

Analoge und digitale Filmkonservierung und -restaurierung

Reto Kromer • AV Preservation by reto.ch

Donnerstags-Vortrag #77
Hochschule der Künste Bern
23. Oktober 2025

1

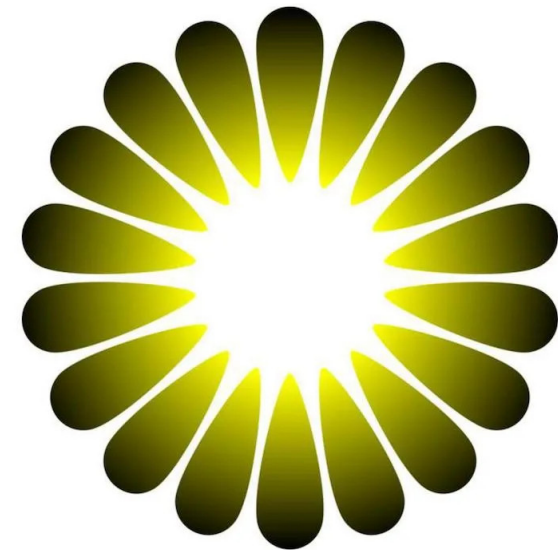
Inhalt

- Einführung
- Konservierung
- Restaurierung, Umkopierung, Digitalisierung
- Empfehlungen zum Ausklang

2

Einführung

3



Akiyoshi Kitaoka

4

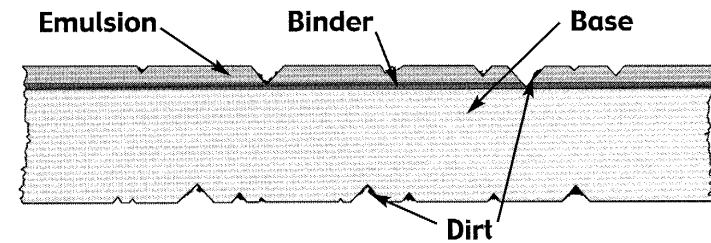
Was ist Kino?

Ein für das 20. Jahrhundert charakteristisches Spektakel, das sehr beliebt war. Es fand statt

- durch die korrekte Projektion
- einer Filmrolle
- in einem Kinosaal
- auf einer Leinwand
- vor einem Publikum

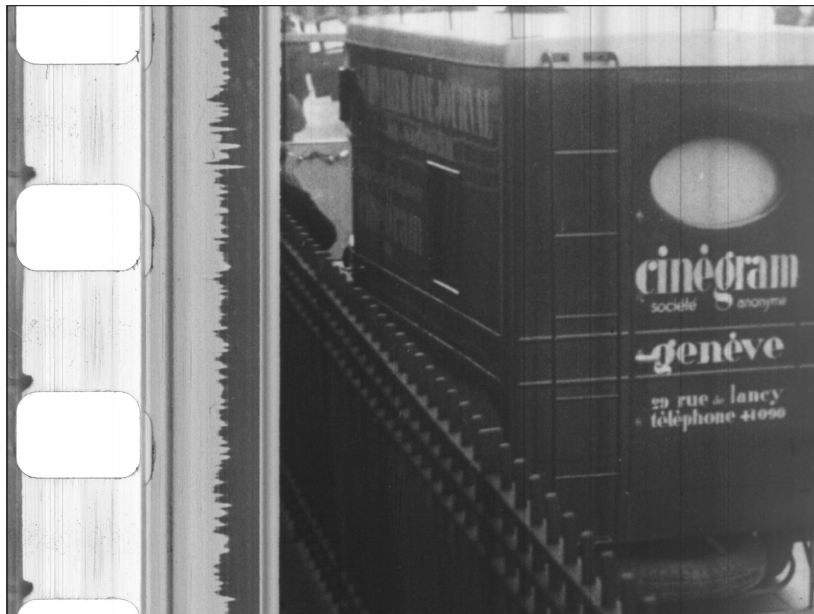
5

Was ist Film?



Quelle?

6



7

Tonfilmproduktion

	Bild	Ton
1923	fotochemisch	fotochemisch
1943	fotochemisch	magnetisch
1968	fotochemisch	digital
1997	fotochemisch + digital	digital
2006	digital	digital

8

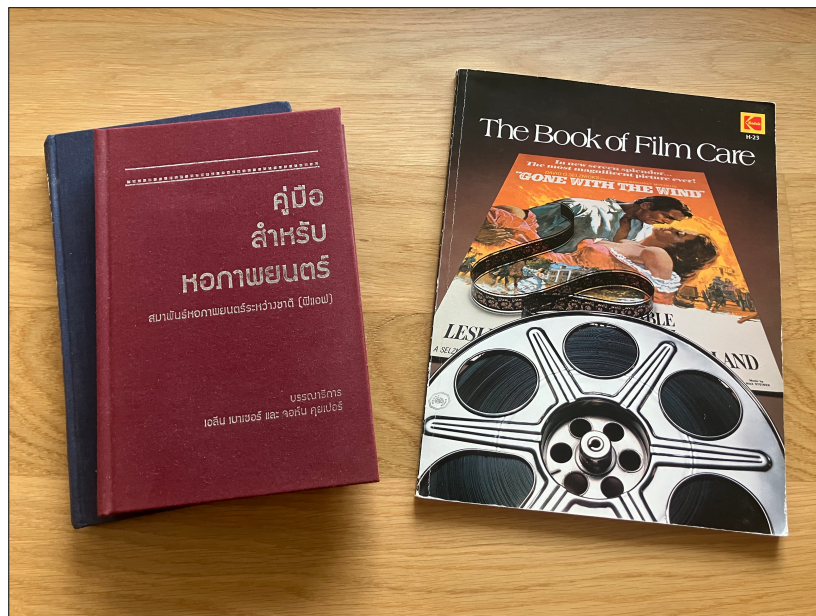
Filmkonservierung

9

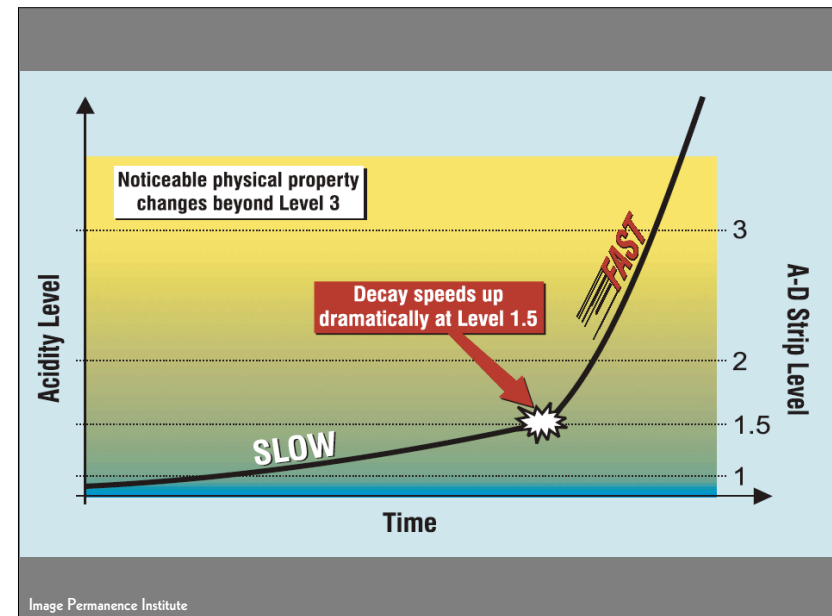
Konservierung

Unter dem Begriff der Konservierung sind alle Tätigkeiten zur Pflege eines Objekts zusammengefasst, die dessen **weiteren Verfall verzögern** und gewährleisten, dass es für die Zukunft in möglichst unversehrtem Zustand erhalten bleibt.

10



11



12

TYPE of DECAY	MEDIA	RECOMMENDED ENVIRONMENT
SILVER IMAGE DECAY	Photographic glass plates Black-and-white film Black-and-white photographic prints	30% to 50% RH
COLOR IMAGE DECAY	Color film Color photographic prints Ink jet prints	Low temperature 30% to 50% RH
COLOR BLEEDING	Ink jet prints	30% to 50% RH
YELLOWING, STAINING	Color photographic prints Inkjet prints	Low temperature 30% to 50% RH
BINDER DEGRADATION	Magnetic tapes	Low temperature 30% to 50% RH
NITRATE DECAY	Nitrate-base film	Low temperature 30% to 50% RH
ACETATE DECAY	Acetate-base black-and-white film Acetate-base color film Acetate-base magnetic tape	Low temperature 30% to 50% RH
GLASS DETERIORATION	Photographic glass plates	30% to 50% RH
LAYER SEPARATION	Photographic glass plates CDs and DVDs	Minimal temperature and RH fluctuations 30% to 50% RH
MOLD	All media	30% to 50% RH

13

Prinzip

Um die Konservierung garantieren zu können, muss man den **Zustand** der Filmrollen kennen **und** die **Klimawerte** im Lagerraum:

→ Temperatur und relative Feuchte

→ Resultate der Zustandsanalysen

14

Statistische Methode

Mit der Analyse einer zufallsmässig ausgewählte Untermenge von

164 Rollen

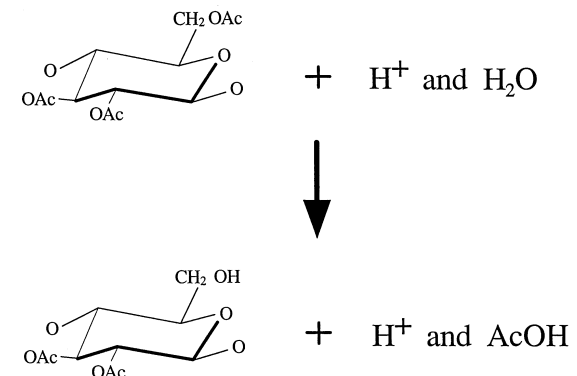
von jedem Typ und in jedem Raum kann der Zustand des gesamten Bestandes mit einer Genauigkeit von

80 % ± 5 %

ermittelt werden.

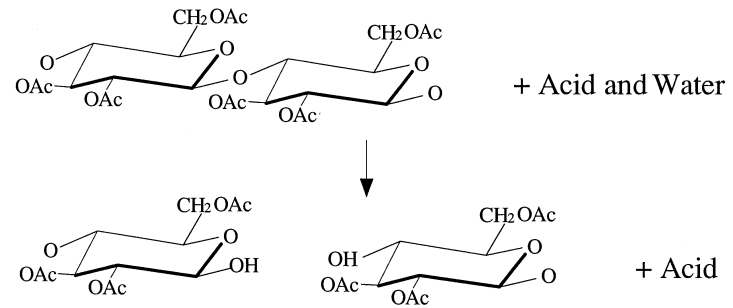
15

Säure wird freigesetzt

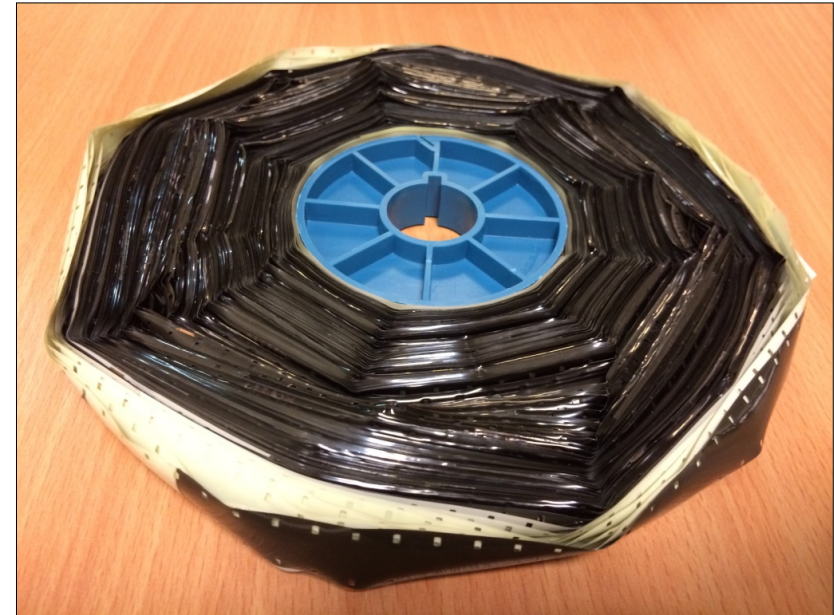


16

Bindungen brechen



17

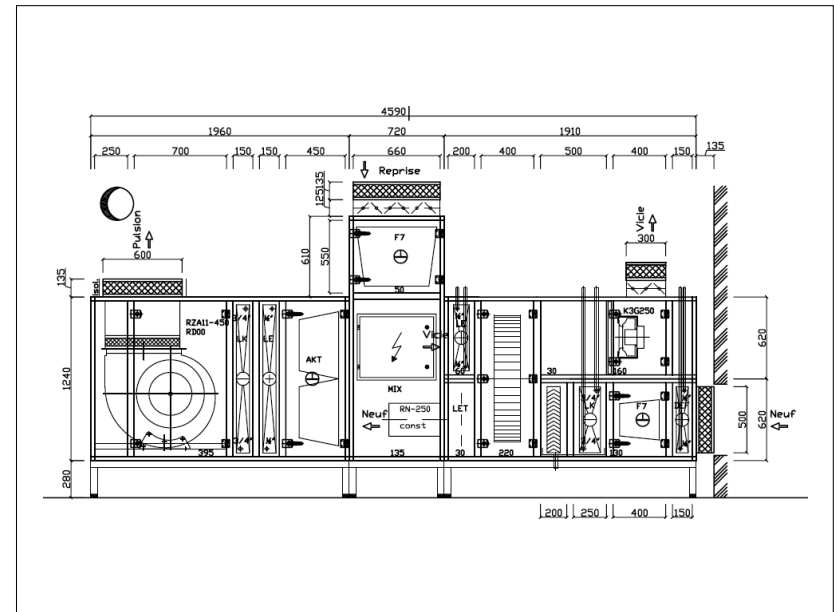


18

Analoge Filmkonservierung

Klimaanlage

- Temperatur
- Luftfeuchtigkeit
- Schadstoffe



20

19

Schadstoffe in der Luft...

- $\text{SO}_2 < 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- $\text{NO}_x < 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- $\text{O}_3 < 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$

- $\text{CO}_2 < 4,5 \text{ g}/\text{m}^3$
- Feinstaub $< 75 \mu\text{g}/\text{m}^3$

21

... und «möglichst wenig»

- HCl
- NCHO

- MgO , ZnO und weitere Metalloxyde

- usw.

22

Abgespaltene Säuren

Celluloseacetat

- $\text{CH}_3\text{COOH} < 1 \text{ ppm}$

Cellulosenitrat

- $\text{HNO}_3 < 1 \text{ ppm}$

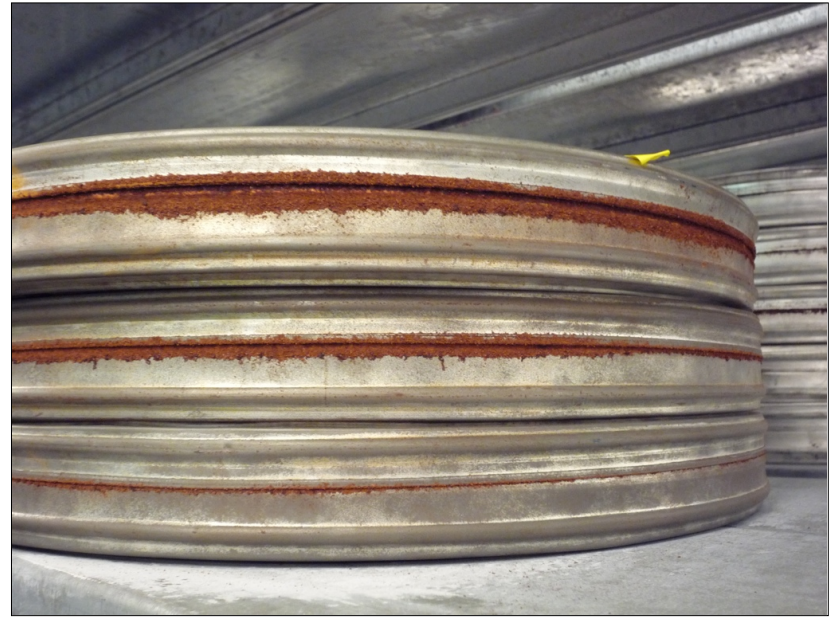
23



24



25



26



27



28

Zusammenspiel

- Klimaanlage
- Isolation
- Architektur
- Materialien

29

Filmrestaurierung

Filmmkopierung

Filmdigitalisierung

30

Restaurierung

Die Restaurierung schliesst alle Eingriffe und Behandlungen ein, die der **Wiederherstellung eines bestimmten historischen Zustands** dienen und die zur Lesbarkeit, zur ästhetischen Integrität oder **zur erneuten Verwendung** eines Objekts beitragen.

Restauratorische Eingriffe sind irreversibel und verlangen grösste Sorgfalt bei der Planung, Begründung, Ausführung und Dokumentation.

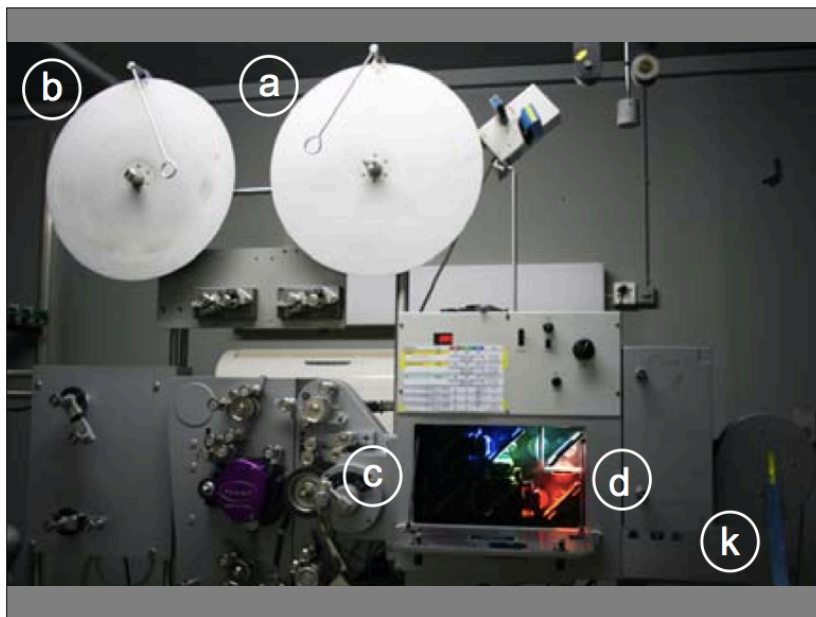
31

Farbfilmlabor

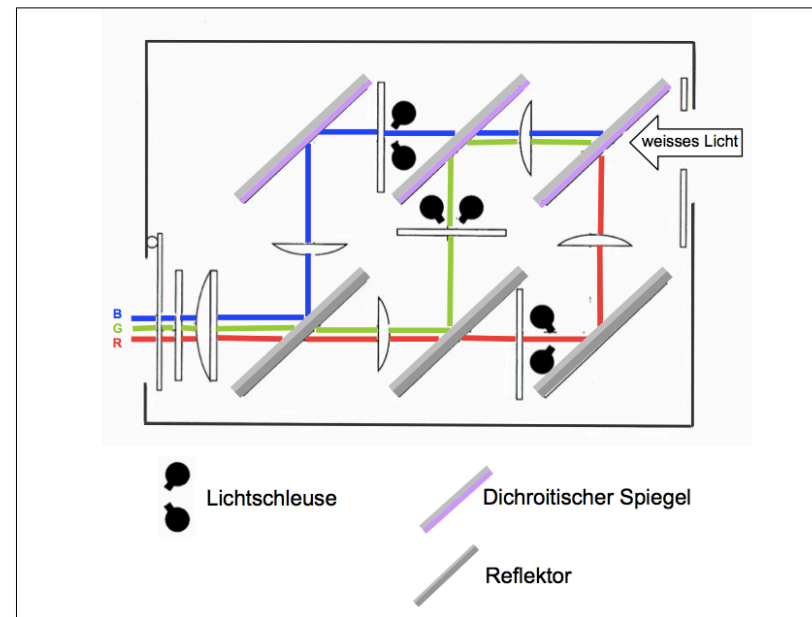
Kodak

- Alan Masson
- Paul Read
- John Pytlack (1948–2007)

32



33



34

Fotochemische Filmproduktion

Kameranegativ

- Arbeitskopie
- Duplikatpositiv / Interpositiv
- Duplikatnegative / Internegative
 - Nullkopie und Korrekturkopien
- Vorführkopien

35

Hybride Filmproduktion

Kameranegativ

- Digital Intermediate
- Kopiernegative
 - Nullkopien und eventuell Korrekturkopien
- Vorführkopien

36

Fotochemischer Aufstieg

- 1970er einzelne Pioniere
- 1980er knapp zwei Dutzend Leute weltweit
- 1989 David Cleveland lädt nach Norwich ein
- 1990 das East Anglian Film Archive eröffnet die erste formale Ausbildung in Filmkonservierung und -restaurierung

37

Fotochemischer Abstieg

- 1998 digitale Filmrestaurierung wird möglich
- 2012 Fujifilm stellt ausser einem Schwarzweiss-Filmtyp für die Farbauszüge **die Filmherstellung** ein
- Kodak erhöht die Preise massiv und verringert die Vielfalt der angebotenen Filmtypen drastisch

38



39

Lichtbestimmung

analog

- $50 \times 50 \times 50 = 125\,000$

8 Bit digital

- $256 \times 256 \times 256 = 16\,777\,216$

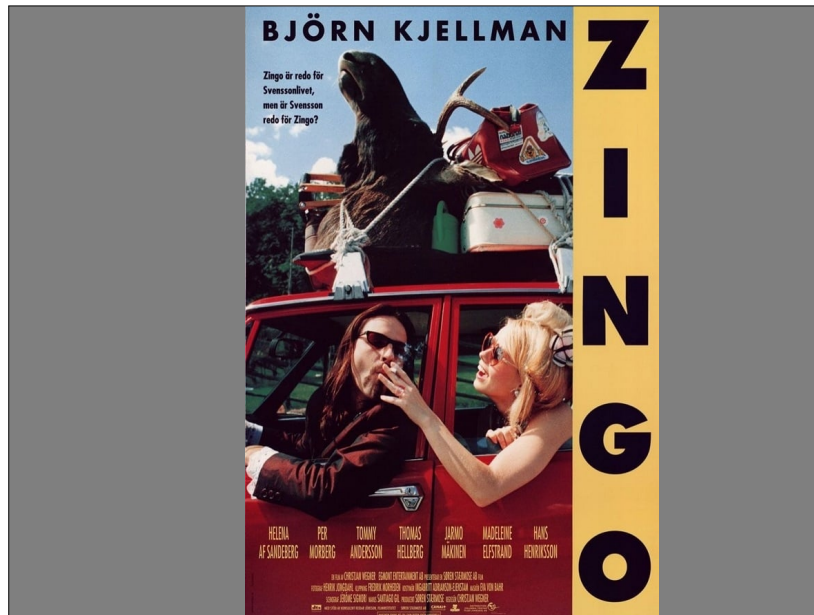
10 Bit digital

- $1024 \times 1024 \times 1024 = 1\,073\,741\,824$

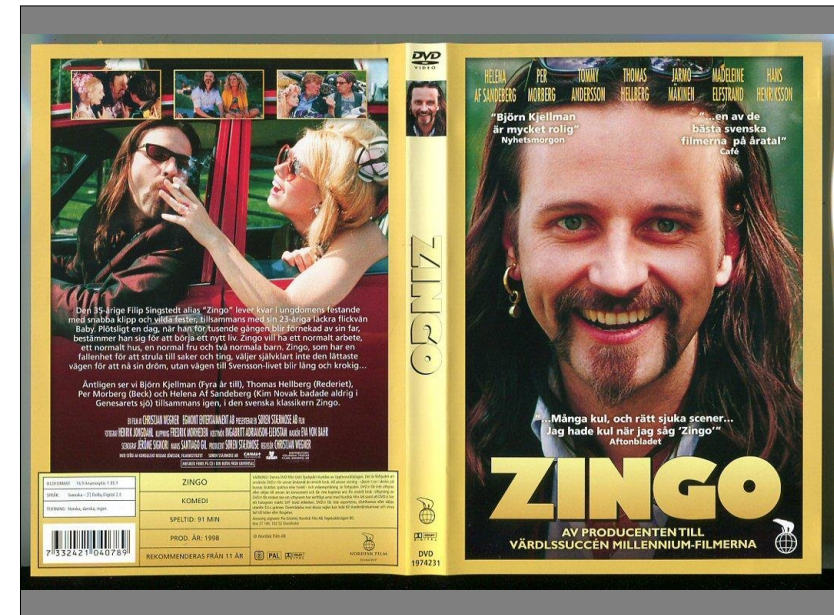
12 Bit digital

- $4096 \times 4096 \times 4096 = 68\,719\,476\,736$

40



41



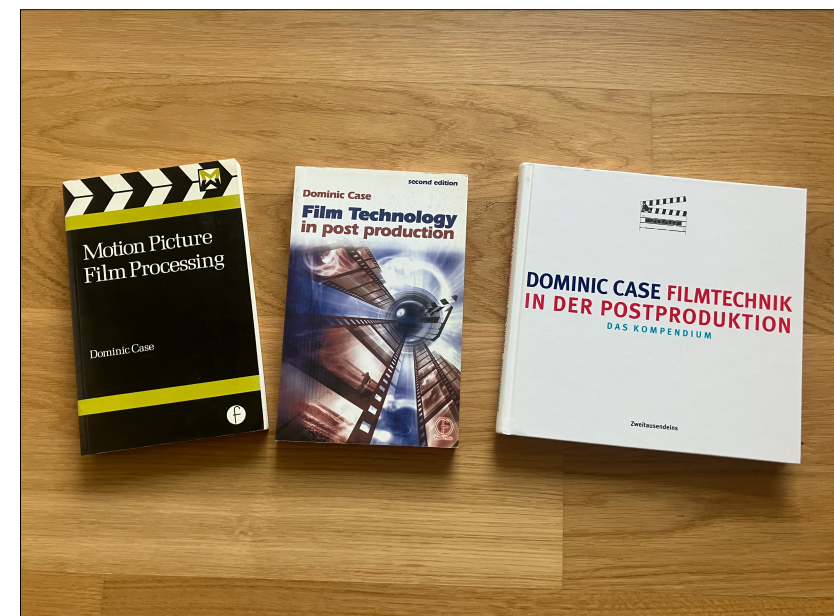
42

Zingo

von Christjan Wegner, Schweden 1998

- Digital Film Lab, København
- Kris Kolodziejski (1957–2012)

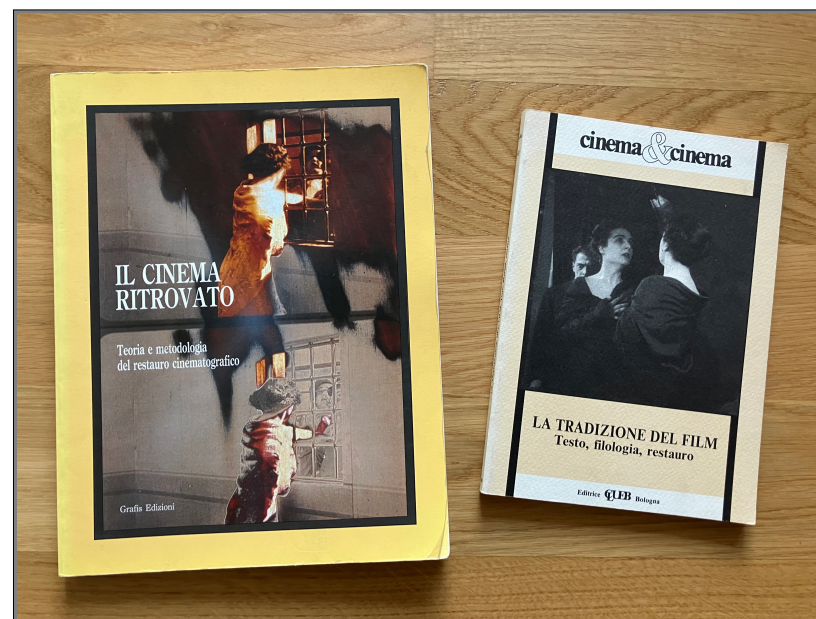
43



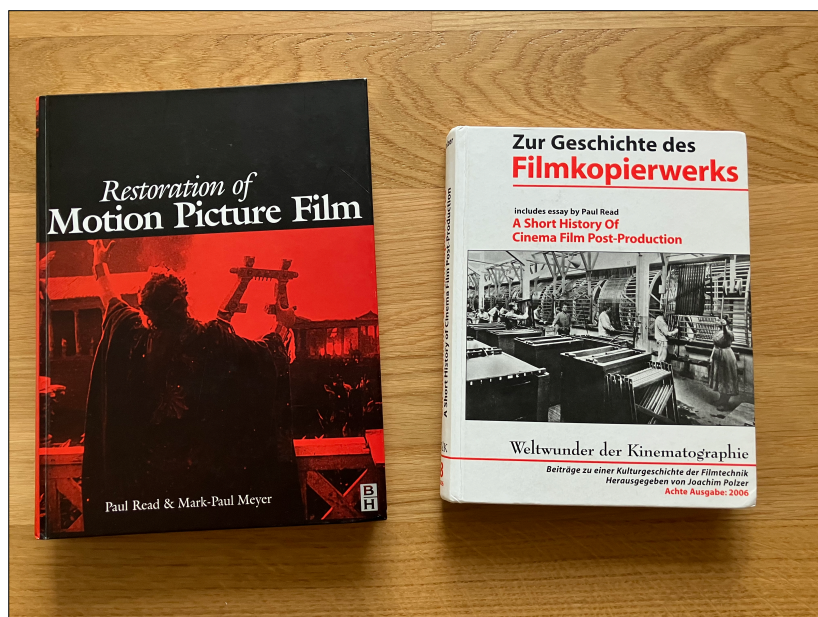
44



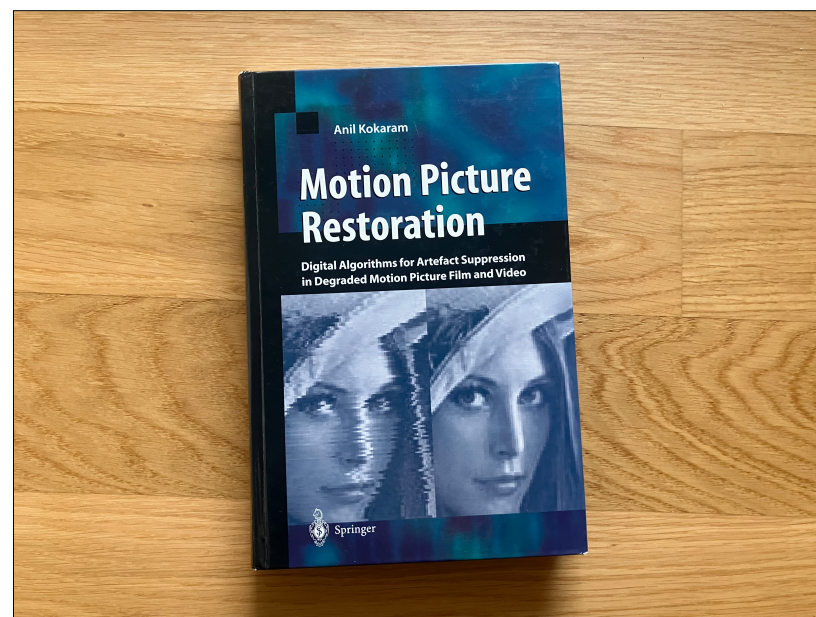
45



46



47



48



49



Department of Government Efficiency ✓
@DOGE

The @USGSA IT team just saved \$1M per year by converting 14,000 magnetic tapes (70 yr old technology for information storage) to permanent modern digital records.

50

Empfehlungen

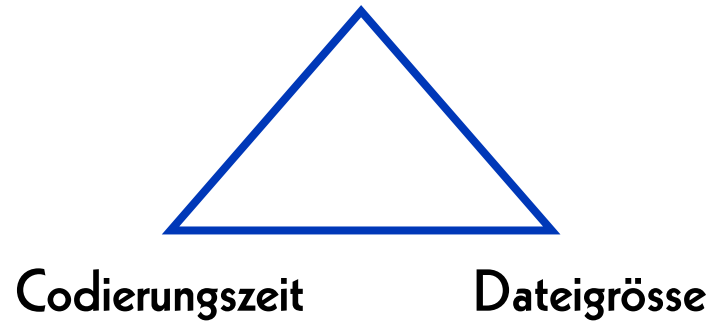
51

Digitalisierung

- keine höhere Qualität als die des analogen Ausgangselements wählen, ausser in seltenen Ausnahmefällen, die in der Dokumentation begründet werden
- die Bittiefe ist wichtiger als die Auflösung

52

Bildqualität



53

Archivformate

Einzelbilder («Film»)

- Matroska, FFV1, 4K oder 2K, R'G'B', 12 bit

Datenfluss («Video»)

- Matroska, FFV1, «HD», Y'CbCr 4:4:4, 12 oder 10 bit

Ton

- Matroska, FLAC, 192 kHz, 24 bit

54

Konservierung

- die beste Qualität wählen, die das Archiv langfristig gewährleisten kann, d. h. eine Qualität, die das Archiv auch bei künftigen Mittelkürzungen aufrechterhalten kann
- möglichst das native Format konservieren
- nicht in ein «höheres» Format konvertieren
- natives ProRes kann archiviert werden

55

SMPTE REGISTERED DISCLOSURE DOCUMENT

SMPTE RDD 36:2015

Apple ProRes Bitstream Syntax and Decoding Process



Page 1 of 39 pages

The attached document is a Registered Disclosure Document prepared by the sponsor identified below. It has been examined by the appropriate SMPTE Technology Committee and is believed to contain adequate information to satisfy the objectives defined in the Scope, and to be technically consistent.

This document is NOT a Standard, Recommended Practice or Engineering Guideline, and does NOT imply a finding or representation of the Society.

Every attempt has been made to ensure that the information contained in this document is accurate. Errors in this document should be reported to the proponent identified below, with a copy to eng@smpte.org.

All other inquiries in respect of this document, including inquiries as to intellectual property requirements that may be attached to use of the disclosed technology, should be addressed to the proponent identified below.

Proponent contact information:

ProRes Program Office
Apple Inc.
1 Infinite Loop, MS: 77-2YAK
Cupertino, CA 95014
USA

Email: ProRes@apple.com

56

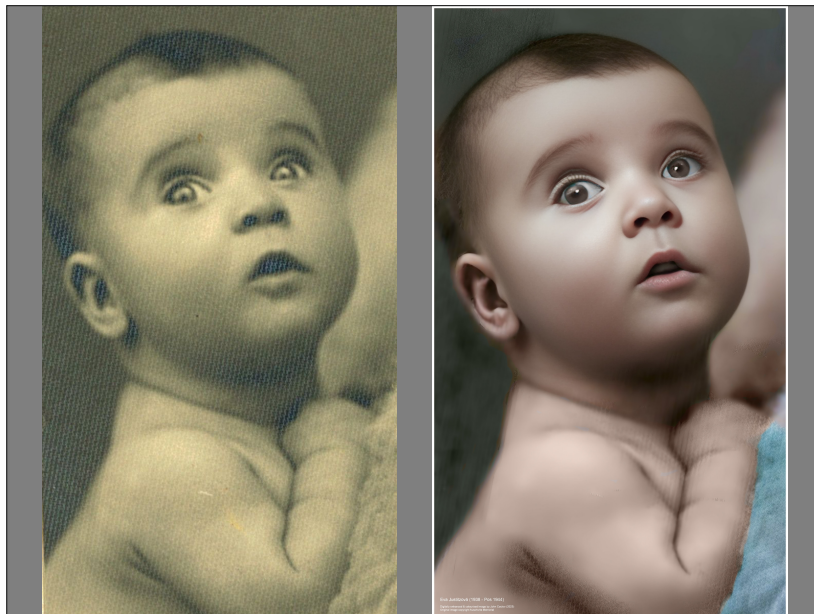
Restaurierung

- «zu viel des Guten» meiden: die spezifischen Eigenschaften des Originalmaterials stellen keineswegs Mängel dar und sie dürfen nicht entfernt werden

57



58



59

AV Preservation by
reto.ch

Sandrainstrasse 3/7
3007 Bern
Switzerland

reto.ch
info@reto.ch



60