



## Konzept

---

### Neue Technologien und Kulturgüter



**Datum:** 22. Mai 2000

**erstellt für:** Bundesamt für Zivilschutz  
Sektion Kulturgüterschutz  
Herrn R. Büchel  
Monbijoustrasse 91  
**3003 Bern**

**von:** PD Dr. Rudolf Gschwind  
Dr. Lukas Rosenthaler  
  
Abt. für wiss. Photographie  
Universität Basel  
Klingelbergstrasse 80  
4056 Basel

Dr. Franziska Frey

Image Permanence Institute  
Rochester Institute of Technology  
Rochester, NY

**Inhaltsverzeichnis zum Konzept „Neue Technologien und Kulturgüter“**

<b>EXECUTIVE SUMMARY .....</b>	<b>1</b>
<b>REGELN FÜR DIE LANGLEBIGKEIT.....</b>	<b>2</b>
<b>1. ÜBERSICHT EINSATZ NEUER TECHNOLOGIEN .....</b>	<b>4</b>
1.1 EINFÜHRUNG .....	4
1.2 VERSCHIEDENE MODELLFÄLLE .....	5
<b>2. WELCHE QUALITÄT MÜSSEN DIE ERFASSTEN DATEN, INSBESONDERE BILDER, AUFWEISEN? .....</b>	<b>7</b>
2.1 DEFINITION VON QUALITÄT .....	7
2.2 SUBJEKTIVE VS. OBJEKTIVE QUALITÄT .....	7
2.3 WELCHE QUALITÄT IST NOTWENDIG FÜR WELCHE ANWENDUNG? .....	7
2.4 VORAUSSETZUNGEN FÜR DIE PRODUKTION GUTER QUALITÄT .....	7
2.4.1 <i>Gestalten der Arbeitsumgebung</i> .....	8
2.4.2 <i>Auswahl und Schulung des Personals</i> .....	8
2.5 TEXT UND BILDER .....	9
2.5.1 <i>Spezielle Probleme von Textdaten</i> .....	9
2.5.2 <i>Spezielle Probleme von Bilddaten</i> .....	9
2.6 QUALITÄTSKONTROLLE .....	9
2.7 EINBINDEN IN DEN WORKFLOW .....	10
2.8 METADATEN.....	10
2.9 KOSTEN.....	11
2.9.1 <i>Erzeugung der digitalen Bilddaten</i> .....	11
2.9.2 <i>Pflege der Daten über mehrere Jahre</i> .....	13
<b>3. WIE KANN DIE LANGFRISTIGE VERFÜGBARKEIT DER DATEN SICHERGESTELLT WERDEN? .....</b>	<b>14</b>
3.1 UMFELD UND ZUGRIFF.....	14
3.1.1 <i>Online</i> .....	15
3.1.2 <i>Nearline</i> .....	15
3.1.3 <i>Offline</i> .....	15
3.2 DATENTRÄGER .....	15
3.2.1 <i>Verfügbarkeit von Standards</i> .....	15
3.2.2 <i>Optische Speichermedien—CDs</i> .....	16
3.2.3 <i>Optische Speichermedien—DVD (DVD-RAM, DVD-RW)</i> .....	18
3.2.4 <i>Optische Speichermedien—Magneto-optische Disks (MO)</i> .....	18
3.2.5 <i>Magnetische Speichermedien</i> .....	19
3.2.6 <i>Magnetische Speichermedien (Linear-Tape)—DLT und StorageTek 9840</i> .....	20
3.2.7 <i>Magnetische Speichermedien (Helical Scan)—DAT, Exabyte, Sony AIT</i> .....	21
3.2.8 <i>Magnetische Speichermedien—Magnetische Wechseldisk (ZIP, JAZ, Syquest)</i> .....	22
3.3 DATEN-FORMATE .....	22
3.3.1 <i>Datenformat für die einzelnen Datensätze</i> .....	22
3.3.2 <i>Formate auf dem Datenträger</i> .....	25
3.4 SYSTEME .....	26
3.4.1 <i>Mainframes MVS</i> .....	26
3.4.2 <i>Minicomputer der VMS-Famillie</i> .....	26
3.4.2 <i>Unix/Linux</i> .....	26
3.4.3 <i>WindowsNT</i> .....	27
3.4.4 <i>Window95/98, MacOS</i> .....	27
3.4.5 <i>MacOS X</i> .....	27
<b>4. PRIORITÄTENLISTE.....</b>	<b>28</b>
4.1 WELCHE PARAMETER SIND RELEVANT, UM DIE LANGZEITARCHIVIERUNG SICHERZUSTELLEN?.....	28
<b>5. KULTURGUT.....</b>	<b>29</b>
5.1. ORIGINALITÄT .....	29



---

5.2.	ÜBERFÜHRUNG IN DIE "DIGITALE DIMENSION" .....	29
5.3	DOKUMENTATION.....	29
5.4	DIGITALISIERUNG UND KULTURGÜTERSCHUTZ.....	30
5.4.1	<i>Mehrwert von digitalisiertem Kulturgut</i> .....	30
5.5	DIGITALISIERUNG: EIN BEITRAG ZUM KULTURGÜTERSCHUTZ .....	30
<b>6.</b>	<b>EMPFEHLUNGEN.....</b>	<b>31</b>
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAPHIE UND RESOURCENLISTE.....</b>	<b>32</b>
<b>8.</b>	<b>INTERNET RESOURCEN .....</b>	<b>35</b>

## Executive Summary

Um die langfristige Verfügbarkeit von digitalen Daten, resp. Information in digitaler Form zu gewährleisten, lohnt sich ein Vergleich mit der Schrift. Betrachten wir die Geschichte, so sehen wir, dass ein grosser Teil unseres Kulturgutes und unseres Wissens in Form von Schriftgut überliefert wurde und wird. Dieses Wissen hat die Jahrhunderte überlebt:

- Es wurde in symbolisch kodierter Form erstellt (Text, Buchstaben)
- Die Bücher und Texte wurden regelmässig kopiert und abgeschrieben, man wird dadurch unabhängig vom Medium. Die Qualität des Mediums ist von sekundärer Bedeutung, solange der “Code” noch dekodiert werden kann.
- Die Information wurde verbreitet. Vor allem nach Erfindung der Buchdruckes durch Gutenberg fand eine Massenverbreitung der Information statt.
- Schrift enthält viel Redundanz, sodass auch bei einem Zerfall des Mediums der Text immer noch gelesen werden kann. Diese Texte können noch gelesen werden!
- Redundanz ist wichtig, da damit eine grössere Sicherheit bei Beschädigung des Mediums entsteht, dafür braucht es aber mehr “Speicherplatz”. Unsere lateinische Schrift hat eine vergleichsweise hohe Redundanz (ca. 64 Zeichen = 6 bit), verglichen beispielweise mit der chinesischen Schrift (ca. 20'000 Zeichen = 15 bit)

Zur Speicherung der digitalen Daten braucht es im wesentlichen die folgenden Komponenten:

### Hardware

- Datenträger, Medium (CD, Tape)
- Computer, Schreib- Lesegerät für das Medium (Recorder)

### Software

- Betriebssystem (z.B. Windows NT)
- Format, wie das Medium beschrieben wird (z.B. eine CD im ISO 9660-Format)
- Format, die die digitalen Daten kodiert sind (z.B. ein Bild im TIFF-Format)
- Datenverwaltung (z.B. Datenbank)

Die „Zerfallskurve“ digitaler Daten unterscheidet sich stark vom Zerfall analoger Daten (z.B. Fotografien). Analoge Daten zeigen eine kontinuierliche Qualitätsverschlechterung, die durch optimale Lagerung nicht aufgehalten, sondern nur verlangsamt werden kann. Digital gespeicherte Information ist entweder lesbar und damit ohne Qualitätsverlust verfügbar, oder die Information ist unlesbar und damit „vollständig zerfallen“. Einen graduellen Qualitätsverlust ist bei digital gespeicherter Information nicht möglich. Ursachen hierzu können sein:

1. Der Datenträger ist defekt wegen der natürlichen Alterung
2. Der Datenträger ist defekt wegen Verschleiss
3. Es gibt keine Lesegeräte mehr (Hardware)
4. Es gibt keine Software mehr
5. Fehlbedienung

Um eine möglichst hohe Lebensdauer digital gespeicherter Information zu erhalten, müssen alle Teile

1. möglichst langlebig sein und
2. das schwächste (kurzlebigste) Glied der Archivierkette muss bekannt sein.

Die extreme Schnelllebigkeit der Informatik-Industrie, die kurzen Produktzyklen von Hard- und Software sind zurzeit das eindeutig grösste Problem bei der Archivierung. Man rechnet bei Computern und Datenspeicher mit einem Produktzyclus von **1 – 2 Jahren!**

Die Speicherkapazität wird immer höher und die Computer immer schneller, aber: Das führt zu Problemem bei der Kompatibilität bei Speichermedien:

- 1 Generation zurück: kann mit den aktuellen Geräten beschrieben und gelesen werden
- 2 Generationen zurück: kann im Allgemeinen nur noch gelesen werden
- 3 Generationen zurück: im Allgemeinen inkompatibel, der Datenträger kann nicht mehr gelesen werden

Vergleicht man diese Zeiten mit der Abschätzung der Lebensdauer von Datenträgern (Kapitel 1.1) so ist heute mit einer **Systemlebensdauer von 5 – 7 Jahren zu rechnen! Die gespeicherten Daten werden unlesbar, nicht weil das Medium kurzlebig ist, sondern weil die Systemwechsel so schnell sind!**

### Regeln für die Langlebigkeit

- Das verwendete Medium muss eine Lebensdauer von > 10 Jahren aufweisen. Das wird heute von allen Medien erfüllt.
- Das Medium soll eine möglichst hohe Systemlebensdauer aufweisen. Das ist bei den Medien erfüllt, die eine möglichst hohe Verbreitung und Nutzung aufweisen, in Praxis heisst das: CDROM, CD-R, Floppy, Magnetbänder der Typen: DLT, DAT und Exabyte.
- Das Medium muss auf allen Hardware-Plattformen und unabhängig vom Betriebssystem lesbar sein.
- Das Medium soll möglichst unempfindlich gegen Lesegerät-Austausch sein, also nicht nur auf dem Gerät gelesen werden, auf dem es geschrieben wurde. Systeme, die hohe Anforderungen an die mechanische Präzision stellen, sind hier besonders empfindlich, wie beispielsweise Magnetbänder, die mittels helical-scan (rotierende Magnetköpfe mit Schrägaufzeichnung) beschrieben werden (Exabyte, DAT)
- Keine proprietären Software-Formate verwenden, sondern Standards, die offen gelegt und beschrieben sind und zwar sowohl für das Format mit dem das Medium beschrieben wird (CD-R: ISO9660, Magnetbänder: tar, cpio ..) wie für das verwendete Datenformat („Im Notfall sogar selber programmieren“).
- Medien und Formate mit möglichst hoher Rendundanz verwenden. Die heutigen Speichersystem verwenden alle Fehlerkorrekturen, teilweise (bei Magnetbänder) besteht sogar die Möglichkeit, die Anzahl korrigierter Lese- und Schreibfehler festzustellen. Bei Datenformaten ist auf komprimierte Formate verzichten, denn es gilt: Verlustfreie Kompression = Elimination der Rendundanz.

- Fehlbedienung ist eine grosse Quelle von Datenverlust! Dazu gehören Fehler wie unabsichtliches Löschen, keine Kontrolle der geschriebenen Daten oder falsches Handling der Datenträger (CD-R: Fingerabdrücke, Staub, Klebmarken! ).
- Von Anfang an muss eine Strategie für das periodische Prüfllesen der Datenträger und die Migration der Daten auf neue Datenträger vorgesehen werden.

## 1. Übersicht Einsatz neuer Technologien

### 1.1 Einführung

Dieser Bericht ist auf Papier gedruckt, dass eine Lebenserwartung von etwa 50 Jahren hat.

Die unten stehende Tabelle mit Daten über die Lebenserwartung verschiedener Medien wurde der Publikation *Time and Bits* [1] entnommen:

<i>Medium</i>	<i>Lebenserwartung in Jahren (abhängig von den Lagerungsbedingungen)</i>
CD	5-200
Zeitungen	10-20
VHS Band	10-30
DAT	10-30
Manet- Band	10-30
Mikrofilm	10-500
Kodachrome	100
Säurefreies Papier	100-500
HD-Rosetta	1000+
Ägyptische Steintafeln	2200+

*Tabelle 1: Lebenserwartung verschiedener Medien [1]*

Diese Tabelle zeigt jedoch nur einen Teil der Wahrheit. Der folgende Bericht soll Einstieg in die Vielschichtigkeit dieser Problematik bieten und soll helfen, Entscheidungen bei der Strategieentwicklung der Lagerung digitaler Daten zu fällen.

Digitale Daten aller Art sind seit einigen Jahren ein fester Bestandteil jedes Archives. Unterlagen und Archivgut beinhaltet somit längst nicht mehr nur Akten auf Papier oder Filmmaterialien. Damit wird neues Wissen über die Langzeitlagerung der elektronischen Daten notwendig. Es ist wichtig, sich vor Augen zu halten, dass eine gute Langzeitarchivierung beginnt, bevor die digitalen Daten entstehen. Dies hat zur Folge, dass Archive digitaler Daten grundsätzlich anders aufgebaut werden müssen als traditionelle Archive. [2-5]

Die Digitalisierung von Dokumenten und Bildmaterialien aller Art hat für diese prinzipiell die gleiche Bedeutung wie die Schrift und die Druckkunst für die Sprache: Zum ersten Mal ist es möglich, Originale dieser Art, z.B. Bilder in symbolischer Form (als Zahlenbündel) zu kodieren und diesen Code immateriell zu transportieren und zu replizieren. Die digitale Revolution kann als echte Revolution angesehen werden, da sie in einem gewissen Sinne Ort und Zeit bedeutungslos werden lässt und den Begriff des Unikats abschafft. Der Schrift entspricht die symbolische Kodierung, während die durch die Digitalisierung mögliche Massenverarbeitung analog zur Bedeutung Buchdruckkunst in der Sprache ist. Die Eigenschaften jedes digitalen Codes und somit aller digitalen multimedialen Daten sind also wie folgt:

- Der digitale Code ist prinzipiell unabhängig vom Medium, worauf er fest gehalten ist. Das Medium ist beliebig austauschbar (auch wenn z.B. ein in Stein gemeisselter digitaler Code relativ unhandlich ist).
- Digitalisierte Information kann ohne Datenverlust repliziert, d.h. kopiert werden. Der Datenverlust ist dabei – das richtige Prozedere vorausgesetzt – im mathematischen Sinne gleich Null. Dies hat zur Folge dass der Begriff des Unikats für digitale Daten sinnlos wird, da das “Original” und die “Kopie” identisch und ununterscheidbar sind. Eine weitere wichtige Kon-

sequenz ist, dass durch die verlustfreie Kopierbarkeit eine im Prinzip unbegrenzte Lebensdauer der digitalen Information resultiert.

- Redundanz ist wichtig, da damit eine grössere Sicherheit bei Beschädigung des Mediums entsteht, dafür braucht es aber mehr "Speicherplatz". Unsere lateinische Schrift hat eine vergleichsweise hohe Redundanz (ca. 64 Zeichen = 6 bit), verglichen beispielsweise mit der chinesischen Schrift (ca. 20'000 Zeichen = 15 bit).
- Der digitale Code kann über jeden Informationskanal übertragen werden, und dies prinzipiell mit Lichtgeschwindigkeit. Damit werden für digitale Daten Raum und Zeit aufgehoben.

Die digitale Revolution hat sehr grosse Auswirkungen für Archive jeglicher Art. Beim Erstellen der digitalen Daten muss jedoch bereits klar sein, wie die Daten archiviert werden. Dieses Vorgehen stellt ein neues Arbeitsmodell dar, da in den bisherigen, konventionellen Archiven die Langzeitarchivierung erst oft Jahre nach der „Geburt der Dokumente“ in Angriff genommen werden kann.

## 1.2 Verschiedene Modellfälle

Verschiedene Modellfälle aus den USA sollen in diesem Abschnitt kurz beschrieben werden, vor allem in Bezug auf Strategien, die entwickelt wurden. Es handelt sich dabei um:

- American Memory Project der Library of Congress ([lcweb2.loc.gov/ammem/ammemhome.html](http://lcweb2.loc.gov/ammem/ammemhome.html))
- Digital Access Project, National Archives ([www.nara.gov/nara/vision/eap/eapspec.html](http://www.nara.gov/nara/vision/eap/eapspec.html))
- Project „Open Book“, ([www.library.yale.edu/preservation/pobweb.htm](http://www.library.yale.edu/preservation/pobweb.htm))
- Making of America, University of Michigan, University of Berkeley ([sunsite.berkeley.edu/moa2/wp-v2.html](http://sunsite.berkeley.edu/moa2/wp-v2.html))

Die angegebenen Webseiten enthalten sehr viel Informationen zur Digitalisierung, zum Planen von Projektablaufen, und zur Archivierung der Daten.

Auf den Webseiten der Library of Congress findet man genaue Beschreibungen aller Projektdetails. Diese Beschreibungen werden in vielen Fällen als Grundlage für Digitalisierungsprojekte "kopiert". Neben Spezifikationen für die eigentliche Digitalisierung, findet man auch Angaben über verwendete Formate und Speichermedien. Alle verwendeten Bild- und Textdatenformate sind weit verbreitete Standardformate (wie TIFF). Als Speichermedien um die Daten vom Anbieter zur Library zu bringen, werden CD-R's (geschrieben nach ISO 9660 Spezifikationen) und 8mm - Bänder (im tar-Format, lesbar auf IBM RS-6000 Computern) akzeptiert. Es finden sich auch genaue Angaben zu den benützten Metadaten für die verschiedenen Originale auf den Webseiten. Die digitalen Daten werden auf Mainframe Computersystemen gespeichert.

Das Projekt der National Archives ist ebenfalls gut dokumentiert. Die Digitalisierung erfolgte hier "in-house", wurde aber von einem Anbieter durchgeführt. Die Spezifikationen enthalten genaue Angaben zum Digitalisierungsprozess und zur Qualitätskontrolle. Interessant sind auch die Kapitel über die Schulung des Personals in der Handhabung der Originale. Auch hier wird grosser Wert auf den Gebrauch weit verbreiteter Standards gelegt. Auch hier erfolgt die Speicherung der digitalen Daten auf den Mainframe Systemen der National Archives.

Projekt "Open Book" war eine Machbarkeitsstudie für die Umwandlung von Mikrofilmen in digitale Daten. In diesem Projekt wird ebenfalls der Gebrauch von offenen Standards hervorgehoben. Technische Spezifikationen und eine genaue Beschreibung des Projektablaufes finden sich auf den angegebenen Webseiten. Als Speichermedien werden hier MO Disks verwendet. Als "Gegen-



---

projekt” zum Projekt “Open Book” sollte das Projekt “Digital to Microfilm Conversion: A Demonstration Project ([www.library.cornell.edu/preservation/com/comfin.html](http://www.library.cornell.edu/preservation/com/comfin.html))” nicht unerwähnt bleiben.

Als letzten Modellfall soll “Making of America” (MOA), eine Zusammenarbeit zwischen der University of Michigan und der University of Berkeley erwähnt werden. Es handelt sich hier um ein Modellprojekt für die “digitale Bibliothek” der Zukunft. Die angegebenen Webseiten enthalten eine sehr genaue technische Beschreibung des ganzen Projektes. Hier wird neben den offenen Standards für Formate vor allem auch die Bedeutung von Metadaten für ein Überleben der digitalen Files ausführlich dokumentiert.

Es ist wichtig, sich vor Augen zu halten, dass es sich bei all diesen Projekten um Modellfälle handelt. Die Projektbeschreibungen sind nicht als Universallösungen anzuschauen, sondern müssen in jedem Fall für den Eigenbedarf angepasst werden.

## 2. Welche Qualität müssen die erfassten Daten, insbesondere Bilder, aufweisen?

### 2.1 Definition von Qualität

Die notwendige Qualität der Digitalisierung analoger Daten ist ein vielschichtiges und viel diskutiertes Problem. Sie ist abhängig von der Natur der analogen Ausgangsdaten und den Anforderungen an die Wiedergabetreue. Bei Textdaten kann es einerseits wichtig sein, dass der Text als Faksimile lesbar ist, andererseits interessiert unter Umständen nur der Inhalt des Textes. Hier kann Schrifterkennung (OCR) verwendet werden, um den Text in eine suchbare Form umzuwandeln. Die Qualität von Bilddaten ist dagegen oft schwieriger zu beurteilen. Es kann z.B. wichtig sein, kleinste Details des Originals im digitalen Bild wieder zu finden, oder das digitale Bild soll zur Darstellung auf einem Monitor oder zum Druck optimiert sein. Je nach Zielvorgabe wird so das digitale Bild eine andere Qualität aufweisen.

Die Qualität ist abhängig von sehr vielen verschiedenen Parametern. Oft können sie nicht einzeln beurteilt werden, da sie voneinander abhängig sind. Es hat sich gezeigt, dass Testpersonen viel kritischer sind beim Beurteilen der Qualität von Druckerzeugnissen im Vergleich zur Qualität am Monitor. Ferner ist zu beachten, dass die Beurteilung digitaler Bilder am Bildschirm nur auf einem gut kalibrierten System erfolgen sollte. Insbesondere ist die Arbeitsumgebung adäquat zu gestalten (siehe 2.5.1).

Ein Grundsatzentscheid muss gefällt werden, ob die Digitalisierung selbst durchgeführt wird, d.h. auf einem eigenen System erfolgen soll, oder ob eine aussenstehende Stelle damit beauftragt werden soll. In beiden Fällen ist ein genügendes Fachwissen im Archiv selbst notwendig, um richtige Entscheidungen zu fällen und das richtige Personal einzustellen, oder die Anbieter richtig beurteilen zu können.

### 2.2 Subjektive vs. objektive Qualität

Für die Projektplanung müssen subjektive and objektive Qualitätskriterien unterschieden werden.

*Objektive Bildqualität* wird bestimmt durch Messungen von Bildeigenschaften. Historisch gesehen, wurde die Definition von Bildqualität durch die messbaren Eigenschaften bestimmt.

*Subjektive Bildqualität* wird bestimmt durch das Urteil von Beobachtern. Stimuli, die nicht gemessen werden können, können mit psychometrischen Testmethoden bestimmt werden. Die Stimuli werden gemäss der Reaktion, die sie beim menschlichen Beobachter auslösen, geordnet. Psychometrische Methoden sind eine Indikation für die Unterschiede in den Reaktionen. Messungen dieser Art sind erst seit in den letzten 40 Jahren unternommen worden. [6]

### 2.3 Welche Qualität ist notwendig für welche Anwendung?

Ein wichtiger Punkt während die Projektplanung ist die Definition der Anwendungen und der Benutzer. [7-9] Es sollte dabei möglichst genau eruiert werden, wozu die Daten verwendet werden sollen, soweit dies zum heutigen Zeitpunkt schon bekannt ist. Im Falle eines Bildarchives sollen zum Beispiel einige Bilder eingescannt und auf verschiedene Arten ausgegeben werden. Anschließend muss in Zusammenarbeit mit den Benutzern und z.B. dem Drucker eruiert werden, ob die Ausgabe zufrieden stellend ist. [10-12]

### 2.4 Voraussetzungen für die Produktion guter Qualität

Es gibt verschiedene Voraussetzungen, die erfüllt sein müssen, um digitale Bilder in guter Qualität zu produzieren. Zwei der wichtigsten Punkte sollen hier herausgegriffen werden, nämlich das Gestalten der Arbeitsumgebung und die Auswahl und Schulung des Personals.

### 2.4.1 Gestalten der Arbeitsumgebung

Seit Ende 1999 gibt es einen ISO Standard zur Gestaltung der Arbeitsumgebung (ISO 3664, Viewing Conditions for Graphic Technology and Photography). Der Text ist hier in der Originalfassung auf Englisch wiedergegeben.

The chromaticity of the white displayed on the monitor should approximate that of D65. The luminance level of the white displayed on the monitor shall be greater than 75 cd/m<sup>2</sup> and should be greater than 100 cd/m<sup>2</sup>.

When measured in any plane around the monitor or observer, the level of ambient illumination shall be less than 64 lux and should be less than 32 lux. The color temperature of the ambient illumination shall be less than or equal to that of the monitor white point.

The area immediately surrounding the displayed image shall be neutral, preferably grey or black to minimize flare, and of approximately the same chromaticity as the white point of the monitor.

The monitor shall be situated so there are no strongly colored areas (including clothing) directly in the field of view or which may cause reflections in the monitor screen. Ideally all walls, floors, and furniture in the field of view should be grey and free of any posters, notices, pictures, wording, or any other object which may affect the viewer's vision.

All sources of glare should be avoided since they significantly degrade the quality of the image. The monitor shall be situated so that no illumination sources such as unshielded lamps or windows are directly in the field of view or are causing reflections from the surface of the monitor.

Die wichtigsten Punkte (dies ist keine vollständige Übersetzung):

- Das Weiss des Bildschirms soll D65, also Tageslicht, entsprechen.
- Die Beleuchtung im Raum soll etwa 32 lux betragen bei einer Farbtemperatur von  $\leq 6500$  K.
- Die unmittelbare Umgebung des Bildschirms soll neutral, am besten grau oder schwarz gehalten werden.
- Der Bildschirm soll so platziert werden, dass keine Reflexionen im Bildschirm entstehen. Insbesondere ist auch darauf zu achten, dass die Kleidung, die die Person vor dem Bildschirm trägt keine Reflexionen verursacht. Idealerweise sollten alle Wände, Fussböden und Möbel, die im Blickfeld der Person, die vor dem Bildschirm sitzt, grau sein.
- Lichtquellen dürfen keine Reflexionen im Bildschirm verursachen.

### 2.4.2 Auswahl und Schulung des Personals

Ein wichtiger Punkt in der Qualitätsdiskussion ist die Auswahl von geeignetem Personal. Dabei spielt es natürlich eine Rolle, welche Teile des Projektes in-house erledigt werden sollen und welche Teile von einem externen Anbieter ausgeführt werden. Erfahrungen aus anderen Projekten haben gezeigt, dass oft angenommen wird, man könne dieselbe Person für alle anfallenden Arbeiten einsetzen. Die Bereiche Digitalisierung, Katalogisierung und Langzeitpflege erfordern jeweils spezielles Wissen, welches kaum in einer Person vereinigt vorliegen wird. Es geht deshalb vor allem darum, ein geeignetes Team von Leuten zusammenzubringen.

Es hat sich gezeigt, dass zum Einscannen von Dokumenten und Bildern am besten Personal gesucht werden soll, das visuell geschult ist. Wer gerne mit Bildern arbeitet, wird auch nach einigen Stunden noch gute Arbeit leisten. Es ist auch darauf zu achten, dass das Personal im Umgang mit heiklen Dokumenten jeder Art geschult wird (z.B. Glasplatten). Da die meisten Schäden an Objekten durch unsachgemässes Behandeln entstehen, ist es sehr wichtig in diesem Bereich Richtlinien aufzustellen und auch darauf zu achten, dass diese eingehalten werden.

Zum Katalogisieren wird Personal mit Fachwissen über den Inhalt der digitalisierten Dokumente, z.B. Historiker, Soziologen, etc., gefordert.

Die langfristige Pflege der digitalen Daten, aber auch der Aufbau der Computerinfrastruktur benötigt Personal mit soliden Informatikkenntnissen. Auch in diesem Bereich ist es wichtig, sich im

Klaren zu sein, dass verschiedene Aufgaben, wie Datenbankkonzeption und Programmierung, Internet spezifische Probleme, oder Netzwerkprobleme, oft nicht von derselben Person bearbeitet werden können.

## 2.5 Text und Bilder

Das Scannen von Dokumenten unterscheidet sich klar vom Scannen von Bildern. Es ist wichtig, sich die Unterschiede klar vor Augen zu halten, wenn die Parameter für den Scanprozess bestimmt werden.

### 2.5.1 Spezielle Probleme von Textdaten

Das wichtigste Kriterium für digitalisierte Textdaten ist die Lesbarkeit. Diese ist einerseits abhängig von der räumlichen Auflösung (Anzahl Pixel), die bei Scannen gewählt wurde, andererseits muss das Scannen so erfolgen, dass Text und Hintergrund sich klar unterscheiden. Qualitätsstandards für Textdaten sind daher oft eng verwandt mit den Standards, die für Mikrofilme entwickelt worden sind. Insbesondere gibt es Regeln, welche räumliche Auflösung nötig ist, um die kleinsten Buchstaben noch lesen zu können. Details dazu können gefunden werden bei [13]. Das Problem der Unterscheidung von Text und Hintergrund wird oft gelöst, indem die Daten in 8 Bits (256 Graustufen) eingescannt werden und anschliessend eine Reduktion auf weniger Bits erfolgt. Andere Probleme tauchen auf, wenn der Text in suchbare Form umgewandelt werden soll, Neuerfassung (Abschreiben!) oder Texterkennung sind hier die zur Wahl stehenden Möglichkeiten.

### 2.5.2 Spezielle Probleme von Bilddaten

Im Gegensatz zu Textdokumenten, wo sich auf Grund der Forderung nach Lesbarkeit eindeutige Mindestanforderungen an die Scanqualität gestellt werden können, ist dies bei Bildern sehr viel schwieriger, da Bilder keinen „kleinsten gemeinsamen Nenner“, wie z.B. den kleinsten Buchstaben eines textdokumentes aufweisen. Somit müssen die Scanparameter für jede Klasse von Bildern neu eruiert und optimiert werden. Die Variabilität von Bildern ist sehr hoch (z.B. Bildschärfe, Bildtyp, Kontrastumfang etc.).

Beim Erstellen und bei der Beurteilung von digitalen Bilddaten gibe es vier wichtige Parameter, die berücksichtigt werden müssen:

- Tonreproduktion
- Farbproduktion
- Detailreproduktion
- Rauschen

Es würde zu weit führen, auf diese Parameter hier im Detail einzugehen. Weiterführende Literatur findet man unter [21-23].

## 2.6 Qualitätskontrolle

Die Qualitätskontrolle ist ein integraler Bestandteil jedes Projektes. Es soll hier nur kurz dargestellt werden, welche Punkte kontrolliert werden können. Es ist jedoch projektabhängig, welche Punkte berücksichtigt werden und welchen Punkten mehr Gewicht beigemessen wird. Das Personal muss die Kontrollen verstehen, akzeptieren und regelmässig durchführen.

Bei der Kontrolle des digitalen Faksimiles (Rohscan in höchster Auflösung) muss man sich darüber im Klaren sein, dass der Benutzer nur im Ausnahmefall diese Rohdaten zu Gesicht bekommt.

Das digitale Bild, mit dem der Endbenutzer arbeitet, ist in den meisten Fällen aufbereitet worden, um entweder für den Bildschirm oder für den Druck optimiert zu sein.

Die Qualitätskontrolle umfasst neben den in Kap. 2.6.2 erwähnten Parametern (Ton-, Farb- und Detailreproduktion sowie Rauschen) folgende Punkte[14]: Seitenrichtigkeit, Staub und Schmutz, Vollständigkeit (Bild nicht abgeschnitten).

Wie eine Qualitätskontrolle aussehen kann, findet man unter [www.rlg.org](http://www.rlg.org). im Detail beschrieben. [24-29]

## 2.7 Einbinden in den Workflow

Qualitätskontrolle muss an verschiedenen Stellen im Workflow erfolgen und von Anfang an in diesen eingebunden werden. Dabei sind wie oben erwähnt, verschiedene Gebiete zu beachten.

- Als Erstes muss kontrolliert werden, ob die digitalen Daten entsprechend den Vorgaben produziert worden sind. Häufig werden Bilder seitenverkehrt gescannt, insbesondere bei älteren Negativen ist es oft nicht einfach, die Emulsionsseite und die Trägerseite auseinander zu halten.
- Besonderes Augenmerk ist auf die richtige Namensgebung der Dateien zu richten. Fehler in diesem Bereich sind nachträglich oft nur mit sehr grossem Aufwand zu korrigieren, da meist eine grosse Anzahl von Bildern nach dem „fehlenden“, d.h. falsch bezeichneten Bild durchgesucht werden müssen.
- Ein weiterer Punkt ist die Sauberkeit der Scanner (Staub, Flecken auf Glasunterlage etc.). Gerade alte Vorlagen hinterlassen oft auf dem Scanner Spuren, welche bei nachfolgenden Bildern als Störungen im Bild erscheinen und aufwändige Retouschearbeiten nach sich ziehen.
- Als letzter Punkt müssen die Metadaten kontrolliert werden.

## 2.8 Metadaten

Metadaten sind „Daten über Daten“. [15-18] Die folgende Tabelle erklärt das Wesen verschiedener Typen von Metadaten ausführlicher. Jedes Projekt wird etwas andere Vorgaben haben bezüglich Metadaten.

<i>Type</i>	<i>Definition</i>	<i>Examples</i>
Administrative	Metadata used in managing and administering information resources	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acquisition information</li> <li>• Rights and reproduction tracking</li> <li>• Documentation of legal access requirements</li> <li>• Location information</li> <li>• Selection criteria for digitization</li> <li>• Version control</li> </ul>
Descriptive	Metadata used to describe or identify information resources	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cataloging records</li> <li>• Finding aids</li> <li>• Specialized indexes</li> <li>• Hyperlinked relationships between resources</li> <li>• Annotations by users</li> </ul>
Preservation	Metadata related to the preservation management of information resources	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentation of physical condition of resources</li> <li>• Documentation of actions taken to preserve physical and digital versions of resources, e.g., data refreshing and migration</li> </ul>
Technical	Metadata related to how a system functions or metadata behaves	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hardware and software documentation</li> <li>• Digitization information, e.g., formats, compression ratios, scaling routines</li> <li>• Tracking of system response times</li> <li>• Authentication and security data, e.g., encryption</li> </ul>

Use	Metadata related to the level and type of use of information resources	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keys, passwords</li> <li>• Exhibition records</li> <li>• Use and user tracking</li> <li>• Content re-use and multi-versioning information</li> </ul>
-----	--	---

Tabelle 2: Definitionen von verschiedenen Metadaten [19]

Metadaten werden an verschiedenen Stellen des Workflows kreiert. Während dem Scanvorgang können automatisch Metadaten erzeugt werden. Andere Daten werden bei der Nachkontrolle automatisch oder manuell zugefügt. Es ist sehr wichtig, dass diese Metadaten kontrolliert werden, um sicherzustellen, dass sie und der Inhalt der Dateien übereinstimmen. Im weiteren muss bestimmt werden, ob die Metadaten im Header des Datenfiles eingelagert werden, oder ob eine separate Datenbank erstellt werden soll. Ersteres ist möglich bei heutigen Dateiformaten und wird in Zukunft noch erweitert werden mit der Einführung von Formaten wie TIFF/EP [20], ein Format, das speziell für die digitale Fotografie entwickelt worden, und darauf ausgerichtet ist, sehr viel Zusatzinformation im Fileheader zu speichern. Falls die Metadaten im Header mitgeführt werden, ist darauf zu achten, dass die verwendete Software diese Zusatzdaten richtig interpretieren kann und die Daten auch wieder mitabspeichert. Werden die Daten in einer separaten Datenbank gespeichert muss darauf geachtet werden, dass die Verbindung zwischen Daten und Metadaten, insbesondere bei Migration der Datenformate etc., erhalten bleibt.

Die Diskussion über die den Scanprozess betreffenden Metadaten ist zurzeit in Fachkreisen voll im Gange. Deshalb können hier noch keine abschliessenden Aussagen darüber gemacht werden. Beispielsweise muss noch genau definiert werden, welche technischen Daten nötig sind, um Bilddaten von einem System auf ein anderes zu portieren. [30]

## 2.9 Kosten

Da die ersten digitalen Langzeitarchive erst im Aufbau begriffen sind, sind noch nicht sehr viele Kostenmodelle und effektive Kostenabrechnungen verfügbar. Einige Anhaltspunkte sind in einem Bericht von Puglia [31] zu finden. Er bezieht sich darin auf Daten, die in den letzten 5-10 Jahren in verschiedenen Projekten erarbeitet worden sind. Dabei handelt es sich sowohl um Projekte, bei denen nur Dokumente, nur Bilder, oder beides digitalisiert worden sind. Ausserdem ist zu beachten, dass oft nicht sehr viel Information über die erzeugte Bildqualität bekannt ist und dass jedes Projekt andere Rahmenbedingungen aufweist, welche ebenfalls eine Auswirkung auf die Kosten haben.

Im Allgemeinen wird aus der Kostenanalyse klar, dass

- ca. 1/3 der Kosten Digitalisierungskosten sind
- ca. 1/3 der Gesamtkosten für die Erstellung der Metadaten (dies beinhaltet auch die Katalogisierung, Beschreibung, und Indexierung) aufgewendet wird
- ca. 1/3 der Gesamtkosten durch andere Aktivitäten wie Administration und Qualitätskontrolle entstehen.

### 2.9.1 Erzeugung der digitalen Bilddaten

Im Folgenden sind einige Zahlen aus dem Puglia Report wiedergegeben. Die Angaben wurden in Dollars belassen. Bei den Projekten, die namentlich erwähnt werden handelt es sich um die Projekte LC/Ameritech und NARA. Ersteres war eine Wettbewerbsausschreibung der Library of Congress. NARA ist unter 1.2.2 näher beschrieben.

Prozesse	LC/Ameritech 1996	NARA	Andere	Im Durchschnitt
----------	-------------------	------	--------	-----------------

Digitalisierung	\$6.60	\$7.60	\$6.50	\$6.15
Kreieren der Metadaten	\$12.40	Bis zu \$7.60	\$9.25	\$7.00
Andere	Inbegriffen in oben stehenden Kosten	Nicht anwendbar	\$13.40	\$10.10
Total	\$19.00	\$12.40-17.60	\$29.15	\$23.25
Bilder/Tag	40	200	45	25

Tabelle 3: Durchschnittliche Kosten per Bild und Produktionskosten für verschiedene Digitalisierungsprojekte

Puglia macht einen weiteren interessanten Vergleich, indem er Preis und Dateigrösse gegenüberstellt (die Zahlen stammen wiederum vom NARA Projekt). Wie nicht anders zu erwarten sind grössere Dateien teurer zu digitalisieren und zu unterhalten als kleinere.

- 1-Bit Scans von Dokumenten (zwischen 75 und 100 KB) kosten \$0.31 bis \$0.34.
- Dateien von ca. 10 MB (Nara Masterfiles) kosten \$7.60.
- Scans von übergrossen Dokumenten (wie Karten) wurden von Internegativen gescannt (ca. 70 Mb) und kosten etwa \$20.

Prozesse	Gemischte Sammlung (pro Stück)	Einzelstücke*	Photographische Sammlungen (pro Photographie)	Bücher/Dokumente (pro Seite)
Digitalisierung	\$9.35	\$5.30	\$7.60	\$4.30
Kreieren der Metadaten	\$10.60	\$10.40	\$5.85	\$5.60
Andere	\$11.40	\$17.20	\$13.45	\$3.55
Total	\$31.35	\$32.90	\$26.90	\$13.45

Tabelle 4: Durchschnittliche Kosten für verschiedene Materialien

\*wird in der Originalquelle von Steve Puglia mit „single items“ nicht näher spezifiziert

Durchschnittliche Kosten mögen hilfreich sein, um Budgets aufzustellen. Nur wenige Projekte werden jedoch diesen durchschnittlichen Kosten entsprechen, und es kann durchaus legitim sein, Projektkosten zu budgetieren, die sehr viel höher liegen. Die folgende Tabelle soll dies veranschaulichen. Es kann auch erkennen, dass die veranschlagten und die aktuellen Kosten oft ziemlich weit auseinanderliegen.

Digitalisierungskategorie	Digitalisierung	Kreation der Metadaten	Andere Kosten	Total
Alle Modelle	\$0.25-\$19.80	\$0.75-\$34.65	\$0.45-\$50.20	\$1.85-\$96.45
Ohne Ausreisser (sehr teure oder sehr billige Projekte)	\$0.25-\$16.65	\$0.75-\$17.25	\$0.45-\$28.15	\$1.85-\$42.45
Gemischte Sammlungen	\$3.45-\$16.50	\$2.85-\$17.25	\$4.50-\$21.55	\$3.25-\$40.50
Einzelstücke*	\$1.90-\$8.00	\$5.75-\$12.85	\$7.60-\$28.15	\$23.10-\$35.80
Photographien	\$2.30-\$16.65	\$4.85-\$6.45	\$3.35-\$24.65	\$5.20-\$42.45
Bücher/Dokumente	\$2.10-\$6.10	\$1.50-\$11.10	\$1.35-\$6.90	\$4.60-\$14.40
Neutippen von Text	\$2.55-\$5.00	\$2.35-\$5.70	Nicht genügend	Nicht genügend

			Daten	Daten
OCR	\$0.25-\$3.60	\$0.75-\$2.40	\$0.40-\$2.10	\$1.85-\$7.65

Tabelle 5: Kostenspannen für verschiedene Projekte

\*wird in der Originalquelle von Steve Puglia mit „single items“ nicht näher spezifiziert

### 2.9.2 Pflege der Daten über mehrere Jahre

Es existieren nur wenige Modelle, die die Kosten für die Pflege der digitalen Daten über mehrere Jahre beinhalten. Oft werden Infrastrukturkosten für IT (Kosten für die Programmierung von Datenbanken, Bereitstellung von Servern etc. ) separat berechnet und erscheinen nicht in den Kosten für die Datenpflege. Da die IT-Infrastruktur meist auch für andere Belange benützt wird, scheint dies nicht abwegig.

Die folgenden Daten sind aus drei verschiedenen Projekten abgeleitet und auf die Kosten für NARA projiziert.

- NARA:

Nur eine Kopie des digitalen Masterfiles wird langfristig archiviert

- Alle fünf Jahre kopieren des Files (\$0.45-\$1.95 pro Bild und Kopie)
- Konversion des File-Formates einmal in zehn Jahren (\$0.80 pro Bild)

Zugriff zu kleineren Files, die on-line gelagert werden:

- Schätzungsweise \$0.50-\$1.45 pro Mb und Jahr

Diese Kosten zusammen ergeben \$1.70-4.70 pro Bild für die ersten 10 Jahre, oder **15%-40% der Digitalisierungskosten.**

- Ein zweites Modell wird nach einem Kostenmodell von Cornell ([www.library.cornell.edu/preservation/com/comfin.html](http://www.library.cornell.edu/preservation/com/comfin.html)) gerechnet.

Die Kosten werden hier auf \$0.10-\$0.11 pro Mb und Jahr geschätzt.

Das ergibt für die NARA Files Kosten von rund \$10 pro Bild für die ersten 10 Jahre, oder **55%-60% der Digitalisierungskosten.**

- Ein letzter Ansatz geht davon aus, dass die Daten extern, von einem Anbieter gewartet werden.

Nach diesem Modell ist mit Kosten von \$13.60-\$39.40 pro Bild zu rechnen.

Dies würde **75%-225% der Digitalisierungskosten** entsprechen.

Man sieht, dass diese drei Modelle zu sehr unterschiedlichen Kostenprojektionen kommen. Es scheint daher sinnvoll, einen Mittelweg zu suchen, und anzunehmen, dass die Kosten für die Pflege der Datenfiles und der dazugehörigen Metadaten während zehn Jahren, zwischen 50% und 100% der Erstellungskosten betragen. Dies würde zu jährlichen Kosten von 5% bis 10% der Erstellungskosten führen.

Obwohl es schwierig ist, die Kosten der Datenpflege am Anfang eines Projektes abzuschätzen, sollten diese im Anfangsbudget eines Projektes nicht fehlen. Man muss jedoch bedenken, dass in einigen Jahren mehr und mehr reale Kostenabrechnungen zur Verfügung stehen werden, die diese Aufgabe erleichtern werden.



### 3. Wie kann die langfristige Verfügbarkeit der Daten sichergestellt werden?

Die langfristige Verfügbarkeit der digitalen Daten stellt ein komplexes Problem dar. Man muss sich jedoch in Erinnerung rufen, dass jede kodierte Information sehr einfach und ohne Verlust kopiert werden kann. Wenn man sich der Gefahren bewusst ist, die auf die Daten lauern, ist es daher möglich, Systeme zu erarbeiten, die es erlauben werden, die digitalen Daten auch in der Zukunft fehlerfrei abzurufen. Das folgende Kapitel wird auf diese Gefahrenherde im Einzelnen eingehen und Lösungsansätze aufzeigen.

Standards sind die Grundlage, um den Wert digitaler Daten über lange Zeit und den Austausch von Information mit anderen und zukünftigen Systemen zu garantieren. Es gibt verschiedene Typen von Standards:

- Einerseits gibt es so genannte Industriestandards, die durch Übereinkommen zwischen verschiedenen Firmen zu Stande kommen. Oft erhalten Standards dieser Art eine “offizielles Gütesiegel” einer anerkannten Standardorganisation. Beispiele dieser Kategorie sind Postscript und das TIFF File Format.
- Daneben gibt es Standards, die von verschiedenen Standardkomitees erstellt werden. Dies geschieht einerseits auf nationaler, andererseits auf internationaler Ebene. Die folgende Liste gibt einen kurzen Überblick über die Komitees, die für den Imaging Bereich wichtig sind.

Internationale Standard Komitees:

ISO International Organization for Standardization

ISO TC42: Technical Committee Photography

ISO TC130: Technical Committee Graphic Arts

IEC International Electrotechnical Commission

ITU International Telecommunications Union

CIE Commission International de l'Eclairage

IPA International Prepress Association

CEN European Committee for Standardization

Nationale Standard Komitees und Vereinigungen, die an Standards interessiert sind:

ANSI American National Standards Institute

NIST National Institute of Standards and Technology, US Department of Commerce

PIMA Photographic and Imaging Manufacturers Association

SMPTE Society of Motion Picture and Television Engineers

Informationen über Standards findet man heute auf dem Web. [32, 33]

#### 3.1 Umfeld und Zugriff

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, wie die digitalen Files gelagert und auf sie zugegriffen werden kann. Das hängt einerseits von der Projekt- und Institutionsumgebung ab, andererseits spielt vor allem die Sicherheit, und damit kein Zugriff auf Daten für Unbefugte, eine grosse Rolle.

### 3.1.1 Online

On-line Zugriff auf Daten ist sehr schnell, benötigt aber immense Speicherkapazitäten. Oft werden daher Datenfiles mit etwas niedriger Qualität, die die meisten Abfragen befriedigend ausführen können, on-line aufbewahrt.

### 3.1.2 Nearline

Für einen schnellen Zugriff auf die Datenfiles höchster Qualität könne Tape-Robot Systeme eingesetzt werden. Innerhalb weniger Minuten ist ein Datenfile damit zugreifbar ohne dauernd on-line Speicherplatz zu beanspruchen.

### 3.1.3 Offline

Meist werden die Datenfiles, die die höchste Qualität aufweisen, offline aufbewahrt. Es ist auf jeden Fall ratsam, Backup-Kopien offline aufzubewahren. Mindestens eine dieser Kopien sollte ausser Haus bei den empfohlenen Lagerbedingungen aufbewahrt werden.

## 3.2 Datenträger

Es ist schon Einiges publiziert worden, über die Haltbarkeit von digitalen Datenträgern. [34] Es ist jedoch wichtig, dass man sich bewusst ist, dass auf diesem Gebiet noch sehr wenige Standards existieren und es daher oft schwierig ist, verschiedene Dinge miteinander zu vergleichen. Die folgenden Kapitel werden die verschiedenen Datenträger kurz beschreiben, Standards aufzeigen und Vor- und Nachteile für die Langzeitlagerung diskutieren. Man darf jedoch nicht vergessen, dass die Datenträger in den allermeisten Fällen länger haltbar sind als die Systeme auf denen sie geschrieben und gelesen werden.

### 3.2.1 Verfügbarkeit von Standards

Da die digitalen Speichermedien im Vergleich z.B. zu photographischen Materialien erst seit einigen Jahrzehnten oder auch nur Jahren verfügbar sind, und die Entwicklung von Standards ein oft sehr langwieriger Prozess ist, ist die Liste von Standards noch relativ kurz. Die folgende Tabelle enthält alle im Moment abgeschlossenen Standards auf diesem Gebiet. Sie werden in den folgenden Kapiteln näher beschrieben werden.

<i>Nummer</i>	<i>Titel</i>
IT9.23-1998	Storage of Polyester Base Magnetic Tape
IT9.25-1998	Storage of Optical Disk Media
IT9.21-1996 (ISO 15525)	Methods for Estimating Effects of Temperature and Relative Humidity on Life Expectancy of Compact Disks (CD-ROM)
IT9.26-1997	Methods for Estimating Effects of Temperature and Relative Humidity on Life Expectancy of Magneto-Optic (MO) Disks.
IT9.27 (in Bearbeitung)	Methods for Estimating Effects of Temperature and Relative Humidity on Recordable Compact Disks (CD-R)

*Tabelle 6: ANSI Standards, die zu diesem Zeitpunkt publiziert worden sind.*

### 3.2.2 Optische Speichermedien—CDs

Eine grosse Anzahl von Projekten benützt CDs um die Datenfiles längerfristig zu lagern. Oft wird dabei davon ausgegangen, dass die CDs geschrieben und dann archiviert werden, ohne zusätzliche Kosten für die Langzeitpflege der Daten einzukalkulieren.

#### 3.2.2.1 Verschiedene Kategorien von CDs

Bei den CDs muss zwischen gepressten CDs (CD-ROM) und beschreibbaren CDs (CD-R) unterschieden werden. Sie unterscheiden sich in Struktur, verwendetem Material, und Herstellungstechnologie. Mehr über die Herstellung kann gefunden werden bei [35]. Für die Speicherung von Daten werden fast ausschliesslich beschreibbare CDs verwendet, die folgenden Ausführungen beziehen sich daher auf diese.

CDs werden von verschiedensten Herstellern geliefert. Es ist ratsam, beim Hersteller des CD-Schreibers zu fragen, für welchen Typ CD, das Gerät empfohlen wird. Die Haltbarkeit der beschriebenen CDs ist nicht nur vom Material der CDs abhängig, sondern auch von der Qualität des Schreibens der CD. Dies ist einerseits von der Kalibration des CD-Schreibers auf eine bestimmte Art CDs und andererseits von der Güte des Schreibens ab. Es hat sich gezeigt, dass CD Schreiber nach etwas 3 Jahren ersetzt werden sollten.

#### 3.2.2.2 Allgemeine Regeln beim Umgang mit CDs (siehe

**[www.kodak.com/daiHome/techInfo/permanence.shtml](http://www.kodak.com/daiHome/techInfo/permanence.shtml)):**

Als erste Regel sollten CDs in guten Behältern aufbewahrt werden. Die CD-Boxen, die von den Herstellern geliefert werden, bilden einen guten Schutz gegen Kratzer, Staub, Licht, und schnelle Veränderungen des Mikroklimas. Zusätzlichen Schutz für die CDs in den Boxen bietet die Aufbewahrung in geschlossenen Schränken. Dies bringt zusätzlichen Schutz gegen Licht, Staub und Klimaschwankungen. CDs sollten nur aus ihren Boxen entfernt werden wenn sie gebraucht werden. Sie sollten nie für längere Zeit ausserhalb der Verpackung aufbewahrt werden. CDs sollten immer nur an der Kante gehalten werden.

Der schlimmste Stress entsteht für CDs durch starkes Biegen oder durch Kratzen mit einem scharfen Gegenstand auf der Oberfläche. Das Benutzen eines ungeeigneten Schreibgerätes kann eine Komprimierung des Polykarbonates und der reflektierenden Metallschicht unter der Schrift hervorrufen. Klebeetiketten aller Art, die benützt werden, um die CDs anzuschreiben, können eine Unstabilität der CD hervorrufen und demzufolge das Lesen der CD erschweren. Falls aber Etiketten angebracht wurden, ist es sehr wichtig, diese nicht zu entfernen. Das Entfernen der Etikette kann sehr leicht dazu führen, dass die verschiedenen Schichten der CD auseinander gerissen werden. Zum Beschriften der CDs sollten nur Stifte verwendet werden, die vom Hersteller empfohlen werden.

CDs können mit der Zeit trotz allen Vorsichtsmassregeln staubig werden und müssen daher geputzt werden. Staub, Dreck und Fingerabdrücke sind schlimmer wenn sie sich auf der Unterseite der CD befinden. Eine kleine Menge Staub kann mit einem weichen Tuch (Objektivreinigungstuch) leicht abgewischt werden. Es ist wichtig, dass nur leicht, und immer von der Mitte nach aussen gewischt wird. Falls mehr als nur leichter Staub entfernt werden muss, kann Kodak Objektivputzmittel verwendet werden – es sollte auf keinen Fall ein Lösungsmittel verwendet werden.

### 3.2.2.3 Lebenserwartung

Die Lebenserwartung von CDs liegt zwischen einigen Jahren und einigen Jahrzehnten. [36, 37] Test für die Lebenserwartung von CDs sind komplex durchzuführen und es ist zu beachten, dass bei den bis jetzt standardisierten Tests nur für die Parameter Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit getestet wird (siehe 3.2.2.7 und 3.2.2.8). Als Käufer von CDs wird man wohl kaum eigene Tests durchführen, da teure Gerätschaften dazu benötigt werden. Einige der Testresultate sind auf dem Web erhältlich ([www.cd-info.com](http://www.cd-info.com)). Auf jeden Fall ist es wichtig, den Hersteller sorgfältig auszuwählen.

### 3.2.2.4 Risikoeinschätzung von CD-Rs

Vorteil: das wohl am weitesten verbreitete Format, die chemische Stabilität (Lebensdauerbestimmung bei beschleunigter Alterung bei hohen Temperaturen) ist hoch, schon seit mehr als 10 Jahren unverändert im Gebrauch, günstiger Preis, bequem, gute Austauschbarkeit

Nachteil: mit 650 MB pro CD relativ geringe Datenmenge, empfindlich beim manuellen Handling, wenn Brenner und CD-Rohling nicht optimal aufeinander abgestimmt sind, resultiert eine kurze Lebensdauer

→ zur Archivierung kleiner Datenmengen empfohlen

### 3.2.2.5 Optimale Lagerung

Eine optimale Lagerung erfolgt bei:

Temperatur	zwischen -10°C und 23°C
Relative Luftfeuchtigkeit	5% bis 50%
Schwankung der relativen Luftfeuchtigkeit	nicht mehr als $\pm 10\%$ während 24 Stunden

Tabelle 7: Lagerungsbedingungen für optische Disks

### 3.2.2.6 IT9.25-1998 Storage of Optical Disk Media [38]

Dieser Standard beinhaltet Angaben zur sicheren Lagerung von CDs und anderen optischen Speichermedien. Die Empfehlungen betreffend Temperatur und Luftfeuchtigkeit im Lagerungsort für die Langzeitarchivierung sind etwas weniger streng als für die anderen Materialien (siehe Tabelle xx). Eine Lagerung bei tiefer Temperatur und Luftfeuchtigkeit erhöht, wie bei den anderen Materialien, die Lebenserwartung. Magnetische Felder stellen nur ein Problem dar für magneto-optische Speichermedien. Die Disks sollten in speziellen Boxen aufbewahrt werden. Ausserdem ist darauf zu achten, dass der Lagerraum staubfrei ist.

### 3.2.2.7 IT9.21-1996 (ISO 15525) Method for Estimating Effects of Temperature and Relative Humidity on Life Expectancy of Compact Disks (CD-ROM) [39]

Dieser Standard beinhaltet die Beschreibung von Methoden um den Einfluss von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit auf CD-ROMs zu testen. Die CD-ROMs werden in Klimaschränken erhöhten Temperaturen und Luftfeuchtigkeiten ausgesetzt. Bevor und mehrmals während des Tests wird die Block Error Rate gemessen. Der Standard enthält die genauen Angaben für die Testbedingungen und die Behandlung der gemessenen Daten. Dieser Standard behandelt nur den Einfluss von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Lesbarkeit der Daten.

### 3.2.2.8 IT9.27 Methods for Estimating Effects of Temperature and Relative Humidity on Recordable Compact Disks (CD-R)

Dieser Standard ist im Moment noch in Bearbeitung. Er beinhaltet die Beschreibung von Methoden um den Einfluss von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit auf CD-Rs zu testen. Die CD-Rs werden in Klimaschränken erhöhten Temperaturen und Luftfeuchtigkeiten ausgesetzt. Bevor und mehrmals während des Tests wird die Block Error Rate gemessen. Der Standard enthält die genauen Angaben für die Testbedingungen und die Behandlung der gemessenen Daten. Dieser Standard behandelt nur den Einfluss von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die die Lesbarkeit der Daten.

### 3.2.3 Optische Speichermedien—DVD (DVD-RAM, DVD-RW)

Die DVDs sind die Nachfolger der CDs. Auch hier wird unterschieden zwischen DVD-ROM (nur lesbar) und wiederbeschreibbaren DVD-RAM und DVD-RW.

Weitere Informationen sind zu finden unter [www.dvddemystified.com/dvdfaq.html](http://www.dvddemystified.com/dvdfaq.html)

#### 3.2.3.1 Lebenserwartung

DVDs sind noch nicht lange auf dem Markt. Es gibt daher noch keine breit abgestützten Angaben über die Lebenserwartung. Für wiederbeschreibbare DVDs dürfte sie jedoch tiefer liegen also für CD-Rs.

#### 3.2.3.2 Risikoeinschätzung

*Vorteil:* weite Verbreitung (Nachfolger CD-R), mit ca. 5Gb akzeptable Datenmenge, günstiger Preis, bequem

*Nachteil:* z.Zt. noch unbestimmter Standard, wesentlich empfindlicher als CD-R

➔ Kann zurzeit noch nicht als Langzeitspeichermedium empfohlen werden.

#### 3.2.3.3 Optimale Lagerung

Eine optimale Lagerung erfolgt bei:

Temperatur	zwischen -10°C und 23°C
Relative Luftfeuchtigkeit	5% bis 50%
Schwankung der relativen Luftfeuchtigkeit	nicht mehr als $\pm 10\%$ während 24 Stunden

Tabelle 8: Lagerungsbedingungen für optische Disks

### 3.2.4 Optische Speichermedien—Magneto-optische Disks (MO)

Weitere Informationen sind zu finden unter [ccpgprod.sel.sony.com/ccpg/ccpg\\_eusub\\_st1](http://ccpgprod.sel.sony.com/ccpg/ccpg_eusub_st1).

#### 3.2.4.1 Lebenserwartung

Die Lebenserwartung von MOs liegt zwischen einigen Jahren und einigen Jahrzehnten. Test für die Lebenserwartung von MOs sind komplex durchzuführen und es ist zu beachten, dass bei den bis jetzt standardisierten Tests nur für die Parameter Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit getestet wird.

### 3.2.4.2 Risikoeinschätzung

Vorteil: vom physikalisch-chemischen Standpunkt aus sehr stabil, bequeme Handhabung

Nachteil: nicht sehr verbreitet, teuer, nicht auf allen Plattformen, schneller Systemwechsel, Austauschbarkeit nicht gegeben

→ Kann wegen des schnellen Systemwechsels nicht empfohlen werden

### 3.2.4.3 Optimale Lagerung

Eine optimale Lagerung erfolgt bei:

Temperatur	zwischen -10°C und 23°C
Relative Luftfeuchtigkeit	5% bis 50%
Schwankung der relativen Luftfeuchtigkeit	nicht mehr als $\pm 10\%$ während 24 Stunden

*Tabelle 9: Lagerungsbedingungen für optische Disks*

### 3.2.4.4 IT9.25-1998 Storage of Optical Disk Media

Dieser Standard beinhaltet Angaben zur sicheren Lagerung von CDs und anderen optischen Speichermedien. Die Empfehlungen betreffend Temperatur und Luftfeuchtigkeit im Lagerungsort für die Langzeitarchivierung sind etwas weniger streng als für die anderen Materialien (siehe Tabelle xx). Eine Lagerung bei tiefer Temperatur und Luftfeuchtigkeit erhöht, wie bei den anderen Materialien, die Lebenserwartung. Magnetische Felder stellen nur ein Problem dar für magneto-optische Speichermedien. Die Disks sollten in speziellen Boxen aufbewahrt werden. Ausserdem ist darauf zu achten, dass der Lagerraum staubfrei ist.

### 3.2.4.5 IT9.26-1997 (ISO 15525) Method for Estimating Effects of Temperature and Relative Humidity on Life Expectancy of Magneto-Optic (MO) Disks [40]

Dieser Standard beinhaltet die Beschreibung von Methoden um den Einfluss von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit auf MOs zu testen. Die MOs werden in Klimaschränken erhöhten Temperaturen und Luftfeuchtigkeiten ausgesetzt. Bevor und mehrmals während des Tests wird die Byte Error Rate gemessen. Der Standard enthält die genauen Angaben für die Testbedingungen und die Behandlung der gemessenen Daten. Dieser Standard behandelt nur den Einfluss von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Lesbarkeit der Daten.

### 3.2.5 Magnetische Speichermedien

Die folgenden Kapitel behandeln verschiedene magnetische Speichermedien. Eine kurze Liste mit allgemeinen Regeln beim Umgang mit Bändern wird hier vorausgenommen, da sie für die verschiedenen Bändertypen identisch ist. [41, 42]

- Magnetische Speichermedien sollten in einer sauberen Umgebung benützt werden.
- Die Verunreinigung der Bänder mit Schmutz, Staub, Fingerabdrücken, Lebensmitteln, Zigarettenrauch und -asche, und anderen Verschmutzungspartikeln in der Luft sollte vermieden werden.
- Die Speichermedien sollten nicht fallen gelassen werden.

- Die Bänder sollten nicht der Sonne ausgesetzt werden und nicht mit Wasser in Kontakt kommen.
- Die Bänder sollten nicht auf Heizungsradiatoren, Fenstersimsen, Fernsehgeräten, oder elektronischen Geräten gelagert werden.
- Wenn die Bänder nicht benützt werden, sollten sie ins Gestell zurückgestellt werden. Die Bänder sollten nicht flach sondern wie Bücher ins Gestell gestellt werden.
- Die Speichermedien sollten nicht in den Kontakt mit magnetischen Feldern kommen.
- Vor dem Archivieren sollten die Bänder vollständig durchgespult werden.
- Bänder sollten periodisch, aber nicht weniger als alle drei Jahre, umgespult werden.
- Repräsentative Band-Proben sollten mindestens alle fünf Jahre inspiziert werden.

### 3.2.6 Magnetische Speichermedien (Linear-Tape)—DLT und StorageTek 9840

Bandlesegeräte Typen: 2000, 4000, 7000, 8000 und Super-DLT mit Bandtypen III, IIIXT und IV

Weitere Informationen finden sich im Anhang und unter [www.dlftape.com](http://www.dlftape.com) und [www.storageitek.com/StorageTek/hardware/tape/9840/](http://www.storageitek.com/StorageTek/hardware/tape/9840/).

#### 3.2.6.1 Lebenserwartung

DLT Tapes haben eine Lebenserwartung von 10 bis 30 Jahren.

#### 3.2.6.2 Risikoeinschätzung

*Vorteil:* gute Stabilität, hohe Speicherkapazität (z.Zt bis 40GB), auf allen aktuellen Systemen verwendbar, mit Taperoboter sind auch grosse Datenmengen einfach zu handhaben, mechanisch einfacher Aufbau (Linear-Tape!), geringer Verschleiss

*Nachteil:* für kleine Datenmengen teuer, bei StorageTek nur ein Anbieter

➔ Zur Archivierung grosser Datenmenge empfohlen

#### 3.2.6.3 Optimale Lagerung

Die Angaben der ersten Tabelle entsprechen einer optimalen Lagerung für eine mittlere Lebenszeit. Das entspricht einer Lebenszeit der Materialien von ca. zehn Jahren. Die Temperatur sollte nicht unter 8°C fallen, da tiefere Temperaturen eine Loslösung der „Lubricants“ vom Tapeträger verursachen können.

Maximale Temperatur (Schwankung der Temperatur sollte nicht grösser sein als $\pm 2^{\circ}\text{C}$ während 24 Stunden)	Maximale relative Luftfeuchtigkeit (Schwankung der rel. LF nicht mehr als $\pm 10\%$ während 24 Stunden)
23°C	50%

Tabelle 10 Optimale Lagerungsbedingungen für eine mittlere Lebenszeit (ca. zehn Jahre)

Die Angaben der zweiten Tabelle entsprechen einer Lagerung über lange Zeiträume. Auch hier gilt, dass die Temperatur nicht unter 8°C fallen sollte.

Maximale Temperatur (Schwankung der Temperatur sollte nicht grösser sein als $\pm 2^{\circ}\text{C}$ während 24	Maximale relative Luftfeuchtigkeit (Schwankung der rel. LF nicht mehr

Stunden)	als $\pm 5\%$ während 24 Stunden)
23°C	20%
17°C	30%
11°C	50%

Tabelle 11 Optimale Lagerungsbedingungen für eine langfristige Lagerung (ca. 50 Jahre)

### 3.2.6.4 IT9.23-1998 Storage of Polyester Base Magnetic Tape [42]

Magnetische Bänder sind viel weniger stabil als photographische Materialien. Angaben für Lagerungsbedingungen für eine langfristige Lagerung sind deshalb berechnet für eine Lebenszeit von 50 Jahren. Die Temperatur sollte nicht unter 8°C fallen, da tiefere Temperaturen eine Loslösung der „Lubricants“ vom Tapeträger verursachen können. Der Standard enthält auch Angaben über die maximal akzeptierbaren magnetischen Felder, denen die Bänder ausgesetzt werden können ohne Schaden zu leiden. Im weiteren werden Angaben zu reels, hubs, flanges, Kassetten und Boxen gemacht. Es wird auch darauf hingewiesen, dass verschiedene Bänder-Typen akklimatisiert werden müssen, wenn sie aus dem Lagerraum mit einer tiefen Luftfeuchtigkeit herausgenommen werden. Der Zustand des Tape-wind ist sehr wichtig für ein gutes Abspielen der Bänder ohne dass diese beschädigt werden. Ein spezieller Standard zu diesem letzten Punkt soll in Angriff genommen werden.

### 3.2.7 Magnetische Speichermedien (Helical Scan)—DAT, Exabyte, Sony AIT

Weitere Informationen sind zu finden unter [palimpsest.stanford.edu/bytopic/electronic-records/electronic-storage-media/](http://palimpsest.stanford.edu/bytopic/electronic-records/electronic-storage-media/) und [ccpgprod.sel.sony.com/ccpg/ccpg\\_eusub\\_st1](http://ccpgprod.sel.sony.com/ccpg/ccpg_eusub_st1).

#### 3.2.7.1 Lebenserwartung

Speichermedien dieser Kategorie haben bei guter Lagerung eine Lebenserwartung zwischen 10 und 30 Jahren.

#### 3.2.7.2 Risikoeinschätzung

*Vorteil:* günstiges Speichermedium für grosse Mengen, Taperoboter, einfach zu handhaben, auf allen Systemen verwendbar

*Nachteil:* wegen helical scan empfindlich auf mechanische Toleranzen, Datenaustausch kann Probleme machen, mässige Stabilität

➔ Zur Langzeitarchivierung nur bedingt verwendbar, typisches Backupmedium

#### 3.2.7.3 Optimale Lagerung

Die Angaben der ersten Tabelle entsprechen einer optimalen Lagerung für eine mittlere Lebenszeit. Das entspricht einer Lebenszeit der Materialien von ca. zehn Jahren. Die Temperatur sollte nicht unter 8°C fallen, da tiefere Temperaturen eine Loslösung der „Lubricants“ vom Tapeträger verursachen können.

<b>Maximale Temperatur</b> (Schwankung der Temperatur sollte nicht grösser sein als $\pm 2^\circ\text{C}$ während 24 Stunden)	<b>Maximale relative Luftfeuchtigkeit</b> (Schwankung der rel. LF nicht mehr als $\pm 10\%$ während 24 Stunden)
---	---



23°C	50%
------	-----

Tabelle 12 Optimale Lagerungsbedingungen für eine mittlere Lebenszeit (ca. zehn Jahre)

Die Angaben der zweiten Tabelle entsprechen einer Lagerung über lange Zeiträume. Auch hier gilt, dass die Temperatur nicht unter 8°C fallen sollte.

Maximale Temperatur (Schwankung der Temperatur sollte nicht grösser sein als $\pm 2^\circ\text{C}$ während 24 Stunden)	Maximale relative Luftfeuchtigkeit (Schwankung der rel. LF nicht mehr als $\pm 5\%$ während 24 Stunden)
23°C	20%
17°C	30%
11°C	50%

Tabelle 13 Optimale Lagerungsbedingungen für eine langfristige Lagerung (ca. 50 Jahre).

### 3.2.7.4 IT9.23-1998 Storage of Polyester Base Magnetic Tape

Siehe 3.2.6.4

### 3.2.8 Magnetische Speichermedien—Magnetische Wechseldisk (ZIP, JAZ, Syquest)

Da diese Medien nicht für eine Langzeitarchivierung empfohlen werden können, werden sie hier nur kurz abgehandelt.

#### 3.2.8.1 Lebenserwartung

Speichermedien dieser Kategorie eine geringe Lebenserwartung. Schwächstes Glied in der Kette ist die Mechanik.

#### 3.2.8.2 Risikoeinschätzung

*Vorteil:* bequem, schnell

*Nachteil:* Langzeit-stabilität gering (Mechanik), schneller Systemwechsel, an gewisse Plattformen gebunden, Austauschbarkeit nicht gegeben

➔ Für Langzeitarchivierung **nicht** empfohlen

### 3.3 Daten-Formate

Neben den Datenrägern habe die verwendeten Daten-Formate für die langfristige Archivierung von digitalen Daten eine hervorragende Bedeutung. Das Datenformat ist eigentlich eine Konvention, welche bestimmt, in welcher Organisation die Daten auf den Datenträger geschrieben werden. Dabei sind oft zwei grundsätzliche Formate involviert. Einerseits das Datenformat für die eigentlichen Datensätze (z.B. für die Bilder), andererseits das Datenformat, mit welchem die Datensätze auf dem Speichermedium organisiert werden.

#### 3.3.1 Datenformat für die einzelnen Datensätze

Grundsätzlich müssen für ein Datenformat zur Langzeit-Archivierung folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Das Datenformat sollte nicht nur von einem bestimmten Typ Hardware abhängig sein. Damit wird gewährleistet, dass das Datenformat plattform-unabhängig gelesen und geschrieben werden kann.
- Das Datenformat sollte offen gelegt sein, d.h. die Spezifikationen und die Beschreibung des Formats muss offen gelegt und zugänglich sein. Proprietäre Datenformate, welche an spezielle Software von einem Hersteller gebunden sind, sind auf jeden Fall zu vermeiden. Damit wird eine möglichst grosse Unabhängigkeit von spezifischen Herstellern erreicht, wie durch den Aspekt der Langfristigkeit unbedingt erfordert. Im besten Falle ist der Quellcode zum Lesen und Schreiben des Datenformats in der sog. „public domain“ ohne Einschränkungen verfügbar.

Ein weiterer Punkt betrifft die Wahl der Dateinamen, welche ebenfalls plattform-unabhängig erfolgen muss. Die folgenden technischen Punkte sind dabei zu beachten:

- Die meisten Systeme unterstützen heute lange Dateinamen (bis 255 Zeichen). Ältere Systeme (DOS, Windows3.1, DOS-Applikationen unter Windows95/98/NT/2000) erfordern kurze Dateinamen nach dem 8.3 Muster (8 Zeichen für Dateinamen, 3 Zeichen für die Extension) oder Dateinamen nach dem Muster 32.32 (je 32 Zeichen für Dateinamen und Extension, z.B. im VMS-System von Compaq).
- Sonderzeichen und Leerzeichen (“blanks“) in den Dateinamen sind zu vermeiden, da Sonderzeichen je nach System eine besondere Bedeutung haben, z.B. als Trennzeichen für die Verzeichnisstruktur. Die einzigen zulässigen Sonderzeichen sind „\_“, und „-“.
- Gross- und Kleinschreibung werden bei einigen Systemen nicht unterschieden. Deshalb sollte konsistent entweder nur Gross- oder Kleinschreibung gewählt werden.

Bei der Wahl des Namens-Schemas ist es sehr wichtig, mit dem Datenbankspezialisten zusammenzuarbeiten, um eine optimale Integration in Datenbanken zu erlauben.

### 3.3.1.1 Textformat

Auf Text basierende Information sollte wenn möglich im ASCII-Zeichensatz abgelegt werden. Der ASCII-Zeichensatz ist standardisiert und kann auf allen Systemen gelesen werden (wobei für gewisse Systeme, insbesondere bei auf dem EBIDIC-Zeichensatz basierende Mainframe-Systemen, eine vorgängige Konversion notwendig ist). Probleme ergeben sich, wenn der Text formatiert oder Sonderzeichen wie Umlaute etc. enthält. In diesem Falle müssen die Formatierung und die Sonderzeichen im ASCII-Text kodiert werden. Auf binär kodierte Texte wie sie z.B. von vielen Textverarbeitungssystemen natürlicherweise verwendet werden, sollte verzichtet werden. Diese binären Formate sind proprietär an eine bestimmte Software gebunden. Selbst im Falle, wo die Software unter verschiedenen Systemen erhältlich ist, machen binäre Formate erhebliche Probleme. Hier eine Liste von geeigneten Formaten:

- Plain text  
Im „plain text“ Format wird die textliche Information direkt als ASCII-Text abgelegt. Dabei gehen im allgemeinen Formatierungsinformation (z.B. Fonts) verloren, und Umlaute können nicht direkt verwendet werden (ä=ae, ö=oe etc.). Die Struktur (Abschnitt, Paragraph etc.) kann aber meistens erhalten werden.
- SGML basierte Formate  
SGML steht für **S**tandard **G**eneralized **M**arkup **L**anguage. Auf der Basis dieser Definition zur Kodierung von Metainformation wie Formatierung, Sonderzeichen etc. sind mehrer Standards entstanden, welche ausschliesslich den ASCII-Zeichensatz verwenden:
- HTML: Format, wie es im Bereich von WEB-Applikationen verwendet wird.

- TeX/LaTeX: ein vorallem im wissenschaftlichen Umfeld verwendete Seitenbeschreibungssprache, welche es erlaubt Textdokumente zu strukturieren und formatieren. Die Software für TeX/LaTeX ist in der „public domain“ und für alle Systeme erhältlich.
- XML ist ein neuer Standard, welcher sehr flexibel zur plattform-unabhängigen Speicherung von strukturierten Daten geeignet ist. XML ist äusserst flexibel gestaltet und wäre sehr gut geeignet, um strukturierte oder formatierte Textdaten zu beschreiben. Eine vollständige XML-Datei besteht aus einer Beschreibung der Struktur mit der Definition der verwendeten Textmarken („tags“) und dem eigentlichen Datenteil, wobei die Strukturierung durch die vorgängig definierten „tags“ erfolgt. Leider bestehen noch keine standartisierten Strukturdefinitionen für Langzeitarchivierung von formatierten Textdaten. Es ist aber möglich, eine eigene Struktur mit XML zu definieren und zu verwenden.
- RTF  
Das RichTextFormat wird von vielen Textverarbeitungssystemen (MSWord, WriteNow, etc.) interpretiert werden. Der Standard ist offen gelegt.
- Postscript, PDF  
Postscript und das dazu gehörende PDF-Format ist ebenfalls ein ASCII-basiertes Format. Postscript und PDF werden durch die Firma Adobe kontrolliert, der Standard ist aber offen gelegt und es existieren unabhängige Implementationen von Postscript-Interpreter.

Für die Langzeitarchivierung ist ein möglichst einfaches Textformat zu empfehlen. Falls die Formatierung der Texte nicht essenziell ist, und auf Umlaute verzichtet werden kann, so ist das „plain text“-Format am besten geeignet. Ist die Formatierung ein wichtiger Bestandteil des Textes, so sollte ein Format der SGML-Familie, z.B. HTML oder XML verwendet werden. Auf binäre und proprietäre Formate muss unbedingt verzichtet werden.

### 3.3.1.2 Bildformate

Digitale Bilder sind von Natur aus relativ unstrukturiert mit wenigen Parametern. Trotzdem existieren eine grosse Zahl von unterschiedlichen Dateiformaten für digitale Bilder, welche zu einer fast babylonischen Verwirrung führen können. [43-45] Im folgenden wird nur auf die wichtigsten Formate eingegangen:

- TIFF  
Das TIFF-Format ist ein äusserst vielseitiges, plattform-unabhängiges Bildformat, dessen Standard offen gelegt ist. Es gibt mehrere ausgezeichnete Implementationen von Lese- und Schreibe-Software in der public domain. Alle guten Bildbearbeitungsprogramme unterstützen das TIFF format. Zudem erlaubt es durch die Parametrisierung, verschiedenste Bildtypen konsistent zu speichern (S/W, Grauwert, Farbe). Besonders erwähnenswert ist, dass im TIFF-Format auch 16Bit Daten unterstützt sind.
- JPEG  
Dieses Format ist ebenfalls sehr weit verbreitet und der Standard ist offen gelegt. Das JPEG Format wird verwendet, wenn die Bilddaten mit Verlust komprimiert werden sollen. Da für die Langzeitarchivierung von Bilddaten Kompression mit Verlust grundsätzlich nicht geeignet ist, empfiehlt sich das JPEG Format für die Langzeitarchivierung nicht. Hingegen ist es das Format der Wahl für die Arbeitskopien der digitalen Bilder.
- BMP  
Das Microsoft Bitmapformat ist ebenfalls offen gelegt und – naturgemäss in der Windows-Welt – ein quasi-Standard. Es hat allerdings einige Einschränkungen (eine gewisse Plattform-

Abhängigkeit, unflexibles Datenformat etc.) und ist deshalb für die Langzeitarchivierung nur bedingt geeignet.

- **GIF**  
Das GIF-Format wird vor allem im Bereich des WEB-Publishing verwendet und kennt keine 24-bit Farbformate. Obwohl der GIF-Standard offen gelegt ist, ist dieses Format für die Langzeitarchivierung ungeeignet. Zudem wird im GIF-Format ein proprietärer Algorithmus zur verlustfreien Kompression verwendet (LZW), welcher zwar offen gelegt ist, aber nur nach Lizenzierung verwendet werden darf.

### 3.3.2 Formate auf dem Datenträger

Das Format auf dem Datenträger ist naturgemäss vom Typ des eigentlichen Datenträgers abhängig. Im Allgemeinen muss wiederum darauf geachtet werden, dass das Format offen gelegt und nicht proprietär ist. Bei vielen Datenträger gibt es nur proprietäre Formate, was diese Datenträger unabhängig von ihren physikalischen Eigenschaften ungeeignet für die Langzeitarchivierung machen.

- **CD-R**  
Auf proprietäre Formatierung ist zu verzichten (MacOS, FAT etc.). Am weitesten verbreitet ist das **ISO-9660** Format, das auf allen gängigen Systemen plattform-unabhängig gelesen und geschrieben werden kann.
- **DVD-RAM, DVD-RW**  
Hier gilt das gleiche wie bei CD-R. Bei DVD ist das UDF (Universal Disc Format) der Standard.
- **MO-Disk**  
Für MO-Disks gibt es keinen plattform-unabhängigen Standard. MO-Disks werden meistens so formatiert, dass sie in das Dateisystem des jeweiligen Systems eingebunden werden können.
- **ZIP, JAZ, Syquest**  
Siehe MO-Disk
- **Magnetbänder (DLT, DAT, Exabyte, QIC, Sony AIT etc.)**  
Für Magnetbänder existieren meist verschiedene Formatierungssysteme. Die meisten Backup-Systeme verwenden proprietäre Formate und sind deshalb für die Langzeitarchivierung nicht geeignet. Backup-Systeme bieten meistens integrierte Datenbanken, um eine bestimmte Datei rasch zu finden. Die Dateistruktur auf den Bändern ist aber meistens proprietär und sehr komplex, was diese Form der Archivierung unter dem Aspekt der Langfristigkeit eher ungeeignet macht. „Einfache“ Formate sind meistens etwas unhandlich, um eine einzelne Datei zu finden, sind aber auf Grund der einfachen Struktur für Langzeitarchive besser geeignet. Hier eine kurze Liste der am weitesten verbreiteten Formate:
  - **ANSI Labeled Tape**  
Ein an sich offen gelegter ANSI standard, der aber keine grosse Verbreitung erfahren hat. Dieses Tapeformat kann zwar prinzipiell auf allen Plattformen gelesen und geschrieben werden. Es ist aber oft schwierig, die entsprechende Software zu finden. Deshalb ist dieses Format nur bedingt für die Langzeitarchivierung geeignet.
  - **NT-Backup**  
Ein proprietäres Backupsystem, das aber eine grosse Verbreitung gefunden hat, da die entsprechende Software integraler Bestandteil von WindowsNT ist. Da es sich um ein proprietäres Format handelt, ist es trotz der grossen Verbreitung für die Langzeitarchivierung nur bedingt geeignet.

- **Tar**

Das tar-Format ist ein offen gelegter Standard aus der Unix-Welt. Das Format ist sehr einfach gehalten, und es existieren für alle Plattformen (Unix/Linux, Windows, MacOS, VMS, MVS etc.) entsprechende Produkte und/oder public domain/open source Software, um dieses Format zu lesen und zu schreiben. Dieses Format kann für die Langzeitarchivierung empfohlen werden.

### 3.4 Systeme

Da angestrebt werden muss, das digitale Langzeitarchiv plattform-unabhängig zu gestalten, spielt das eigentliche System, mit welchem die Archivierung durchgeführt wird, eigentlich keine Rolle. Es ist sogar zu empfehlen, dass nicht nur eine Plattform eingesetzt wird, um die Plattformunabhängigkeit laufend prüfen zu können.

Im Hinblick auf die zum Teil komplexen Betriebsabläufe, welche in einem digitalen Langzeitarchiv anfallen (Aufbereitung der Daten, Migration auf neuen Datenträger etc.), erscheinen allerdings einzelne Plattformen geeigneter als andere. Die Verwaltung grosser Datenmengen erfordert im allgemeinen sehr leistungsfähige Systeme. Von der ganzen Architektur des Betriebssystems erscheinen für diesen Zweck Systeme, welche als Server konzipiert sind, als geeigneter als typische Desktopsysteme. Serversysteme verfügen meistens über die notwendigen Hilfsmittel, um Betriebsabläufe zu automatisieren. Diese Eigenschaft ist insbesondere im Hinblick auf die Datenaufbereitung und Migration auf neue Datenträger äusserst wichtig.

Im Wesentlichen können 5 Gruppen von Systemen unterschieden werden, welche in eine IT-Umgebung verwendet werden:

#### 3.4.1 Mainframes MVS

Mainframes sind durchaus geeignet für den Betrieb eines Langzeit-Bildarchives. Allerdings sind die Anschaffungs- und Betriebskosten meistens sehr hoch. Steht allerdings ein Mainframe zur Verfügung, so kann dieser ohne weiteres in das Konzept eines Langzeitarchives einbezogen werden. Mainframes zeichnen sich durch eine äusserst hohe Stabilität und relative Langlebigkeit aus und verfügen im Allgemeinen über gut ausgerüstet Speicher- und Backupmöglichkeiten (Tape-Roboter im Terabyte-Bereich etc.). Mainframes zeichnen sich auch dadurch aus, dass komplizierte Abläufe wie z.B. die Migration von grossen Datenmengen auf einen neuen Datenträger sich gut automatisieren lassen. Das dazu erforderliche Knowhow ist aber sehr gross. Sind gute Randbedingungen (gesichertes Knowhow, freie Kapazitäten etc.) gegeben, so sind Mainframes durchaus geeignet für die Langzeitarchivierung.

#### 3.4.2 Minicomputer der VMS-Familie

Auch diese Systeme verfügen meistens über eine leistungsfähige Peripherie und sind technisch gesehen für die Langzeitarchivierung sehr geeignet. Wie bei den Mainframes ist ein relativ grosses Knowhow für den Betrieb eines Langzeitarchives auf dieser Plattform erforderlich. Ist dieses gegeben, so lassen sich die Betriebsabläufe gut automatisieren. Somit kann die Systemfamilie ebenfalls empfohlen werden.

#### 3.4.2 Unix/Linux

Die Familie der Unix/Linux Systeme ist von der technischen Seite ebenfalls bestens für ein Langzeitarchiv geeignet. Unix/Linux zeichnet sich speziell dadurch aus, dass viel Software aus dem public domain/open source Bereich vorhanden ist. Das entsprechende Knowhow vorausgesetzt, ist dies ein ideales System für die Langfristigkeit der digitalen Daten. Da viele Eigenschaften der

Unix/Linux-systeme offen gelegt sind, ist eine grosse Kompatibilität – auch unter verschiedenen Hersteller – und Langfristigkeit gewährleistet. Durch die mächtigen Scriptwerkzeuge, welche standardmässig bei Unixsystemen mitgeliefert werden, kann die Automatisierung von Verarbeitungsschritten äusserst effizient erfolgen. Zudem zeichnen sich Unix/Linux-systeme durch eine hohe Betriebsstabilität und Sicherheit aus. Deshalb kann diese Systemfamilie für Archivierungszwecke sehr empfohlen werden.

### **3.4.3 WindowsNT**

WindowsNT ist als eigentliches Server-Betriebssystem entworfen worden. Technisch ist es möglich, damit sehr grosse Datenmengen zu verwalten. Nachteilig wirkt sich sein proprietärer Ansatz als auch die Herkunft vieler Konzepte aus der Welt der Desktopsysteme aus. Trotzdem ist das System bei sorgfältiger Planung für den Betrieb eines Langzeitarchivs gut geeignet.

### **3.4.4 Window95/98, MacOS**

Die Familie der Windows95/98- und MacOS Betriebssysteme kann als Archivierungssystem nicht empfohlen werden, da diese Systeme als Desktopsysteme konzipiert sind und wesentliche Werkzeuge fehlen (z.B. eine mächtige Scriptsprache). Auch ist die Stabilität dieser Systeme für diesen Zweck ungenügend. Diese Betriebssysteme sind hingegen bei der Digitalisierung unumgänglich, da die Hersteller von Scanner und Digitalisierkameras ihre Scansoftware fast ausschliesslich nur für Mac oder Windows erstellen.

### **3.4.5 MacOS X**

Das neue MacOS-X ist als Serversystem konzipiert und ist deshalb für die Langzeitarchivierung grundsätzlich geeignet. Allerdings hat das System seine Stabilität noch nicht bewiesen und kann deshalb nur bedingt empfohlen werden.

#### 4. Prioritätenliste

Die folgende Liste enthält die wichtigsten Punkte, die für eine Langzeitarchivierung beachtet werden müssen. Die Punkte sind ihrer Wichtigkeit nach geordnet:

##### 4.1 Welche Parameter sind relevant, um die Langzeitarchivierung sicherzustellen?

<i>Parameter</i>	<i>Was ist zu beachten?</i>
Archivierstrategie	periodisches Prüfllesen, Umkopieren und Migration, optimale Lagerbedingungen, mehrere Kopien an verschiedene Orten, Dokumentation, langfristig gesicherte Finanzierung
Format	offener Standard, keine Kompression, definierte Farb- und Grauwertwiedergabe[46] Systemunabhängigkeit, „open source“
Datenträger und Laufwerk	Stabilität, Robustheit, Austauschbarkeit, Kapazität, Universalität
Hardware (Computer)	Standard, Verbreitung, Zuverlässigkeit, Ausbaufähigkeit, Datendurchsatz

Tabelle 14: Prioritätenliste

## 5. Kulturgut

Während in den vorgängigen Kapiteln vor allem die technologischen Aspekte der neuen - digitalen - Technologien beleuchtet wurden, werden in diesem Kapitel die Auswirkungen dieser Technologien auf das Kulturgut und dessen langfristigen Erhalt dargestellt. Dabei wird versucht, auf die spezielle Situation in der föderalistischen Schweiz einzugehen und Lösungsansätze aufzuzeigen, wie das digitale Zeitalter die Aufgabe des Erhalts des schweizerischen Kulturgutes fundamental verändert.

Im Hinblick auf die digitalen Technologien lässt sich das Kulturgut nach folgenden Kriterien einteilen:

### 5.1. Originalität

Die Frage nach der Originalität bezieht sich auf die Bedeutung des originalen Objekts, des Unikats. So ist z.B. bei einer gotischen Figur oder bei einem Ölgemälde das Original von höchstem Wert. Bei anderen Objekten wie z.B. bei einer dokumentarischen fotografischen Sammlung steht der Informationsgehalt der Bilder im Vordergrund. Bei anderen Objekten, wie zum Beispiel Film oder Video, ist das Medium, das Material von untergeordneter Bedeutung, während der Inhalt das eigentliche Kulturgut darstellt. Deshalb wird z.B. durch Umkopieren von alten Filmrollen auf Nitrocellulosebasis auf Sicherheitsfilm der "Film" vor Zerstörung bewahrt, obwohl das originale Medium dem weiteren Zerfall anheim fällt.

### 5.2. Überführung in die "digitale Dimension"

Hier stellt sich die Frage, wie gut sich der wesentliche Kern eines erhaltenswerten Kulturgutobjekt in die digitale Welt abbilden lässt. Im Allgemeinen kann festgehalten werden, dass 3-dimensionale Objekte nur mit grosser Mühe und sehr grossem Aufwand digitalisiert werden können. Trotzdem kann es z.B. wertvoll sein, Zeugnisse der Baukunst, Statuen etc. in ihrer Dreidimensionalität zu erfassen und digital (als CAD-Plan und-oder als 3D-Scan) zu archivieren. Bei einer Beschädigung des Objektes oder gar Zerstörung können solche digital erfassten Daten von unschätzbarem Wert sein. Vereinfacht gesagt, es existiert eine "virtuelle" Kopie in digitaler Form von einem Objekt, welches sonst nicht mit dieser Genauigkeit dokumentiert werden könnte.

2-dimensionale Objekte sind in den meisten Fällen mehr oder weniger einfach in der digitalen Domäne abzubilden. Wichtig ist dabei, dass von Anfang an die hohen Standards, welche für eine Langzeitarchivierung als digitales Faksimile gefordert sind, eingehalten und laufend überprüft werden.

Audiovisuelle Objekte wie Ton, Film, Video und Fernsehen stellen jeweils ganz spezielle Anforderungen, welche im Einzelfall genau abgeklärt werden müssen. Im Allgemeinen kann davon ausgegangen werden, dass sich Tonträger problemlos in die digitale Form überführt werden können, während Film, Video und Fernsehen erheblich mehr Schwierigkeiten für die digitale Langzeitarchivierung bieten.

### 5.3 Dokumentation

Für alle Kulturgutobjekte gilt, dass die Dokumentation, d.h. die Metainformation oder die Metadaten problemlos in die digitale Welt überführt werden können. Der rasche und einfache Zugriff auf die Metadaten über eine Datenbank bietet offensichtlich im Alltag erhebliche Vorteile.



## 5.4 Digitalisierung und Kulturgüterschutz

Kann die Digitalisierung von Kulturgut und eine sachgemässe Langzeitarchivierung der digitalen Daten die anstehenden Probleme des Kulturerhalts und des Kulturgüterschutzes - mindestens teilweise - lösen? Eine differenzierte Betrachtungsweise zeigt, dass die Digitalisierung in ausgewählten Bereichen tatsächlich eine weit gehende Lösung der Probleme darstellt, während in anderen Bereichen die neuen digitalen Technologien nur eine Unterstützung von anderen Methoden des Kulturguterhalts und Kulturgüterschutzes darstellen.

Generell ist die digitale Langzeitarchivierung für all jenes Kulturgut geeignet, wo das materielle Unikat, das Original von untergeordneter Bedeutung ist. Dies gilt speziell für alle 2-dimensionalen Objekte wie z.B. dokumentarische Fotografien (im Gegensatz zu künstlerischen Fotografien, wo der "Originalabzug" ein wichtiges, ans Material gebundenes Kulturgutobjekt darstellt).

Objekte, deren kultureller Wert an die originale Materie gebunden ist, können durch eine Digitalisierung alleine nicht bewahrt werden. Falls sich das Objekt jedoch auf Grund seiner sonstigen Eigenschaften zur Digitalisierung eignet, kann diese trotzdem einen erheblichen Beitrag zum Erhalt darstellen. Die digitale Reproduktion dient dabei als genaue Dokumentation des aktuellen Zustands des Objekts, welche bei einer allfälligen Beschädigung bei einer Restauration, zusammen mit anderer Information (z.B. Materialbeschaffenheit, Farbproben etc.) von grossem Wert sein wird. Zudem kann unter Umständen die digitale Reproduktion das Gefahrenpotenzial mindern, indem, je nach Eigenschaften, das Objekt in virtueller Form der Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird. Dies führt zu einem nächsten wichtigen Aspekt der Digitalisierung von Kulturgut

### 5.4.1 Mehrwert von digitalisiertem Kulturgut

Digitalisiertes Kulturgut kann in virtueller Form einer grossen Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden und über grosse Distanzen "transportiert" werden, ohne dass das originale Objekt eine Risiko ausgesetzt wird. Damit kann der Forderung der Öffentlichkeit, dass das schützenswerte Kulturgut auch zugänglich ist, nachgekommen werden, ohne den langfristigen Erhalt damit in Frage zu stellen. Dies stellt einen beträchtlichen Mehrwert von digitalisiertem Kulturgut dar. Es ist sogar anzunehmen, dass die Hauptmotivation, Kulturgut zu digitalisieren, in der Zugänglichkeit liegt, und die Aspekte des langfristigen Erhalts erst in zweiter Linie erkannt werden.

## 5.5 Digitalisierung: Ein Beitrag zum Kulturgüterschutz

Abschliessen kann festgehalten werden, dass die Digitalisierung von dafür geeignetem Kulturgut eine wertvolle Methode für den Kulturguterhalt und Kulturgüterschutz ist. Einerseits werden die Effekte des natürlichen Zerfalls, dem insbesondere fotografische Bilder stark unterliegen, durch die Digitalisierung quasi auf unbestimmte Zeit eingefroren. Wird eine Langzeitarchivierung wie in diesem Konzept erläutert durchgeführt, so ist eine ausserordentlich hohe Sicherheit gegenüber dem natürlichen Zerfall (digitales Faksimile) als auch gegenüber katastrophaler Ereignisse wie Naturkatastrophen und Krieg gegeben (verlustfreie Kopierbarkeit und materieloser Transport digitaler Daten). Essenziell ist jedoch, dass das Vorgehen genau geplant wird und die erforderlichen Standards und Qualitätsansprüche vollumfänglich erfüllt werden.

## 6. Empfehlungen

Es erscheint uns **nicht** sinnvoll, eine zentrale Stelle mit dem langzeitlichen digitalen Archivieren des Kulturgutes der Schweiz zu beauftragen. Einerseits ist in der föderalistischen Struktur der Schweiz mit erheblichem Widerstand zu rechnen, andererseits kann eine zentrale Stelle nicht für jede Sammlung das notwendige spezielle Sachwissen aufweisen. Deshalb empfehlen wir, dass die Digitalisierung und Archivierung von den betroffenen Institutionen (Museen, Archive etc.) selbst durchgeführt werden.

Ein sachgemäss geführtes digitales Langzeitarchiv für den Kulturguterhalt erfordert allerdings ein erhebliches Fachwissen, welches sich nur die grössten schweizerischen Institutionen selbst aneignen können. Mittlere und kleinere Institutionen werden damit überfordert sein. Auch wird, je nach Umfang des zu archivierenden Kulturguts, eine relativ grosse und komplexe Informatiok-Infrastruktur benötigt.

Deshalb sollte eine zentrale Stelle als "Kompetenz- und Koordinationszentrum" agieren, welche den kulturellen Institutionen auf dem Weg zum digitalen Langzeitarchiv zur Seite steht und Unterstützung und Wissenstransfer anbietet. Diese Institution wäre in jenen Fällen, wo Bundessubventionen ausgeschüttet werden, für die Kontrolle der Einhaltung der Standards und die Qualitätssicherung zuständig. Die Einhaltung der Standards sollte mindesten in diesen Fällen verbindlich sein, um Qualität, Austauschbarkeit und Langfristigkeit zu gewährleisten. Für kleinere Institutionen müssten weiter gehende Hilfeleistungen möglich sein, soweit diese sich nicht anderen Institutionen anschliessen können.

Die Aufgaben dieser Institution könnten wie folgt aussehen:

- Erarbeitung von Normen und Standards
- Wissenstransfer, Ausbildung und Schulung
- Qualitätskontrolle
- Evaluationen von Hard- und Software
- Referenzimplementationen
- Teilnahme an internationalen Gremien im Bereich Standards etc.
- etc.

Eine solche Institution könnte z.B im Bereich der Institutionen des Bundes oder einer der schweizerischen Universitäten angesiedelt sein. Wichtig ist, dass von Anfang an ein Vertrauensverhältnis mit den betroffenen Institutionen wie den Museen und Archiven etc. aufgebaut werden kann.

Der Bund sollte im Rahmen des Kulturguterhalts und des Kulturgüterschutzes den Aufbau eines solchen Koordinations- und Kompetenzzentrums finanziell und organisatorisch unterstützen sowie ausgewählte Referenzprojekte fördern. Für Projekte, für welche Bundessubventionen im Rahmen des Kulturgüterschutzes beansprucht werden, sind die Richtlinien des Koordinations- und Kompetenzzentrums verbindlich, um einen einheitlichen Standard zu garantieren.

---

## 7. Bibliographie und Ressourcenliste

- 1 M. MacLean and B. Davis, ed., *Time and Bits, Managing Digital Continuity*, Getty Information Institute, 1998.
- 2 H. Besser, Digital Longevity Website, [sunsite.berkeley.edu/Longevity/](http://sunsite.berkeley.edu/Longevity/)
- 3 *Guidelines for Digital Imaging*. Papers given at the Joint National Preservation Office and Research Libraries Group Preservation Conference in Warwick 28th-30th September 1998 (London 1998). [www.rlg.ac.uk/preserv/joint/](http://www.rlg.ac.uk/preserv/joint/)
- 4 *Preserving Digital Information*, Report on the Task Force on Archiving of Digital Information 1996. [www.rlg.org/ArchTF/tfadi.index.htm](http://www.rlg.org/ArchTF/tfadi.index.htm).
- 5 *Multimedia Preservation: Capturing The Rainbow*, Annual Conference of the National Preservation Office (NPO) at the National Library of Australia, 1995. [www.nla.gov.au/niac/meetings/npo95.html](http://www.nla.gov.au/niac/meetings/npo95.html).
- 6 G.A. Gescheider, *Psychophysics—Method, Theory, and Application*, 2<sup>nd</sup> Edition (London, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates), 1985.
- 7 S. Puglia and B. Roginski, “NARA Guidelines for Digitizing Archival Materials for Electronic Access”. [www.nara.gov/nara/vision/eap/eapspec.html](http://www.nara.gov/nara/vision/eap/eapspec.html).
- 8 C. Stephenson and P. McClung (editors), *Delivering Digital Images—Cultural Heritage Resources for Education* (The Getty Information Institute, 1998).
- 9 F. Frey and S. Süsstrunk, “Color Issues to Consider in Pictorial Image Data Bases,” *Proceedings IS&T’s Fifth Color Imaging Conference*, Scottsdale, AZ, November 17-20, pp. 112-115, 1997.
- 10 F. Frey and S. Süsstrunk, “Image Quality Issues for the Digitization of Photographic Collections,” *Proceedings IS&T 49th Annual Conference*, Minneapolis, MN, May 19-24, pp. 349-353, 1996.
- 11 M. Ester, “Image Quality and Viewer Perception,” *Leonardo: Digital Image—Digital Cinema Supplemental Issue*, pp. 51-63, 1990.
- 12 M. Ester, “Digital Images in the Context of Visual Collections and Scholarship,” *Visual Resources: An International Journal of Documentation—Special Issue: Issues in Electronic Imaging*, Christine L. Sundt, ed., (Gordon and Breach Science Publishers SA: Yverdon, Switzerland), X (1), pp. 25-39, 1994.
- 13 Kenney, Anne R. and Stephen Chapman, *Digital Imaging for Libraries and Archives*, (New York, 1996)
- 14 Chapman, Stephen, *Guidelines for Image Capture* (1999). [www.thames.rlg.org/preserv/joint/chapman.html](http://www.thames.rlg.org/preserv/joint/chapman.html).
- 15 *EAD (Encoded Archival Description)*, Official EAD homepage, maintained in the Network Development and MARC Standards, Office of the Library of Congress (LC) in partnership with the Society of American Archivists. [lcweb.loc.gov/ead/](http://lcweb.loc.gov/ead/).
- 16 *ISAD(G) (General International Archival Standard)*, [www.ica.org/cds/isad\(g\)e.html](http://www.ica.org/cds/isad(g)e.html).
- 17 *MARC (MachineReadable Cataloguing)*, [lcweb.loc.gov/marc/](http://lcweb.loc.gov/marc/).

- 18 C. Arms, ed. , *Enabling Access in Digital Libraries* (Washington DC: Council on Library and Information Resources, 1999).
- 19 *Introduction to Metadata, Pathways to Digital Information*, Getty Information Institute, 1998.
- 20 ISO 12234-2/DIS, ISO/TC42, *Photography—Electronic still picture imaging—Removable memory—Part 2: Image data format—TIFF/EP*, November 1998.
- 21 Frey, Franziska S., and James M.Reilly, *Digital Imaging for Photographic Collections: Foundations for Technical Standards* (Rochester 1999).  
[www.rit.edu/~661www1/sub\\_pages/page17.pdf](http://www.rit.edu/~661www1/sub_pages/page17.pdf).
- 22 Michael Ester, *Digital Image Collections: Issues and Practice* (Washington, DC: Commission on Preservation and Access, 1996).
- 23 M. Ester, “Specifics of Imaging Practice,” *Archives & Museum Informatics*, pp. 147-185, 1995.
- 24 ISO 12233/FDIS, ISO/TC42, *Photography—Electronic Still Picture Cameras—Resolution Measurements*, 1999.
- 25 ISO 15739/CD, ISO/TC42, *Photography—Electronic Still Picture Cameras—Noise Measurements*, June 1999.
- 26 ISO 14524/FDIS, ISO/TC42, *Photography—Electronic Still Picture Cameras—Methods for Measuring Opto-Electronic Conversion Functions (OECFs)*, January 1999.
- 27 ISO 16067/WD, ISO/TC42, *Photography—Electronic Still Picture Cameras—Spatial Resolution Measurements, Part 1: Scanners for Reflective Media*, September 1999.
- 28 ISO 17321/WD, ISO/TC42, *Graphic Technology and Photography—Colour characterization of digital still cameras (DCSs) using colour targets and spectral illumination*, April 1999.
- 29 R. G. Gann, *Desktop Scanners* (Prentice Hall PTR, 1999).
- 30 NISO/CLIR/RLG Technical Metadata for Images Workshop, Washington, DC, April 1999, <[www.niso.org/imagerpt.html](http://www.niso.org/imagerpt.html)>.
- 31 S. Puglia, “The Costs of Digital Imaging Projects” in: *RLG Diginews* (vol.3, no.5, October 1999), [www.rlg.org/preserv/diginews/diginews3-5.html](http://www.rlg.org/preserv/diginews/diginews3-5.html).
- 32 *Standards and Standardization Bodies*, [www.iso.ch/](http://www.iso.ch/).
- 33 *ANSI (American National Standards Institute)*, [www.ansi.org/](http://www.ansi.org/).
- 34 P. Adelstein and F. Frey, “New Developments on Standards for the Permanence of Electronic Media,” *Proceedings IS&T’s 1st PIC Conference*, Portland, OR, May 17-20, pp. 127-132, 1998.
- 35 *Permanence, Care and Handling of CDs*, [www.kodak.com/daiHome/techInfo/permanence.shtml](http://www.kodak.com/daiHome/techInfo/permanence.shtml).
- 36 “Is there a CD-R media problem?” [www.cd-info.com/CDIC/Technology/CD-R/Media/problem.html](http://www.cd-info.com/CDIC/Technology/CD-R/Media/problem.html)

- 
- 37 “Prolonging CD-ROM's Life Expectancy”, [www.cd-info.com/CDIC/CDLite/LongLife.html](http://www.cd-info.com/CDIC/CDLite/LongLife.html)
  - 38 ANSI/PIMA IT9.25-1998, Optical Disc Media—Storage.
  - 39 ANSI/NAPM IT9.21-1996, Life Expectancy of Compact Discs (CD-ROM)—Method for Estimating, Based on Effects of Temperature and Relative Humidity.
  - 40 ANSI/PIMA IT9.26-1997, Life Expectancy of Magneto-Optic (MO) Disks—Method for Estimating, Based on Effects of Temperature and Relative Humidity.
  - 41 Van Bogart, J.W.: “Magnetic Tape Storage and Handling”, Report by The Commission of Preservation and Access, 1785 Massachusetts Ave. N.W., Suite 313, Washington, DC 20036, June 1995.
  - 42 ANSI/PIMA IT9.23-1998, Polyester Base Magnetic Tape—Storage Practices.
  - 43 C. Wayne Brown and B. J. Sheperd, *Graphics File Formats, reference and guide* (Prentice Hall, 1995).
  - 44 David C. Kay and John R. Levine, *Graphics File Formats*, 2<sup>nd</sup> Edition (Mc Graw Hill, 1995).
  - 45 Universal Preservation Format, <[info.wgbh.org/upf](http://info.wgbh.org/upf)>.
  - 46 S. Susstrunk, R. Buckley and S. Swen, “Standard RGB Color Spaces”, *Proceedings IS&T's Seventh Color Imaging Conference*, Scottsdale, AZ, to be published, November 1999.

## 8. Internet Ressourcen

### Technische Informationen Datenträger

[www.cd-info.com](http://www.cd-info.com)

[www.dlittape.com](http://www.dlittape.com)

[www.dvddemystified.com/dvdfaq.html](http://www.dvddemystified.com/dvdfaq.html)

[www.storagetek.com/StorageTek/hardware/tape/9840/](http://www.storagetek.com/StorageTek/hardware/tape/9840/)

[palimpsest.stanford.edu/bytopic/electronic-records/electronic-storage-media/](http://palimpsest.stanford.edu/bytopic/electronic-records/electronic-storage-media/)

[ccpgprod.sel.sony.com/ccpg/ccpg\\_eusub\\_st1](http://ccpgprod.sel.sony.com/ccpg/ccpg_eusub_st1)

### Verschiedene Institutionen mit Bilddatenbanken

[www.nara.gov](http://www.nara.gov)

[lcweb2.loc.gov/ammem/ammemhome.html](http://lcweb2.loc.gov/ammem/ammemhome.html)

[www.corbis.com](http://www.corbis.com)

Image and Multimedia Database Resources maintained by Howard Besser, [sunsite.berkeley.edu/Imaging/Databases/](http://sunsite.berkeley.edu/Imaging/Databases/)

[sunsite.berkeley.edu/moa2/wp-v2.html](http://sunsite.berkeley.edu/moa2/wp-v2.html)

### Verschiedene Organisationen

Arts and Humanities Data Service [ahds.ac.uk/manage/framework.htm](http://ahds.ac.uk/manage/framework.htm)

Visual Resources Association [www.vra.oberlin.edu](http://www.vra.oberlin.edu)

Consortium for the Computer Interchange of Museum Information (CIMI), [www.cimi.org/](http://www.cimi.org/)

Council on Library and Information Resources (CLIR), [www.clir.org/](http://www.clir.org/)

European Commission on Preservation and Access (ECPA), [www.knaw.nl/ecpa/](http://www.knaw.nl/ecpa/)

Photographic and Imaging Manufacturers Association (Standards for Electronic Photography) [pima.net/it10a.htm](http://pima.net/it10a.htm)

The Art Museum Image Consortium (AMICO) [www.amico.org/home.html](http://www.amico.org/home.html)

Dublin Core Metadata Initiative [purl.org/DC](http://purl.org/DC)

ICC Color Consortium, [www.color.org](http://www.color.org)

### Verschiedene On-line Publikationen

H. Besser, "The Changing Role of Photographic Collections With the Advent of Digitization", [www2.sils.umich.edu/~howardb/Papers/garmil-eastman.html](http://www2.sils.umich.edu/~howardb/Papers/garmil-eastman.html)

*Introduction to Imaging - Issues in Constructing an Image Database and Conversion of Traditional Source Materials Into Digital Form,*  
[www.ahip.getty.edu/intro\\_imaging/0-Cover.html](http://www.ahip.getty.edu/intro_imaging/0-Cover.html)

*D-Lib Magazine,* [www.dlib.org/](http://www.dlib.org/)

*RLG DigiNews,* [www.rlg.org/preserv/diginews](http://www.rlg.org/preserv/diginews)

[ahds.ac.uk/manage/framework.htm](http://ahds.ac.uk/manage/framework.htm)

[www.vra.oberlin.edu](http://www.vra.oberlin.edu)

Consortium for the Computer Interchange of Museum Information (CIMI), [www.cimi.org/](http://www.cimi.org/)

Council on Library and Information Resources (CLIR), [www.clir.org/](http://www.clir.org/)

European Commission on Preservation and Access (ECPA), [www.knaw.nl/ecpa/](http://www.knaw.nl/ecpa/)

[pima.net/it10a.htm](http://pima.net/it10a.htm)

[www.amico.org/home.html](http://www.amico.org/home.html)

[purl.org/DC](http://purl.org/DC)

ICC Color Consortium, [www.color.org](http://www.color.org)