

25 Jahre Fortschritt in der Farbfotografie

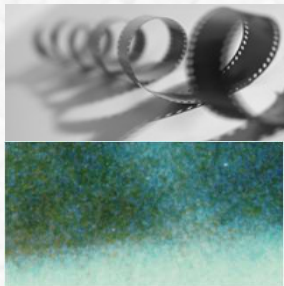
Aber wie steht es mit der Haltbarkeit ?

Rita Hofmann, Institut für Materialität in Kunst und Kultur, HKB

1

1985–1990–2000: Die wesentlichen Schritte

1985



1990



2000

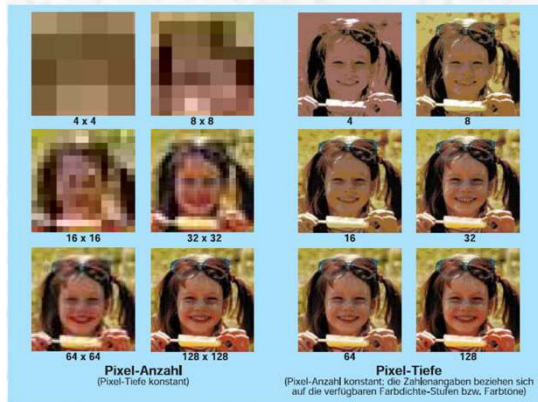


Die Entwicklung verlief in zwei Schritten

- Digitale Belichtung von Silbersalzphotomaterialien
- Druck mit digitalen Techniken wie Tintentstrahl Druck oder Elektrophotographie.

2

Anforderungen an ein gutes (digitales) Bild



Ein gutes A4 Bild hat ca. 8 Mio Pixel
(80 Mikron ist die Auflösung des Auges)

Jedes Pixel muss eine Bit-Tiefe von mindestens 8 Bit (logarithmisch) oder 10 Bit (linear) haben.

Datenmenge für ein gutes 9 x 13 cm Bild ist mindestens 4.8 MB

Erst Digitalkameras ab dem Jahr 2000 lieferten diese Auflösung und Qualität

In der Zeit 1985--2000 arbeitete man mit analog/digital Hybridsystemen

Mit Genehmigung von Wolfgang Schmidt, ehemals AGFA

3

Elemente für eine digitale Bildverarbeitung

Verfügbarkeit eines Systems < CHF 150 K



1985–2000, die 'Hybridjahre' der digitalen Photographie



Zeitachse



Digitale Ausgabe
mit 1.6 Mpixel/9
x13 IRIS,
Pictography)



Digitale ROM-Speicherung
Standardisiertes
Format



Digitale Speicherung
Nicht ganz
Echtzeit



Digitaler Display
schnelle
Graphikarte,
volle Bit-Tiefe



Bildverarbeitung
(RAM) für
mindestens
3 x
Bildaten

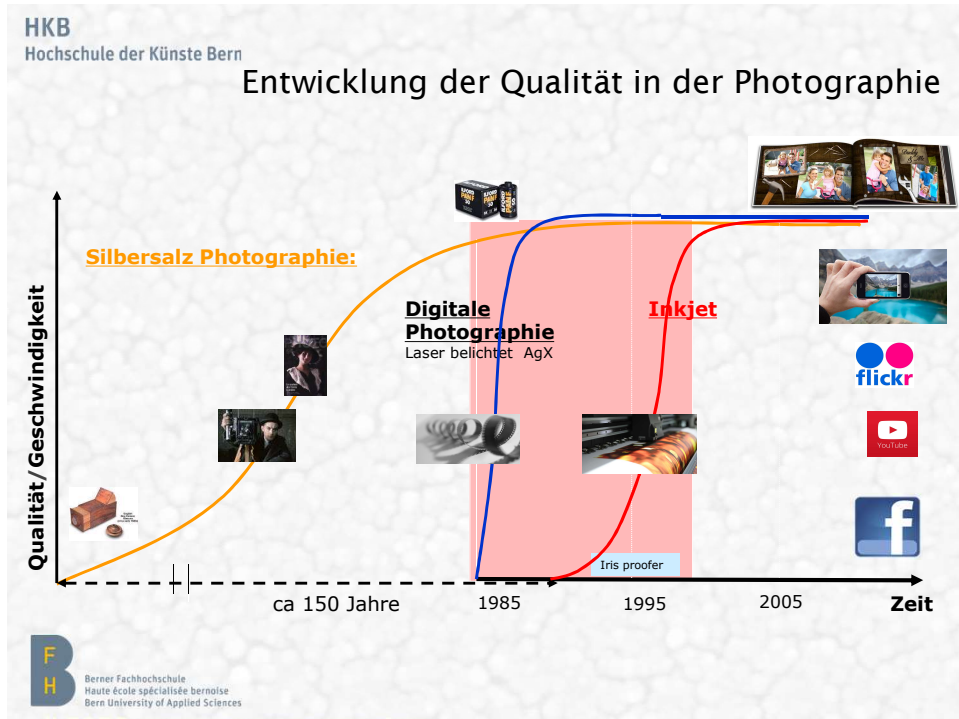


Digitale Aufnahme
Olympus
E-10 mit
4 Mpixel



Digitale
Über-
mittlung

4



5

HKB
Hochschule der Künste Bern

Digitale Belichtung auf Silbersalzphoto

- Mitte der 1980 Jahre waren digitale Filmrekorder die kostengünstigste Art, digitale Daten mit hoher Qualität auszugeben. (Ca 1985–2000) In einem ersten Schritt wurden die Daten mit einer speziellen Kathodenstrahlkamera auf Aufnahmefilm punktuweise belichtet und dann vergrößert und entwickelt.

Aus H. Brümmer, Profifoto, 2008

- Mitte der 90 Jahre folgte die direkte Belichtung von Mikrofilm oder Farbpapier durch Farblaser

B
H
Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences

6

Pixelweise Belichtung auf Farbphotopapier

ILFOCHROME 'Laser'farbpapiere sind identisch mit den analogen ILFOVHROME

Bis 2010 kein AgX s/w
Papier für Laserbelichtung
wegen HIRF

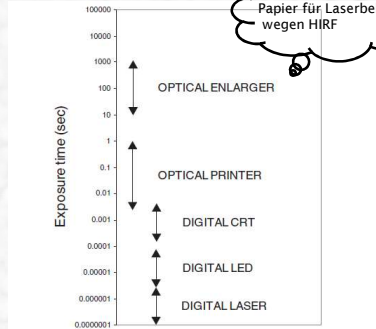
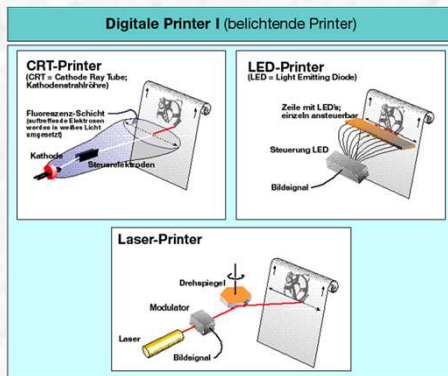


Figure 9: Comparison of the typical optical and digital exposure range for silver halide papers.

Silver halide white paper: Kodak Professional

Chromogene digitale Papiere haben häufig eine andere Emulsionen, optimiert für 'high Intensity reciprocity failure (HIRF)'. Farbkuppler, die übrige Komponenten und der Prozess sind gleich wie bei analogen chromogenen Materialien, daher gibt es auch keinen Unterschied in Haltbarkeit und Konservierung.

7

Digitale Druckmethoden (Hardcopy)

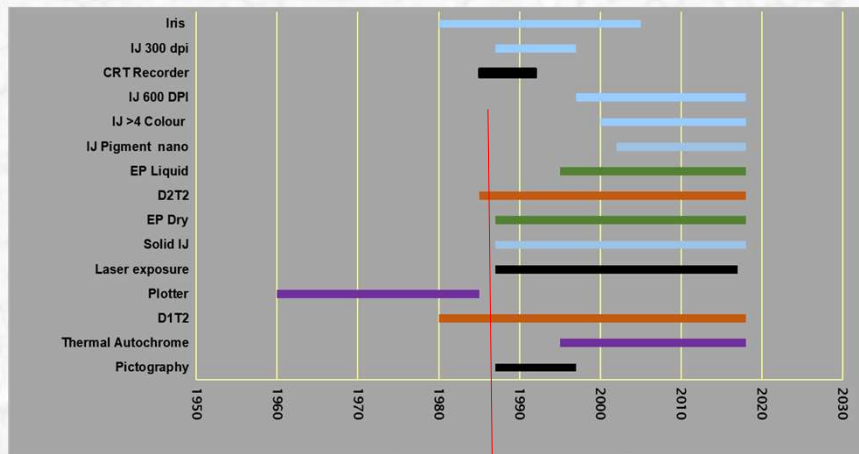
- 3 Klassen, je nach bilderzeugendem Element

	Elektrofotografisch	Thermisch	Tintenstrahl
Name	 How a laser printer works: www.tonerplanet.co.uk	 https://www.georgiaexpo.com/what-is-dye-sublimation-custom-printed-fabric/	
Format:	<1.20 m breit,	Max A3	Bis 5m
Farbmittel:	Pigmente in Toner	Farbstoffe ((Pigment))	Pigmente /Farbstoffe
Substrat	Festtoner: Papier Flüssigtoner: viele Substrate	Papier oder Polyester	Papier, Kunststoff, Glass, Viele Substrate
Anwendung:	Photobücher Officekopien Etiketten	9 x 13 cm Abzüge Sticker, Textil Objekte	9 x13 cm Bis Extragrossformatdruck Bücher, Objekte

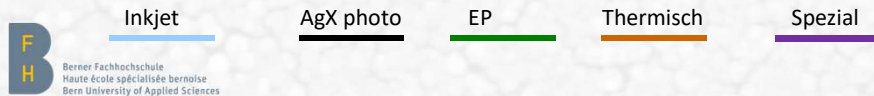
8

8

Geschichte digitaler Ausgabematerialien



Vorteile: Keine Dunkelkammer, keine flüssigen Abfälle



9

Entwicklung des Inkjetdrucks

Am Beispiel von HP Desk-top, (Epson und Canon hatten ähnliche Entwicklungen der Technologien)
<http://www.hp.com/hpinfo/about/hp/histnfacts/museum/imagingprinting/index2.html>

1992
Deskjet 550C



300 dpi, 4 Farben

1995
Deskjet 660C



600 dpi 4 Farben ,

1998
HP Photosmart



300 dpi 6 Farben

1998
Deskjet 970C



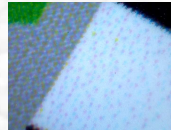
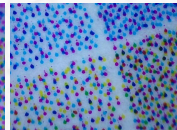
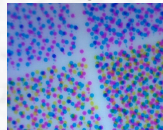
1200 dpi, 4 Farben

2004
BCI-6

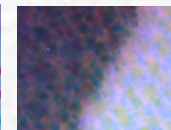
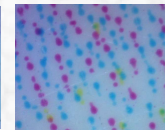
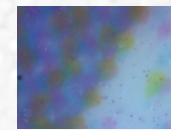
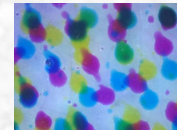
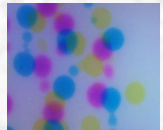


1200 dpi , 6 Farben

Breite Original 4mm



Brite Original 0.4 mm

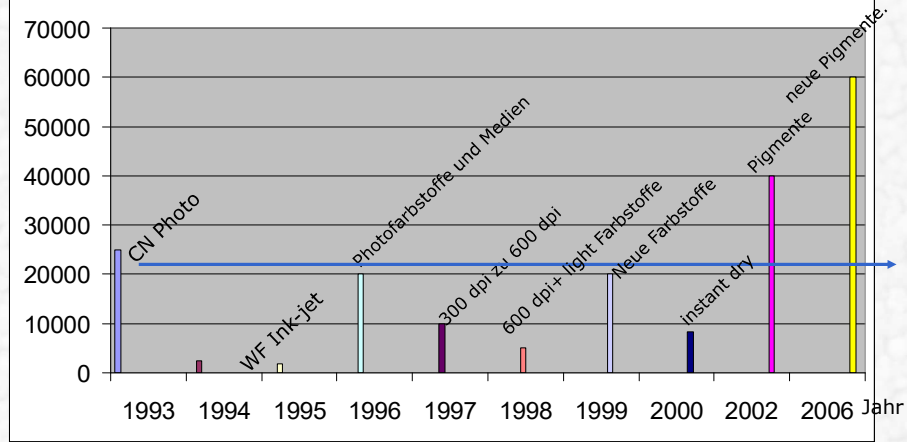


10

Haltbarkeit wässriger Inkjetdrucke

Zwischen 1990 und 2005 hat sich die Haltbarkeit stark verändert, daher ist eine Identifikation der Drucktechnik und eine grobe zeitliche Einordnung, d.h. vor 1990 oder nach 2000, von Vorteil

Mluxh bis Endpunkt (ohne UV, Licht im Innenraum)



Die Ozonstabilität hat sich im Zeitraum 2000–2009 verbessert: Im Jahr 2000 ca. 1 Monat (Farbstoffe), in Jahr 2009 ca. 5–10 Jahre (Farbstoffe), ca. 30–50 Jahre Pigment

11

Inkjet umfasst eine Vielzahl von Techniken Zwei grosse Klassen, **Absorbierende** und **Härtende** Systeme

Trocknung/Härtung/Fixierung

// Tintentyp

Wässrig Pigmente
Wässrig Farbstoffe
Wässrig Reaktivfarbstoff
Lösungsmittel Pigment
Oil Pigment
Latex
Gelierende Tinte
Hot Melt (wax)
UV / E-beam Härtung
Inkjet Transfer

// Trocknung/Härtung

Absorption, Verdampfung
Absorption/Verdampfung
Absorption/Verdampfung
Verdampfung, etwas Absorption
Absorption, langsame Verdampf.
Verdampfung and therm. Härtung
Verdampfung / chemische Härtung
Phasenübergang
Photopolymer./Polymerisation
Phasenübergang, Transfer

// Fixierung Farbmittel

Binder auf dem Substrat
Eindringen in die Empfangsschicht
Chem.Reaktion mit der Faser
Binder auf der Schicht
In der Schicht
Fixiert in der gehärteten Schicht
Fixiert in der gehärteten Schicht
Fixiert im Wachs
Fixiert in der gehärteten Schicht
Fixiert in der Empfangsschicht

Die Haltbarkeit hängt in grossem Masse von den Materialien und dem Fixierprozess ab, von wenige Monaten Lichtbeständigkeit unter 500 lux zu Jahrzehnten

12

Licht



Ausbleichen von Farbmittel

Wärme/Temperatur



Feuchte



Degradation durch
Feuchtigkeit

Farbstoffdiffusion
Dichtezunahme
Schärfeverlust

Dunkle Bereiche in Nachbarschaft
zu weissen am meisten betroffen

Luftqualität

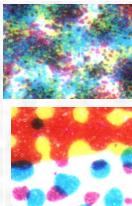
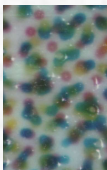
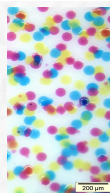


Ausbleichen (Ozon, thermisch, Licht):

Farbstoff bleicht aus
Dichteverlust
Veränderung der Farbbalance
Helle Bildpartien oft am meisten betroffen

(+ mechanischer Stress und Verkratzen)

13

Technologie	Elektrophoto- graphie Flüssig /trocken	D2T2	Silversalz Photo	IJ wässrige Farbstoff-basiert	IJ wässrig Pigment-basiert	IJ UV härtend
Farbmittel	Pigment	Farbstoff	Farbstoff	Farbstoff	Pigment	Pigment
Träger	Häufig unbeschichtetes Papier	PE-papier,	PE Papier, Baryta,	beschichtetes Papier, Film	beschichtetes. Paper, Film	Papier Film, Glass, Metall
Ort des Bildes	Auf der Oberfläche Oder unter Klartoner	In der Schicht	In der Schicht	In der Schicht	Auf der Oberfläche oder unter Klarlack	Auf der Oberfläche Aber geschützt
Beispiel	Indigo (flüssig) Xerox (trocken) Nexpress (trocken)	Canon, Fuji (Kodak) Kiosk	Fuji Kodak Ilford	HP, Epson Desk-top, WF	Epson HP, Canon Wide format	Grand Format AGFA, Durst
Vergrößerung						

14

Schwachstellen digitaler Drucke

Technologie	Elektrophotographie Flüssig	Elektrophotographie Fest	D2T2	Silbersalz Photo Chromogen	IJ wässrige Farbstoff-basiert Polymer	IJ wässrige Farbstoff-basiert Nanopor.	IJ wässrig Pigment-basiert	IJ UV härtend
Temperatur	😊	* > 50° ⚠️	⚠️	⚠️	😊	😊	😊	😊
Feuchte/Wasser	😊	😊	😊	😊	⚠️	⚠️	😊	😊
Ozon	⚠️	⚠️	😊	😊	😊	⚠️	⚠️	😊
Licht	😊	😊	⚠️	⚠️	⚠️	⚠️	😊	😊
Kratzer/Abrieb	⚠️	⚠️	😊	😊	😊	⚠️	⚠️	😊

😊 : wenig-normale Empfindlichkeit

⚠️ : erhöht empfindlich

15

Lagerungsbedingungen bei Archivierung

Table 1 — Maximum temperature and average relative humidity ranges for extended-term storage

Print Process ¹	Medium Term Storage		Extended Term Storage ¹	
	Maximum Temperature	Relative Humidity range ^a	Maximum Temperature ^{a,b}	Relative Humidity range ^{a,c}
	°C	%RH	°C	%RH
Black-and-white silver ^d	25	20-50	16	30-50
Pigment (carbon, carbro)				
Dye imbibition (dye transfer)				
Silver dye bleach				
Dye/silver diffusion transfer (instant)				
Diazo				
Electro-photographic ^e				
Thermal dye transfer (dye sublimation) ^g	25	20-50	2	30-50
Chromogenic dye			5	30-40
Ink jet (dye or pigment) ^g				

¹ The values of Table 1 are the required conditions experienced by the photographic material. When microclimates (housings or storage containers) are used that establish internal climate conditions, the environment of the exterior room need not necessarily meet the Table 1 conditions. See Annex H: Cold Storage Practices.

^a As discussed in Clause 7.1.2.3, certain gelatine emulsion photographs can be sensitive to RH levels lower than 30% and can experience physical changes that can exacerbate existing deterioration such as flaking, cracking, and curl. If these materials are present and RH can not be maintained above 30%, then microclimate storage housings or cabinetry shall be used to protect photographs from extremes in cycling or prolonged excursions below 30%. Alternatively a higher RH set point can be selected, e.g. 35%, when a 5% RH fluctuation within any 24-hour period does not exceed the lower RH limit of 30%.

Aus ISO 18920: 2011 : Diese Norm wurde erweitert auf digitale Druckmaterialien

16

Eine grobe Identifizierung der digitalen Technologien kann helfen, die besten Display- oder Lagerbedingungen zu wählen

Verschieden Quellen stehen zur Verfügung, zum Beispiel

- ▶ Image Permanence Institute, RIT, www.graphicsatlas.org: Digital sample Book
- ▶ Martin Jürgens : <http://the-eye.nl/>
- ▶ https://www.conservation-wiki.com/wiki/PMG_Contemporary_Photography
- ▶ <http://wilhelm-research.com/>



Dieser gemeinnützige Verein hat viele der technischen Unterlagen der ehemalige ILFORD Imaging (Switzerland) übernehmen können und hat sich zum Ziel gesetzt, diese der Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen

Dabei geht es nicht nur um die Cibachrome/Ilfochrome Materialien sondern auch um die Tintenstrahlmaterialien und Farbstoffe, die in den Jahren 1995–2013 einen Grossteil der Produkte ausmachten.

Ein Teil des Tintenstrahlmaterialarchivs ist an die HKB ausgelagert und wurde im Rahmen einer Diplomarbeit von Silvia Kolly 2018 bearbeitet.

Zur Zeit arbeitet die Association an einer Webseite, die Aufbau und Geschichte der Inkjetmaterialien aufzeichnen wird

<https://cibachromeconcept.wordpress.com/identification-guide/>

Digitale Drucke sind empfindliche Museumsmaterialien, sowohl in der Lagerung als auch im Display d.h

- ▶ Verschiedene Technologien haben unterschiedliche Schwachpunkte der Haltbarkeit
- ▶ Eine grobe Identifikation der Technologie kann helfen, die besten Display oder Lagerbedingungen zu wählen

Für die Lagerung gilt

- ▶ Möglichst keine Schadstoffe, Ozon < 0.02 ppm, sehr wichtig für ungerahmte, unlamierte, glänzende IJ Drucke auf Farbstoffbasis
- ▶ Relative Feuchte 30-55% r.F.
- ▶ Temperaturen um 20° C bei mittelfristiger Lagerung, Kühl- oder Kaltlagerung in der Langzeit Archivierung, chromogene Photo-Materialien immer kalt bis sehr kalt
- ▶ Schutz der Oberfläche gegen Kratzer

Im Display

- ▶ Kein direktes Sonnenlicht,
- ▶ Licht UV stark gefiltert (Cut-on 420 nm)
- ▶ Keine blauen (kaltweiss) LED, warmweisse LED, eventuell noch gefiltert
- ▶ Temperatur < 25° C

Wie geht die Entwicklung weiter?

- ▶ Die Entwicklung von Bildmaterialien scheint abgeschlossen
- ▶ Seit dem Jahr 2005 werden kaum mehr Entwicklungen in Bezug auf Haltbarkeit der Materialien gemacht, wir befinden uns auf einem stabilen Niveau
- ▶ Es werden zur Zeit keine neuen digitalen Drucktechnologien mehr entwickelt
- ▶ Und wenn die Zahl der Ausdrücke weiter abnimmt, wird es auch in Zukunft so bleiben