

# Digitisation: A Technical Report from the Field

Reto Kromer • AV Preservation by reto.ch

**Regeneration in Digital Context:  
Early Black Film**

BFC/A, IU, Bloomington, 15–16 November 2013

1

## An Ounce of Ethics

- The probability that a work is available in its integrity in the future is increased.
- All the options that existed before taking an action remain open after the action.
- Every step is carefully documented.

2

# Digitisation

3

## From analogue to digital

- How many pixels?
- How many bits per pixel?

4



5

## Pixel

quantity of pixels

- image size

6

## Image Size (Aspect Ratio 4:3)

- $640 \times 480 = 307,200$  pixels
- $1440 \times 1080 = 1,555,200$  pixels
- $2048 \times 1536 = 3,145,728$  pixels
- $4096 \times 3072 = 12,582,912$  pixels

7

## Pixel

quantity of pixels

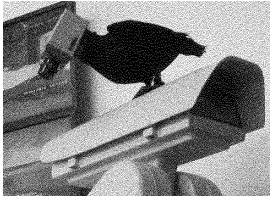
- image size

quality of pixels

- bit depth

8

### Die Bittiefe der Farbkannäle als Qualitätsfaktor in digitalen Bildern



1 Bit: 1 Farbkanal,  $2^1 = 2$  Farbtöne (Monochrom)



6 Bit: 3 Farbkannäle,  $2^2 = 4$  Farbtöne pro Kanal  
Insgesamt  $4^3 = 64$  Farbtöne



12 Bit: 3 Farbkannäle,  $2^4 = 16$  Farbtöne pro Kanal  
Insgesamt  $16^3 = 4096$  Farbtöne



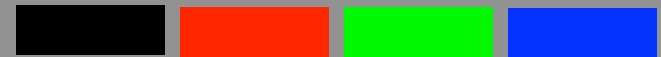
24 Bit: 3 Farbkannäle,  $2^8 = 256$  Farbtöne pro Kanal  
Insgesamt  $256^3 = 16'581'375$  Farbtöne

Die Bittiefe der Farben eines Bildes wird meist separat zur Information über die verwendete Kompression angegeben. Genauso wie die räumliche Auflösung ist sie keine Kompression, sondern gibt die Begrenzung der Ausleserate der Farbinformation im digitalisierungsprozess an. Diese Ausleserate hat einen starken Einfluss auf die Qualität des Bildes. Bei tiefer Bittiefe ist auch ein unkomprimiertes Bild von mangelhafter optischer Qualität.

Die nebenstehenden Bilder sind alle unkomprimiert. Ihre Qualität ist definiert durch die räumliche Ausleserate, der Auflösung (bei allen Beispielen gleich) und die Ausleserate der Farbkannäle also den unterschiedlichen Bittiefen der Farbkannäle.

## 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 |



```

0111010100101010100010110101011110
010011010101010101010100001011101010
0111010100101010100010110101011110
000111010101010101010100001011101010
011010101001010101010100010111010101111
00101010101010101000010111010101010000
01110101001010101010100010110101011110
010101010101010101000010111010100110
100101110101001010101000101101010101
111001010101010101000010111010101010
0111010100101010100010110101011110
010101010101010101001101010100000001
001010001010101010101001010101010101
    
```

## Pixel

quantity of pixels

- image size

quality of pixels

- bit depth
- colour space

## Pixel

quantity of pixels

- image size

quality of pixels

- bit depth
- colour space
- compression

13

## Image Size (Aspect Ratio 4:3)

- $640 \times 480 = 307,200$  pixels
- $1440 \times 1080 = 1,555,200$  pixels
- $2048 \times 1536 = 3,145,728$  pixels
- $4096 \times 3072 = 12,582,912$  pixels

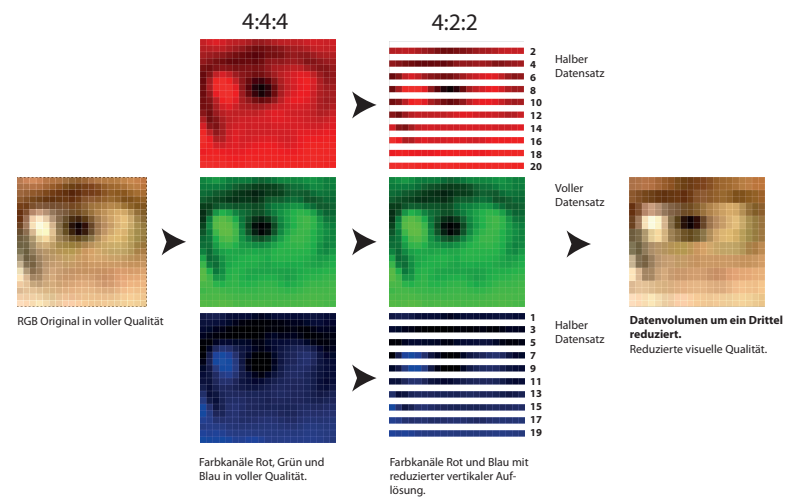
14

## Storage Needed (1 hour)

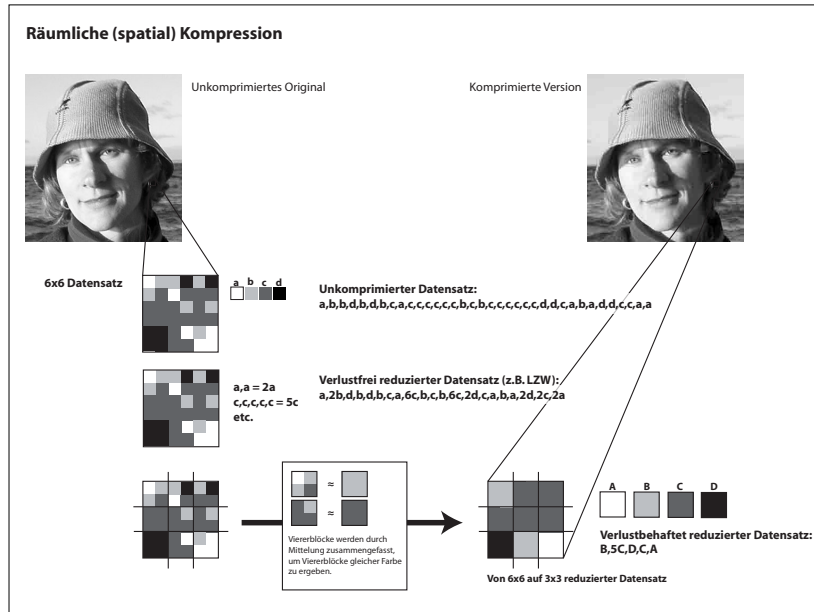
- $640 \times 480 \approx 80$  GB
- $1440 \times 1080 \approx 403$  GB
- $2048 \times 1536 \approx 815$  GB
- $4096 \times 3072 \approx 3,263$  GB

15

### Reduktion der Auflösung von Farbkanälen



16



17



18

Originalbild, TIFF  
Dateigröße 100%

Lossless LZW Kompression  
Dateigröße 55%

JPEG2000 Lossless Kompression  
Dateigröße 41%

Bei der verlustfreien, räumlichen Kompression (LZW), werden nebeneinander liegende, farblich identische Bildanteile, blockweise zusammengefasst. So muss nicht jeder Pixel einzeln mit Farbe und Ort beschrieben werden, was die Datenmenge reduziert.  
Im Beispielbild ist ein Ausschnitt schwarzer Farbe durch gestrichelte Linien umrandet. Alle Pixel in diesem Bereich haben denselben RGB-Farbwert 0, 0, 0. Die LZW Kompression nützt solche Eigenschaft in Bildern.

19

### Visuelle Konsequenzen der JPEG und der JPEG2000 Kompression

Originalbild, TIFF  
Dateigröße 100%

Starke JPEG Komprimierung  
Dateigröße 5%

Starke JPEG2000 Komprimierung  
Dateigröße 3%

Räumliche Kompression. Nebeneinander liegende, farblich ähnliche Bildanteile werden blockweise zu einer Farbe gemittelt.

Über komplexe rechnerische Prozesse, Wavelet Transformation genannt, werden transformierte Werte produziert und zusammengefasst, was eine Datenreduktion erzeugt. Die visuellen Auswirkungen sind bei gleicher Datenreduktion merklich kleiner.

20

### Beispiel der Konsequenzen mehrfacher Medientransfers

Originalmedium: 16mm Umkehrfilm, SW  
Erstes Transfermedium: Betacam SP, SD PAL 50i  
Zweites Transfermedium: Digitalisierung in H264, HD 1080p

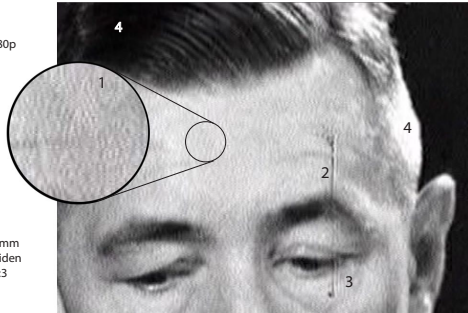


Bild: Radio Télévision Suisse

Der Wechsel vom originalen 4:3 Seitenverhältnis des 16mm Films zum 16:9 Format führt zu schwarzen Balken zu beiden Seiten des Bildes. In der obigen Abbildung wurde das 4:3 Bild zur Verdeutlichung mit einem schmalen weissen Rahmen versehen.

1) Strukturartefakte durch die Kombination Filmkorn, Linienstruktur des analogen Videos sowie der digitalen Skalierung und Kompression. Bewegungsartefakte (hier nicht sichtbar) durch den unvorteilhaften Einfluss des Filmkorns auf die digitale Kompression.

2) Artefakt aus dem Originalmedium: Kratzer

3) Artefakt aus der künstlichen Nachschärfung in der Abtastung in SD.

4) Verlust von Bildinformation in den hellsten und dunkelsten Bildbereichen aufgrund des reduzierten Blendenbereichs der Abtastung in SD.

Bei Farbaufnahmen kommen die Verschiebungen der Farben durch Wechsel des Farbraums dazu, sowie die verschlechterte Farbwiedergabe durch die digitale Datenreduktion in den Farbkämlen.

21

## Image

- all the actual image on screen
- all the image recorded by the camera
- the full film strip from edge to edge

22

## Over-scanning

- + conservation
- + easier to stabilise
- storage, bandwidth, IT infrastructure
- interpolation

23

## Terminology

### enhancement

- improvement, looking good, subjective human perception

### restoration

- degradation, objective models, signal error

24

# Workflow

25

## In the digital world

- access is duplication
- duplication is preservation
- preservation is access

26

# Formats

27

## Principle

- The archive must be able to work with the formats that it holds.

28

## File Structure

### container

- folder, MOV, AVI, MP4, JPEG 2000, Matroska

### codec

- ProRes, H.264, FFV1

### content

- bit stream, TIFF, DPX, OpenEXR

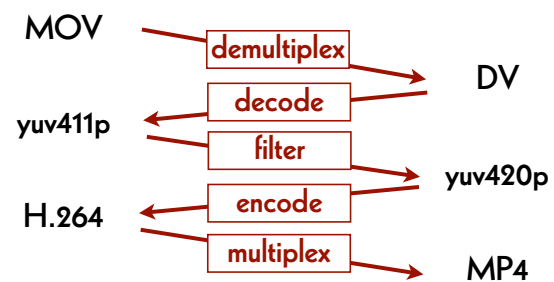
29

## Five Steps



30

## Five Steps



31

## AV Preservation by reto.ch LLC

9 chemin du Croset  
1024 Écublens  
Switzerland

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

32