

# Digitalisierung gefährdeten Bibliotheks- oder Archivguts

## Digitale Beiträge zu archivischen Fachfragen Nr. 1

**Abschlußbericht der Arbeitsgruppe "Digitalisierung"** des  
Unterausschusses Bestandserhaltung der Deutschen  
Forschungsgemeinschaft (7. Oktober 1996)

### Gliederung

- Informationen zur Arbeitsgruppe
  - Verfilmung oder Digitalisierung
  - Anforderungen an die Mikroverfilmung
  - Empfehlungen zur Filmdigitalisierung
  - Kompatibilität von Filmen und digitalen Medien
  - Digitalisierung vom Original
  - Kooperation und Informationstransfer
  - Literaturhinweise
- 
- 

### Informationen zur Arbeitsgruppe

#### Mitglieder

Prof. Dr. Hans Bohrmann, Institut für Zeitungsforschung, Dortmund;  
Werner Clausnitzer, MS-Mikrofilm Optical Disc GmbH, Wuppertal; Dr.  
Marianne Dörr, Bayerische Staatsbibliothek, München; Dipl. Kfm.  
Martin Fock-Althaus, SRZ Satz-Rechen-Zentrum, Berlin; Dipl. Ing.  
Hartmut Haux, Zeuschel GmbH, Tübingen; Leo Otte, Classen-  
Papertronics KG - Convertronics, Essen; Dr. Hartmut Storp, Dr. Storp  
Consulting, Ahrensburg; Dr. Hartmut Weber, Landesarchivdirektion  
Baden-Württemberg, Stuttgart (Vorsitzender)

Gast: Werner Clausnitzer d. J., MS-Mikrofilm Optical Disc GmbH,  
Wuppertal

Arbeitssitzungen am 7. November 1995 (Tübingen), am 22. Februar  
1996 (Essen) und am 27. Juni 1996 (München).

Redaktion des Abschlußberichts: Dr. Marianne Dörr und Dr. Hartmut  
Weber unter Beteiligung von Hartmut Haux und Martin Fock-Althaus.  
Redaktionssitzungen am 15. April 1996, 24. Mai 1996, 5. Juli 1996  
und am 8. August 1996.

[Zurück zum Anfang!](#)

---

## 1. Verfilmung oder Digitalisierung gefährdeter Bücher und Archivalien ?

Die Konversion von beschädigten oder gefährdeten Büchern oder Archivalien ist eine wirksame und wirtschaftliche Maßnahme der Bestandserhaltung. Mit der Übertragung von Informationen, deren Haltbarkeit gefährdet ist, auf alterungsbeständige Trägermaterialien kann zudem - im Gegensatz zu Maßnahmen der Konservierung oder Restaurierung des Originals - das Ziel erweiterter und verbesserter Zugänglichkeit verbunden werden.

Bei der bildlichen Übertragung (Konversion) von gefährdetem Archiv- oder Bibliotheksgut auf Ersatzmedien zu Schutzzwecken und/oder zur dauerhaften Substitution der vom Zerfall bedrohten Informationsträger sind Systeme einzusetzen, die höchstmögliche Wiedergabequalität, Verfügbarkeit und Zugänglichkeit der Konversionsergebnisse über sehr lange Zeiträume sowie Wirtschaftlichkeit vereinen. Diese Anforderungen erfüllen derzeit Mikrofilmsysteme am besten. Im Vergleich mit anderen modernen Informationsmedien haben Mikrofilmsysteme den Vorteil, daß sie keinem grundlegenden technischen Wandel unterworfen und damit zukunftssicher sind. Die analog gespeicherten Informationen werden dem menschlichen Auge stets mit relativ geringem Aufwand unmittelbar zugänglich sein. Die dichte nationale und internationale Normung der Mikrofilmtechnik stellt bei hoher Qualität und Wirtschaftlichkeit eine grenzüberschreitende Akzeptanz sicher. Mikroformen sind kostengünstig herzustellen, zu duplizieren und zu verbreiten. Mikrofilmsysteme können mit EDV-gestützten Zugriffssystemen verbunden werden. Mikrofilme können aber auch mit Mikrofilmscannern rationell digitalisiert werden. Die Möglichkeit einer kostengünstigen Digitalisierung von Mikrofilmen verleiht diesen Informationsträgern die Eigenschaft eines jederzeit aufwärtskompatiblen Mediums mit Qualitätsreserven, die der in Zukunft zu erwartenden Verbesserung der Wiedergabequalität wie der Wirtschaftlichkeit digitaler Speichersysteme Rechnung tragen.

Als analoges und alterungsbeständiges Speichermedium, das über lange Zeiträume mit relativ geringem Aufwand verfügbar gehalten werden kann und für die Weiterverarbeitung in digitalen Systemen offen und jederzeit verfügbar ist, hat der Mikrofilm auch in der digitalen Medienwelt weiterhin seinen Platz. Mit Mikrofilmen als qualitativ hochwertigen Zwischenspeichern lassen sich neue und attraktive Formen und Qualitäten der Zugänglichkeit zu Büchern und Archivalien mit Hilfe digitaler Zugriffssysteme realisieren.

Aus den dargestellten Gründen empfiehlt sich nach wie vor die Verfilmung gefährdeter Bestände vor einer anschließenden Digitalisierung auf der Basis der vorhandenen Mikrofilme. Dieser Weg ist aus Gründen der Wirtschaftlichkeit auch angezeigt, wenn es nur darum geht, Bestände in digitalisierter Form für neue Qualitäten des Zugriffs und der Nutzung aufzubereiten. Auch in diesen Fällen sichert der Mikrofilm als kompatibler Langzeitspeicher die Investitionen für die Bearbeitung und Aufbereitung der Bestände langfristig. Hohe Aufwendungen für die Migration der Daten und regelmäßige technische und organisatorische Maßnahmen zur Gewährleistung der Lesbarkeit nur digital vorhandener Informationen in neuen Systemumgebungen können so vermieden werden.

Wenn das Original unmittelbar digitalisiert werden soll, ist darauf zu achten, daß der zusätzliche Nutzen digitaler Speicherung und Verarbeitung nicht mit Nachteilen der Wiedergabequalität oder mit Datenverlusten schon nach kurzer Nutzung der digitalen Systeme durch geringe Haltbarkeit oder mangelnde Kompatibilität und Zukunftssicherheit der Informationsträger oder der Hardware erkauft wird. Ein Konzept mit zeitlichen und organisatorisch-technischen Vorstellungen zur Migration, das zunehmend zu verfeinern ist, muß bereits in das Systemdesign einbezogen werden. Auch dabei könnte das Medium Mikrofilm eine Rolle spielen. Es ist grundsätzlich möglich, digitale Bilddaten auf Mikrofilm auszubelichten. Bei der Ausgabe digitalisierter Daten auf Mikrofilm, der dann als analoger Langzeitspeicher verwendet werden kann, ist jedoch entgegen von Aussagen, die sich hin und wieder in der Fachliteratur finden, mit deutlichen qualitativen Einbußen zu rechnen. Mikrofilme, die auf diese Weise hergestellt werden, lassen sich derzeit mit Sicherheit noch nicht erneut mit akzeptablem Ergebnis digitalisieren. Eine volle Kompatibilität der analogen und digitalen Speicherform ist daher noch nicht gegeben.

Zurück zum Anfang!

---

## **2. Anforderungen an Filmqualität und Filmorganisation im Hinblick auf die Option der Digitalisierung der Filme**

### 2.1 Filmauswahl und Filmqualität

Für künftige Verfilmungen soll die Option einer späteren Digitalisierung bei der Vorbereitung und Durchführung des Vorhabens bereits mitbedacht werden. Während sich im Bereich von Filmmaterial und Verfilmungstechnik nur einige ergänzende Anforderungen ergeben, die etwas weiter gehen, als die gültigen Normen und Bestimmungen für Schutzverfilmungen, sind vor allem im Bereich der Filmorganisation zusätzliche Punkte zu beachten.

Für die Verfilmung kontrastreicher Vorlagen wie von Texten, Strichzeichnungen und Stichen sind die gängigen panchromatischen AHU-Mikrofilme auf Polyester-Basis verwendbar, die in den letzten Jahren auch bezüglich der Digitalisierung optimiert worden sind. Vorlagen mit differenzierter Abstufung von Grautönen (Halbtonvorlagen) wie Büchern mit photographischen Reproduktionen oder mehrfarbigen Vorlagen, die dennoch schwarz weiß verfilmt werden sollen, wird die Verfilmung mit einem Halbton-Mikrofilm (z. B. Kodak 2468 oder 3468) am ehesten gerecht. In diesem Fall entsteht ein Aufnahmeilm positiver Polarität. Eine entsprechende Verbesserung der Halbtonwiedergabe ist zu erreichen, wenn AHU-Mikrofilme einer speziellen Film-entwicklung unterzogen werden.

Obwohl in aller Regel Wiedergabequalität und insbesondere das Auflösungsvermögen von Mikrofilmsystemen dasjenige von Systemen der Bilddigitalisierung deutlich übertrifft, ist bei der Verfilmung auf die korrekte Belichtung und Ausleuchtung sowie auf optimale Lesbarkeit (optische Auflösung) zu achten. Diese hängt von den optischen Eigenschaften der Kamera und von der korrekten Justierung des Kamerasystems ab. Auch unter Berücksichtigung des Generationsverlustes vom Aufnahmeilm zum Duplikatfilm zweiter Generation, welcher der Weiterverarbeitung dient, ist auf eine

möglichst gute Wiedergabequalität des Aufnahmefilms zu achten. Diese soll sich am Qualitätsindex (QI) 8 (höhere Qualität) gemäß Anhang C zu DIN ISO 6199 orientieren. In Abhängigkeit von der Höhe des Kleinbuchstabens "e" in der Vorlage (entsprechend in Handschriften der doppelten Schlingenweite der Buchstaben wie e, l, g und f) ergeben sich daraus Anforderungen an das Auflösungsvermögen eines Mikrofilmsystems gemäß der Formel  $QI = a \times h$ , wobei a für die Auflösungszahl des ISO Testzeichens Nr. 2 in Linienpaare pro mm (Lp/mm), h für die Höhe des Kleinbuchstabens "e" steht. Für Bücher und Archivalien erfüllen Mikrofilmsysteme, die 120 Lp/mm und mehr in der Bildmitte und am Bildrand auflösen, in der Regel diese Anforderungen.

Hinsichtlich der Art der Mikroform ist der Rollfilm 35mm als Aufnahme- und als Ausgangsmedium für die Digitalisierung eindeutig zu bevorzugen. Seine Bildgröße gewährleistet auch bei problematischen Vorlagen bis zur Größe von ca. 60 x 80 cm ausreichende Qualitätsreserven. Im Regelfall empfiehlt sich eine handelsübliche Filmlänge von 65 oder 30,5m, wobei der längere Film wegen der geringeren Rüstzeiten rationeller bearbeitet werden kann. Die Ergebnisse der Digitalisierung vom Negativfilm liegen deutlich vor den mit einem Positivfilm zu erzielenden Resultaten. Zur Digitalisierung soll ein Duplikatfilm möglichst niedriger Generationsstufe verwendet werden. Da der Aufnahme- (preservation master) selbst Sicherungszwecken dient und nicht unmittelbar benutzt werden darf, soll vom Silberhalogen-Duplikat (DDP) des Aufnahmefilms, der in negativer Polarität mit Hilfe eines polaritätsgleich duplizierenden Film (DDP-Film) hergestellt wird, digitalisiert werden; prinzipiell kann jedoch auch von einer Diazo-Kopie digitalisiert werden. Eine Verfilmung unter Verwendung von Bildmarken (Blips) ist in aller Regel Voraussetzung für eine rationelle Arbeitsweise mit Mikrofilmscannern.

Die Digitalisierung ist auch vom Mikroplanfilm (Mikrofiche) möglich. Durch das kleinere Bildfeld ist jedoch zumal bei größeren Vorlagen eine geringere Wiedergabequalität zu erwarten. Weiterhin ist der Personalaufwand beim Digitalisieren vom Mikroplanfilm deutlich höher. Auch von der Software wird hier mehr gefordert, so daß der Zeit- und damit der Kostenrahmen der Digitalisierung im Vergleich mit der weitgehend automatisierbaren Bearbeitung des Rollfilms ansteigt. Wenn hingegen nicht sequentiell sondern ausgesprochen selektiv von Mikroformen digitalisiert werden soll, kann die Verwendung von Mikroplanfilm unter wirtschaftlichen Aspekten sinnvoll sein.

Für optimale Ergebnisse der Digitalisierung ist ein fehlerfreier Film Voraussetzung. Filmdichte, Auflösung und Hintergrundschleier sollen mindestens den DIN-Normen entsprechen. Verzerrungen sind zu vermeiden, da sie beim Digitalisieren ebensowenig korrigiert werden können wie Unschärfen oder andere Aufnahmefehler. Vermieden werden sollen auch Schatten im Buchfalz, da sie nur begrenzt und nur mit zusätzlichem Aufwand beseitigt werden können.

## 2.2 Aufnahmetechnik

Jede zusätzliche Justierung des Mikrofilm-scanners erhöht den Aufwand und damit die Kosten. Deshalb ist auf eine möglichst gleichförmige Gestaltung der Filmvorlage zu achten. Diese Vorgabe bezieht sich auf:

#### a) Verkleinerungsfaktor

Für ein Verfilmungsprojekt, in jedem Fall aber innerhalb eines Films, soll ein einheitlicher Verkleinerungsfaktor gewählt werden. Erforderlichenfalls sollen die zu verfilmenden Vorlagen nach Größen gruppiert werden. Beim Digitalisieren erfolgt die Skalierung auf die Originalgröße. Im Header des Bildformats werden die Angaben über die für die Digitalisierung gewählte Auflösung und die Gesamtzahl der Pixel transportiert. Diese können bei Bedarf von der Viewer-Software zur Rekonstruktion und Anzeige der Größe der Originalvorlage ausgewertet werden.

#### b) Positionierung der Vorlage

Die Vorlage soll auf dem Aufnahmetisch einheitlich positioniert werden. Diese Positionierung darf innerhalb eines Films nicht geändert werden. Die Vorlage soll an der Vorderkante des Aufnahmetisches mittig angelegt werden. Ist dies nicht möglich, soll sie konsequent in der Mitte des Aufnahmetisches aufgelegt werden, wobei Markierungen oder Anschlagstifte eine korrekte Positionierung unterstützen können.

#### c) Ausrichtung der Vorlage

Die Ausrichtung der Vorlage soll der gewünschten Ansicht am Bildschirm entsprechen und deshalb gleichmäßig lesegerecht (waagrecht) sein. Eine Rotation anders ausgerichteter Bilder durch die digitalisierende Firma schlägt als Kostenfaktor zu Buche. Bücher und Akten sollen in der Regel in Bildlage 2 A nach DIN ISO 6199 im Halbschritt verfilmt werden. Größere Bände (auch Zeitungen) sollen im Vollschrift in Bildlage 2 B verfilmt werden. Ein Wechsel der Bildlage oder des Filmschritts innerhalb eines Films ist zu vermeiden.

Wenn die Darstellung von nur einer Seite am Bildschirm gewünscht wird, ist dies gegebenenfalls bereits bei der Verfilmung zu berücksichtigen. Mittiges Trennen einer verfilmten Doppelseite im Rahmen der Digitalisierung kann zu Mehrkosten führen, da diese Leistung nicht regelmäßig im Funktionsumfang der gängigen Digitalisierungs-Software enthalten ist und daher der manuellen Kontrolle und Nacharbeit bedarf.

#### d) Kontrast zwischen Untergrund und Aufnahmeobjekt

Der Kontrast zwischen dem Untergrund und dem zu verfilmenden Dokument soll gegebenenfalls durch kontraststeigernde (dunkle) Unterlegung der Vorlage verstärkt werden.

Die Beachtung der vorgenannten Punkte b), c) und d) ist Voraussetzung für ein weitgehend automatisches und damit kostengünstiges Ausschneiden der Vorlage aus dem gesamten digitalisierten Filmbild. Die Eliminierung der Randzonen der Aufnahme verbessert nicht nur den optischen Bildschirmindruck, sondern trägt vor allem zur Reduktion der Speichermenge bei.

### 2.3 Filmorganisation und Aufnahmedokumentation

Jeder Film soll - wie bei Schutzverfilmungen üblich - mit einem Filmvorspann mit gut lesbaren Kennzeichnungsaufnahmen eingeleitet

werden, welche neben der eindeutigen Filmnummer die relevanten Informationen zur besitzenden Institution, zum Inhalt des Films, zur Aufnahmetechnik (Verkleinerungsfaktor und Maßstab) und eine Testtafel mit Testzeichen zur Lesbarkeit und zur Halbtonwiedergabe nach DIN umfassen. Gegebenenfalls sollen mit der digitalisierenden Firma weitere Absprachen zur eindeutigen, maschinell verwaltbaren und nach Möglichkeit auch für die Datenlieferung (als Verzeichnisname) nutzbaren Benennung des Einzelfilms oder von Filmteilen getroffen werden.

Bei der Digitalisierung vom Film gewinnen Elemente der Filmorganisation wie die Verwendung von Aufnahmezählwerken, Gliederung der Filme durch Hinweisblätter, Setzung von Bildmarken (Blips) und Führung eines Aufnahme-Protokolls an Bedeutung, denen bei traditionellen Verfilmungsprojekten zu unrecht oft zu wenig Beachtung geschenkt wird. Eine Strukturierung des Films durch deutlich lesbare Hinweisblätter auf die zu verfilmenden Vorlagen, durch mitlaufende Aufnahmezählwerke, Setzen von Blips und entsprechende Hinweise auf einer Aufnahmeleiste (Anlage 1) sowie eine konsequente Protokollierung dieser Untergliederung erleichtert jedoch die Indizierung für das Auffinden und Weiterbearbeiten des Datenmaterials erheblich und wirkt damit kostensenkend. Neben dem Einzelblip, der in der Regel ausreicht, um in Verbindung mit einem Aufnahmezählwerk Einzelbilder gezielt zu identifizieren, sind Gruppen- oder Sequenzblips möglich. Im Hinblick auf die Datenorganisation (Zugriffsgenauigkeit, Vermeiden von überflüssigem Blättern am Bildschirm) ist dieser Aspekt der Verfilmung besonders wesentlich. Der hohe Nutzen rechtfertigt den geringen Mehraufwand bei Vorbereitung und Durchführung der Verfilmung.

Der Erschließungsaufwand hängt von der Vorlage und vom Verwendungszweck ab: Es ist sicher nicht sinnvoll, ein 300-Seiten-Buch ohne weitere Unterteilungen zum Blättern am Bildschirm anzubieten. Allerdings muß dazu de facto eine vertiefte Erschließung der zu verfilmenden Vorlage geleistet werden, die sich zwar auch für die Konsultation des Ursprungsmediums Mikrofilm günstig auswirkt, deren zeitliche und damit personelle und kostenmäßige Konsequenzen aber nicht unterbewertet werden dürfen.

#### 2.4 Hinweise zur Systemauswahl

Die Wiedergabequalität hängt wesentlich vom Einsatz eines geeigneten Aufnahmegerätes ab. Die genannten Anforderungen werden in der Regel von modernen Schrittkameras erfüllt, die mit einem hochwertigen Aufnahmeobjektiv eine Auflösung von mindestens 120 Linienpaare/mm über das gesamte Bildfeld gewährleisten. Weiterhin sollen sie mit automatischer Scharfstellung und einer vorlagenabhängig gesteuerten Belichtungsregelung, Drehbarkeit des Kamerakopfes, Verstellmöglichkeit der Auflichtlampen (Ausleuchtung des Buchfalzes), mit Bildfeldprojektion, mit verstellbaren Bildmasken, mit automatischer Einbelichtung von Bildmarken (Blips) und mit Aufnahmezählwerken ausgerüstet sein. Für die Verfilmung von Büchern und Archivalien muß die Kamera im Verkleinerungsbereich zwischen 8x und 24x optimale Ergebnisse liefern. Aus Gründen der Bestandserhaltung soll die Schrittkamera über einbandschonende Aufnahmevorrichtungen wie zweiteilige Buchwippe mit ausreichend öffnender Glasplatte und einstellbarem Anpreßdruck verfügen. Ferner soll auch die Verfilmung schwieriger und übergroßer Bände auf schonende Weise möglich sein.

Da in der Regel von einem Film zweiter Generation (duplicating

master) digitalisiert wird, ist darauf zu achten, daß dieser als Silberhalogenid-Duplizierfilm gleicher Polarität (DDP-Film) entsteht und die Duplizierung mit einem hochwertigen Dupliziergerät (Duplizierung unter Vakuum an parallel-laufenden Filmen) vorgenommen wird, um den Generationsverlust so gering wie möglich zu halten.

Bilanzierend kann gesagt werden, daß bei einer Verfilmung im Hinblick auf eine spätere Digitalisierung für die Systemauswahl und die Durchführung generell die gleichen Kriterien gelten wie für eine qualitätsvolle Mikroverfilmung. Der möglichst einheitlichen Gestaltung des Aufnahmefilms, der Filmorganisation und der Aufnahmedokumentation (Filmprotokoll) ist jedoch regelmäßig höhere Aufmerksamkeit als bei traditionellen Verfilmungen üblich zu schenken.

2.5 Digitalisierung von vorhandenen Filmen, die nur teilweise den o. a. Anforderungen entsprechen.

Die Digitalisierung von in der Vergangenheit angefertigten Filmen bzw. Filmkopien ist möglich. Dabei sollte es sich grundsätzlich um Filme möglichst niedriger Generationsstufe handeln. In jedem Fall empfiehlt sich zunächst eine eingehende Analyse und Beschreibung der zum Digitalisieren vorgesehenen Filme und ihrer Besonderheiten (Filmmaterial, Erhaltungszustand, Verkleinerungsfaktor, Wiedergabequalität, Aufnahmetechnik, Art der Vorlagen, Filmorganisation), die im Benehmen mit einem erfahrenen Dienstleistungsunternehmen durchgeführt werden soll. Vor einer Auftragsvergabe sollen außerdem in jedem Fall Digitalisierungs-Tests mit typischem Probematerial durchgeführt werden. Nur so kann eine Auftragsfirma im Angebot einen realistischen differenzierten Kostenrahmen erstellen, der auch die Möglichkeiten der Qualitätssteigerung durch Einzelnachbearbeitung und Bildverbesserung (image enhancement) einschließt. Je nach Nutzungszweck kann dann - auch unter Kostengesichtspunkten - ein Qualitätsstandard für die Bearbeitung vereinbart werden. Auf dem Film vorhandene Beschädigungen (Kratzer, Schmutz, Ausfransungen) haben jedoch in jedem Fall Einfluß auf das Ergebnis der Digitalisierung.

2.6 Abweichende Empfehlungen für Farbmikrofilme

Ausgangspunkt für die Digitalisierung vom Film soll ein hochauflösender und farbbeständiger Color-Mikrofilm nach dem Farbbleichverfahren auf Polyester-Filmunterlage sein. Von diesem können vor allem hinsichtlich des Auflösungsvermögens Wiedergabequalitäten erwartet werden, die dem Mikrofilm schwarz weiß entsprechen.

Nachdem Filmduplikate von Farbmikrofilmen insbesondere hinsichtlich der Wiedergabequalität der Farben bisher nicht voll befriedigen können, soll bei Farbmikrofilmen - unter Beachtung aller Maßnahmen zur Filmschonung - ausnahmsweise vom Aufnahme film digitalisiert werden. Die Herstellung von zwei Aufnahme filmen hoher Qualität in einem Arbeitsgang, wie dies manche Schrittkameras ermöglichen, ist daher von Vorteil.

In der bisherigen Praxis werden Farbfilme, auch aus Kostengründen, fast ausschließlich mit einem proprietären System, das für den Amateurmarkt entwickelt wurde, digitalisiert. In seiner

kostengünstigsten Variante schränkt dieses Verfahren den Bildausschnitt, der digitalisiert wird, auf 24 x 36 mm ein. Der Bildausschnitt einer Farbmikrofilmaufnahme im "Vollschritt" beträgt jedoch 32 x 45 mm. Aufnahmen unter Ausnutzung der maximalen Bildgröße des Vollschritts, die bei größeren oder schwierigen Vorlagen hinsichtlich der Wiedergabequalität und der Weiterverarbeitung von Vorteil sind, können mit dem gängigen Verfahren zur Herstellung einer Photo CD nicht verwendet werden. Bei Halbschrittaufnahmen und kleineren Bildfeldern ist im Einzelfall vorher zu prüfen, ob das Bildformat vom System übertragen werden kann, da Filmstreifen nur in einer Richtung zugeführt werden können. Die Zuführung von unzerschnittenen Mikrofilmen ist grundsätzlich möglich. Da aber Aufspulvorrichtungen nicht zur Ausstattung des Filmscanners gehören, kann das Filmmaterial beschädigt werden. Bei diesem System wird die Filmvorlage mit unterschiedlichen Auflösungen digitalisiert und komprimiert auf der Photo CD abgelegt. Die niedrigste Auflösung der 5 Auflösungsstufen ist 128 Linien x 192 Pixel, die höchste 2048 Linien x 3072 Pixel.

Das System der Photo CD wurde in erster Linie für den großen Markt der Amateurphotographie entwickelt und ist daher verbreitet und kostengünstig für die Digitalisierung von Farbfilmen zugänglich. Für normgerecht hergestellte Farbmikrofilme ist es jedoch nur mit Einschränkungen nutzbar, insbesondere, was das Aufnahmeformat betrifft. Ein Verzicht auf das Vollschritformat des unperforierten Mikrofilms 35 mm wäre jedoch gerade bei Farbaufnahmen in der Regel mit Einbußen bei der Aufnahmequalität verbunden. Qualitätseinbußen sollten jedoch nicht hingenommen werden. Für das Digitalisieren solcher Filme stehen Filmscanner zur Verfügung. So werden im reprographischen Bereich Farbfilmscanner eingesetzt, die Filme bis zum Format 6 x 9 cm, auch in Filmstreifen, verarbeiten können. Mit diesen ist es möglich, die Vollschrittaufnahme eines 35 mm Farbmikrofilms zu digitalisieren. Diese Scanner haben eine Auflösung bis 2000 dpi. Die Farbdigitalisierung ist dabei nicht auf das Format der Photo CD festgelegt, sondern kann wahlweise in verschiedenen Ausgabeformaten erfolgen. Beim heutigen Stand der Technik und bei der derzeitigen geringen Nachfrage nach Digitalisierungsleistungen vom Farbmikrofilm ist jedoch mit relativ hohen Kosten für diese Leistung zu rechnen.

Dennoch wäre es auch im Hinblick auf künftig zu erwartende Entwicklungen verfehlt, zu Lasten von Wiedergabequalität und Kompatibilität von Normen oder bewährten Aufnahmeverfahren abzuweichen, um ein derzeit verfügbares, herstellerabhängiges System - wenn auch kostengünstig - nutzen zu können.

Zurück zum Anfang!

---

### **3. Empfehlungen zur Digitalisierung von Mikrofilmen**

#### **3.1 Bildqualität**

Steht ein Mikrofilm guter Qualität weiterhin als dauerhaftes Speichermedium zur Verfügung, wird die Wiedergabequalität der digitalen Konversionsform vom angestrebten Verwendungszweck bestimmt. Beim Digitalisieren vom Mikrofilm muß also in der Regel nicht das bestmögliche Ergebnis angestrebt werden, wie dies beim

unmittelbaren Digitalisieren des gefährdeten Originals unerlässlich ist.

Für die Wiedergabe gedruckter Texte auch in Verbindung mit Strichzeichnungen sowie moderner, deckender Schreibmaschinenschrift (Plastic Carbon Band, Tintenstrahl- oder Laserdrucker) auf panchromatischem AHU-Mikrofilm genügt bitonales Digitalisieren. Handschriften, Zeichnungen mit Bleistift oder Farbstift, Schreibmaschinenschrift mit Gewebefarbbändern, farbige Illustrationen und Zeichnungen und sonstige Darstellungen mit verschiedenen Graustufen sowie Photographien in schwarz weiß oder Farbe sollen mit Graustufen digitalisiert werden. Beim Digitalisieren vom kontraststeigernden AHU- Film genügen in der Regel 16 Graustufen (4 Bit). Wird vom Halbtonfilm digitalisiert, sollen 256 Graustufen (8 Bit) dargestellt werden. Da sich die Digitalisierung mit Graustufen gravierend auf Speicherbedarf und damit auf die Wirtschaftlichkeit in allen Verarbeitungsstufen auswirkt, ist darauf zu achten, daß nur mit Graustufen gearbeitet wird, wenn dies der Wiedergabequalität wegen erforderlich ist.

Die adäquate Auflösung bestimmt sich auch beim Digitalisieren vom Film von der Größe des kleinsten Zeichens, das zweifelsfrei dargestellt werden soll. Bei gedruckten Texten ist dafür die Höhe des Kleinbuchstabens "e" heranzuziehen, bei handschriftlichen Texten die doppelte Schlingenweite (s. Ziff. 2.1). In Anwendung der auf die digitale Auflösung angepaßten Formeln des Qualitätsindex ergeben sich in Abhängigkeit von der Größe der genannten Zeichenelemente die Anforderungen an die Auflösung. Für bitonales Digitalisieren errechnet sich der QI nach folgender Formel:  $QI = (a \times 0,039h) / 3$ , wobei a für die Auflösung in dpi, h für die Höhe des Kleinbuchstabens "e" in mm steht. Für Digitalisieren mit Graustufen wird der QI nach der Formel  $QI = (a \times 0,039) / 2$  errechnet.

Um den Kleinbuchstaben "e" mit der Höhe von 1 mm in höherer Qualität wiederzugeben, ist beim bitonalen Digitalisieren eine Auflösung von 615 dpi erforderlich (bei 256 Graustufen 410 dpi). Mittlere Qualität wird erreicht, wenn in diesem Fall bitonal mit 385 dpi (bei 256 Graustufen 256 dpi) digitalisiert wird. Von geringer Qualität ist das Ergebnis, wenn bitonal mit 277 dpi (bei 256 Graustufen 185 dpi) digitalisiert wird.

Mit den Qualitätsreserven des Mikrofilms im Hintergrund wird es für die meisten Zwecke ausreichen, wenn für die digitale Sekundärform mittlere Qualität angestrebt wird. Die erforderliche Auflösung beim Digitalisieren ließe sich dann auf der Grundlage des Qualitätsindex  $QI=5$  für mittlere Qualität wie folgt errechnen: für bitonales Digitalisieren: Auflösung in dpi  $a = 3 \times 5 / 0,039h$ , wobei h für die Höhe des Kleinbuchstabens "e" steht. Ist der Buchstabe "e" 1 mm hoch, ergibt sich ein Wert von 384. Für Digitalisieren mit Graustufen lautet die Formel  $a = 2 \times 5 / 0,039h$ , was bei einem "e" gleicher Höhe den Wert 256 ergibt. Als Schriften für Fußnoten können Buchstaben genannter Größenordnung (ca. 7 Punkt) durchaus vorkommen.

Als Anhaltswerte sollen demnach bei bitonalem Digitalisieren Auflösungen von 350 bis 400 dpi angestrebt werden, bei Digitalisieren mit Graustufen 250 bis 300 dpi.

Aufgrund von Testläufen mit repräsentativen Filmen ist zu entscheiden, ob die Digitalisierungsqualität für den jeweiligen Anwendungszweck ausreicht.

### 3.2 Speicherform

Die Übermittlung der digitalisierten Bilddaten soll über die Medien Digital Audio Tapes (DAT) oder CD-R(Recordable) erfolgen. Bei beiden Datenträgern ist durch Normierung (DIN 66211 für DAT; ISO 9660 für CD-R) hardwareunabhängige Lesbarkeit garantiert. Die gegenwärtige Speicherkapazität von 650 MB pro CD-R oder 2 GB pro DAT-Band wird in naher Zukunft noch gesteigert werden.

In der Praxis bietet die CD-R Vorteile hinsichtlich der Datensicherheit, da die Zuverlässigkeit des DAT wesentlich von der Spannung des Bandes abhängt, die sich auf dem Transportweg verändern kann. Die CD-R bietet außerdem die Möglichkeit nach der Lieferung der digitalen Konversionsform - etwa zur Qualitätskontrolle - direkt mit einer Viewer-Software auf die Bilder zugreifen zu können, ohne diese erst auf der Festplatte des Computersystems speichern zu müssen.

Durch verbindliche Absprache mit dem Dienstleistungsunternehmen, das die Digitalisierung vornimmt, ist sicherzustellen, daß dieses die übermittelten Bilddaten mindestens so lange parallel speichert, bis die Digitalisierungsergebnisse beim Auftraggeber kontrolliert und verlässlich gesichert sind.

Eine verlässliche Sicherung der digitalen Konversionsform ist erreicht, wenn die verlustfrei komprimierten oder unkomprimierten Bilddaten auf mindestens zwei Datenträgern gesichert sind, deren inhaltliche Übereinstimmung und einwandfreie Lesbarkeit geprüft wurden. Im einfachsten Fall werden die beiden inhaltsgleichen Datenträger 'Primärdatenträger' und 'Arbeitsduplikat' durch mehrfaches sukzessives Abspeichern der Bilddaten erzeugt.

Um eine Lesbarkeit des Primärdatenträgers sicherzustellen, sollen die Arbeitsduplikate durch Mehrfachkopien aus diesem erstellt werden. Eine weitere Qualitätssteigerung der Datensicherung läßt sich durch einen Dekompressionstest für jedes abgespeicherte digitale Abbild erreichen (siehe dazu Ziff. 5.3).

### 3.3 Format, Kompression

Die Bilddaten sind seitenrichtig (ohne Bilddrehung lesbar) in einem gängigen Format zu liefern, das für möglichst viele Anwendungen offen ist. Das TIFF-Format (Tagged Image File Format) hat sich als Rasterformat für Bilddateien weitgehend etabliert. Der Vorteil dieses Formats - im Gegensatz beispielsweise zu Windows-Bitmap - liegt hierbei in der weitgehenden Plattform- Unabhängigkeit. Lesbarkeit und Weiterverarbeitung auf unterschiedlichen Rechnerwelten mit unterschiedlichen Betriebssystemen und Programmen ist möglich. Es ist jedoch zu beachten, daß trotz grundsätzlicher Standardisierung das TIFF- Format Variationen erlaubt, die unter Umständen nicht mit der eingesetzten Software kompatibel sind. Auch hier sind exakte Absprachen und eventuell Probeläufe mit Testdateien anzuraten. TIFF erlaubt unkomprimierte und komprimierte Datenlieferung. Bei schwarz-weiß-Bildern stehen Mechanismen zur verlustfreien Kompression wie TIFF G 4 zur Verfügung. Um Speicherplatz zu sparen, ist es sinnvoll, bei verlustfreier Kompression die digitale Konversionsform in komprimierter Form zu beziehen und zu sichern. Da aber nicht alle Programme mit komprimierten TIFF-Dateien arbeiten können, muß die Kompatibilität der Anwendung zuvor abgeklärt werden. Im Zweifelsfall empfiehlt sich unkomprimierte Lieferung. Das für die Übergabe von Halbton- und Farbbildern häufig

verwendete JPEG (Joint Photographic Experts Group)-Format impliziert eine im Faktor variable, immer jedoch verlustbehaftete Kompression und ist daher als Ausgangsformat nicht zu empfehlen.

Da Bilddateien auf verschiedene Weise organisiert werden können, ist es ratsam, mit dem Dienstleister die für die jeweils vorgesehene Anwendung zweckmäßige Dateiorganisation zu vereinbaren. In der Regel wird jedes Bild in einer eigenen Datei abgelegt. Nur bei Dokumenten, die wenige Seiten umfassen, können zusammengehörende Bilder in einer Datei abgespeichert werden (multiple TIFF).

Für eine Weiterverwendung der Daten im Internet ist eine Konvertierung in plattformunabhängige Formate sinnvoll, welche die Einbindung in Dokumente unterschiedlichster Art erlauben. Auch solche Konvertierungen gehören heute zum Dienstleistungsangebot der meisten einschlägigen Firmen. Dieses Format sollte gegebenenfalls zusätzlich in Auftrag gegeben werden.

### 3.4 Anforderungen an die Software zur Bildbetrachtung

Für den Zugriff auf die digitalisierten Images sind für PC- und UNIX-Umgebungen verschiedene Programme zur Betrachtung und Manipulation, sog. "Viewer", auch als Public Domain Software oder als kostengünstige Shareware- Programme erhältlich. Es empfiehlt sich, in einer Institution nur eine bestimmte Software standardmäßig einzusetzen, deren Eignung zuvor auch mit Lieferungen digitalisierter Konversionsformen eingehend geprüft wurde.

Im Regelfall soll eine Viewer-Software folgende Features umfassen: Vor- und Zurückblättern, Ausnutzung des gesamten Bildschirms zur Bildanzeige, Vergrößern des Gesamtbildes bzw. von ausgewählten Ausschnitten, Verkleinern des Gesamtbildes, Option zur Rückkehr zum Ursprungsbild, Bilddrehung, Invertierung, Anzeige der technischen Dateiinformationen aus dem Header wie Bildgröße, Auflösung, Format, Bittiefe und Drucken. Sehr nützlich sind zusätzlich Möglichkeiten der Bildkonvertierung in andere Formate und der Bildkompression.

In der UNIX-Welt steht z.B. xv als Shareware zur Verfügung. Je nach eingesetzter Hardware sind im Lieferumfang des Betriebssystems entsprechende Viewer enthalten (Bsp. HP-UX imageview).

Im PC-Bereich ließe sich beispielsweise auf Imaging for Windows verweisen, das für Windows 95 als kostenloses Zubehör verfügbar ist. Weiterhin sind PixView 2.1 von Pixel Translation, ScanMos UVP von MS-Electronic-Service oder mit Einschränkungen Hijaak Pro 2.0 von North American Software als Beispiele für geeignete Software anzuführen.

Software zur Verwaltung und Erschließung der digitalisierten Bilder sowie zum schnellen Zugriff soll unter anwendungsspezifischen Gesichtspunkten ausgewählt werden. Für die Leistungsmerkmale der Viewer-Komponente in dieser Anwendungssoftware gelten die genannten Anforderungen entsprechend.

### 3.5 Anforderungen an die Hardware zur Bildbetrachtung

Zur Konsultation bzw. Nutzung der digitalisierten Images in der jeweiligen Institution soll eine anforderungsgerechte Hardware-Umgebung geboten werden. Durch die bei digitalisierten Images im Vergleich zu Text-Files anfallenden relativ großen Datenmengen werden höhere Anforderungen an den Datenbus und an den Arbeitsspeicher gestellt, wenn die Bildaufbauzeiten in vertretbarem Rahmen bleiben sollen. Die Mindestanforderung wird durch PC-Systeme auf der Basis von Prozessoren des Typs 486 mit 66 MHz oder Pentium, mit Windows 3.11 oder höher, einem Arbeitsspeicher von 16 MB und einer Festplatte im Gigabyte- Bereich umschrieben.

Im Hinblick auf eine ergonomische Gestaltung des Arbeitsplatzes ist besonderes Gewicht auf die Bildschirmgröße von mindestens 17 Zoll Diagonale, die Bildwiederholrate, die eingebaute Grafikkarte und den entsprechenden Treiber zu legen. Gängige PC-Bildschirme mit 14 Zoll sind für die Bilddarstellung - unabhängig von der Auflösung - nicht geeignet. Das Auflösungsvermögen der üblichen PC-Farbbildschirme liegt nur bei ca. 75 dpi, so daß die Bilder zur Darstellung in eine niedrigere Auflösung heruntergerechnet werden müssen. Höhere Bildschirmauflösungen bis 120 dpi werden von speziell für den Zweck der Bildverarbeitung angebotenen Großbildschirmen erreicht . Die prinzipiell verfügbare tatsächlich höhere Auflösung der digitalen Konversionsform kommt erst beim Vergrößern ausgewählter Bildschirm-Ausschnitte (zoomen) zum Tragen.

### 3. 6 Langfristige Sicherung der digitalen Konversionsform (Migration)

Auch wenn eine Mikroform hoher Qualität neben der digitalen Konversionsform vorhanden ist und damit bei Bedarf erneute Digitalisierung vom Film erlaubt, müssen die Konversionsergebnisse langfristig gesichert werden. Schon aus Wirtschaftlichkeitsgründen verbietet es sich, Aufwendungen für Digitalisierung mehrmals zu leisten. Die digital vorliegenden Bilder sollen gerade im Hinblick auf die zunehmende Bedeutung elektronischer Informationssysteme in Forschung und Lehre zukünftig für eine Vielzahl möglicher Anwendungen nutzbar sein. Dazu müssen die vollständigen Bilddaten in der höchsten vorliegenden Informationsqualität, also verlustfrei komprimiert oder hilfsweise unkomprimiert in einem für alle denkbaren Anwendungen offenen Format langfristig gesichert werden. Eine Speicherung der nur für eine bestimmte Anwendung zweckgerecht komprimierten und formatierten Daten ist nicht ausreichend.

Die verlustfrei komprimierten oder unkomprimierten Bilddaten müssen daher im TIF- Format oder in einem plattformunabhängigen Folgeformat von TIFF an neue Systemumgebungen angepaßt (migriert) werden. Diese Anpassung muß einer Konzeption folgend planmäßig und in Abhängigkeit vom technischen Fortschritt geschehen und darf keine Entwicklungsstufen auslassen. Die regelmäßige Anpassung muß die Haltbarkeitserwartung des Speichermediums ebenso einbeziehen wie die Gültigkeit des Formats und die Verfügbarkeit der zum Lesen erforderlichen Hard- und Software. Insbesondere die rasch aufeinanderfolgenden Innovationszyklen von Hard- und Software, die selten die in diesem Bereich ohnehin spärlichen Normungsvorgaben berücksichtigen, können zu Kompatibilitätsproblemen führen. Bei der Migration muß mit größter Sorgfalt vorgegangen werden. So sind die Ergebnisse Bild für Bild zu kontrollieren, da der Verlust nur eines Bits in einer Bilddatei schwerwiegende Informationsausfälle bis zum Totalverlust des Bildes zur Folge haben kann. Die verantwortungsbewußte Migration erfordert daher organisatorische und technische

Maßnahmen vor jeder Ablösung von Systemen. Ziel der Migration ist es, die Daten jeweils auf mindestens zwei möglichst langlebigen und verfälschungssicheren Speichermedien in einem plattformunabhängigen Format zu halten, das mit dem jeweils eingesetzten EDV-System voll kompatibel ist. Dabei ist die vollständige inhaltliche Übereinstimmung der übertragenen Bilddaten mit dem Datenbestand der vorigen Generation zu prüfen, solange das abzulösende EDV-System noch verfügbar ist.

### 3.7 Wirtschaftlichkeit

Die Digitalisierung von Mikroformen soll grundsätzlich als Serviceleistung vergeben werden. Die Kosten für das Digitalisieren eines nach den vorstehenden Empfehlungen hergestellten und einheitlich gestalteten Mikrofilms (Rollfilm 35 mm) hängen wesentlich vom Auftragsvolumen, vom Modus (bitonal oder Graustufen), von der Auflösung, aber auch von der Qualität des Films und der Art und Lesbarkeit der verfilmten Vorlagen ab. Da die Kosten für das Digitalisieren zusätzlich von der Marktlage abhängig sind, kann kein universeller und langfristig gültiger Kostenrahmen angegeben werden.

Die genannten Kostenfaktoren berücksichtigen nur den Aufwand für das eigentliche Digitalisieren. Gesondert in Rechnung gestellt werden erfahrungsgemäß Leistungen wie Rotieren, (manuelles) Ausschneiden des Bildes aus dem Gesamtframe und die Indizierung, weiterhin die damit verbundenen Programmierkosten und die Kosten für die erstmalige Programmierung des Filmscanners nach den Kundenanforderungen. Schließlich werden die Kosten für den Bandabzug der Daten oder das Brennen der CD-R, für das Trägermedium sowie für Verpackung und Transport gesondert in Rechnung gestellt. Ferner sind gegebenenfalls die relativ hohen Kosten der Qualitätssteigerung der Wiedergabe durch individuelle Einzelbearbeitung und Verbesserung der Bilder (image enhancement) mit spezieller Software zu berücksichtigen.

Die Entscheidung für eine generelle Erhöhung der Auflösung beim Digitalisieren oder für ein Digitalisieren mit Graustufen beeinflusst mittelbar die Wirtschaftlichkeit der Konversion. Es entstehen höhere Datenmengen, die auch die Kosten für Datenlieferung, Datenspeicherung und Datenverarbeitung erhöhen. Als zwangsläufiger Aufwand der Digitalisierung müssen auch die Folgekosten für die planmäßige Migration der Daten in die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einbezogen werden. Dabei kann es sich als wirtschaftlicher erweisen, im Bedarfsfall erneut vom vorhandenen Mikrofilm zu digitalisieren anstatt den Datenbestand regelmäßig zu migrieren.

### 3.8 Digitalisieren und Texterkennung (OCR)

Optical Character Recognition (OCR) ist ein maschinelles Verfahren, um bildlich vorliegende alphanumerische Zeichen mit Hilfe einer mehr oder weniger aufwendigen Mustererkennung in codierte Daten (entsprechende Codes der alphanumerischen Zeichen und deren Kontext) zu überführen. Dabei wird grundsätzlich zwischen der vollautomatischen Texterkennung (Omnifont-Technik) und der trainierbaren Texterkennung unterschieden, welche die Mustererkennung mit Wörterbüchern, linguistischen Methoden oder Ansätzen der sog. Künstlichen Intelligenz unterstützt. Die Texterkennungsprogramme integrieren zunehmend Wörterbüchern

und Substitutionslisten, die über Sicherheitsgrade einstellbar sind. Um Substitutionen von unzutreffend als richtig erkannten Zeichen zu vermeiden, arbeiten einige Systeme mit "fuzzy logic" und Wahrscheinlichkeiten. Einen interessanten weiteren Ansatz verfolgen Systeme, die im sogenannten "Mixed Mode" arbeiten. Nicht erkannte oder nicht sicher erkannte Zeichen oder Zeichengruppen werden dabei als Bild (Image) beibehalten und bleiben als nicht codierte Information im Kontext der richtig erkannten Zeichen eingebettet.

Neben der Zuverlässigkeit der Texterkennung ist die Seitensegmentierung ein wesentliches Leistungsmerkmal von Texterkennungssystemen, d. h. die Interpretation von Kontextinformationen wie Textspalten, Textblöcken und Graphiken im Text. Weitere Leistungsmerkmale sind korrekte Ausrichtung (Deskew), die Segmentierung einzelner Zeichen, das Erkennen von Schriftart und Auszeichnung, sowie die Unterstützung mehrerer Sprachen in einem Dokument.

Die Grenze für die Wirtschaftlichkeit der maschinellen Texterkennung liegt bei einer Erkennungsgenauigkeit von 99,95 %. Dies bedeutet, daß manuelle Erfassung von Fließtexten dann wirtschaftlicher ist, wenn bei maschineller Texterkennung mehr als 4 bis 5 Fehler auf jeweils 1000 Zeichen auftreten.

Die Zuverlässigkeit der Texterkennung hängt wesentlich von der Vorlage ab, insbesondere von Schriftart, Schriftgröße und Kontrast zwischen Schrift und Vorlage. Störparameter für die Text-erkennung sind Schmutz auf den Vorlagen oder Ausfälle bei der Bildinformation, etwa durch unvollständig oder ungleichmäßig gedruckte Buchstaben. Weiterhin ist die Zuverlässigkeit von der Menge der Bildinformationen abhängig. Je mehr Bildinformationen verarbeitet werden, desto höher ist die Erkennungsrate. Höhere Auflösung beim Digitalisieren kann die Erkennungsrate daher ebenso verbessern wie eine Digitalisierung mit Graustufen.

Im Prinzip gelten die genannten Qualitätskriterien auch für Mikrofilm. Insbesondere ist auf hohe Auflösung und ausreichenden Kontrast durch normgerechte Hintergrunddichte und minimalen Grundschleier zu achten. Das Digitalisieren von Negativfilmen vermeidet die Störparameter Schmutz und Kratzer. In der Praxis liegen noch zu wenig Erfahrungen mit der maschinellen Texterkennung in Verbindung mit Mikrofilmen vor, als daß zuverlässige Aussagen möglich wären.

Zurück zum Anfang!

---

## **4. Mikrofilm und digitale Speicherformen als kompatible Medien**

### **4.1 Versuchsreihe zur Kompatibilität und zur Wiedergabequalität**

Um Aufschlüsse über die Kompatibilität digitaler und analoger Konversionsformen in der Praxis zu gewinnen, hat die Arbeitsgruppe eine Testreihe durchgeführt. Dazu wurde eine Testtafel im Format DIN A2 mit normierten Testzeichen für Auflösung (Wiedergabeschärfe), Wiedergabe von Grautönen und

Farbwiedergabe benutzt. Weiterhin waren auf der Testtafel Textmuster unterschiedlicher Druck und Handschriften sowie Photographien in schwarz weiß und Farbe montiert. Diese Testtafel wurde in schwarz weiß und Farbe auf unterschiedlichem Mikrofilmmaterial (Rollfilm 35mm) aufgenommen und unmittelbar mit verschiedenen Scannern bitonal, mit Graustufen und in Farbe digitalisiert. Vom Film wie von den digitalen Konversionsformen wurden Arbeitskopien auf Papier hergestellt. Die Aufnahmen der Testtafel wurden mit verschiedenen Filmscannern digitalisiert. Vom Film wurden weiterhin Umzeichnungen auf Mikroplanfilm (Mikrofiche) angefertigt. Die digitale Bilddaten der Testtafel wurden schließlich mit COM-Systemen auf Mikrofilm ausbelichtet. Die analogen Testmuster wurden mikroskopisch nach den entsprechenden Normvorschriften, die digitalen Formen mit Hilfe eines hochauflösenden Farbmonitors und der Zoom-Funktion einer Bildbetrachtungssoftware ausgewertet.

Die Testreihe (Anlage 2) läßt erkennen, daß die hohe Auflösung der Mikrofilme (Testzeichengruppe 12,5, 11 oder 8) bisher von digitalen Systemen nicht erreicht wird. Die höhere Qualität nach dem "Quality Index" (8) werden nur von Mikrofilmsystemen abgedeckt. Mittlere Qualität wird bei der Digitalisierung vom Original mit Graustufen erreicht, noch lesbare Qualität erreichen Umzeichnungen auf Mikrofiche und digitale Konversionsformen vom Mikrofilm, teilweise auch vom Original. Im entsprechenden Bereich liegen Arbeitskopien auf Papier (Ausgabe über Reader- Printer sowie Ausgabe über Laserdrucker. Von der Qualität her fällt ein Vierfarbdruck vom digitalisierten Original mit Testzeichengruppe 4,5 heraus. Die Digitalisierung der Testtafel und ihres farbigen Abbildes auf Mikrofilm wurde mit einem Trommelscanner durchgeführt. Das Ergebnis zeigt, was technisch machbar ist, wenn Kostenfaktoren nicht berücksichtigt werden müssen.

Die Unterschiede bei der Halbtonwiedergabe waren so offensichtlich, daß eine subjektive Beurteilung ausreichte. Aufgrund seines breiten Belichtungsspielraums konnte der Mikrofilm alle auf der Testtafel vorhandenen Elemente auf einer Aufnahme in angemessener Übertragungsqualität wiedergeben. Die digitale Konversion erforderte mehrere Belichtungen mit unterschiedlichen Parametern um auf unterschiedlichen Bildern diese Elemente jeweils angemessen wiederzugeben. Dabei führte der Weg über die Filmdigitalisierung zu etwas besseren Ergebnissen, da bei der Mikroverfilmung der Vorlagenkontrast bereits etwas gesteigert und insgesamt ausgeglichen wird.

Diese Testergebnisse beziehen sich auf die Konversion der relativ großen Testtafel, die etwa der Größe einer Zeitungsseite oder eines aufgeschlagenen Großfoliobandes entspricht. Bei kleineren Vorlagen sind etwas bessere Ergebnisse zu erwarten, wobei die Relationen im Prinzip bestehen bleiben.

Als wesentliches Ergebnis ist festzuhalten, daß beim Digitalisieren vom Film gegenüber dem hochwertigen Digitalisieren vom Original mit Graustufen Qualitätseinbußen hingenommen werden müssen, andererseits aber die Qualitätsreserven des Films sich auch bei dieser Testreihe als so überlegen erwiesen haben, daß sie auch noch ausreichen werden, wenn die Digitalisierungssysteme weiterentwickelt sein werden und die Digitalisierung mit höherer Auflösung wirtschaftlicher sein wird. Beim weniger aufwendigen bitonalen Digitalisieren lagen die Ergebnisse des Digitalisierens vom Film und des Digitalisierens vom Original im gleichen Qualitätsbereich.

## 4.2 Vom digitalen Speicher auf Film ausgeben (Image)

Die Suche nach einem Unternehmen, das sich in der Lage sah, eine TIFF- Datei der digitalisierten Testtafel auf Mikrofilm auszugeben, erwies sich als schwierig. Die Ausgabe von Bilddaten, insbesondere einer Vorlage im Format DIN A 2 scheint noch nicht zum normalen Leistungsangebot der Betreiber von Computer- Output- Mikrofilm-Anlagen (COM) zu gehören. Schließlich gelang die Ausgabe dank des besonderen Einsatzes einer Dienstleistungsfirma auf ihrer Anlage, die sich durch Graustufenausgabe und besondere Detailwiedergabe auszeichnet und die daher für die Ausbelichtung von technischen Zeichnungen und schwarz weiß Photographien aus dem Industriebereich eingesetzt wird.

Die Testvorlage konnte in 72-facher Verkleinerung vollständig wiedergegeben werden, in 36-facher und in 18-facher Verkleinerung nur in Ausschnitten. Da die Pixelzahl dieser Anlage ca. 3200 x 2600 beträgt, wurde nur bei der geringstmöglichen Verkleinerungsstufe (18-fach), die nur Bildausschnitte wiedergeben konnte, mit der Auflösungsstufe von 3,2 des ISO-Testzeichens ein Wert erreicht, der eine Lesbarkeit einigermaßen gewährleistet.

Eine weitere Ausbelichtung erfolgte durch eine Firma im Ausland. Dieser gelang es zwar, die vollständige Testtafel auf einen Kleinbildfilm 35 mm auszugeben. Die Wiedergabequalität der COM-Ausgabe war mit der Auflösungsstufe 1,8 jedoch sehr gering, was zum Teil sicherlich darauf zurückzuführen ist, daß statt eines Mikrofilms ein Film mit geringer Auflösungsfähigkeit verwendet wurde.

Nachdem für diesen Test nur eine im bitonalen Modus digitalisierte Bilddatei zur Verfügung stand und die detailreiche Vorlage mit DIN A 2 im Hinblick auf die derzeit gegebenen technischen Möglichkeiten sich als zu groß erwies, sind sicherlich weitere Untersuchungen erforderlich, bevor die Qualität der Ausgabe digitaler Bilddaten auf Mikrofilm sowie deren Verfügbarkeit und deren Wirtschaftlichkeit umfassend beurteilt werden können. In diese Untersuchungen müssen auch die offensichtlich bereits beim Digitalisieren zu beachtenden Voraussetzungen für eine optimale COM- Ausgabe der Bilddaten einbezogen werden. Derzeit kann noch nicht von einer Kompatibilität der analogen und digitalen Medien in der Richtung digital - analog gesprochen werden. Eine volle Kompatibilität würde erreicht, wenn der unmittelbar aufgenommene Mikrofilm und der über den digitalen Zwischenträger hergestellte Film von vergleichbarer Wiedergabequalität wären und wenn die über Digitalisierung des Mikrofilms gewonnene Bilddatei mit der Bilddatei identisch wäre, mit deren Hilfe der Film über COM erstellt wurde. Aufgrund der vorliegenden Erfahrungen mit optischen Systemen erscheint es fraglich, ob eine solche Kompatibilität "film to film" jemals erreicht werden kann.

## 4.3 Zuerst verfilmen oder zuerst digitalisieren?

Nachdem die Ausgabe von Bilddaten digitalisierten Archiv- und Bibliotheksguts auf Mikrofilm offensichtlich noch nicht allgemein verfügbar ist, und die derzeit zu erreichende Wiedergabequalität nicht ausreicht, um von dem über COM erstellten Mikrofilm den Qualitätsanforderungen (vgl. Ziff. 3.1) gemäß erneut zu digitalisieren, kann der Weg, zuerst vom Original zu digitalisieren, um dann einen Film als alterungsbeständiges Speichermedium digital herzustellen,

noch nicht empfohlen werden. Nach wie vor ist anzuraten, zuerst einen Mikrofilm den zuvor genannten Anforderungen gemäß herzustellen und von diesem zweckentsprechend zu digitalisieren.

Zurück zum Anfang!

---

## 5. Digitalisierung vom Original

### 5.1 Qualitätsanforderungen

Bei farbigen oder kontrastarmen Vorlagen kann beim derzeitigen Stand der Technik mit der Digitalisierung vom Original eine bessere Wiedergabequalität erzeugt werden als mit der Digitalisierung vom Film. Wird unmittelbar vom bestandsgefährdeten Original digitalisiert, kommt der digitalen Konversionsform der Status eines preservation master zu, der im Extremfall sogar das untergegangene Original ersetzen muß. Daher müssen an die Wiedergabequalität naturgemäß höhere Anforderungen gestellt werden als in Fällen, in denen die digitale Sekundärform nur die Zugriffsmöglichkeit verbessert. Eine spätere Wiederholung der Digitalisierung vom gefährdeten Original ist, wenn überhaupt möglich, mit dem Ziel der Bestandserhaltung nicht vereinbar. Aus diesem Grund muß bereits die erstmalige Digitalisierung mit höchstmöglicher Qualität erfolgen.

Daraus folgt, daß unter Anwendung des Qualitätsindex ( s. Ziff. 3.1) regelmäßig mindestens die höhere Qualität (QI = 8) gewährleistet sein muß. Um den Kleinbuchstaben "e" mit der Höhe von 1 mm in höherer Qualität wiederzugeben, ist unter Anwendung der zuvor genannten Formeln beim bitonalen Digitalisieren eine Auflösung von 615 dpi erforderlich (bei 256 Graustufen 410 dpi).

Für die Wiedergabe gedruckter Texte auch in Verbindung mit Strichzeichnungen wird daher bitonales Digitalisieren mit einer Auflösung von mindestens 600 dpi empfohlen. Bei Texten mit deutlich größerer und insbesondere gleichmäßig geteilter Schrift (ab 10 Punkt aufwärts) wie moderne, deckende Schreibmaschinenschrift (Plastic-Carbon-Band, Tintenstrahl- oder Laserdrucker) reicht in der Regel eine bitonale Digitalisierung mit einer Auflösung von 400 dpi aus. Handschriften, Zeichnungen mit Bleistift oder Farbstift, Schreibmaschinenschrift mit Gewebefarbbändern, farbige Illustrationen und Zeichnungen und sonstige Darstellungen mit verschiedenen Grauabstufungen sowie Photographien in schwarz weiß oder Farbe sollen mit 256 Graustufen und einer Auflösung von 400 dpi digitalisiert werden. Diese Empfehlungen entsprechen auch amerikanischen Qualitätsanforderungen an die Digitalisierung von Originalvorlagen.

Zur rationellen Digitalisierung und Weiterverarbeitung der digitalen Konversionsformen können die Hinweise zur Aufnahmetechnik (Ziff. 2.2) und zur Filmorganisation und Aufnahmedokumentation (Ziff. 2.3) sinngemäß angewandt werden.

### 5.2 Kriterien zur Systemauswahl

Für geheftete und gebundene Vorlagen sollen ausschließlich Scanner

eingesetzt werden, die nach der Art einer Schrittkamera die Vorlagen von oben digitalisieren. Einzugsscanner oder Flachbettscanner sind für Bücher und Archivalien ungeeignet. Auf Vorkehrungen zur Schonung von Büchern und Einbänden gemäß Ziff. 2.4 ist entsprechend zu achten. Bei Unikaten, die in ihrer Erhaltung gefährdet sind, sind solche Vorrichtungen unabdingbare Voraussetzung für die Digitalisierung.

### 5.3 Speicherform

Die Ausführungen zu Ziff. 3.2 gelten hier entsprechend. Falls die langfristige Speicherung der möglicherweise in ihrer Erhaltung gefährdeten Vorlagen ausschließlich in digitaler Form erfolgt und somit bei Qualitätsmängeln des digitalen Datenträgers keine Möglichkeit zum Rückgriff auf eine Mikroform besteht, müssen bei der Abspeicherung der digitalen Bilddaten auf optische Speicherplatten zusätzliche Qualitätstests durchgeführt werden. Dazu wird das folgende Verfahren vorgeschlagen:

Zunächst werden die digitalisierten Abbilder der Vorlagen auf optische Speicherplatten (Primärdatenträger) geschrieben. Dabei werden die Dateien auf den internen Magnetplatten des Servers nicht gelöscht, sondern bleiben unverändert erhalten. Nachdem die Bilddaten seitenweise als TIFF-Dateien auf den Primärdatenträger gespeichert worden sind, werden diese Dateien zurückgelesen und gegebenenfalls einzeln dekomprimiert. Das unkomprimierte oder dekomprimierte digitale Abbild hat eine genau festgelegte Anzahl Bildpunkte, die sich aus dem Vorlagenformat und der beim Scannen gewählten Auflösung errechnen läßt. Diese Sollgröße des dekomprimierten digitalen Bildes (in KByte) ergibt sich als Produkt aus der Bildpunktezah und der 'Bit-Tiefe', mit der jeder Bildpunkt dargestellt wird. Ein digitales Abbild gilt dann als korrekt reproduziert, wenn seine tatsächliche Größe gleich dem Vorgabewert ist. Damit ist sichergestellt, daß die übertragenen Abbilder mit Sicherheit in der korrekt reproduzierbaren Form abgespeichert worden sind. Für den äußerst seltenen Fall, daß ein digitales Abbild in diesem Qualitätstest nicht einwandfrei reproduziert werden kann, wird es auf dem optischen Datenträger logisch gelöscht und anschließend erneut abgespeichert.

Für die Datensicherung werden von dem so erstellten und qualitätsgesicherten Primärdatenträger Kopien erzeugt. Diese Arbeitsduplikate werden für den laufenden Gebrauch eingesetzt, der Primär-Datenträger wird als Datensicherungs-Exemplar angemessen aufbewahrt. Er dient im Bedarfsfall zur Erstellung weiterer Duplikate. Die im täglichen Betrieb eingesetzten Duplikate müssen nicht unbedingt dem gleichen Qualitätstest unterzogen werden wie der Primärdatenträger. Sollte sich in der laufenden Benutzung herausstellen, daß einzelne Abbilder nicht korrekt reproduzierbar sind, dann kann auf ein anderes Duplikat zurückgegriffen werden oder von dem qualitätsgesicherten Primärdatenträger ein weiteres Arbeitsduplikat erstellt werden.

### 5.4 Format, Kompression

wie Ziff. 3.3

### 5.5 Anforderungen an die Software zur Bildbetrachtung

wie Ziff. 3.4

## 5.6 Anforderungen an die Hardware zur Bildbetrachtung

wie Ziff. 3.5

## 5.7 Migration

Aus Gründen der Überlieferungssicherung wie aus Gründen der Wirtschaftlichkeit sind organisatorische und technische Maßnahmen zur Migration digitaler Konversionsformen ohnehin geboten. Unerlässlich aber sind solche Maßnahmen, wenn die digitale Überlieferung neben dem gefährdeten Original die einzige Überlieferungsform darstellt, oder wenn zu erwarten ist, daß sie früher oder später das Original ersetzt. Eine wiederholte Digitalisierung vom Original ist nicht nur aus Gründen der Bestandserhaltung abzulehnen, sondern verbietet sich auch unter Wirtschaftlichkeitsaspekten.

Die organisatorisch-technischen Maßnahmen für die unverzichtbare Migration der digitalen Konversionsformen müssen von Anfang an in die Anwendungsplanungen einbezogen, die dafür erforderlichen Aufwendungen berücksichtigt werden. Für Ziele und Durchführung der Migration gelten die Ausführungen unter Ziff. 3.6 entsprechend, insbesondere das Erfordernis, die verlustfrei komprimierten oder hilfsweise unkomprimierten Bilddateien regelmäßig den neuen Systemumgebungen anzupassen und die jeweils erstellten Datenträger ausreichend zu sichern.

## 5.8 Wirtschaftlichkeit

Sind Bücher oder Archivalieneinheiten vollständig zu digitalisieren, soll dies durch gewerbliche Auftragnehmer erfolgen. Werden nur bestimmte Seiten oder bestimmte Schriftstücke digitalisiert, kann dies die Institution selbst durchführen. Die Kosten für das Digitalisieren von Büchern oder Akten (Seitengröße bis ca. DIN A 4) hängen vom Auftragsvolumen, vom Modus (bitonal oder Graustufen) und von der Auflösung, aber auch vom Kontrast der Vorlage und von ihrer Art und ihrem Ordnungszustand ab. So lassen sich einfache, glatte Vorlagen (Einzelblätter) mit Hilfe von Flachbett- oder Einzugsclannern rationeller digitalisieren als Bücher oder geheftete Vorlagen, für die spezielle Buchscanner eingesetzt werden müssen.

Als zwangsläufiger Aufwand der Digitalisierung müssen auch die Folgekosten für die im Falle einer Digitalisierung vom Original unerlässliche Migration der Daten in die Kalkulation einbezogen werden. Bei einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wird es sich insbesondere bei der Konversion von bestandsgefährdeter unikalischer Überlieferung in aller Regel als vorteilhafter erweisen, zunächst einen Film anzufertigen und von diesem zu digitalisieren, um so auch das Migrationsproblem zu lösen. In Ausnahmefällen kann es bei problematischen Vorlagen aus Gründen der Wiedergabequalität sinnvoll sein, eine Verfilmung und eine Digitalisierung vom Original parallel durchzuführen. Im übrigen ist auf Ziff. 3.7 zu verweisen.

## 5.9 Abweichende Empfehlungen für farbige Images

Bei der Digitalisierung in Farbe ist zu beachten, daß beim derzeitigen Stand der Technik nur mit relativ niedrigen Auflösungsfaktoren oder nur begrenzte Vorlagengrößen digitalisiert werden können, da sehr

große Dateien entstehen. Durch Probeläufe soll daher jeweils ausgetestet werden, ob die Wiedergabequalität ausreicht.

Aus Gründen der wirtschaftlichen Speicherung und Verarbeitung der Bilddaten spielen bei der Digitalisierung in Farbe Kompressionsverfahren eine noch größere Rolle als bei bitonaler Digitalisierung oder Digitalisierung mit Graustufen. Derzeit ist noch kein Kompressionsverfahren bekannt, das nicht zur Verschlechterung der Wiedergabequalität, insbesondere zu Farbverfälschungen führen würde.

Zurück zum Anfang!

---

## **6. Kooperation und Informationstransfer**

Digitalisierungsvorhaben stellen Bibliotheken und Archive vor neue technische und organisatorische Aufgaben. In jeder Institution muß das erforderliche Wissen für die Planung und Durchführung von Digitalisierungsprojekten erst erworben werden. Die Inanspruchnahme kompetenter Beratung durch qualifizierte und erfahrene Dienstleister ist daher unbedingt zu empfehlen. Gleichzeitig ist aber ein Informationstransfer zwischen den Institutionen erforderlich, die sich mit Digitalisierungsfragen beschäftigen. Dieser befähigt auch zu einer marktadäquaten Einschätzung der Möglichkeiten des Dienstleistungspartners und zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit seines Angebots. Darüber hinaus soll neben der Kenntnisnahme von Erfahrungsberichten eine frühzeitige Kontaktaufnahme mit Einrichtungen stattfinden, die ähnliche Projekte durchführen oder durchgeführt haben, um eigene Praxisdefizite auszugleichen und Synergieeffekte zu bewirken. Zumindest vorübergehend sollen Institutionen, die Digitalisierungsprojekte fördern, auf substantielle Erfahrungsberichte hinwirken und dafür Sorge tragen, daß diese der Fachöffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Schließlich müssen in der bibliothekarischen und archivarischen Aus- und Fortbildung Grundkenntnisse der Digitalisierung vermittelt werden.

Zurück zum Anfang!

---

## **7. Literaturhinweise**

Janet Gertz: Oversize Color Images Project, 1994-1995. Final Report on Phase I. A Report to the Commission on Preservation and Access. Washington, D. C.: Commission on Preservation and Access, August 1995.

Jürgen Gulbins, Markus Seyfried und Hans Strack-Zimmermann: Elektronische Archivierungssysteme. Berlin, Heidelberg u.a.: Springer, 1993.

Anne R. Kenney and Stephen Chapman: Digital Resolution Requirements for Replacing Text-Based Material: Methods for

Benchmarking Image Quality. Washington, D. C.: Commission on Preservation and Access, April 1995.

Resolution as it Relates to Photographic and Electronic Imaging. Technical Report. Silver Spring: Association for Information and Image Management, 1993.

Donald Waters and John Garrett: Preserving Digital Information. Report of the Task Force on Archiving of Digital Information. Washington, D. C.: Commission on Preservation and Access, May 1996.

Donald J. Waters: From Microfilm to Digital Imagery. On the feasibility of a project to study the means, costs and benefits of converting large quantities of preserved library materials from microfilm to digital images. A Report to the Commission on Preservation and Access. Washington, D. C.: Commission on Preservation and Access, June 1991.

DIN 66211, DIN ISO 6199, ISO 9660

[Zurück zum Anfang](#)