

Audiovisuelle Dateiformate

Reto Kromer • AV Preservation by reto.ch

Migration von Film- und Videodaten

Fotostiftung Graubünden
Chur, 1. Februar 2020

1

Inhalt

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

2

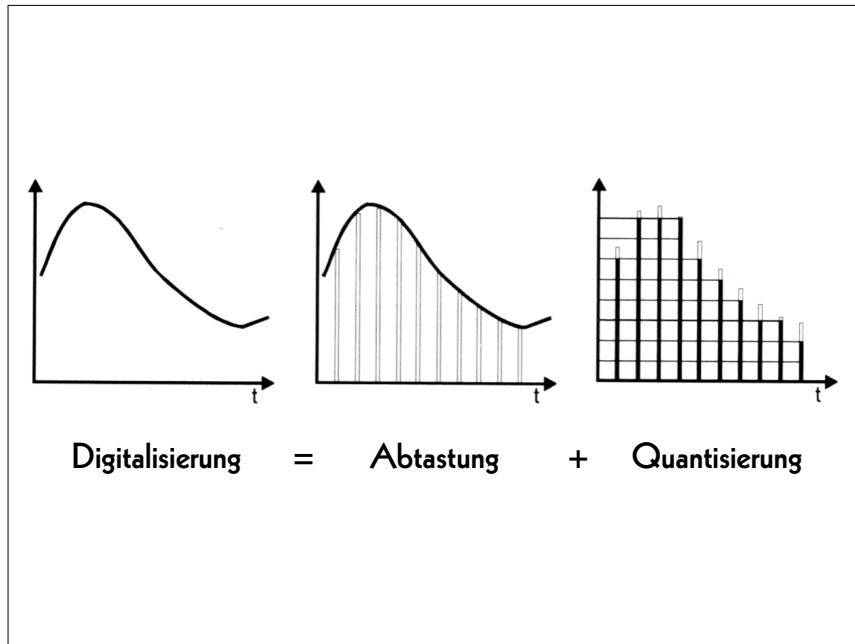
Digitaler Ton

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 ($2^{24} = 16\ 777\ 216$)

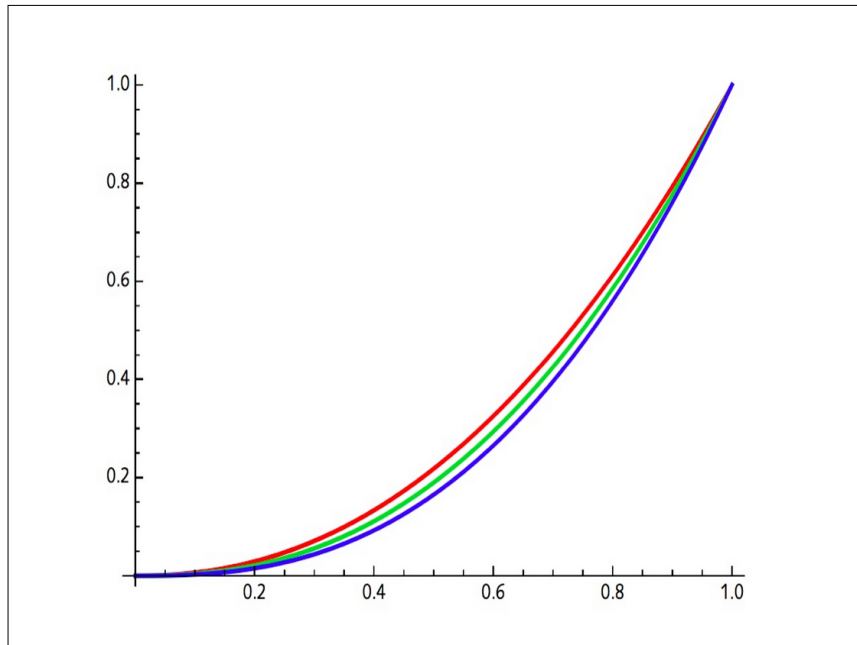
11

Linear, Potenz, logarithmisch

« mittelgrau »

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

12

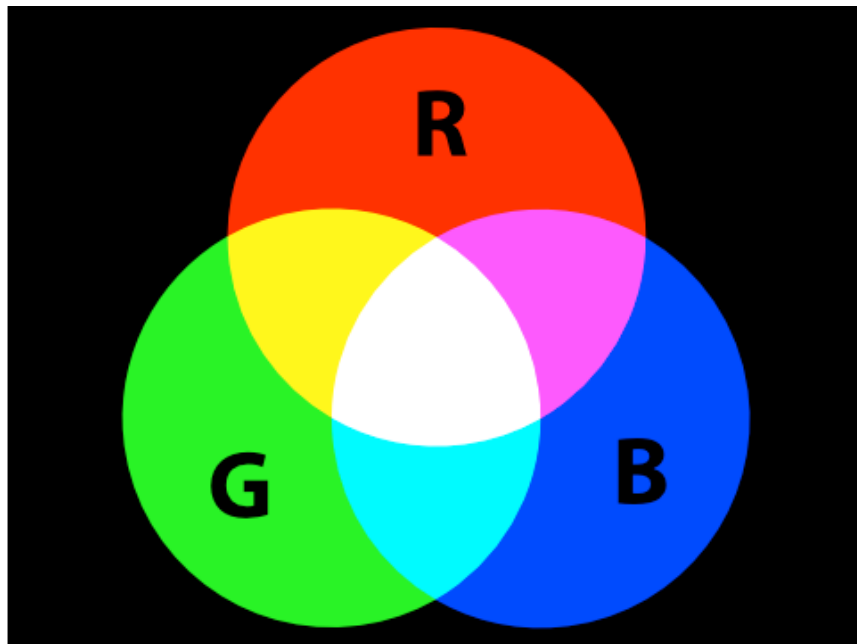


13

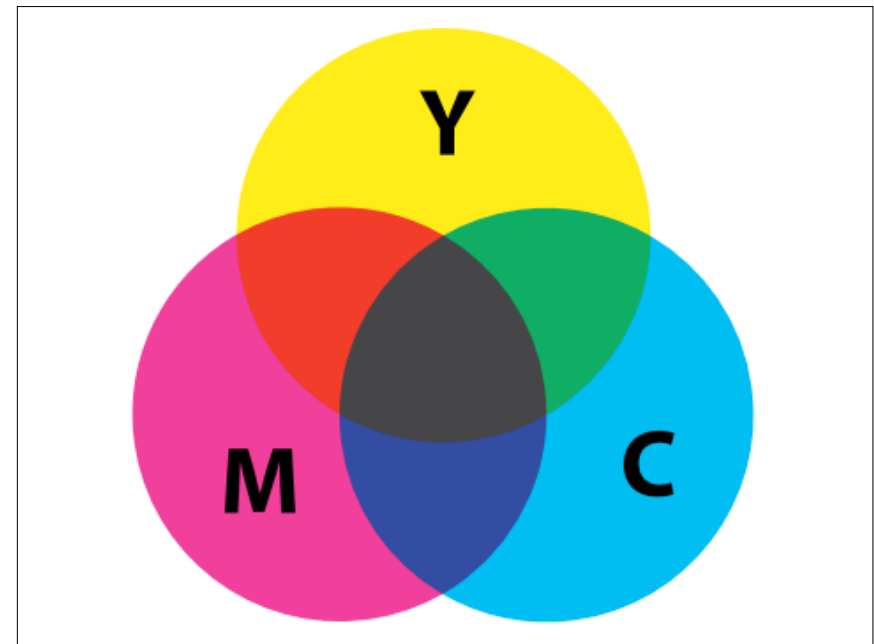
Farbraum

- XYZ, L*a*b*
- RGB / R'G'B' / CMY / C'M'Y'
- Y'IQ / Y'UV / Y'D_BD_R
- Y'C_BC_R / Y'CoC_G
- Y'P_BP_R

14



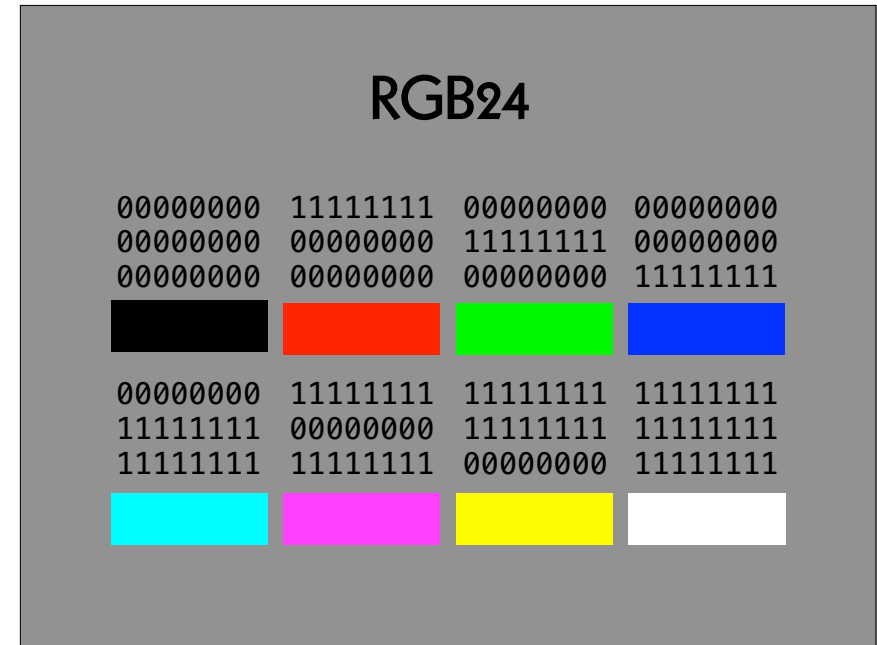
15



16



17



18



19



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

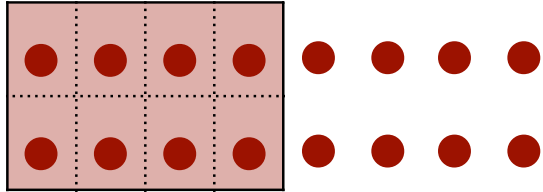
Farbunterabtastung

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

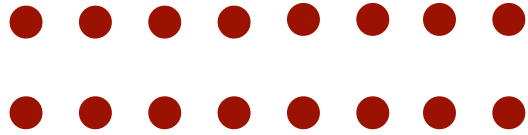
24

4:4:4

4



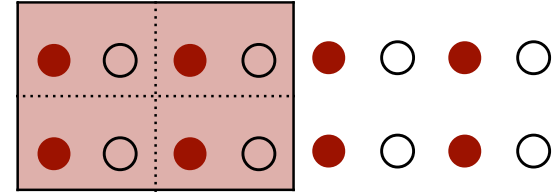
4



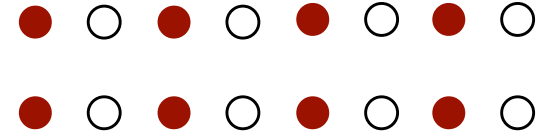
25

4:2:2

2



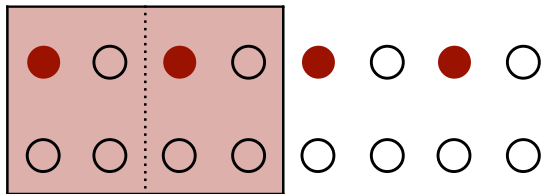
2



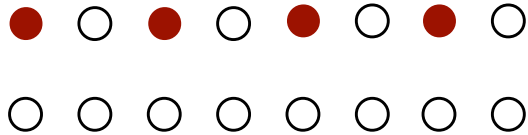
26

4:2:0

2



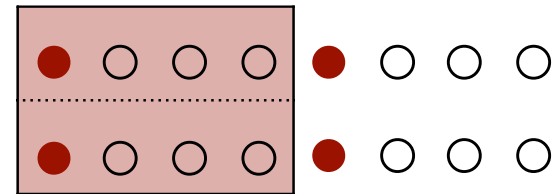
0



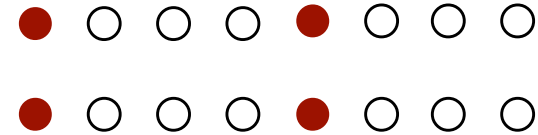
27

4:1:1

1



1



28

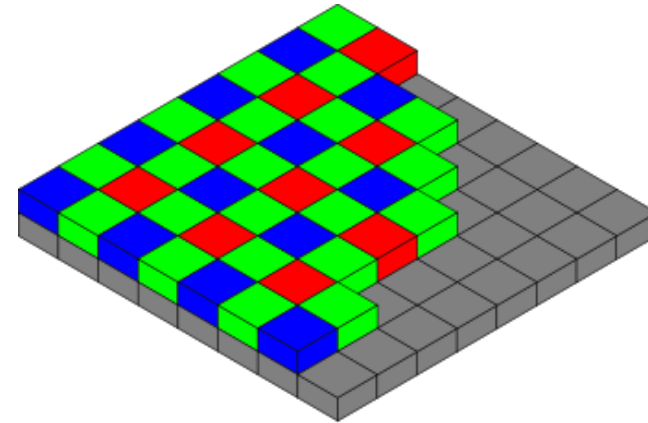
Komprimiert generiert

- sowohl für Aufnahme als auch für Postproduktion optimiert

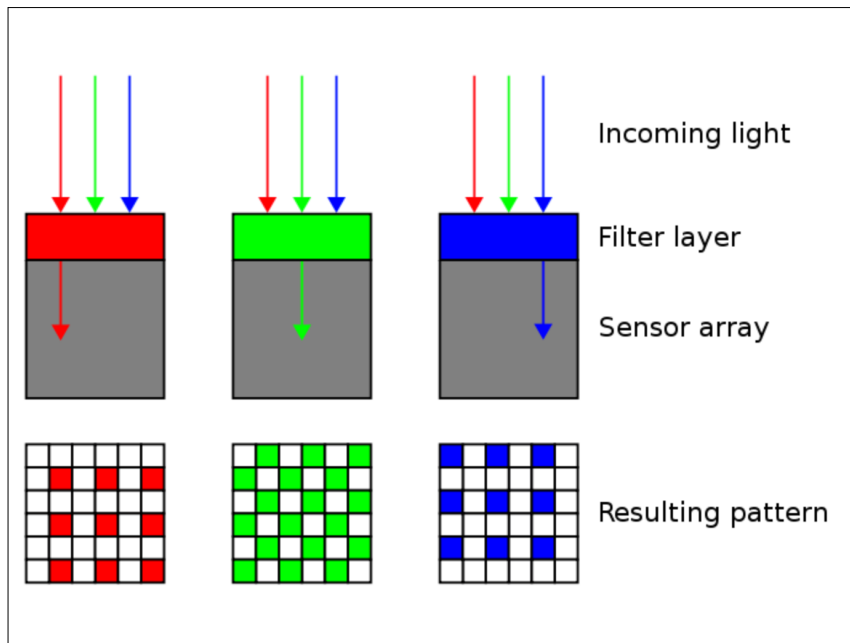
Beispiele: CineForm RAW, ProRes RAW

29

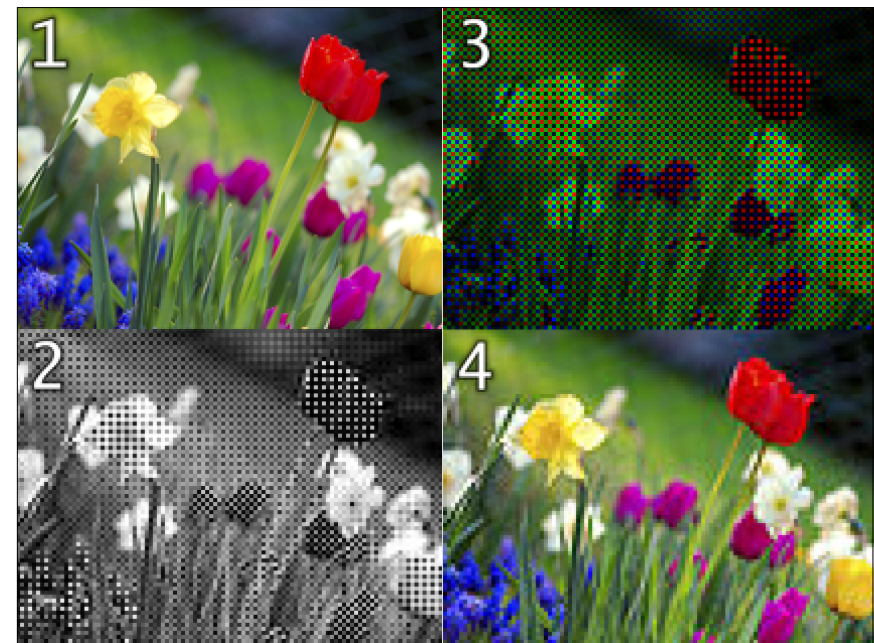
Bayer



30



31

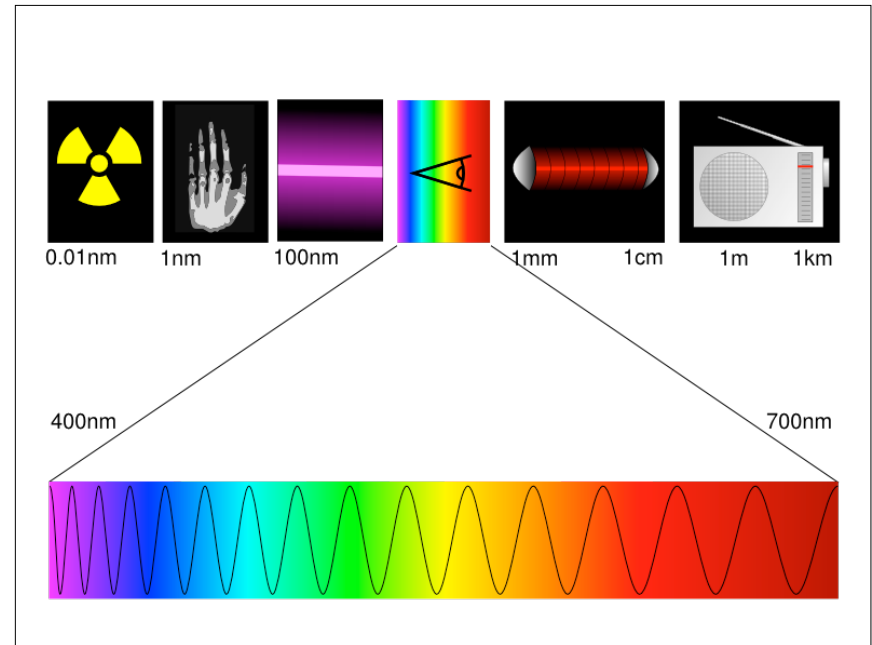


32

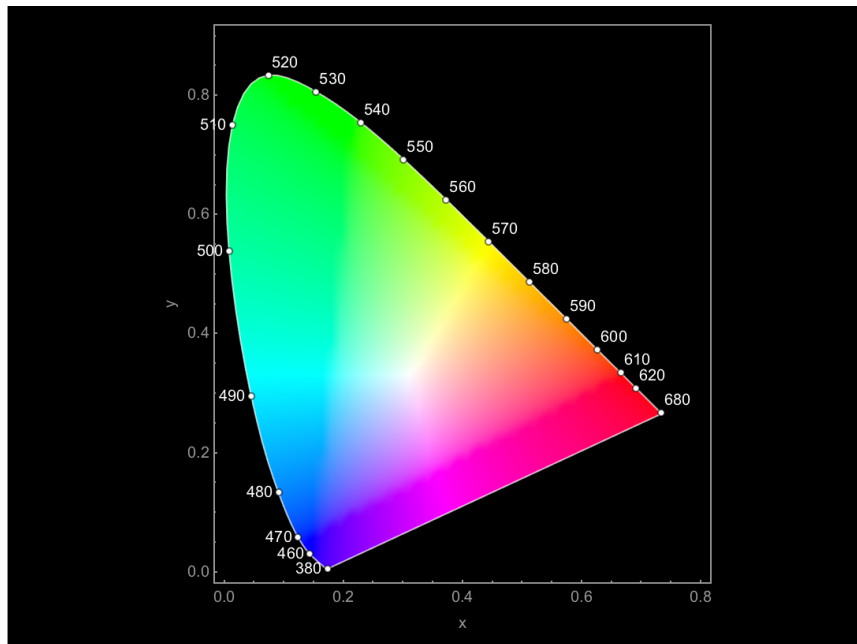
Normlicht

- D50
- D55
- D65
- D75

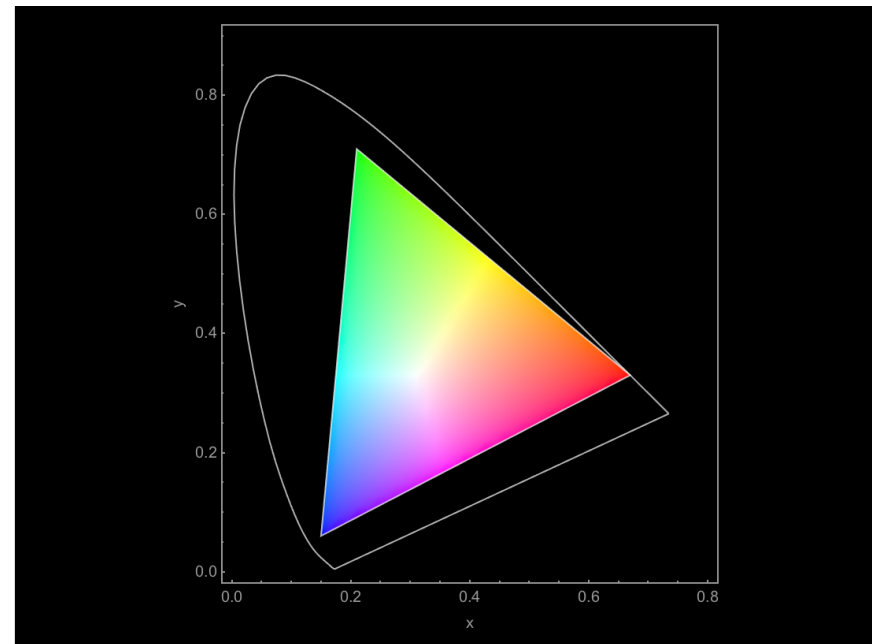
33



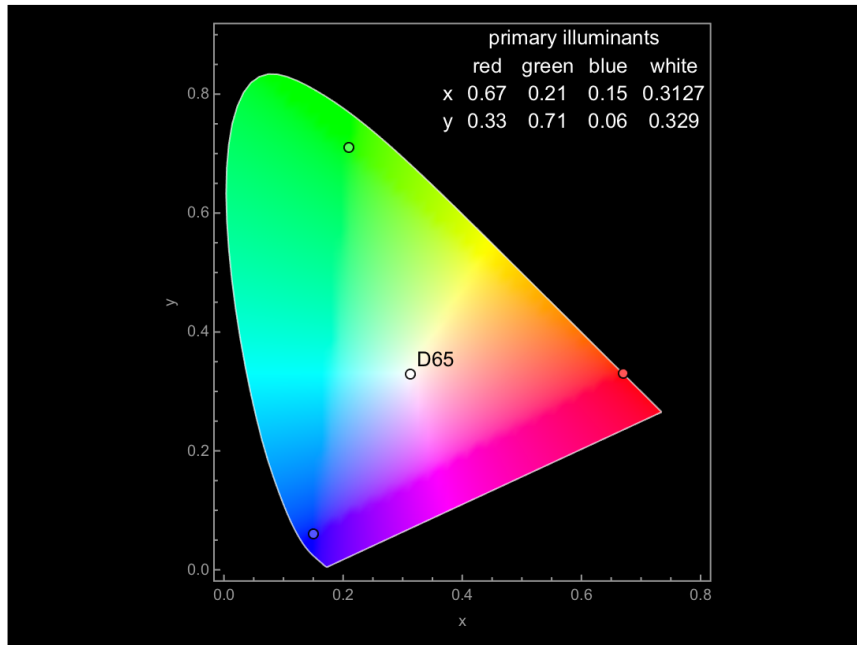
34



35



36



37

Dateiaufbau

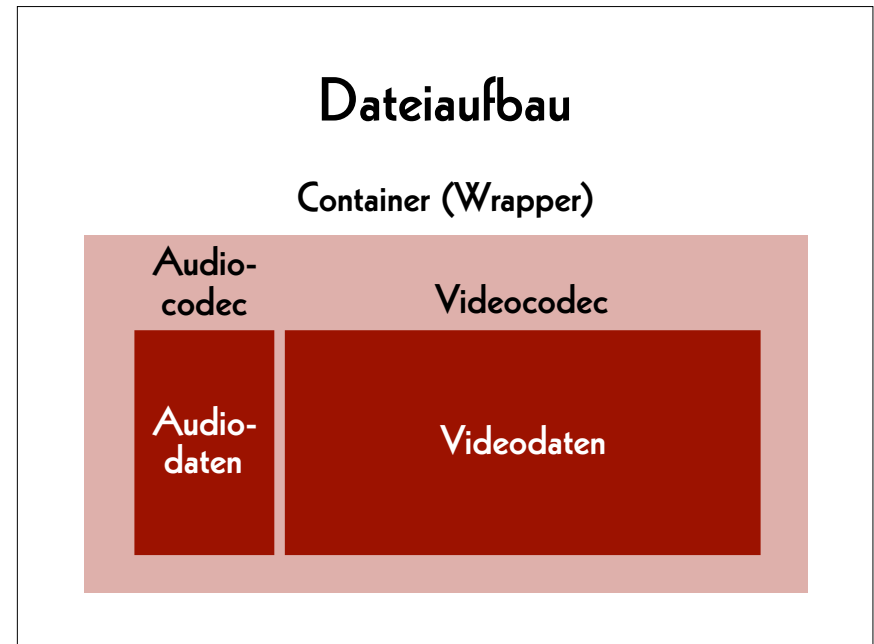
38

```

0111010100101010100010110101011110
010011010101010101010100001011101010
011101010010101010100010110101011110
000111010101010101010100001011101010
0110101010010101010001011010101111
001010101010101010000101110101010000
011101010010101010100010110101011110
010101010101010101000010111010100110
1001011101010010101010001011010101
111001010101010101010000101110101010
011101010010101010100010110101011110
010101010101010101001101010100000001
001010001010101010101001010101010101

```

39



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)

- | Einzelbilder | Video-Stream |
|---------------------|---------------------|
| • 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

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

Dateiformate

51

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

Elena Rossi-Snook:

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

54

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

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

60

Vor- und Nachteile

61

Container:

- folder
- TAR
- ZIP
- MXF
- Matroska

Codec:

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

62

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

63

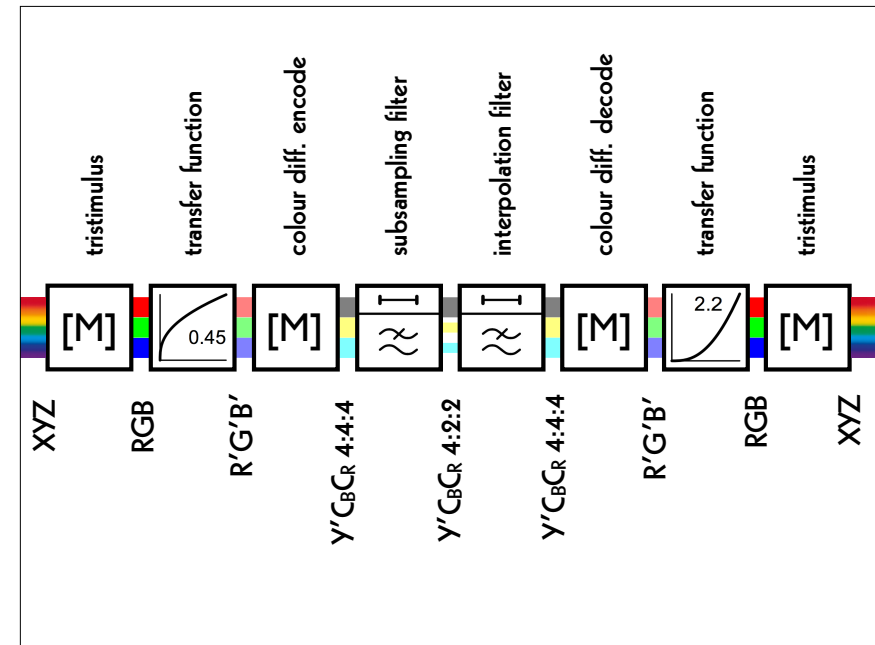
Umwandlungen

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



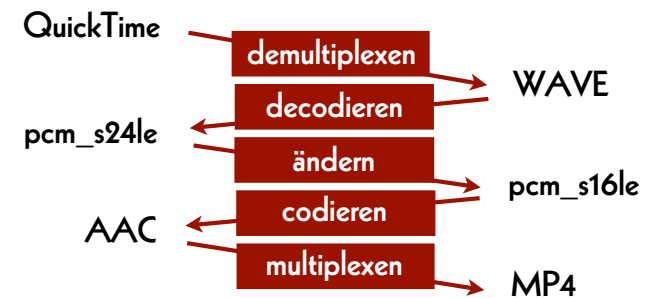
66

Dateiumwandlungen

- demultiplexen
- decodieren
- ändern
- codieren
- multiplexen

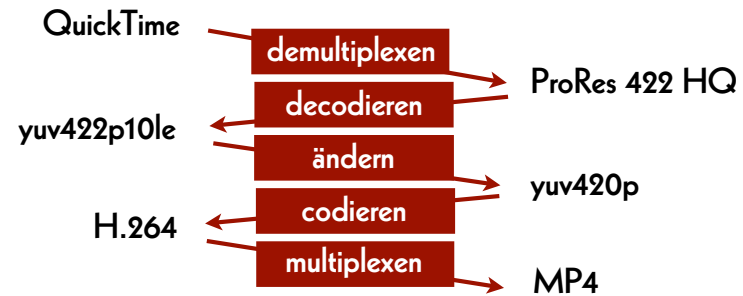
67

Beispiel: Ton



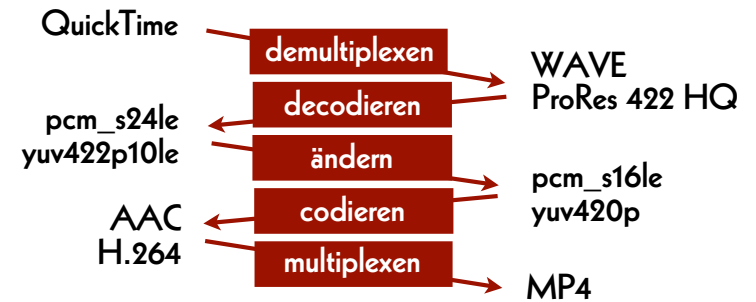
68

Beispiel: Bild



69

Beispiel: Bild und Ton



70

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

AV Preservation by reto.ch

chemin du Suchet 5
1024 Écublens
Switzerland

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



72