Audiovisuelle Dateiformate

Reto Kromer • AV Preservation by reto.ch

Conservation and Restoration of Moving Images
Hochschule der Künste Bern
Bern und online, 3.–6. November 2020

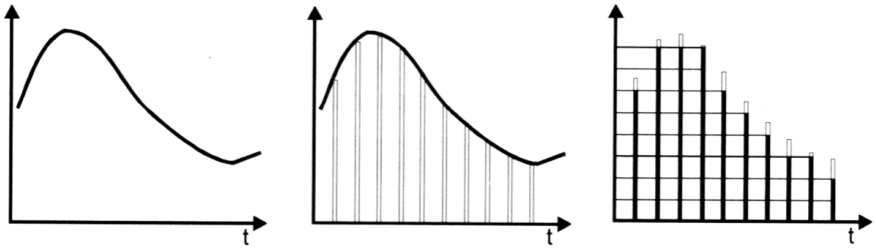
Inhalt

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

Digitaler Ton

Digitaler Ton

- Abtastung
- Quantisierung



Digitalisierung = Abtastung + Quantisierung

Abtastung

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

Quantisierung

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

Digitales Bild

Digitales Bild

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

Auflösung

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

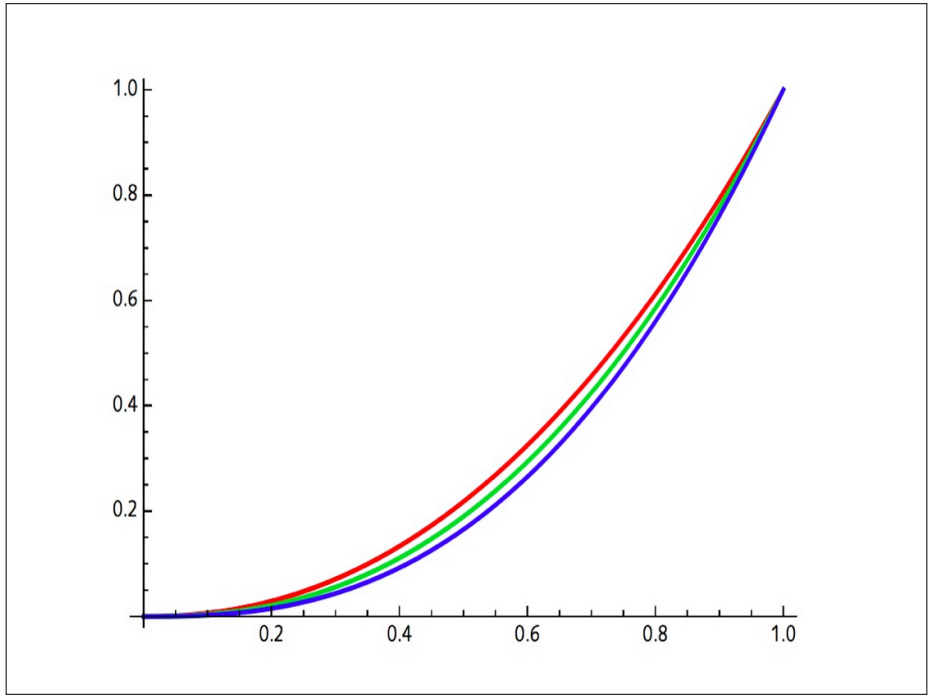
Quantisierungsauflösung

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

Linear, Potenz, logarithmisch

« mittelgrau»

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

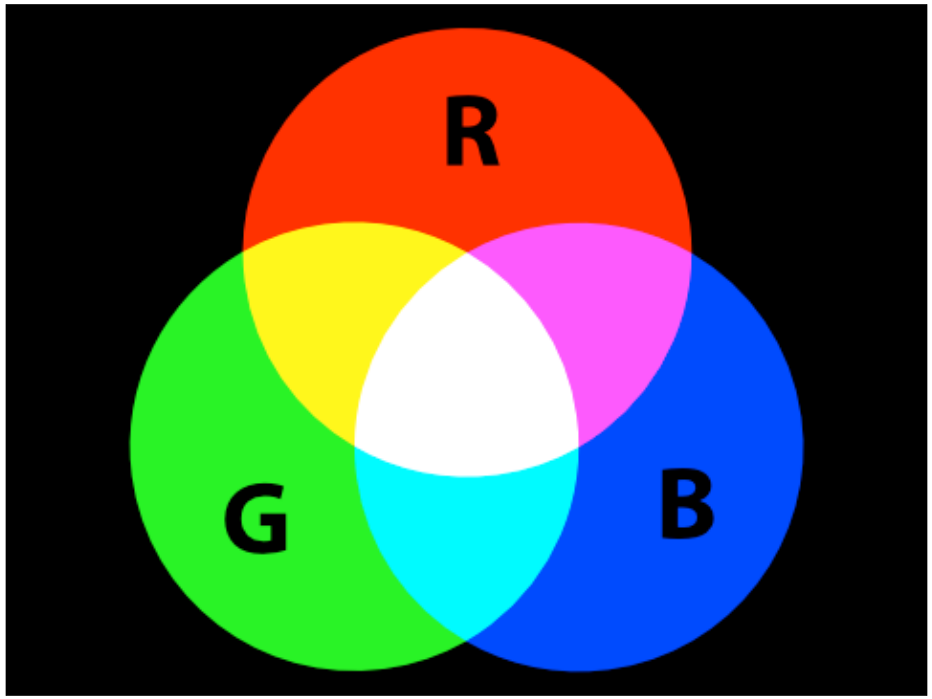


13

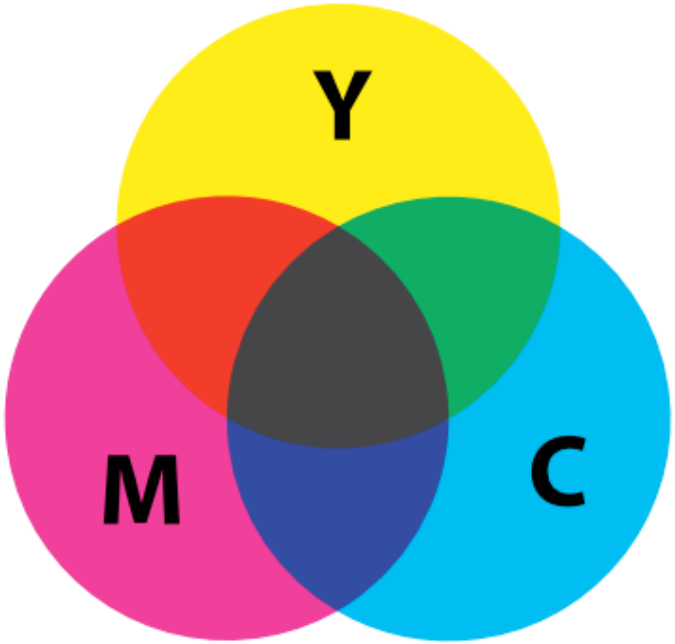
Farbraum

- 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'C_OC_G
- Y'P_BP_R

14



15



16



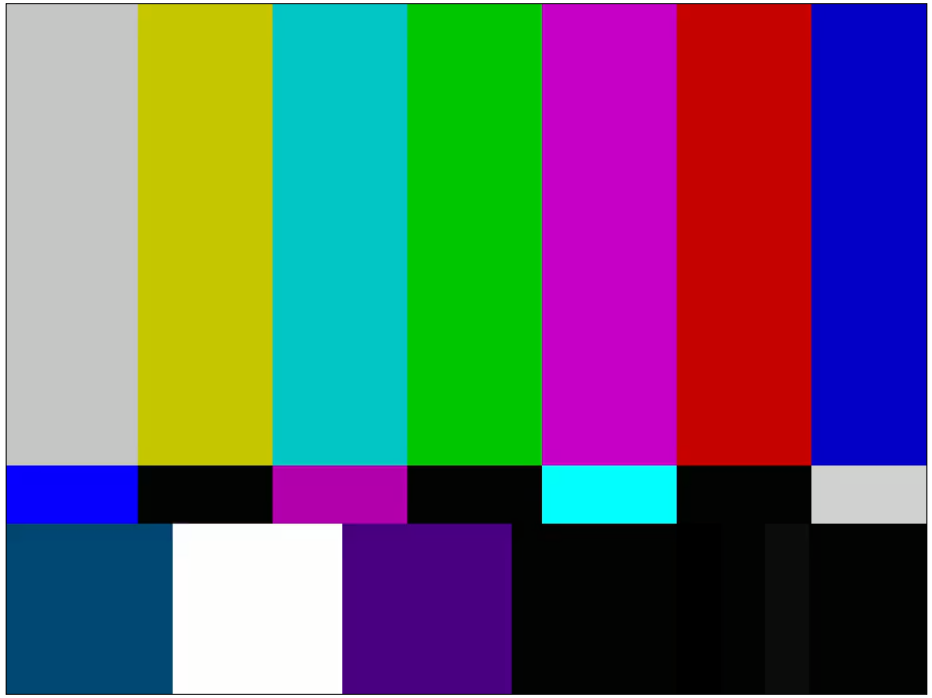
17

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



19

Kompression

- nicht komprimiert
- verlustfrei komprimiert
- verlustbehaftet komprimiert
- Farbunterabtastung
- komprimiert generiert

20

Nicht komprimiert

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

Beispiele: TIFF, DPX, DNG, OpenEXR

Verlustfrei komprimiert

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

Beispiele: JPEG 2000, FFV1

Verlustbehaftet komprimiert

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

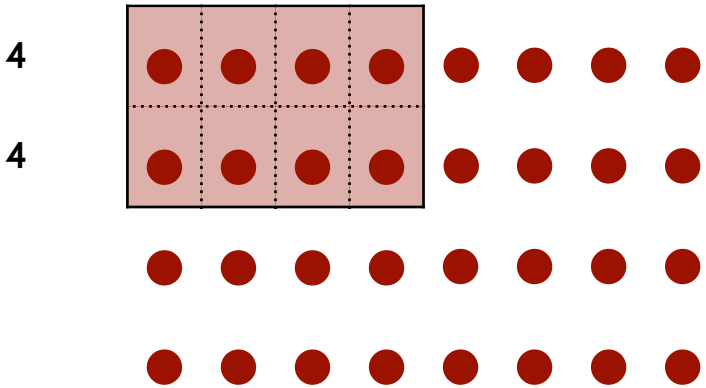
Beispiele (Mezzanine): ProRes 422, ProRes 4444, DNxHD, DNxHR

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

Farbunterabtastung

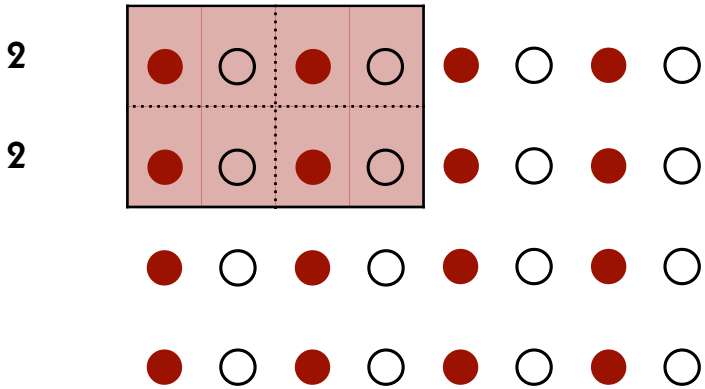
- 4:4:4
- 4:2:2
- 4:2:0 / 4:1:1

4:4:4



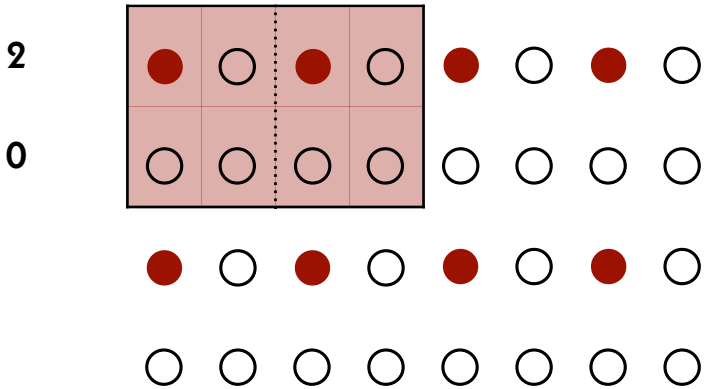
25

4:2:2



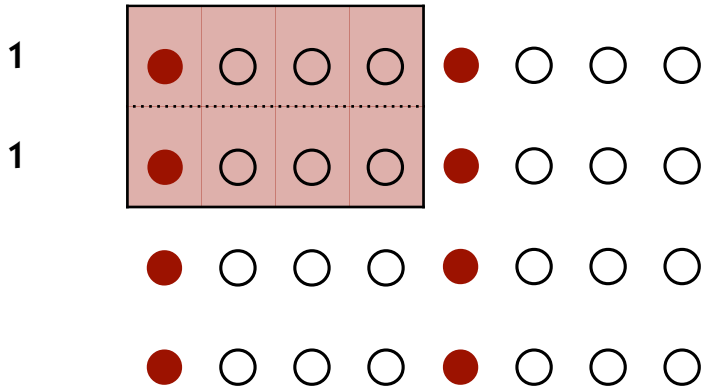
26

4:2:0



27

4:1:1



28

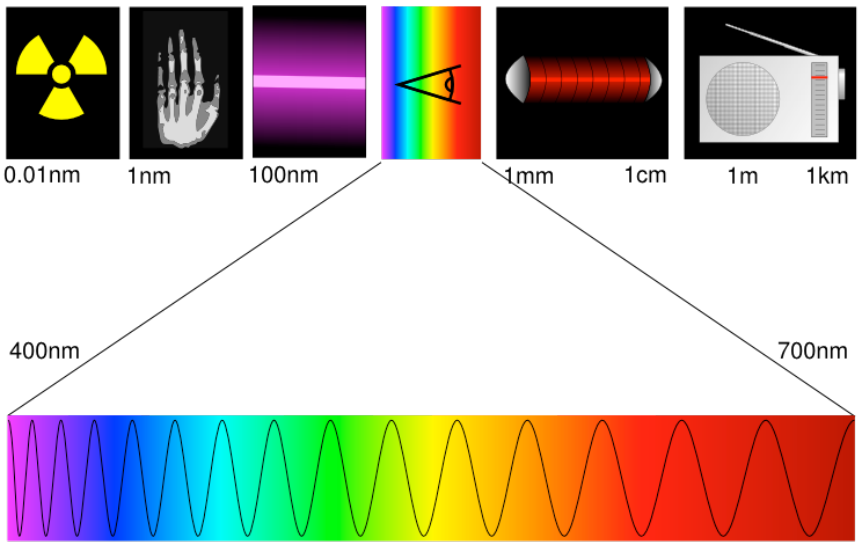
Komprimiert generiert

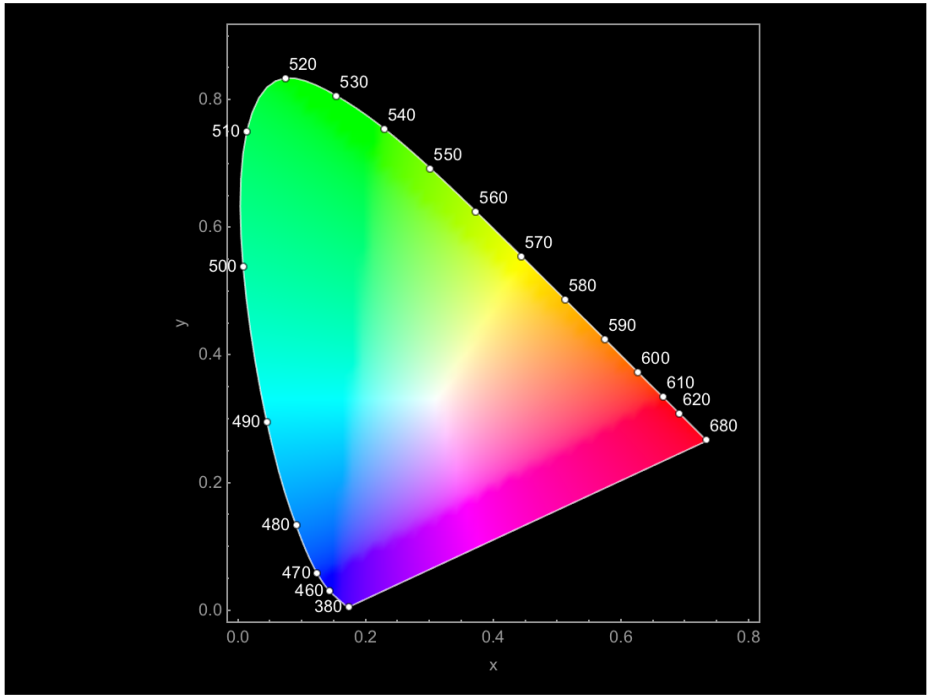
- sowohl für Aufnahme als auch für Postproduktion optimiert

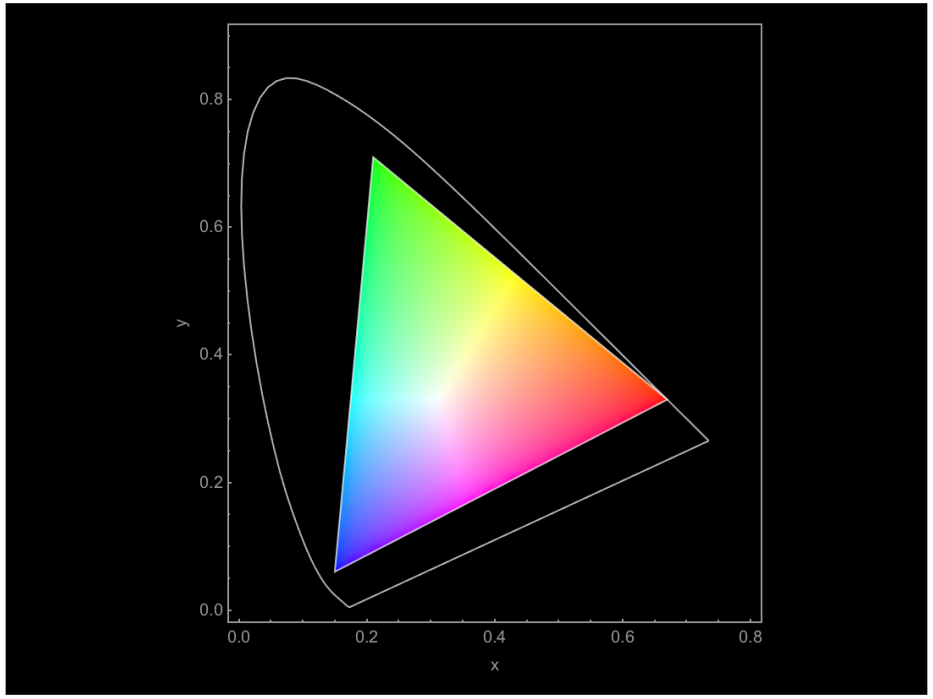
Beispiele: CineForm RAW, ProRes RAW

Normlicht

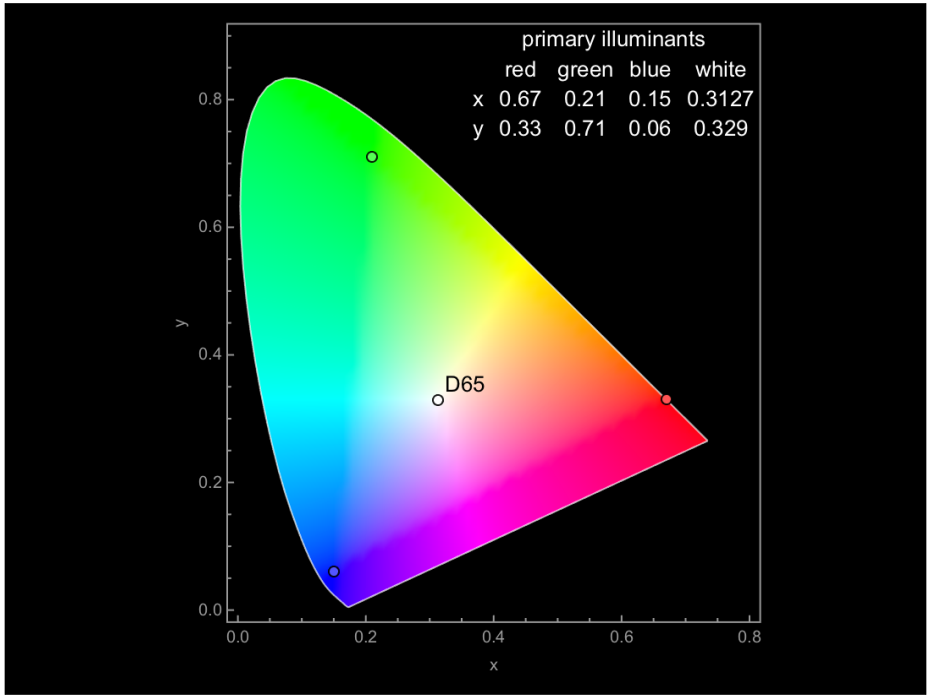
- D50
- D55
- D65
- D75







33



34

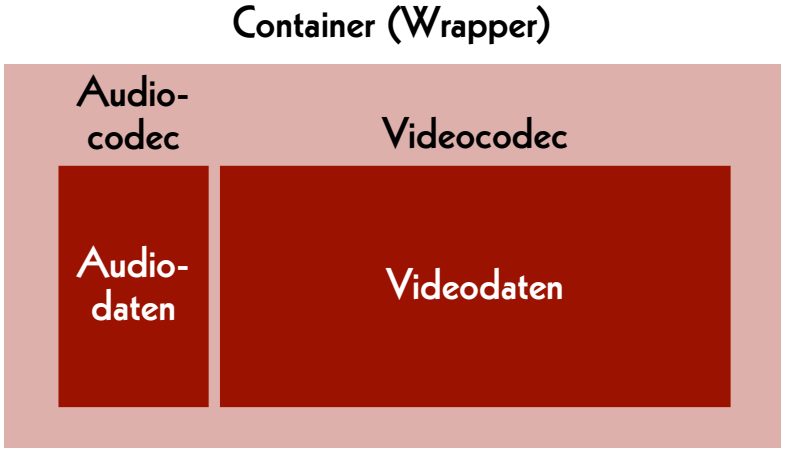
Dateiaufbau

35

```
01110101001010101000101101010111100
01001101010101010101000010111010100
01110101001010101000101101010111100
00011101010101010101000010111010100
01101010100101010101000101101010111
00101010101010101000010111010101000
01110101001010101000101101010111100
01010101010101010000101110101001100
10010111010100101010100010110101010
11100101010101010100001011101010100
01110101001010101000101101010111100
01010101010101010011010101000000010
00101000101010101010010101010101010
```

36

Dateiaufbau



Video-Container

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

Bild-Container

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

Audio-Codec

- WAVE
- BWF
- FLAC
- AAC
- MP3

Bild-Codec (Master)

Einzelbilder

- TIFF
- DPX
- JPEG 2000
- OpenEXR
- DNG

Video-Stream

- 8 bit raw
- 10 bit raw
- HuffYUV
- FFV1

Video-Codec (Mezzanine)

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

Video-Codec (Zugang)

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

Data is anything
but «raw».

Audiodaten

- pcm_s16le
- pcm_s24le
- pcm_s32le

Videodaten

- rgb48le
- rgb24
- rgb72le
- bayer_bggr16le
- bayer_bggr24le
- yuv444p16le
- yuv422p10le
- uyvy422
- yuv420p
- yuv444p24le

What is inside my DPX?

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

Dateiformate

Grundsätze

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

Formate für verschiedene Anwendungszwecke

Archivmasterformat
→ zur Erhaltung und Archivierung

Mezzanine-Format
→ zur Bearbeitung und Postproduktion

Distributionsformat
→ zur Verbreitung und Zugänglichmachung

Elena Rossi-Snook:

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

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

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

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

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

Archivmaster und Mezzanine

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

Video
- Matroska, FFV1, HD, $Y'C_BC_R$, 4:2:2, 10 bit

Ton
- Matroska, FLAC, 96 kHz, 24 bit

Zugang

WebM (eine Untermenge von Matroska)

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

Ton
- FLAC, 96 kHz, 16 bit

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

Vor- und Nachteile

Container:

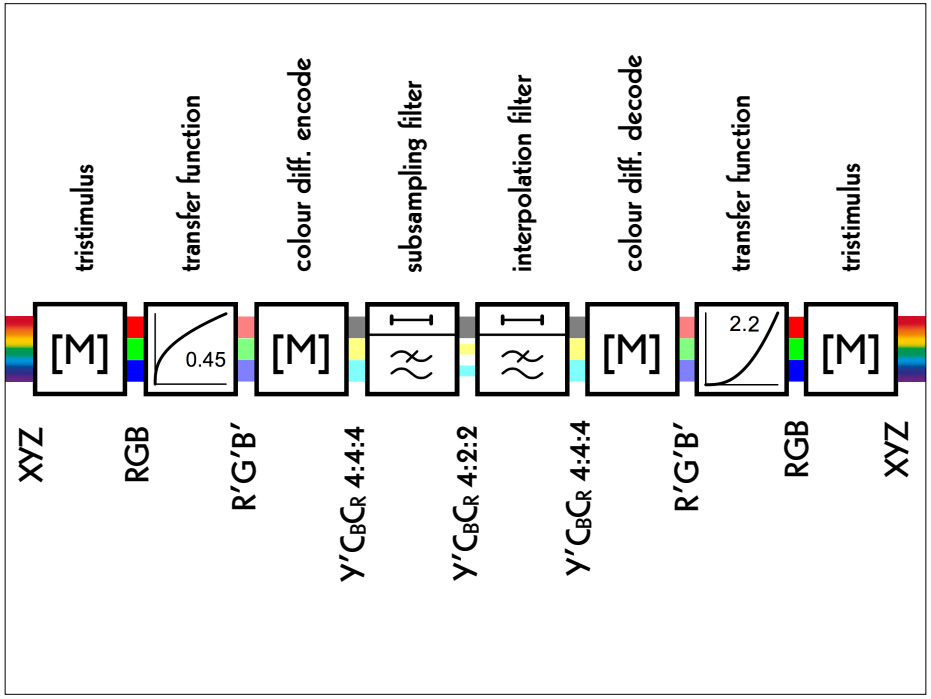
- Ordner
- TAR
- ZIP
- MXF
- Matroska

Codec:

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

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

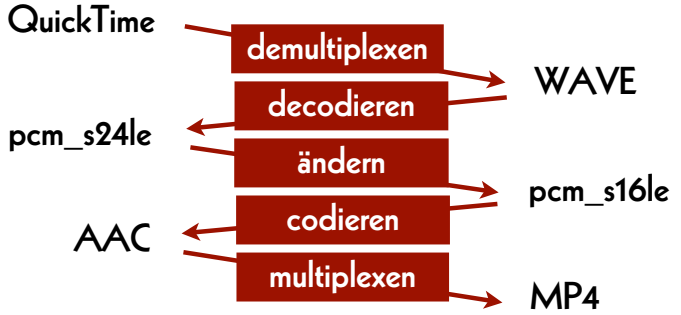
Umwandlungen



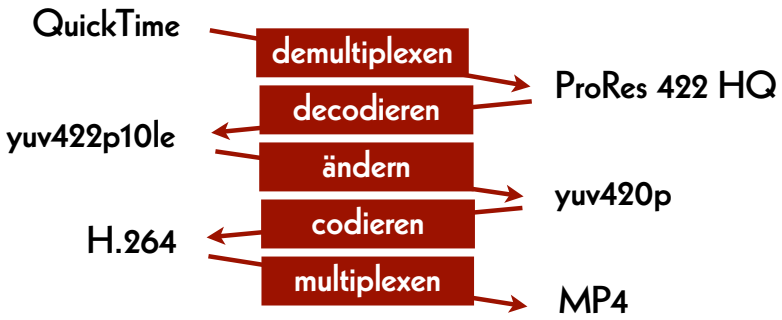
Dateiumwandlungen

demultiplexen
decodieren
ändern
codieren
multiplexen

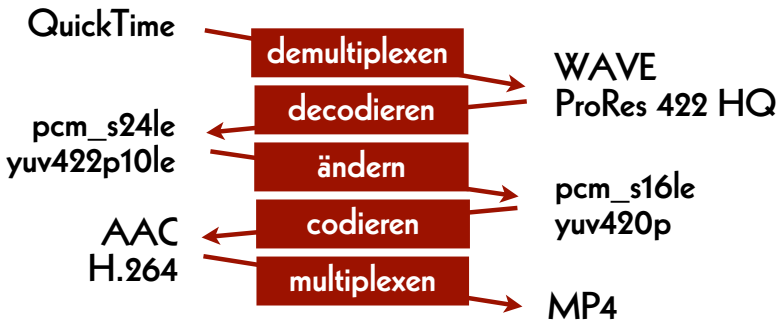
Beispiel: Ton



Beispiel: Bild



Beispiel: Bild und Ton



Danksagung

- Eidgenössische Technische Hochschule
- Massachusetts Institute of Technology
- Kinemathek Lichtspiel, Bern

- Charles Poynton
- Dave Rice und Misty De Meo
- Agathe Jarczyk und David Pfluger

AV Preservation by reto.ch

zone industrielle Le Trési 3
1028 Préverenges
Switzerland

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

CC BY