



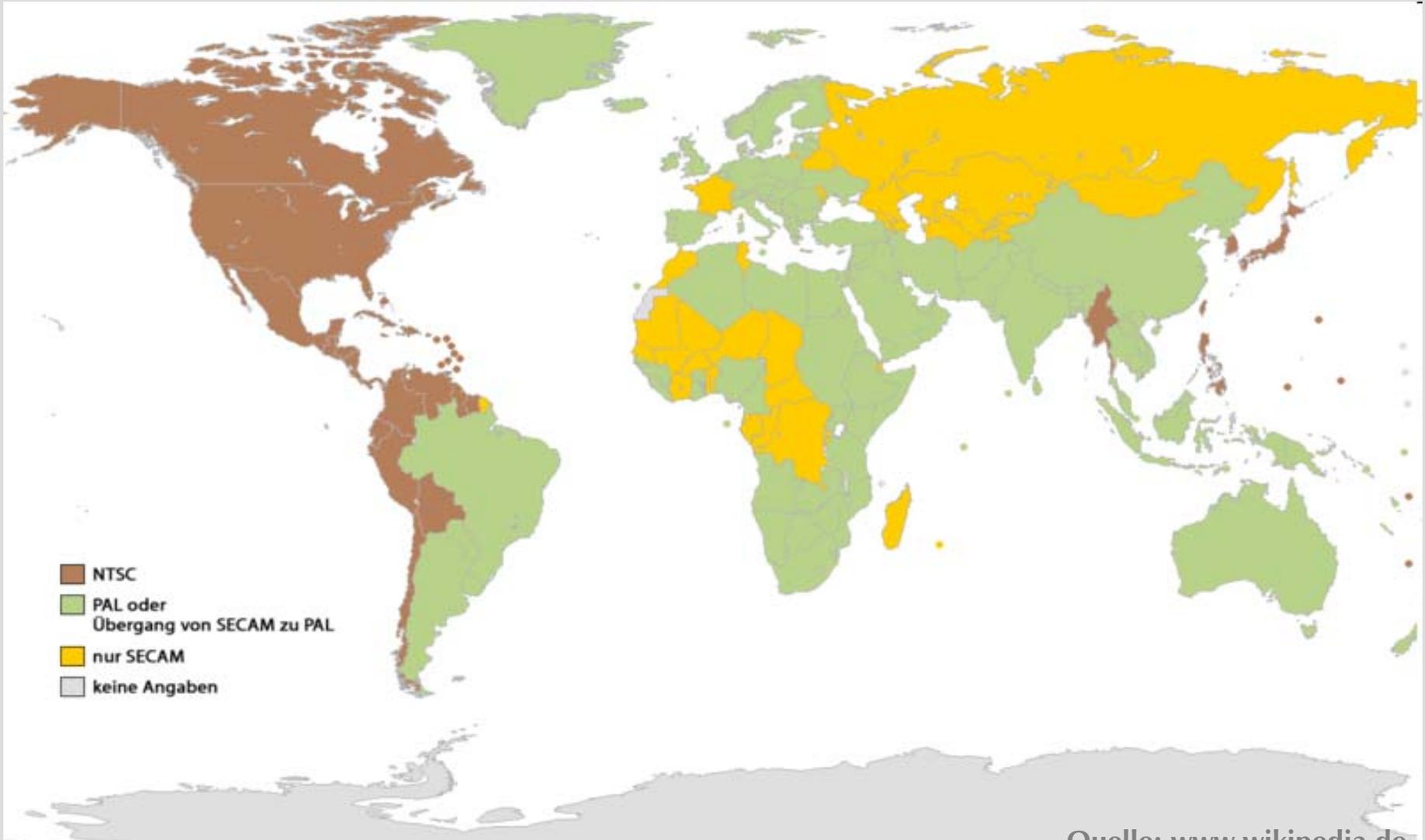
# Einführung in die digitale Videotechnik

KNF-Kongress 2010 - Jochen Krapf

# Agenda

- **Rückblick**
- **HD-Video**
  - **Formate**
  - **Auflösung**
  - **Seitenverhältnis**
  - **Abtastung**
  - **Bildrate**
  - **Codec**
  - **Qualität**
  - **Farbschema**
- **Container**
- **Scaler**
- **Zukunft**

# TV-Normen



Quelle: [www.wikipedia.de](http://www.wikipedia.de)

# TV-Normen → PALplus

- 1 Norm
- 1 Auflösung
- ~~2~~ Formate 4:3 16:9
- 1 Abtastverfahren
- 1 Farbschema
- 1 Bandbreite
- 1 Medium (DVD)

# HD, HD, HD

**AVCHD**

720p HD

**HD  
ready**

**HDTV**

**Full HD  
1080**

**HD DVD**

**HD  
TV**

24p  
Native Progressive

**Blu-ray Disc**

**HD  
ready  
1080p**

**1 HD** **ZDF HD**

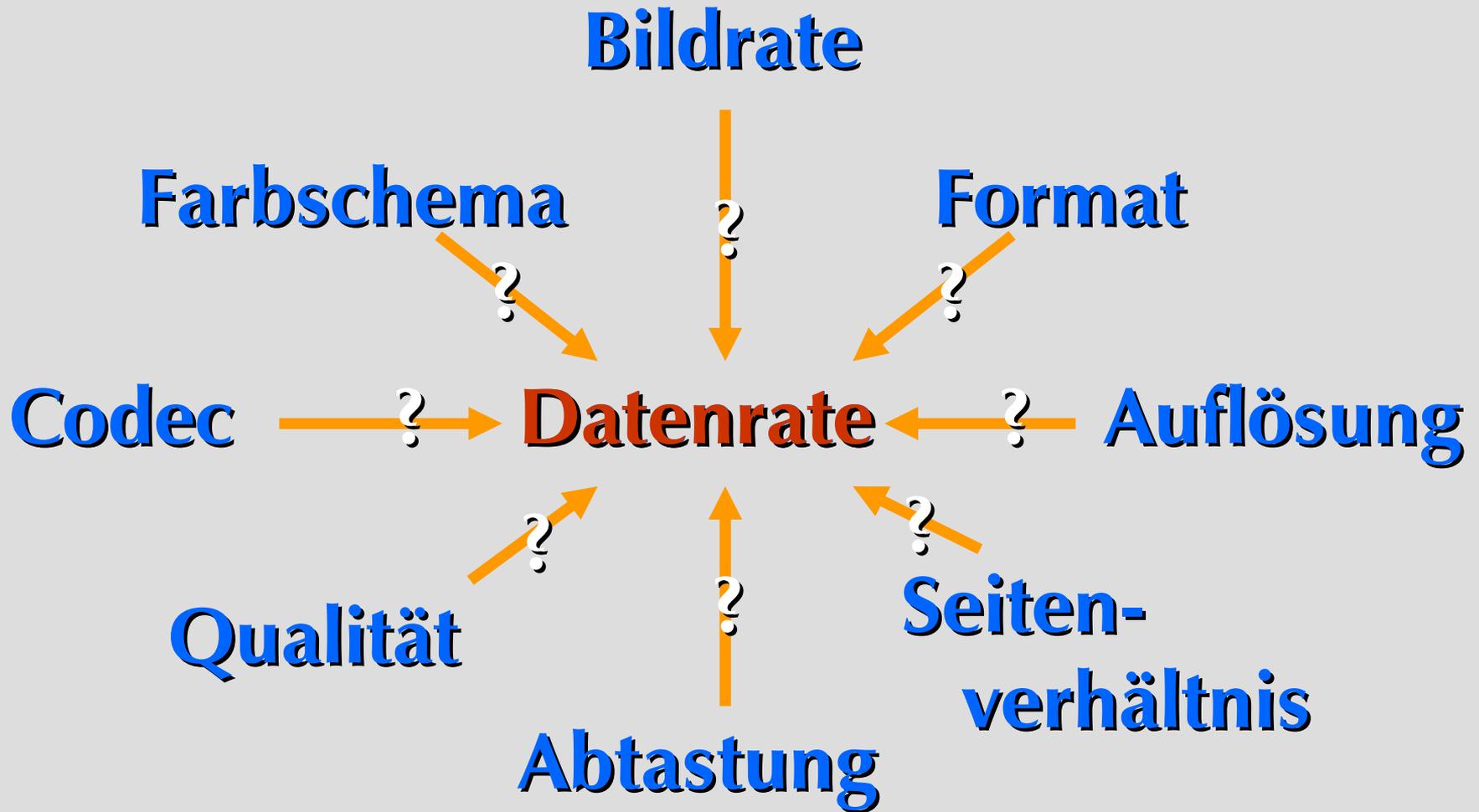
**HDMI**  
HIGH DEFINITION MULTIMEDIA INTERFACE

# HD, HD, HD

**SD** = Standard Definition (PAL)

**HD** = High Definition  
= „Besser als SD“  
= „Neuer/moderner“  
= „Kauf mich!“

# HD (Video) → Bestandteile



# Formate

- **4:3 / 16:9**
- **Breitbild / Kinoformat**
- **Letterbox**
- **Overscan**

# Formate → Kino

**1,33:1 (4:3)**



**Super 8 / Super 16  
35mm-Academy  
35mm Stummfilm  
IMAX**

**1,66:1 (5:3)**



**35mm  
Seit 1952**

**1,85:1**



**35mm  
Seit ca. 1960**

**2,35:1  
Cinemascope**



**35mm-Anamorph  
(in der Breite  
Faktor 2  
komprimiert)**

# Formate → TV

**4:3 (1,33:1)**



**PAL**  
**NTSC**  
**SECAM**  
**Seit 1962**

**16:9 (1,77:1)**



**PALplus**  
**Seit ca. 1990**  
**HDTV**

# Formate → Formatanpassung

**Cropping**



**50% Cropping  
50% Letterbox**



**Letterbox**



# Formate → Formatanpassung

1,85:1

→ 16:9



2,35:1

→ 16:9



**Kaschierung  
(Kasch)  
Letterbox**

# Formate → Overscan (analog)

**Analoges  
Videosignal**

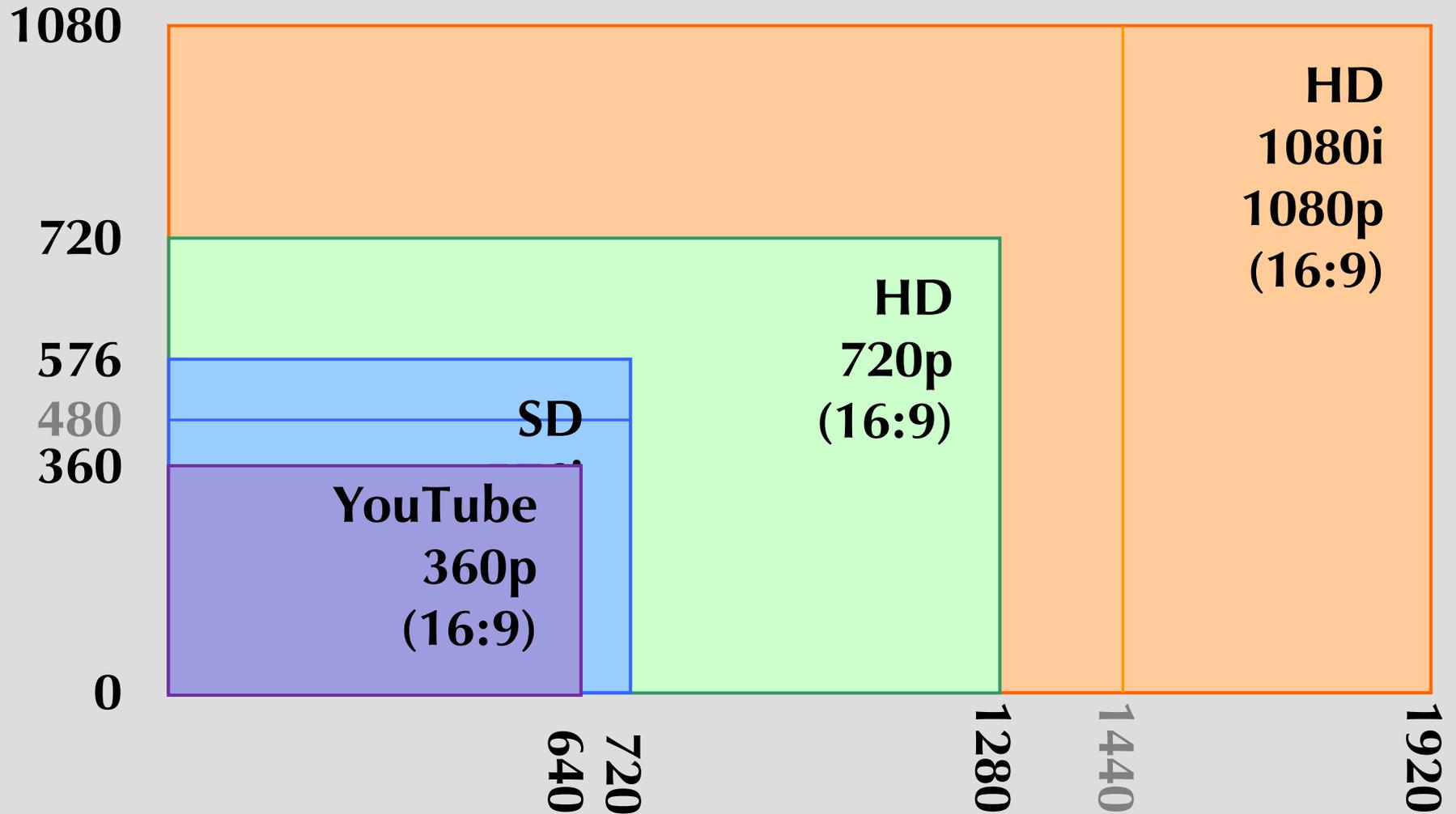


# Auflösung

- **720**
- **1080**
- **1920**
- **FullHD**

# Auflösung → Speicherung

*Storage Aspect Ratio (SAR)*



# Pixel-Seitenverhältnis

- **Quadratpixel**
- **Anamorph**
- **1,333**

# Pixel-Seitenverhältnis

*Pixel Aspect Ratio (PAR)*

**1:1**

Quadratische Pixel



**1,333:1**

**2:1**



# Pixel-Seitenverhältnis

Beispiel: PAL

Format 4:3

PAR 1.09



720 Pixel

576 Pixel

Format 16:9

PAR 1.45



720 Pixel

# Pixel-Seitenverhältnis

Beispiel: NTSC

Format 4:3

PAR 0.90



720 Pixel

480 Pixel

Format 16:9

PAR 1.21



720 Pixel

# Pixel-Seitenverhältnis

Beispiel: HD, HDTV

Format 16:9  
PAR 1,000 !!!



1080 Pixel  
720 Pixel

1280 Pixel  
1920 Pixel

# Abtastung

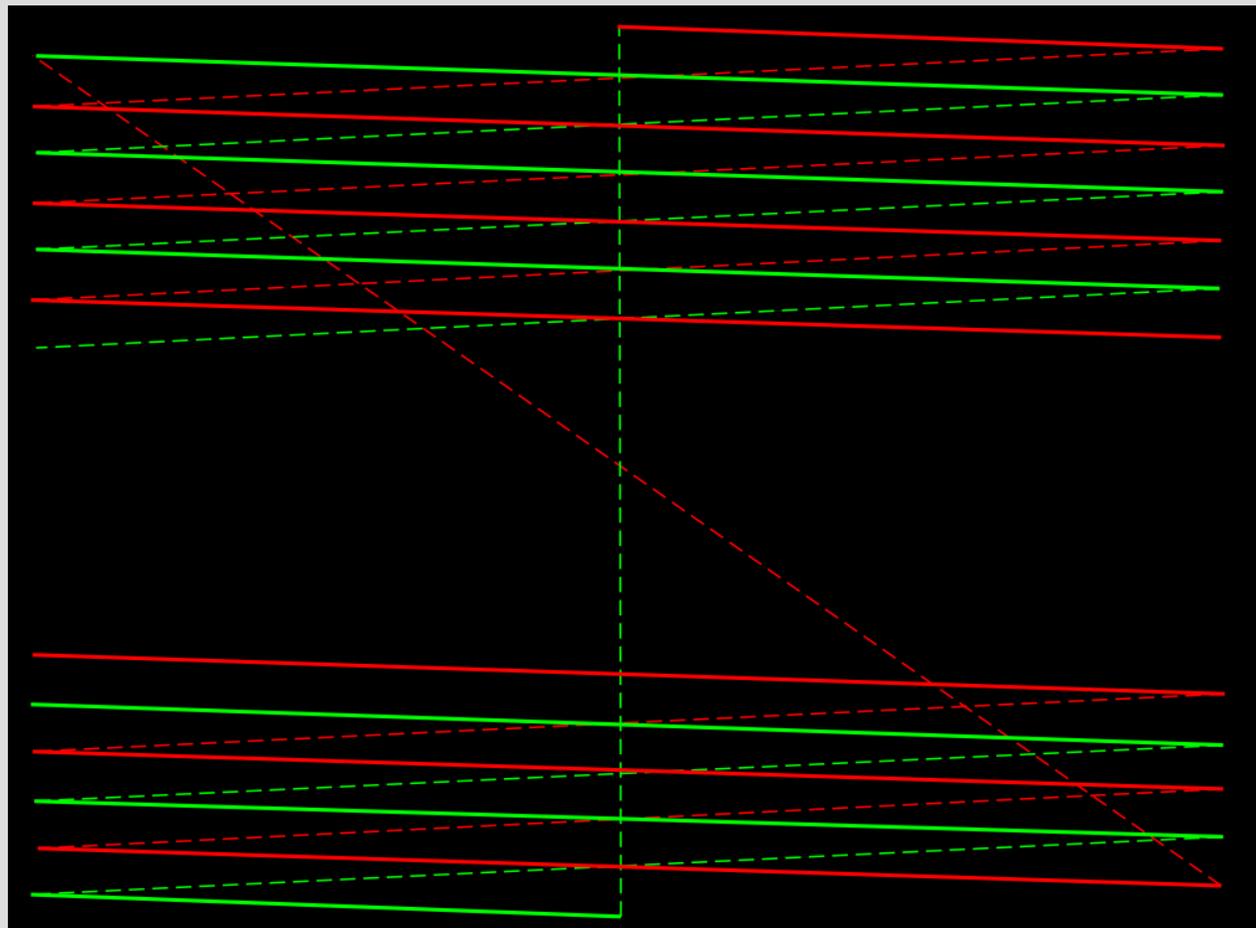
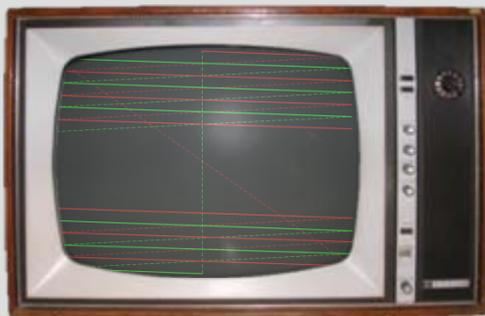
- **1080i / 1080p**
- **Interlace / Progressiv**
- **Halbbilder / Vollbilder**
- **Zeilensprung**

# Abtastung → Interlace (analog)

Ungerade Zeilen

Gerade Zeilen

Zeilenrücklauf



Quelle: [www.wikipedia.de](http://www.wikipedia.de)

# Abtastung → Interlace

1. Halbbild



2. Halbbild



1. Halbbild



2. Halbbild



20ms

20ms

20ms

Vollbild

Vollbild



50i

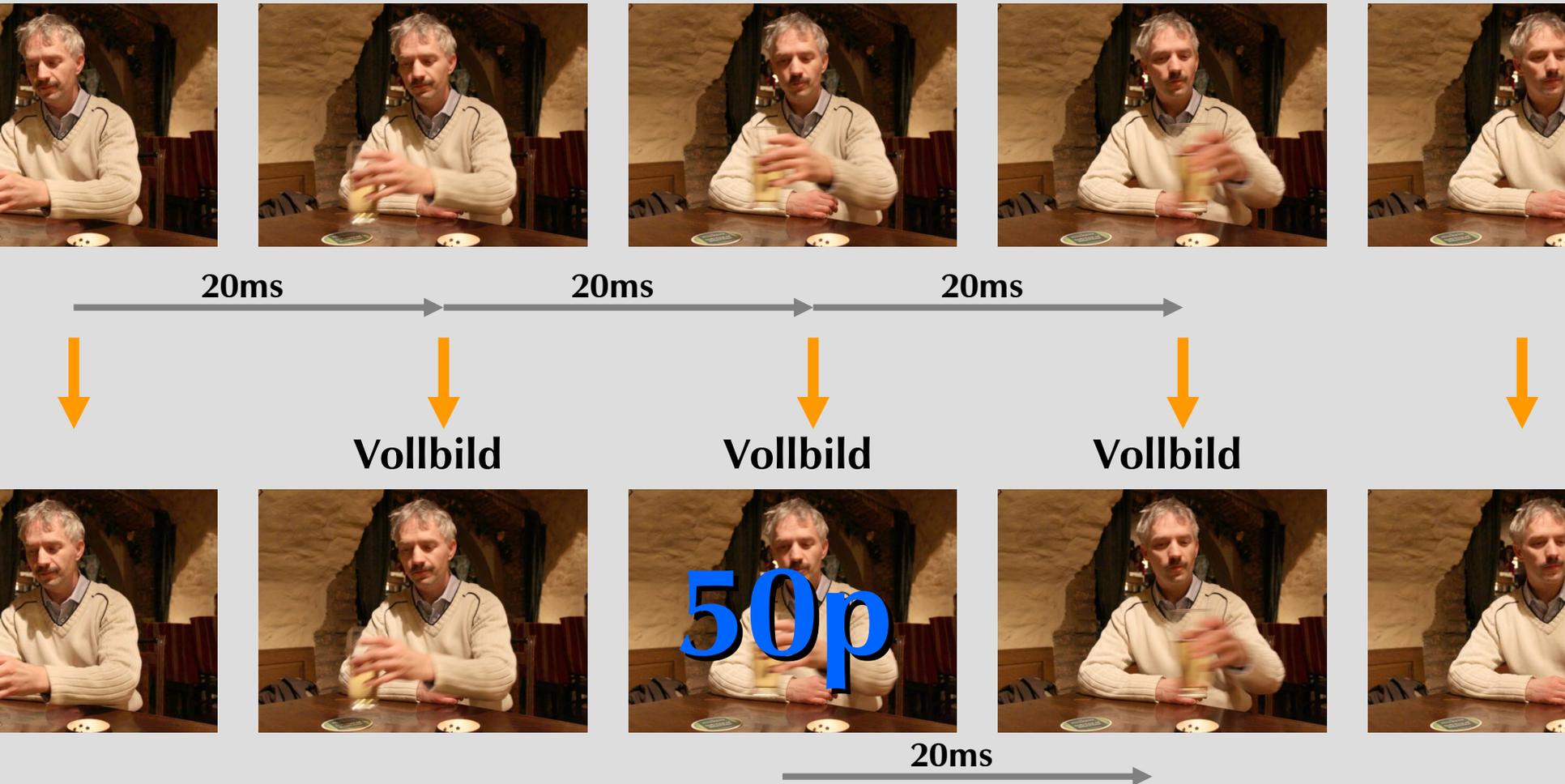


40ms

# Abtastung → Progressiv



# Abtastung → Progressiv



# Abtastung → Interlace → Problem

**Streifen bei  
Standbildern und  
,billigen' Viewern**



# Abtastung → Progressiv → Problem

**Ruckelige  
Bewegungen**

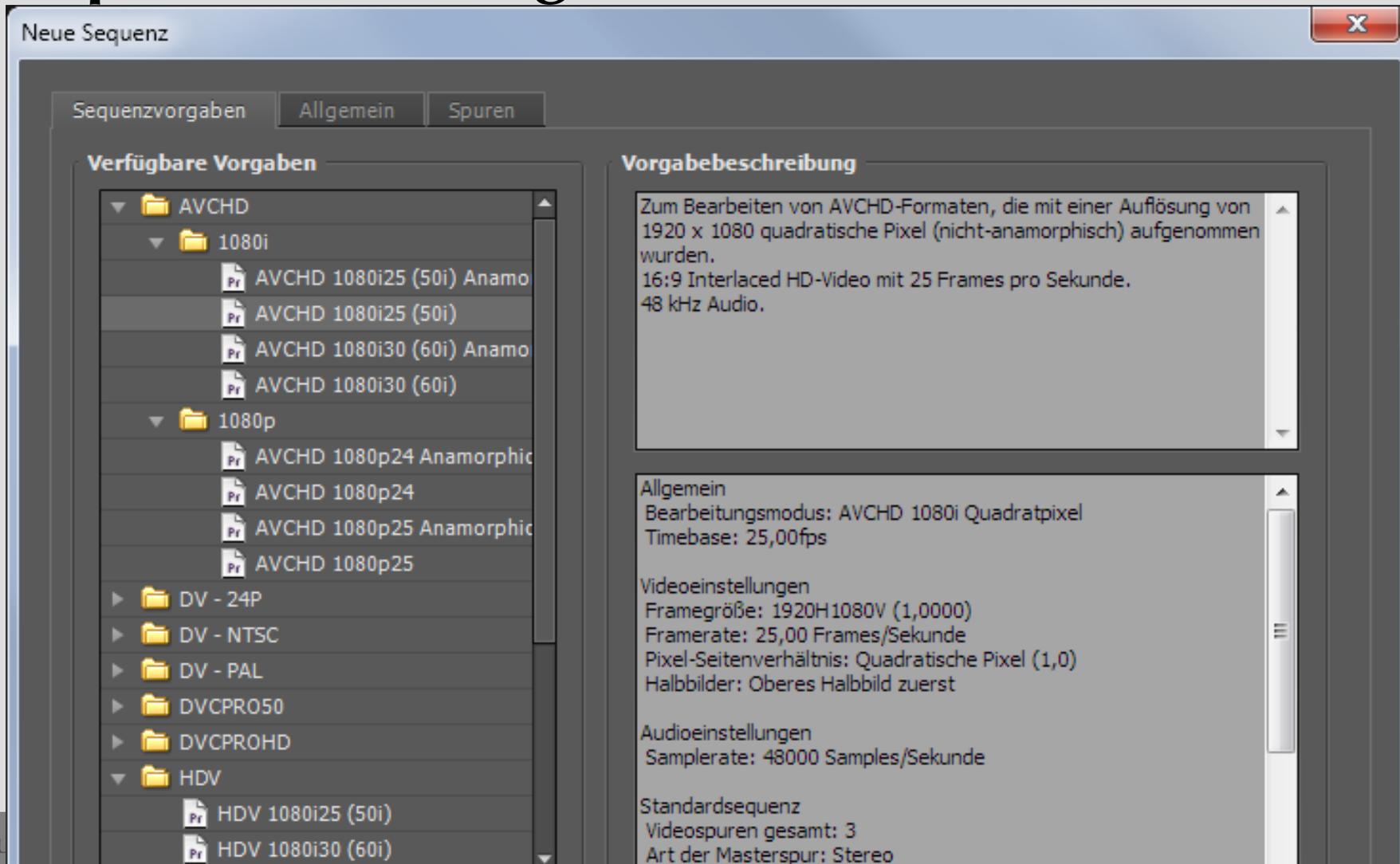


# Bildrate

**Frame** = **(Voll-/Halb-) Bild**  
**Field** = **Halbbild**  
**Fps** = **Frames per Second**  
**Bilder je Sekunde**

# Abtastung/Bildrate → Beispiel

## Beispiel: Einstellungen Adobe Premiere



# Abtastung/Bildrate → Begriffe

<b>Begriff</b>	<b>Auflösung</b>	<b>Fps (Vollbilder)</b>	
<b>576i</b>	<b>720x576</b>	<b>25</b>	<b>(PAL)</b>
<b>1080i</b>	<b>1920x1080</b>	<b>25 / 30</b>	<b>(EU / US)</b>
<b>720p</b>	<b>1280x720</b>	<b>50 / 60</b>	<b>(EU / US)</b>
<b>25p</b>	<b>?</b>	<b>25</b>	
<b>30p</b>	<b>?</b>	<b>30 → 29,97</b>	
<b>50p</b>	<b>?</b>	<b>50</b>	
<b>60p</b>	<b>?</b>	<b>60 → 59,94</b>	
<b>50i</b>	<b>?</b>	<b>25 (50 Halbbilder)</b>	
<b>1080i25</b>	<b>1920x1080</b>	<b>25</b>	<b>= 50i</b>

# Abtastung → ‚Philosophie‘

**SONY**

**EuroSport HD, BBC HD**

1920 x 1080

**1080i**

50i

**Panasonic**

**DasErste HD, ZDF HD**

1280 x 720

**720p**

50p

**Vergleichbare  
Datenrate**

# Codec

**AVCHD**

**HD DVD**



- **MPEG-2**
- **MPEG-4**
- **GOP**

# Codec

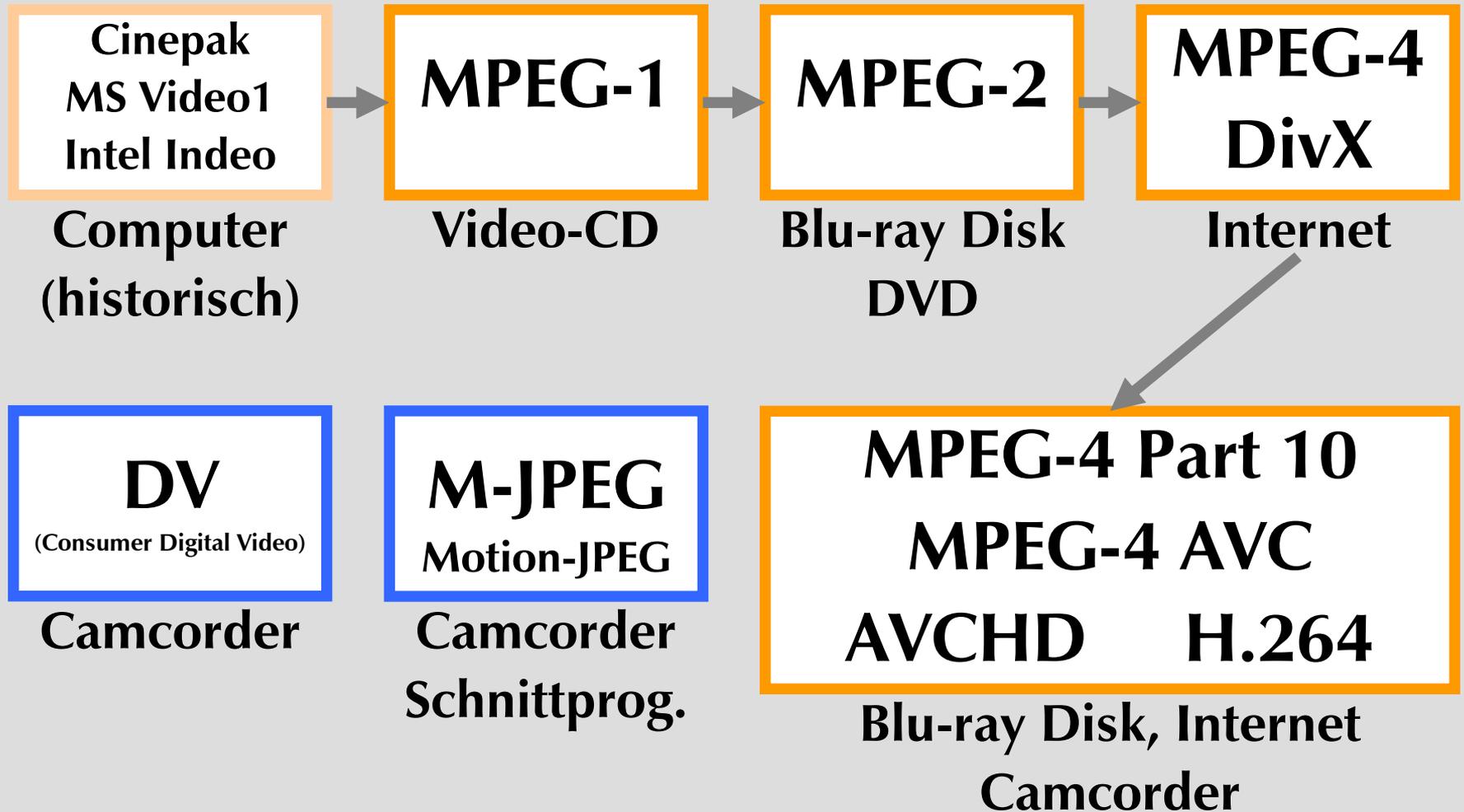
**Codec** = Coder & Decoder

**Encoder** = ... packt ein  
→ Aufnahme

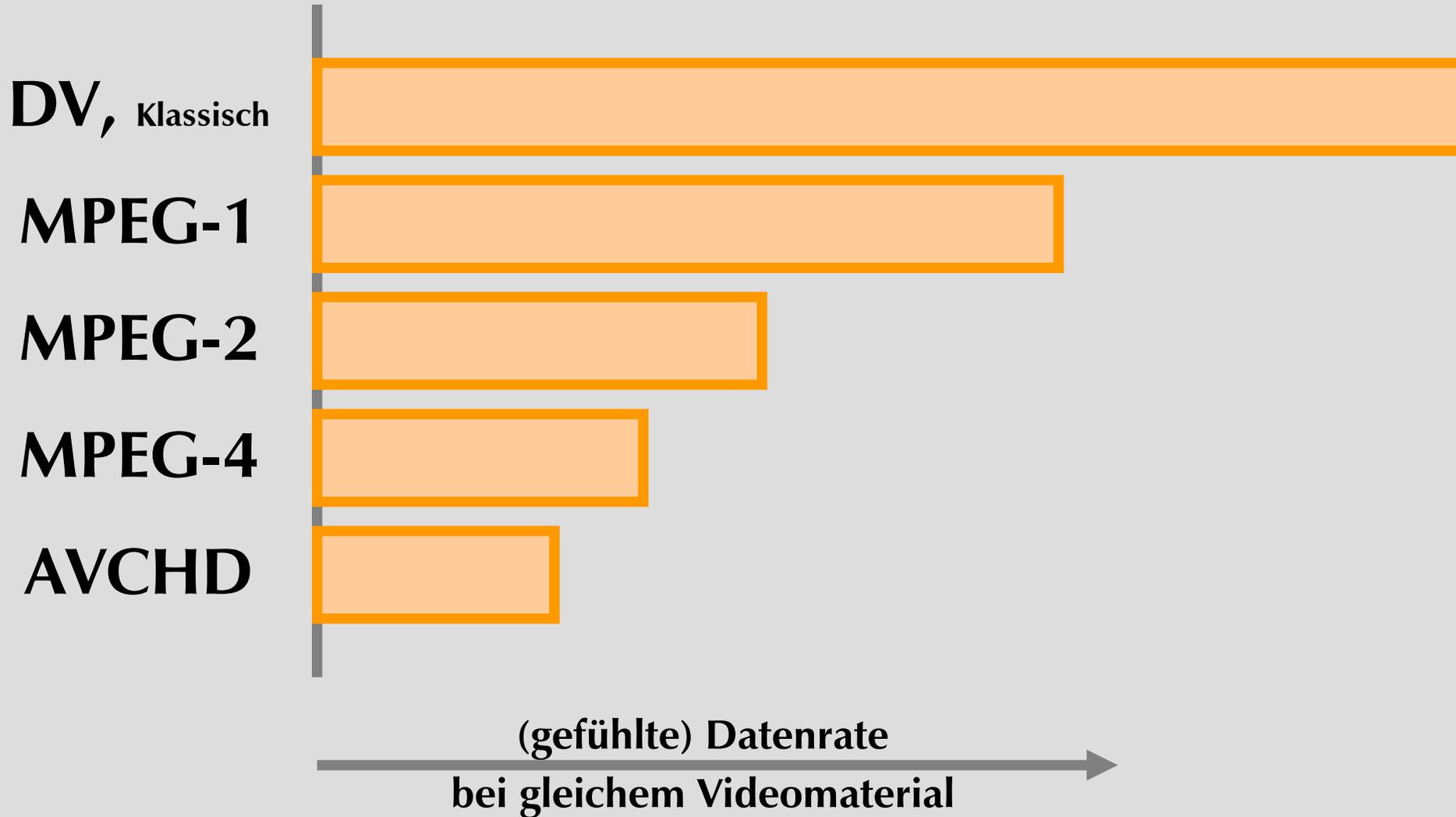
**Decoder** = ... packt aus  
→ Wiedergabe

**MPEG** = Motion Picture Expert Group

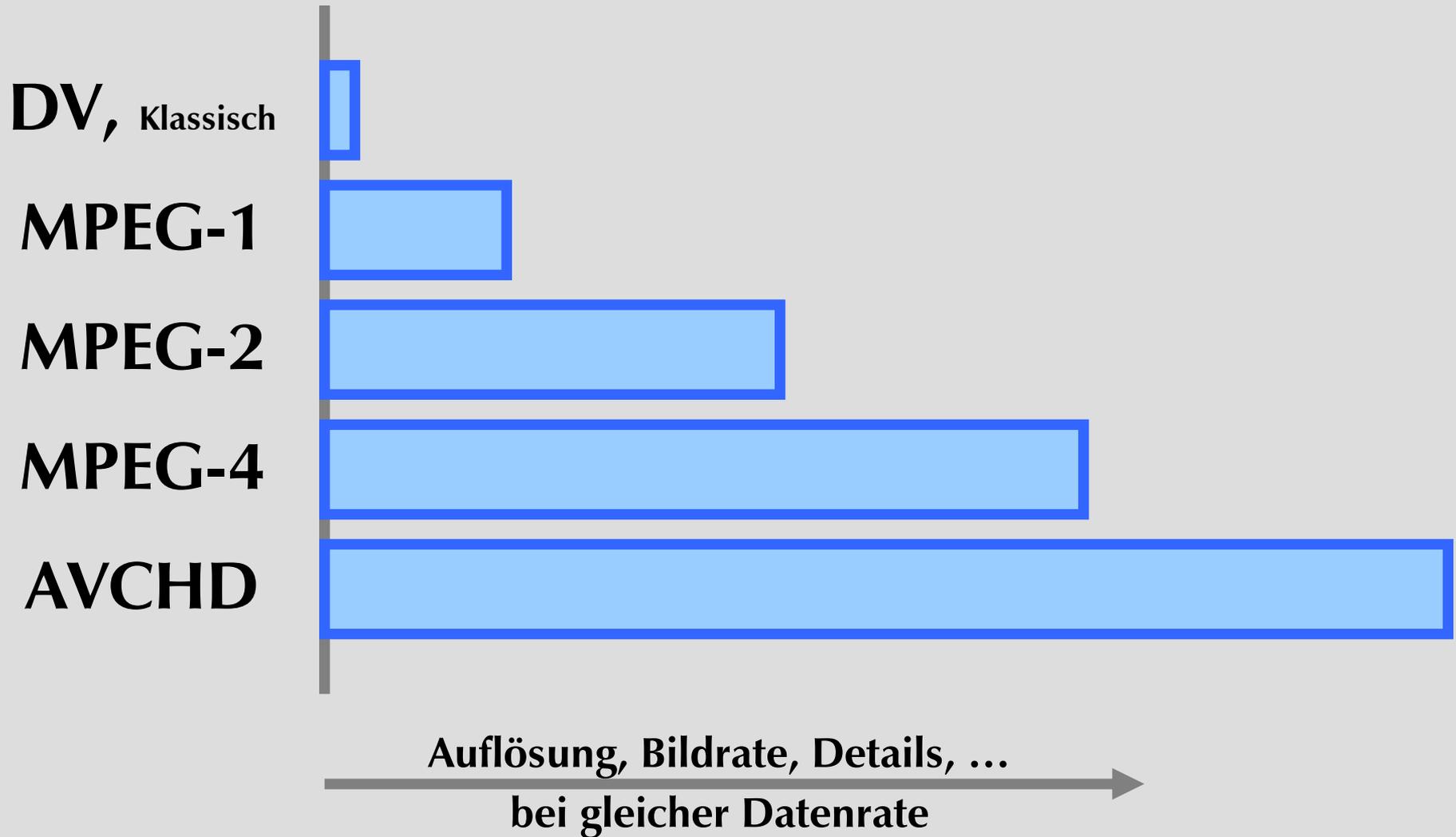
# Codec → Entwicklung



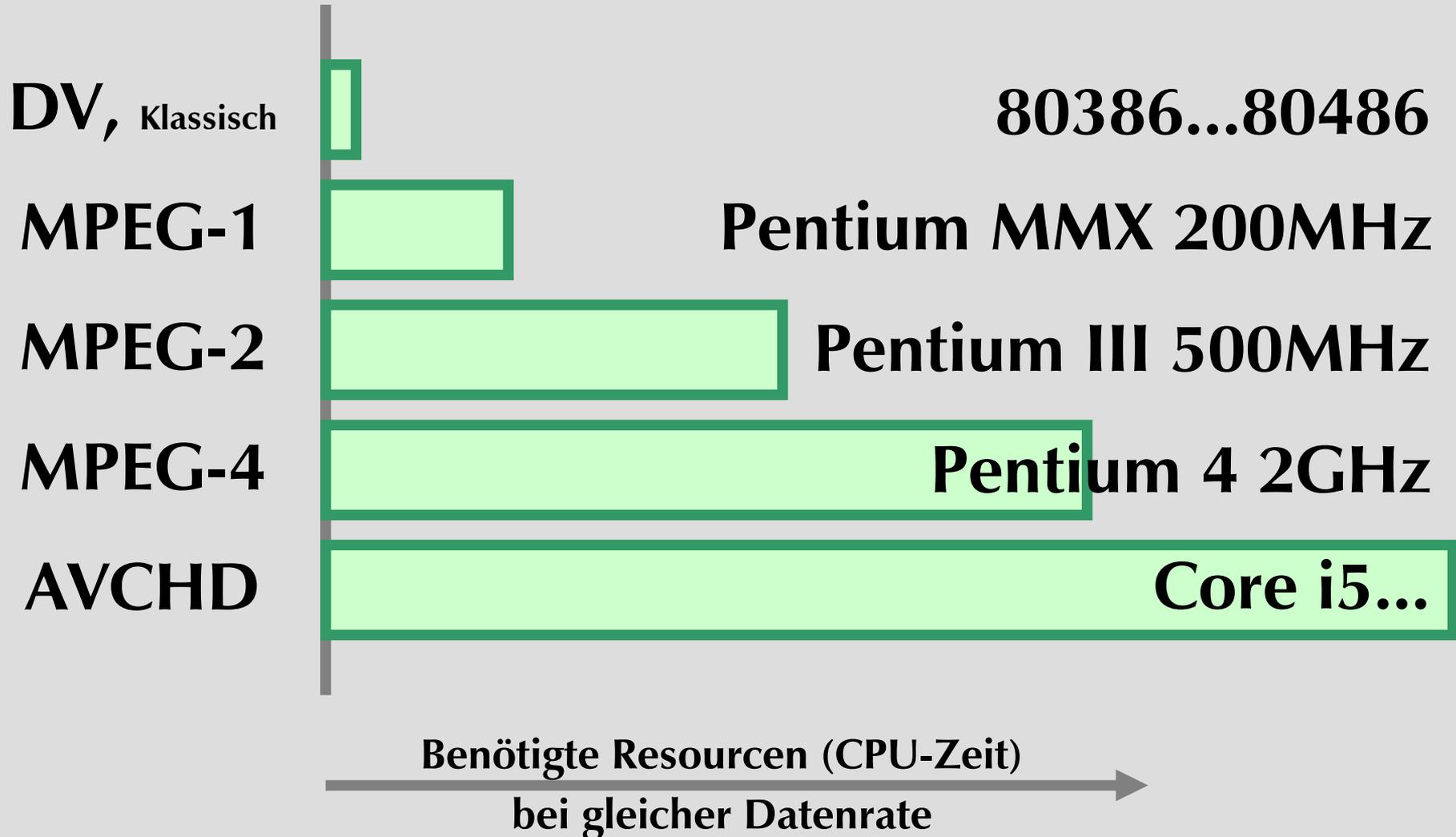
# Codec → Datenrate



# Codec → Video-Inhalt



# Codec → Ressourcen



# Codec → GOP

- **Group of Pictures (GOP)**
- **Bild(er)gruppe**
- **I-Frame**
- **P-Frame**
- **B-Frame**

# Codec

**GOP** = Group of Pictures  
Bild(er)gruppe

**I-Frame** = Intra coded picture

**P-Frame** = Predictive coded picture

**B-Frame** = Bidirectionally predictive coded  
picture

# Codec → GOP → I-Frames

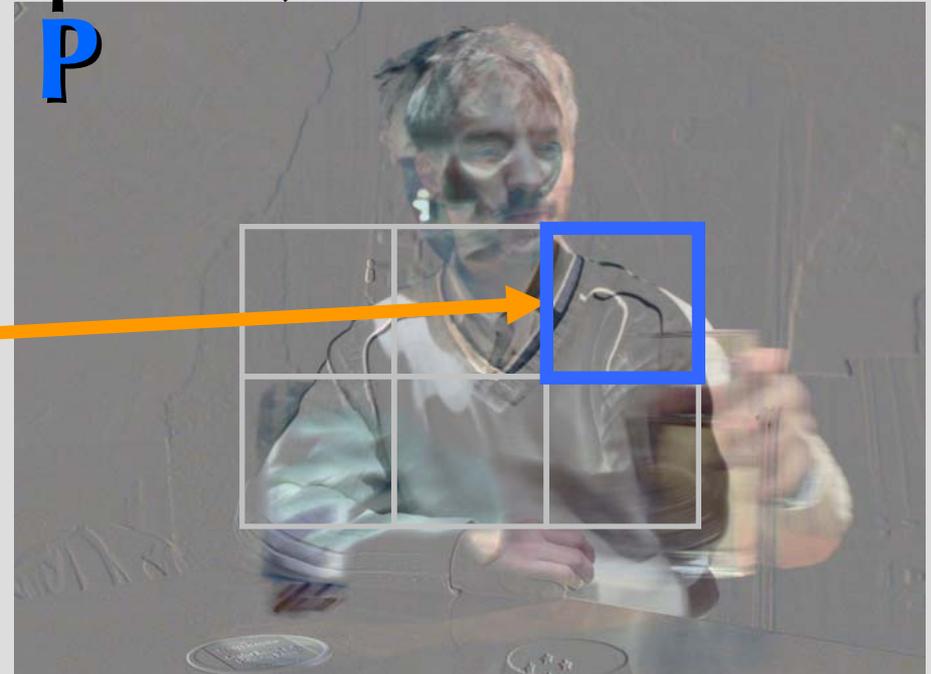
## I-Frame (intra coded picture)



**Speicherung ohne  
Bezug auf  
andere Frames**

# Codec → GOP → P-Frames

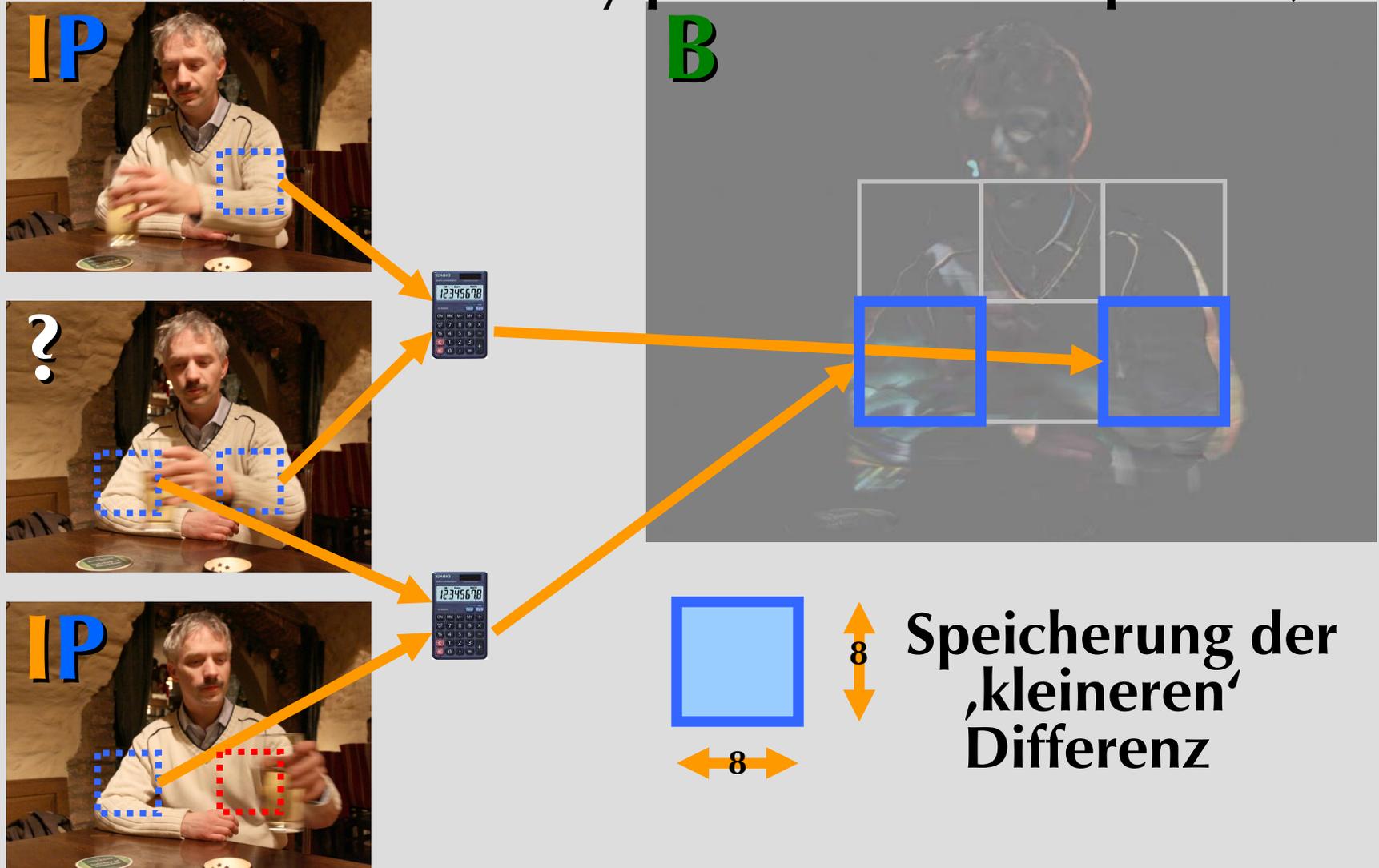
## P-Frame (predictive coded picture)



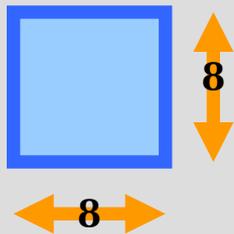
Speicherung der  
Differenz

# Codec → GOP → B-Frames

B-Frame (bidirectionally predictive coded picture)



# Codec → GOP → P-, B-Frames



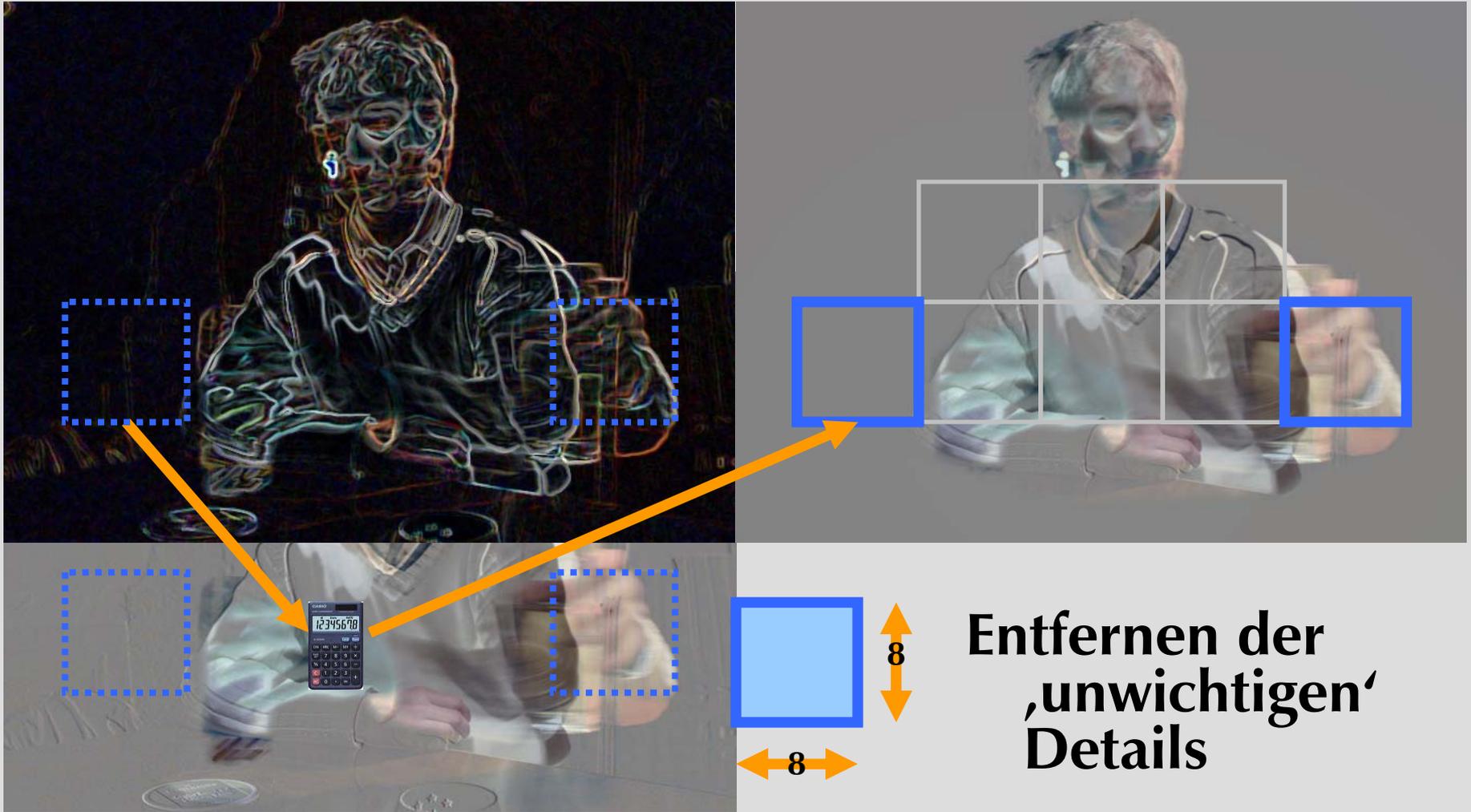
**Erkennung und Speicherung  
von Bewegungen**

# Codec → GOP → P-, B-Frames

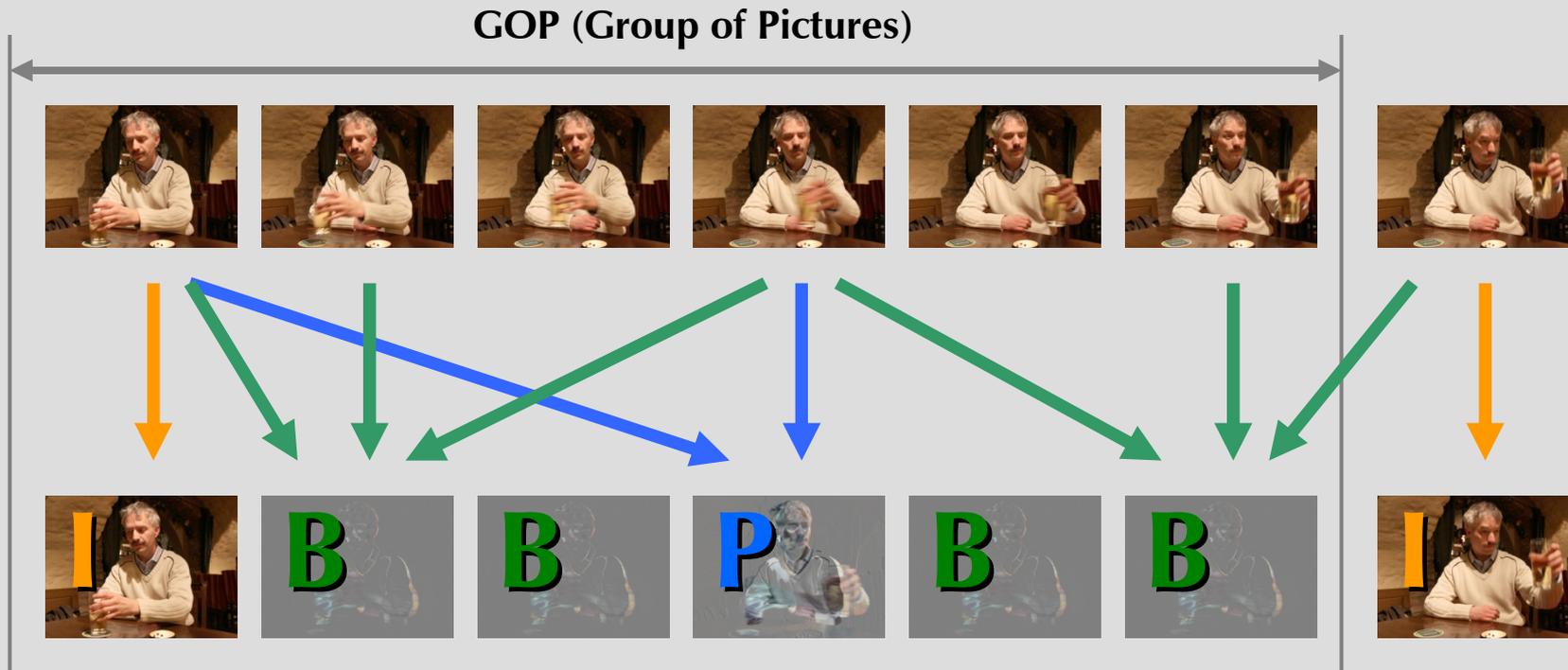


Erkennung und Speicherung  
von Objekt-Bewegungen  
ab MPEG-4

# Codec → GOP → B-, P-Frames



# Codec → GOP Kodierung (MPEG)

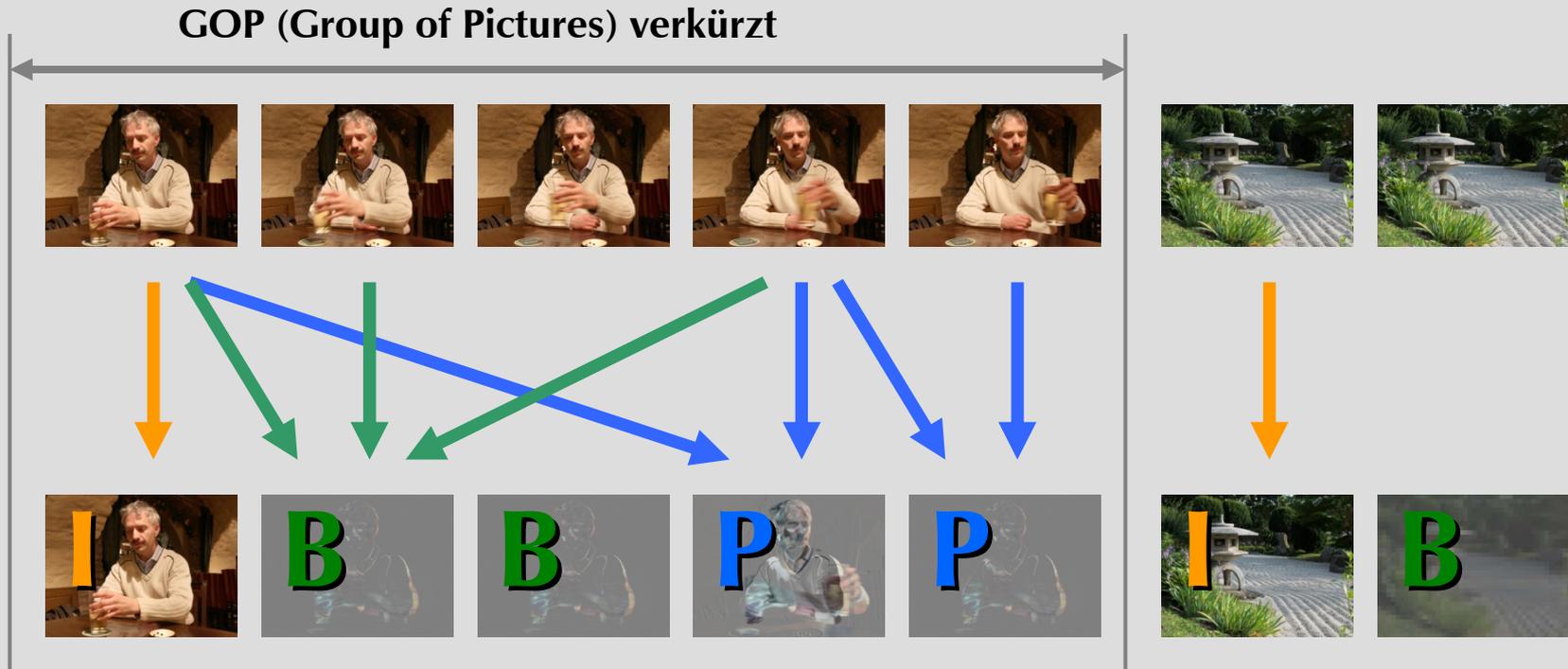


**I-Frame (intra coded picture)**

**P-Frame (predictive coded picture)**

**B-Frame (bidirectionally predictive coded pict.)**

# Codec → GOP Kodierung (MPEG)

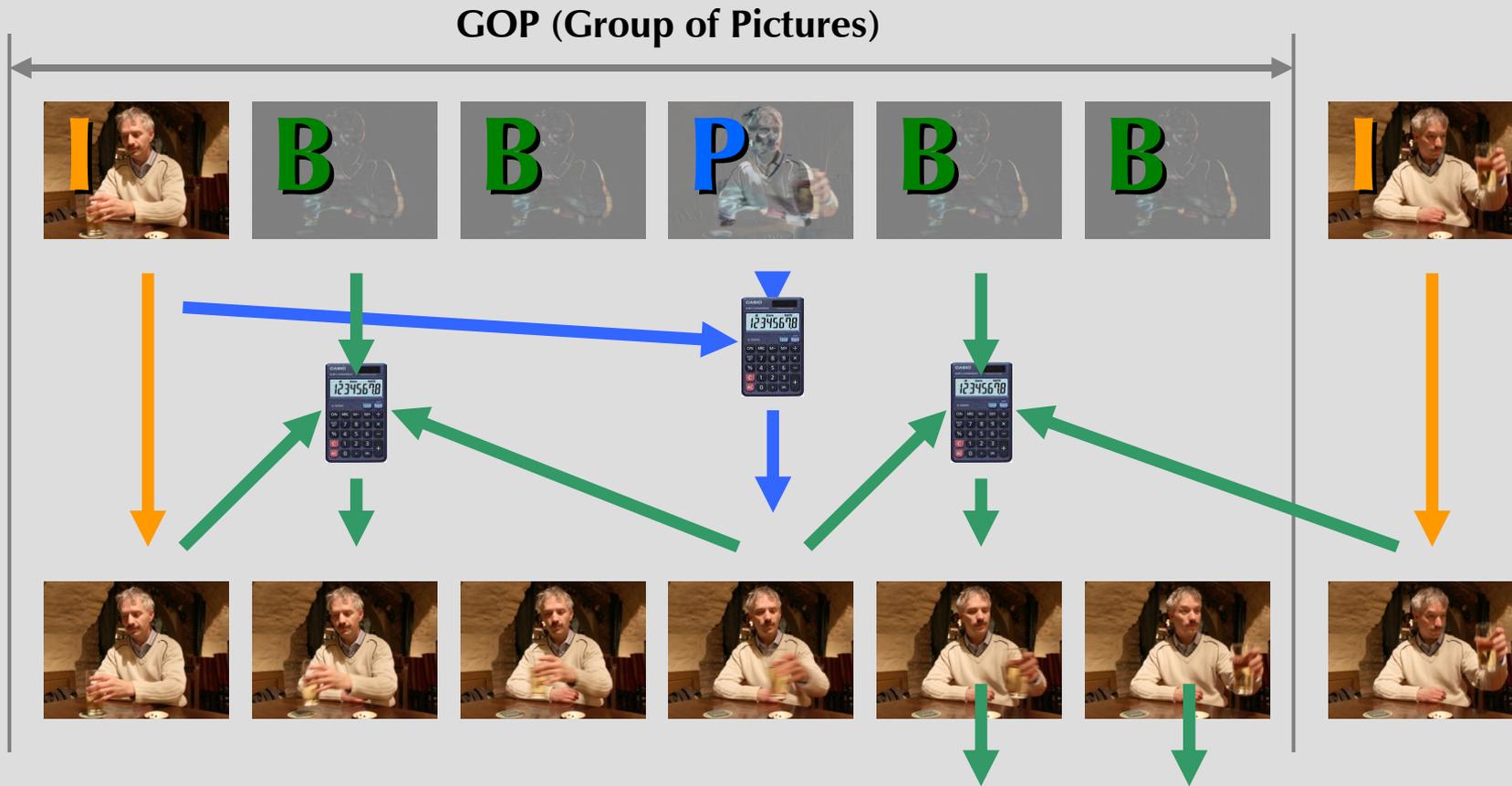


**I-Frame (intra coded picture)**

**P-Frame (predictive coded picture)**

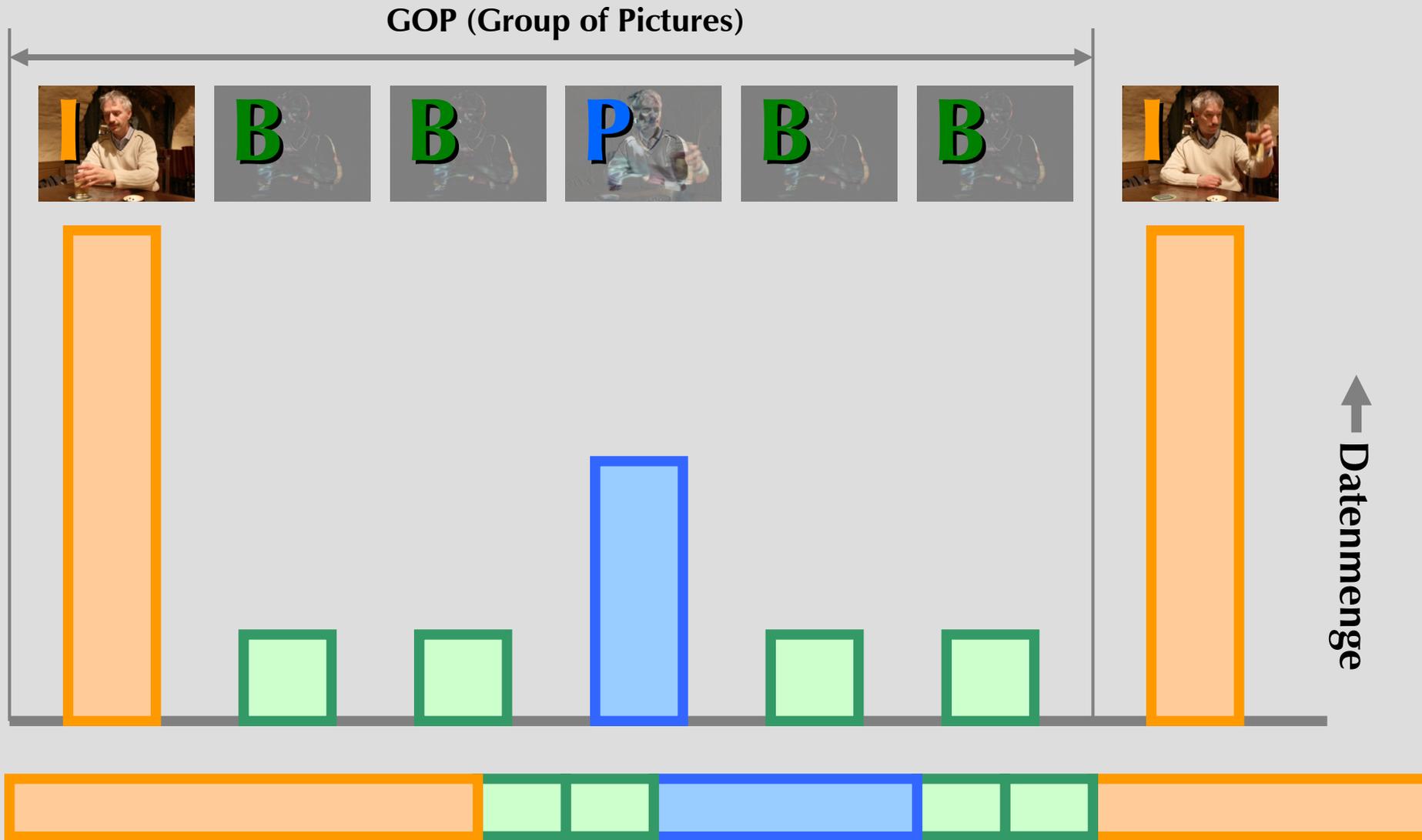
**B-Frame (bidirectionally predictive coded pict.)**

# Codec → GOP Dekodierung



**Benötigt I-Frame aus nächsten GOP!**

# Codec → GOP Datenrate



# GOP → Beispiel

MPEG-Inspector v3.0 trial - C:\xxx\OUT\MVI\_2262y.mpg

Open Export Mode Help

General **Frames** Details Dump

0 Scale 80.000 GOP 0 Zoom 59

Show Bitrate Lines  
5.000  
 SequenceHeader  
 GOP

Select frame by leftclick

Select range by slider and zoom

Current frame info  
Frame # in decoder order  Time 0:00:00.000 PTS: +0.360  
in stream order  Size 61.970 TRef 0 Type I  show time diff

Step / Play  
 Decoder order  Stream order  
<< < Play > >>

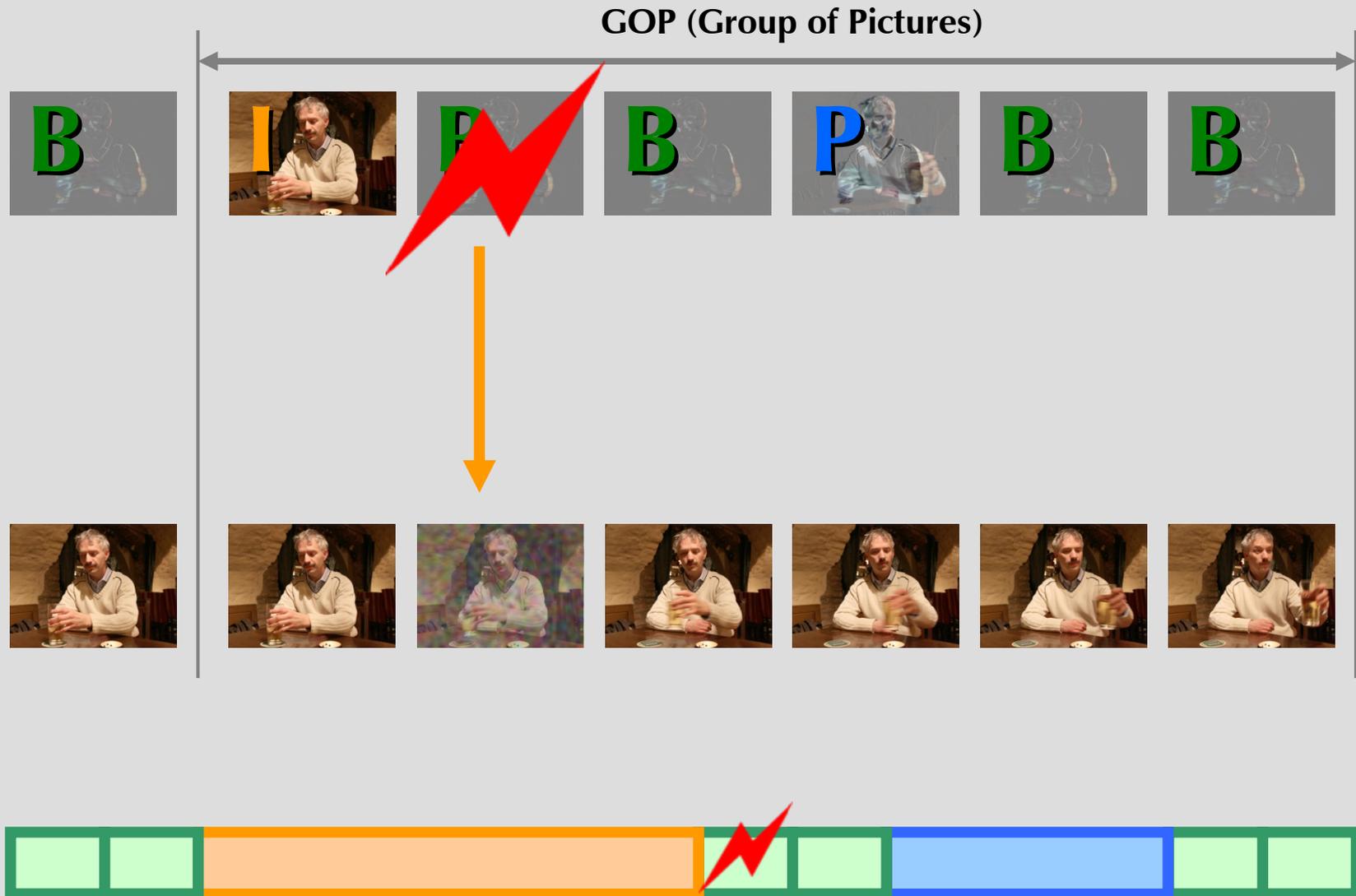
Q-Levels — GOP-Bitrates  
29.00 4.524 Peak  
29.00 3.933 Current  
12.87 4.027 Average

GOP	Frame	Timecode	Pics	GOP sequence	closed	Bitrate
0	0	0:00:00.000	13	IPBBPBBPBBPBB	no	3.933
1	13	0:00:00.520	15	IBBPBBPBBPBBPBB	no	3.791
2	28	0:00:01.120	15	IBBPBBPBBPBBPBB	no	4.104
3	43	0:00:01.720	15	IBBPBBPBBPBBPBB	no	3.994
4	58	0:00:02.320	15	IBBPBBPBBPBBPBB	no	4.026
5	73	0:00:02.920	15	IBBPBBPBBPBBPBB	no	4.081
6	88	0:00:03.520	15	IBBPBBPBBPBBPBB	no	4.000
7	103	0:00:04.120	15	IBBPBBPBBPBBPBB	no	4.011
8	118	0:00:04.720	15	IBBPBBPBBPBBPBB	no	4.085
9	133	0:00:05.320	15	IBBPBBPBBPBBPBB	no	3.896
10	148	0:00:05.920	15	IBBPBBPBBPBBPBB	no	4.032

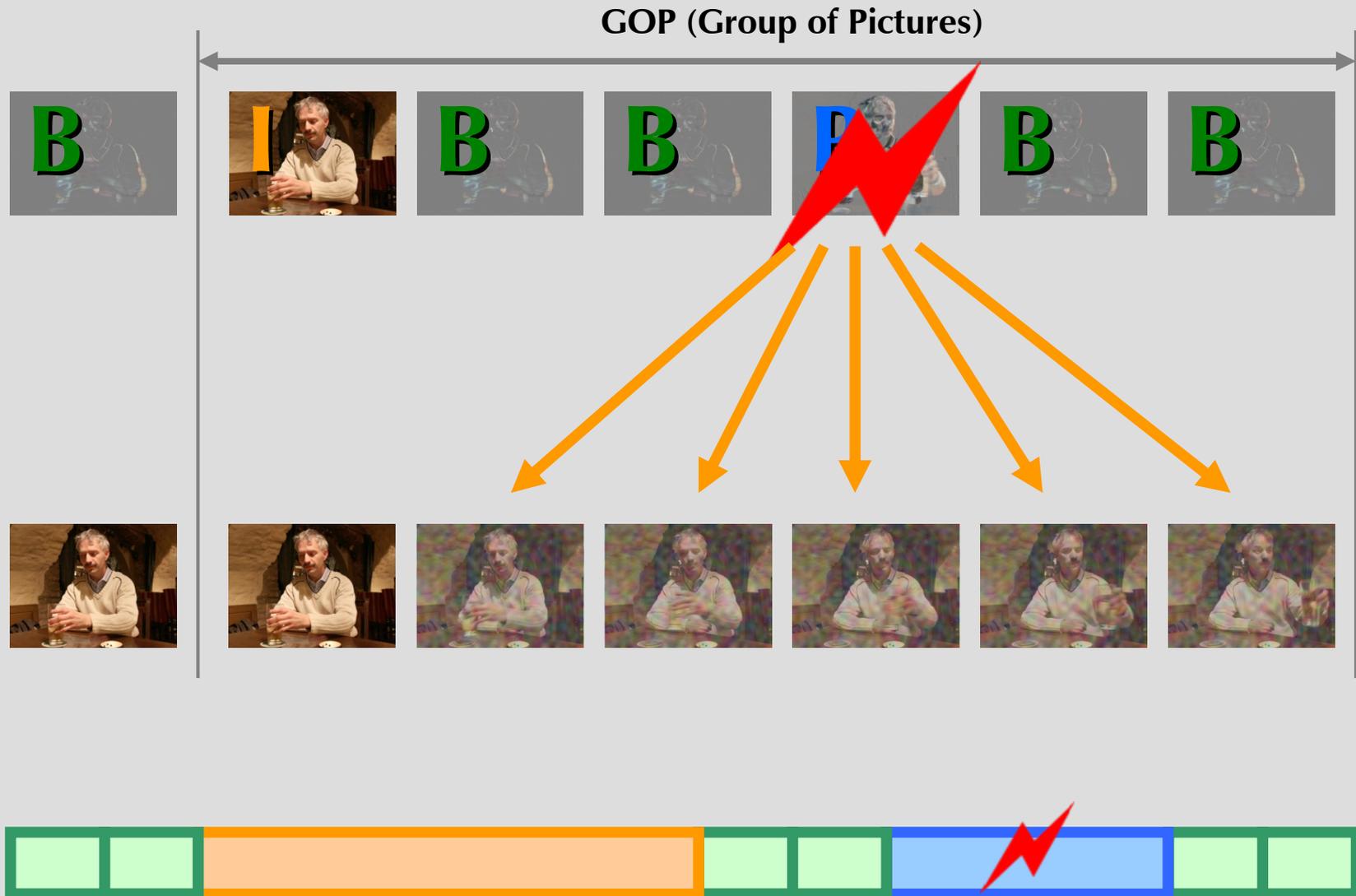
Kein Videobild  
weil Sie eine Trial oder unregistrierte Version nutzen.

12:45:54 Gelesen in 9.0 sec

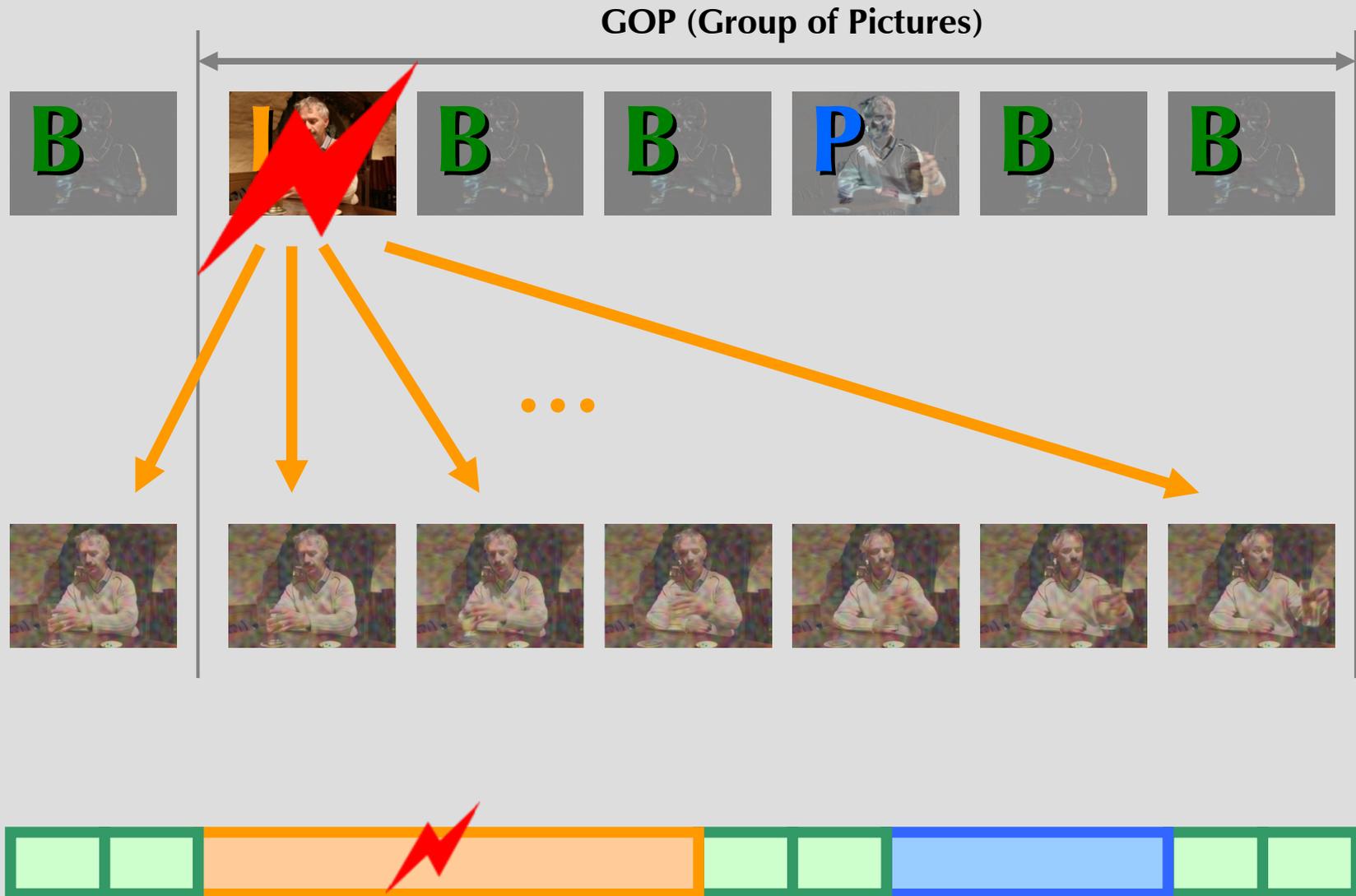
# Codec → GOP → Problem



# Codec → GOP → Problem



# Codec → GOP → Problem



# Qualität



**Main Profile @ High Level**

# Qualität → Einstellungen



**Exporteinstellungen**

Format: H.264  
Vorgabe: Benutzerdefiniert  
Kommentare: HDTV 1080p 25 – Hohe Qualität  
Ausgabename: C:\User...e Pro\4.0\Sequenz 01.mp4

Video exportieren  Audio exportieren  In Device

**Zusammenfassung**

PAL, 1920x1080, 25 [fps], Progressiv  
AAC, 160 [kbit/s], 48 kHz, Stereo  
VBR, 2-Pass, Ziel 32,00, Max. 40,00 [Mbit/s]

Multiplexer Video Audio Andere

**Grundlegende Videoeinstellungen**

Codec: MainConcept H.264 Video  
Fernsehnorm:  NTSC  PAL  
Framebreite [Pixel]: 1.920  
Framehöhe [Pixel]: 1.080

Frame rate [fps]: 25  
Feldreihenfolge: Ohne (Progressiv)  
Pixel-Seitenverhältnis: Widescreen 16:9  
Profil: Haupt  
Level: 4,2

**Bitrate-Einstellungen**

Bitratecodierung: VBR, 2-Pass  
Ziel-Bitrate [MBit/s]: 32  
Maximale Bitrate [MBit/s]: 40

**Erweiterte Einstellungen**

Keyframe-Abstand einstellen  
Keyframe-Abstand [Frames]: 33



- Geringe Qualität
- Wenig Details
- Niedrige Datenrate

- Hohe Qualität
- Viel Details
- Hohe Datenrate

# Qualität → Profile @ Level

<b>Profile</b>	<b>Erklärung</b>
<b>Simple Profile</b>	<b>für Software ohne B-Frames</b>
<b>Main Profile</b>	<b>für MPEG-2-HW-Decoder</b>
<b>Multiview</b>	<b>für mehrere Kameraperspektiv.</b>
<b>4:2:2 Profile</b>	<b>für Studio, High-End-Kameras</b>

# Qualität → Profile @ Level

<b>Level</b>	<b>Erklärung</b>
<b>Low Level</b>	<b>MPEG-1 bis 352x288</b>
<b>Main Level</b>	<b>MPEG-2 bis 720x576 20Mbps</b>
<b>High 1440 Lev. Bis</b>	<b>1440x1080 (HDV)</b>
<b>High Level</b>	<b>Bis 1920x1080 100Mbps</b>
<b>1,0...5,1</b>	<b>numerische Werte bei AVCHD</b>

# Qualität → Profile @ Level

The screenshot shows the AVS Video Converter 7.0 interface. The 'Formate' tab is active, displaying various output format icons. The 'Ausgabedatei' field is set to 'I:\Unbetitelt.avi'. The 'Profil' dropdown menu is open, showing a list of profiles with their respective video and audio specifications. The 'Konvertieren!' button is highlighted.

**AVS Video Converter 7.0**

Formate | Geräte

In AVI | In DVD | In MP4 | In MPEG | In WMV | In MOV | In FLV | In Blu-ray | Bearbeiten | Menü | Einstellung | Über

Eingabedatei:

Ausgabedatei: I:\Unbetitelt.avi

Profil: Video: MPEG-4 (DivX, Xvid), 768 kbps; Audio: MP3, 96 kbps

Fortschritt: Video: MPEG-4 (DivX, Xvid), 768 kbps; Audio: MP3, 96 kbps

Umwandlungsoptionen

**Eingabedatei:**

**Video**

Video: HD-Video 1080p: H.264/AVC, 4200 kbps; Audio: MP3, 256 kbps

Video: HD-Video 720p: MPEG-4 (DivX, Xvid), 4500 kbps; Audio: MP3, 192 kbps

Video: BlackBerry 95xx - (MPEG-4, 800 kbps, 480x360)

Video: BlackBerry 81xx - (MPEG-4, 560 kbps, 320x240)

Video: BlackBerry 8xxx - (MPEG-4, 420 kbps, 240x180)

Bildgröße: - | Bildgröße: 0 | 0 | Original

Bitrate: - | Bitrate: 768

Durchsuchen

Durchsuchen

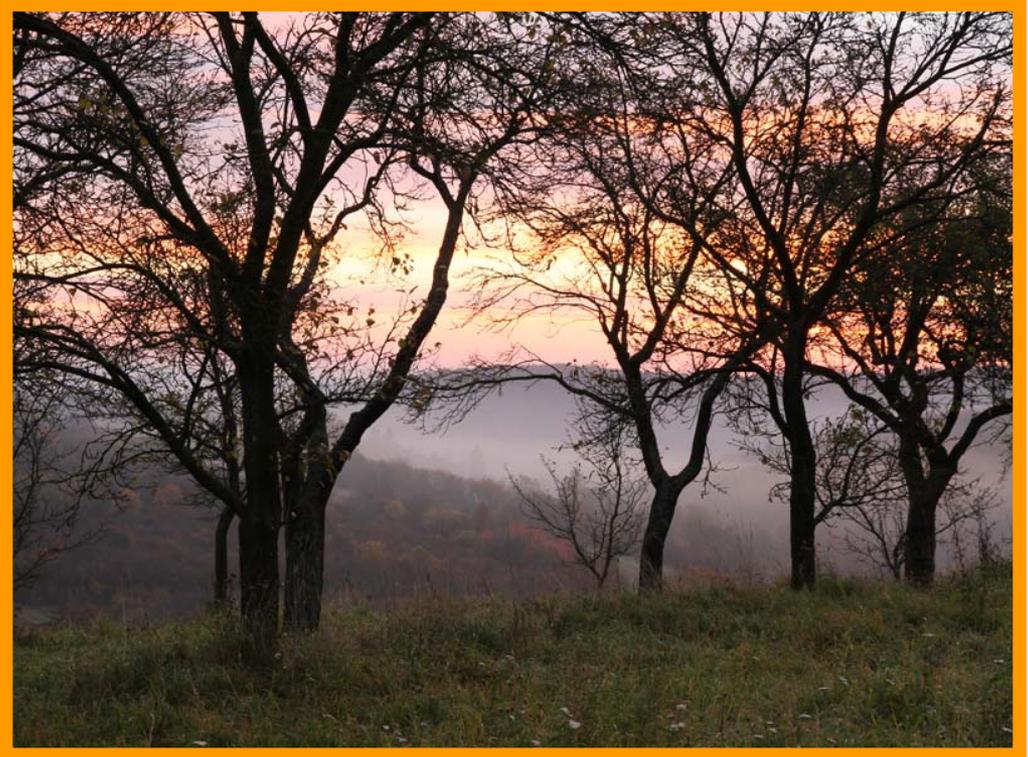
<< Erweitert

**Konvertieren!**

Erweitert...

# Qualität → Bild-Details

Datenrate



**Details durch  
harte Kontraste,  
feine Strukturen, ...**

# Qualität → Rauschen

Rauschen durch CCD, Gain, analoge Übertragung, ...



**Datenrate**

# Qualität → Unschärfe

Tiefen(un)schärfe durch offene Blende

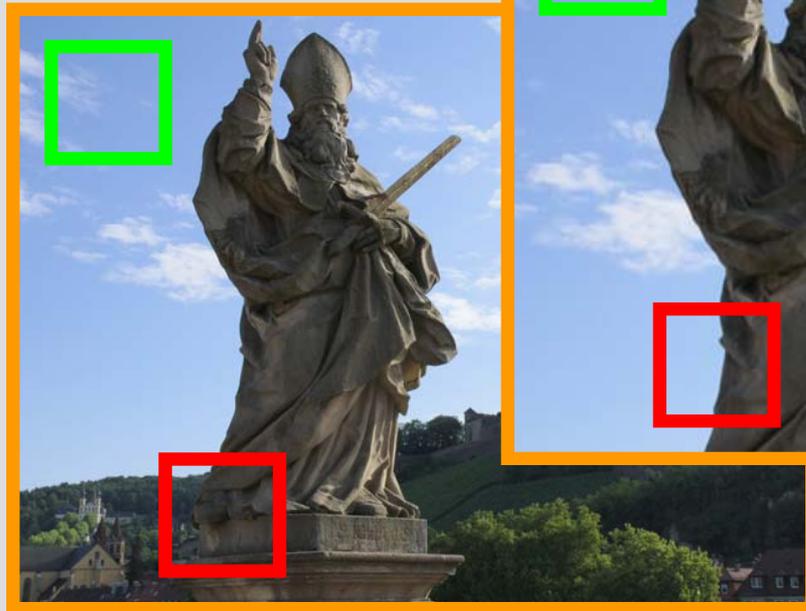


**Datenrate**

# Qualität → Bewegung

**Bewegung:**

Action, Zoom, Schwenk,  
Kamerafahrt,  
Wackeln, ...

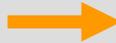


**Datenrate**

# Farbschema

- **YUV / YCbCr**
- **4:2:2 / 4:2:0**

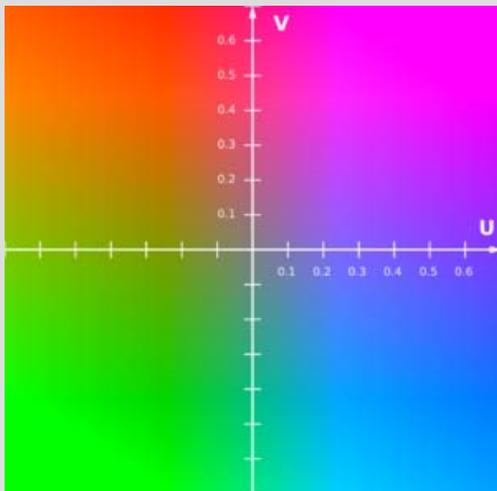
# Farbschema



**R**

**G**

**B**



**Farb-Matrix**

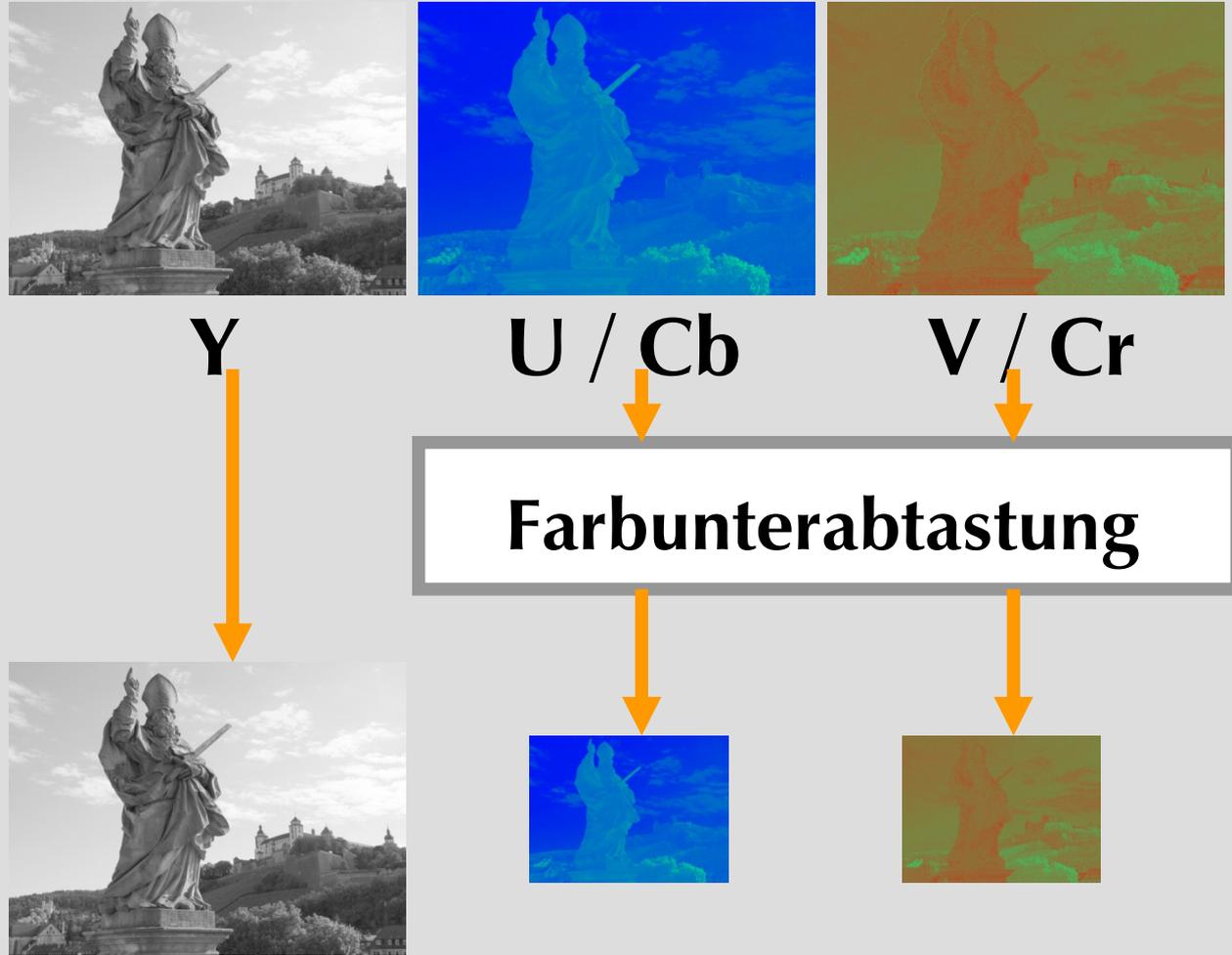


**Y**

**U / Cb**

**V / Cr**

# Farbschema



# Farbschema → Begriffe

**4:4:4**



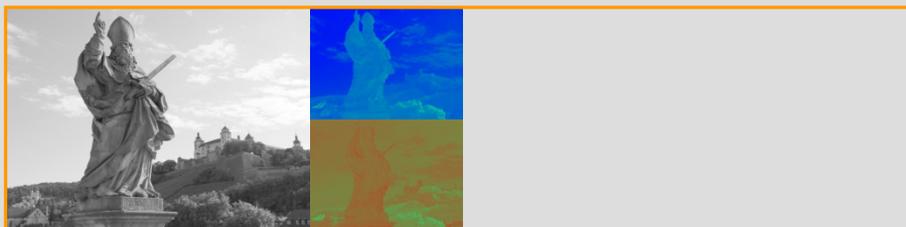
**High-End Systeme  
Rendering**

**4:2:2**



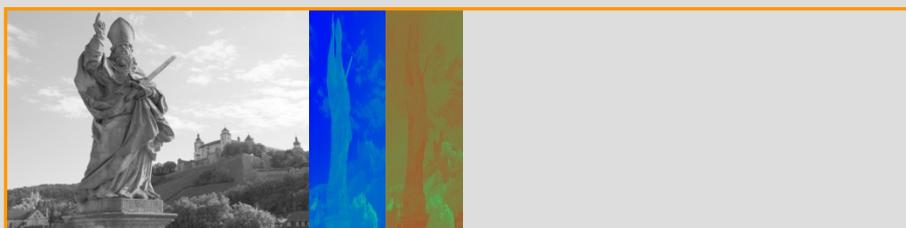
**Digital Betacam**

**4:2:0**



**JPEG  
MPEG-2 / -4  
H.264 / AVCHD  
DV-PAL  
DV-NTSC**

**4:1:1**

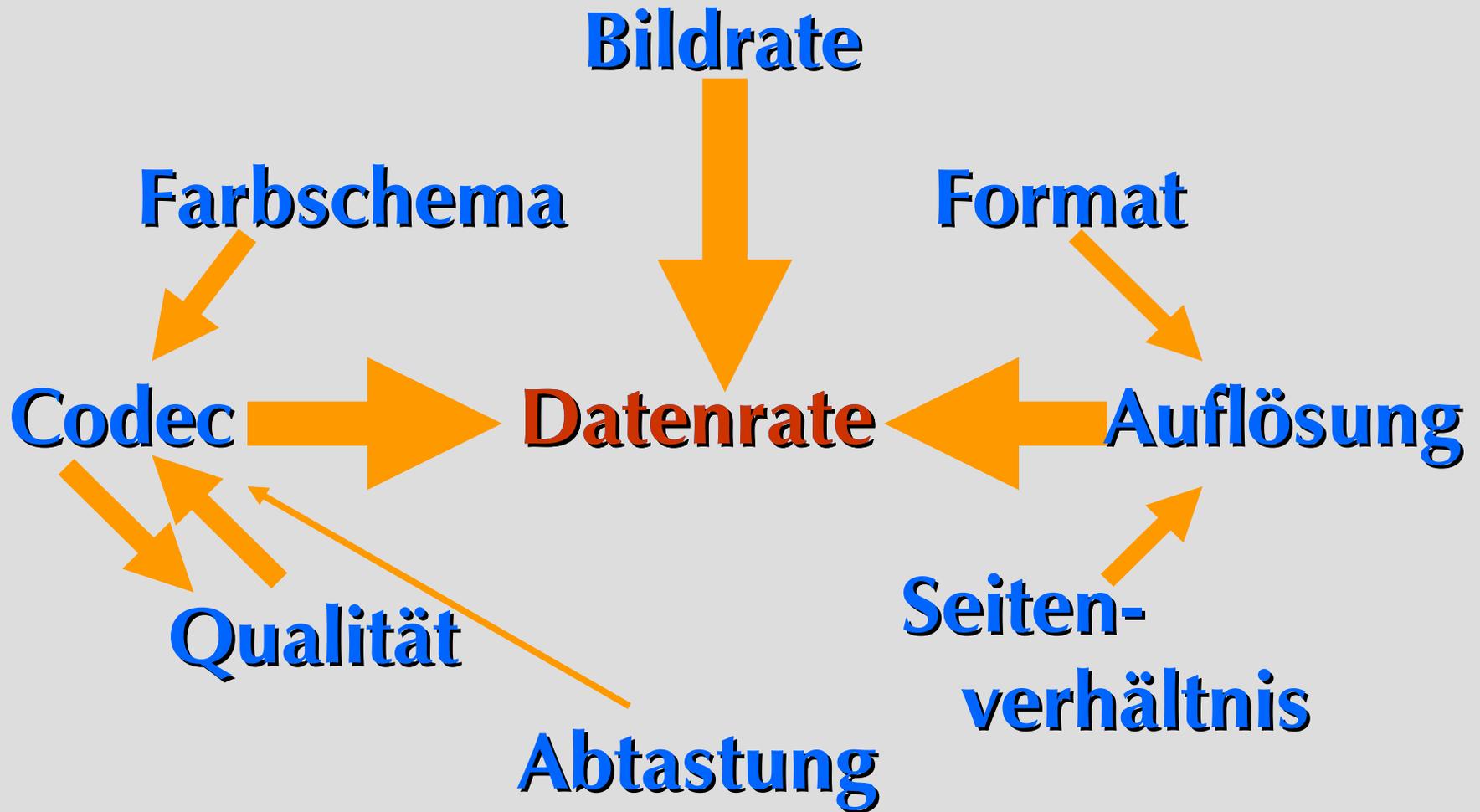


# Farbschema → Problem

**„ausbluten“  
der Farbe**



# HD (Video) → Bestandteile



# Datenrate → Beispiele

<b>TV-Sender (Sat)</b>	<b>Mbps</b>	<b>Auflösung</b>
<b>Öffentlich-Rechtl.</b>	<b>5...8</b>	<b>720x576</b>
<b>Private</b>	<b>3...5</b>	<b>720x576</b>
<b>Musik</b>	<b>2,5...3,5</b>	<b>544x576</b>
<b>Audio</b>	<b>256kbps @ 48 kHz</b>	
<b>Erotik (Standbilder)</b>	<b>0,1...1</b>	<b>720x576</b>
<b>DasErste, ZDF HD</b>	<b>???</b>	<b>1280x720 25p</b>
<b>EuroSport, BBC HD</b>	<b>???</b>	<b>1920x1080 50i</b>

# Datenrate → Beispiele

<b>Video-Kameras</b>	<b>Mbps</b>	<b>Auflösung</b>
<b>Profi-HD</b>	<b>50...</b>	<b>1920x1080</b>
<b>Canon 7D (Video)</b>	<b>40...50</b>	<b>1920x1080 25p</b>
<b>Sony EX1</b>	<b>35 cbr</b>	<b>1920x1080</b>
<b>Sony FX1 (Band)</b>	<b>25 cbr</b>	<b>1440x1080 50i</b>
<b>Klassische DV</b>	<b>25 cbr</b>	<b>720x576 50i</b>
<b>Apple iPhone</b>	<b>10</b>	<b>1280x720 30p</b>
<b>Consumer AVCHD</b>	<b>1...4</b>	<b>1280x720</b>
<b>Fun-Kameras</b>	<b>...2</b>	<b>640x480</b>

# Datenrate → Beispiele

<b>Datenträger</b>	<b>Mbps</b>	<b>Auflösung</b>
<b>Blu-ray</b>	<b>15...20</b>	<b>1920x1080</b>
<b>DVD (komerziell)</b>	<b>5...10</b>	<b>720x576</b>
<b>DVD (privat)</b>	<b>3...7</b>	<b>720x576</b>
<b>Internet</b>	<b>flexibel</b>	<b>flexibel</b>

# Container

## Video-Datei

## Player

## Betriebssystem

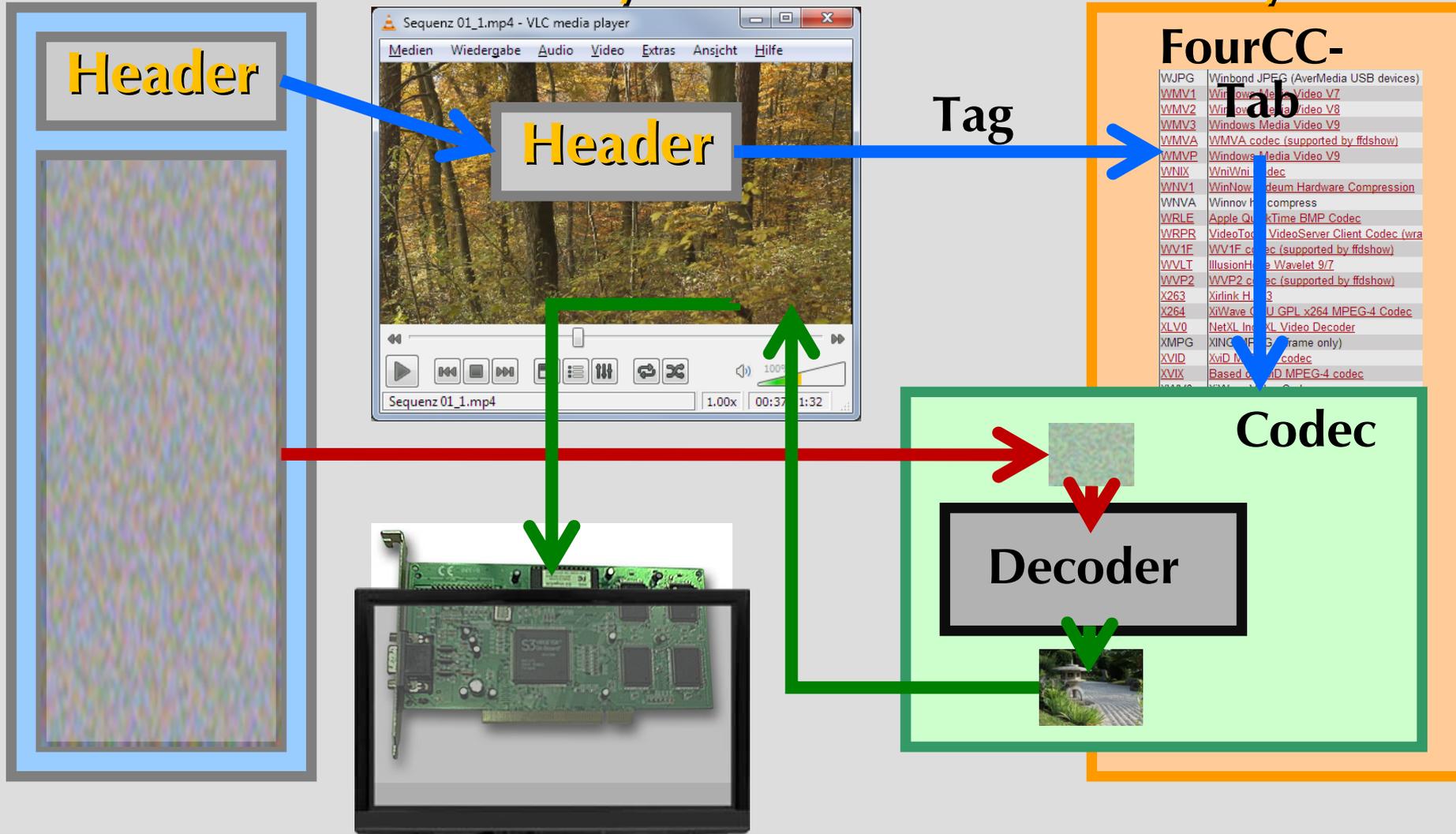


# Container

Video-Datei

Player

Betriebssystem

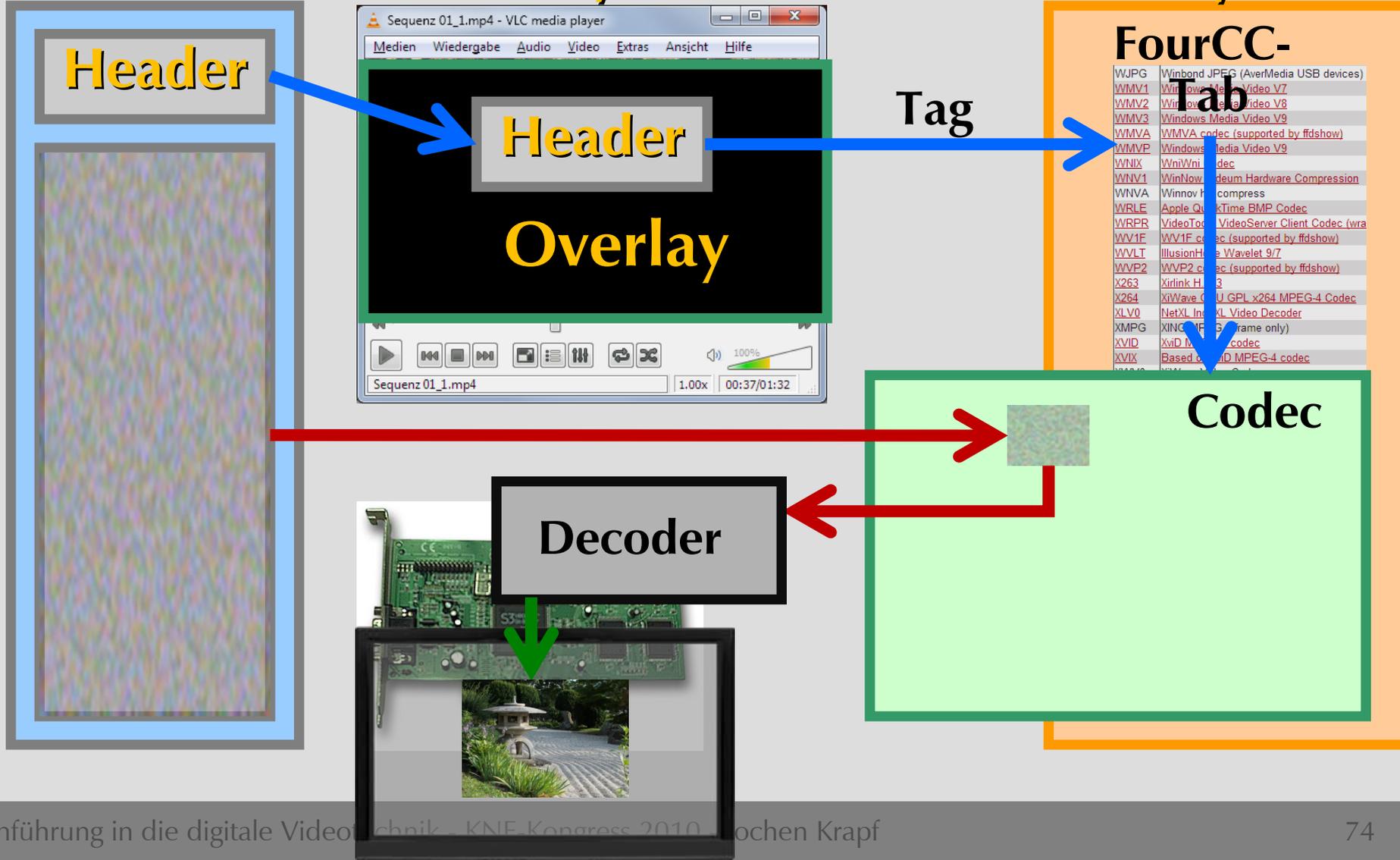


# Container

Video-Datei

Player

Betriebssystem



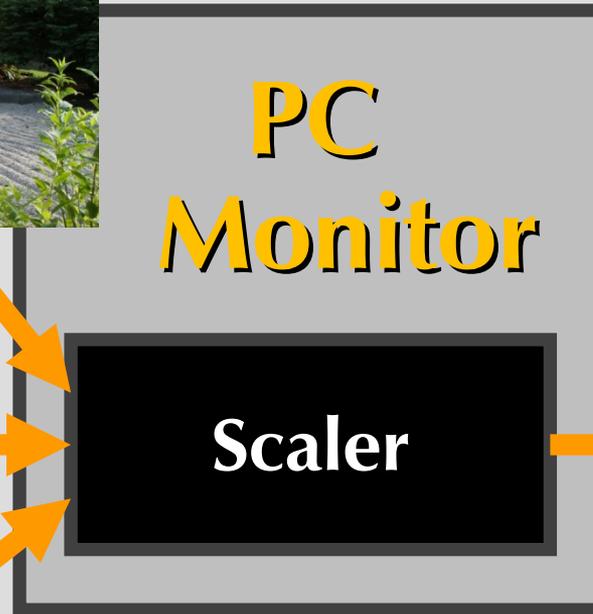
# Scaler

**Scaler = Skalierung von/auf ???  
... HD!**

# Scaler

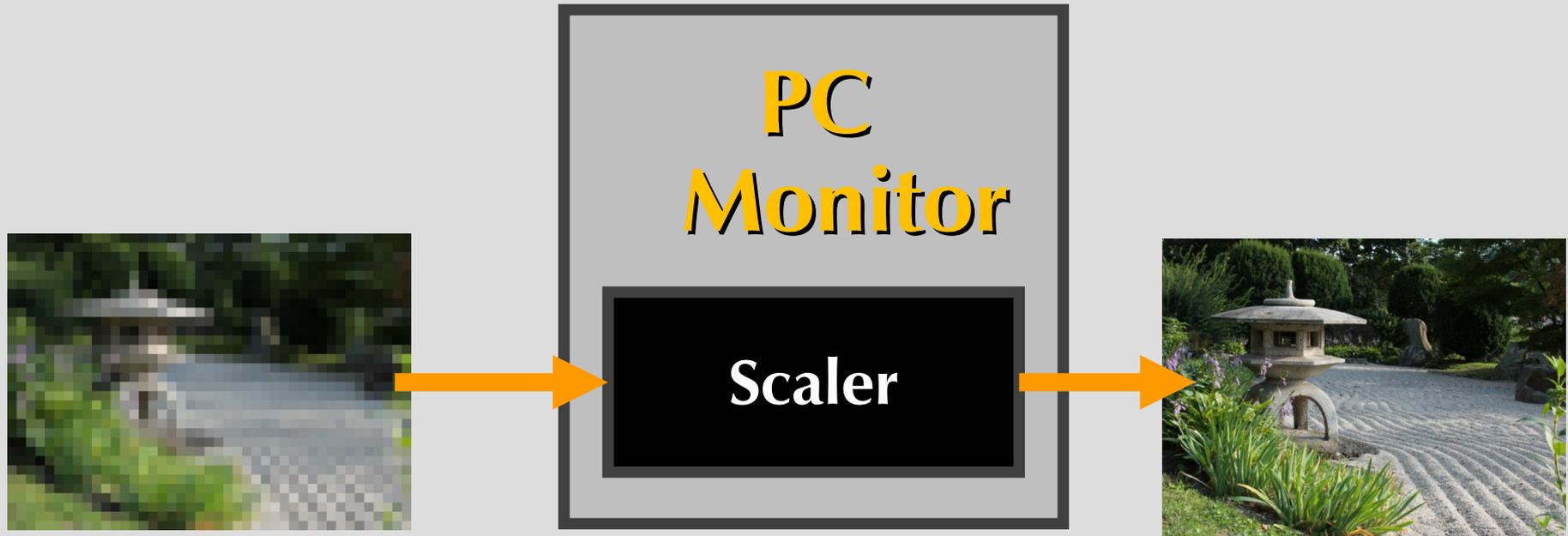


# Scaler



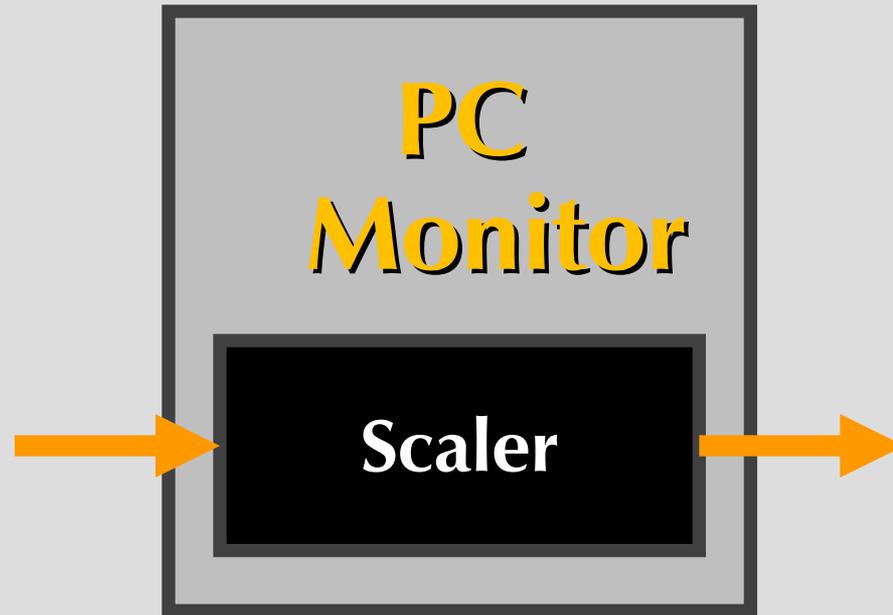
??? → 1920x1080

# Scaler



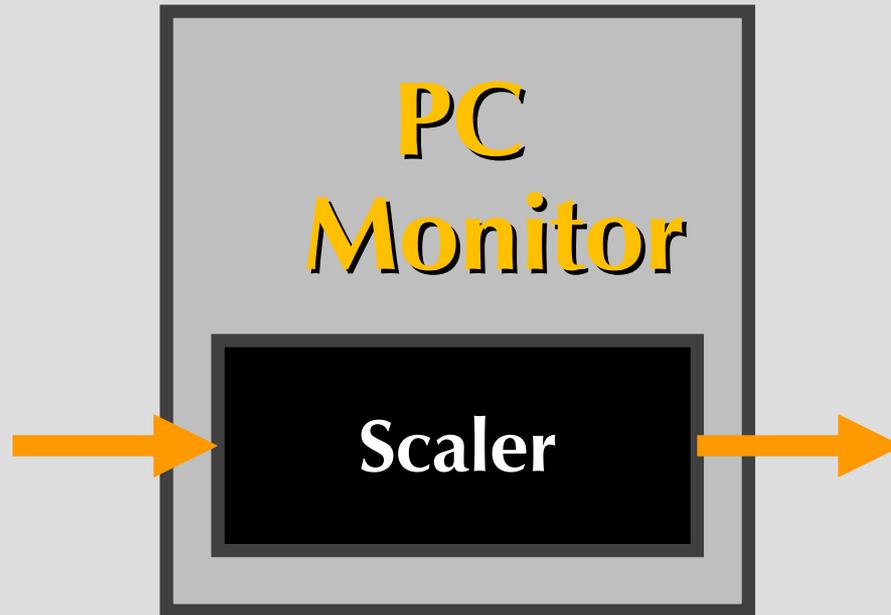
**360p → 1080p**

# Scaler



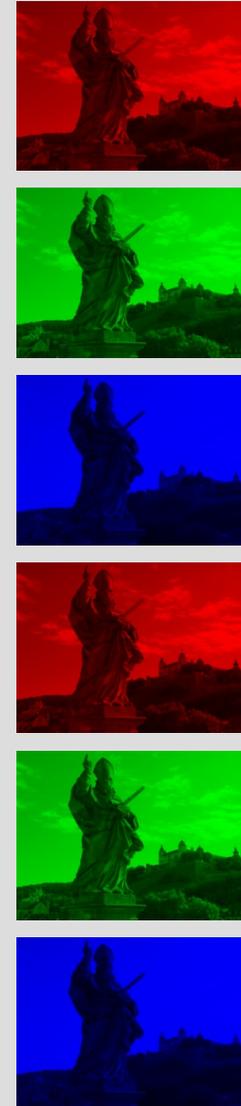
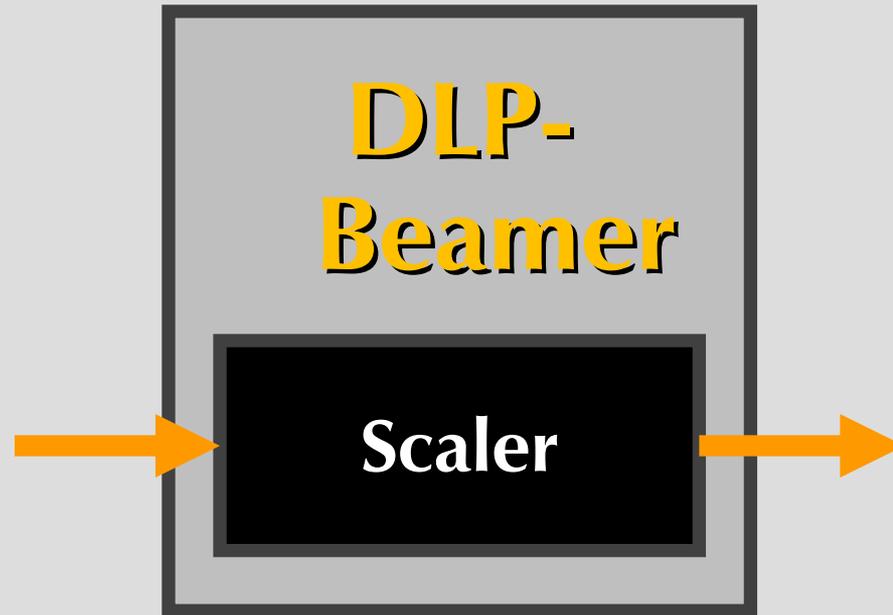
50Hz → 60Hz

# Scaler



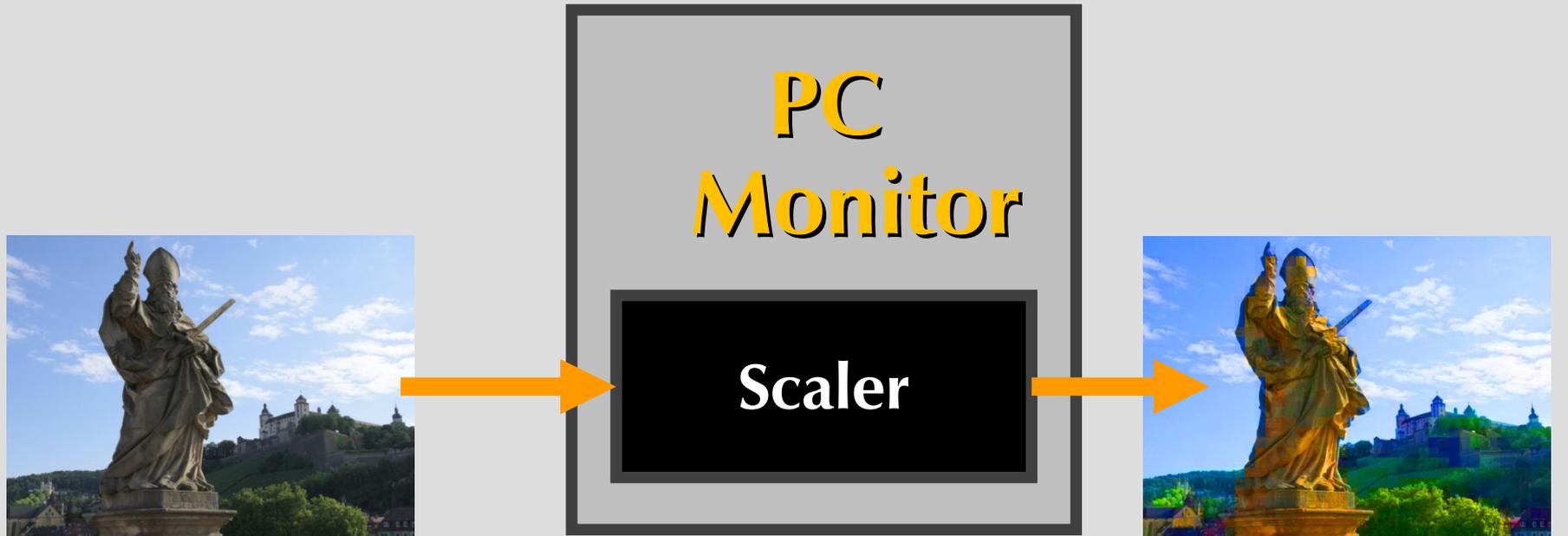
**50i** → **60Hz**

# Scaler



**xxHz → 200Hz**

# Scaler



## Linearisierung



Scaler → ‚Odyssey‘

Dreh in 1,85:1

Scan → 16:9

TV-Anstalt → 4:3

Sat-Einsp. → PAR 1,33

Receiver-Scaler ☹

Scart → TV

TV → 16:9



# HD Begriffe

<b>Begriff</b>	<b>Erklärung</b>
<b>PAL / SDTV</b>	<b>720x576 50i</b>
<b>NTSC</b>	<b>720x480 60i</b>
<b>HD</b>	<b>‚besser als SD‘</b>
<b>HD-Ready</b>	<b>Verarbeitet HD, Ausgabe?</b>
<b>Full-HD</b>	<b>1920x1080 Pixel, Fps? i/p?</b>
<b>HDTV</b>	<b>TV besser als PAL</b>
<b>HDV</b>	<b>1440x1080 Pixel, anamorph</b>
<b>Blu-ray Disk</b>	<b>Je nach Hersteller</b>

# Zukunft?

**XHD 1920x1200 1680x1050**

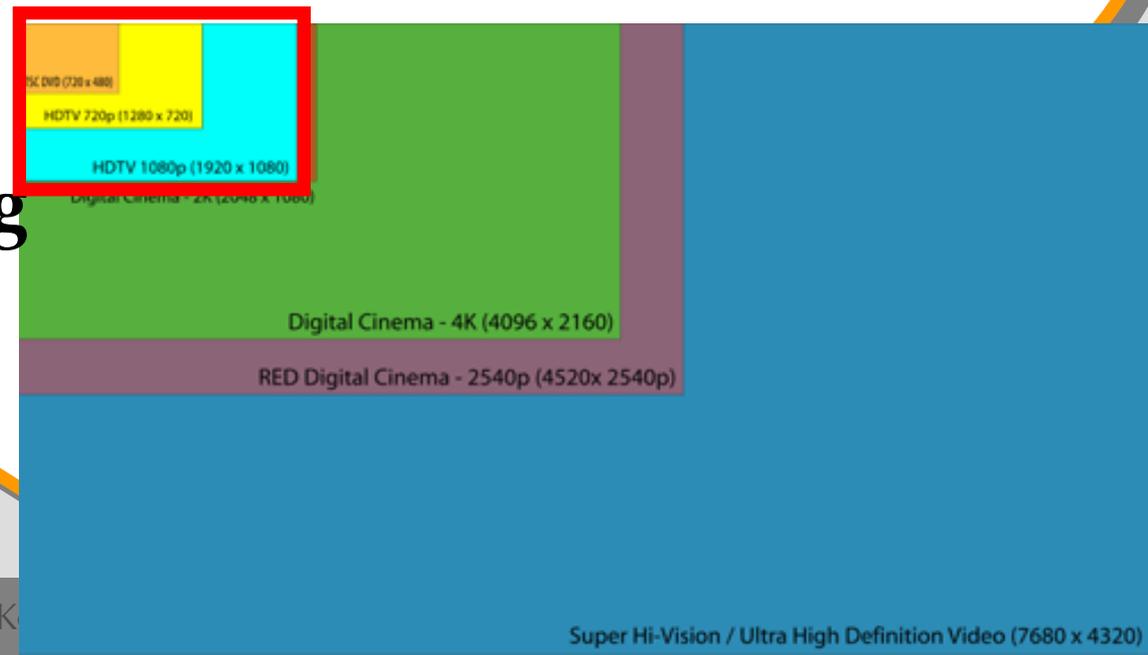
**Extreme Definition (XD) 2560x1440**

**Quad Full Definition (QFHD)**

**Ultra High Definition (UHDTV) 7680x4320**

**60 FPS**

**High Efficiency  
Video Coding  
(HEVC)**





**Alle Logos, Marken und Namen sind Eigentum der jeweiligen Firmen**