

Vorlesung Kommunikationstechnik

Fernsehen

Harald Orlamünder

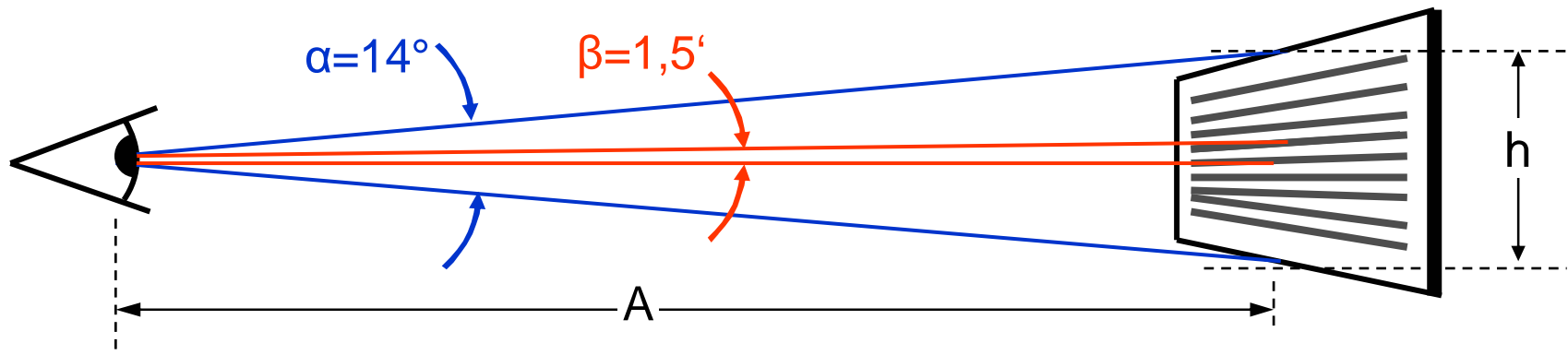
SS 2014

Inhalt

- Technische Parameter
 - Verbreitungswege
 - Digitales Fernsehen
 - Schnittstellen
 - Dienste
 - IPTV
 - Mobiles Fernsehen
 - Ausblick

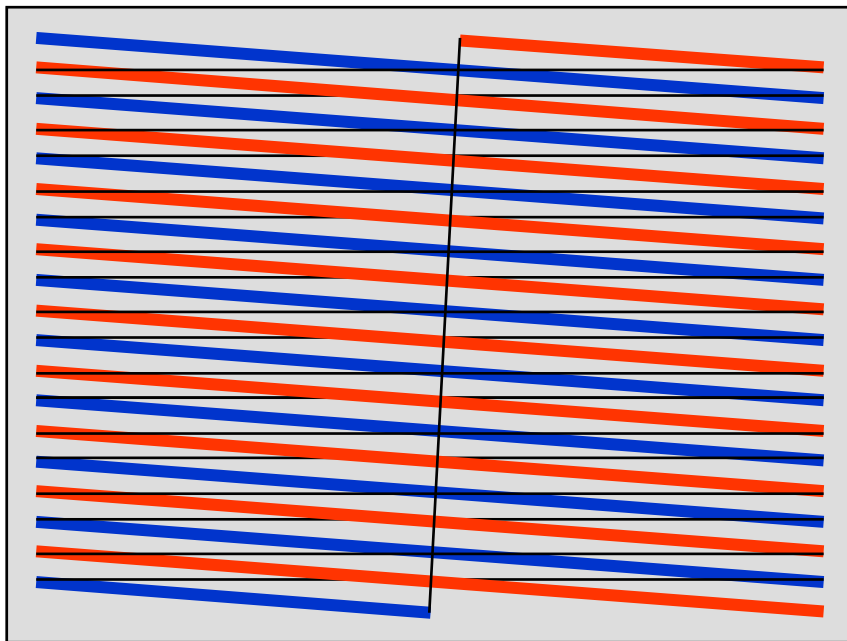
Bildformat – Betrachtungsabstand und Zeilenzahl

- Die **Anzahl der Zeilen** bestimmt die Auflösung und damit die Schärfe des Bildes
- Der empfohlene **Betrachtungsabstand** und die Zeilenzahl resultieren aus den Eigenschaften des Auges:
 - vertikaler Betrachtungswinkel ca. $14^\circ \rightarrow$
Abstand $A = (h/2) / \tan(\alpha/2) = 4 \cdot h$
 - Auflösungswinkel ca. $1,5' = 1/40^\circ \rightarrow$
Anzahl Zeilen $\alpha/\beta = 560$

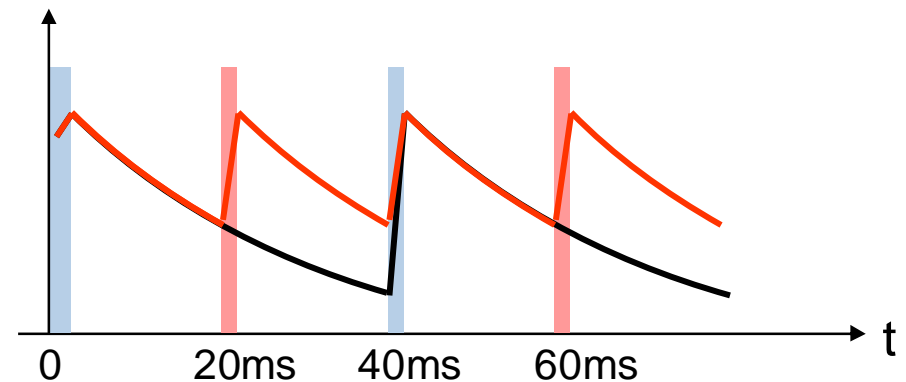


Bildformat – Flimmern

Früher gab es keine Bildspeicher – das Auge musste von Bild zu Bild **integrieren**.



Augenempfindung



25 Hz Bildwechselfrequenz erzeugt starkes Flimmern, daher wurde das **Zeilensprungverfahren** eingeführt.

Voraussetzung: ungerade Zeilenzahl, Rücksprung in Zeilenmitte.

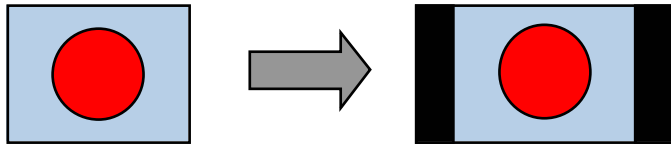
Bildformat – Bildbreite

- In Deutschland gewählt: **625-Zeilen** (nicht alle sichtbar!) Halbbildwechselfrequenz **50 Hz**.
- Das analoge Fernsehen verwendet ein einheitliches Bildformat, das Format **4:3**. Dieses Verhältnis wurde aus der Filmtechnik übernommen.
- Heute weiß man, dass ein Bildformat von **16:9** dem menschlichen Sehen wesentlich mehr entspricht.
- Mit den analogen Fernsehstandards **D2-MAC**, **HDMAC** und **PALplus** versuchte man diese Erkenntnis für das Analogfernsehen bereits umzusetzen.
- Der Durchbruch des 16:9-Breitbildformates gelang mit der **digitalen** Fernsehtechnik

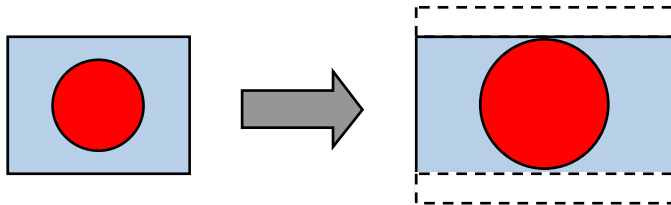
Bildformat – Kompatibilität – 16:9-Bildschirm

■ Betrachtung eines 4:3-Bildes auf einem 16:9-Bildschirm

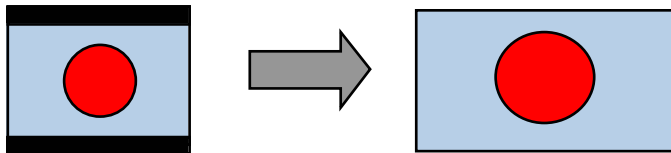
- in einer „Pillar-Box“ (links und rechts schwarze Balken)



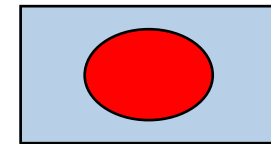
- 4:3-Bild gezoomt auf 16:9 (oben und unten gehen Inhalte verloren)



■ Betrachtung eines 4:3-„Letterbox“ Bildes auf einem 16:9-Bildschirm

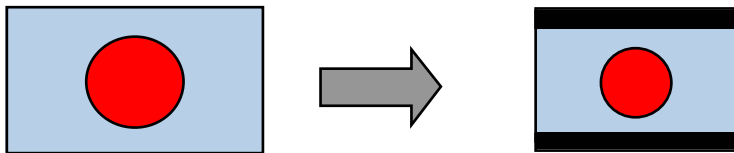


**Andere Möglichkeiten führen
zu einer
Verzerrung des Bildes !**

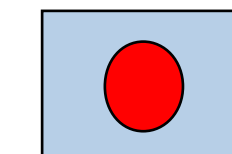
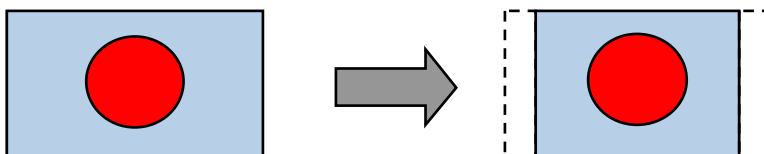


Bildformat – Kompatibilität – 4:3-Bildschirm

- Betrachtung von 16:9-Bildern auf einem 4:3-Bildschirm
 - im „Letterbox“-Format (oben und unten schwarze Balken)



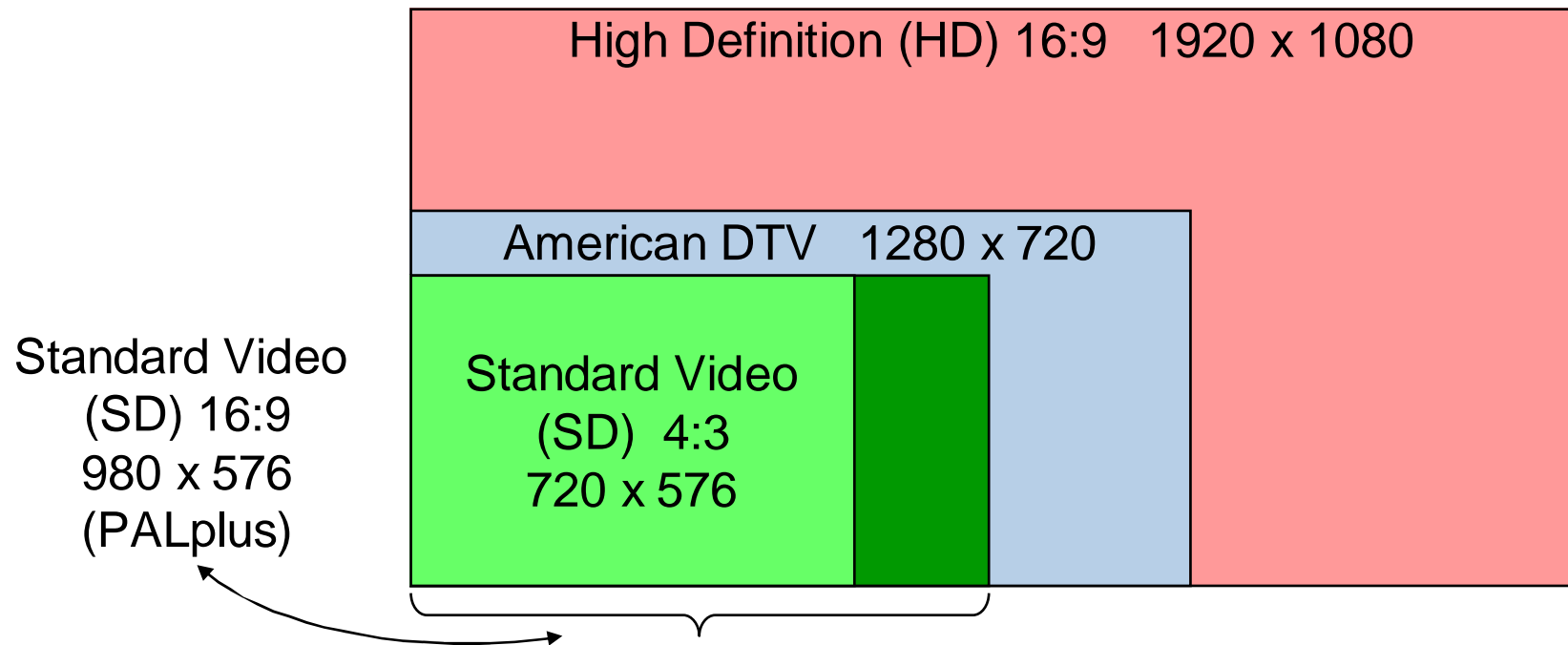
- Center Cut-Out 16:9 zu 4:3 (links und rechts gehen Inhalte verloren)



**Andere Möglichkeiten
führen zu einer
Verzerrung des Bildes !**

Bildformat – Bildpunktzahl (Digital TV)

■ Was bedeutet High Definition (HD) ?



■ Zum Vergleich: Filmproduktion (35mm)

- 2k Negativ-Abtastung = 2048 x 1536 Bildpunkte (3,1 Mio.)
- Widescreen 1:1,66 (Europa) = 1828 x 1102 Bildpunkte (2,0 Mio.)
- Bildformat 1:1,85 (Amerika) = 1828 x 988 Bildpunkte (1,8 Mio.)

Visueller Eindruck – 4:3, 16:9 und HDTV

4:3



16:9



**mehr Bildinhalt durch Breite -
entspricht eher unserem Sehen**

HDTV



**gleiche Bildgröße
höhere Auflösung
= Betrachtungsab-
stand verringern**



**größeres Bild mit
mehr Details**



**größeres Bild mit
mehr Bildinhalt
= Ziel von HDTV!**

HDTV – Grundlagen

- HDTV ist immer **digital** – es gibt kein „analoges HDTV“.
- HDTV ist immer **16:9** – es gibt kein 4:3-HDTV
- Bei PCM-Codierung ergäben sich bei HDTV Bitraten im Bereich von 1 ... 1,5 Gbit/s, daher:
 - HDTV wird immer **komprimiert** codiert.
 - z.B. nach Kompression mit H.264/AVC ergeben sich ca. **10 – 15 Mbit/s** (mit Potential nach unten)
 - Zum Vergleich typische SDTV-Datenrate:
ca. 166 Mbit/s vor und ca. 3 – 5 Mbit/s nach Kompression (MPEG-2)

HDTV – Formate

■ Heutige HDTV-Formate:

- „720p“:
 - 1280 x 720 sichtbare Bildpunkte,
 - Progressive Abtastung,
 - 50 Hz Vollbildfrequenz (720p/50)
- „1080i“:
 - 1920 x 1080 sichtbare Bildpunkte,
 - Zwischenzeilenverfahren (interlaced),
 - 25 Hz Vollbildfrequenz (1080i/25)

■ Mittel bis Langfristig:

- „1080p“:
 - 1920*1080 sichtbare Bildpunkte,
 - Progressive Abtastung,
 - 50 Hz Vollbildfrequenz (1080p/50)

■ Das Bildseitenverhältnis ist grundsätzlich 16:9 bei quadratischen Bildpunkten

■ Die jetzt auf den Markt kommenden HDTV-Receiver und HDTV-Displays unterstützen 720p und 1080i gleichermaßen!

HDTV – Kennzeichnung / Zertifizierung

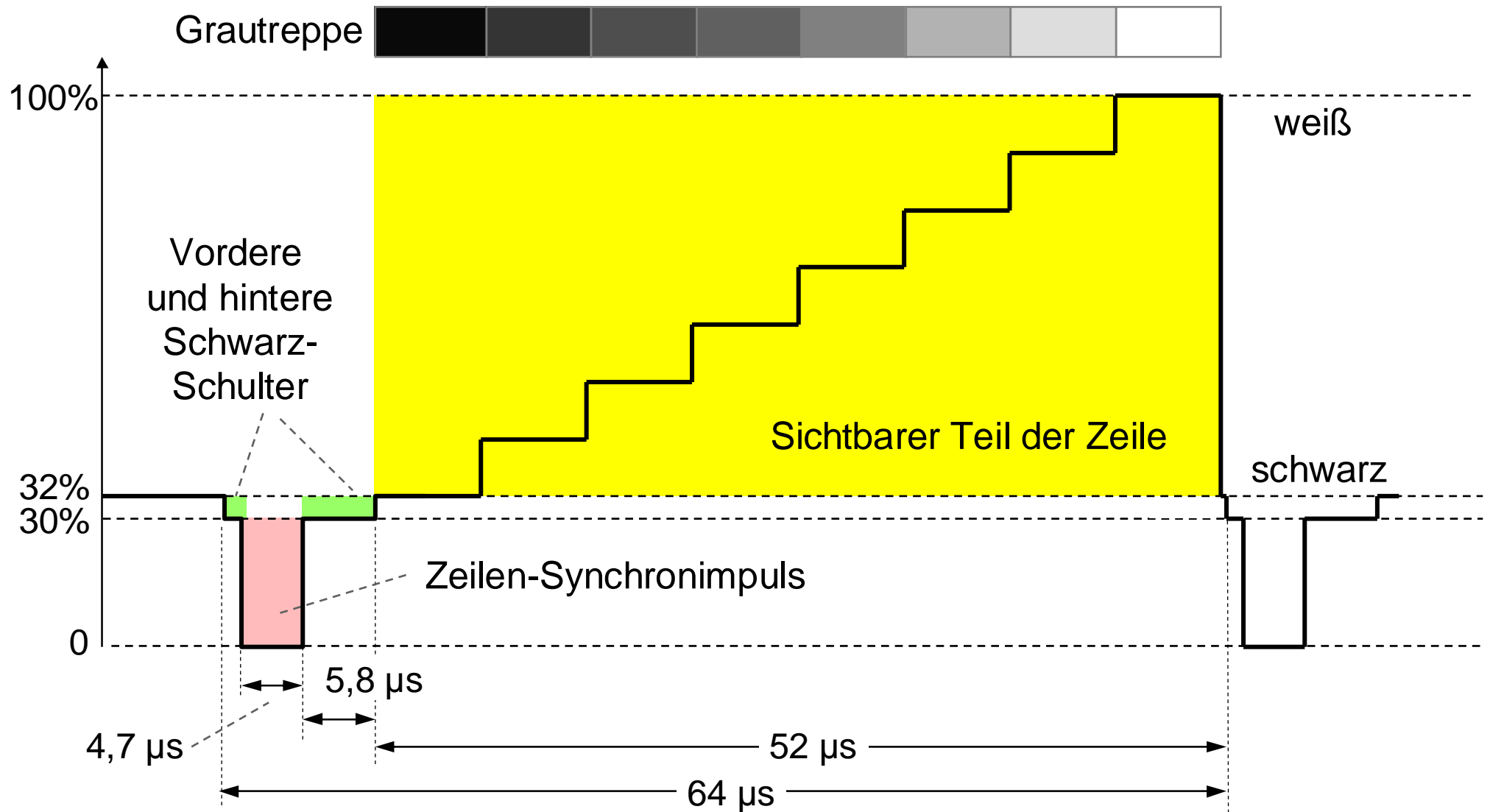
- Die **EICTA** (European Information, Communications and Consumer Electronics Industry Technology Association) hat zwei Label herausgebracht, die HDTV-fähige Displays und Receiver kennzeichnen sollen.
- Zur Verleihung der Label wird eine Selbstzertifizierung durchgeführt.



Analogen TV-Signal – BAS und FBAS

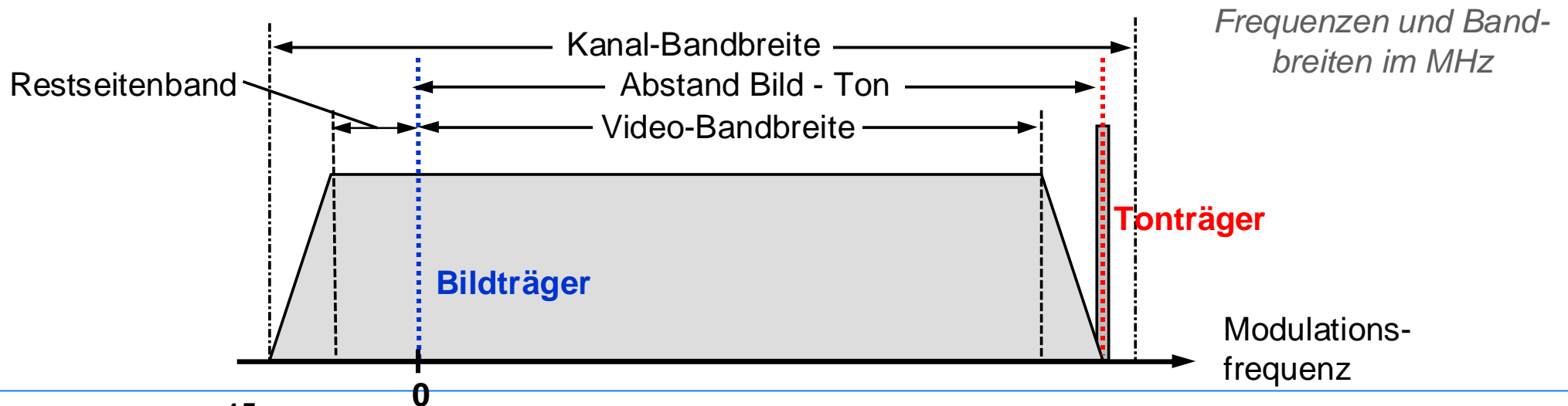
- Die Bildinformation soll über eine Schnittstelle übermittelt werden.
- Basis der analogen Fernsehbildübertragung ist das so genannte BAS-Signal, das aus dem
 - **Bildsignal** (B), dem
 - **Austastsignal** (A) und dem
 - **Synchronsignal** (S)zusammengesetzt ist.
- Beim Farbfernsehen kommt als vierte Komponente die **Farbe** dazu – aus BAS wird FBAS.

Prinzipieller Aufbau des BAS-Signals (eine Zeile)



Bandbreiten und Kanalkapazität

CCIR-Standard	B	D	G	H	I	K	K1	L	M	N
Zeilenzahl	625	625	625	625	625	625	625	625	525	625
Kanal-Bandbreite	7	8	8	8	8	8	8	8	6	6
Video-Bandbreite	5	6	5	5	5,5	6	6	6	4,2	4,2
Abstand Bild-Ton	+5,5	+6,5	+5,5	+5,5	+6	+6,5	+6,5	+6,5	+4,5	+4,5
Restseitenband	0,75	0,75	0,75	1,25	1,25	0,75	1,25	1,25	0,75	0,75
Bildmodulation	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	pos.	neg.	neg.
Tonmodulation	FM	FM	FM	FM	FM	FM	FM	AM	FM	FM



Inhalt

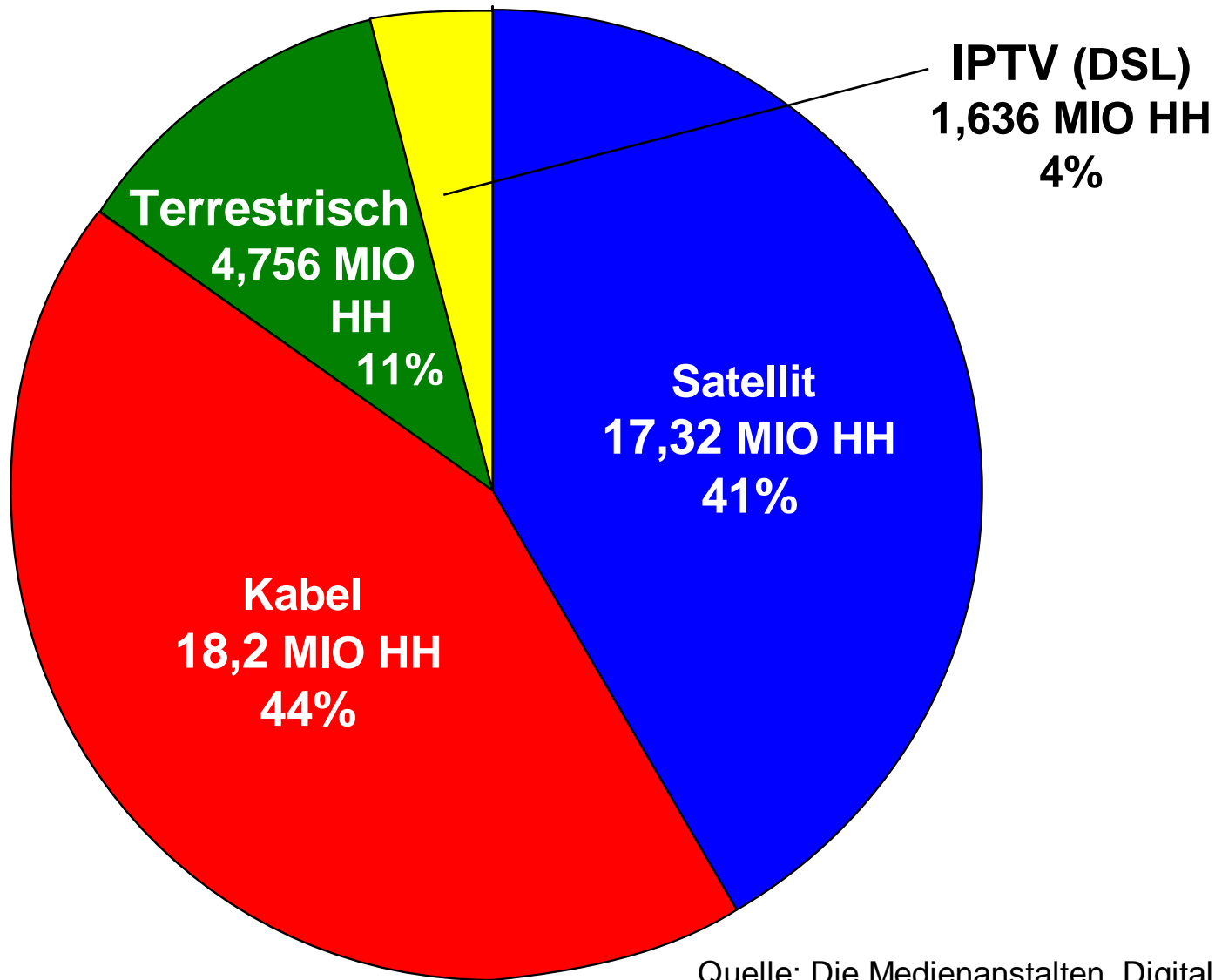
- Technische Parameter
- Verbreitungswege
- Digitales Fernsehen
- Schnittstellen
- Dienste
- IPTV
- Mobiles Fernsehen
- Ausblick

Verbreitungswege und Typen

Typ	analog	digital	
		SDTV	HDTV
Terrestrisch (Funk)	Bild: AM (RSM) Ton: FM In Deutschland seit November 2008 abgeschaltet	DVB-T DVB-H, DMB für Mobilbetrieb	DVB-T2
Kabel, HFC	Bild: AM (RSM) Ton: FM	DVB-C	DVB-C2
Satellit	Bild: FM Ton: FM Seit April 2012 abgeschaltet	DVB-S	DVB-S2
Breitband-Netz	-	IPTV (DVB-IPI)	IPTV (DVB-IPI)

RSM = Restseitenbandmodulation SD = Standard Definition, HD = High Definition

Verbreitungswege in Deutschland



Quelle: Die Medienanstalten, Digitalisierungsbericht 2012

Inhalt

- Technische Parameter
- Verbreitungswege

■ Digitales Fernsehen

- Schnittstellen
- Dienste
- IPTV
- Mobiles Fernsehen
- Ausblick

- PCM
- MPEG Codierung
- MPEG Transportstrom
- MPEG Service Information

Digitales Fernsehen – Puls Code Modulation (PCM) (1)

- Die Video-Bandbreite beträgt 5 MHz – gemäß dem Abtast-Theorem wird dafür eine Abtastrate von 10 MHz benötigt.
- Um aber eine „Sicherheitsreserve“ einzubauen und die Forderung an das Tiefpass-Filter zu reduzieren, hat man sich auf eine **Abtastfrequenz von 13,5 MHz** geeinigt.
- Um den Störungen innerhalb eines FBAS-Signals zu entgehen, werden immer Komponentensignale digitalisiert.
- Wie vorher schon erklärt, ist das Auge gegenüber der Farbinformation (Chrominanz) toleranter als gegenüber der Helligkeitsinformation (Luminanz).
- Daher werden die beiden Farb-Differenzsignale (U und V) meist mit dem **halben oder viertel Wert** der Luminanz-Abtastfrequenz abgetastet.

Digitales Fernsehen – Puls Code Modulation (PCM) (2)

- Die Auflösung wurde auf **8 Bit** pro Komponente festgelegt.
- Daraus resultiert die Bitrate:
 $(13,5 + 13,5/2 + 13,5/2) \text{ MHz} * 8 \text{ Bit} = \mathbf{216 \text{ Mbit/s}}$
- Im Studio wurden wegen der Bearbeitung und dort evtl. auftretender Quantisierungsfehler **10 Bit** festgelegt.

- Daraus resultiert die Bitrate:
 $(13,5 + 13,5/2 + 13,5/2) \text{ MHz} * 10 \text{ Bit} = \mathbf{270 \text{ Mbit/s}}$

DSC 270
Studio-
standard

- Die (unkomprimierte) Übertragung des Digital-Videos erfordert eine höhere analoge Bandbreite als das Analog-Video!

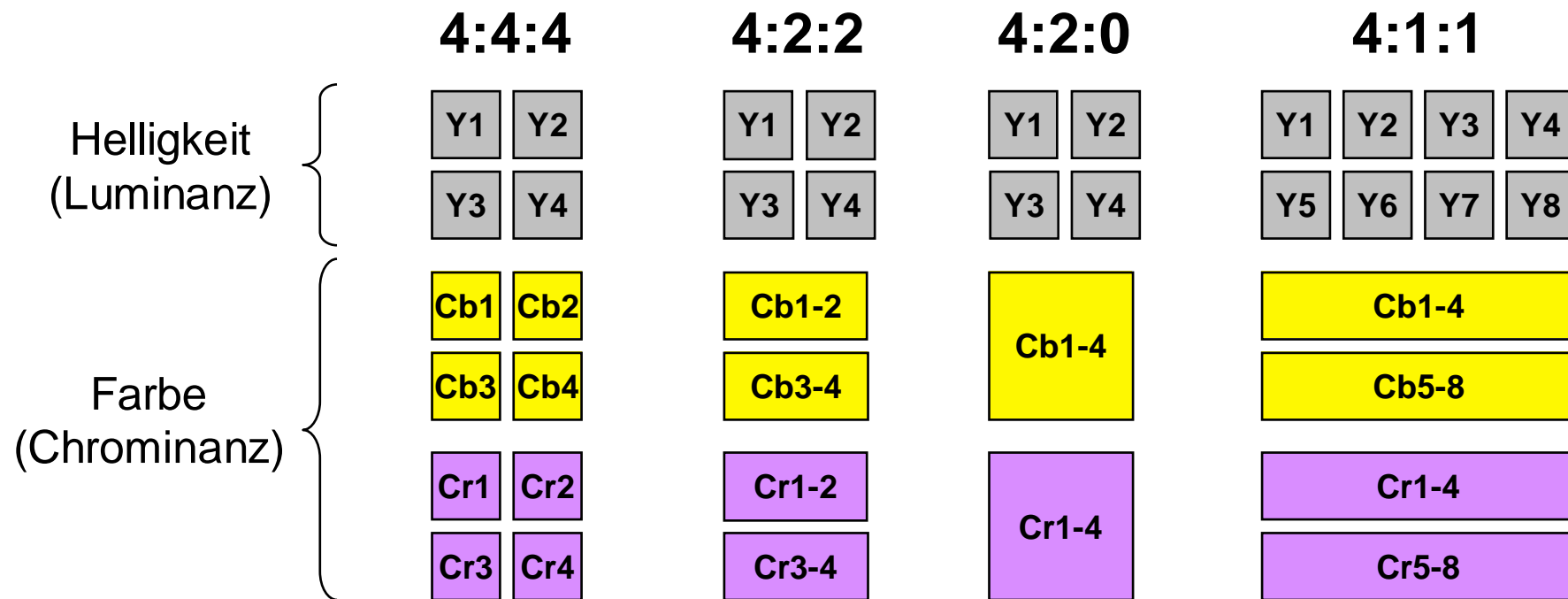
Verlustlos !

Digitales Fernsehen – Puls Code Modulation (PCM) (3)

- Die 216 Mbit/s sind zu viel für eine Übertragung über Standard-Übertragungsleitungen – dort stehen max. 139,264 Mbit/s (PDH) oder 149,760 Mbit/s (SDH) zur Verfügung.
- Die Lösung:
 - Reduzierung der Farb-Auflösung auf ein Viertel
 $(13,5 + 13,5/4 + 13,5/4) \text{ MHz} * 8 \text{ bit} = 162 \text{ Mbit/s}$
 - Eliminierung der Horizontalen Austastlücke („auspuffern“) von 19%
 $162 (1-19\%) \text{ Mbit/s} = \mathbf{131 \text{ Mbit/s}}$
- Weitere Reduktionen können nur mit anderen Codierverfahren erreicht werden, z.B. Differentielle PCM (DPCM), Redundanz- und Irrelevanzreduktion, Prädiktion, Transformations-Codierung.
- Daraus entwickelten sich die Standards :
 - JPEG (Joint Photographic Experts Group) → Standbilder
 - **MPEG** (Moving Pictures Experts Group) → Bewegtbilder

Bezeichnung des „Samplings“

- Die Angabe zum Sampling lautete **A:B:C** mit
 - A = Abtastrate für die Helligkeit
(Vielfache der Videobandbreite, üblich ist 4)
 - B = Abtastrate der beiden Farbauszüge (üblich ist 2 oder 1)
 - C = Räumliche Aufteilung der Farbauszüge (B oder 0)



Digital-TV – Quellcodierung – Standards

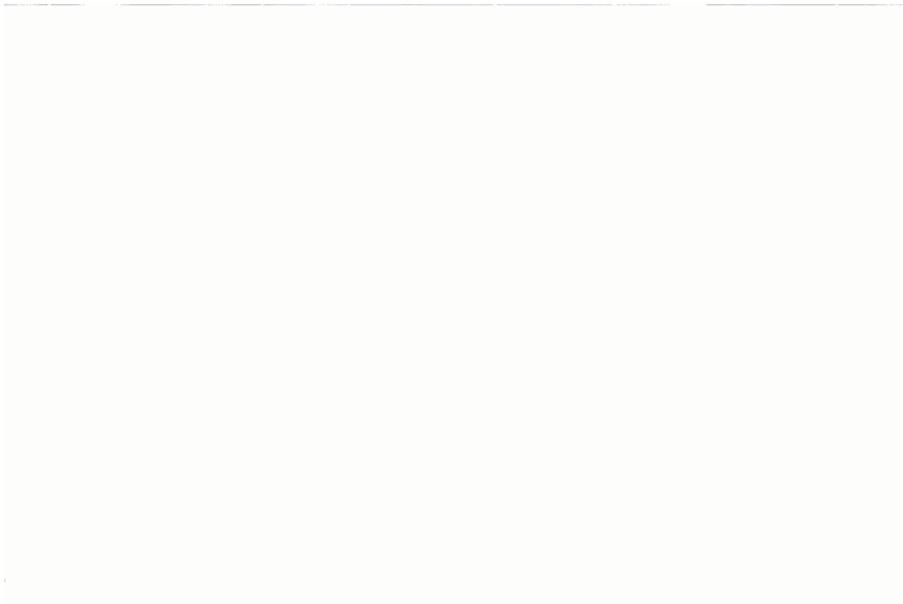
Standard	CCIR 601 NTSC	CCIR 601 PAL/SECAM	CIF	QCIF
Auflösung (Luminanz Y)	720 x 480	768 x 576	352 x 288	176 x 144
Auflösung (Chrominanz C)	360 x 480	384x 576	176x144	88 x 72
Chroma Sub-Sampling	4 : 2 : 2	4 : 2 : 2	4 : 2 : 0	4 : 2 : 0
Halbbilder	60	50	30	30
Zeilensprung	ja	ja	nein	nein
Datenrate (Mbit/s)	167,6	165,9	36,5	9,1

Digital-TV – Digitale Codierverfahren für SDTV und HDTV

interlaced Scanning

vs

progressive Scanning



Inhalt

- Technische Parameter
- Verbreitungswege

- Digitales Fernsehen

- Schnittstellen
- Dienste
- IPTV
- Mobiles Fernsehen
- Ausblick

- PCM
- MPEG Codierung
- MPEG Transportstrom
- MPEG Service Information

MPEG - Grundlagen

- Die **Moving Pictures Experts Group** (MPEG) standardisiert seit vielen Jahren Codierverfahren für Videosignale.
 - MPEG behandelt Videokompression, Audiokompression, Containerformate usw. Sie umfasst ca. 350 Mitglieder
- Ziel der Codierung ist die Datenreduktion durch **Redundanz- und Irrelevanzreduktion** sowie geeigneter **Codiertechniken**.
 - Diese Codierverfahren sind verlustbehaftet.
- Neben der reinen Codierung werden weitere Aspekte berücksichtigt wie:
 - Multiplexen von Audio, Video und zusätzlichen Informationen in einen Datenstrom.
 - Programmbegleitende Informationen

Digital-TV – Komprimierende Codierung – Standards

- Für die Quellcodierung von SDTV-Signalen hat sich weltweit das MPEG-2-Verfahren durchgesetzt.
- Prinzipiell ist MPEG-2 auch für HDTV-Signale geeignet, jedoch ist eine entsprechend höhere Datenrate erforderlich.
- Mit MPEG-4 steht ein wesentlich verbessertes Codierverfahren zur Verfügung, das es möglich macht, HDTV-Signale mit nur unwesentlich größerer Kanalbitrate als bei MPEG-2-SDTV zu übertragen.
- Drei nennenswerte Versionen von MPEG-4 wurden bis 2003 entwickelt.
 - MPEG-4 SP (Simple Protocol) für Videotelefonie u. Internetdienste
 - MPEG-4 ASP (Advanced Simple Protocol)
 - MPEG-4 AVC (Advanced Video Coding)
- Die MPEG Standards wurden in ISO and ITU-T Standards überführt
 - MPEG-2 → ITU H.263
 - MPEG-4 AVC → ITU H.264 AVC

MPEG – Video Coding Standards

- **MPEG-1**
Video-CD (1991)

Die Audio-Codierung *MPEG-1 Layer 3* ist als **MP3** bekannt!

- **MPEG-2 (H.262)**
DTV (DVB), SDTV, HDTV, DVD (1994)

- **MPEG-4**
Interactive Video (1998)

MPEG-3 war für HDTV vorgesehen, ist nie erschienen

- **MPEG-7**
Multimedia Content Description Interface (2001)

- **MPEG-21**
Multimedia Framework (2002)

- **MPEG-4 Part 10 (H.264)**
Advanced Video Coding (2003)
High Profile, Transport im MPEG-2-TS (2004)

- **MPEG-H (H.265)**
High Efficiency Video Coding (2012) Effizienter als MPEG-4 Part 10

Für DVB und IPTV
genutzt. Neue Systeme
benutzen MPEG-4.

MPEG-Codierung – Datenreduktion

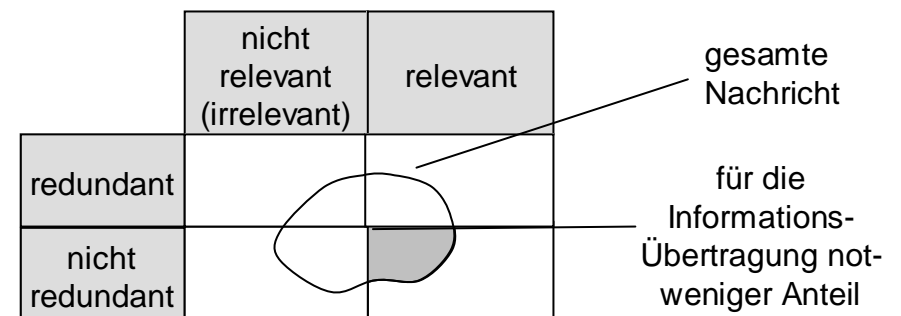
■ Irrelevante Anteile:

- Das Auge ist für Farb-Veränderungen weniger kritisch als für Helligkeits-Veränderungen
- Das Auge kann schnellen Farbwechseln nicht folgen.

damit kann die Farbinformation mit geringerer Bitrate codiert werden.

■ Redundante Anteile:

- Viele Teile des Bildes ändern sich von einem Teilbild des Films zum nächsten nicht. Das muss dann nicht übertragen werden.
- Bewegt sich ein Objekt, dann kann die weitere Bewegung abgeschätzt werden.



MPEG-Codierung – Datenreduktion durch DCT

- Aufteilung des Bildes in **Helligkeits-** und **Farbinformation** (genau. Farb-Differenzinformation).
- Aufteilen jedes Bildes in Blöcke der Größe 8x8 Pixel.
- Reduzieren der Daten durch eine **Diskrete Cosinus-Transformation** (DCT).
- Die DCT ergibt, je nach Inhalt des Blocks, viele Koeffizienten mit dem Wert „0“. Daher Codieren des Ergebnisses der DCT mit einem Huffman-Code (Laufängencodierung, Run Length Code – RLC).
- Die DCT kann über die inverse Funktion rückgängig gemacht werden, bis hierher ist die Codierung also verlustlos.
- Mit einem „**Entropie-Coding**“ wird die Datenrate weiter reduziert, allerdings jetzt verlustbehaftet: Anteile mit „hoher Frequenz“ werden unterdrückt.

MPEG-Codierung – Beispiel für eine DCT

■ Vor der DCT

223	191	159	128	98	72	39	16
223	191	159	128	98	72	39	16
223	191	159	128	98	72	39	16
223	191	159	128	98	72	39	16
223	191	159	128	98	72	39	16
223	191	159	128	98	72	39	16
223	191	159	128	98	72	39	16
223	191	159	128	98	72	39	16

■ Nach der DCT

43,8	-40	0	-4,1	0	-1,1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

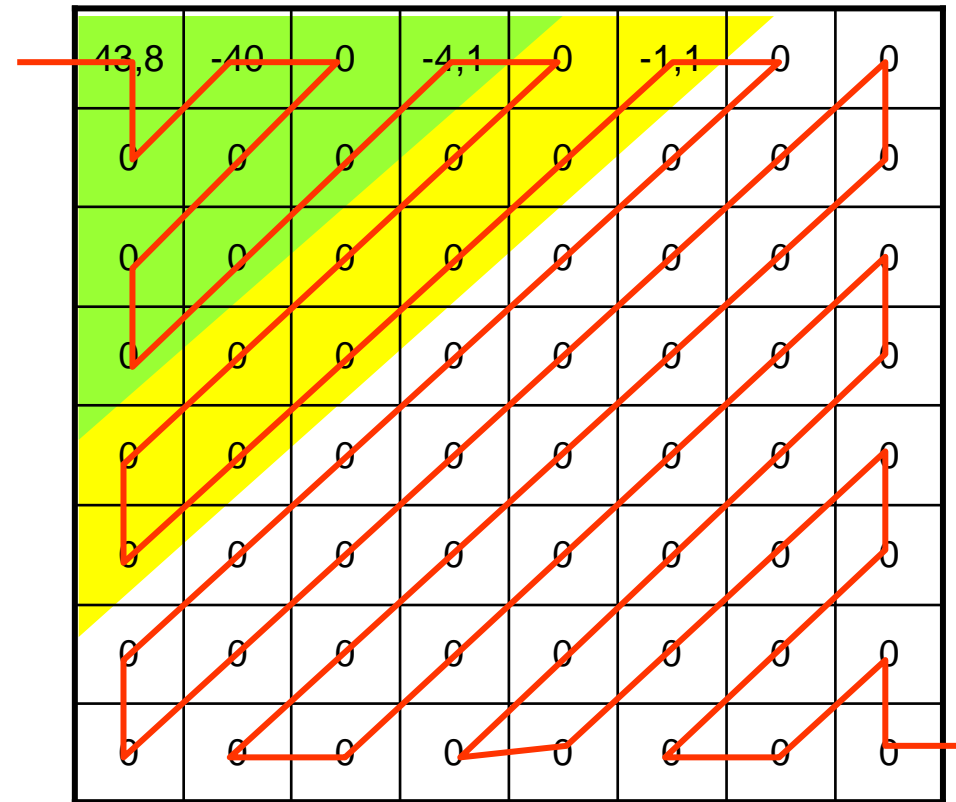
Wagerecht: zunehmender horizontale Frequenz

Senkrecht: zunehmende vertikale Frequenz.

MPEG-Codierung – Abarbeiten der Tabelle

Die Werte werden im Zik-Zak ausgelesen. Die „0“-Folgen werden nicht einzeln übertragen, sondern es wird angegeben, wie viele „0“-Werte folgen.

Nach 21 Werten folgen nur noch „0“

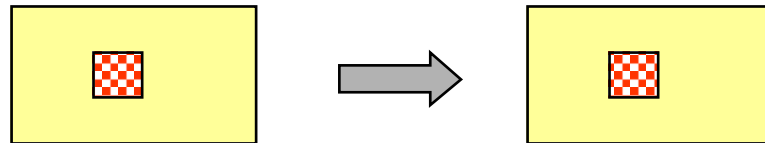


Schneidet man „hochfrequente“ Anteile ab, lässt sich die Datenrate weiter reduzieren, allerdings ist das dann verlustbehaftet (führt zu reduzierter Schärfe)

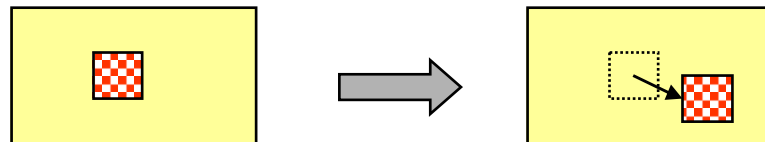
MPEG-Codierung – Behandlung der Blöcke

- Durch Vergleich eines Teilbildes mit seinem Vorgänger kann erkannt werden, welche Teile des Bildes sich bewegen.

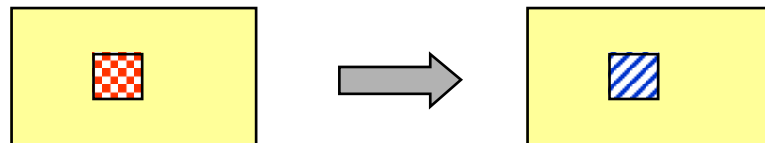
- Der Block hat sich nicht geändert: → nichts übertragen



- Der Block ist zwar im folgenden Bild vorhanden, aber an einer anderen Stelle: → übermittle einen Bewegungsvektor.



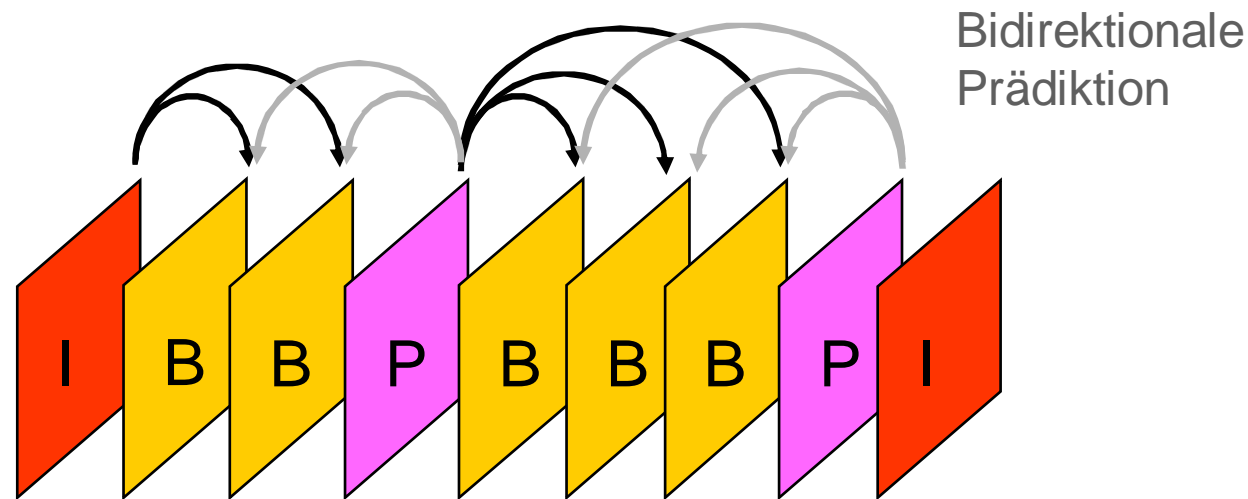
- Der Block ist vollkommen neu: → der neue Block wird übertragen.



- Damit lässt sich die Bitrate von Bild zu Bild drastisch reduzieren.

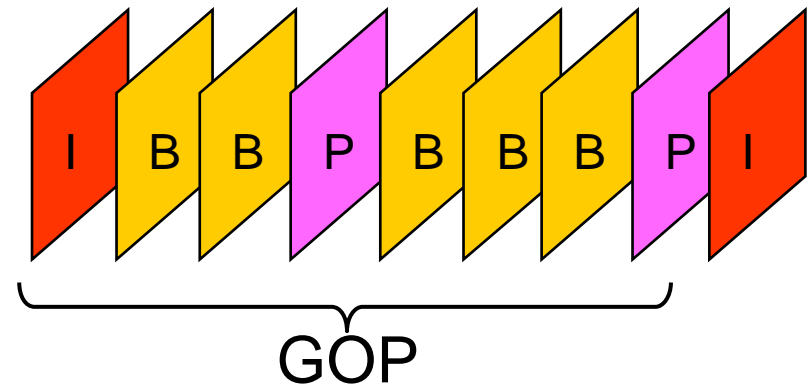
MPEG-Codierung – Frame-Typen

- Für die Übermittlung von Vollständigen Bildern und von Teilbildern (abgeschätzten) Bildern spezifiziert MPEG drei Frame-Typen:
 - Intra Frames (**I-Frames**)
sie beinhalten die vollständige Bildinformation.
 - Predicted Frames (**P-Frames**)
sind geschätzte Bilder bezogen auf vorherige I- oder P-Frames
 - Bi-directional Predicted Frames (**B-Frames**)
sind geschätzte Bilder bezogen auf vorherige und zukünftige I- oder P-Frames



MPEG-Codierung – Frame-Reihenfolge

- Der Coder entscheidet bei jedem Bild, ob er als nächstes eine I-, P- oder B-Codierung durchführt.
- Aber alle ca. 12 Frames wird ein I-Frame gesendet.
(Nur mit einem I-Frame kann ein Bild aufgebaut werden!)
- Der Abstand der I-Frames wird **Group of Pictures** (GOP) genannt.
- Da die B-Frames bidirektional arbeiten, müssen die Frames auf die sich der B-Frame bezieht, vorher angekommen sein.
 - Daher ist die Reihenfolge der Sendung unterschiedlich zu der Reihenfolge der Präsentation.
 - Zusätzlich muss jedem Frame Zeitstempel mitgegeben werden. Dazu gibt es den Decoding Time Stamp (DTS) und den Presentation Time Stamp (PTS).



MPEG-4 Part 10 – Änderungen gegenüber MPEG-2

- Neue Verfahren für die Entropie-Codierung:
 - CAVLC (Context-based Adaptive Variable Length Coding)
 - CABAC (Context-based Adaptive Binary Arithmetic Coding)
- Die Reihenfolge der Macroblocks muss nicht mehr der Abtastreihenfolge entsprechen:
 - FMO (Flexible Macroblock Order)
 - ASO (Arbitrary Slice Order)
 - RS (Redundant Slice)
- Einführung eines Wichtungs-Faktors für die P- und B-Frames
 - Weighted prediction
- Zwei Schichten
 - VCL (Video Coding Layer)
 - NAL (Network Abstraction Layer)

MPEG-H (H.265) – Änderungen gegenüber MPEG-4

- Variable Blockgrößen
- Größere Blöcke möglich
- Su-Partitioning von Blcken
- Partitionen enthalten
 - Predicton Units (PU)
 - Transform Units (TU)
- Bis zu 50% Bandbreitenersparnis
- In Zukunft:
 - Scalable Video Coding

Derzeitige Profile:

- Main-Profile mit 8 Bit, 4:2:0
- Main-10-Profile mit 10 Bit
- Main Still Picture Profile

Zukünftige Profile:

- 12 Bit
- 4:2:2
- 4:4:4

Inhalt

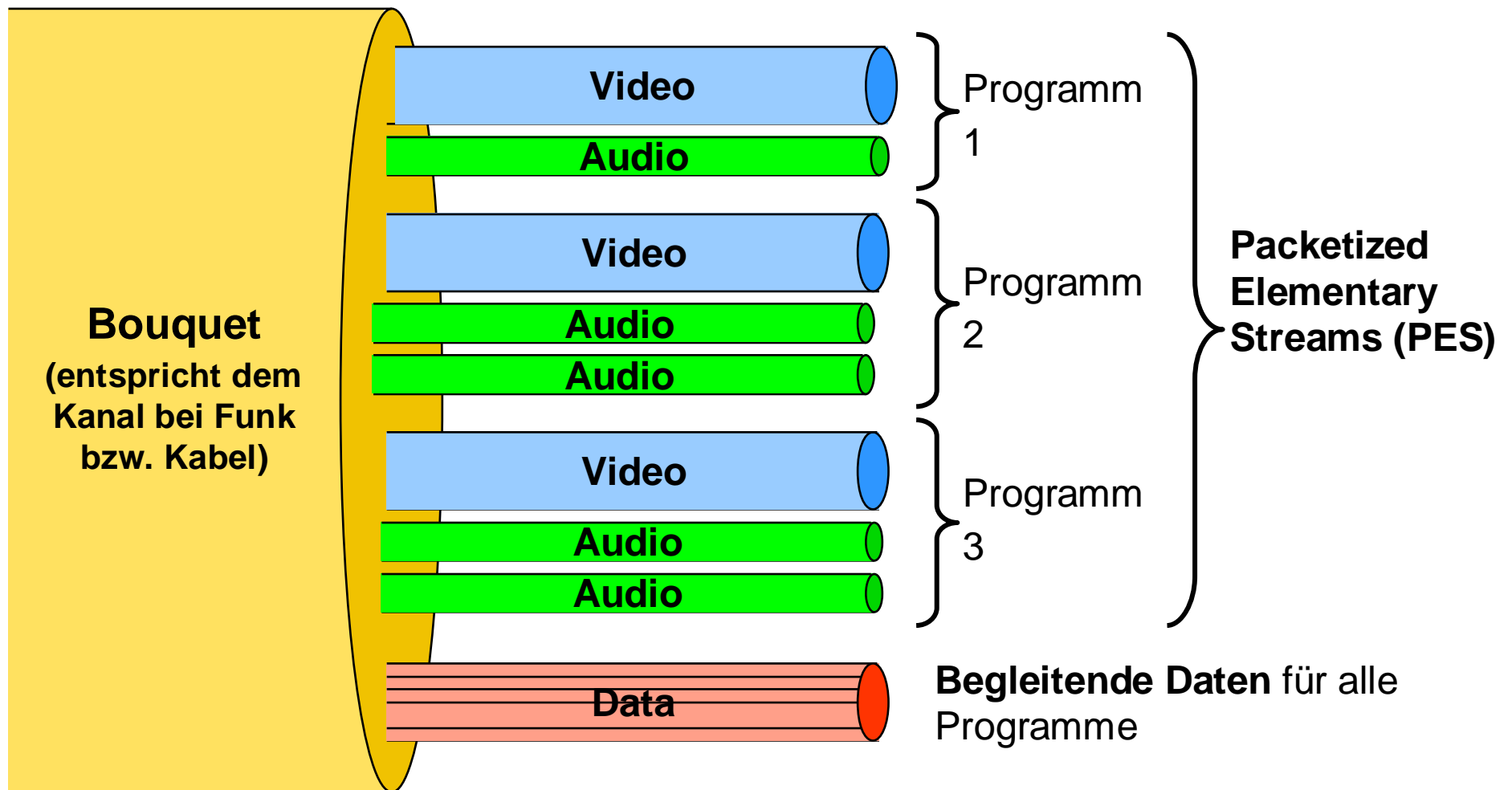
- Technische Parameter
- Verbreitungswege

- Digitales Fernsehen

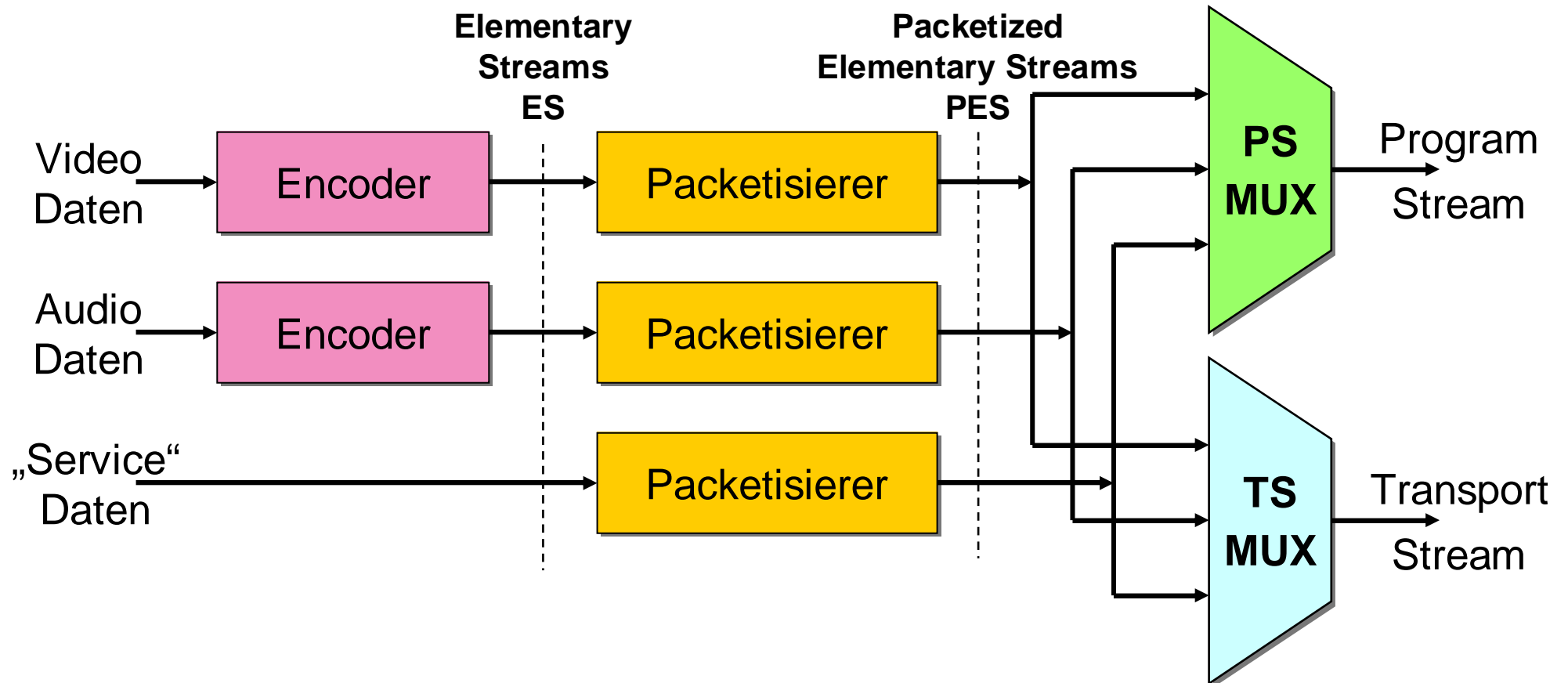
- Schnittstellen
- Dienste
- IPTV
- Mobiles Fernsehen
- Ausblick

- PCM
- MPEG Codierung
- MPEG Transportstrom
- MPEG Service Information

MPEG-Multiplexing



MPEG-Multiplexing – Programm & Transport-Multiplex



- **Program Stream:** Pakete variabler Länge, gut geeignet für fehlerfreien Kanal, gemeinsame Zeitbasis, z.B. zur Aufzeichnung auf Festplatte
- **Transport Stream:** Paket fester Länge (188 Byte), angepasst an fehleranfälligen Kanal, unabhängige Zeitbasen möglich – wird bei DVB verwendet

MPEG-Multiplexing – SPTS und MPTS

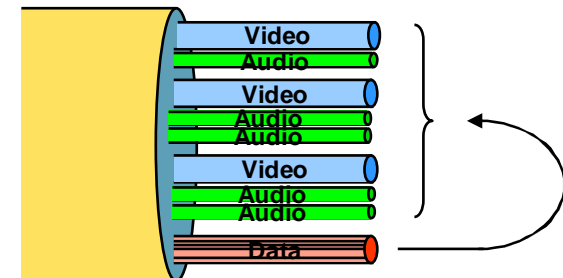
- Ein MPEG Transport Stream (TS) kann die Informationen (Video, Audio, Daten) eines Programms tragen:

Single Programme Transport Stream (SPTS)

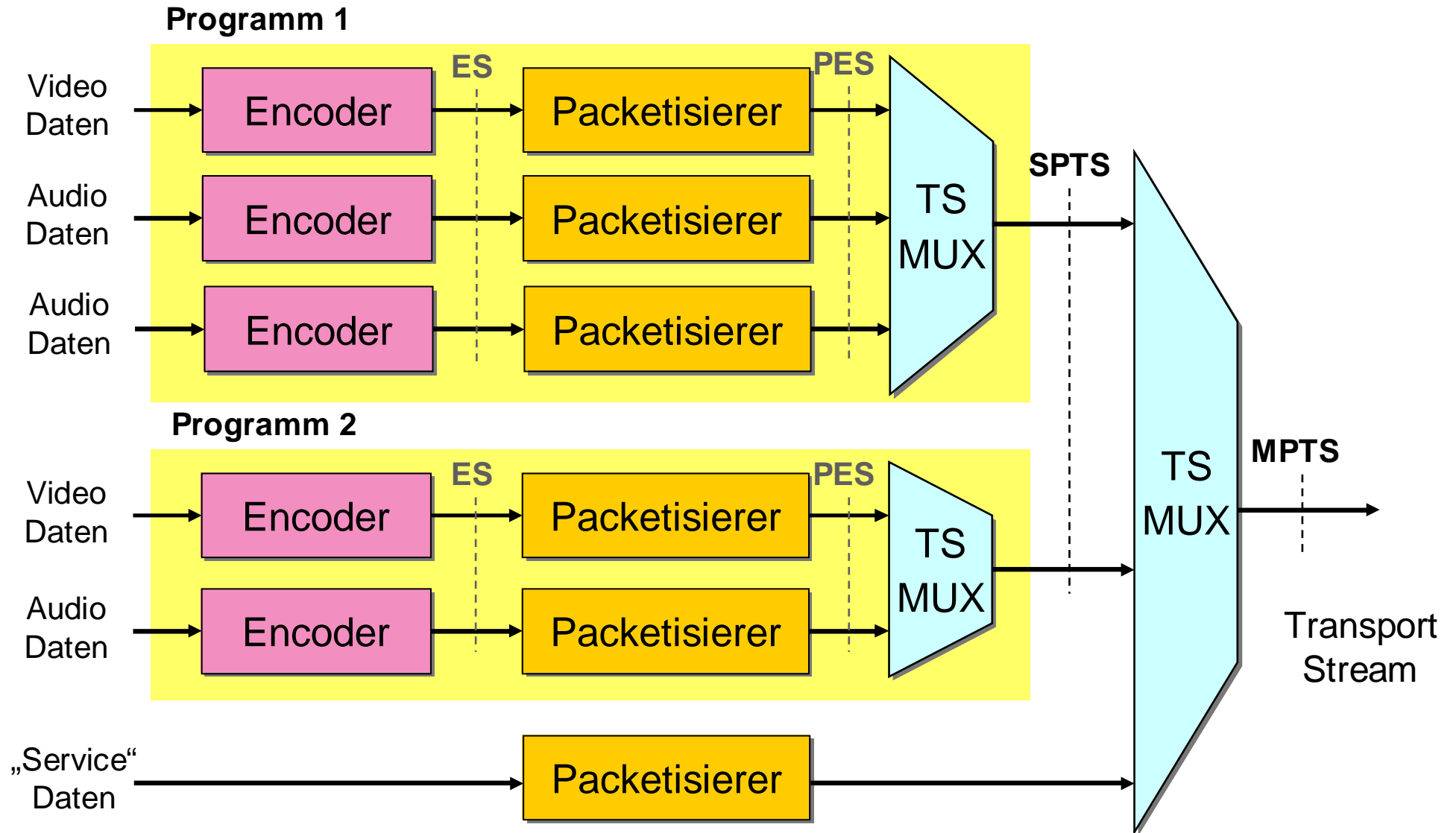
oder die Informationen für mehrere Programme:

Multiple Programme Transport Stream (MPTS)

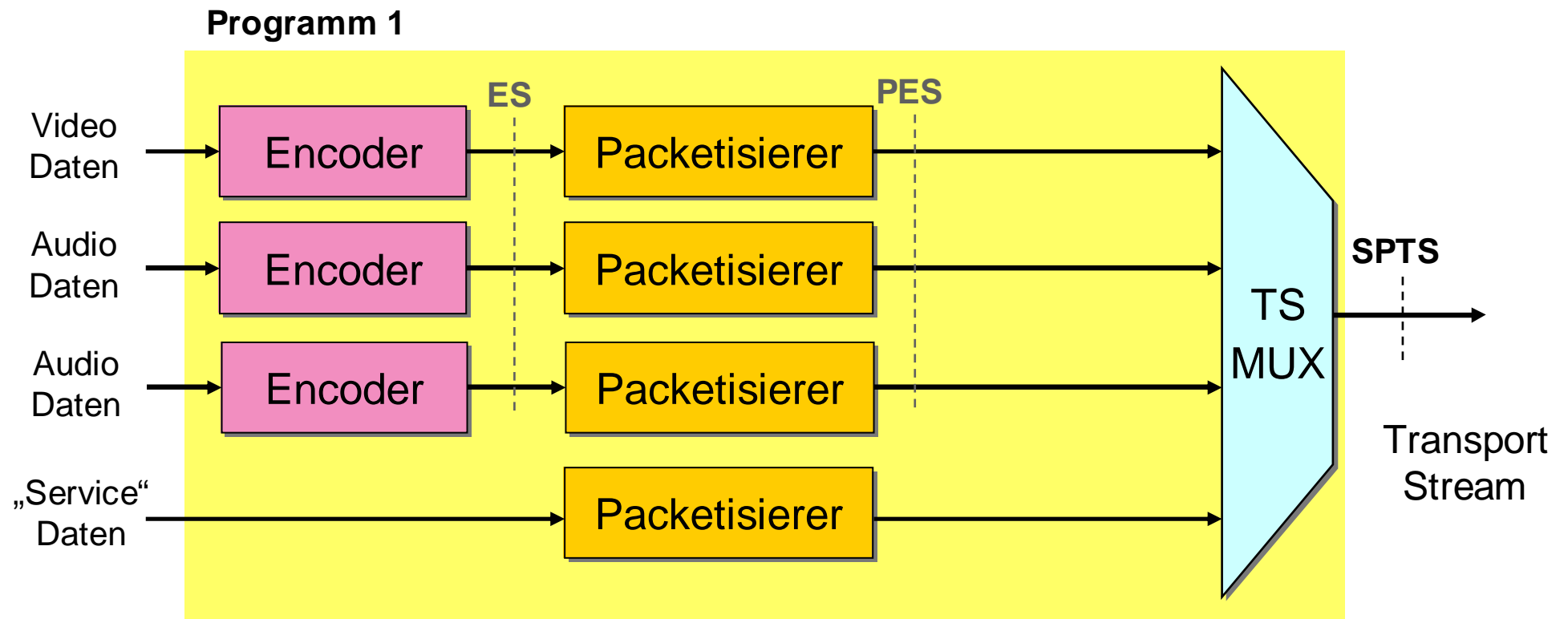
- Bei MPTS beziehen sich dann die Programme Specific Information (PSI) und die Service Information (SI) auf alle Programme innerhalb des MPTS.
- MPTS ist die Form, die DVB normalerweise verwendet (Ausstrahlung über Satellit, Kabel und terrestrischem Funk).
- SPTS ist die Form, die im IPTV verwendet wird.



MPEG-Multiplexing – MPEG MPTS



MPEG-Multiplexing – MPEG SPTS

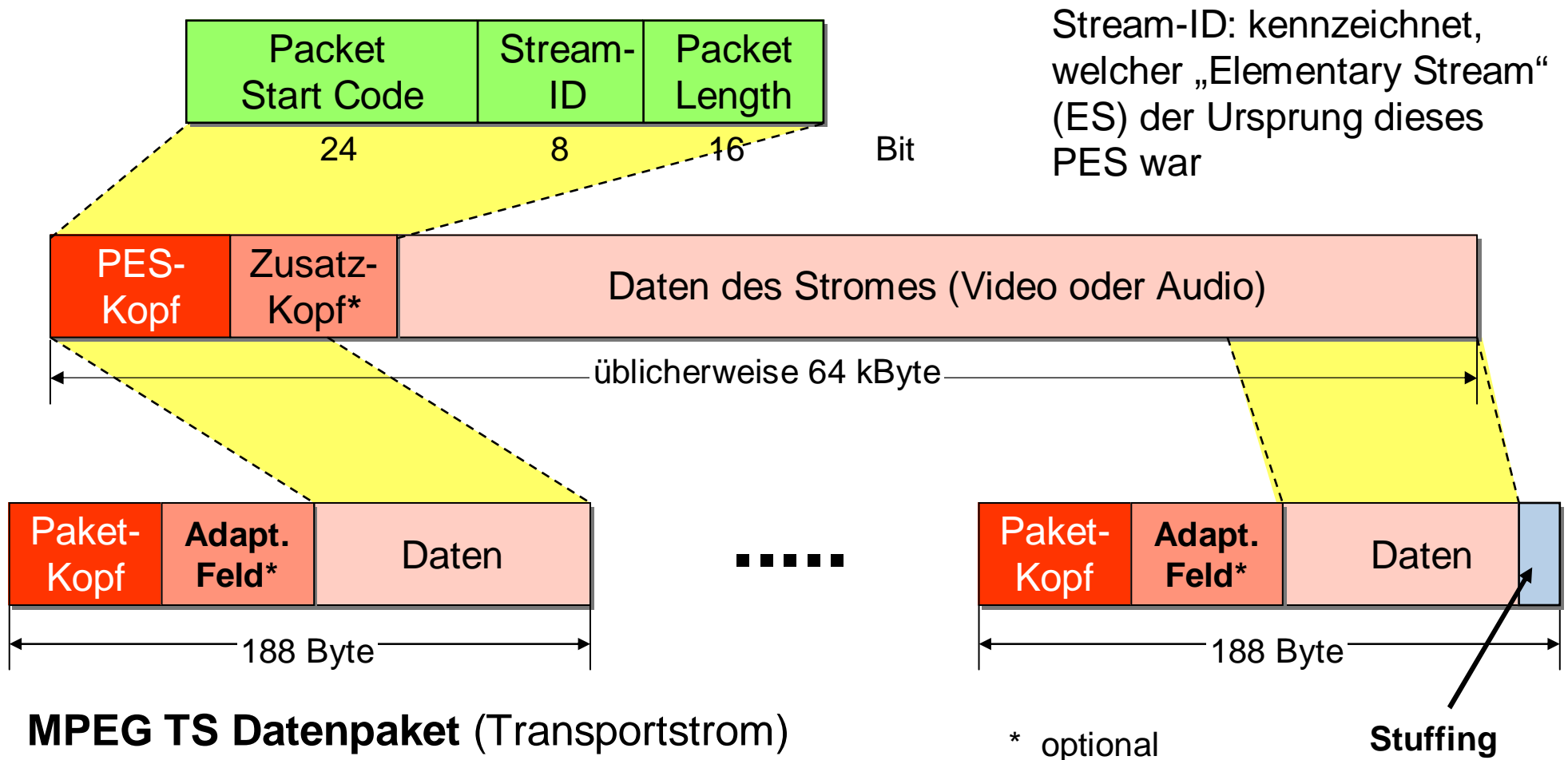


MPEG-Multiplexing – Transport-Multiplex

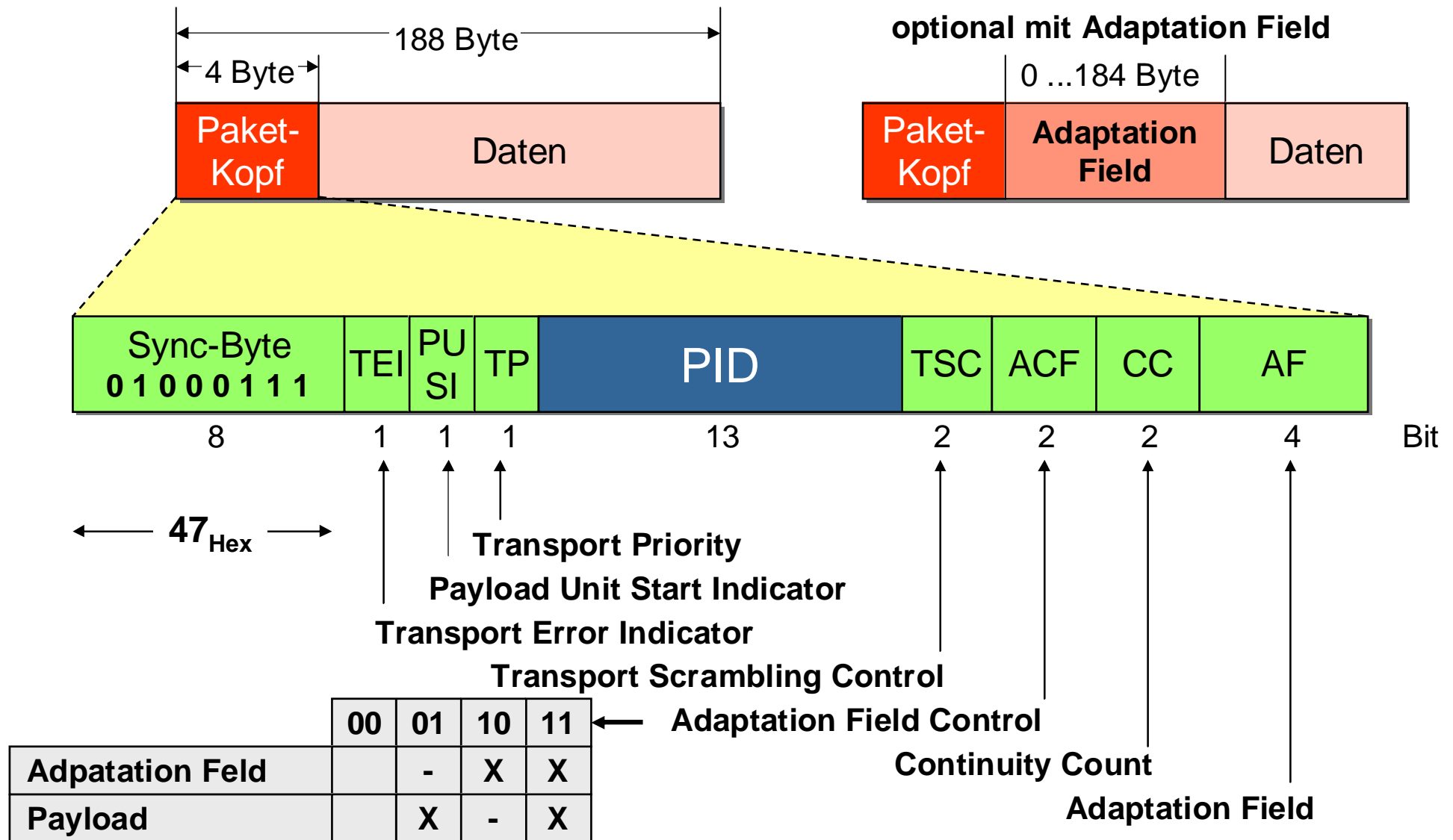
- Multiplexverfahren (vergleichbar zu ATM):
 - Paket fester Länge
 - Kein starres Multiplexschema
 - Einzelne PES werden auf der Multiplexebene nicht synchronisiert
 - Lücken werden mit „Leer-Paketen“ aufgefüllt (PID=0x1FFF)
- Der Name „Transport“-Strom wurde gewählt, da er Eingang der „OSI Transport-Layer“ ist.

MPEG-Multiplexing – PES und Fragmentierung

MPEG PES Datenpaket (Packetized Elementary Stream)

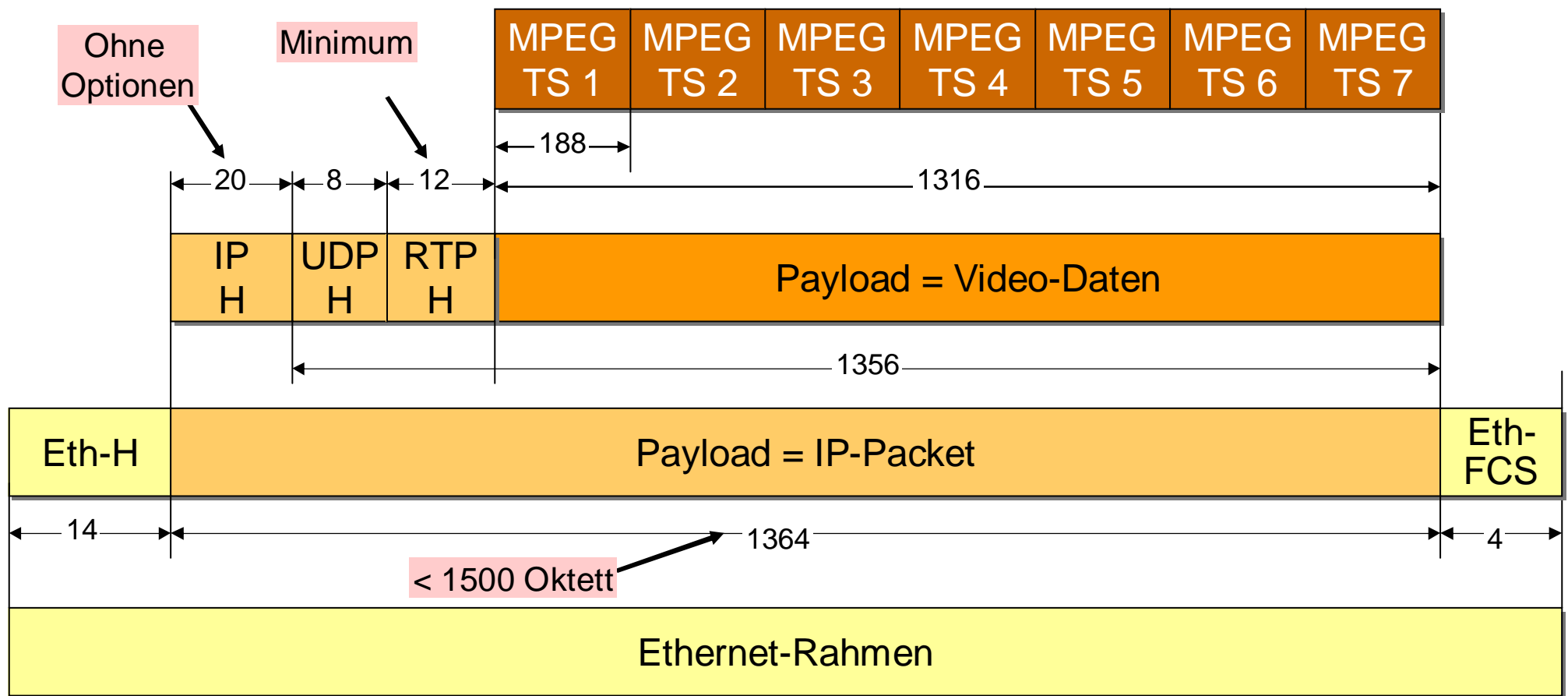


MPEG-Multiplexing – TS-Datenpaket



MPEG-Multiplexing – MPEG TS über IP und Ethernet

Sieben MPEG Transport Stream Pakete werden in ein IP-Paket gepackt. Damit bleibt der Ethernet-Rahmen unterhalb der 1500-Oktett-Grenze und es findet keine IP-Fragmentierung statt.



Inhalt

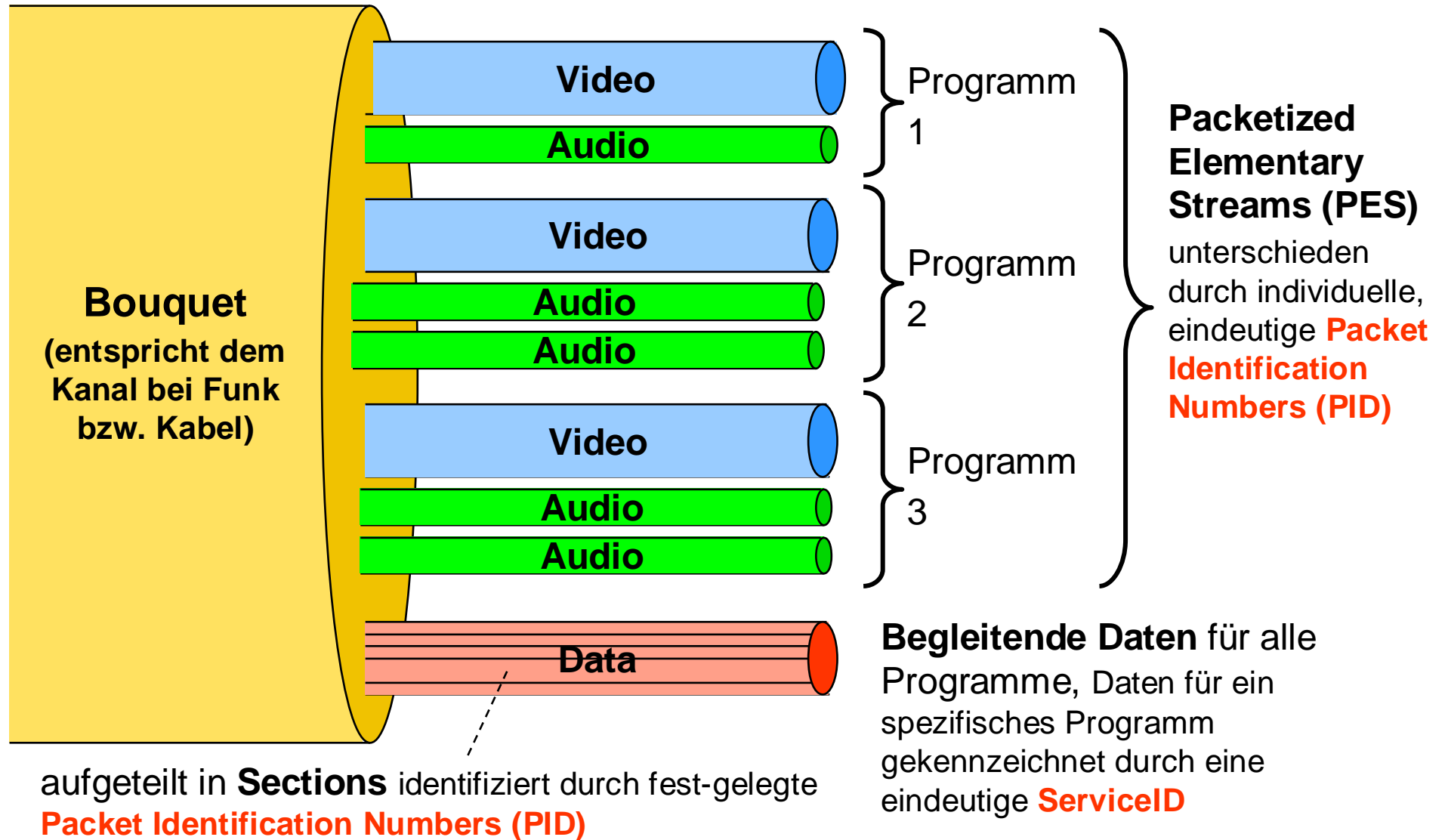
- Technische Parameter
- Verbreitungswege

- Digitales Fernsehen

- Schnittstellen
- Dienste
- IPTV
- Mobiles Fernsehen
- Ausblick

- PCM
- MPEG Codierung
- MPEG Transportstrom
- MPEG Service Information

MPEG-Multiplexing – Kanal bzw. Bouquet



Program Specific Information (PSI)

■ Program Association Table (PAT)

- Liste aller Programme im MPEG TS
- Verweise auf die PIDs der zu den Programmen gehörenden PMTs

■ Program Map Table (PMT)

- Liste der PIDs der Einzelströme in TS (Video, Audio)
- evtl. Copyright- bzw. Verschlüsselungs-Information

Notwendig zur
Decodierung der
Programme

■ Conditional Access Table (CAT)

- Informationen für den Conditional Access („Private Daten“)

Notwendig zur
Entschlüsselung

■ Network Information Table (NIT)

- Listet Parameter der unterliegenden Netze (z.B. Transpondernummer, Modulation, Orbitposition, ...). Beim Transport über IP irrelevant!

Notwendig für den
Empfänger zur
Abstimmung

Service Information (SI)

- Service Description Table (SDT)
 - Informationen zu den einzelnen Programmen (z.B. Anbieter)
 - Hinweise zu den Anbeitern (z.B. Sendeanstalten)
- Event Information Table (EIT)
 - Informationen (Startzeit, Endezeit, Beschreibung, Klassifizierung) für jedes Programm in einer eigenen Untertabelle:
 - Informationen zur laufenden Sendung („present“)
 - Informationen zu zukünftigen Sendungen („follows“ und „schedule“)
- Bouquet Association Table (BAT)
 - Informationen über Kanal/Bouquet (eigenes und andere) eines Anbeiters
- Running Status Table (RST)
 - Zeigte den Status (z.B. „Programm läuft“, „Programm beginnt in Kürze“)
- Time and Date Table (TDT)
 - augenblickliche Uhrzeit und Datum
- Time Offset Table (TOT)
 - Differenz zwischen der Lokalzeit und UTC

DVB-PSI/SI-Tabellen

MPEG-2

PID=0x0000

PAT

PID=0x0001

CAT

PID=P

PMT

PID=0x0002

TSMT

DVB

PID=0x0010

NIT

Network Information
Actual Network

PID=0x0010

NIT

Network Information
Other Network

PID=0x0011

BAT

Bouquet Association

PID=0x0011

SDT

Service Description
Other TS

PID=0x0011

SDT

Service Description
Actual TS

PID=0x0012

EIT

Actual TS
present/following

PID=0x0012

EIT

Actual TS schedule

PID=0x0012

EIT

Other TS
present/following

PID=0x0014

TDT

Time & Date

PID=0x0013

RST

Running Status

PID=0x0014

TOT

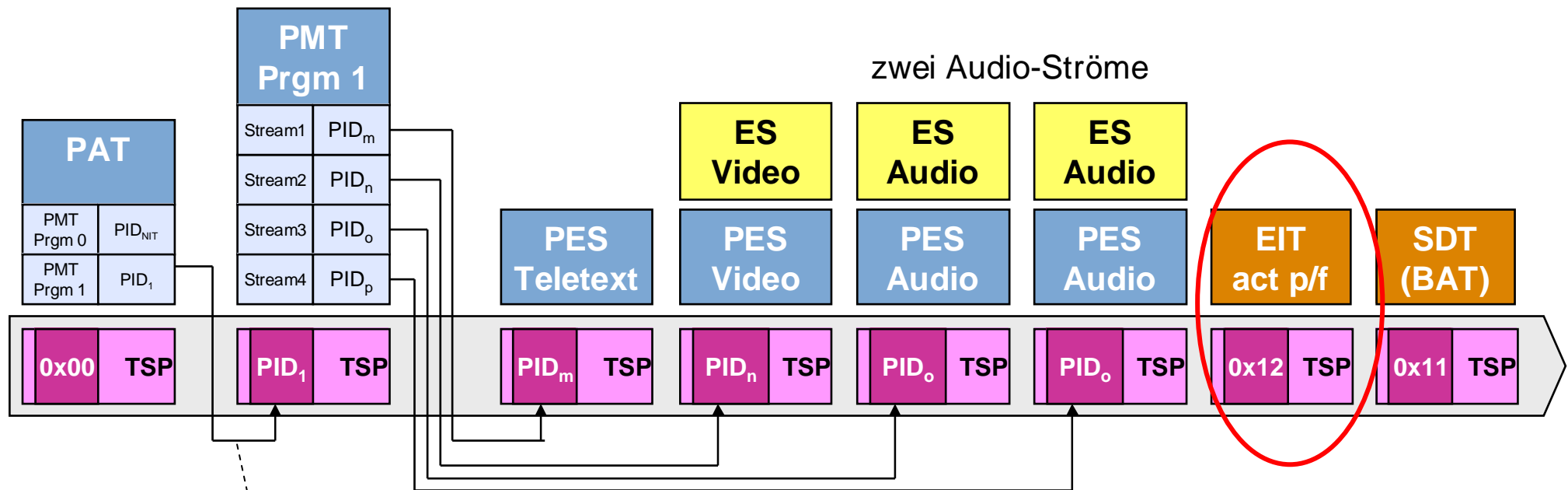
Time Offset

PID=0x0010 to 0x0014


ST

Stuffing

MPEG2-TS – Verlinkung der Tabellen



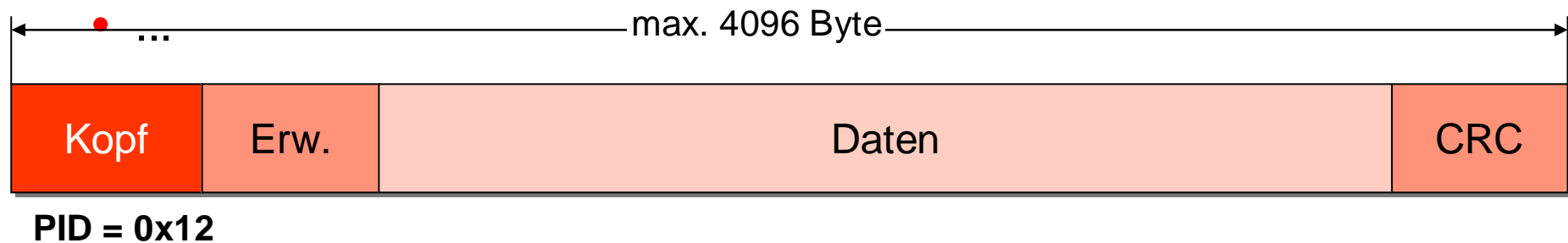
Nur SPTS gezeigt (ein Programm per Transport Stream).
In MPTS hat die PAT für jedes Programm einen eigenen Eintrag (mehrere PMTs)

 = Transport Stream Packet

Event Information Table (EIT) – Inhalt & Format

BACKUP

- Startzeit der Sendung
- Dauer der Sendung
- Laufender Status
- Deskriptoren
 - Titel
 - Inhaltsbeschreibung
 - Genre
 - Mindestalter



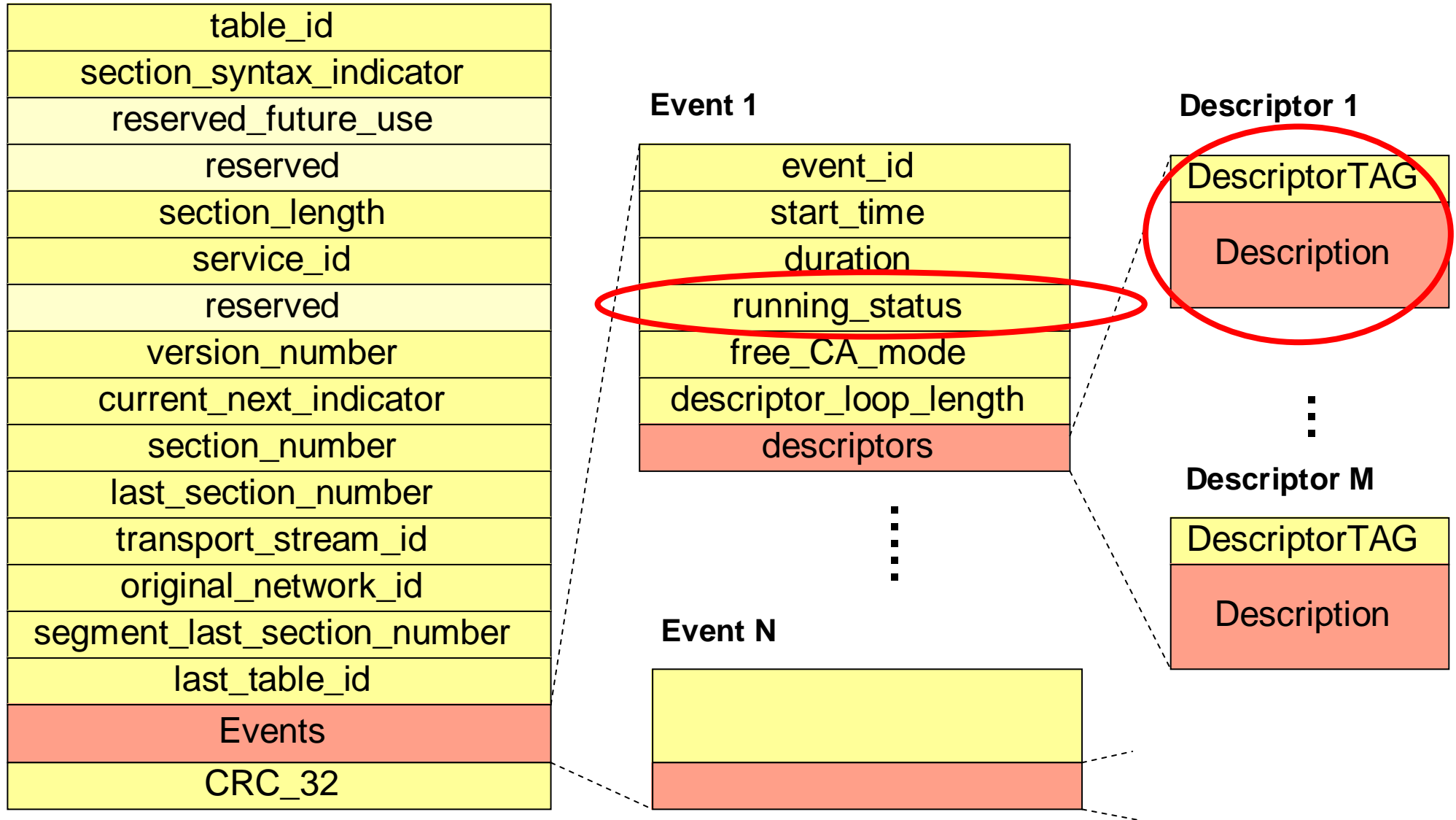
- Event-Informationen für ein Programm in chronologischer Folge

EIT: PID = 12 _{Hex} (nur die genannten Table-IDs können in EIT auftreten)	Event-Information für die aktuelle und die nachfolgende Sendung. (present/follow)	Event-Zeitplan Vorschau für ein Programm über einen oder mehrere Tage (schedule)
Bezieht sich auf das laufende Programm	Table-ID = 4E _{Hex} alle 2 sec.	Table-IDs = 50...5F _{Hex} alle 10 sec.
Bezieht sich auf andere Programme desselben Anbeiters Notwendig, wenn ein Anbieter seine Programme auf mehrere Kanäle verteilt hat	Table-ID = 4F _{Hex} alle 10 sec.	Table-IDs = 60...6F _{Hex} alle 10 sec.
	Für eine schnelle Information, wenig Daten, häufig gesendet	Für eine ausführliche Information, viel Daten, selten gesendet

Minimale Wiederholraten für Aussendung der Tabellen.

Event Information Table (EIT) - Tabellenaufbau

BACKUP



Event Information Table (EIT) – Running Status

BACKUP

Der Running Status gibt Informationen über den Status des gerade laufenden oder gleich beginnenden Dienstes.

Wert	Bedeutung	
0	undefined	gilt auch für nVOD
1	not running	
2	starts in a few seconds	benutzt um den VCR zu starten
3	pausing	
4	running	
5 .. 7	reserved	

Event Information Table (EIT) - Deskriptoren

BACKUP

Aus der Gesamtzahl der bei DVB spezifizierten „Deskriptoren“ können die nebenstehenden in EITs auftreten.

Tag (Hex)	Bedeutung
0x42	stuffing_descriptor
0x4A	linkage_descriptor
0x4D	short_event_descriptor
0x4E	extended_event_descriptor
0x4F	time_shifted_event_descriptor
0x50	component_descriptor
0x53	CA_identifier_descriptor
0x54	content_descriptor
0x55	parental_rating_descriptor
0x56	telephone_descriptor
0x57	multilingual_component_descriptor
0x5E	private_data_specific_descriptor
0x5F	PDC_descriptor
0x60	short_smoothing_buffer_descriptor
0x61	data_broadcast_descriptor

Event Information Table (EIT) – PRC

BACKUP

Der „Parental Rating Descriptor“ (PRC) beschreibt für jedes Land (oder eine Gruppe von Ländern) welches das minimale Alter ist, um dieses Programm anzusehen.

Tag (Hex)	Bedeutung	
1 Byte (0x55)	Descriptor Tag für „parental rating“	
1 Byte	Länge des Descriptors	
3 Bytes	Länderkennungen (Country Codes)	
	X X X	3 Buchstaben (ISO 3166)
	900-999	Ländergruppe (ETR 162)
1 Byte	Beschränkungen	
	0	undefiniert
	1-15	Minimales Alter +3
	15-255	Vom Programmanbieter def.
3 Bytes	Länderkennungen (Country Codes)	
1 Byte	Beschränkungen	

Für jedes Land
in der Tabelle.

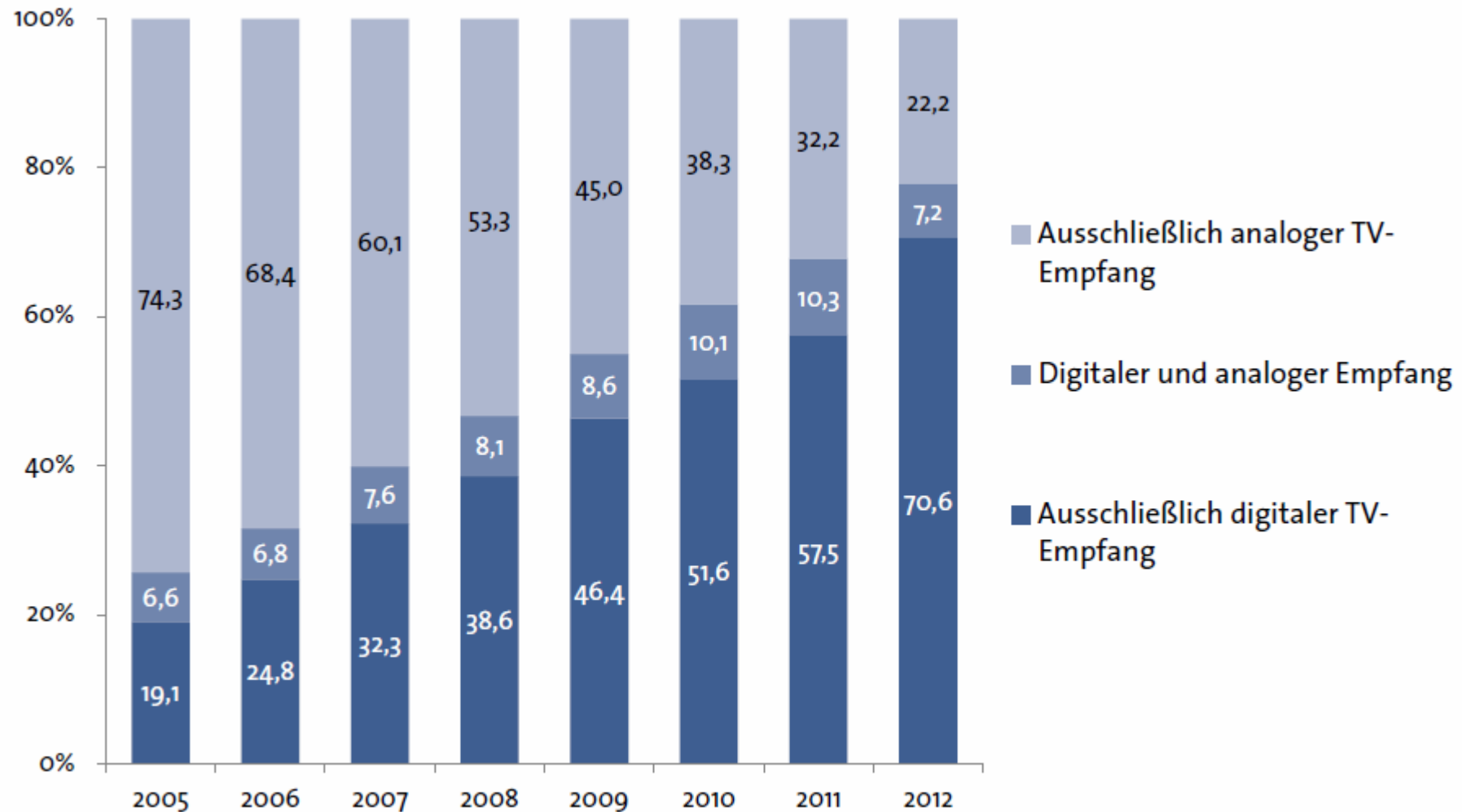
⋮

Digital Video Broadcast (DVB)

- Neben der reinen Videocodierung und Audiocodierung sind **weitere Informationen** zu übermitteln (Format-Informationen, Programm-Informationen, Videotext, usw.)
- Die **verschiedenen Verbreitungswege** benötigen Anpassungen (Terrestrisch, Kabel, Satellit).
- Immer wichtiger werden **Rückkanäle** (sowohl für interaktives Fernsehen als auch letztendlich für das Internet).
- Das „**Digital Video Broadcast**“ – Projekt (DVB) der EBU hat die notwendigen Spezifikationen erstellt.
- Die Dokumente werden von **ETSI** herausgegeben.

EBU European Broadcasting Union
ETSI European Telecommunication Standardization Institute

Digitalempfang im deutschsprachigen Raum



Basis: 33,904 / 33,904 / 36,981 / 37,277 / 37,412 / 37,464 / 37,668 / 37,977 Mio. TV-Haushalte in Deutschland

Inhalt

- Technische Parameter
- Verbreitungswege
- Digitales Fernsehen
- Schnittstellen
 - Dienste
 - IPTV
 - Mobiles Fernsehen
 - Ausblick

Video Schnittstellen

Analoge Schnittstellen:

- **FBAS** (Farb-Bild-Austast-Synchron)
(englisch: CCVS für Color Component Video Signal)
- **Komponenten** (Y, Cr, Cb) – daher drei Kabel benötigt!

Digitale Schnittstellen:

- **SDI** (Serial Digital Interface): PCM-codiertes, unkomprimiertes Video und Audio im Zeitmultiplex, 270 Mbit/s (früher: CCIR 601)
- **SDTI** (Serial Digital Transport Interface): Wie SDI aber komprimierte Komponenten und zusätzlich Metadaten, brutto 270 Mbit/s
- **ASI** (Asynchronous Serial Interface): für komprimiertes Video, brutto 270 Mbit/s

Digitalschnittstellen auf der Consumer-Seite

■ DVI (Digital Visual Interface)

- Nur Video, vermeidet zweimalige Wandlung (D/A in STB und A/D im Endgerät. Zwei Unterarten:
 - DVI-D: ausschließlicher Transfer digitaler Bildsignale
 - DVI-I: zusätzliche Übertragung von analogen Bildsignalen (das „I“ steht für „integriert“)



DVI Steckverbinder an einer STB

■ HDMI (High Definition Multimedia Interface)

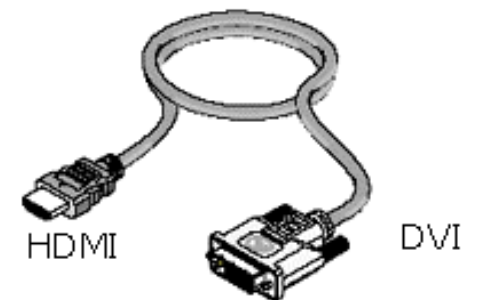
- Wie DVI aber zusätzlich digitales Audio. Bidirektional.

HDCP (High Bandwidth Digital Content Protection)

- HDCP ist ein von Intel entwickelter Mechanismus, um Daten auf der digitalen Schnittstelle (DVI bzw. HDMI) zu schützen.
- Mit HDCP soll das Abgreifen des Video- und Audioinhalte innerhalb der Verbindung zwischen Sender und Empfänger verhindert werden.



DVI-HDMI-Adapter-Kabel



Inhalt

- Technische Parameter
- Verbreitungswege
- Digitales Fernsehen
- Schnittstellen
- Dienste
- IPTV
- Mobiles Fernsehen
- Ausblick

Auswirkungen der Digitalisierung auf die Dienste

Die Digitalisierung hat dem Fernsehen zu einer Vielfalt an Diensten verholfen:

- Mehr Programme, damit auch Spartenkanäle, ausländische Programme, usw.
- Intelligente Endgeräte, Zusatzfunktionen
- Interaktives Fernsehen
- Mobiles Fernsehen
- Qualitätsverbesserungen, HDTV
- Mehrkanal-Ton
- Neue Verbreitungswege (xDSL, UMTS, langfristig Glasfaser)

Digitalisierung

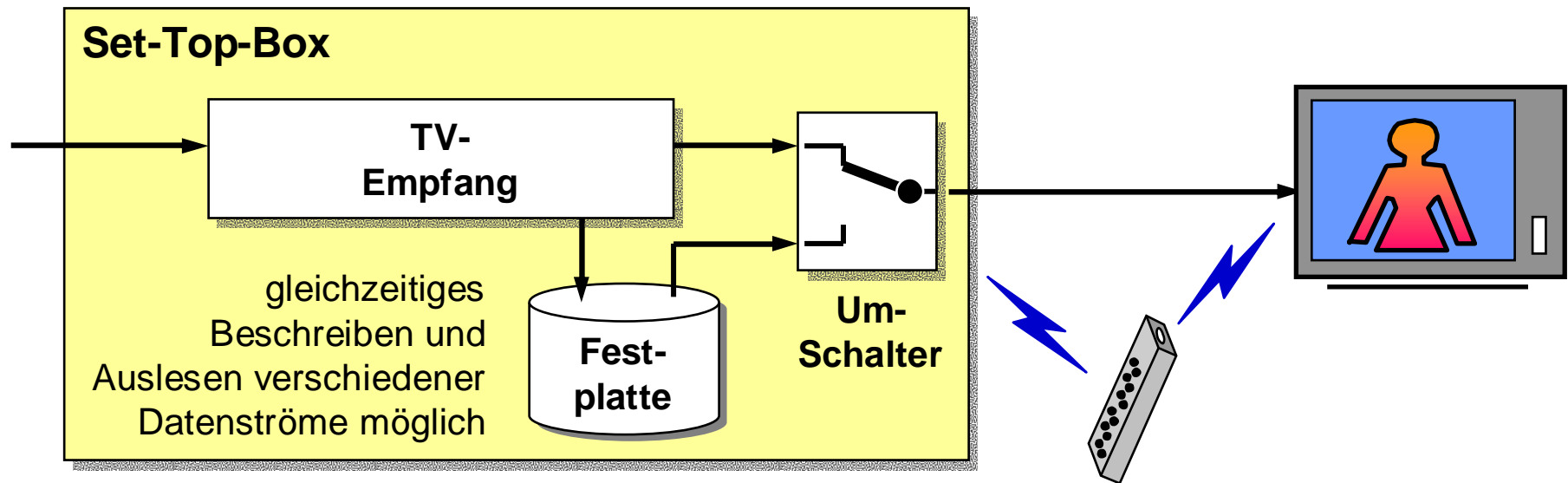
- Mitte der neunziger Jahre wurden die ersten digitalen Fernsehprogramme ausgestrahlt.
- Darauf folgte eine Explosion der Programmvielfalt. Ähnlich wie bei Zeitschriften deckt das Spektrum inzwischen viele spezielle Themen ab.
- Stand Dezember 2008 am Beispiel ASTRA 19,2° Ost:
 - Analoge Fernsehprogramme: 41
 - Digitale Fernsehprogramme: 336
 - Digitale Radioprogramme: 194

(Alle Sprachen, Free- und Pay-Services)

Quelle: www.ses-astra.com

Intelligente Endgeräte

- Festplattenreceiver, Personal Video Recorder (PVR)



- Einsatzgebiete eines Festplattenreceivers:
 - Aufnehmen und Wiedergeben („Videorekorder“)
 - Zeitversetztes Fernsehen („Time Shift“)
 - Anhalten und Fortsetzen des laufenden Programms
 - Überspringen der Werbung!

Intelligente Endgeräte

- Werbefinanziertes Fernsehen geht in der Bedeutung zurück:
- (1) die aktuelle Werbekrise,
(2) neue disruptive Technologien, die das Überspringen der klassischen Unterbrecherwerbung ermöglichen, und
(3) die Vervielfältigung der Kanäle
stellen das heutige Geschäftsmodell rein werbefinanzierter TV-Sender in Frage. ...
- Lediglich Blockbuster-Inhalte und stark profilierte Nischensender können ihre Werbeattraktivität konservieren...”

Quelle: MERCER Management Consulting

Interaktives Fernsehen – Allgemeines

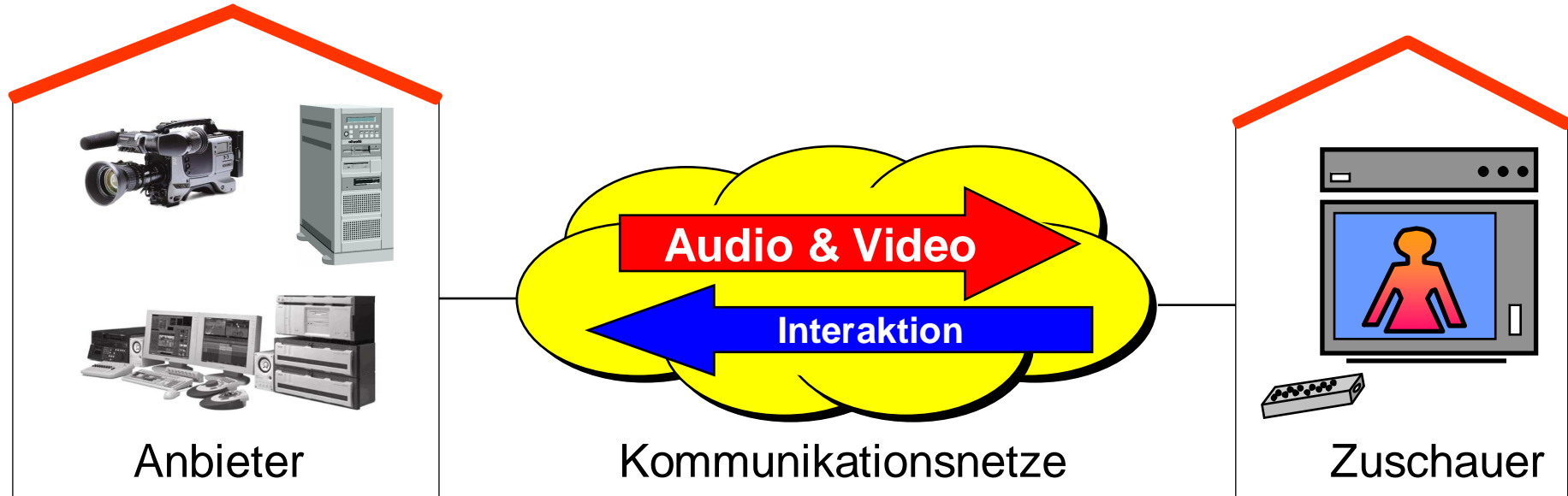
- Immer häufiger kommen zum Konsum des Fernsehprogramms auch kommunikative Anteile hinzu.
- Beispiele für Sendungen mit interaktiven Anteil:



- Wichtig: Interaktives Fernsehen (iTV) bietet auch neue Einnahmequellen, nicht nur bei Shopping-Sendern....

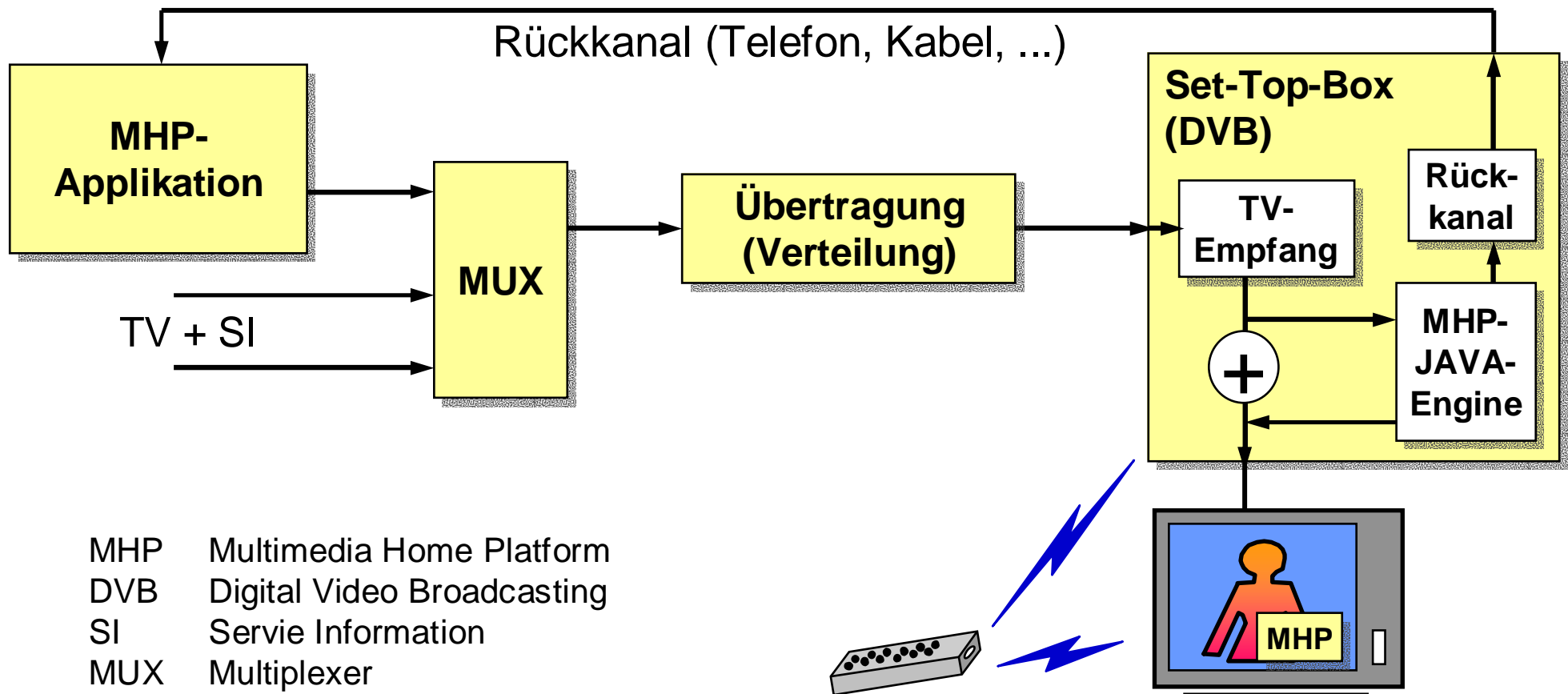
Interaktives Fernsehen – Technik

- Voraussetzung für interaktive Dienste:
- Ein Rückkanal (Interaktions-Kanal), der entweder
 - physikalisch mit dem Vorwärtskanal integriert ist (z.B. xDSL, rückkanalfähig ausgebautes BK-Netz)
 - oder mit einem separaten Netz realisiert wird (z.B. separater Internetanschluss, Mobilfunkkanal, SMS)



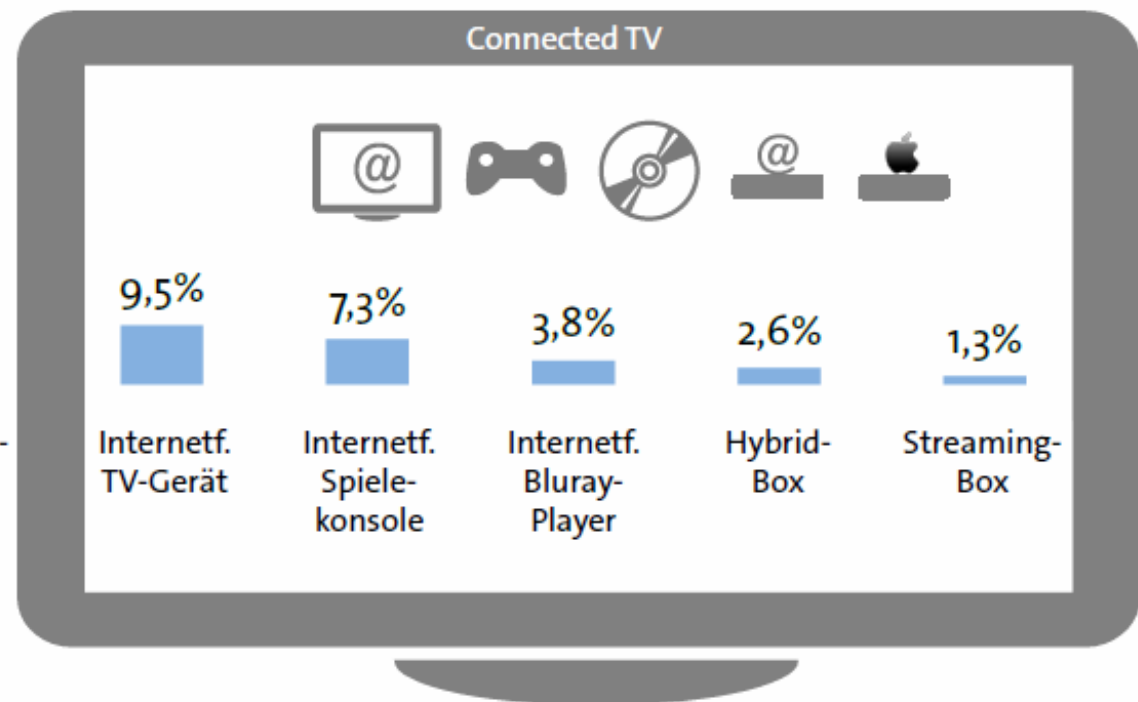
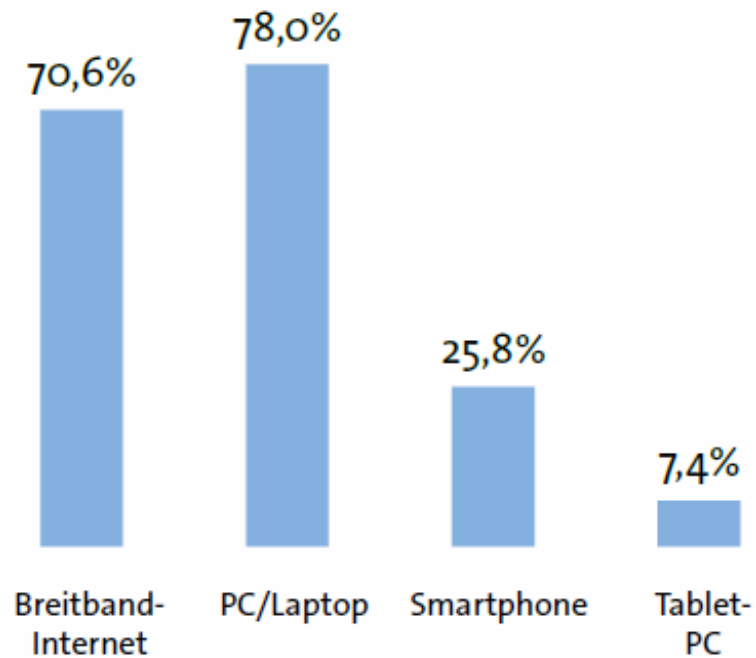
Interaktives Fernsehen – MHP – Technik

- Interaktives Fernsehen basierend auf der **Multimedia Home Platform (MHP)** nach ETSI TS 102 812



Haushaltsausstattung „Connected TV“

Im HH vorhanden



Basis: 37,977 TV-HH in Deutschland

Inhalt

- Technische Parameter
- Verbreitungswege
- Digitales Fernsehen
- Schnittstellen
- Dienste

■ IPTV

- Mobiles Fernsehen
- Ausblick

- Einleitung
- IPTV-Dienste
- IPTV-System

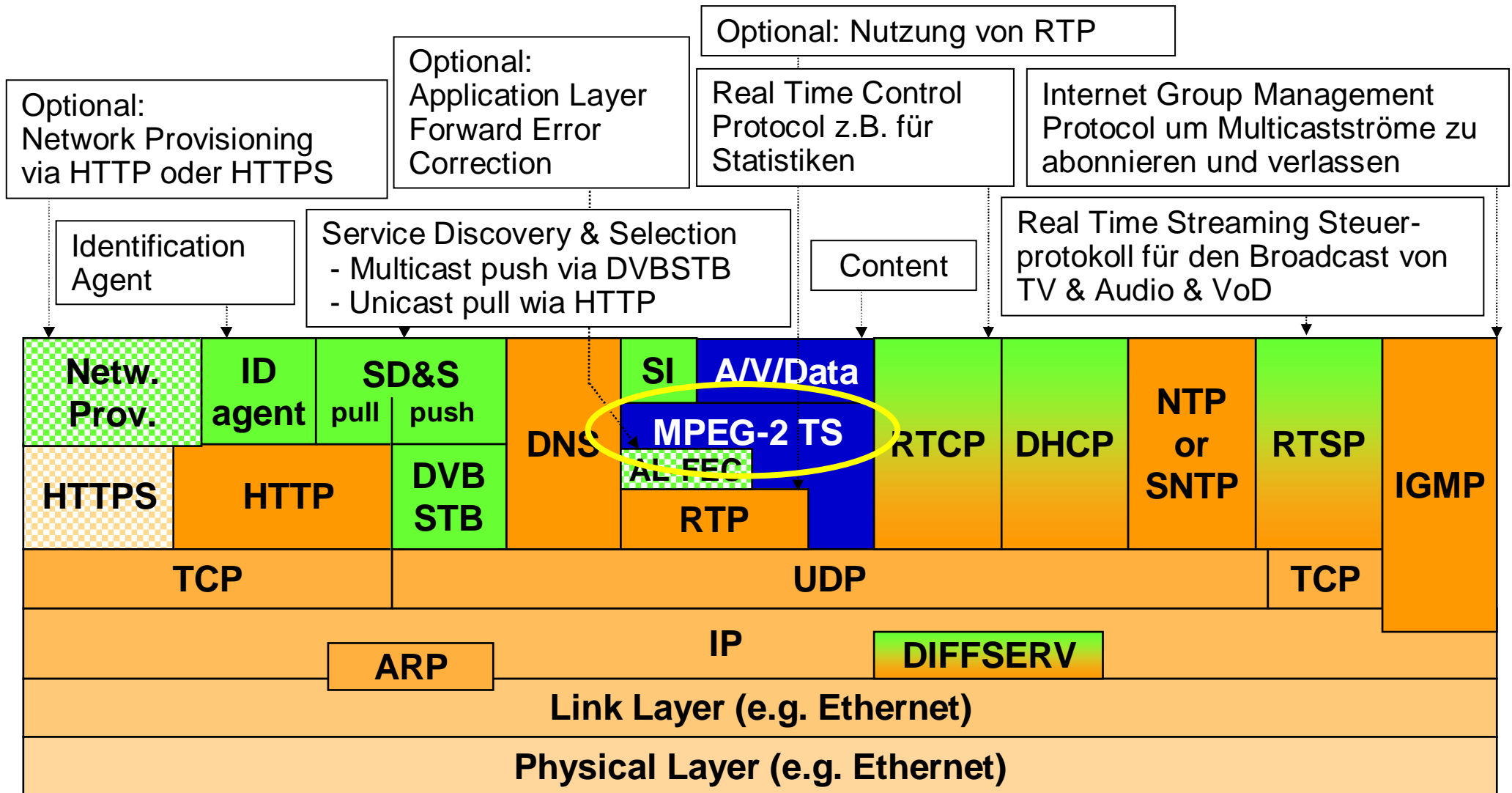
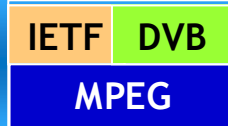
IPTV – Ziele und Herausforderungen

- Angebot von klassischem Fernsehen über eine IP-Infrastruktur.
- Der Nutzer will seine gewohnten Fernseh-Dienste in gewohnter Qualität sehen:
 - **Zusatzdienste** sollen vorhanden sein.
(Videotext, Untertitel, Mehrsprachigkeit, ...)
 - Eine **schnelle Kanalschaltung** („zapping“) wird erwartet
(bei Triple Play wird das evtl. zur Zentrale signalisiert).
 - Die **Bildqualität** muss der heutigen entsprechen
(keine Aussetzer, Artefakte usw.).
 - Die **Verfügbarkeit** muss der heutigen entsprechen
(kein „Besetzt“-Fall oder Wartezeiten bei Überlast).
- Aber auch: Erweiterung der Dienstpalette um weitere Video-bezogenen Dienste (z.B. Abrufdienste).

IPTV – Was wird benötigt ?

- Breitbandiger Teilnehmerzugang:
 - ADSL, VDSL, FTTx, Cable, WiMax?
- Hochkomprimierende Video-Codierung:
 - MPEG
- Unterstützung für programm-begleitende Daten:
 - DVB Service Information (SI)
- Video-Transport über IP:
 - Via UDP und (optional) RTP
 - Via HTTP
- Multicast-Unterstützung für Fernsehsignale:
 - IGMP und Multicast-Routing-Protokolle
- Aufgrund der hohen Qualitätsanforderungen:
 - Mess- und Überwachungsverfahren!

DVB-IPI – Protocol Stack



IPTV in Deutschland

Weltweit: 51 MIO Kunden (E2011)
156 MIO Kunden (E2017 erwartet)
3,8 MIO Neukunden (1Q2012)

Deutschland:

Anbieter	Deutsche Telekom	Telefonica (ex hansenet, Alice)	Vodafone (ex Arcor)
Produktname	Entertain	Alice TV	Vodafone TV
Anzahl Kunden	1,8 MIO	20 000 ?	?
Filme im Angebot	10 000	2 000	3 000

Ab 4/2012 für Neukunden eingestellt!

Inhalt

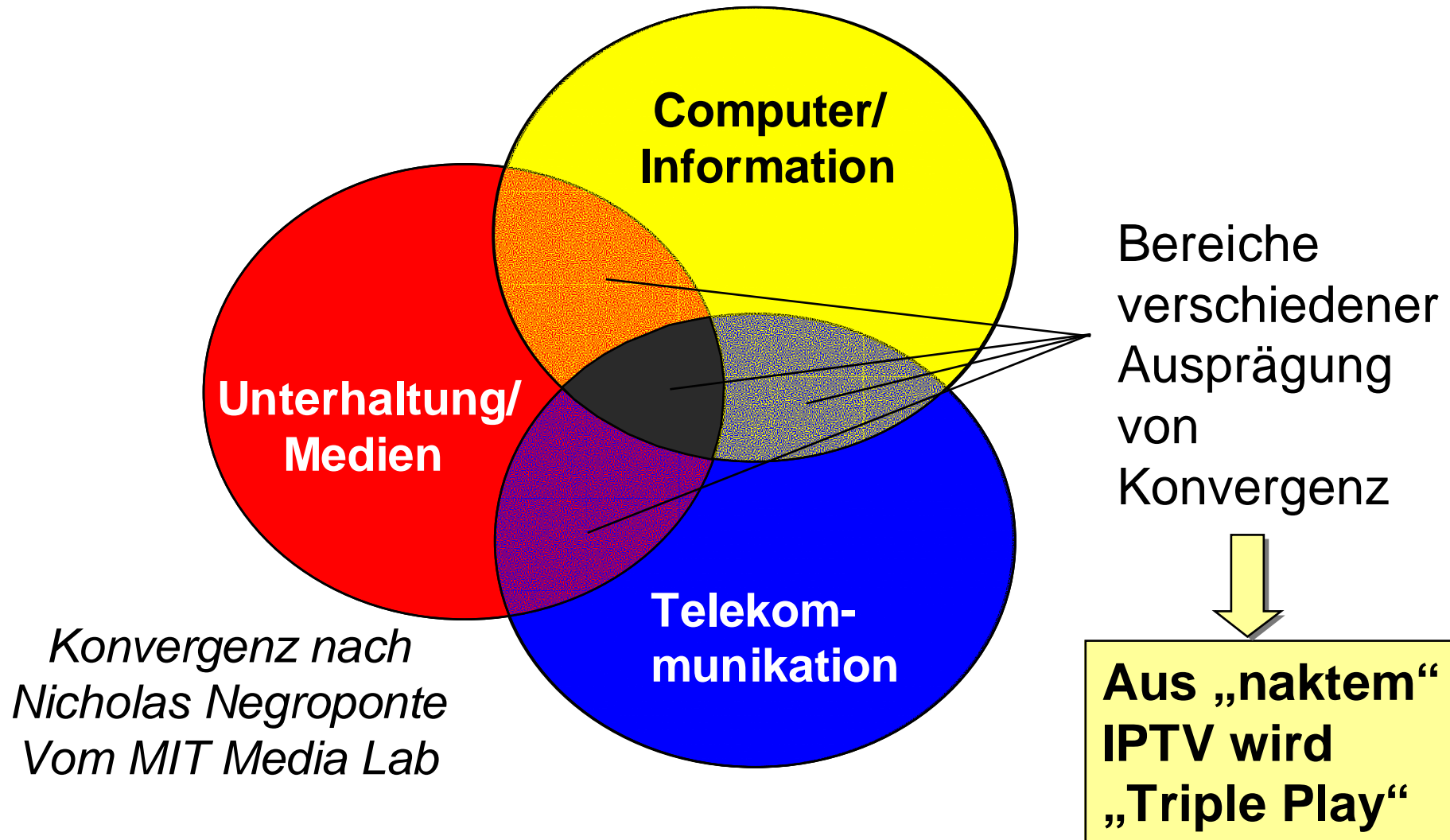
- Technische Parameter
- Verbreitungswege
- Digitales Fernsehen
- Schnittstellen
- Dienste

■ IPTV

- Mobiles Fernsehen
- Ausblick

- Einleitung
- IPTV-Dienste
- IPTV-System

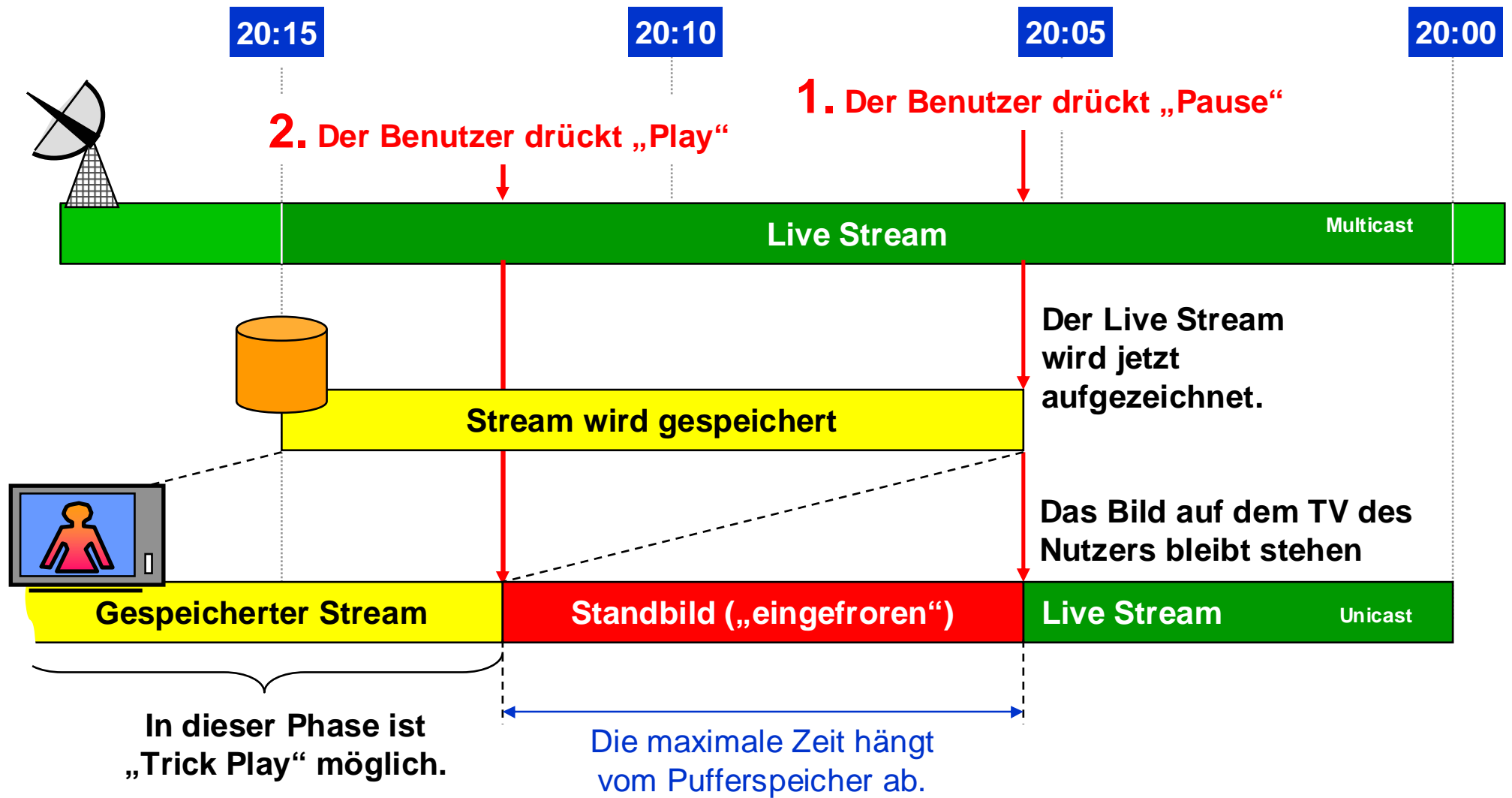
Konvergenz



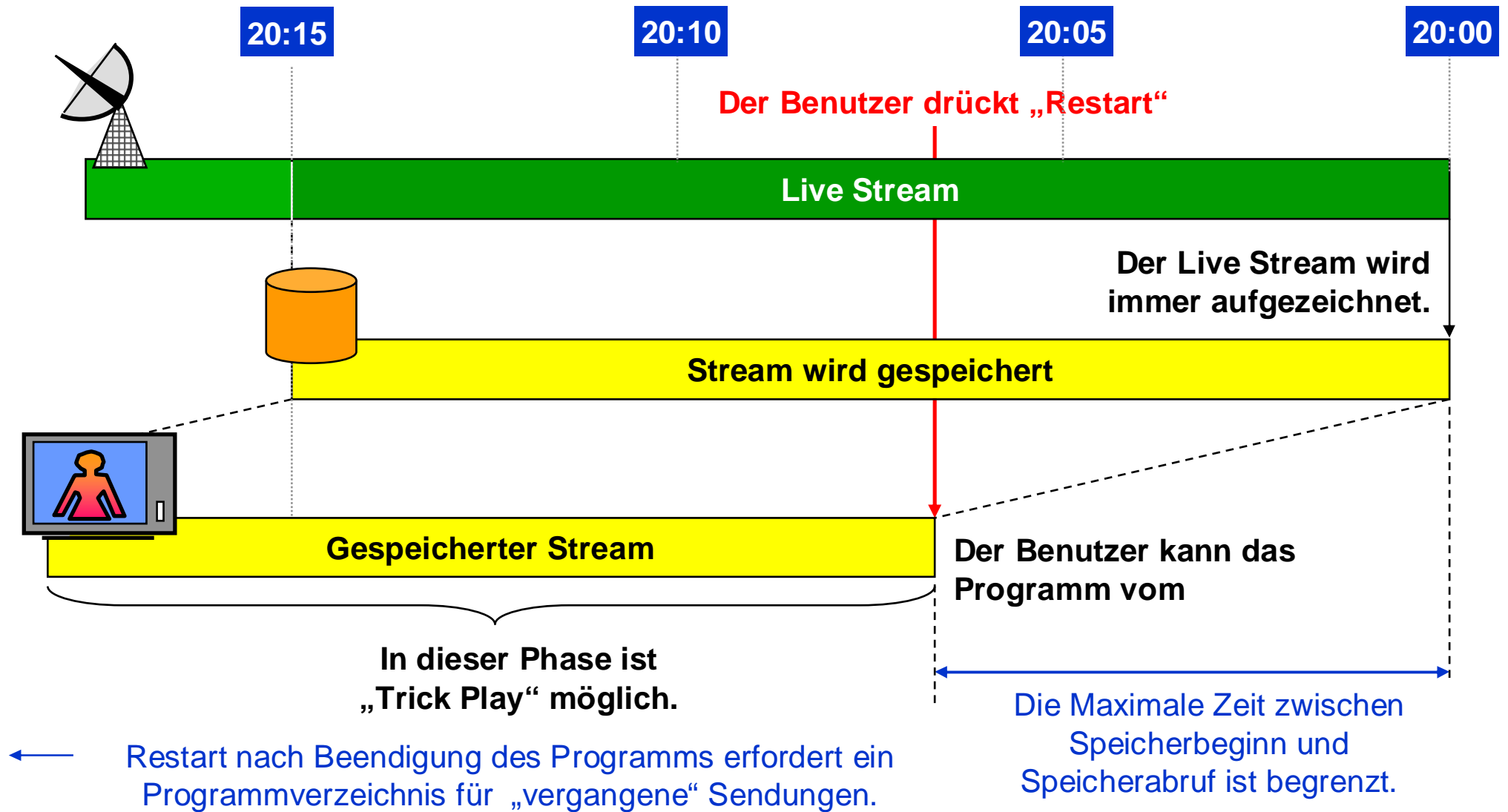
IPTV-Dienste – „Content Services“

- Fernsehen (Live TV)
- Radio (Audio)
- Filmabruf (Video on Demand)
 - „echtes“ Video on Demand (VoD)
 - Near Video on Demand (nVoD)
- Radio auf Abruf (Audio on Demand)
- Zeitversetztes Fernsehen (Time-Shift TV)
 - Pause
 - Restart Show
 - Just Missed
- Fernsehen mit Steuerung durch den Nutzer (Trick Mode)
- Persönlicher Videorekorder (PVR)
 - Netzbasierter PVR (nPVR)
 - Lokaler PVR (client-basiert, cPVR)

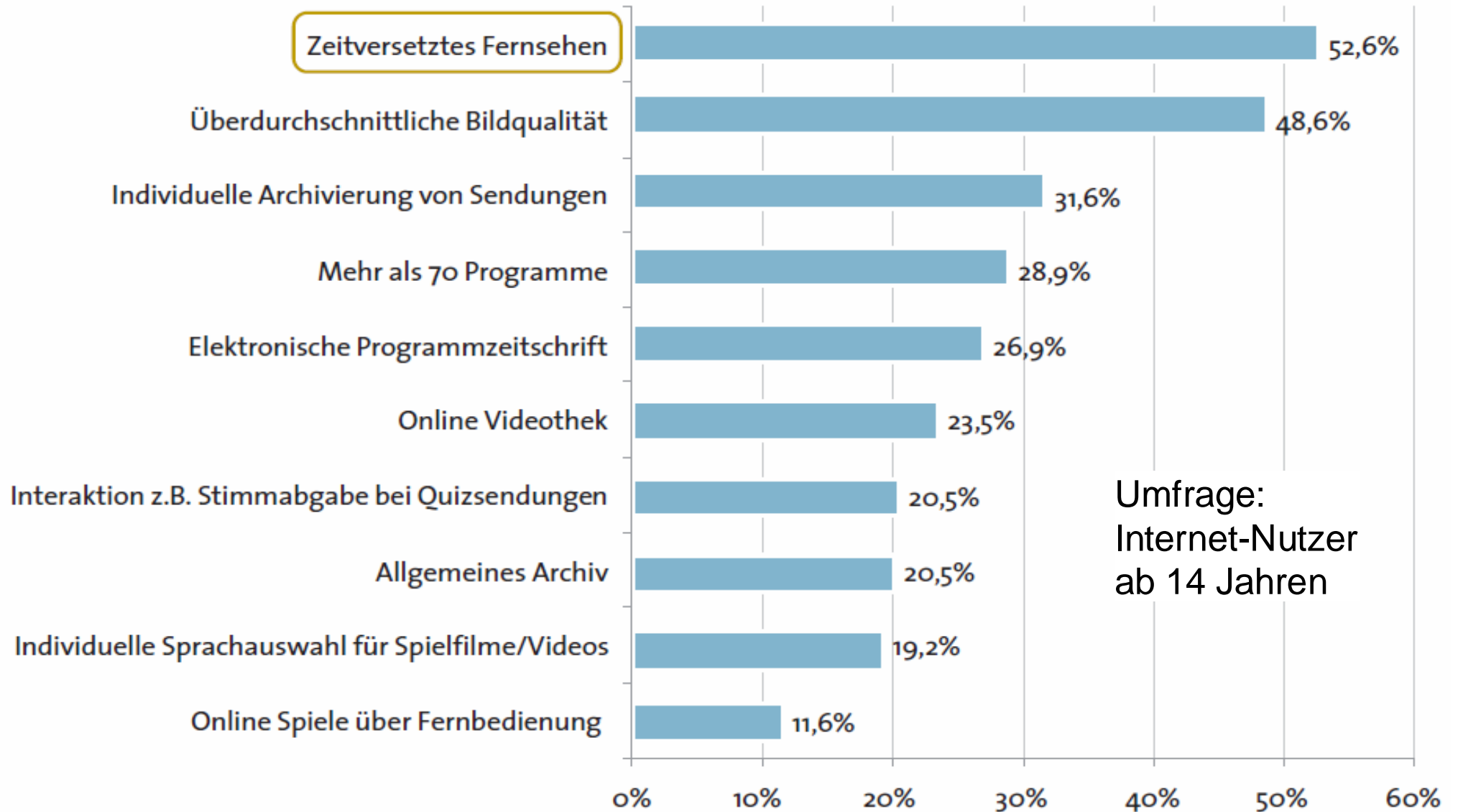
Pause



Restart Show und Just Missed



Vorzüge des Internet-Fernsehens



Inhalt

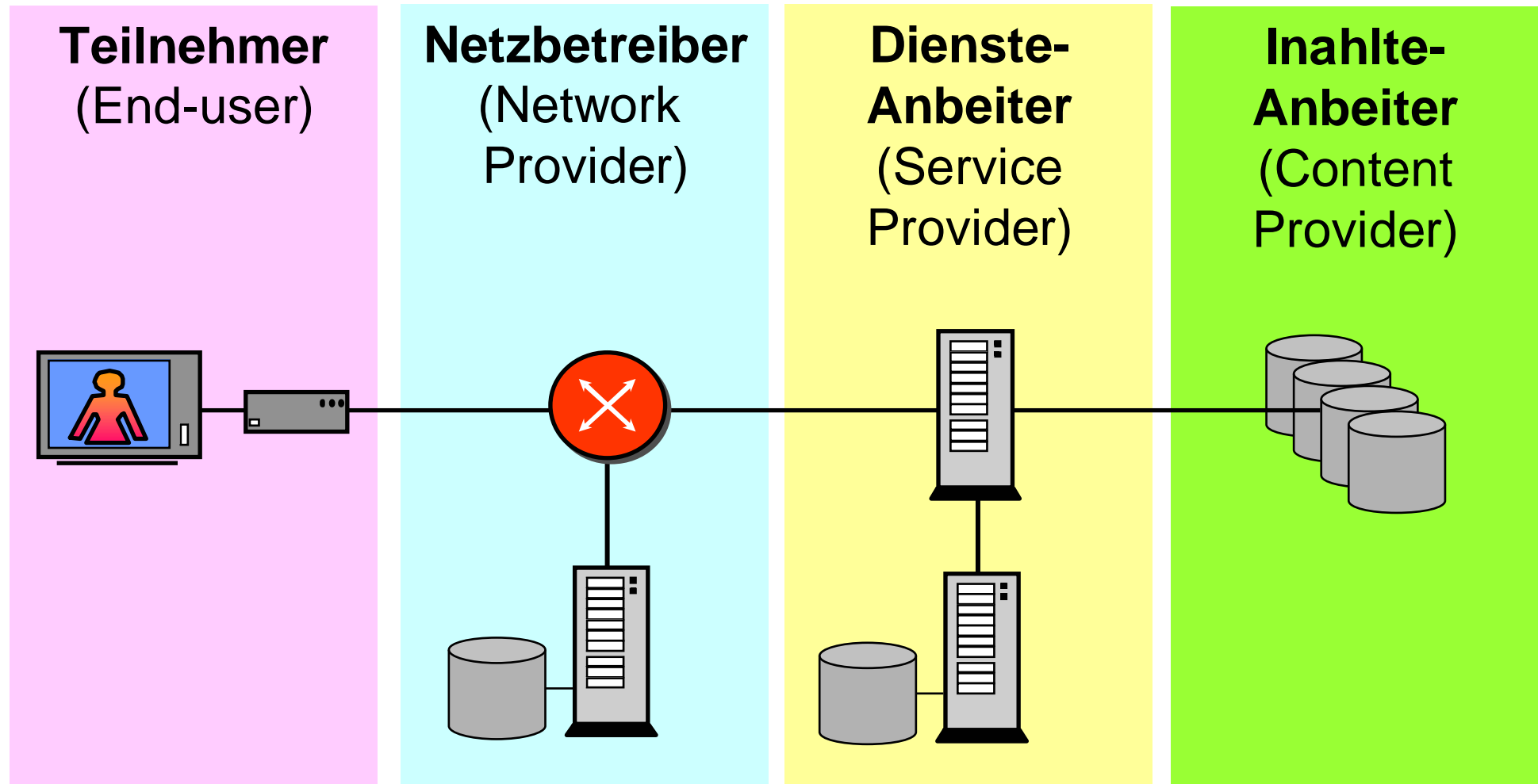
- Technische Parameter
- Verbreitungswege
- Digitales Fernsehen
- Schnittstellen
- Dienste

■ IPTV

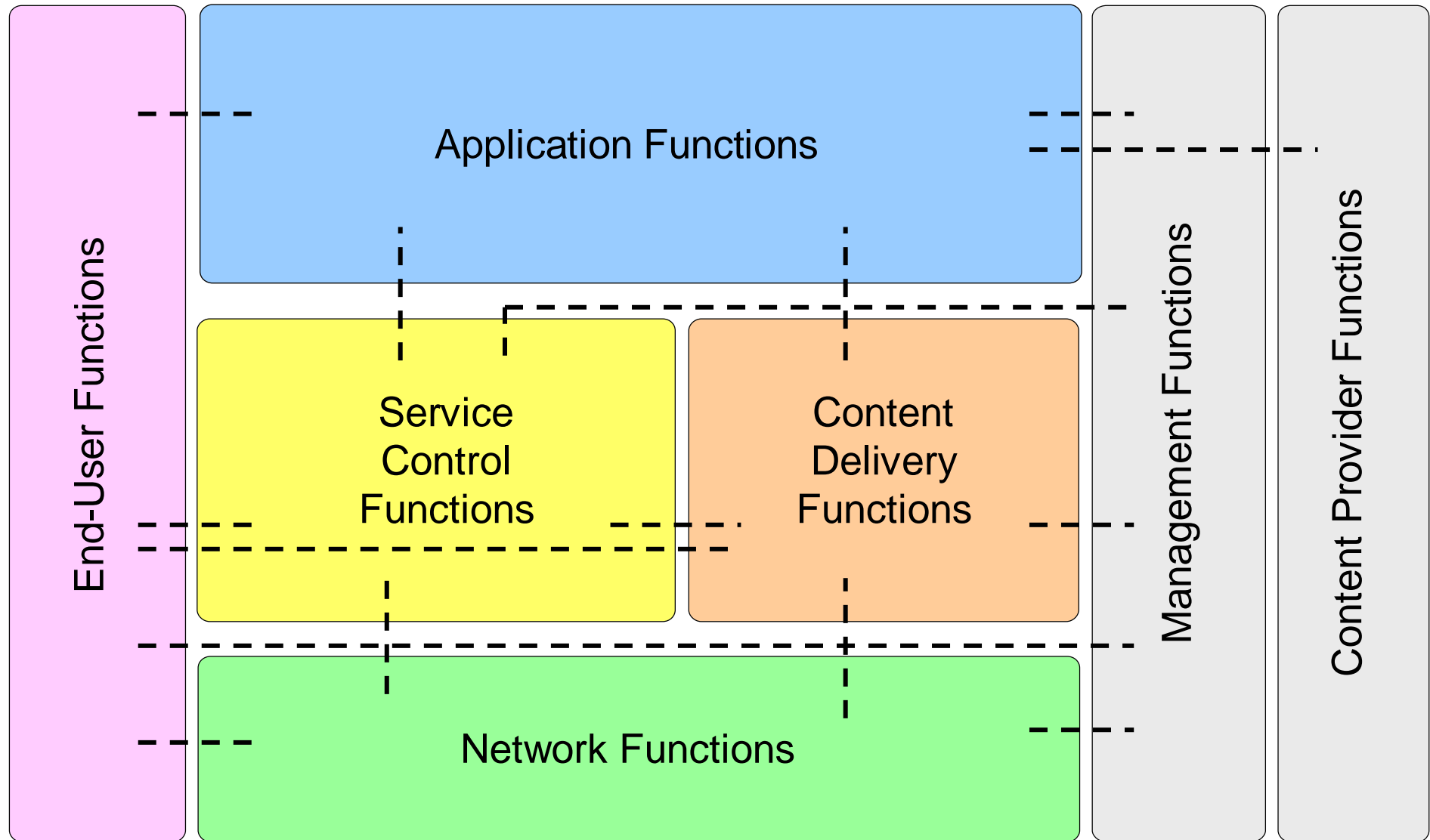
- Mobiles Fernsehen
- Ausblick

- Einleitung
- IPTV-Dienste
- IPTV-System

IPTV-Rollenmodell (ITU-T)

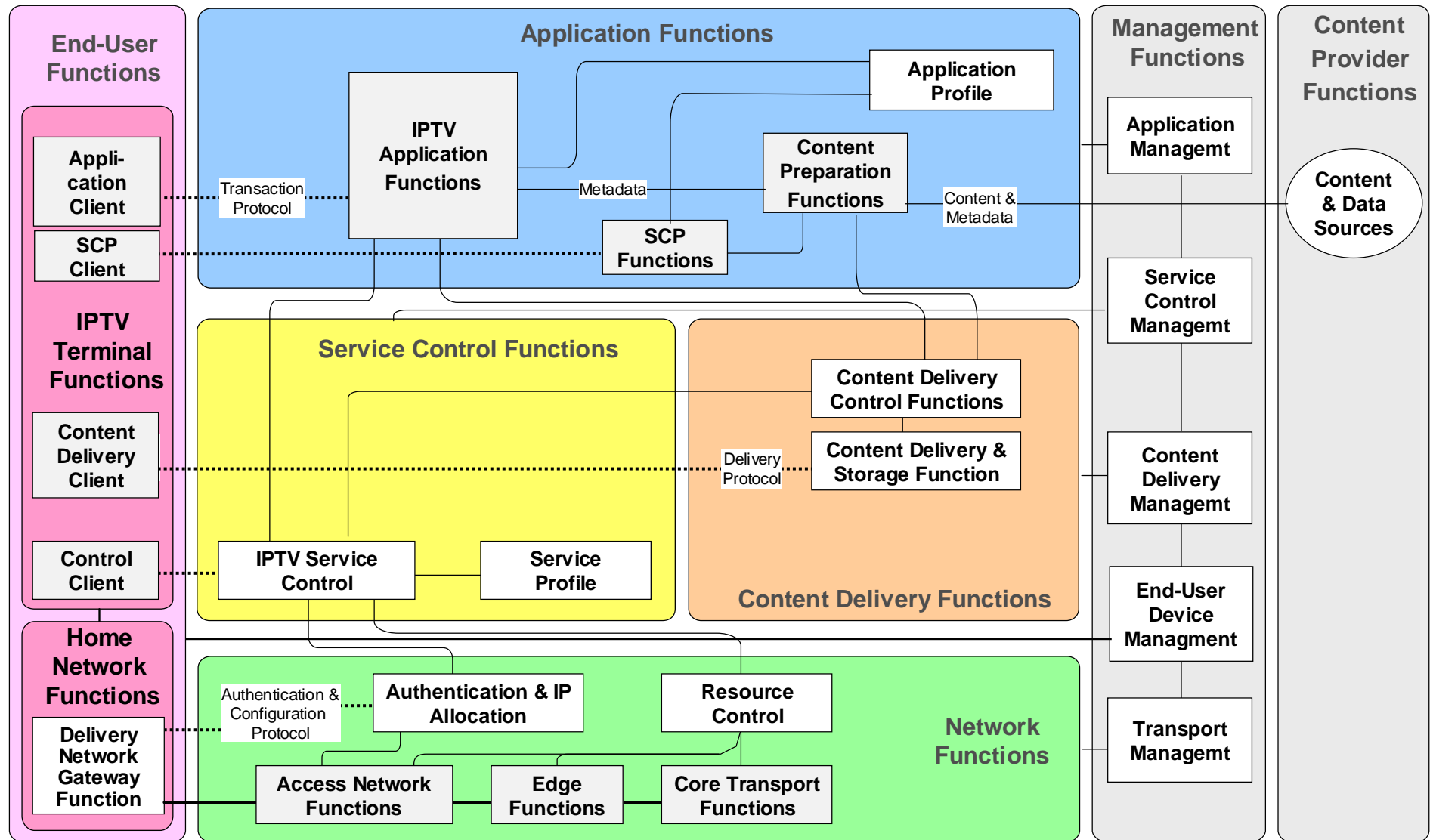


IPTV Functional Architecture Framework (ITU-T)

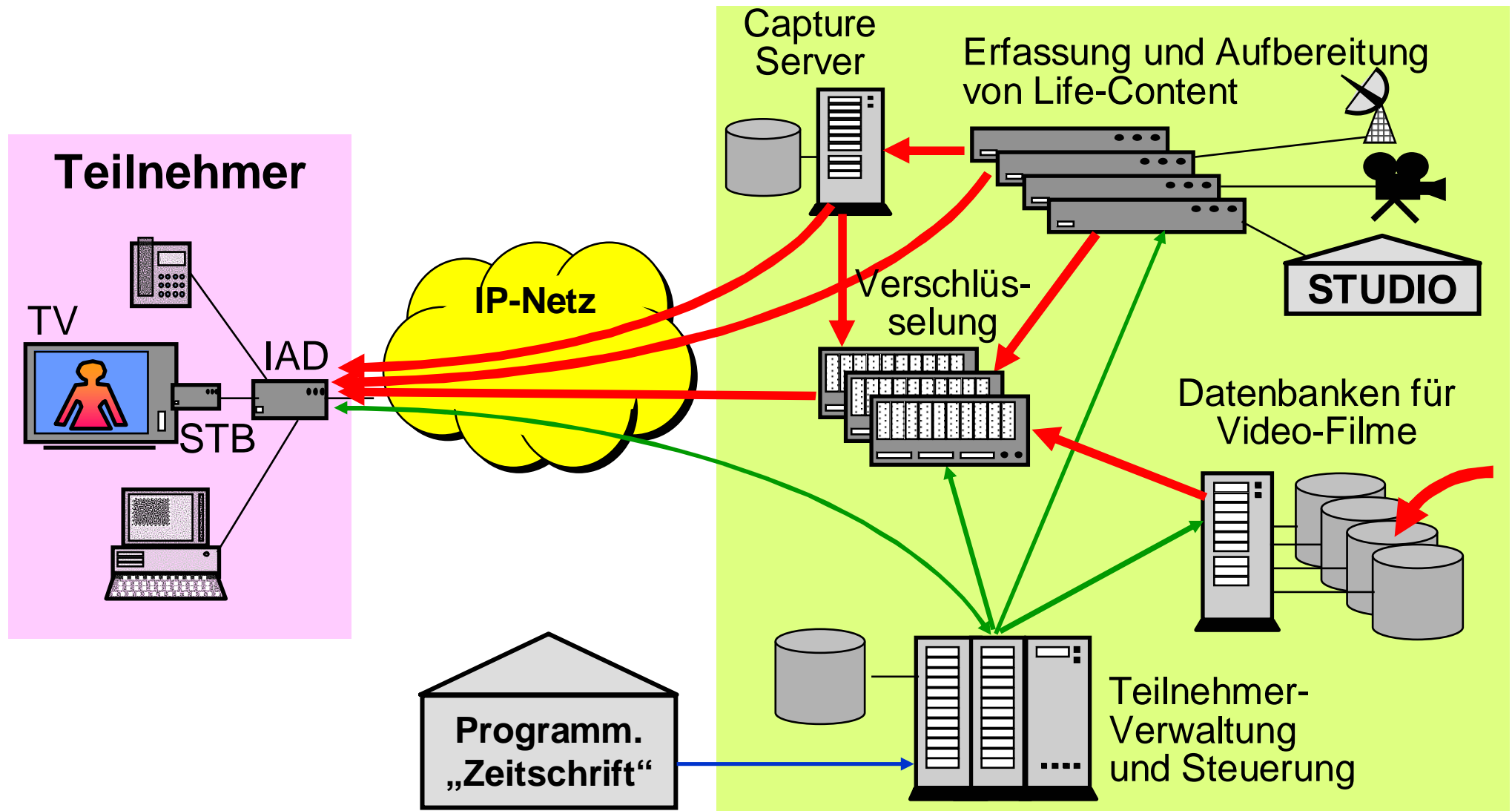


Functional Architecture for IPTV – Non-NGN (ITU-T)

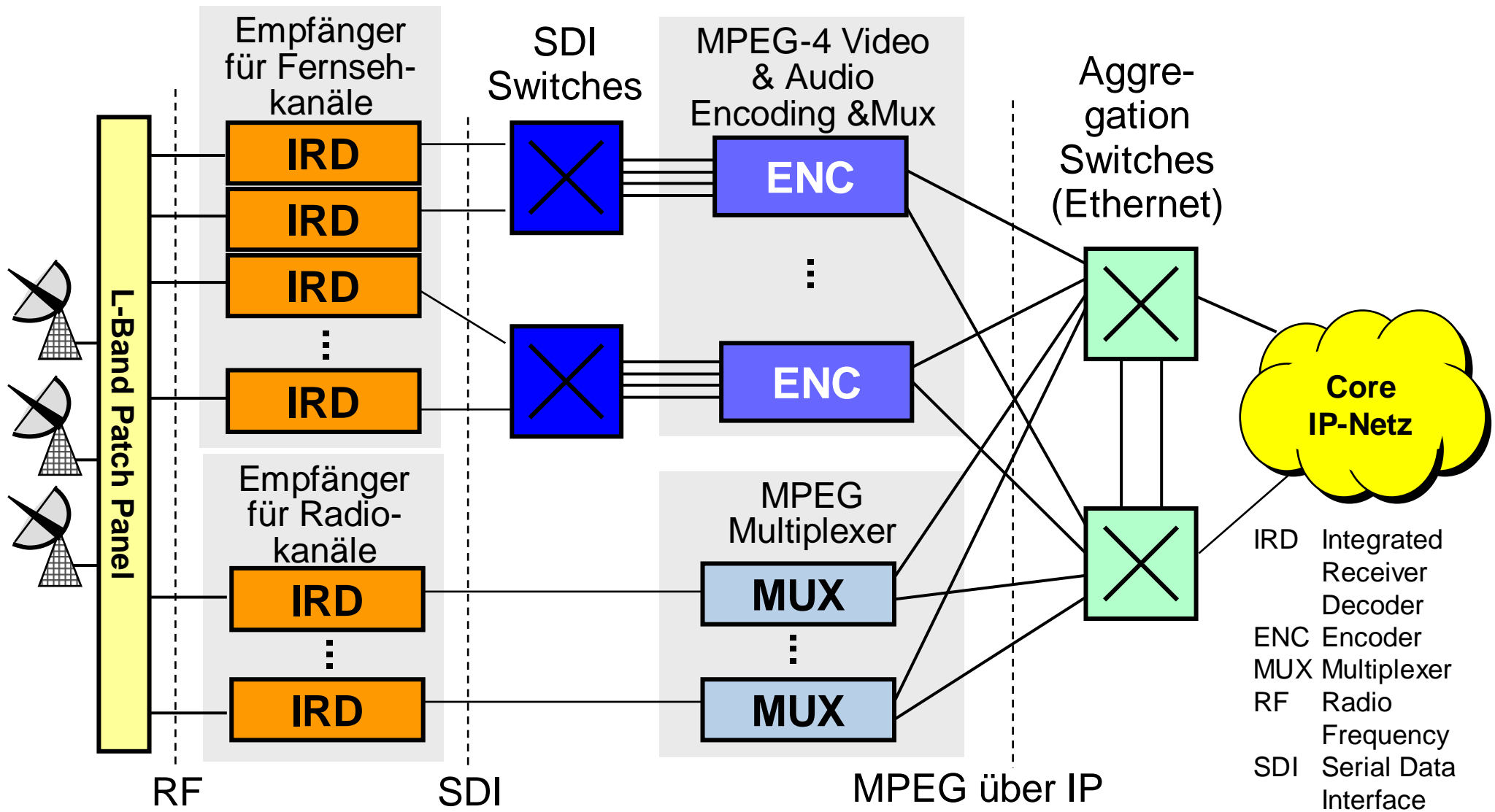
BACKUP



IPTV-Konfiguration



IPTV – Head-End



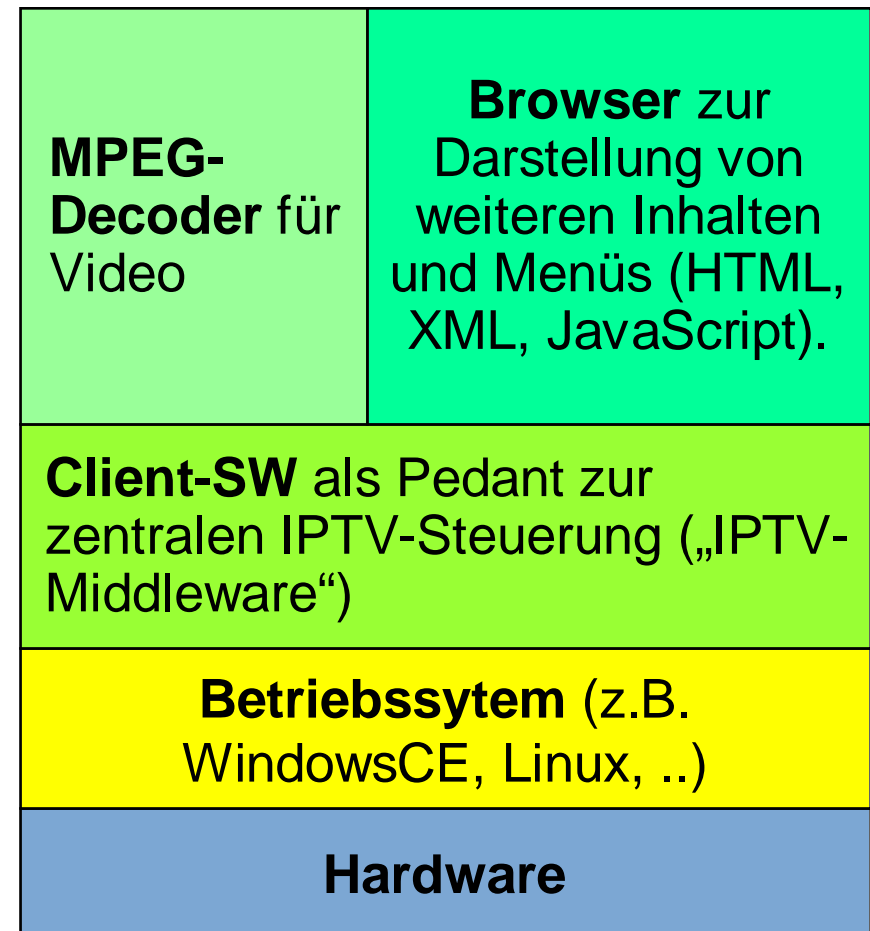
IPTV – Set Top Box (STB)

Zusatzgerät, das die Signale für den Fernseher aufbereitet

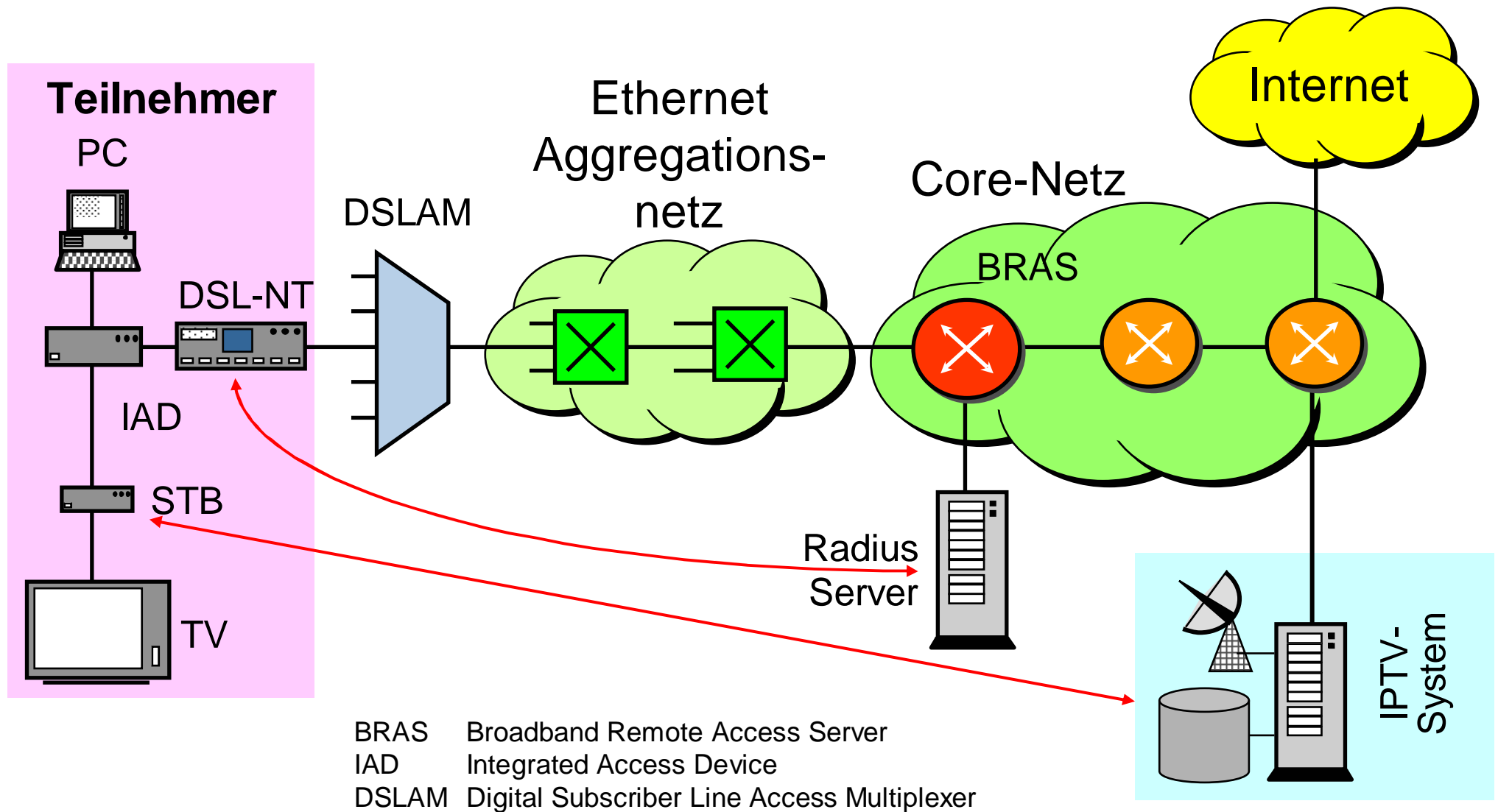
- **Eingang:** Ethernet-Schnittstelle vom Netz (Anschluß an IAD).
- **Ausgang:** SCART- oder HDMI-Schnittstelle zum Fernseher.
- **Bedienung:** Infrarot-Fernbedienung und On-Screen-Menüs.



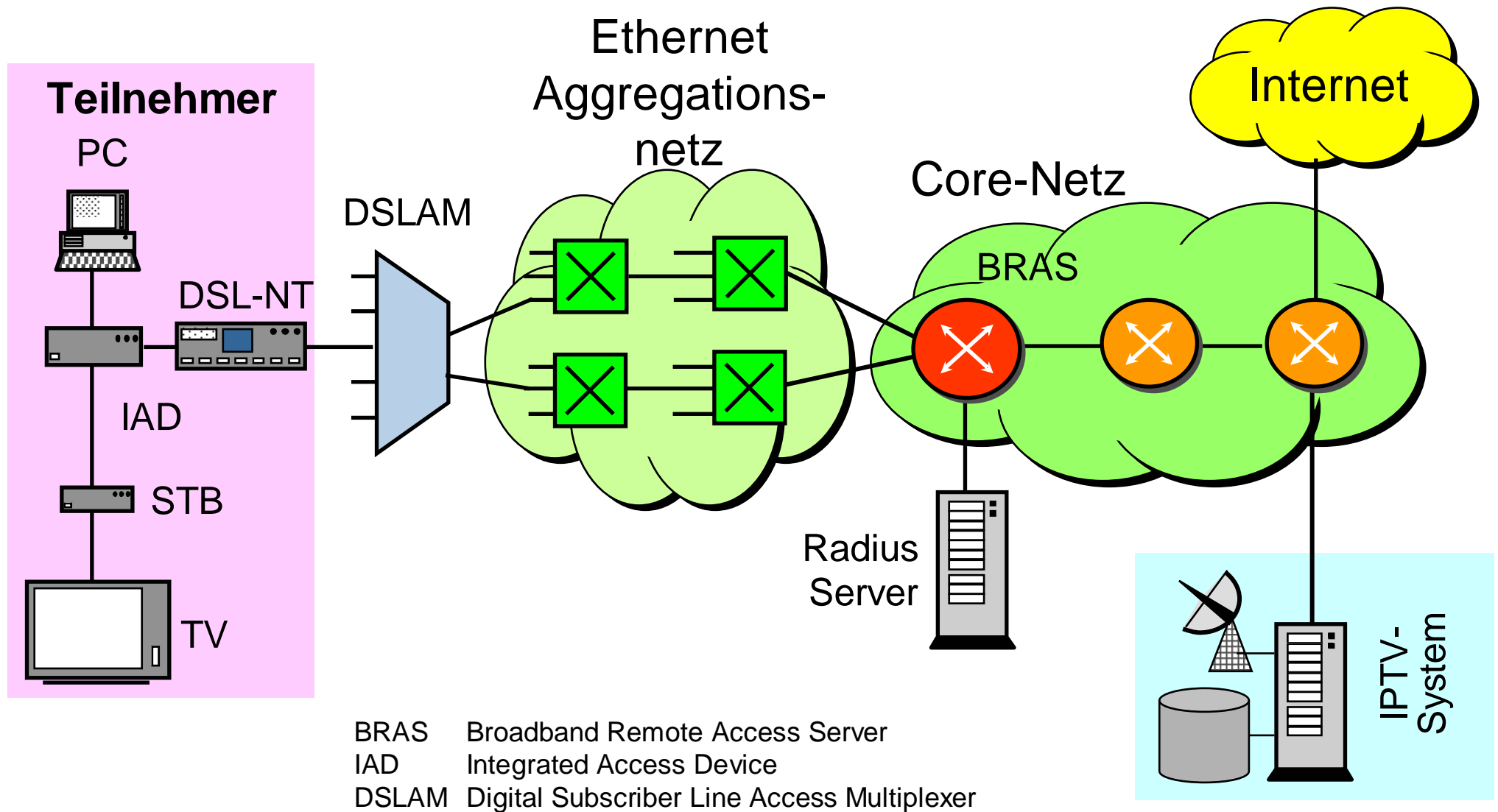
Architektur:



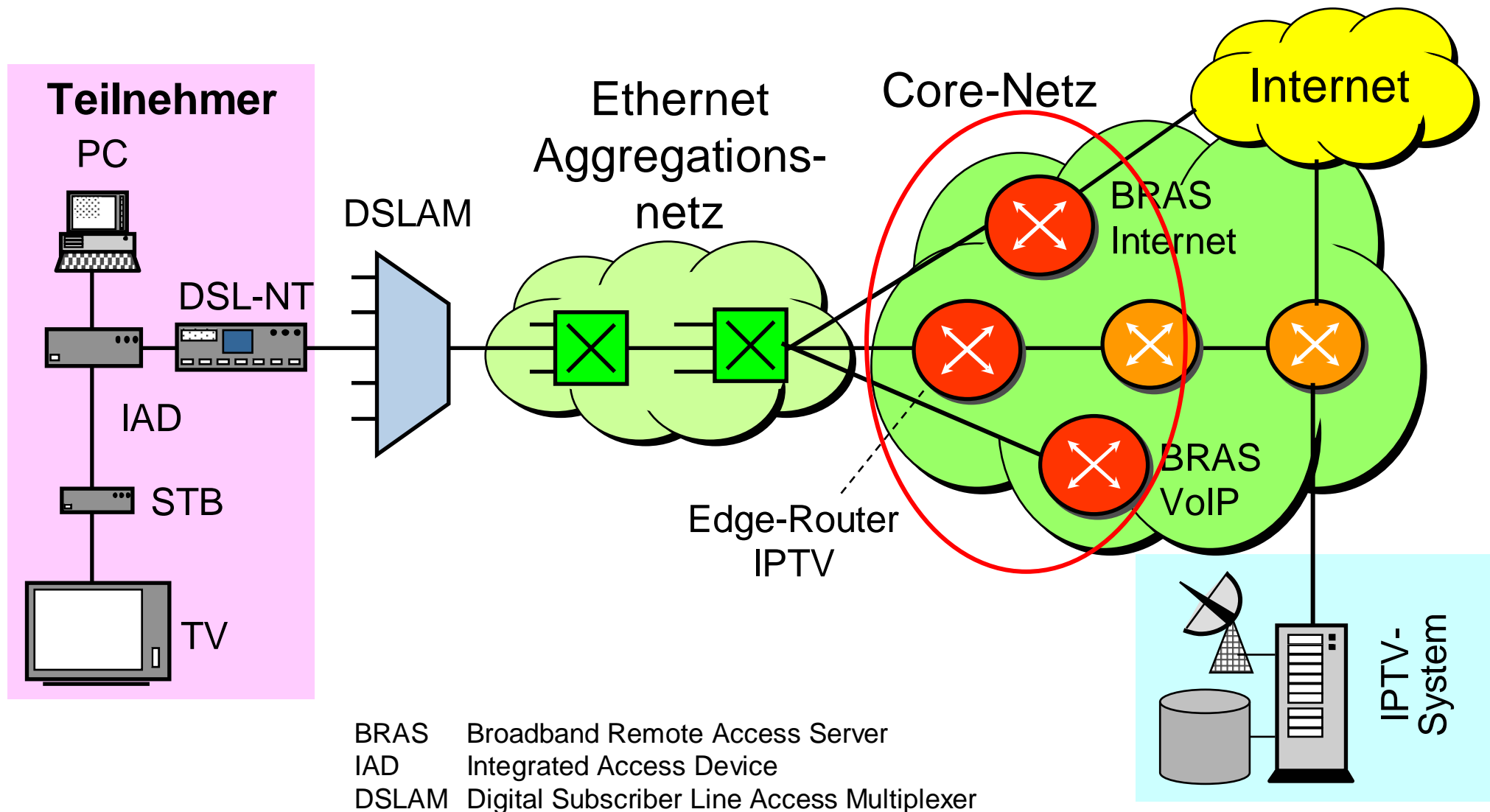
IPTV – Netzstruktur (DSL) – Beispiel



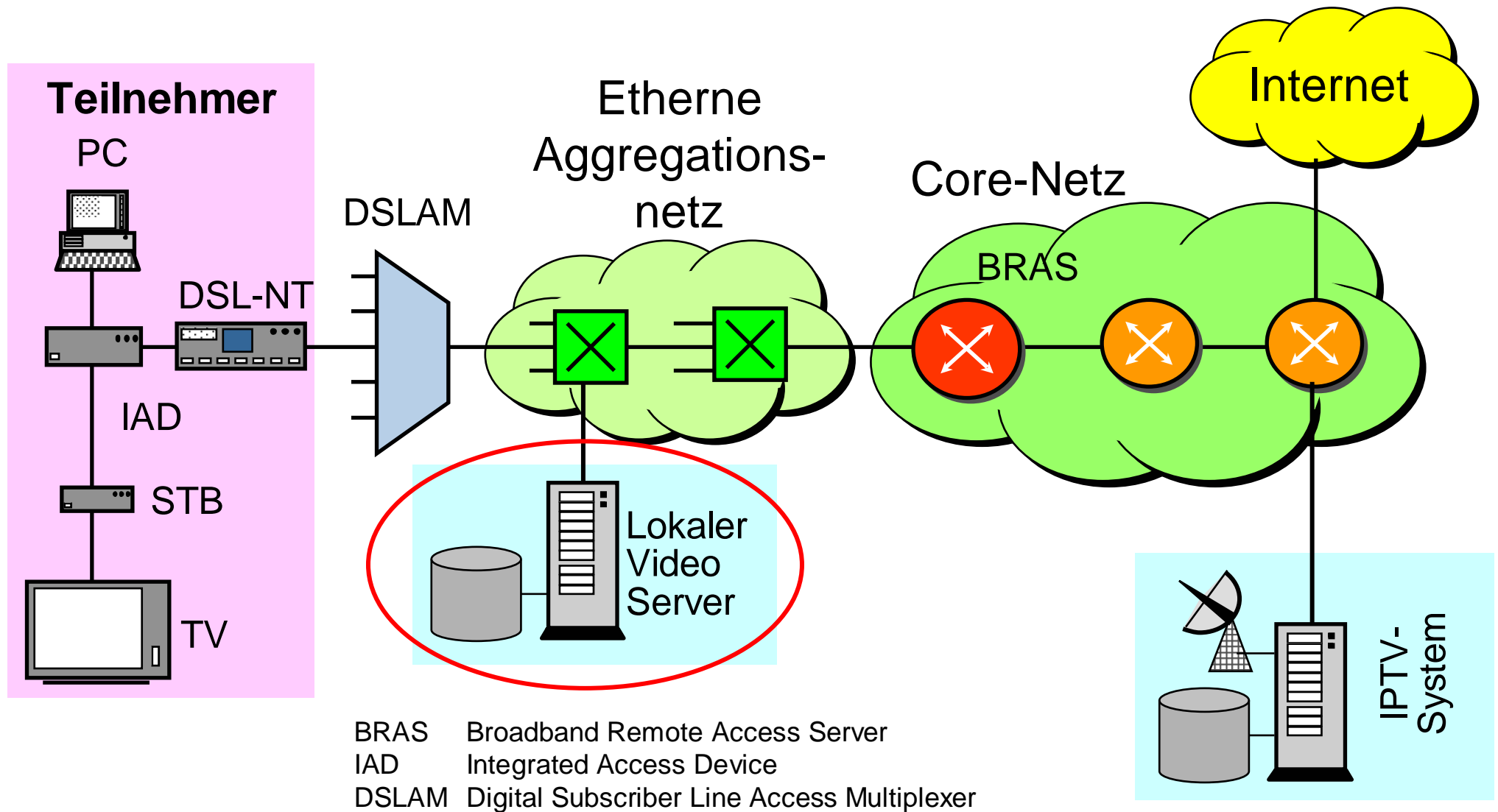
IPTV – „Dual Homing“ (DSL) – Beispiel



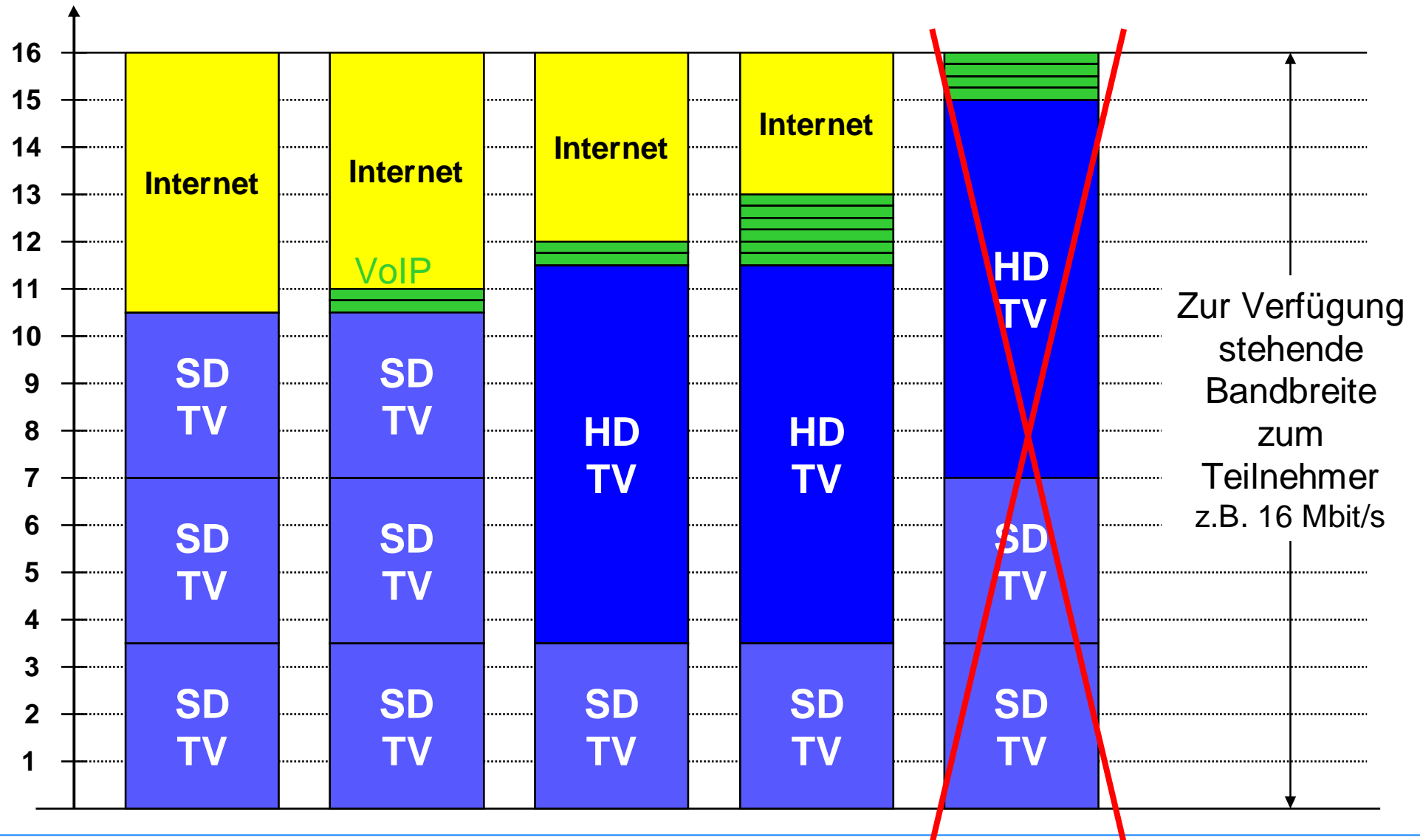
IPTV – getrennte Wege (DSL) – Beispiel



IPTV – lokaler Videoserver (DSL) – Beispiel



Überlegungen zum Bandbreitenmanagement



Qualität: Lösung des Paketverlustes

- Mögliche Mechanismen, zur Korrektur von Paketverlusten :
 - Retransmission (Paket-Wiederholung)
 - Forward Error Correction (FEC)
- Retransmission erfordert:
 - Einen Rückkanal um den Paketverlust anzuzeigen und
 - Einen Punkt-zu-Punkt Kanal in Vorwärtsrichtung für die Übertragung der wiederholten Pakete

Beide Leistungsmerkmale sind in einer reinen Broadcast-Umgebung nicht vorhanden.

- Falls eine Übertragungsstrecke komplett ausfällt, gibt es verschiedene Verfahren zur :
 - Physical Layer Link Protection (reagiert in 50 ms)
 - IP Layer Protection Mechanism, z.B. MPLS Fast Reroute (einige 100 ms)
 - IP Layer Routing Mechanism (Sekunden bis zur halben Minute)

Inhalt

- Technische Parameter
- Verbreitungswege
- Digitales Fernsehen
- Schnittstellen
- Dienste
- IPTV
- Mobiles Fernsehen
- Ausblick

Mobiles Fernsehen - Alternativen

DVB-H (H für Handheld)

- Kompatible Erweiterung von DVB-T – **Geringe Bedeutung**

Digital Multimedia Broadcasting (DMB; ETSI TS 102 428)

- Erweiterung von Digital Audio Broadcasting (DAB; ETSI EN 300 401) zur Übertragung von Videodatenströmen basierend auf H.264/AVC

UMTS/LTE

- Von der Art des Übertragungsverfahrens ist der Mobilfunk weniger geeignet (Punkt-zu-Punkt-Verbindungen).
- Mit ausreichend Kapazität im Netz ist das aber machbar.
- Mit LTE wird es attraktiv.

Inhalt

- Technische Parameter
- Verbreitungswege
- Digitales Fernsehen
- Schnittstellen
- Dienste
- IPTV
- Mobiles Fernsehen
- Ausblick

Zusammenfassung

- Digitalisierung der Fernsehtechnik ist Realität
- Highend-Fernsehen mit HDTV und Mehrkanalton
- Interaktives Fernsehen
- Mobiles Fernsehen
- Intelligente Endgeräte (z.B. Festplatten-Receiver)
- Mit IPTV dringen die IP- und Ethernet-Technologien in den letzten Bereich der Kommunikationslandschaft ein.
- IPTV gibt es heute fast nur von Telekommunikations-Anbietern. Es ist zu erwarten, dass auch die Kabel-Branche in das Thema einsteigt.
- IP revolutioniert die Dienste-Vielfalt
- Spezialfall Deutschland:
 - Öffentlich rechtlicher Rundfunk vs Privater Rundfunk vs Netzbetreiber
 - Unübersichtliche Lage bei der Digitalisierung im Kabel



ENDE

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dipl.-Ing. Harald Orlamünder
harald.orlamuender@t-online.de