

# Audiovisuelle Dateiformate

Reto Kromer • AV Preservation by reto.ch

Hochschule der Künste Bern  
**Digital Files**  
Online, 15.–16. April 2020

1

# Inhalt

- digitaler Ton und digitales Bild
- Container, Codec, Rohdaten
- verschiedene Formate für unterschiedliche Zwecke
- audiovisuelle Dateiumwandlungen

2

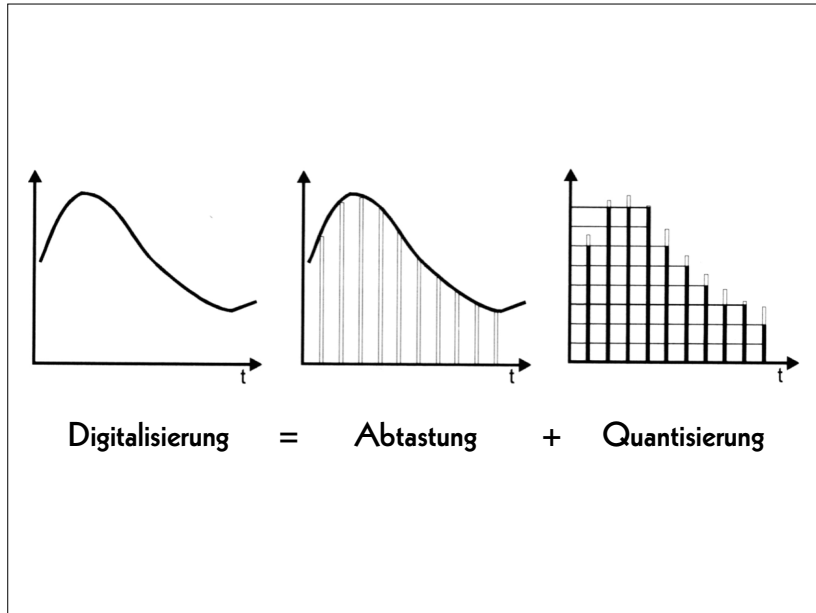
# Digitaler Ton

3

# Digitaler Ton

- Abtastung
- Quantisierung

4



5

## Abtastung

- 44.1 kHz
- 48 kHz
- 96 kHz
- 192 kHz
- 500 kHz

6

## Quantisierung

- 16 bit ( $2^{16} = 65\,536$ )
- 24 bit ( $2^{24} = 16\,777\,216$ )
- 32 bit ( $2^{32} = 4\,294\,967\,296$ )

7

# Digitales Bild

8

## Digitales Bild

- Auflösung
- Quantisierungsauflösung
- linear, Potenzfunktion, logarithmisch
- Farbraum
- Farbunterabtastung
- Normlicht

9

## Auflösung

- SD 480i / SD 576i
- HD 720p / HD 1080i
- 2K / HD 1080p
- 4K / UHD-1
- 8K / UHD-2

10

## Quantisierungsauflösung

- 8 bit ( $2^8 = 256$ )
- 10 bit ( $2^{10} = 1\,024$ )
- 12 bit ( $2^{12} = 4\,096$ )
- 16 bit ( $2^{16} = 65\,536$ )
- 24 bit ( $2^{24} = 16\,777\,216$ )

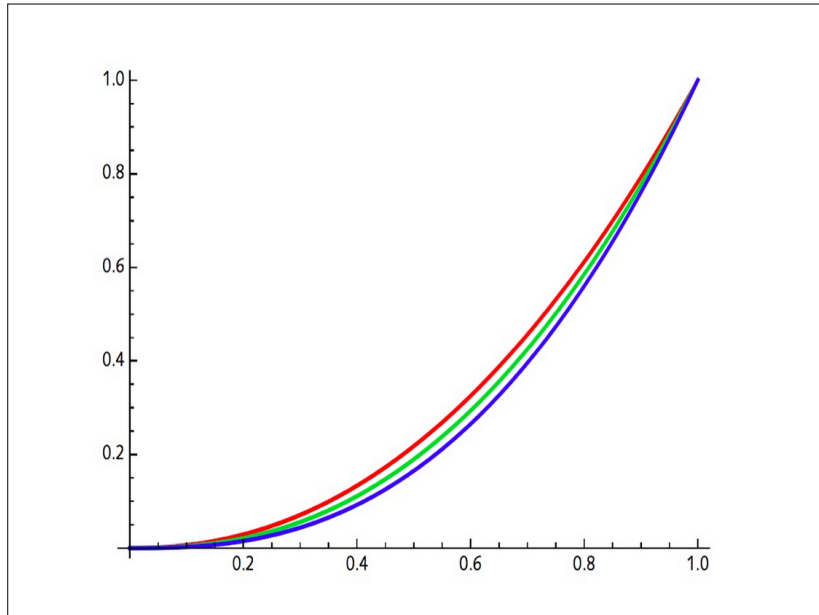
11

## Linear, Potenz, logarithmisch

« mittelgrau »

- lineare Funktion: 18%
- Potenzfunktion: 50%
- logarithmische Funktion: 50%

12

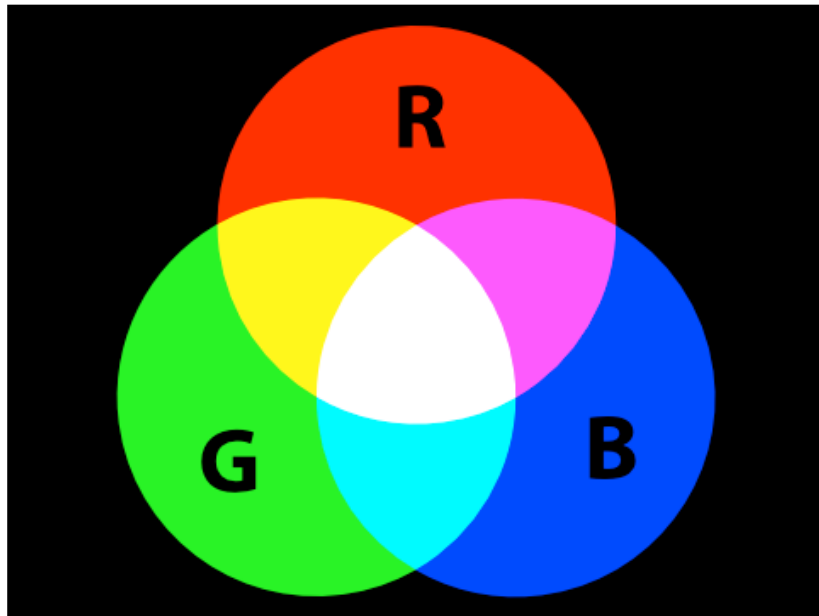


13

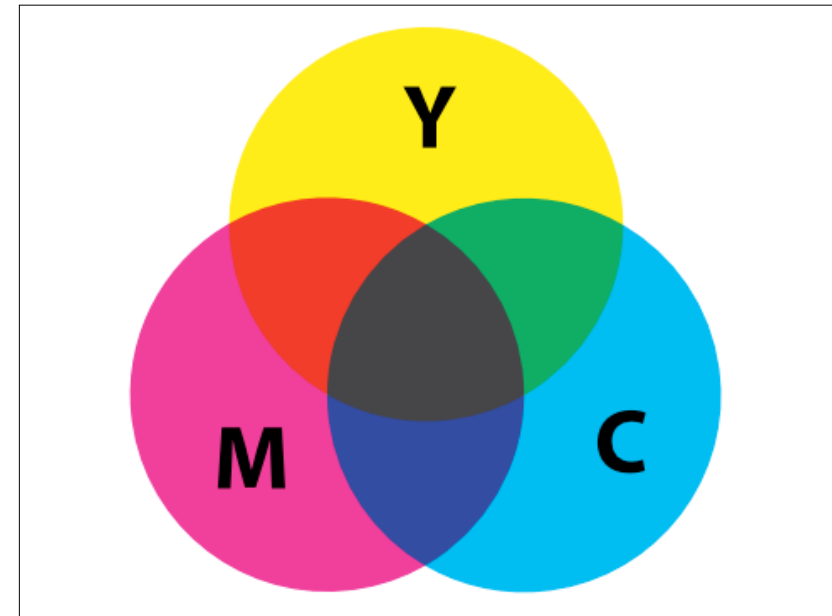
## Farbraum

- XYZ, L\*a\*b\*
- RGB / R'G'B' / CMY / C'M'Y'
- Y'IQ / Y'UV / Y'D<sub>B</sub>R
- Y'C<sub>B</sub>C<sub>R</sub> / Y'CoC<sub>G</sub>
- Y'P<sub>B</sub>P<sub>R</sub>

14



15



16



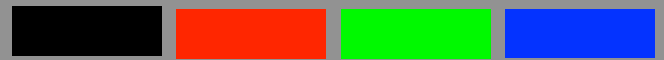
17



19

## RGB24

```
00000000 11111111 00000000 00000000
00000000 00000000 11111111 00000000
00000000 00000000 00000000 11111111
```



```
00000000 11111111 11111111 11111111
11111111 00000000 11111111 11111111
11111111 11111111 00000000 11111111
```



18

## Kompression

- nicht komprimiert
- verlustfrei komprimiert
- verlustbehaftet komprimiert
- Farbrunterabtastung
- komprimiert generiert

20

## Nicht komprimiert

- + Daten sind leichter zu bearbeiten
- + Software läuft schneller
- grössere Dateien
- langsames Schreiben, Übermitteln und Lesen der Dateien

Beispiele: TIFF, DPX, DNG, OpenEXR

21

## Verlustfrei komprimiert

- + kleinere Dateien
- + schnelleres Schreiben, Übermitteln und Lesen der Dateien
- Daten sind komplexer zu bearbeiten
- Software läuft langsamer

Beispiele: JPEG 2000, FFV1

22

## Verlustbehaftet komprimiert

- optimiert für Aufnahme und/oder Postproduktion
- optimiert für Zugang und Distribution

Beispiele (Mezzanine): ProRes 422, ProRes 4444, DNxHD, DNxHR

Beispiele (Zugang): H.264 (AVC), H.265 (HEVC), AV1

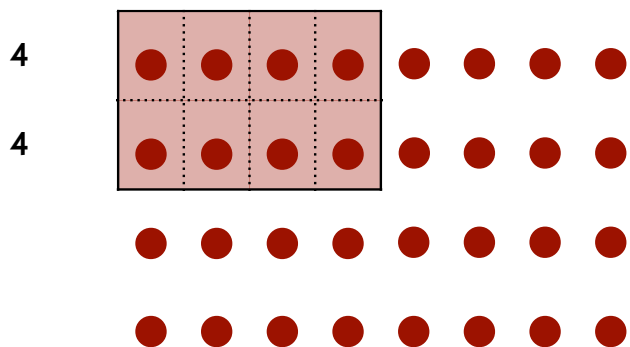
23

## Farbunterabtastung

- 4:4:4
- 4:2:2
- 4:2:0 / 4:1:1

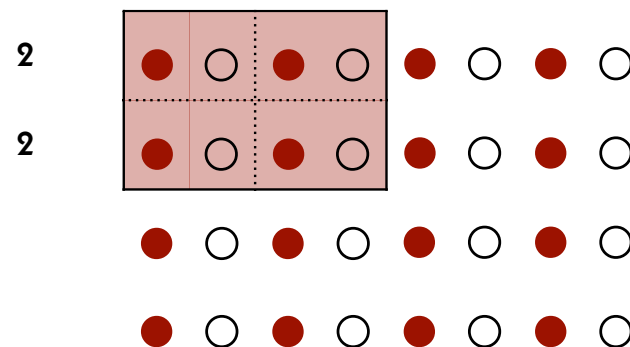
24

**4:4:4**



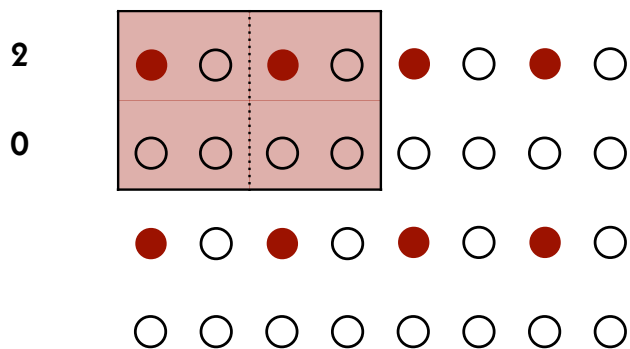
25

**4:2:2**



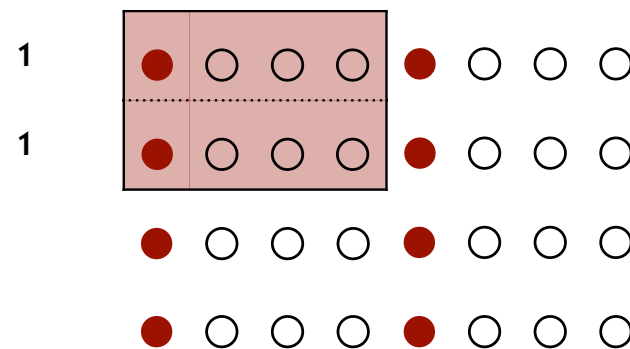
26

**4:2:0**



27

**4:1:1**



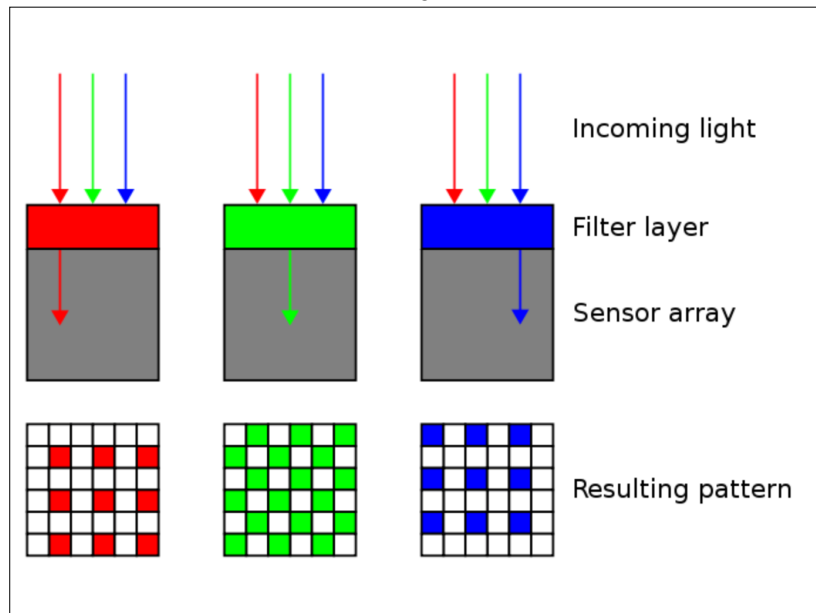
28

## Komprimiert generiert

- sowohl für Aufnahme als auch für Postproduktion optimiert

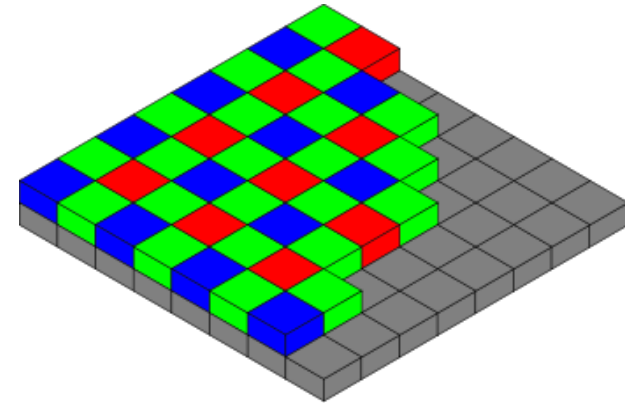
Beispiele: CineForm RAW, ProRes RAW

29

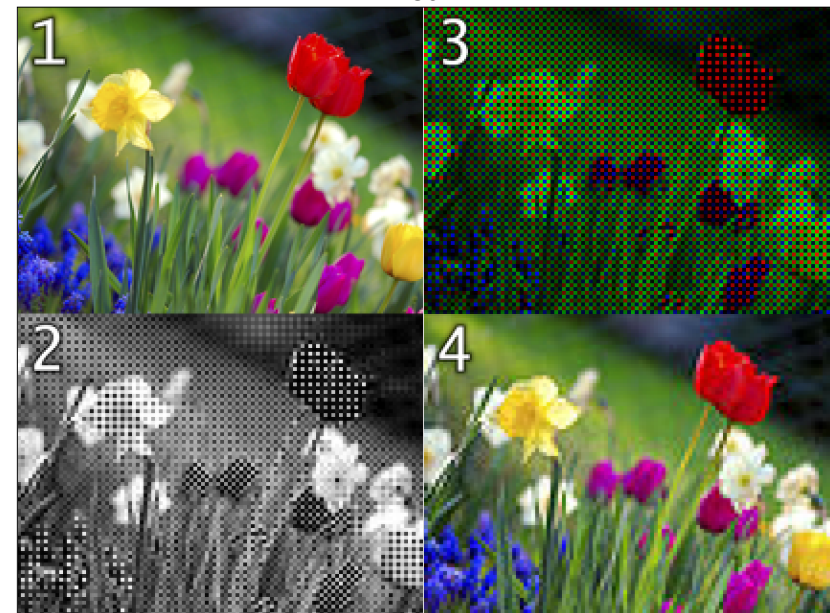


31

## Bayer



30



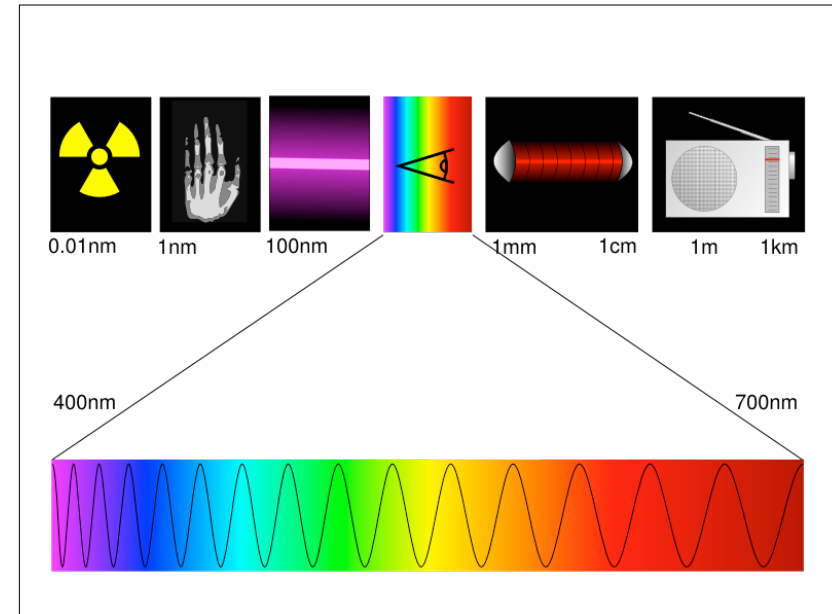
32



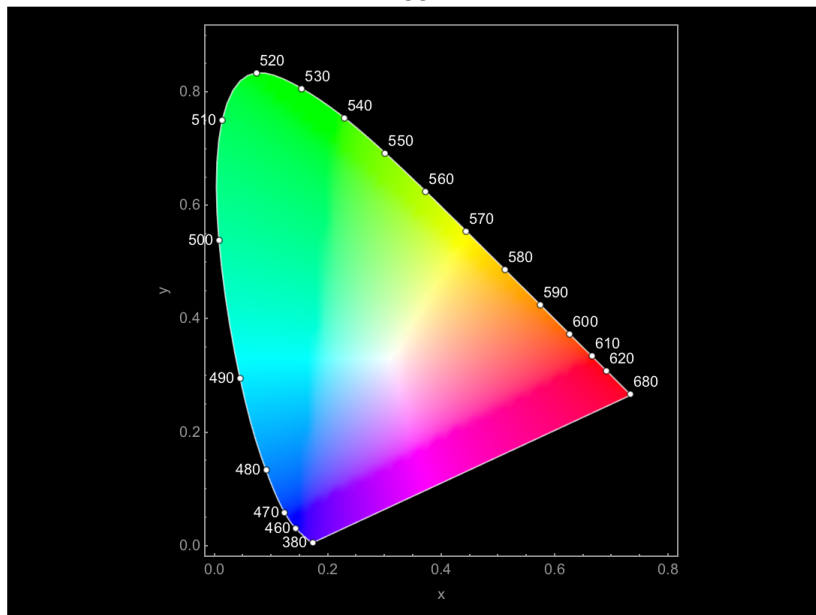
# Normlicht

- D50
- D55
- D65
- D75

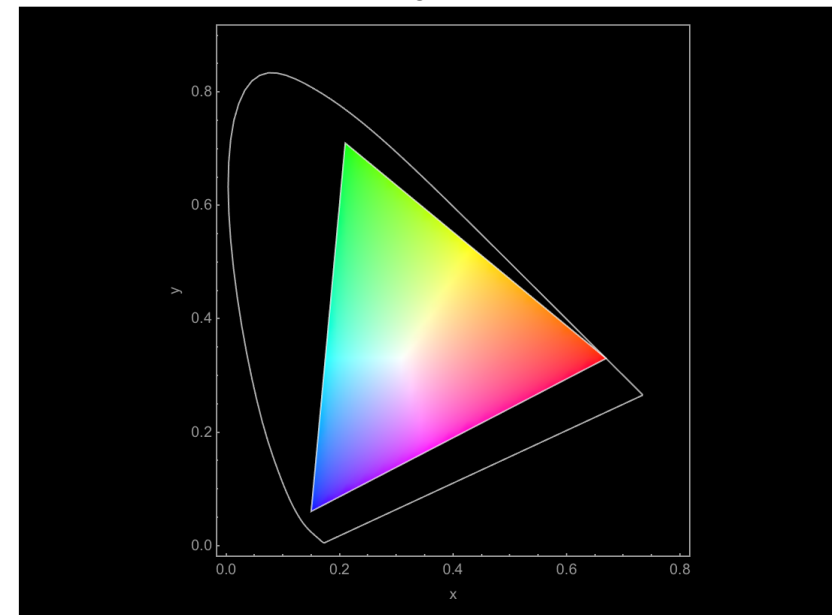
33



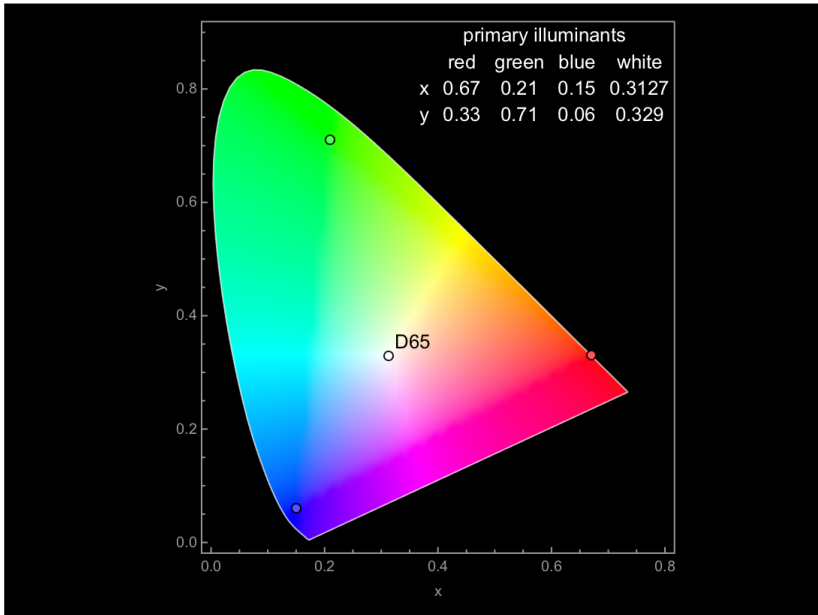
34



35



36



37

```

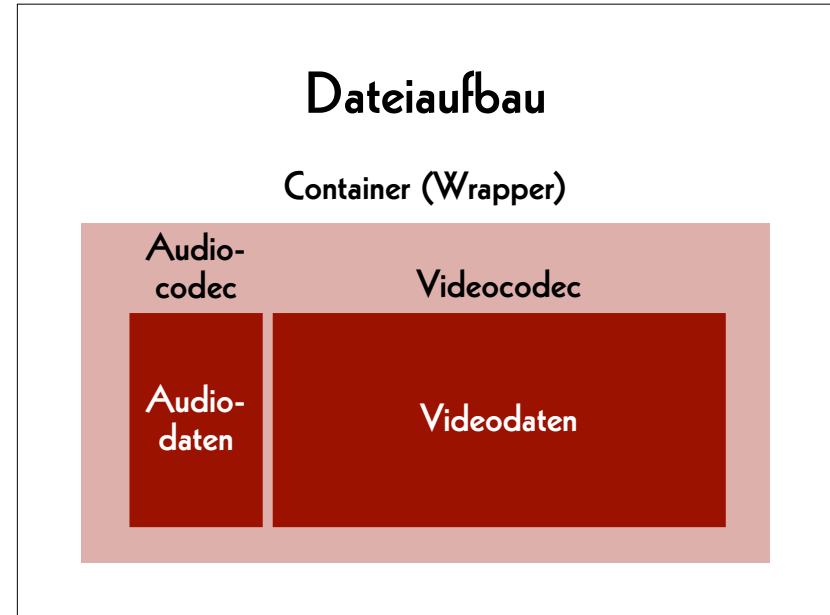
0111010100101010100010110101011110
010011010101010101010100001011101010
011101010010101010100010110101011110
000111010101010101010100001011101010
0110101010010101010100010111010101111
001010101010101010000101110101010000
0111010100101010100010110101011110
010101010101010101000010111010100110
1001011101010010101010001011010101
1110010101010101010000101110101010
0111010100101010100010110101011110
0101010101010101001101010100000001
0010100010101010101001010101010101

```

39

# Dateiaufbau

38



40

## Video-Container

- MP4
- MOV
- AVI
- MXF
- Matroska (.mkv)
- Flash

41

## Bild-Container

- folder
- TAR
- ZIP
- MXF
- Matroska (.mkv)
- CinemaDNG

42

## Audio-Codec

- WAVE
- BWF
- AAC
- MP3
- FLAC

43

## Bild-Codec (Master)

- | <b>Einzelbilder</b> | <b>Video-Stream</b> |
|---------------------|---------------------|
| • TIFF              | • 8 bit raw         |
| • DPX               | • 10 bit raw        |
| • JPEG 2000         | • HuffYUV           |
| • OpenEXR           | • FFV1              |
| • DNG               |                     |

44

## Video-Codec (Mezzanine)

- ProRes 422, ProRes 4444, ProRes RAW
- DNxHD, DNxHR
- CineForm RAW

45

## Video-Codec (Zugang)

- H.264 (AVC), H.265 (HEVC), AV1

46

**Data is anything  
but «raw».**

47

## Audiodaten

- pcm\_s16le
- pcm\_s24le
- pcm\_s32le

48

## Videodaten

- rgb48le
- rgb24
- rgb72le
- bayer\_bggr16le
- bayer\_bggr24le
- yuv444p16le
- yuv422p10le
- uyvy422
- yuv420p
- yuv444p24le

49

# Dateiformate

51

## What is inside my DPX?

- log neg encoding
- log RGB encoding or quasi-log encoding
- gamma encoding or power function encoding
- scene-linear encoding

50

## Grundsätze

- **Ein Archiv muss seine Dateien pflegen und handhaben können.**
- Open Source
- einfache Bedienung und ausführliche Dokumentation
- weite Verbreitung

52

## Formate für verschiedene Anwendungszwecke

### Archivmasterformat

→ zur Erhaltung und Archivierung

### Mezzanine-Format

→ zur Bearbeitung und Postproduktion

### Distributionsformat

→ zur Verbreitung und Zugänglichmachung

53

## Archivmaster (heute)

### Film

- folder, TIFF, 2K, RGB, 4:4:4, 16 bit
- MXF, DPX, 2K, R'G'B', 4:4:4, 10 bit

### Video

- AVI, «raw», HD, Y'CbCr, 4:2:2, 10 bit
- Matroska, FFV1, HD, Y'CbCr, 4:2:2, 10 bit

### Ton

- BWF, 96 kHz, 24 bit
- FLAC, 96 kHz, 24 bit

55

Elena Rossi-Snook:

Archiving without access  
isn't preservation,  
it's hoarding.

54

## Mezzanine (heute)

### Video

- ProRes 4444, 2K
- DNxHR, 2K
- ProRes 422 HQ, HD
- DNxHD 175x, HD

### Ton

- BWF, 48 kHz, 24 bit
- WAVE, 48 kHz, 24 bit

56

## Zugang (heute)

### MP4

#### Video

- H.264, SD, yuv420p, «lossy»
- H.264, HD, yuv420p, «lossy»

#### Sound

- AAC, 44.1 kHz, 16 bit
- AAC, 48 kHz, 16 bit

57

## Archivmaster und Mezzanine

### Film

- Matroska, FFV1, 2K, RGB, 4:4:4, 16 bit

### Video

- Matroska, FFV1, HD, Y'CbCr, 4:2:2, 10 bit

### Ton

- Matroska, FLAC, 96 kHz, 24 bit

58

## Zugang

### WebM (eine Untermenge von Matroska)

#### Video

- H.265, HD, yuv420p
- AV1, HD, yuv420p

#### Ton

- FLAC, 96 kHz, 16 bit

59

## Bibliografie

Reto Kromer: **Matroska and FFV1: One File Format for Film and Video Archiving?**, in «Journal of Film Preservation», Nr. 96 (April 2017), FIAF, Brüssel, Belgien, S. 41–45

→ [https://retokromer.ch/publications/JFP\\_96.html](https://retokromer.ch/publications/JFP_96.html)

60

# Vor- und Nachteile

61

## Container:

- folder
- TAR
- ZIP
- MXF
- Matroska

## Codec:

- TIFF
- DPX
- JPEG 2000
- FFV1
- OpenEXR
- CineForm RAW
- ProRes RAW

62

	<b>Vorteile</b>	<b>Nachteile</b>
<b>TIFF</b> <b>DPX</b> <b>OpenEXR</b>	Daten leichter zu bearbeiten	grössere Dateien
<b>JPEG 2000</b> <b>FFV1</b>	kleinere Dateien	Daten komplexer zu bearbeiten

63

# Umwandlungen

64



$$\begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1.140251 \\ 1 & -0.393931 & -0.580809 \\ 1 & 2.028398 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y'_{601} \\ U \\ V \end{bmatrix}$$

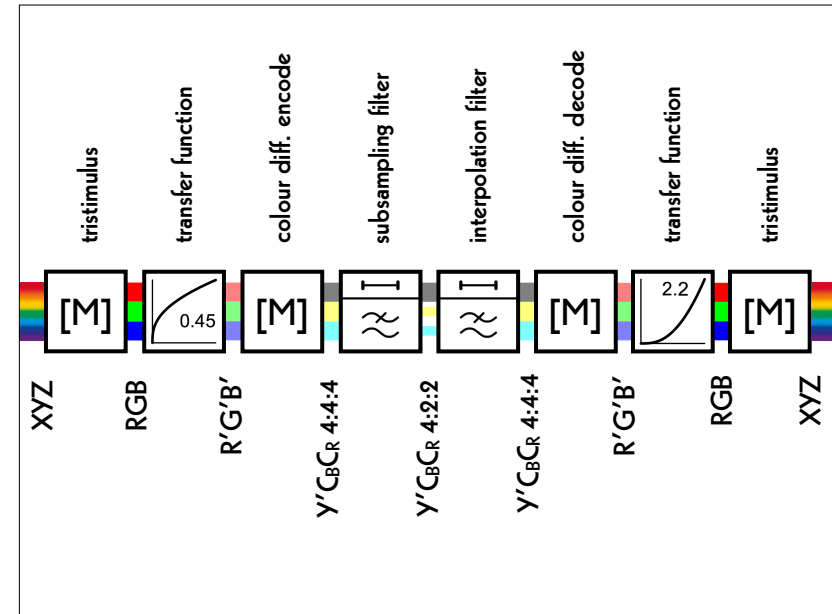
$$\begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0.956295 & 0.621025 \\ 1 & -0.272558 & -0.646709 \\ 1 & -1.104744 & 1.701157 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y'_{601} \\ I \\ Q \end{bmatrix}$$

65

## Dateiumwandlungen

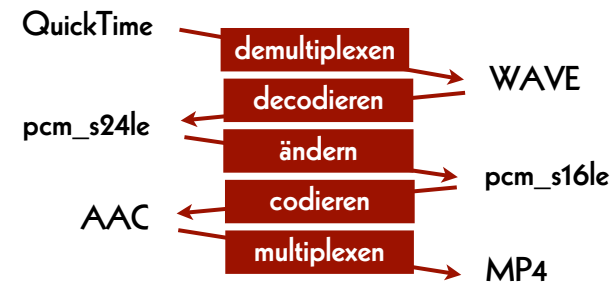


67



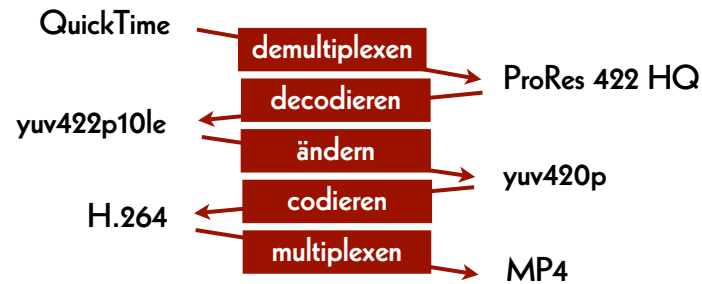
66

## Beispiel: Ton



68

## Beispiel: Bild



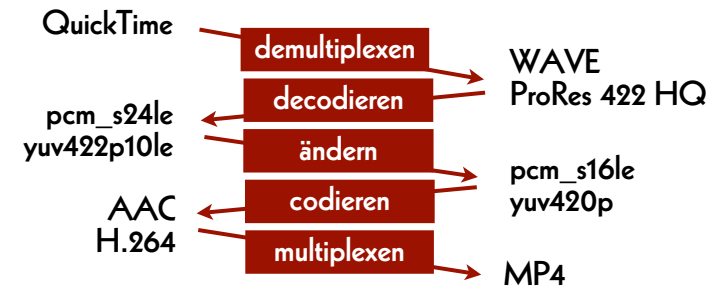
69

## Danksagung

- Eidgenössische Technische Hochschule
- Massachusetts Institute of Technology
- Kinemathek Lichtspiel, Bern
  
- Charles Poynton
- Dave Rice und Misty De Meo
- Agathe Jarczyk und David Pfluger

71

## Beispiel: Bild und Ton



70

## AV Preservation by reto.ch

zone industrielle Le Trési 3  
1028 Préverenges  
Switzerland

Web: reto.ch  
Twitter: @retoch  
Email: info@reto.ch



72