ES Elementare Ströme
- PES Paketvermittelte elementare Ströme
- PS Programm-Strom
- TS Transport-Strom

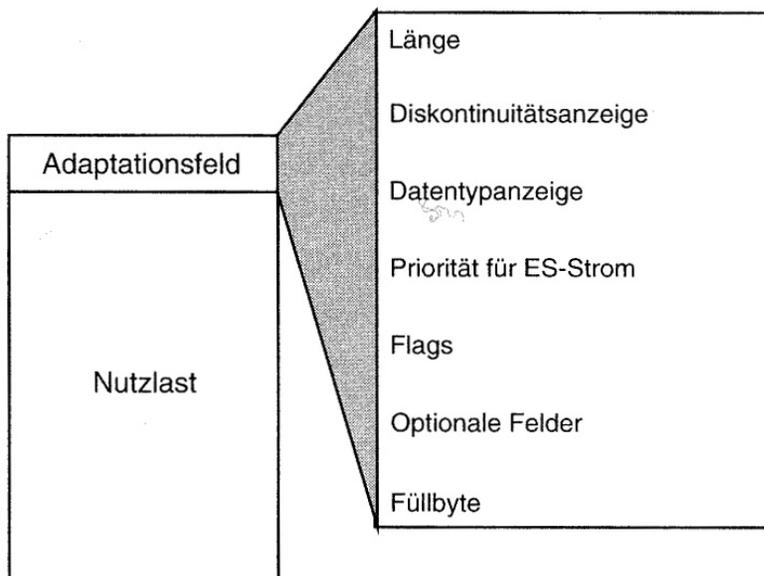
MPEG: Stromübertragung (3)

□ MPEG2-Header

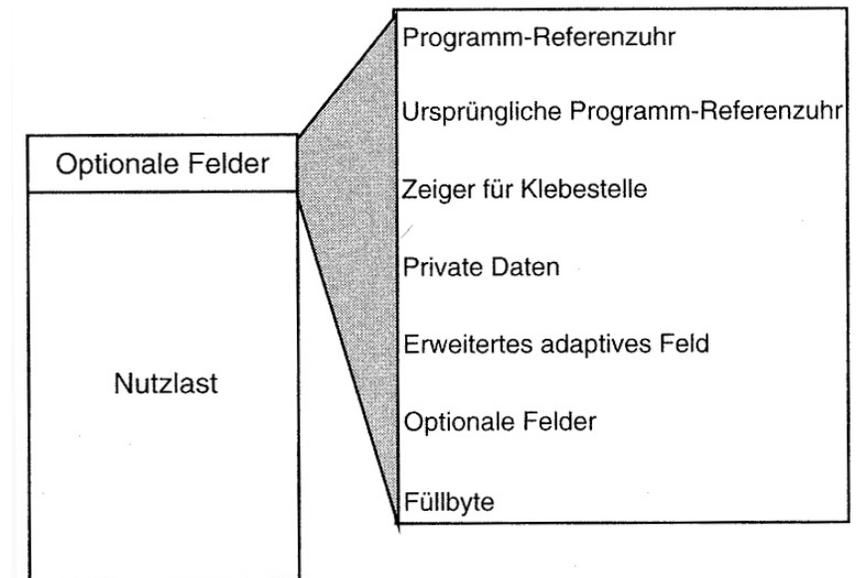


MPEG: Stromübertragung (4)

❑ Adaptionfeld



❑ Optionale Felder



MPEG4-Erweiterungen

Kategorie	Funktionalität
Inhaltsbezogene Interaktivität	<ul style="list-style-type: none"> ■ Inhaltsbezogene Datenzugriffswerkzeuge für Multimedia ■ Inhaltsbezogene Manipulation und Bitstrom-Aufbereitung ■ hybride Kodierung für natürliche und synthetische Daten ■ verbesserter zeitlicher wahlfreier Zugriff
Kompressionsfunktionalität	<ul style="list-style-type: none"> ■ verbesserte Kodierungsleistung ■ Kodierung mehrerer gleichzeitiger Datenströme
Universelle Zugriffsfunktionalität	<ul style="list-style-type: none"> ■ Robustheit in fehlerbehafteten Umgebungen ■ Inhaltsbezogene Skalierbarkeit