

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



montAn.dok

Montanhistorisches Dokumentationszentrum (montan.dok)  
am Deutschen Bergbau-Museum Bochum

Schlussbericht zum Projekt  
„Erstellung eines Digitalisierungskonzeptes:  
Fremde Welten in 3D. Stereofotografien als  
Instrumente visueller Vermittlung von  
Industrie und Technik“  
Fördernummer: 01UG1648X

Stefan Przigoda

Bochum, 28. Februar 2018  
(Publikationsfassung 2019)

## Angaben zum Projekt

### Projekt

Erstellung eines Digitalisierungskonzeptes: Fremde Welten in 3D. Stereofotografien als Instrumente visueller Vermittlung von Industrie und Technik

### Förderung

Bundesministerium für Bildung und Forschung  
Kapelle-Ufer 1  
10117 Berlin

im Rahmen der Fördermaßnahme: Geistes- und Sozialwissenschaften  
im Förderbereich: eHeritage I: Erstellung von Konzepten

### Fördernummer

01UG1648X

### Projektträger

DLR Projektträger – Gesellschaft, Innovation, Technologie – GI-GSW

### Antragsteller und Projektdurchführung

Deutsches Bergbau-Museum Bochum  
Montanhistorisches Dokumentationszentrum (montan.dok)  
Am Bergbaumuseum 28  
44791 Bochum

### Projektleitung

Dr. Michael Farrenkopf, Dr. Stefan Przigoda

### Projektbearbeitung

Sabine Niggemann M.A., Rodion Lischnewski

### Projektmitarbeiter im montan.dok

Birgit Borchert, Philipp Hentschel, Heinz-Werner Voß

### Projektlaufzeit

1. Dezember 2016 – 31. August 2017

## **I. Kurzdarstellung**

### **Aufgabenstellung**

Anhand der stereofotografischen Überlieferungen im Montanhistorischen Dokumentationszentrum (montan.dok) am Deutschen Bergbau-Museum Bochum sollte ein umsetzungsorientiertes, modellhaftes und an aktuellen Forschungsfragen orientiertes Feinkonzept für die Tiefenerschließung, serielle Digitalisierung und Online-Stellung von Stereofotografien erarbeitet werden. Das Konzept sollte die spezifischen Eigenarten und Forschungspotenziale dieser Quellengattung und die dezidierten Forschungsinteressen berücksichtigen. Als nachnutzbarer Leitfaden zur Planung und Durchführung von Projekten zur Erschließung und Digitalisierung historischer Stereofotografien soll es entsprechende konzeptuelle Vorarbeiten in den jeweils bestandshaltenden Einrichtungen ersparen oder doch zumindest beschleunigen. Die projektbezogenen Bestandsrecherchen in ausgewählten Gedächtniseinrichtungen in Deutschland und Europa sollten Basis und Ausgangspunkt für eine weitere Vernetzung von Sammlungen und Einrichtungen sein. In einem solchen Netzwerk will sich das DBM/montan.dok im Hinblick auf die spezifische Quellengattung zu einem nationalen Ansprechpartner und internationalen Verbundpartner entwickeln.

### **Voraussetzungen zur Durchführung des Vorhabens**

Die Voraussetzungen für die erfolgreiche Projektdurchführung am DBM/montan.dok waren in mehrfacher Hinsicht günstig. Das montan.dok beherbergt eine der größten – und bezogen auf den Bergbau die umfangreichste und umfassendste – Sammlung historischer Stereofotografien zu Industrie und Technik in Europa. Sie war mithin in besonderer Weise als Modell für die Entwicklung des Digitalisierungskonzeptes geeignet. Gleiches gilt für die zeitgemäßen und höchsten technischen Anforderungen entsprechenden Digitalisierungsinfrastrukturen innerhalb des DBM und die nicht zuletzt in verschiedenen kooperativen Digitalisierungsprojekten erworbene Expertise. Schließlich hat die aktive Beteiligung des DBM/montan.dok in verschiedenen fachlichen Netzwerken auf nationaler und europäischer Ebene die Durchführung der externen Bestandsrecherchen erheblich vereinfacht.

### **Planung und Ablauf des Vorhabens**

Die verschiedenen Projektarbeiten waren in drei zeitlich ineinandergreifende Phasen gebündelt, die sich auf folgende Tätigkeiten und Zeiträume erstreckten:

- Bestandsrecherchen im montan.dok und bei ausgewählten nationalen und internationalen Gedächtniseinrichtungen (12/2016 bis 07/2017)
- Evaluierung des Forschungsstandes und von Aspekten einer In-Wert-Setzung (12/2016 bis 07/2017)
- Erstellung eines Digitalisierungs- und Datenmanagementplanes als nachnutzbarem Leitfaden für die Planung und Durchführung einschlägiger Projekte (02/2017 bis 08/2017)

Der eigentliche Projektablauf folgte, abgesehen von einigen kleineren, aus organisatorischen Gründen notwendigen Verzögerungen im Detail, dem vorgesehenen Zeitplan.

### **Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde**

Der wissenschaftliche und technische Stand, an die die Projektarbeiten angeknüpft haben, ergibt sich im Detail aus dem vorgelegten Digitalisierungskonzept. Eine ausführliche Bibliographie zu den verschiedenen Aspekten des Projektthemas ist Teil des vorgelegten Digitalisierungskonzeptes. Hervorzuheben sind die publizierten Ergebnisse des von der DFG geförderten Produktivpilots zur „Digitalisierung von archivalischen Quellen“.

## Zusammenarbeit mit anderen Stellen.

Die Kooperation mit externen Einrichtungen bezog sich vorrangig auf die projektbezogenen Bestandsrecherchen bei externen Gedächtniseinrichtungen. Vorgehen und Ergebnisse sowie eine Auflistung der fraglichen Einrichtungen sind im vorgelegten Digitalisierungskonzept enthalten. Darüber hinaus kam es im Kontext der Erstellung des Digitalisierungskonzeptes zu einem intensiven Erfahrungsaustausch mit verschiedenen Stellen und Fachleuten aus Universitäten, Museen und Fachgesellschaften. Auch diese sind im vorgelegten Digitalisierungskonzept entsprechend genannt.

## II. Eingehende Darstellung

### Verwendung der Zuwendung und Projektergebnisse

Für die Bewertung von Projektergebnissen und Projekterfolg wurden im Vorfeld die nachstehenden konkretisierten Kriterien entwickelt:

*- Es liegt ein dezidiertes, umsetzungsorientiertes Feinkonzept mit Maßnahmen zur institutionsübergreifenden Erfassung und Digitalisierung der 3.500 Stereo-Panoramen des DBM bis 2021 vor.*

Mit dem erarbeiteten Digitalisierungskonzept liegt die entscheidende Grundlage für eine zielgerichtete und systematische Erschließung und Digitalisierung der historischen Stereofotografien im montan.dok sowie auch für eine Beantragung von Fördermitteln für entsprechende Kooperationsprojekte vor. Ein erfolgreicher Abschluss der angestrebten institutionenübergreifenden Erfassung und Digitalisierung historischer Stereofotografien bis zum Jahr 2021 wird dabei entscheidend von der Mittelbewilligung abhängen. Aufgrund der nach erfolgter Bestandsevaluierung im montan.dok nunmehr deutlich höher geschätzten Zahl von 6.500 Stereofotografien wird eine Komplettdigitalisierung allerdings voraussichtlich erst bis zum Jahresende 2022 abgeschlossen werden können.

*- Leitlinien für die Erschließung und serielle Digitalisierung von Stereofotografien in (Museums-)Sammlungen liegen vor, die von anderen Institutionen für Sammlungen derselben Quellengattung übernommen werden können.*

Entsprechende Leitlinien sind im erstellten Digitalisierungskonzept detailliert formuliert.

*- eine Bestandserfassung der Quellengattung Stereofotografien zum Bergbau über die Bestände des DBM hinaus (national, Europa) ist erfolgt.*

Die Bestandserfassung ist erfolgreich durchgeführt worden. Vorgehensweise und inhaltliche Ergebnisse sind im erstellten Digitalisierungskonzept dokumentiert.

*- das Konzept skizziert klar terminierte Maßnahmen, die umgesetzt werden müssen, um das DBM als relevanten Verbund- und Ansprechpartner für die Digitalisierung von Stereo-Fotografien zu etablieren.*

Innerhalb des Konzepts sind derartige Maßnahmen bislang nicht klar terminiert worden, da sich im Kontext der Strategie-Maßnahme DBM 2020 die mittelfristig für das montan.dok gegebenen Rahmenbedingungen erst im Laufe des Jahres 2018 konkretisieren werden.

*- Ansätze zur technischen Methodenentwicklung wurden formuliert, um im Sinne eines Authentizitätsdiskurses weitere Informationsebenen für diese spezielle Quellengattung zu erschließen.*

Entsprechende Ansätze sind im vorgelegten Digitalisierungskonzept formuliert worden. Hervorzuheben ist der Abschnitt über die technischen Möglichkeiten zur Rekonstruktion historischer Räumlichkeiten und Entfernungen.

Kurz- bis mittelfristig sind für das laufende Jahr 2018 folgende Maßnahmen geplant:

- Die Beantragung eines Projektes zur Erschließung und Digitalisierung historischer Stereofotografien aus dem montan.dok im Rahmen der angekündigten zweiten Ausschreibung im Programm eHeritage. Alternativ wird eine Antragstellung im Kontext der zweiten Ausschreibung zur Digitalisierung archivalischer Quellen der DFG erwogen.
- Erarbeitung einer grundlegenden Strategie für die Distribution und Integration von Erschließungsdaten des montan.dok in die Deutsche Digitale Bibliothek (DDB) sowie von Workflows und Schnittstellen zwischen der lokalen Datenbank des montan.dok und den nationalen Portalen.
- Die weiteren Aktivitäten zur Erschließung und Digitalisierung historischer Stereofotografien werden im Kontext des Vorbereitungsprojektes „Nationale Forschungsinfrastruktur KultSam – Kulturhistorische Sammlungen als digitaler Wissensspeicher für Forschung, Lehre und öffentliche Vermittlung“, das derzeit im Deutschen Museum in München und im DBM/montan.dok durchgeführt wird, auf gegebene Synergiepotenziale und Schnittmengen hin zu prüfen sein.

*- das Konzept zeigt vor dem Hintergrund der Forschungsfragen die hohe Relevanz dieses Digitalisierungsvorhabens insbesondere auch im Hinblick auf das Ende eines bedeutenden deutschen Wirtschaftszweiges, nämlich des Steinkohlenbergbaus, auf.*

Die Relevanz einer Zugänglichmachung der historischen Stereofotografien im DBM/montan.dok ergibt sich zunächst aus der Tatsache, dass sie die mit Abstand umfangreichste und inhaltlich umfassendste Sammlung zum Bergbau in Europa darstellt. Das ist durch die Ergebnisse der externen Bestandserhebung bestätigt worden. Forschungsstand und Forschungspotenziale von Stereofotografien sind in dem vorgelegten Digitalisierungskonzept erörtert worden, wobei entsprechend auf den Steinkohlenbergbau und die Sammlung des DBM/montan.dok konkret bezogene Forschungsfragen im Kontext des Authentizitätsdiskurses von Michael Farrenkopf publiziert worden sind.

*- das Konzept hat eine Basis geschaffen, um mittelfristig mit weiteren europäischen Verbundpartnern einen Antrag im Rahmenprogramm Horizon2020, z. B. in Calls wie dem derzeit aktiven WP Part „European Research Infrastructures (including e-Infrastructures)“ (EINFRA, ggf. auch INFRADEV) zu stellen.*

Mit dem vorgelegten Digitalisierungskonzept ist prinzipiell eine grundlegende Basis zur Beantragung von Verbundprojekten zur kooperativen Erfassung und Digitalisierung historischer Stereofotografien geschaffen worden. Bisher weitgehend ungeklärt ist allerdings, inwieweit entsprechende Anträge sinnvoll im Rahmen der genannten Programme platziert werden können. Das gilt insbesondere für einen engeren thematischen Bezug auf den Bergbau, da hierzu im Rahmen des Projektes kaum nennenswerte Überlieferungen außerhalb Deutschlands nachgewiesen werden konnten. Insofern müsste sich ein europäisches Verbundprojekt auf die historischen Stereofotografien zu Industrie und Technik insgesamt beziehen.

## **Positionen des zahlenmäßigen Nachweises**

Die Zuwendung bezog sich ausschließlich auf die Finanzierung von Sabine Niggemann M.A. als wissenschaftlicher Projektmitarbeiterin und Rodion Lischnewski als stud. Hilfskraft sowie auf die Finanzierung der Reisekosten im Rahmen der Bestandsrecherchen. Die Verausgabung der Fördermittel geht aus dem Verwendungsnachweis und der Belegliste hervor.

## **Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit**

Die sachlichen Begründungen für die Notwendigkeit und Angemessenheit der Projektarbeiten ergeben sich im Einzelnen aus dem vorgelegten Digitalisierungskonzept. Das bezieht sich vorrangig auf die umfangreichen Bestandsrecherchen in externen Gedächtnisorganisationen, die auf Basis der

Ergebnisse der schriftlichen Umfrage in einigen Fällen durch Vor-Ort-Recherchen weiter vertieft worden sind. Im Projektverlauf hat sich ferner eine besondere Beachtung konservatorischer Aspekte als notwendig erwiesen.

### **Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Projektergebnisse**

Die in dem vorgelegten Digitalisierungskonzept formulierten Leitlinien erleichtern als wissenschaftliche, methodische und organisatorische Basis die Planung von Projekten zur Digitalisierung von Stereofotografien. Sie verstehen sich damit als Grundlage, einen relevanten Teil des kulturellen Erbes für Forschung und interessierte Öffentlichkeit zugänglich und nutzbar zu machen.

### **Fortschritte auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen**

Während der Durchführung des Vorhabens sind dem Zuwendungsempfänger keine grundlegend neuen Entwicklungen bekannt geworden, die eine prinzipielle Neuausrichtung der weiteren Planungen erforderlich machen.

### **Erfolge und geplante Veröffentlichungen des Ergebnisses**

Das im Projekt erarbeitete Digitalisierungskonzept wird nach Prüfung und Freigabe durch den DLR-Projektträger über die TIB Hannover und auf der Homepage des DBM voraussichtlich im Juni 2018 in digitaler Form publiziert werden. Die nicht für die breite Öffentlichkeit vorgesehenen internen Daten und Angaben (z. B. zur Verortung hochpreisiger Überlieferungen, dezidiert auf das eigene Haus bezogener Kosten, schutzwürdige Angaben zu natürlichen Personen) kann einer interessierten Fachcommunity auf Nachfrage zur Verfügung gestellt werden.

Bis Februar 2018 sind folgende Informationen zum Projekt und projektbezogene Beiträge veröffentlicht worden:

- „Fremde Welten in 3D – Projekt zu Stereofotografie startet am montan.dok“, Interview mit Dr. Michael Farrenkopf, Dr. Stefan Przigoda und Sabine Niggemann, M.A. (<http://www.bergbaumuseum.de/de/forschung/forschung-aktuell/708-news2017-02-01>).
- Erstellung eines Digitalisierungskonzeptes: Fremde Welten in 3D. Stereofotografien als Instrumente visueller Vermittlung von Industrie und Technik (<http://www.bergbaumuseum.de/de/forschung/projekte/neue-projekte/fremde-welten>).
- Fremde Welten in 3D. Stereofotografien als Instrumente visueller Vermittlung von Industrie und Technik.“, Projektvorstellung von Dr. Stefan Przigoda beim Westfälischen Archivtag 2017 in Hamm, 15.03.2017.
- Farrenkopf, Michael (2017): Stereo-Panoramen des Deutschen Bergbau-Museums Bochum: Objekte zur Entdeckung einer authentischen Arbeitswelt des Bergmanns, in: Eser, Thomas u. a. (Hrsg.): Authentisierung im Museum. Ein Werkstatt-Bericht, Mainz 2017, S. 69-81, (<https://books.ub.uni-heidelberg.de/propylaeum/reader/download/297/297-30-79006-1-10-20170921.pdf>).

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



montan.dok

**Montanhistorisches Dokumentationszentrum (montan.dok)  
am Deutschen Bergbau-Museum Bochum**

# Fremde Welten in 3D. Stereofotografien als Instrumente visueller Vermittlung von Industrie und Technik. Digitalisierungskonzept

Stefan Przigoda, Sabine Niggemann, Rodion Lischnewski

**Bochum, Februar 2018  
(Publikationsfassung 2019)**

# Angaben zum Projekt

## Projekt

Erstellung eines Digitalisierungskonzeptes: Fremde Welten in 3D. Stereofotografien als Instrumente visueller Vermittlung von Industrie und Technik

## Förderung

Bundesministerium für Bildung und Forschung  
Kapelle-Ufer 1  
10117 Berlin

im Rahmen der Fördermaßnahme: Geistes- und Sozialwissenschaften  
im Förderbereich: eHeritage I: Erstellung von Konzepten

## Fördernummer

01UG1648X

## Projektträger

DLR Projektträger – Gesellschaft, Innovation, Technologie – GI-GSW

## Antragsteller und Projektdurchführung

Deutsches Bergbau-Museum Bochum  
Montanhistorisches Dokumentationszentrum (montan.dok)  
Am Bergbaumuseum 28  
44791 Bochum

## Projektleitung

Dr. Michael Farrenkopf, Dr. Stefan Przigoda

## Projektbearbeitung

Sabine Niggemann M.A., Rodion Lischnewski

## Projektmitarbeiter im montan.dok

Birgit Borchert, Philipp Hentschel, Heinz-Werner Voß

## Projektlaufzeit

1. Dezember 2016 – 31. August 2017

## Inhalt

Angaben zum Projekt .....	2
1. Einleitung.....	5
2. Grundlagen und Geschichte der Stereofotografie .....	7
2.1 Wahrnehmungstheoretische Grundlagen.....	7
2.2 Zur historischen Entwicklung der Aufnahme- und Präsentationstechnik.....	8
2.3 Stereofotografien als historische Quellen. Forschungsstand und Forschungspotenziale	13
3. Bestandserhebung zu Überlieferungen historischer Stereofotografien in deutschen und europäischen Gedächtniseinrichtungen .....	14
3.1 Methodisches Vorgehen und Rücklauf .....	14
3.2 Inhaltliche und zeitliche Schwerpunkte .....	16
3.3 Provenienzen.....	18
3.4 Zeitgenössische Verwendungszusammenhänge.....	18
3.5 Materialtypen und Formate .....	19
3.6 Korrespondierende Überlieferungen .....	19
3.7 Stand der Dokumentation und Digitalisierung.....	20
4. Bestandserhebung und -evaluierung im montan.dok am Deutschen Bergbau-Museum Bochum	22
4.1 Ausgangslage und methodisches Vorgehen.....	22
4.2 Inhaltliche und zeitliche Schwerpunkte .....	22
4.3 Provenienzen .....	23
4.4 Zeitgenössische Verwendungszusammenhänge und Nutzung im DBM .....	23
4.5 Materialtypen und Formate .....	24
4.6 Korrespondierende Überlieferungen .....	25
4.7 Stand der Dokumentation und Digitalisierung.....	25
4.8 Rechtlicher Status.....	26
5. Aspekte der seriellen Digitalisierung historischer Stereofotografien .....	27
5.1 Nutzungs- und Digitalisierungsziele .....	27
5.2 Rechtliche Prüfung: Persönlichkeitsrechte, Urheber- und Copyrights.....	28
5.3 Konservatorische Prüfung .....	29
5.4 Erschließung und Metadaten .....	30
5.5 Aufnahmeverfahren, Hard- und Software.....	32
5.6 Dateiquitäten im Digitalisierungsprozess .....	36
5.7 Material- und formatspezifische Aufnahmeparameter .....	37
5.8 Qualitätskontrolle und -sicherung.....	42
5.9 Wiedergabe- und Präsentationsmöglichkeiten für digitalisierte Stereofotografien.....	44

5.10 Technische Möglichkeiten zur Rekonstruktion historischer Räumlichkeiten und Entfernungen sowie Ableitungen für eine Digitalisierung von Stereofotografien.....	48
5.11 Onlinestellung.....	50
5.12 Kostenfaktoren und Kostenermittlung.....	53
5.13 Workflows .....	55
6 Aspekte der Erschließung und Digitalisierung der stereofotografischen Sammlungen des montan.dok .....	59
Anhang .....	60
Bestandserhebung bei deutschen und europäischen Gedächtniseinrichtungen .....	60
Fragebogen zur Bestandserhebung.....	63
Erfassung der stereofotografischen Überlieferungen im montan.dok. ....	66
Konservatorische Zustandsbewertung einer Stichprobe aus den stereofotografischen Überlieferungen im montan.dok.....	66
Berechnung der möglichen Tiefenauflösung .....	66
Apparative Ausstattung im Bereich Dokumentation und Digitalisierung im DBM .....	67
Bibliographie.....	68
Grundlagen und Geschichte der Stereofotografie .....	68
Dokumentation, Konservierung und Digitalisierung .....	72

## 1. Einleitung

Nicht nur die Fotografie, sondern auch die Stereofotografie existierte bereits seit der Mitte des 19. Jahrhunderts als technisches Medium in unterschiedlichen Anwendungsbereichen. Während sie seit den 1910er Jahren in vielen Anwendungsbereichen durch den Film als jüngerem Medium verdrängt und abgelöst wurde, erlebte sie im Ruhrgebiet vor allem seit den 1930er Jahren einen regionalen Höhepunkt. Offenbar nutzte vor allem die Montanindustrie Stereofotografien im Zusammenspiel mit anderen technischen Medien zur visuellen Vermittlung und Popularisierung ihrer Produktions- und Arbeitswelten. Diese waren der breiten Bevölkerung nicht zugänglich und konnten nur medial vermittelt und erfahren werden. Das galt vorrangig für den Bergbau, dessen Produktionsstätten sich in der Regel unter Tage befanden und mithin – in kulturwissenschaftlicher Perspektive – eine hermetisch abgeschlossene Arbeitswelt darstellten.

In den letzten Jahren haben einige Ausstellungen und Publikationen auf einzelne Sammlungen historischer Stereofotografien vor allem aus Museen hingewiesen. Auch das Deutsche Bergbau-Museum Bochum (DBM) bewahrt in seinem Montanhistorischen Dokumentationszentrum (montan.dok) die umfangreichste Überlieferung von Stereofotografien zum Bergbau in Deutschland. Diese ist, wie in vielen anderen Häusern auch, bislang nicht erschlossen und somit für Forschung und Öffentlichkeit nicht verfügbar. Ein Überblick über die in Gedächtniseinrichtungen in der Bundesrepublik Deutschland und zumal in Europa verwahrten Bestände existiert bislang aber nicht. Insgesamt ist damit eine systematische Zugänglichkeit für die Wissenschaft nicht gegeben, wenngleich Forschungsinteressen in verschiedenen Fachgebieten (z. B. Mediengeschichte, Medientechnik, Unternehmensgeschichte) bestehen.

Ziel des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Vorhabens war es deshalb, anhand der Überlieferung im montan.dok ein umsetzungsorientiertes, modellhaftes und an aktuellen Forschungsfragen orientiertes Feinkonzept für die Tiefenerschließung, serielle Digitalisierung und Online-Stellung von Stereofotografien zu erarbeiten, das die spezifischen Eigenarten und Forschungspotenziale dieser Quellengattung berücksichtigt. Dabei sollte auch ein erster Überblick über in Deutschland und Europa vorhandene Überlieferungen als Basis und Ausgangspunkt für eine weitere Vernetzung der Sammlungen und der bestandshaltenden Institutionen gewonnen werden.

Insofern verbindet sich mit dem hier vorgelegten Konzept die Perspektive einer kooperativen und vernetzten Zugänglichmachung und Erforschung dieser spezifischen Quellengattung. In diesem will sich das montan.dok zu einem nationalen Ansprechpartner und internationalen Verbundpartner entwickeln. Ganz konkret sollte mit dem Projektergebnis die Voraussetzung für eine drittmittelgeförderte Umsetzung der konzeptionierten Maßnahmen innerhalb und durch das montan.dok geschaffen werden, um die eigenen Bestände historischer Stereofotografien für die Forschung verfügbar zu machen.

Projektdurchführung und Konzepterstellung wären ohne die Mitwirkung vieler direkt und indirekt Beteiligter nicht möglich gewesen. Dank gilt zunächst all den Mitarbeitenden in den Museen und Gedächtniseinrichtungen, die bereitwillig Auskunft über ihre Sammlungen gegeben und die vertiefenden Vor-Ort-Recherchen durch die Projektbearbeiterin Sabine Niggemann M.A. tatkräftig unterstützt haben. Besonderer Dank gilt auch Manfred Jägersberg von der Deutschen Gesellschaft für Stereoskopie e.V. für seine vielen fachlichen Hinweise zur Ermittlung einer geeigneten Software für die Online-Stellung und die Erarbeitung eines entsprechenden Workflows. Wolf Faust von der Firma Coloraid.de hat speziell für das Projekt ein hochpräzises optisches Target zur Evaluierung der technischen Infrastrukturen entwickelt und zur Verfügung gestellt. Dr. Dominik Bomans vom Astronomischen Institut der Ruhr-Universität Bochum gab den Projektmitarbeitenden aufschlussreiche Einblicke in die Möglichkeiten digitaler Analysemethoden aus der Perspektive einer Naturwissenschaft. Dabei ergab sich eine Reihe von Berührungspunkten, die zugleich Potenziale für einen weiteren Austausch eröffneten. Stefan Sagurna vom LWL-Medienzentrum in Münster und

Horst Bühne vom Fotoarchiv des Ruhr Museums in Essen gilt der Dank für die nicht selbstverständlichen und ausführlichen Einblicke in die jeweiligen Digitalisierungseinrichtungen. Magdalena Burianková aus dem National Technical Museum Prague hat nicht nur die externen Bestandsrecherchen, sondern auch die Erarbeitung der Workflows mit Rat und Tat besonders engagiert unterstützt. Das Bundesministerium für Forschung und Bildung schließlich hat durch seine finanzielle Förderung die Durchführung des Projektes erst möglich gemacht. Dank gilt Dr. Maria Böhme und Dobrila Tesanovic beim Projektträger DLR für ihre stets freundliche, unkomplizierte und zielführende Unterstützung bei allen Fragen zur Antragsstellung und Projektabwicklung.

## 2. Grundlagen und Geschichte der Stereofotografie

### 2.1 Wahrnehmungstheoretische Grundlagen

Die Tiefenwahrnehmung des Menschen basiert auf dem Umstand, dass er mit seinen beiden Augen leicht unterschiedliche Perspektiven der Umgebung wahrnimmt. Dieser Effekt wird als Parallaxe bezeichnet. Bedingt durch den seitlichen Abstand von ca. 65 mm zwischen den beiden Augen sieht jedes Auge die Umgebung aus einem etwas anderen Winkel. Albrecht Hoffmann erklärt das Phänomen wie folgt: „Die Begrenzung, Dinge räumlich zu erfassen, beruht auf der Ausrichtung der Sehachsen beider Augen: Werden weit entfernte Objekte fixiert, verlaufen beide Sehachsen nahezu parallel zueinander und erzeugen deshalb nur eine zweidimensionale Abbildung, die Objekte in der Ferne werden perspektivisch gesehen. Je näher der Gegenstand sich vor den Augen befindet, desto mehr neigen sich die Sehachsen einander zu, sie konvergieren gegen den Betrachtungsgegenstand. Es entsteht ein räumlicher, also dreidimensionaler Eindruck (...).<sup>1</sup> Ein Höhenunterschied tritt wegen der horizontalen Anordnung der Augen nicht auf. Durch die Querdisparität entstehen zwei unterschiedliche Halbbilder in den Augen, welche im Gehirn zu einem gemeinsamen Bild mit Tiefeneindruck zusammengefügt werden.

Während der Betrachtung von dreidimensionalen Objekten im realen Raum bewegen sich die Augen dauernd und akkomodieren, d. h. sie stellen sich dabei auf verschiedene Punkte im Raum ein. Dabei verändern sich Fokus und Sehstrahlenkonvergenz. Durch diese Dynamik ist es möglich, weit größere Sehschärfereiche bequem zu betrachten als mit dem stationären System Kamera, welches bauartbedingt nur einen bestimmten Bereich abdecken kann. Für die stereoskopische Aufnahme wird eine weiche Grenze, die Konvergenzwinkeldifferenz zwischen Nahpunkt- und dem Fernpunktobjekt von 70 Bogenminuten, empfohlen.<sup>2</sup>

Unter Berücksichtigung dieser weichen Begrenzung skaliert der nutzbare Bereich linear mit der Aufnahmebasis  $b$ .<sup>3</sup> Nutzbarer Bereich meint dabei den Raum vor der Kamera, in dem ein Motiv optimal stereoskopisch abgebildet werden kann. Daraus resultiert, dass für die stereoskopische Nahaufnahme von kleinen Objekten mit geringer Tiefenausdehnung eine kleinere Basis genutzt werden muss, um den Bereich möglichst gut auszunutzen. Dementsprechend wird für die Aufnahme von weit entfernten, großen und in der Tiefe ausgedehnten Motiven eine größere Basis benötigt. Diese Regel verhindert eine zu starke Konvergenz oder Parallelität der Sehstrahlen und ermöglicht damit ein bequemes Betrachten der Bilder ohne Überanstrengung der Augenmuskulatur. Zugleich wirkt sich diese Regel durch ihre Restriktionen negativ auf die photogrammetrische Verwendung der Aufnahmen aus.

Für die Betrachtung müssen die beiden Halbbilder zusammengesetzt werden. Je nach Wiedergabemethode unterscheiden sich hier die Techniken. Allgemein gilt für die Zusammensetzung der Halbbilder, dass Höhenfehler vermieden werden müssen. Das heißt, dass es nur zu horizontalen Deviationen kommen soll.<sup>4</sup> Da diese horizontalen Deviationen von der abgebildeten Raumtiefe abhängen, kommen in einer stereoskopischen Aufnahme Deviationen in einer Bandbreite von bis zu 70 Bogenminuten vor. Erst durch die Verschiedenheit dieser Abstände kommt der Tiefeneindruck zustande. Bei der Zusammenstellung der beiden Halbbilder kann durch das Verschieben gegeneinander die Lage des Motivs relativ zum Scheinfenster beeinflusst werden. Unter Scheinfenster versteht man eine virtuelle Öffnung in der Projektionsfläche, hinter welcher das

---

<sup>1</sup> Hoffmann 2002, S. 8. Zur Physiologie der binokularen Wahrnehmung siehe auch Pietsch 1959.

<sup>2</sup> Pietsch 1959, S. 48.

<sup>3</sup>  $\Delta l = \frac{b}{2 \times \tan(\alpha - \delta)} - \frac{b}{2 \times \tan(\alpha)}$ ; mit:  $b$ =Basis (Abstand zwischen den Augen/Objektiven);  $\alpha$ =Konvergenzwinkel;  $\delta$ =Konvergenzwinkeldifferenz

<sup>4</sup> Waack/Kemner 1989, S. 15.

Raumbild wahrgenommen wird. Der Punkt im virtuellen Raum, der dem Betrachter am nächsten erscheint, wird als Nahpunkt bezeichnet. Unter Umständen ist es möglich, Raumbildinhalte so darzustellen, dass sie vermeintlich vor dem Scheinfenster erscheinen. Dazu werden die Halbbilder soweit zusammen geschoben, dass die Deviation am Nahpunkt kleiner als die Aufnahmebasis ist. Dies resultiert jedoch in einem divergenten Verlauf der Sehstrahlen, was zur Ermüdung der Augen führt.

Um eine stereoskopische Tiefenwahrnehmung zu erzeugen, muss eine eindeutige Zuordnung der Halbbilder zu dem jeweiligen Auge erfolgen. Dies lässt sich durch drei unterschiedliche Prinzipien erreichen: Erstens können die beiden Halbbilder örtlich voneinander separiert und dem jeweiligen Auge sichtbar gemacht werden. Dies geschieht zum Beispiel mit Hilfe von Stereobetrachtern, in denen durch Prismen, Linsen oder durch eine Kombination der beiden die Strahlen zum jeweils zugehörigen Auge geleitet werden. Eine Abwandlung dieses Verfahrens ist die autostereoskopische Darstellung, bei der eine Brille oder ein spezieller Betrachter nicht benötigt werden. Hierbei findet die Trennung durch ein auf dem Bild aufgebrachtes Linsenraster statt, welches abhängig vom Betrachtungswinkel das linke oder rechte Halbbild sichtbar macht. Diese Linsenraster sind in ihrer Beschaffenheit vergleichbar mit den sogenannten Wackelbildern.

Die zweite Möglichkeit besteht in der spektralen Trennung der beiden Halbbilder. Bei dieser Methode werden die Halbbilder in komplementären Farben wiedergegeben. Mit Hilfe einer Brille mit passenden Filtern (z. B. rot-cyan-Brille) kann ein Halbbild ausgeblendet werden, so dass nur das andere für das Auge sichtbar bleibt. Eine weitere Möglichkeit der Bildtrennung ist durch die Polarisation der jeweiligen Halbbilder im Winkel von 90 Grad zueinander gegeben. Hierbei wird mit Hilfe von Polarisationsfiltern das orthogonal polarisierte Bild für das Auge gleichsam ausgelöscht, so dass nur jeweils nur ein Halbbild sichtbar bleibt.

Die dritte Methode bedient sich der zeitlichen Trennung der Halbbilder. Dabei werden schnell abwechselnd die zwei Halbbilder gezeigt. Synchron dazu werden jeweils das linke beziehungsweise das rechte Auge abgeblendet. Bei einer hinreichend hohen Frequenz verschwimmt das Flackern und es entsteht das Gefühl, dass beide Halbbilder simultan, jedoch nur für das jeweilige Auge zu sehen sind.

## 2.2 Zur historischen Entwicklung der Aufnahme- und Präsentationstechnik

Das erste Gerät zur Simulation des räumlichen Sehens entwickelte 1838 der englische Physiker Charles Wheatstone (1802-1875). In seinem Spiegelstereoskop werden die beiden Halbbilder durch eine Spiegelkonstruktion getrennt, so dass das linke Auge nur das von links gespiegelte Teilbild und das rechte Auge nur das von rechts gespiegelte Teilbild sehen kann. Zur ihrer großen Überraschung nahmen die ersten Betrachter die beiden von Wheatstone angefertigten geometrischen Zeichnungen nicht einzeln, sondern als einen „in der Luft schwebenden geometrischen Körper“ wahr.<sup>5</sup> Damit konnte Wheatstone als erster den praktischen Nachweis erbringen, dass der räumliche Seheindruck erst durch die Synthese der zwei unterschiedlichen Netzhautbilder im Gehirn entsteht.<sup>6</sup> Mit der Entwicklung seines Stereoskops wollte Wheatstone also zunächst die Physiologie des räumlichen Sehens beim Menschen erforschen. Über diesen wissenschaftlichen Zweck hinaus interessierte er sich aber auch für die Möglichkeiten der realistischen Abbildungsqualitäten des Spiegelstereoskops.

Nur wenige Monate nach Wheatstone wurden 1839 die ersten praktikablen fotografischen Verfahren der Öffentlichkeit vorgestellt: die Daguerrotypie von Louis Daguerre (1787-1851) und die Kalotypie von William Henry Fox Talbot (1800-1877).<sup>7</sup> Damit konnte Wheatstone für sein Spiegelstereoskop

---

<sup>5</sup> Wirth 2012, S. 10.

<sup>6</sup> Stöger 2009, S.18.

<sup>7</sup> Die Daguerrotypie (1839) ist eine lichtempfindliche, beschichtete und versilberte Kupferplatte, die als Unikat keine Vervielfältigung zuließ. Die Abbildungen waren detailreich und ihre Qualität hochwertig. Die Kalotypie

nun auf ein viel präziseres und realitätsnäheres Betrachtungsmedium, als es die zuvor genutzten Zeichnungen waren, zurückgreifen.

Für die Entstehung der ersten Stereofotografien von Menschen, Objekten, Gebäuden und Landschaften wurden noch normale (einäugige) Kameras verwendet und vor der Aufnahme des zweiten Halbbildes seitlich um den menschlichen Augenabstand von ca. 6,5 cm verschoben.

1849 entwickelte der schottische Physiker David Brewster (1781-1868) die erste binokulare (zweiäugige) Stereokamera als erfolgsversprechende Kombination von Stereoskopie und Fotografie. Durch die im entsprechenden Augenabstand angeordneten zwei Objektive konnten durch die gleichzeitige Belichtung beider Halbbilder nun zum Beispiel auch bewegte Motive störungsfreier dargestellt werden.

Entscheidend für den Erfolg und die Popularität der Stereofotografie ab den 1850er Jahren war Brewsters Erfindung eines Handbetrachters, der auf die Stereoaufnahmen seiner binokularen Kamera abgestimmt war. Dieser Betrachter war handlicher und auch preisgünstiger als das von Wheatstone aufwändig konstruierte, große Spiegelstereoskop. Das sogenannte Brewster-Stereoskop war ein kleiner geschlossener Holzkasten mit Lichtklappe und zwei nebeneinander liegenden und linsenartig geschliffenen Prismen. Das erleichterte dem Gehirn die Symbiose der beiden Halbbilder, die auf der hinten in den Betrachter eingeschobenen Stereokarte zu sehen waren. Mit Hilfe des Pariser Optikers Jules Duboscq (1817-1886) fertigte Brewster einige seiner Stereoskope für die Weltausstellung in London im Jahre 1851 an. Dort sind sie unter anderem der englischen Königin Victoria präsentiert worden, die sich ebenso wie viele andere Ausstellungsbesucher begeistert zeigte.<sup>8</sup>

Abb. 1: ZEISS IKON Stereoskop (Betrachtungsapparat Nr. 682/8) für Glasdias und Papierfotos 6 x 13 cm, mit Spiegel für Aufsicht aus dem montan.dok. Der Apparat wurde in den 1930er Jahren nach dem Vorbild des Brewster-Stereoskops gebaut.



---

(1841) ist ein lichtempfindlich gemachtes Papier, auf das ein Negativ belichtet wird. Durch das Umkopieren auf ein weiteres Papier entsteht ein Positiv, das sich beliebig oft vervielfältigen lässt. Die Abbildungsqualität war jedoch deutlich geringer als die der Daguerrotypie. Ein kurzer Abriss zur technischen Entwicklung der Fotografie in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts findet sich bei Jäger 2009, S. 46-52.

<sup>8</sup> Wirth 2012, S. 11.

In den folgenden Jahren entwickelten sich die unterschiedlichsten Tisch-, Stand- und Magazinbetrachter, in denen gleich eine ganze Serie von 15 bis 400 Stereokarten und später auch Stereo-Glasplatten-Positive zur Betrachtung untergebracht werden konnten.

1861 stellte der amerikanische Arzt und Schriftsteller Oliver Wendel Holmes (1809-1894) einen noch handlicheren und preisgünstigeren Stereobetrachter vor. Eine die Augen komplett umfassende Sichtblende schirmte den Blick des Betrachters von der Umgebung ab und fokussierte ihn auf das Bild. Damit gelang es Holmes, die angestrebte Simulation einer virtuellen Realität zu erhöhen.<sup>9</sup> Bewusst verzichtete er auf eine Patentanmeldung, so dass sich sein Apparat in kürzester Zeit und in verschiedensten Versionen auf dem amerikanischen und europäischen Markt rasant verbreiteten.

### *Stereofotografie als Massenmedium*

Den Grundstein für die rasche Verbreitung und Nutzung des Mediums in den 1850er und 1860er Jahren hatte bereits Brewster mit seinem vergleichsweise preisgünstigen Stereoskop gelegt und eine regelrechte Stereomanie ausgelöst. Bis 1856 hatte er schon etwa 500.000 seiner Apparate verkauft. Das Holmes-Stereoskop erfreute sich später noch größerer Beliebtheit. Die Fortschritte in der Fototechnik, wie z. B. der Gelatine-Trockenplatte, die das Fotografieren von Negativen auf Glasplatten praktikabel machte, und die Weiterentwicklung der Emulsionsschichten, die ab Anfang der 1880er Jahre deutlich kürzere Belichtungszeiten ermöglichte, erleichterten die Produktion von Fotografien und damit auch von Stereofotografien. Sie wurden zu einem Massenmedium zunächst vor allem noch der gehobenen Schichten. Viele Bildverlage spezialisierten sich Ende des 19. Jahrhunderts auf die Produktion und den Vertrieb von Stereokarten. Die bekanntesten waren die amerikanischen Verlage „Keystone View Company“ und „Underwood & Underwood“, die „London Stereoscopic Company“ aus England und die „Neue Photographische Gesellschaft“ aus Berlin.

Bis in die 1920er Jahre wurden Millionen Bilder zu Unterhaltungs- und Bildungszwecken auf der ganzen Welt in Umlauf gebracht, gesammelt und betrachtet. Viele Haushalte des gehobenen Bürgertums besaßen ein Stereoskop. Man betrachtete Aufnahmen aus fremden Ländern, Städte- und Landschaftsaufnahmen, historische Ereignisse, nachgestellte Szenen aus Märchen, humoristische Darstellungen zu alltäglichen Themen, Porträts oder Stillleben, um nur einige der zahlreichen gängigen Motivkategorien zu nennen. „Das Stereoskop war ein visuelles Mittel der Weltaneignung.“<sup>10</sup> Der Erfolg der Stereofotografie war dabei durch die Faszination für die Simulation realer Räume und das vermittelte Gefühl, in diese Räume einzutauchen, bedingt. Die Betrachter waren zugleich „Rezipient wie Produzent der Bildwirkung“.<sup>11</sup> Diese Feststellung von Nic Leonhardt verweist nochmals auf die spezielle Wirkung von Stereofotografien, die gleichermaßen auf dem durch einen physiologischen Prozess im Gehirn produzierten, räumlichen Seheindruck und auf der mentalen, von den individuellen Erfahrungen des Betrachters beeinflussten Rezeption des Motivs beruht.

### *Das Kaiser-Panorama von August Fuhrmann*

Seit den 1890er Jahren trug vor allem das sogenannte Kaiser-Panorama des Berliner Verlagsinhabers und Geschäftsmanns August Fuhrmann (1844-1925) zur anhaltenden Attraktivität der Stereofotografie bei. Fuhrmann hatte seit den 1880er Jahren einen Bildverleih für Stereofotografien aufgebaut und lieferte jetzt das passende Betrachtungsgerät dazu.<sup>12</sup> An diesem großen Rundlaufgerät konnten bis zu 25 Personen gleichzeitig einen Bildzyklus von 50 handkolorierten Stereo-Glasplatten-Positiven betrachten. Fuhrmann griff dabei auf Vorläufer zurück. Schausteller auf

---

<sup>9</sup> Holmes 2011, S. 98.

<sup>10</sup> Stiegler 2015, S. 9.

<sup>11</sup> Leonhardt 2016, S. 12.

<sup>12</sup> Zur detaillierten Geschichte des Kaiser-Panoramas siehe Lorenz/Pohlmann 2010; Eicher 2012.

Jahrmärkten hatten schon zuvor das große Interesse auch ärmerer Gesellschaftsschichten erkannt, die sich üblicherweise keine eigenen Stereobetrachter leisten konnten.<sup>13</sup> Besonders einfallsreich war der Schausteller Alois Polanecky (1826-1911) mit seinem 1866 in Österreich vorgestellten „Glas-Stereogramm-Salon“, der als Prototyp für das Kaiser-Panorama gilt.<sup>14</sup>

Die Fuhrmannschen Kaiser-Panoramen standen meist an öffentlichen Orten, waren in vielen Städten bekannt als „optische Reiseinstitute“ und wurden grundsätzlich gewerblich genutzt.<sup>15</sup> Im Jahr 1910 hatte Fuhrmann bereits 350 seiner Panoramen in Umlauf gebracht. Gezeigt wurden Reisefotografien, häufig aber auch Aufnahmen von politischen oder anderen Ereignissen. Stereofotografie diente also nicht nur Unterhaltungszwecken, sondern war zugleich auch Bildungs- und, gleichsam als Vorläufer der späteren Wochenschauen, Nachrichtenmedium. Für Fuhrmann spielte dabei gerade auch der Bildungsaspekt eine Rolle. Mit dem Verkauf seiner Kaiser-Panoramen an Arbeiter- oder Bildungsvereine wollte er die Stereofotografien auch ärmeren Gesellschaftsschichten zugänglich machen.<sup>16</sup> Der aufkommende Film löste dann jedoch ab den 1920er Jahren die Stereofotografie und der Kaiser-Panoramen, die nach dem Ersten Weltkrieg in „Welt-Panoramen“ umbenannt worden waren, schnell ab. Heute existieren nur noch einige wenige originale Kaiser-Panoramen. Das einzige in Deutschland erhaltene Exemplar befindet sich in der Dauerausstellung des *Münchener Stadtmuseums*. Nachbauten und Neuentwicklungen werden zum Beispiel im *Deutschen Historischen Museum* und im *Deutschen Technikmuseum* in Berlin, dem *Deutschen Marinemuseum Wilhelmshafen* oder dem *Museum für Photographie Braunschweig* verwahrt und ausgestellt.<sup>17</sup>

Als museale Vermittlungsinstrumente stehen die Kaiser-Panoramen und ihre Nachbauten in direkter Tradition der im 19. Jahrhundert gebräuchlichen Panoramen und Dioramen und dem „Anspruch auf eine möglichst »naturgetreue« Illusion einer historischen wie aktuellen »Realität«.“<sup>18</sup> Auch das *Deutsche Bergbau-Museum Bochum* hat in den 1930er bis 1950er Jahren, als die Stereofotografie nicht zuletzt im Kontext der NS-Propaganda einen erneuten Aufschwung erfuhr, für das Museum insgesamt vier Stereo-Panoramen im Kastenformat anfertigen lassen, um den Museumsbesuchern die sonst unzugängliche Welt des Bergbaus durch Stereofotografien von über und unter Tage zu vermitteln. Nach Instandsetzungs- und Renovierungsmaßnahmen durch die museumseigenen Werkstätten in den 1990er Jahren wurden die Stereo-Panoramen bis in die jüngste Zeit hinein zur Präsentation der originalen Stereo-Glasplatten-Positive in den Ausstellungen verwendet. Im Zuge der grundlegenden Neukonzeption und Neugestaltung der Dauerausstellungen im Rahmen des groß angelegten Strategieprojektes DBM 2020 wird derzeit allerdings noch über alternative Möglichkeiten einer Ausstellung nachgedacht.

---

<sup>13</sup> Vgl. Hoffmann 2002, S. 18.

<sup>14</sup> Vgl. Rauschgatt 1999, S. 19.

<sup>15</sup> Ebenda, S. 15.

<sup>16</sup> Vgl. Farrenkopf 2017, S. 74.

<sup>17</sup> Vgl. Lorenz 2010, S. 58.

<sup>18</sup> Ebd., S. 71.

Abb. 2: Stereopanorama im Deutschen Bergbau-Museum Bochum (montan.dok 030005448004)



### *Stereofotografie in Wissenschaft und Forschung*

Die bisher benannten Betrachtungstechniken und Motivkategorien bezogen sich vorrangig auf die Nutzung der Stereoskopie als Unterhaltungs-, Bildungs- und auch Nachrichtenmedium für und durch eine breite Öffentlichkeit. Wenngleich diese historischen Verwendungsweisen seit den 1920er Jahren an Relevanz verloren, blieb die Bedeutung der Stereoskopie für Wissenschaft und Forschung weiter hoch und entwickelte sich stetig weiter. Schon in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts hat man in der Astronomie eine stereoskopische Aufnahme des Mondes anfertigen können. Man entwickelte besondere binokulare Mikroskope oder nutzte Stereofotografien in der medizinischen Forschung und später zur Erstellung von stereoskopischen Röntgenaufnahmen.<sup>19</sup>

Als bekanntestes Einsatzgebiet ist aber wohl die Stereophotogrammetrie zu nennen.<sup>20</sup> Dieses Messverfahren ermöglichte seit 1907 die Kartierung von Gelände- und Höhenlinien mit Hilfe des sogenannten Stereoautographen. Bis in die 1980er Jahre hinein wurden stereoskopische Senkrechtluftaufnahmen aus einem Flugzeug aufgenommen. Später setzte man dafür dann auch Satelliten ein und konnte so den Mond und den Mars kartieren. Ein aktuelles Nutzungsszenario für historische Stereo-Luftbilder aus dem Zeiten Weltkrieg ist die Suche nach Blindgängern und die Tiefenmessung von Bombenkratern. Außerdem wurde und wird die Stereophotogrammetrie in Architektur und Denkmalschutz zur Schadensaufnahme und Restaurierungsplanung oder in Geographie und Archäologie zur Kartierung von Landschaften und Grabungsstätten genutzt.<sup>21</sup> Alles in allem wird die Stereofotografie bis heute in vielen Wissenschaftsbereichen als Mess- und Analyseinstrumentarium genutzt, auch wenn zunehmend andere IT-basierte, digitale Verfahren Anwendung finden.

---

<sup>19</sup> Hoffmann 2002, S. 32 ff.

<sup>20</sup> Zu den wichtigsten Anwendungsgebieten der Stereoskopie in Wissenschaft und Technik seit Ende des 19. Jahrhunderts siehe Lorenz 1985.

<sup>21</sup> Vgl. Lorenz 1985, S. 20 f.

## 2.3 Stereofotografien als historische Quellen. Forschungsstand und Forschungspotenziale

Mit dem visual oder iconic turn sind (audio-)visuelle Quellen im Laufe der beiden letzten Jahrzehnte stärker in das Blickfeld der historischen Forschung zur Geschichte des 19. und 20. Jahrhunderts, das zuweilen als „Jahrhundert der Bilder“ apostrophiert wird, gerückt. Im Vordergrund stehen dabei die Fotografie und mit einigen Abstrichen der Film bzw. die Kinematographie. Die Stereoskopie als Massenphänomen zeitgenössischer Vermittlungs- und Wahrnehmungspraktiken blieb dabei allerdings nahezu ausgeklammert. Das gilt gleichermaßen für die bislang allenfalls randständige Behandlung dreidimensionaler Bilder in der Mediengeschichtsschreibung.<sup>22</sup>

Die bislang vorgelegten Publikationen widmen sich dabei insbesondere zwei Schwerpunkten: Zum einen der technischen Entwicklung der Stereoskopie und der Funktionsweise ihrer Apparate sowie Fragen nach der Physiologie des menschlichen Sehens. Hervorzuheben sind in diesem Zusammenhang sicherlich die medientheoretischen Studien von Jens Schröter zur Geschichte der transplanen Bilder.<sup>23</sup> Zum anderen sind in jüngerer Zeit nicht zuletzt im Kontext einschlägiger Ausstellungen einige bemerkenswerte, gleichwohl im engen Sinn nicht genuin wissenschaftliche Publikationen erschienen, die sich auf Basis spezifischer Sammlungen mit der Geschichte der Stereoskopie befassen.<sup>24</sup>

Einen Sonderstatus nimmt die schon im Jahr 2008 publizierte Untersuchung von Sebastian Fitzner über die Wiederbelebung der vormals so populären Stereofotografie im Kontext der kulturpolitischen Bestrebungen des nationalsozialistischen Regimes ein, die mediale Eigenschaften, Inszenierung und Inanspruchnahme der Stereofotografie im Rahmen der NS-Propaganda analysiert.<sup>25</sup> Im Vergleich dazu bleiben die meisten mediengeschichtlichen Studien zur Stereofotografie wesentlich enger auf ihren Gegenstand fokussiert. Eine Einbettung zeitgenössischer Gebrauchs- und Verwendungsweisen in übergreifende Kommunikationsstrategien und historische Kontexte unterbleibt weitestgehend.

Überdies stellen viele fotohistorische und medienwissenschaftliche Studien bislang ästhetische Aspekte in den Vordergrund bzw. beschränken sich auf Einzelstudien vorrangig zu künstlerisch herausragenden Arbeiten.<sup>26</sup> Solch eine kunstwissenschaftliche Orientierung mag eine Erklärung dafür sein, wenn Bernd Siegler mit Blick auf die Stereofotografien deren „eigentümliche Absenz in der heutigen Forschung“ konstatiert und als einen möglichen Grund hierfür den Umstand nennt, dass sie „zuerst Teil der Populärkultur waren und ihnen der Weg von ‚U‘ zu ‚E‘ nur bei den topographischen Reiseaufnahmen gelang.“<sup>27</sup> Damit ergibt sich eine bemerkenswerte Parallele zur Erforschung der Industriefotografie und des Industriefilms, die in den wissenschaftlichen Diskursen bislang ebenfalls nur eine randständige Bedeutung erlangt haben.<sup>28</sup>

Anregungen für eine Perspektiverweiterung könnte die in den Filmwissenschaften entwickelte Konzeptualisierung von Industriefilmen als Gebrauchsfilmen liefern, die historischen Entstehungs- und Verwendungskontexte, die Einbettung der Filme in umfassendere, auch andere Medien nutzende Kommunikationsstrategien und den Charakter als Auftragsproduktionen stärker betont. Weniger der Autor bzw. Urheber eines Filmes, sondern vorrangig der Auftraggeber definiert

---

<sup>22</sup> Leonhardt 2016, S. 18-21; Schröter 2010, S. 1; Stiegler 2015, S. 14-16.

<sup>23</sup> Schröter 2009 und 2010; siehe auch Schröter 2014.

<sup>24</sup> Christiansen 2001; Jakob/Sagurna 2014; Siebeneicker 2012.

<sup>25</sup> Fitzner 2008; siehe auch Schröter 2009b.

<sup>26</sup> Siehe exemplarisch einen großen Teil der Beiträge in der Zeitschrift AugenBlick, Konstanzer Hefte zur Medienwissenschaft, Heft 62/62, Marburg 2015.

<sup>27</sup> Schröter 2015, S. 14-16.

<sup>28</sup> Stremmel 2017, S. 29; Przigoda 2018.

demnach Botschaften, Verwendung und Adressaten. Ein künstlerischer Anspruch verbindet sich mit dem Gros dieser Gebrauchsfilme kaum, sondern er ist meist nur ein willkommenes Beiwerk.<sup>29</sup>

Vorrangig aus Sicht der Geschichtswissenschaften und zumal im Sinn einer breiteren, transdisziplinären Visual History scheint solch eine erweiterte Konzeptualisierung der Stereofotografie als eine Quelle für zeitgenössische Wahrnehmungs-, Deutungs- und Selbstdarstellungsweisen, aber auch in ihrer generativen, eigene Realitäten und Identitäten prägenden oder gar erzeugenden Kraft von Belang. Konkrete Anknüpfungspunkte bestehen dabei nicht zuletzt zu dem aktuellen Authentizitätsdiskurs innerhalb der Geschichtswissenschaften und zu sammlungsbezogenen Forschungen, wie sie jetzt von Michael Farrenkopf, dem Leiter des montan.dok, am Beispiel der Stereofotografien und der Stereopanoramen als Präsentationsapparaten in der musealen Vermittlungspraxis im Deutschen Bergbau-Museum Bochum konkretisiert worden sind.<sup>30</sup>

Aber noch in anderer Hinsicht scheinen Stereofotografien neue Forschungspotenziale zu bieten. Als Dokumente vergangener Zustände könnten sie historisch orientierten, auf die konkreten Objekte des materiellen Kulturerbes bezogenen Forschungen gleichsam eine neue, dritte Dimension eröffnen. Als methodische Erweiterungen zum Beispiel von industriearchäologischen Untersuchungen scheint eine Rekonstruktion vergangener Zustände durch eine Tiefenbestimmung von Maschinen, Menschen oder Räumen technisch durchaus möglich und sinnvoll. Für die Berechnung der Tiefe eines im Bild befindlichen Objektes wäre es möglich, sich der beschriebenen Parallaxe des binokularen Sehens zu bedienen.<sup>31</sup> Ein solches Verfahren findet in der Astronomie bereits seit langer Zeit Anwendung, um die Entfernung von nahen Sternen relativ genau zu bestimmen. Die Tragfähigkeit und die operative Realisierbarkeit solcher Möglichkeiten wären allerdings nicht zuletzt auch in technischer Hinsicht weiter und differenzierter zu evaluieren.<sup>32</sup>

### **3. Bestandserhebung zu Überlieferungen historischer Stereofotografien in deutschen und europäischen Gedächtniseinrichtungen**

#### **3.1 Methodisches Vorgehen und Rücklauf**

Ein zentrales Projektziel war es, als Basis für eine mittel- bis langfristig angestrebte Vernetzung einen fundierten Überblick über relevante Überlieferungen historischer Stereofotografien von Industrie und Technik in Deutschland und in Europa zu gewinnen. Zur Ermittlung einschlägiger Bestände und Sammlungen wurden im März 2017 zunächst 32 ausgewählte Gedächtniseinrichtungen im In- und im europäischen Ausland angeschrieben. Die Ergebnisse aus den Rückläufen wurden dann in einem zweiten Schritt durch gezielte Vor-Ort-Recherchen durch die Projektbearbeiterin Frau Sabine Niggemann M.A. vertieft.

Die Auswahl der angefragten Einrichtungen wurde dabei ganz vorrangig durch zwei projektimmanente Kriterien bestimmt:<sup>33</sup>

---

<sup>29</sup> Vgl. Zimmermann 2011, S. 34-42.

<sup>30</sup> Farrenkopf 2017.

<sup>31</sup> Siehe Kap. 2.1.

<sup>32</sup> Siehe auch die Erläuterungen zum technischen Ansatz und den damit verbundenen Herausforderungen in Kap. 5.8.

<sup>33</sup> Eine Aufstellung der Gedächtniseinrichtungen in Deutschland und Europa, die im Zuge der Bestandserhebung angeschrieben bzw. bei denen vertiefende Vor-Ort-Recherchen durchgeführt worden sind, findet sich im Anhang.

1) Die inhaltliche Fokussierung des Projektinteresses auf visuelle Überlieferungen zu „Industrie und Technik“ in Europa. Hier sind relevante Überlieferungen vorrangig in den großen nationalen Technikmuseen und Fotoarchiven sowie den örtlichen Bergbaumuseen vermutet worden.

2) Ein weiteres Kriterium war die als Ausgangshypothese konstatierte Renaissance der Stereofotografie im Ruhrgebiet und der hier dominierenden Montanindustrie seit den 1920er Jahren. Insofern richtete sich ein Schwerpunkt der Umfrage auf die führenden regionalen Industriemuseen und Wirtschaftsarchive mit einschlägigen Unternehmensüberlieferungen aus der Montanindustrie.

Für die schriftliche Umfrage wurde ein bewusst knapper, drei Seiten umfassender Fragebogen in deutscher und englischer Sprache entwickelt.<sup>34</sup> Neben Angaben zur bestandshaltenden Einrichtung wurde hierin nach inhaltlichen und zeitlichen Schwerpunkten evtl. vorhandener Stereofotografien, nach Umfang und materieller Beschaffenheit der einschlägigen Bestände, nach deren Herkunft (Provenienz) und ursprünglichen Verwendungszwecken sowie nach vorhandenen korrespondierenden Schriftquellen gefragt. Darüber hinaus galt das Interesse dem Grad und Art der Erschließung, dem rechtlichen Status sowie schließlich der Frage, inwieweit und ggf. durch wen die einschlägigen Bestände bereits digitalisiert worden sind.

In quantitativer Hinsicht überwiegen deutlich kleinere bis mittelgroße Sammlungen. Lediglich sechs der Sammlungen umfassen über 2000 Stereofotografien. Dabei sticht insbesondere das Deutsche Historische Museum in Berlin hervor, das mit 42.000 Stereofotografien die mit Abstand umfangreichste Überlieferung verwahrt.

Im Ergebnis meldeten 20 Gedächtniseinrichtungen mehr oder minder umfangreiche Bestände an Stereofotografien zu Industrie und Technik. Eine Übersicht über die Umfänge der Sammlungen zeigt folgende Tabelle.

Tab. 1: Gedächtnisorganisationen mit stereofotografischen Überlieferungen zu Industrie und Technik

Anzahl der Gedächtnisinstitutionen	Gesamtumfang
8	< 500
6	500 – 2000
4	2000 – 5000
2	> 5000

Diese Zahlen sind angesichts der Erschließungsdefizite in manchen Häusern allerdings als vorläufig einzustufen. Das zeigt nicht zuletzt das Beispiel des montan.dok selbst. Ist der Umfang der einschlägigen Überlieferungen ursprünglich auf ca. 3500 Stereofotografien geschätzt worden, so hat sich diese Zahl im Zuge der projektbezogenen Bestandsrecherchen erheblich, auf nun etwa 6500 Aufnahmen erhöht. Damit beherbergt das montan.dok am DBM nicht nur die umfassendste stereofotografische Sammlung zum Thema Bergbau, sondern auch einen der größten stereofotografischen Sammlungsbestände zu Industrie und Technik in deutschen und europäischen Gedächtnisinstitutionen insgesamt.

---

<sup>34</sup> Der Fragebogen wurde in einer deutschen und einer englischen Sprachfassung versandt. Die deutsche Fassung findet sich im Anhang.

### 3.2 Inhaltliche und zeitliche Schwerpunkte

Die inhaltlichen Schwerpunkte der in den befragten Institutionen überlieferten Stereofotografien sind vielschichtig. Die häufigsten Motive wie Stadt- und Landschaftsaufnahmen aus der ganzen Welt, Personen, Architektur, Weltausstellungen, Reisefotografie, Geologie, Ethnologie oder auch erotischen Fotografien sind vor allem in Zusammenhang mit Stereokarten und Glasplatten-Positiven aus Kaiser-Panoramen für den Zeitraum von 1860 bis 1925 in den Sammlungen überliefert. Des Öfteren stößt man auch auf Kriegsphotografien aus dem Ersten und dem Zweiten Weltkrieg. Motive zu den Themen Industrie und Technik sind dagegen vergleichsweise unterrepräsentiert oder kaum vorhanden. Das gilt erstaunlicherweise auch für die meisten Technikmuseen, die an der Umfrage teilgenommen haben, namentlich für das Deutsche Technikmuseum Berlin, das National Technical Museum Prague, das Technische Museum Wien, das National Museum of Science and Technology in Stockholm und das National Science and Media Museum in England. Eine Ausnahme bildet im Wesentlichen nur das Deutsche Museum in München, in dessen Archiv sich eine inhaltlich große Bandbreite von Stereofotografien aus Technik und Wissenschaft fand.

Scheinbar waren oftmals das Interesse an einer Dokumentation der fototechnischen Entwicklung und museale Vermittlungsabsichten vorrangig sammlungsbildend und weniger die eigentlichen Bildinhalte. Ein Beispiel sind die bislang noch unerschlossenen Stereofotografien im Deutschen Technikmuseum in Berlin. Bei der Vor-Ort-Recherche zeigte sich recht große Bandbreite der für die Stereofotografien verwendeten Materialien. Das lässt darauf schließen, dass die Stereofotografien vor allem in ihrer Eigenschaft als medientechnische Artefakte in die Sammlung aufgenommen worden sind. Offenbar ging es weniger um eine inhaltliche Dokumentation von Technik. Vielmehr zielte die Sammeltätigkeit auch von fototechnischen Apparaten wie Stereokameras, Stereobetrachter sowie eines Nachbaus eines Kaiserpanoramas offenbar auf eine Präsentation in der Dauerausstellung.

Der mit Abstand größte Bestand an historischen Stereofotografien befindet sich mit rund 42.000 Stereofotografien im Deutschen Historischen Museum in Berlin. Zum einen verwahrt das Archiv seit 1996 das Schönstein-Archiv aus den Jahren 1936 bis 1945. Es besteht aus 31.000 Karteikarten mit jeweils einem Papierabzug der ebenfalls archivierten originalen Glas- oder Filmnegative sowie weiteren Informationen zum Motiv.<sup>35</sup> Bei einer ersten Bestandrecherche vor Ort konnten unter der Überlieferung zu den Nationalsozialistischen Musterbetrieben ca. 400 Aufnahmen zum Thema Industrie und Technik gefunden werden. Aus Projektsicht besonders interessant sind die Raumbild-Serien des Bochumer Vereins für Gußstahlfabrikation in Bochum, der Schachanlage Kaiserstuhl II in Dortmund, der Duisburger Kupferhütte AG, der Friedrich Wilhelms-Hütte der Deutschen Eisenwerke AG in Mülheim, der Braunkohlengrube & Brikettfabrik Liblar in Köln und der Kaliwerke Preussag in Bleicherode (Thüringen). Die zahlreichen Aufnahmen zeigen die Betriebe von Innen und Außen. Die Architektur der Industrieanlagen, Arbeitsprozesse, Maschinen in Werkshallen, Menschen am Arbeitsplatz und vor allem die sozialen Aspekte von Ausbildung und Betreuung stehen im Vordergrund. Interessant scheint, dass der Steinkohlenbergbau lediglich durch die Aufnahmen der Schachanlage Kaiserstuhl II vertreten ist und Untertageaufnahmen fehlen. Die einzigen Untertageaufnahmen konnten bislang in der Serie über das Preussag Kaliwerk in Bleicherode nachgewiesen werden. Zum anderen befindet sich eine Sammlung von insgesamt 11.515 Kaiserpanorama-Glasplatten-Positiven im Archiv, unter denen sich ca. 160 Motive aus den Jahren 1889 bis 1925 dem Thema Industrie und Technik widmen. Einige wenige Motive zum Salzbergbau fanden sich ebenfalls unter dem Kaiserpanorama-Bestand des Deutschen Museums in München.

---

<sup>35</sup> Das sogenannte Schönstein-Archiv umfasst die Überlieferung des Raumbild-Verlags von Otto Schönstein, bestehend aus 31.000 Karteikarten aus der Zeit von 1935 bis 1939. Siehe hierzu Lorenz 1983; Fitzner 2008; Schröter 2009b.

Im Hinblick auf Motive aus Industrie und Technik kommt den Stereofotografien im Archiv des Deutschen Museums in München eine gewisse Sonderstellung zu. Die hier überlieferten ca. 1790 Aufnahmen decken eine recht große Bandbreite an technischen und auch wissenschaftlichen Motiven ab. Inhaltliche Schwerpunkte sind Metallbearbeitung, Textiltechnik, Bauwesen, Berg- und Hüttenwesen, Erdölindustrie, Luftfahrt, Physik, Geologie, Brauereiwesen, Ausstellungsansichten des Deutschen Museums sowie einigen Röntgenaufnahmen. Einige Teilüberlieferungen sind aus Projektsicht besonders hervorzuheben:

- eine vom Raumbild-Verlag produzierte Serie mit 164 Positivabzügen der Firma Heinkel (Flugzeugbau) aus den 1930er Jahren
- 69 Positivabzüge ohne Datierung, die die Herstellung einer Statue der heiligen St. Barbara, der Schutzheiligen von Berg- und Feuerwehrleuten, dokumentiert
- zwei nicht vollständig überlieferte Stereokarten-Serien des Verlags Neue Photographische Gesellschaft A.G. Steglitz-Berlin zu den Themen „Gewinnung des Kochsalzes“ (20 Stück) und „Kali- und Steinsalzbergwerk“ (30 Stück)
- eine Sammlung von 308 original kolorierten Kaiserpanorama-Glasplatten-Positiven vermutlich aus den 1910er Jahren, unter denen sich 62 Aufnahmen aus dem Kohlenbergbau und dem Salzbergbau befinden
- 20 Stereo-Glasplatten aus dem ausgehenden 19. Jahrhundert aus dem Nachlass des österreichischen Physikers Ernst Mach

Neben den Beständen des Deutschen Museums München sind wissenschaftliche Stereofotografien in den befragten Gedächtnisinstitutionen nur vereinzelt überliefert. Das National Science and Media Museum in England nennt eine größere Anzahl aus der medizinischen Makro-Fotografie (Mikroskopie), der Astronomie (Mondaufnahmen) oder der Physik (High-Speed-Fotografie) und das Schweizerische Nationalmuseum verwahrt Mikroskopien und Patientenaufnahmen des Berner Anatomieprofessors Karl-Wilhelm Zimmermann. Möglicherweise finden sich aber weitere wissenschaftliche Stereoaufnahmen in den Forschungssammlungen universitärer und außeruniversitärer Forschungseinrichtungen, die im Zuge der Bestandserhebungen in diesem Projekt allerdings nicht berücksichtigt werden konnten.

Als zwei der wichtigsten Gedächtnisinstitutionen zur Motivkategorie Steinkohlenbergbau können das Fotoarchiv des Ruhr-Museums in Essen und das LWL-Industriemuseum in Dortmund benannt werden. Das Fotoarchiv des Ruhr-Museums verwahrt, neben einem größeren, von der Bildstelle Essen übernommenen Bestand an Stadt- und Personenaufnahmen aus den 1920er und 1930er Jahren, den fotografischen Nachlass des Essener Fotografen Johann Schmidt, der in den 1950er und 1960er Jahren auf Über- und Untertagefotografie spezialisiert war und vornehmlich im Auftrag der Bergbauindustrie arbeitete.<sup>36</sup> Unter seinen 4920 Aufnahmen befinden sich ca. 1700 Stereo-Glasplatten-Negative, die ausführliche und systematische Einblicke in die damalige Mechanisierung und Rationalisierung im Ruhrbergbau bieten. Eine zweite, weitaus kleinere Teilüberlieferung von Johann Schmidt befindet sich im LWL-Industriemuseum in Dortmund. Es handelt sich um 49 Positivabzüge zum Thema „Bergmännische Ausbildung auf der Zeche Schlägel und Eisen in Herten“ von 1951. Hinzu kommt noch eine Serie mit 51 Glasplatten-Positiven der Zeche Robert-Müser in Bochum, die vermutlich aus den 1930er oder 1940er Jahren stammt.

Von den angeschriebenen Bergbaumuseen im europäischen Ausland meldete allerdings nur das National Coal Mining Museum for England einen kleinen Bestand von 24 Stereokarten mit Szenen aus dem Steinkohlenbergbau. Gleichermäßen überraschend war das Fehlen historischer Stereofotografien in den Überlieferungen der rheinisch-westfälischen Montanindustrie. Das gilt namentlich für das Historische Archiv Krupp mit seiner in Umfang und Qualität herausragenden fotografischen Überlieferungen sowie für das Thyssenkrupp-Konzernarchiv. Diese Befunde werfen

---

<sup>36</sup> Dupke 2017, S. 241 f.

die Frage auf, inwieweit die konstatierte Renaissance der Stereofotografie in der Industrie seit den 1920er Jahren vorrangig oder vielleicht sogar ausschließlich ein deutsches und ein Phänomen der Bergbauindustrie war. Dies kann hier aber nur als wenig differenzierte Arbeitshypothese für weitere Forschungen formuliert werden.

In zeitlicher Hinsicht decken die eruierten Bestände alle Phasen der historischen Entwicklung der Stereofotografie von den Anfängen in den 1840er Jahren bis in die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts ab, wobei ein gewisser Schwerpunkt auf den 1880er bis 1950er Jahren liegt. Analog zur historischen Nutzung des Mediums nimmt dabei die Anzahl der Motive aus Industrie und Technik ab etwa 1900 und dann vor allem seit den 1920er Jahren zu, während die Zahl der vorrangig Zwecken der Unterhaltung, Vermittlung und Werbung dienenden Stereokarten und Aufnahmen aus Kaiser-Panoramen bis dahin stark zurückgeht.

### 3.3 Provenienzen

Angaben über die Provenienzen der Stereofotografien zu Industrie und Technik konnten oder wollten eine ganze Reihe von Gedächtnisinstitutionen nur im Allgemeinen machen, da es sich hierbei um interne Informationen handelt. Häufig handelt es sich um Schenkungen von Privatpersonen oder um Ankäufe bei Händlern. In dieser Hinsicht liefern die Umfrageergebnisse also nur ein unvollständiges Bild. Demnach stammen die verwahrten Stereofotografien aus Unternehmen, wie z. B. das Firmenarchiv der Wicküler Brauerei im Rheinisch-Westfälischen Wirtschaftsarchiv zu Köln oder das der Heinkel AG im Archiv des Deutschen Museums München. Wenig überraschend ist auch die Relevanz von Fotografen-Nachlässen, wie z. B. dem von Johann Schmidt im Ruhr Museum Essen oder dem von Jan Plischke im National Technical Museum Prague. Häufiger sind jedoch keine Informationen zu Fotografen bzw. Herstellern oder Provenienzen bekannt, oder es fehlen, wie im Deutschen Technikmuseum in Berlin, aufgrund der noch ausstehenden Dokumentation jegliche Informationen über die Überlieferungszusammenhänge der in der Sammlung vorhandenen Konvolute. Alles in allem scheinen viele der heute in Museen und Archiven verwahrten stereofotografischen Sammlungen seinerzeit weniger im Rahmen einer systematischen Sammlungspolitik gezielt eingeworben worden zu sein. Vielmehr scheint die Mehrzahl der heutigen Sammlungen und Konvolute im Zuge umfassenderer Zugänge oder auf ein entsprechendes Angebot hin mehr oder minder zufällig in die Einrichtungen gelangt zu sein.

### 3.4 Zeitgenössische Verwendungszusammenhänge

Die Frage nach den zeitgenössischen Verwendungszwecken der Stereofotografien konnte für viele stereofotografische Sammlungen zu Industrie und Technik aufgrund mangelnder Informationen zu den Überlieferungszusammenhängen nicht immer mit Sicherheit beantwortet werden. Eine Ausnahme ist die Serie von Glasplatten-Positiven zum Thema „Bergmännische Ausbildung auf der Zeche Schlägel und Eisen in Herten“ im LWL-Industriemuseum in Dortmund, die Johann Schmidt im Jahr 1952 im Auftrag des Bergwerks hergestellt hat. Die Fotos wurden in einem Tischbetrachter in Arbeitsämtern zur Werbung für den Bergmannsberuf und zur Anwerbung von Berglehrlingen gezeigt.

In anderen Fällen lassen jedoch die Zusammenhänge zwischen Motiv, Material und Gestaltung oftmals Rückschlüsse auf deren damalige Verwendung zu. Ein Beispiel ist eine Serie von 33 Papierabzügen aus den 1920er Jahren aus dem Firmenarchiv der Wicküler Brauerei im Rheinisch-Westfälischen Wirtschaftsarchiv zu Köln. Aufgrund der Motive sowie der Gestaltung der Karten mitsamt Bildtitel liegt die Vermutung nahe, dass diese zu Werbezwecken vom Unternehmen in Auftrag gegeben worden sind. Bei den Glasplatten-Dias für die Kaiserpanoramen aus dem Verlag August Fuhrmann im Deutschen Historischen Museum Berlin und im Deutschen Museum in München ist die Präsentation in einer breiten Öffentlichkeit zur Unterhaltung und Bildung

offensichtlich. Weitere genannte Verwendungszusammenhänge beziehen sich auf die Dokumentation von z. B. Modernisierungsmaßnahmen im Bergbau unter Tage oder die Analyse von Kriegsschäden mittels stereoskopischer Luftaufnahmen, auf die Nutzung zu Publikationszwecken (allerdings als zweidimensionale Aufnahmen), zu propagandistischen Zwecken im Rahmen der NS-Propaganda oder, wie im Fall der Aufnahmen im Nachlass von Ernst Mach, auf wissenschaftliche Entstehungszwecke. Zu einer eventuellen Nutzung ihrer Stereofotografien in den eigenen Ausstellungen oder in der musealen Vermittlung machten die Museen indessen kaum oder nur sehr allgemeine Angaben. Auch diesbezüglich scheint ein weiterer Forschungsbedarf gegeben.

### 3.5 Materialtypen und Formate

Hinsichtlich der Materialtypen und Formate ragen die Stereokarten als das am häufigsten in deutschen und europäischen Gedächtniseinrichtungen überlieferte Material heraus. Beispiele finden sich im Technischen Museum Wien oder im National Museum of Science and Technology in Stockholm. Die dortigen Sammlungsschwerpunkte beziehen sich unter anderem auf Städte- und Landschaftsaufnahmen, Geologie oder Reisefotografie und unter den ca. 4200 bzw. ca. 3925 Stereofotografien finden sich nach eigenen Angaben ganz überwiegend Stereokarten und nur wenige Stereo-Glasplatten-Positive.

Das zweithäufigste Material sind Stereo-Glasplatten-Negative und -Positive gefolgt von Positivabzügen. Filmmaterialien (Film-Negative und Film-Positive bzw. -Dias) sind vergleichsweise seltener. Das gilt vor allem auch für Kleinbild-Dia-Materialien, wie sie u. a. seit den 1950er Jahren in dem aus den USA stammenden Betrachtungssystem „Viewmaster“ verwendet worden sind. Sie finden sich in den europäischen Gedächtnisorganisationen nur vereinzelt.

Wie schon erwähnt, sind die speziell für historische Stereofotografien zu Industrie und Technik am häufigsten verwendeten bzw. überlieferten Materialien das Glasplatten-Negativ, das Glasplatten-Positiv sowie der Positivabzug. Das mag daran liegen, dass solche Stereofotografie-Serien seit den 1920er Jahren meist von Firmen und Unternehmen zu einem spezifischen Verwendungszweck, nämlich zu Werbe- oder Dokumentationszwecken, bei professionellen Fotografen in Auftrag gegeben worden sind, die aufgrund der im Vergleich zu den damals üblichen Filmmaterialien besseren Abbildungsqualität Glasplatten bevorzugten. Zudem erfolgte die Herstellung vermutlich für eine viel kleinere Zielgruppe als es zum Beispiel bei den Stereokarten der Fall war.

Der obige Befund erklärt auch das Umfrageergebnis zum Anteil monochromer und farbiger Stereofotografien. In 10 der insgesamt 19 Einrichtungen, die hierzu Angaben gemacht haben, liegt der Anteil monochromer Stereofotografien bei 100 Prozent, und auch bei den restlichen neun Einrichtungen schwankt er zwischen 95 und 100 Prozent. Dabei handelt es sich bei der überwiegenden Zahl der farbigen Stereofotografien um nachträglich kolorierte Stereo-Glasplatten-Positive und Stereokarten und nicht um originär in Farbe entstandene Aufnahmen. Farbfilmmaterialien in Form von Kleinbild- oder Mittelformat-Dias finden sich nur selten.

### 3.6 Korrespondierende Überlieferungen

Nur zwei Gedächtnisinstitutionen, das Musée de la Photographie in Charleroi und das Deutsche Historische Museum in Berlin, beantworteten die Frage nach korrespondierenden Überlieferungen positiv. Die Vor-Ort-Recherche im Deutschen Historischen Museum ergab, dass neben den erworbenen 15.515 Kaiserpanorama-Glasplatten-Positiven bislang ungezählte Ordner mit ergänzenden Informationen und Dokumenten zum Thema Kaiserpanorama aus der Sammlung von Erhard Senf in das Archiv übernommen, aber bislang noch nicht erschlossen worden sind. Über die korrespondierenden Überlieferungen aus dem Museum in Charleroi ist bislang nichts weiter bekannt.

Dieser Befund ist durchaus beispielhaft für die gerade im Bereich der audio-visuellen Überlieferungen insgesamt allzu oft schwierige Quellenlage bei korrespondierenden Schriftmaterialien.

### 3.7 Stand der Dokumentation und Digitalisierung

Der Status der Dokumentation der stereofotografischen Sammlungen ist innerhalb der befragten Institutionen unterschiedlich. Bereits 14 von 19 Einrichtungen haben die Bilder in einer Datenbank erfasst, vier davon in einer Online-Datenbank. Vier Institutionen besitzen hingegen nur eine schriftliche Dokumentation und in fünf Fällen ist bisher nur eine teilweise oder noch gar keine Erfassung erfolgt.

Auch der Digitalisierungsstand ist erstaunlich hoch. 15 Einrichtungen haben ihre Stereofotografien in Gänze und zumindest teilweise digitalisiert. Die Digitalisierung sowohl von Aufsichtsvorlagen wie z. B. Stereokarten als auch von Durchsichtsvorlagen wie Glasplatten-Negativen oder -Positiven ist dabei meistens inhouse mit Flachbettscannern durchgeführt worden. Bei Vorliegen problematischer Originale oder auch aus projektimmanenten Gründen ist ein externer Dienstleister mit der Digitalisierung betraut worden. Im Fall der kolorierten Glasplatten-Positive des August Fuhrmann Verlags im Deutschen Historischen Museum in Berlin führte ein selbstständiger Fotograf die Digitalisierung durch.<sup>37</sup> Das LWL-Industriemuseum hat die Digitalisierung einer seiner beiden Sammlungen ebenfalls extern vergeben, zuvor aber durch eine recht aufwändige Prüfung gewährleistet, dass die externe Digitalisierung über eine Reproanlage die internen Anforderungen des LWL erfüllen konnte.

Die Qualität der entstandenen Digitalisate ist recht unterschiedlich, denn jede Institution hat sich individuell im Hinblick auf die geplanten Verwendungszwecke für eine Digitalisierungstechnik, technische Parameter und Qualitätsstandards entschieden. Hauseigene Digitalisierungsabteilungen, wie im National Technical Museum Prague, haben sich eigene Workflows erarbeitet, die den jeweiligen Ansprüchen und vorhandenen, nicht zuletzt finanziell darstellbaren technischen Infrastrukturen am besten gerecht werden.

Wurden die Stereofotografien zur Nutzung in einer Ausstellung oder einer Publikation digitalisiert, ist die Qualität der Digitalisate dementsprechend so hoch wie möglich. Das LWL-Medienzentrum zum Beispiel digitalisierte für das 2014 eröffnete Ausstellungsprojekt „Front 14/18“ die vorliegenden Stereo-Glasplatten-Negative in höchster Qualität mit der digitalen Vollbild-Kamera Nikon D800 und einem 105-mm-Makroobjektiv mittels einer Reprostation mit Durchlichteinheit im hausinternen Fotostudio. In der Digitalisierungsabteilung im National Technical Museum Prague werden schon seit langem Glasplatten mit Flachbettscannern in höchstmöglicher Qualität digitalisiert und auch für Publikationen verwendet.

Zusammenfassend kann man sagen, dass das Spektrum der Digitalisierungsqualität von einer „Low-Level“-Digitalisierung vorrangig zu Sichtungszwecken bis hin zu einer „High-Level“-Digitalisierung reicht. Für letztere ergaben detaillierte Rechercheanfragen nach Technik und Qualitätsparametern recht ähnliche Ergebnisse. Repräsentativ sind die internen Digitalisierungsstandards des LWL-Medienzentrums, die hier in ihren wesentlichen Grundzügen skizziert werden dürfen.<sup>38</sup> Kurz vor der Digitalisierung erfolgt obligatorisch eine Trockenreinigung der Stereo-Glasplatten-Negative mit Blasebalg und Pinsel. Für die Digitalisierung selbst gelten folgende technischen Parameter: Auflösung: 1200 dpi bezogen auf eine Vorlagengröße von 6 x 13 cm; Farbprofil: RGB, Farbtiefe 48 Bit (3 x 16 Bit). Aus den zunächst erzeugten RAW-Dateien werden digital optimierte TIFF-Dateien (8 Bit)

---

<sup>37</sup> Die verwendete Digitalisierungstechnik ist in diesem Fall nicht bekannt.

<sup>38</sup> An dieser Stelle gilt der Fotoabteilung des LWL-Medienzentrums in Münster ein besonderer Dank für ihre durchaus nicht selbstverständliche Offenheit, die Gelegenheit zu einem ausführlichen Einblick in ihre Arbeit und die Erlaubnis zur Mitteilung der detaillierten Auskünfte.

erzeugt. Die Generierung weiterer Derivate z. B. für den Katalogdruck oder von Anaglyphenbildern zu Ausstellungszwecken ist dann von den je konkreten Nutzungsabsichten abhängig. Für die Langzeitsicherung werden die optimierten TIFF-Dateien genutzt. Die Ausgangsdateien im Format RAW werden hingegen nach Projektende nicht dauerhaft gesichert.

Insgesamt spielen internationale Standards für die Digitalisierungstätigkeiten in keiner der befragten Institutionen eine Rolle. Vielmehr wurde jeweils immer auf individuelle interne Standards verwiesen.

## 4. Bestandserhebung und -evaluierung im montan.dok am Deutschen Bergbau-Museum Bochum

### 4.1 Ausgangslage und methodisches Vorgehen

Die Bestandsrecherche und -evaluierung der stereofotografischen Überlieferungen im montan.dok war ein wesentlicher Bestandteil der Projektkonzeption. Wenn der Umfang der Sammlung bei Beantragung des Projektes noch auf ca. 3500 Aufnahmen grob geschätzt worden ist, aktuell aber von etwa 6500 Stereofotografien in unterschiedlichen Überlieferungsformen, Farbigkeiten und Polaritäten ausgegangen wird, so lässt schon dies den Ertrag der Maßnahme erahnen und verweist zugleich auf das mögliche Potenzial in den noch unerschlossenen Bildbeständen anderer Sammlungen. Darüber hinaus bestätigt das quantitative Ergebnis die ursprüngliche Vermutung auf eindrucksvolle Weise. Das montan.dok am DBM beherbergt nicht nur eine der größeren stereofotografischen Sammlungen in Deutschland, sondern vor allem auch die umfangreichsten und inhaltlich umfassendsten Bestände an Stereofotografien zum Bergbau in Europa. Eine weitere Verbesserung der Zugänglichkeit durch eine Tiefenerschließung und Digitalisierung verspricht deshalb eine nachhaltige Verbesserung der Quellenlage für einschlägige Forschungen.

Innerhalb des montan.dok mit seinen Dokumentationsbereichen Bergbau-Archiv, Bibliothek und Fotothek sowie Musealen Sammlungen wurden vorrangig die umfangreichen Fotoüberlieferungen im Bergbau-Archiv und in der Fotothek systematisch auf eventuell vorhandene Stereofotografien hin durchgesehen und aufgenommen. Dabei sind in einem ersten Schritt eigenständige stereofotografische Sammlungen sowie entsprechende Konvolute in übergeordneten, umfassenderen Beständen mittels eines Erfassungsformulars strukturiert beschrieben worden.<sup>39</sup> Im Einzelnen wurden zunächst der Bereich (Bergbau-Archiv, Fotothek), die Art der Überlieferung und der Titel einer eigenständigen Sammlung bzw. eines übergeordneten Bestandes notiert. Es folgte der Titel der Verzeichnungseinheit, der in den Fällen, in denen die Stereofotografien Teil eines übergeordneten Bestandes sind, von der Sammlungs- bzw. Bestandsbezeichnung abweicht. Soweit das aus inhaltlichen Gründen oder aufgrund der physischen Beschaffenheit angezeigt schien, wurden im Zuge dieser Ersterfassung innerhalb der übergeordneten Bestände teilweise mehrere Konvolute unterschieden und zunächst getrennt beschrieben. Nach einer ersten, noch groben Inhaltsbeschreibung und Datierung folgen Angaben zu materiellen und physischen Überlieferungsformen und zum Umfang als Angaben einer Formalerschließung. Soweit möglich sind auch schon Informationen zu Überlieferungs- und Verwendungszusammenhängen sowie zu korrespondierenden Überlieferungen innerhalb des montan.dok vermerkt worden. Schließlich wurden noch der aktuelle Erschließungs- und der rechtliche Status notiert.

Auf diese Weise wurden zunächst zwölf unterschiedliche stereofotografische Sammlungen und Konvolute im montan.dok beschrieben. Aufgrund der im Projektzusammenhang begrenzten Bearbeitungszeit weist die Ersterfassung vor allem bei den neu identifizierten, kleineren Konvoluten, notwendigerweise noch Lücken auf. Das gilt insbesondere für die Überlieferungs- und historischen Verwendungskontexte sowie den rechtlichen Status einzelner kleinerer Konvolute. Entsprechende Recherchen erfordern einen teilweise nicht unbeträchtlichen Aufwand, der erst im Zuge und auf Basis einer ungleich aufwändigeren Tiefenerschließung sinnvoll geleistet werden kann.

### 4.2 Inhaltliche und zeitliche Schwerpunkte

Die Stereofotografien im montan.dok weisen in ihrer prinzipiellen Fokussierung auf den Bergbau ein recht breites Spektrum unterschiedlicher Motive auf. Vor allem Untertageaufnahmen sind

---

<sup>39</sup> Zum Aufbau des Formulars siehe die „Erfassung der stereofotografischen Überlieferungen im montan.dok“ im Anhang.

mengenmäßig stark vertreten. Sie zeigen Anlagen zur Kohlenförderung und Personenfahrgänge, Grubenpferde, Maschinen, Gewinnungsarbeiten, Streckenausbau, Einrichtungen der Bewetterung und der Wasserhaltung, Vermessung, Jungbergleute und Bergschüler. Bergleute in Arbeitssituationen sowie Porträtaufnahmen sind sowohl unter als auch über Tage entstanden. Über Tage stehen Aufnahmen der baulichen und technischen Anlagen im Vordergrund, wie zum Beispiel Förderanlagen und -maschinen, Zechenbahnen und andere Transportmittel, Aufbereitungsanlagen, Kokereien, Werkstätten oder Lampenstuben. Weitere Motive aus dem Sozial- und Ausbildungswesen zeigen vor allem Bergschüler während der Ausbildung, Bildungseinrichtungen, Wohnheime, Arbeitersiedlungen, Sporthallen oder Schwimmbäder als Einrichtungen der betrieblichen Sozialpolitik. Auch das DBM selbst erscheint in einigen Aufnahmen aus den Ausstellungen und des Museumgebäudes.

Die Aufnahmen beziehen sich nicht nur auf den Steinkohlenbergbau, sondern schließen unter anderem auch die anderen Bergbauzweige, den Erz- und Kalibergbau sowie den Braunkohlentagebau, mit ein. Das verweist auf die Entstehungs- und Überlieferungszusammenhänge eines großen Teils der Überlieferungen, die offenkundig vornehmlich zu Vermittlungszwecken (nicht nur) im DBM angefertigt und gesammelt worden sind und den Bergbau spartenübergreifend in großer Bandbreite darstellen.

Eine genaue Datierung der Aufnahmen ist aufgrund der teilweise unklaren Entstehungs- und Überlieferungskontexte oft schwierig. Anhand der Bildinhalte und der Aufnahmetechniken lässt sich aber häufig eine ungefähre zeitliche Einordnung vornehmen. Demnach dürfte das Gros der Stereofotografien zwischen den 1930er und 1950er Jahren entstanden sein. Diese Einschätzung wird durch die Sammlungen und Konvolute, bei denen eine genauere Datierung möglich ist, bestätigt. Für den kleineren Teil der vorliegenden Farbaufnahmen kann aufgrund des benutzten Film- bzw. Diapmaterials vermutet werden, dass diese Aufnahmen erst in den 1970er Jahren und möglicherweise sogar noch später entstanden sind. Für einige Stereofotografien gibt es Hinweise, dass sie vor oder nach den genannten Zeiträumen angefertigt worden sind. Eine genauere Datierung wird erst im Zuge einer tieferen Erschließung, etwa durch einen Abgleich mit den nicht nur im montan.dok umfangreich überlieferten, herkömmlichen 2D-Fotografien vorgenommen werden können.

### 4.3 Provenienzen

Als für die Stereofotografien im montan.dok zentrale Provenienzen sind die Westfälische Berggewerkschaftskasse (WBK) und deren verschiedenen Institute sowie das DBM und seine Vorläufer hervorzuheben, deren schriftlichen, visuellen und materiellen Überlieferungen sich in allen Dokumentationsbereichen des montan.dok finden. Weiter ist das Dortmunder Steinkohlenbergwerk Adolf von Hansemann/Hansa zu nennen, dessen Unterlagen im Bestand BBA 108 des Bergbau-Archivs verwahrt werden, der eine umfangreiche Fotoüberlieferung aus der Werksfotografie enthält.<sup>40</sup> Aus diesen drei Provenienzen stammen ca. 5500 der insgesamt 6500 Stereoaufnahmen, und auch in inhaltlicher Bandbreite und Qualität ragen die genannten Überlieferungen hervor. Darüber hinaus sind einige kleinere Konvolute als Bestandteile übergeordneter Bestände und Sammlungen überliefert, wie zum Beispiel im Nachlass von Friedrich Benthaus (BBA 132) oder in der Fotosammlung der damaligen Deutschen Kohlenbergbau-Leitung.

### 4.4 Zeitgenössische Verwendungszusammenhänge und Nutzung im DBM

Soweit bislang bekannt, kamen die Stereofotografien innerhalb des DBM selbst ausschließlich in der musealen Vermittlung innerhalb der Ausstellungen zum Einsatz. Hier sind ausgewählte Stereo-

---

<sup>40</sup> Siehe Bestandsbeschreibung zu BBA 108: Schachtanlagen Adolf von Hansemann/Hansa, Dortmund, unter [http://www.archive.nrw.de/LAV\\_NRW/jsp/bestand.jsp?archivNr=421&tektId=57&expandId=18](http://www.archive.nrw.de/LAV_NRW/jsp/bestand.jsp?archivNr=421&tektId=57&expandId=18)

Glasplatten-Positive seit den 1930er Jahren in eigens angefertigten Kastenpanoramen in unterschiedlichen Kontexten in den Dauerausstellungen präsentiert worden, um den Museumsbesuchern die für die breite Öffentlichkeit unzugängliche Welt unter Tage und die Arbeitswelt des Bergmanns zu vermitteln.<sup>41</sup>

Den besonderen Nutzen der Raumwirkung in der musealen Vermittlung beschrieb der damalige Museumsdirektor Heinrich Winkelmann wie folgt:

*„Eine wertvolle Ergänzung für alle Abteilungen bilden verschiedene Stereo-Betrachtungsapparate, in denen je 36 Bilder von hervorragenden Plastiken aus Über- und Untertagebetrieben aller Art gezeigt werden. Es handelt sich bei den Diapositiv-Sammlungen für dieses Apparate um über tausend Originalaufnahmen von unter und über Tage, die während der Arbeit gemacht wurden und die besonders interessante oder charakteristische Betriebsmomente wiedergeben. Durch eine sorgfältige Auswahl der Bilder für die Einzelserien wurde es dem Museum möglich, dem Fachmann in kürzester Zeit an Hand dieser Bilder einen guten Überblick über wichtige Neuerungen des betreffenden Sachgebietes oder dem Laien einen solchen über die wesentlichen darin vorkommenden Arbeitsvorgänge zu geben.“<sup>42</sup>*

Durch die derzeitige Tiefenerschließung der Verwaltungsüberlieferung des DBM im Bestand BBA 112: Deutsches Bergbau-Museum Bochum des Bergbau-Archivs im Rahmen des aktuell laufenden Projektes „montan.dok 21. Überlieferungsbildung, Beratungskompetenz und zentrale Serviceeinrichtung für das deutsche Bergbauerbe“<sup>43</sup> sind weitere aktenmäßige Hinweise zur Herstellung der Stereo-Panoramen des DBM, zu geplanten Ausleihen an in- und ausländische Museen und Entstehungskontexten zu erwarten. Diese Hinweise sollen in einem zu beantragenden Folgeprojekt zur Erschließung, Digitalisierung und Erforschung der stereofotografischen Sammlungen des DBM/montan.dok noch systematisch ausgewertet werden.

Für die Stereofotografien der Westfälischen Berggewerkschaftskasse (WBK) ist ferner die vorrangige Nutzung im Rahmen des Lehrbetriebes an den Bergschulen mehr als plausibel anzunehmen. Darüber hinaus wurden aber offenbar auch viele Stereofotografien zu wissenschaftlichen und zu Dokumentationszwecken angefertigt. Nicht zuletzt in dieser Hinsicht sind von einer Tiefenerschließung weitere Aufschlüsse über die Anwendung des Mediums in Wissenschaft und Forschung zu erwarten.

#### 4.5 Materialtypen und Formate

Das mit Abstand häufigste Trägermaterial in den Beständen des montan.dok ist die Glasplatte. Dabei handelt es sich um Bromsilbergelatineplatten, bei denen sich die lichtempfindliche Silberschicht eingebettet in einer dünnen Gelatineschicht auf dem Glasträger befindet.<sup>44</sup> Neben den einzelnen Glasplatten-Negativen sind die Glasplatten-Positive häufig zusammen mit einer schützenden Glasplatte auf der Emulsionsseite mittels schwarzer Feucht-Klebestreifen eingefasst. Diese „Sandwich“-Glasplatten waren offenkundig für eine intensive Nutzung gedacht.

Daneben fanden sich in jeweils bedeutend geringerem Umfang weitere Materialtypen und Formate. In einem kleineren Konvolut von 43 Negativfilmen in der Fotosammlung Westfälische Berggewerkschaftskasse (WBK) liegen die ca. 215 Aufnahmen als Film-Negative vor. Eine Mischform aus Glas und Film bilden die farbigen Film-Dias im Format von 6 x 13 cm, die zwischen zwei

---

<sup>41</sup> Siehe Farrenkopf 2017.

<sup>42</sup> Winkelmann, Heinrich: Das Bergbau-Museum Bochum, in: Progressus. Fortschritte der deutschen Technik, Progressus Internationale Technische Verlagsgesellschaft m.b.H., Berlin, 1941, S. 488.

<sup>43</sup> Siehe <https://www.bergbaumuseum.de/de/forschung/projekte/neue-projekte/montandok-21> (26.02.2018).

<sup>44</sup> Siehe auch Kramer 2006.

Glasplatten eingefasst sind. Nur selten finden sich Papierpositive im Format 6 x 13 cm. Sie liegen entweder als Einzelfotos oder als Zusammenstellungen in einem Fotoalbum vor.

Alle Aufnahmen in den Beständen sind als Side-by-Side-Aufnahmen ausgeführt. Digitale Stereofotografien im Anaglyphen-Verfahren sind nicht vorhanden. Hinsichtlich der Formate überwiegt deutlich das Format 6 x 13 cm. Ein weitaus geringerer Teil der Stereo-Glasplatten hat das Format 4,5 x 10,7 cm. Ein Sonderfall sind sicherlich die Glasplatten-Negative im Format 18 x 24 cm, die jeweils vier Einzelaufnahmen enthalten. Hinsichtlich der Polarität sind knapp 60 Prozent des Gesamtbestandes als Positiv (Dia) und gut 40 Prozent als Negativ überliefert. Hierin spiegelt sich abermals der Umstand wider, dass ein großer Teil der Stereofotografien vorrangig zu Präsentations- und Vermittlungszwecken bestimmt war.

Einen Überblick über die im Zuge der Bestandsrecherchen ermittelten Materialtypen, Formate und Polaritäten geben die im Zuge der internen Bestandsevaluierung ermittelten und belastbaren Schätzwerte in der folgenden Aufstellung.

Tab. 2: Materialtypen und Formate der stereofotografischen Überlieferungen im montan.dok

	6 x 13 cm	4,5 x 10,7 cm	18 x 24 cm
Glasplatten-Negative, monochrom	1700	100	80
Glasplatten-Positive, monochrom	3800	220	
Film-Negative, monochrom	215		
Film-Dia, farbig	120		
Papierabzüge, monochrom	220		

#### 4.6 Korrespondierende Überlieferungen

Die erste stichprobenartige Recherche nach korrespondierenden Überlieferungen in den Beständen des montan.dok ergab vorrangig einige motivische Doppelungen mit der im LWL-Industriemuseum in Dortmund verwahrten Serie zur Zeche Robert Müser. Bemerkenswert ist ferner, dass einzelne Motive aus der Serie bzw. den einschlägigen Beständen des montan.dok auch als 2D-Aufnahme in verschiedenen Publikationen gefunden hat. Das scheint kein Einzelfall gewesen zu sein. Weitere motivische Doppelungen bestehen zu den Aufnahmen in der Fotosammlung „Technische Universität Berlin, Lehrsammlung Bergbau“ der Fotothek.

Gleichwohl erbrachten die im Projektrahmen notwendigerweise stichprobenartigen Recherchen in den Beständen des montan.dok bislang nur sehr vereinzelte Ergebnisse. Gleichwohl verspricht eine systematische und umfassendere und somit auch aufwändigere Auswertung der schriftlichen Quellen im Bergbau-Archiv, der einschlägigen Publikationen (Bildbände, Unternehmensfestschriften) in der Bibliothek und der Fotografien in Bergbau-Archiv und Fotothek weitere Hinweise. Die oben (Kap. 4.4) bereits erwähnte Verzeichnung der Verwaltungsakten des DBM ist dafür ein Beispiel.

#### 4.7 Stand der Dokumentation und Digitalisierung

Die stereofotografischen Sammlungen innerhalb des montan.dok waren bei Projektbeginn nur in Teilen und nur sehr oberflächlich erschlossen. Letzteres gilt für die Fotosammlung „Stereofotografien des Deutschen Bergbau-Museums“, für die durch studentische Hilfskräfte eine erste Titelaufnahme als Excel-Datei angefertigt worden ist, sowie für die archivische Verzeichnung der Stereofotografien im Bestand BBA 108: Schachtanlagen Adolf von Hanseemann/Hansa, Dortmund, bei der es sich

allerdings ebenfalls nur um wenig mehr als eine Titelaufnahme handelt. Die übrigen Konvolute und Sammlungen sind bislang noch gänzlich unerschlossen. Damit steht eine fachlich adäquate und den Charakteristika fotografischer Überlieferungen Rechnung tragende Tiefenerschließung noch aus.

Vor diesem Hintergrund stellen die Ergebnisse der Bestandsrecherchen im Projekt eine erhebliche Verbesserung des vorherigen Erschließungsstandes dar und bieten erstmals einen systematischen Überblick über die Überlieferungen an Stereofotografien im montan.dok.

Eine Digitalisierung von Stereofotografien ist bis Projektbeginn im Dezember 2016 nicht erfolgt. Daran hat sich seitdem wenig geändert. Im Rahmen des Projektes sind ca. 50 ausgewählte Fotografien zu Testzwecken mit unterschiedlichen Verfahren und Parametern digitalisiert worden. Zudem werden aktuell (Februar 2018) ca. 30 weitere Stereofotografien zu Ausstellungszwecken digitalisiert.

Damit sind sowohl der Stand der Erschließung als auch der der Digitalisierung nach wie vor höchst defizitär.

#### 4.8 Rechtlicher Status

Hinsichtlich des rechtlichen Status bzw. der Möglichkeiten für eine gesetzeskonforme Nutzung und Veröffentlichung der Stereofotografien des montan.dok ergibt sich ein teilweise differenziertes Bild.<sup>45</sup> Für den ganz überwiegenden Teil ist allerdings nach aktuellem Kenntnisstand davon auszugehen, dass das DBM über entsprechende Nutzungsrechte für eine Publikation und auch Online-Stellung verfügt. Das betrifft vorrangig die Überlieferungen aus der Provenienz der Westfälischen Berggewerkschaftskasse als Vorläufer der heutigen DMT - Gesellschaft für Lehre und Bildung mbH (DMT-LB) als Träger der Technischen Hochschule Georg Agricola und des DBM. Im Fall der umfangreichen Überlieferungen aus der Werksfotografie im Bestand BBA 108: Schachtanlagen Adolf von Hanseemann/Hansa, Dortmund, ist eine entsprechende Genehmigung durch die RAG Aktiengesellschaft zu erwarten. Die RAG Aktiengesellschaft ist Rechtsnachfolger der 1969 als Einheitsgesellschaft für den Ruhrbergbau gegründeten Ruhrkohle AG, in die die sogenannten Altgesellschaften ihren Bergbaubesitz eingebracht haben. Eine formelle, schriftliche Einräumung entsprechender Nutzungsrechte muss allerdings noch erfolgen.

Vorrangig für einige kleinere Konvolute und Sammlungen konnten im Zuge der projektbezogenen Bestandsrecherchen bislang noch keine Rechteinhaber eruiert werden, so dass hier der Rechtsstatus noch ungeklärt ist. Entsprechende Recherchen gestalteten sich als sehr aufwändig und wurden deshalb im Projektzusammenhang aus arbeitsökonomischen Gründen zurückgestellt.

Eine Bewertung hinsichtlich der schutzwürdigen Belange natürlicher Personen nach dem Persönlichkeitsrecht kann sinnvollerweise erst im Zuge bzw. auf Basis einer zumindest basalen Erschließung der Einzelfotografien vorgenommen werden.

---

<sup>45</sup> Siehe dazu die Ausführungen zum rechtlichen Status der einzelnen Konvolute und Sammlungen im Anhang „Erfassung der stereofotografischen Überlieferungen im montan.dok“.

## 5. Aspekte der seriellen Digitalisierung historischer Stereofotografien

Im folgenden Kapitel werden einige allgemeine Überlegungen zur Organisation und konkreten Ausgestaltung eines Digitalisierungsprozesses sowie zu den technischen Parametern einer Digitalisierung thematisiert. Die Abfolge der einzelnen Abschnitte folgt dabei weitestgehend der Reihenfolge des Gesamt-Workflows, der in Kapitel 5.11 noch einmal zusammenfassend vorgestellt wird.

### 5.1 Nutzungs- und Digitalisierungsziele

Vor der Projektplanung und Vorbereitung eines Digitalisierungsvorhabens sollte zunächst Klarheit über die Ziele der Maßnahme erzielt werden. Geht es „nur“ um eine Sichtungsdigitalisierung zugunsten einer Verbesserung der Zugänglichkeit durch eine Online-Präsentation oder einer nachgelagerten Erschließung? Oder geht es um eine Sicherungsdigitalisierung empfindlicher oder fragiler Materialien, die vor physischen Einwirkungen und Abnutzung geschützt werden sollen?<sup>46</sup> Welche Nutzungszwecke sollen die Digitalisate befriedigen? Sollen sie in Publikationen oder großformatig in einer Ausstellung präsentiert werden und sind vielleicht photogrammetrische Auswertungen geplant?

Die Festlegung der Digitalisierungsziele wirkt sich auf die Definition der technischen Parameter, die Komplexität der Maßnahme, auf die apparativen, personellen und finanziellen Aufwände und die späteren Verwendungs- und Auswertungsmöglichkeiten. Insofern muss jede Institution unter Nutzungsaspekten, Kosten-Nutzen-Erwägungen sowie Umfang und Beschaffenheit der Vorlagen klären, ob sie ihre Absichten durch eine schnelle und qualitativ anspruchslose „Low-Level“-Digitalisierung erreichen kann, oder aber ob eine qualitativ hochwertige „High-Level“-Digitalisierung notwendig ist. Dabei sind Kombinationen beider Varianten durchaus denkbar. Grundsätzlich aber sollte ein Digitalisat von so hoher Qualität sein, dass alle diejenigen Details sichtbar sind, die auch bei der Betrachtung des Originals zu sehen sind. In DFG-geförderten Projekten ist „eine möglichst originalgetreue Wiedergabe des Objektes“ vorgegeben.<sup>47</sup>

Vor allem bei der Digitalisierung von Glasplatten-Positiven, die als vorrangig zu Präsentationszwecken gedachten Dias häufig noch Beschriftungen aufweisen, ist eine Entscheidung darüber zu fällen, ob nur das Bildmotiv oder das materielle Objekt bestehend aus Bildmotiv, Beschriftung und anderen Merkmalen reproduziert werden soll. Denn um sowohl das Bild als auch z. B. Beschriftungen in einem Digitalisat zu vereinen, bedarf es der Montage eines kombinierten Durchsicht- und Aufsichtsdigitalisates. Dieser Arbeitsschritt bedeutet einen deutlichen Mehraufwand in der Nachbearbeitung, und aufgrund der zusätzlich benötigten Datei mit dem Aufsichtsbild erhöht sich der Bedarf an Speicherkapazität für die langfristige Bewahrung erheblich.

Zu bedenken ist, dass eine „Low-Level“-Digitalisierung sich vorrangig zu Sichtungszwecken eignet und nur einen ersten optischen Eindruck des Motivs geben kann. So erleichtert sie zwar eine Recherche, für weitergehende Forschungen oder aber Verwendungszwecke wird ein erneuter Rückgriff auf das Original notwendig. Jeder Nutzerwunsch nach digitalen Reproduktionen würde damit eine physische Zusatzbelastung des Originals mit sich bringen.

Ein weiteres Kriterium ergibt sich aus den Ergebnissen der konservatorischen Prüfung vor Durchführung der Digitalisierung und der Empfindlichkeit sowie Fragilität der Materialien. Vor allem bei kontaktempfindlichem Material wie Glasplatten empfiehlt sich eine „High-Level“-Digitalisierung in technisch höchstmöglicher Qualität. Dadurch wird der Bestand langfristig geschützt und gesichert. Zudem ermöglicht das die Verwendung der Digitalisate für eine große Bandbreite künftiger

---

<sup>46</sup> Siehe hierzu: Minerva Arbeitsgruppe 6 2004, S. 16; DFG-Praxisregeln 2016, S. 11.

<sup>47</sup> DFG-Praxisregeln, 2016, S. 14.

Nutzungszwecke, ohne die Originale durch eine nochmalige Digitalisierung zu beanspruchen. Allerdings ist der Speicherbedarf dementsprechend hoch. Es wird also zu prüfen sein, welche Mehraufwände mit einer „High-Level“-Digitalisierung im Rahmen der eigentlichen Maßnahme, aber auch darüber hinaus verbunden sind. Um Originale zu schützen, deren schlechter Zustand z. B. eine Restaurierung unmöglich oder zu aufwändig macht, dient solch eine hochwertige Digitalisierung auch dazu, die künftige Nutzung der Originale auf ein unvermeidbares Mindestmaß zu reduzieren.<sup>48</sup>

## 5.2 Rechtliche Prüfung: Persönlichkeitsrechte, Urheber- und Copyrights

Digitalisierung, Nutzung und Veröffentlichung historischer Fotografien sind mit besonderen rechtlichen Fragestellungen und Problemen behaftet. Im Wesentlichen bezieht sich das auf die Digitalisierung als Vervielfältigung sowie auf die Veröffentlichung in Publikationen und auch in öffentlich zugänglichen Nachweissystemen. Eine Überprüfung des Rechtsstatus und der gesetzeskonformen Nutzungsmöglichkeiten und nach Möglichkeit eine schriftliche Rechteeinholung ist deshalb im Vorfeld einer Digitalisierungsmaßnahme unerlässlich. Häufig können allerdings weder ein Fotograf noch evtl. dargestellte Personen namentlich ermittelt werden, so dass das Foto als verwaistes oder aber anonymes Werk gelten muss. Die seit Jahren anhaltende Diskussion um das Urheberrecht und den damit verbundenen Beschränkungen für die Zugänglichmachung historischer Quellen aus Archiven, Museen und Bibliotheken hat bislang zu keinem für die Gedächtnisinstitutionen befriedigenden Ergebnis geführt, wie jüngst die im Februar 2018 veröffentlichte „Münchener Note“ zeigt, in der führende Kunstmuseen politische Unterstützung für eine Sichtbarmachung ihrer Werke im digitalen Raum anmahnen.<sup>49</sup>

Die überaus komplexe und selten eindeutige Rechteproblematik kann im Rahmen dieses Digitalisierungskonzeptes nicht annähernd dargestellt werden. Deshalb sei hier zunächst auf die in Auswahl in der Bibliographie genannten Publikationen verwiesen, die einen ersten Einblick in die Materie und entsprechende Handlungsleitlinien nennen.<sup>50</sup>

Zugunsten einer pragmatischen rechtlichen Einschätzung sollen gleichwohl einige wenige grundlegenden Vorschriften und Schutzfristen zumindest stichwortartig genannt werden. Wesentliche Restriktionen ergeben sich zunächst aus dem Urheberrecht. Für Lichtbildwerke, und als solche dürften Stereofotografien ganz überwiegend zu werten sein, endet die Schutzfrist 70 Jahre nach dem Tod des Urhebers. Für einfache Lichtbilder ohne erkennbaren künstlerischen Gestaltungswillen gilt eine verkürzte Schutzfrist von 50 Jahren. Häufig sind Fotografen und zumal deren Lebensdaten aber nicht mehr zu ermitteln. Für solche anonymen Werke gelten die genannten Schutzfristen. Eine Berechnung von Schutzfristabläufen anhand der Datierung einer Fotografie ist ein nicht selten angewandtes Verfahren in manchen Gedächtniseinrichtungen, juristisch aber zumindest mit einem Restrisiko behaftet. Ist der Name des Fotografen bekannt, der Fotograf oder sein Rechtsnachfolger aber nicht mehr zu ermitteln, dann handelt es sich um ein verwaistes Werk, wobei eine solche Klassifizierung allerdings an bestimmte Voraussetzungen bei der Recherche nach Nutzungsrechteinhabern gebunden ist. Die im Urheberrecht definierten Beschränkungen der Rechte des Urhebers zugunsten der Interessen von Wissenschaft oder Öffentlichkeit sind vergleichsweise eng gefasst.

---

<sup>48</sup> Siehe unter anderem Schwalm/Ullrich 2008, S. 61; Pfenninger 2001.

<sup>49</sup> „Münchener Note“. Museen, Bibliotheken und Archive fordern dringend notwendige politische Unterstützung zur Sichtbarmachung ihrer Sammlungsbestände im digitalen Raum, 15.02.2018 (veröffentlicht u. a. unter <https://www.pinakothek.de/muenchner-note>, letzter Aufruf am 27.02.2018.)

<sup>50</sup> Siehe Bullinger u.a. 2010; die Beiträge von Markus Steinert und Jost Hausmann in Becker/Rehm 2017; Dusil 2008; Weitzmann/Klimpel 2015; Koordinierungsstelle für wissenschaftliche Universitätsbibliotheken in Deutschland 2018.

Des Weiteren ist bei der öffentlichen Zugänglichmachung historischer Fotografien das Persönlichkeitsrecht abgebildeter Personen zu beachten. Ausnahmen gibt es für Personen der Zeitgeschichte oder für Aufnahmen, in denen Personen nur als Beiwerk in z. B. einer Landschaft erscheinen. Das Persönlichkeitsrecht erlischt erst 10 Jahre nach Tod. Zuvor muss die Einwilligung der Angehörigen für eine beabsichtigte Veröffentlichung eingeholt werden.

### 5.3 Konservatorische Prüfung

Vor der Digitalisierung ist zunächst zu ermitteln, welche konservatorischen oder restauratorischen Maßnahmen für die stereofotografischen Materialien Glas, Film und Papier notwendig, sinnvoll oder wünschenswert sind. Planung und Umsetzung solcher Maßnahmen hängen vom historischen bzw. finanziellen Wert sowie dem physischen Zustand und Verschmutzungsgrad ab und setzen eine zumindest stichprobenartige Schadenserfassung sowie eine konservatorische Analyse voraus.<sup>51</sup> Für die Zustandsbewertung empfehlen die DFG-Praxisregeln „Digitalisierung“ die Verwendung einer Checkliste.<sup>52</sup> Häufige Schadensbilder sind Staub, Aussilberung, Fingerabdrücke, Kratzer und Schimmel. Das fragile Material der Glasplattenegative und -positive nimmt aus konservatorischer Sicht jedoch eine Sonderstellung ein. Glasplatten sind bei falscher Lagerung zum einen anfälliger für physische Schäden wie Glasbruch oder einer Ablösung der Emulsionsschicht, zum anderen weisen einige doppelglasig verklebte Glasplatten im Inneren Schimmelbefall oder Kristallbildungen auf. In solchen Fällen zieht eine sachgerechte Restaurierung einen erheblichen zeitlichen, personellen und damit auch finanziellen Aufwand nach sich. Besondere Aufmerksamkeit sollte evtl. vorhandenen Filmmaterialien auf Nitrozellulose-Basis gelten, die aufgrund ihrer besonderen Risiken unbedingt separiert und fachgerechte Lagerung nach den Richtlinien des Sprengstoffgesetzes zugeführt werden sollten.<sup>53</sup>

Bestehen aus konservatorischer Sicht keine grundlegenden Bedenken gegen eine Digitalisierung, werden anhand des Verschmutzungsgrades die entsprechenden Reinigungsmaßnahmen festgelegt. Zumindest eine Trockenreinigung der Glasplatten ist, soweit konservatorisch vertretbar, notwendig, um ein qualitativ hochwertiges Digitalisat zu erhalten. Einige Verschmutzungen können zu hohen Qualitätsverlusten gerade hinsichtlich der stereoskopischen Tiefenwahrnehmung führen. Eine nachträgliche digitale Bildretusche ist sehr zeitintensiv.

Ist eine Durchführung der Reinigungsarbeiten nicht mit internen Fachkräften möglich, kann diese Aufgabe auch an externe Werkstätten oder Fachleute vergeben werden. Für die interne Bearbeitung größerer Bestände kann eine Schulung der entsprechenden Mitarbeiter zur Durchführung einfacherer Arbeiten eine gangbare Alternative sein. Die Schulung und dann insbesondere die Überwachung der Reinigungsarbeiten sollten aber in jedem Fall durch entsprechend ausgebildete Fachkräfte erfolgen, denn häufig „führen Bequemlichkeit und Gleichgültigkeit bei der Handhabung zu mechanischen Beschädigungen in Form von Kratzern und Knicken oder Fingerabdrücken auf Abzügen oder Negativen.“<sup>54</sup>

### *Reinigungsverfahren und Grundausrüstung*

In Abhängigkeit vom Grad der Oberflächenverschmutzung und dem Material kommen unterschiedliche Reinigungsverfahren in Frage. Bei leichten Verunreinigungen durch Staub kann

---

<sup>51</sup> Archivschule Marburg, 2015, S. 21.

<sup>52</sup> DFG-Praxisregeln „Digitalisierung“ 2016, S. 14. Siehe zur praktischen Umsetzung anhand einer Stichprobe aus den stereofotografischen Überlieferungen im montan.dok Kap. 6.3.

<sup>53</sup> Siehe hierzu Kramer 2006, S. 12-19.

<sup>54</sup> Geller, 2007, S. 59.

dieser mit Hilfe eines Ziegenhaar-Staubbesens entfernt werden. Bei feststehendem Staub sollte auf Druckluftspray, Mikrofaser-Reinigungstücher oder auf spezielle faserfreie Reinigungstücher (z. B. PEC\*PAD) zurückgegriffen werden. Bei Verschmutzungen durch Adhäsive, wie zum Beispiel durch Klebestreifenüberreste, empfiehlt sich der Einsatz von Lösungsmitteln (PEC-12 oder vergleichbare Mittel). Die Reinigungsmaßnahmen sollten nach Möglichkeit in einem separaten Raum erfolgen, um eine Kontamination der bereits gereinigten Glasplatten, des Aufnahmeequipments oder übriger Arbeitsräume durch Staub zu vermeiden. Bei der Arbeit mit Lösungsmitteln sollte in den Räumen zumindest ein guter Luftaustausch gewährleistet sein.

Für den Fall einer hausinternen Durchführung der Reinigungsarbeiten sollte auf eine ausreichende Versorgung mit den notwendigen Reinigungsutensilien und Ausrüstungen sowie das Vorhandensein der räumlichen Infrastrukturen geachtet werden. Zur Grundausstattung zählt die Schutzausrüstung für die Mitarbeiter, welche aus Staubschutzmasken, Schutzbrillen, Arbeitskitteln und geeigneten Handschuhen besteht. Für den Fall einer Nassreinigung werden zusätzlich Latexhandschuhe benötigt. Ein Laborabzug mit dazugehörigem Pilzsporen- und Staubfilter ist zu empfehlen. Die Arbeitsplätze sollten über flächige Lichtquellen verfügen, um die Sauberkeit der Glasseite beurteilen zu können. Als Tischaufgabe sind Moosgummimatten empfehlenswert, um eine schonende Lagerung der Objekte auf den Arbeitstischen zu gewährleisten. Reinigungsmittel sind in Abhängigkeit von den beabsichtigten Reinigungsmaßnahmen zu wählen.<sup>55</sup>

Alternativ dazu ist eine Auftragsvergabe an externe Restaurierungswerkstätten, spezialisierte Dienstleister oder einen externen Digitalisierungs-Dienstleister möglich. Dann wird in der Regel jedoch ein zusätzlicher Transport notwendig, so dass die Aufwände für Vorbereitung, Organisation und Durchführung der Transporte sowie ein erhöhtes Schadensrisiko in Betracht gezogen werden müssen. Die Entscheidung ist nach konservatorischen, organisatorischen, materiellen und finanziellen Aspekten zu treffen. Dabei sind bei Vergabe an einen externen Dienstleister, wie auch im hausinternen Prozess, eine klimatisch und sicherheitlich adäquate Verwahrung sowie ein schonendes Handling sicherzustellen.

### ***Standardisiertes Beschreibungssystem für Fotografien***

Um einen möglichst stetigen und unkomplizierten Workflow zwischen Erfassung, Konservierung und Digitalisierung sicher zu stellen, empfiehlt sich im Falle historischer Fotografien eine visuelle Beschreibung anhand von drei Deskriptoren: Zustand der Bildinformation, physischer Zustand und Verschmutzungsgrad. Für eine konservatorische Zustandserhebung empfiehlt Klaus Pollmeier eine dreistufige Skala unter Nutzung der Buchstaben A, B und C an. Dabei steht „A“ für einen konservatorischen Idealzustand, „B“ für einen Übergangszustand mit bereits deutlichen Veränderungen gegenüber dem Idealzustand und „C“ für gravierende Schäden. Auf diese Weise entsteht ein Raum von  $3^3=27$  Möglichkeiten zur Beschreibung des Zustandes historischer Fotografien bzw. Stereofotografien. Die Auswahl der Deskriptoren kann in Abhängigkeit des Projektumfangs gestaltet werden.<sup>56</sup>

## **5.4 Erschließung und Metadaten**

Die Erschließung bzw. Katalogisierung oder Inventarisierung<sup>57</sup> von Fotografien folgt heute in vielen Museen und Archiven prinzipiell vergleichbaren Kriterien. Ein entscheidender Schritt hierzu war das

---

<sup>55</sup> Vgl. Kania u. a. 2007, S. 8-9.

<sup>56</sup> Pollmeier 2004, S. 6. Siehe zur praktischen Umsetzung anhand einer Stichprobe aus den stereofotografischen Überlieferungen im montan.dok Kap. 6.3 und die Tabelle „Konservatorische Zustandsbewertung“ im Anhang.

<sup>57</sup> Nachfolgend wird hier der archivische Begriff der Erschließung genutzt.

im Jahr 2004 veröffentlichte SEPIADES-Schema.<sup>58</sup> Gleichwohl unterscheiden sich die Erschließungskategorien und -praktiken in den einzelnen Dokumentationsparten Archiv, Bibliothek und Museum sowie in den einzelnen Häusern im Detail mitunter erheblich. Das zeigte sich auch im Verbundprojekt „DigiPortA - Digitalisierung und Erschließung von Porträtbeständen in Archiven der Leibniz-Gemeinschaft“, in dem neun Leibniz-Archive, darunter auch das montan.dok, ihre Porträtbestände gemeinschaftlich erschlossen und zugänglich gemacht haben.<sup>59</sup> Die Erarbeitung eines gemeinsamen Datenschemas war angesichts der im Detail doch noch vielfach unterschiedlichen Erschließungsweisen unerwartet aufwändig.

Wenn man also auch nicht von einer allgemein normierten Fotoerschließung sprechen kann, so lassen sich doch die in den aktuellen Empfehlungen des Schweizer Netzwerks Memoriav genannten Grundkategorien als breiter Konsens für eine angemessene Inhalts- und Formalerschließung ansehen.<sup>60</sup> Mit ihnen ist auch die Erschließung von Stereofotografien möglich, die im Prinzip nicht von der herkömmlicher 2D-Fotografien abweicht. Allein für die Erfassung materialbezogener Angaben in der Formalerschließung nach einem (internen) Normvokabular, wäre dieses um spezifische Materialausprägungen zu ergänzen.<sup>61</sup> Zudem gilt auch für Fotoüberlieferungen das Provenienzprinzip, so dass die Möglichkeit gegeben sein muss, den Überlieferungskontext adäquat abzubilden, also den Erschließungsdatensatz zu einer Fotografie in der archivischen Tektonik und der bestandsbezogenen Klassifikation zu verorten.

Angesichts der rasanten Fortschritte, die die digitale Präsentation von Kulturgut und die automatisierte Vernetzung von Online-Ressourcen gerade in jüngster Zeit gemacht haben, ist die Relevanz von Normvokabularen vorrangig in der Inhaltserschließung erheblich gestiegen. Gerade in Archiven und Museen steckt die Verwendung solch normierter Vokabulare indessen noch in den Anfängen.<sup>62</sup> Als zentrales, übergreifendes Normvokabular auf nationaler Ebene ist sicherlich die Gemeinsame Normdatei (GND) zu nennen.<sup>63</sup> Für die Inhaltserschließung von Bildinhalten ist auf Iconclass zu verweisen.<sup>64</sup>

Zudem ist mit der Etablierung der institutionenübergreifenden Portale, allen voran der Europeana, der Deutschen Digitalen Bibliothek sowie dem nationalen und den regionalen Archivportalen in Deutschland, die Notwendigkeit einer Standardisierung aufgrund der als normierte Austauschformate definierten Schnittstellen für die Datenlieferung gestiegen. Auch die DFG schreibt für die von ihr geförderten Projekte die Lieferung solche Metadaten verbindlich vor und nennt für bildhafte Objekte, und damit für Stereofotografien, LIDO (Lightweight Information Describing Objects) als Standard.<sup>65</sup> Sie geht dabei davon aus, dass es sich bei Bildern in der Regel um unikale Objekte handelt, was angesichts der fotografischen Vervielfältigungstechnik zu hinterfragen wäre. Eine Alternative, vor allem für in einem Provenienzzusammenhang überlieferte Stereofotografien, könnte der im Archivbereich übliche Standard EAD (Encoded Archival Description) sein.<sup>66</sup>

Innerhalb des montan.dok werden Fotografien seit geraumer Zeit in einer speziell auf die Anforderungen fotografischer Überlieferungen anhand der gängigen Standards angepassten

---

<sup>58</sup> Klijn/Lusenet 2004.

<sup>59</sup> Siehe <http://www.deutsches-museum.de/archiv/projekte/digiporta/>, abgerufen am 27.02.2018.

<sup>60</sup> Memoriav 2017, S. 48-50.

<sup>61</sup> Entsprechende Materialausprägungen sind u. a. aus dem für die projektbezogene Umfrage entwickelten „Fragebogen zur Bestandserhebung“ im Anhang genannt.

<sup>62</sup> Siehe für den Archivbereich Brübach 2017.

<sup>63</sup> Siehe [http://www.dnb.de/DE/Standardisierung/GND/gnd\\_node.html](http://www.dnb.de/DE/Standardisierung/GND/gnd_node.html), abgerufen am 27.02.2018.

<sup>64</sup> Siehe <http://arkyves.org/>, abgerufen am 27.02.2018.

<sup>65</sup> DFG-Praxisregeln „Digitalisierung“ 2016, S. 32. LIDO wird auch von der Deutschen Digitalen Bibliothek als Austauschformat für Museumsdaten genutzt. Siehe auch die Spezifikation unter <http://network.icom.museum/cidoc/working-groups/lido/lido-technical/specification/>

<sup>66</sup> Siehe <https://www.loc.gov/ead/>, abgerufen am 27.02.2018.

Erfassungsmaske erschlossen. Die Maske wird bereichsübergreifend, vor allem im Bergbau-Archiv und der Fotothek genutzt, wobei sichergestellt ist, dass den je besonderen Erfordernissen der jeweiligen Dokumentationsbereiche Rechnung getragen wird.<sup>67</sup> Die Komptabilität mit beiden oben genannten Standardformaten ist gegeben. Im Zuge der Erarbeitung einer grundlegenden Strategie für die Distribution und Integration von Erschließungsdaten des montan.dok in die Deutsche Digitale Bibliothek (DDB) ist die Definition entsprechender Workflows und Schnittstellen zwischen der lokalen Datenbank des montan.dok und den nationalen Portalen bis zum Jahresende 2018 geplant.

## 5.5 Aufnahmeverfahren, Hard- und Software

Welches Aufnahmeverfahren für das eigene Digitalisierungsprojekt geeignet ist, hängt grundsätzlich von der Wahl des Digitalisierungszieles sowie den Materialtypen, Formaten und konservatorischen Zuständen der stereofotografischen Vorlagen ab.

Bei Inhouse-Digitalisierungen von Stereofotografien kommen in den befragten Gedächtnisorganisationen in der Regel professionelle Flachbettscanner mit Durchlichteinheit oder Reproanlagen mit einer professionellen Digitalkamera zum Einsatz (siehe Kap. 3.7). Vor- und Nachteile beider Verfahren werden gleich noch näher zu betrachten und zu bewerten sein.

Für die Weiterverarbeitung der Digitalisate und vor allem für die Bildbearbeitungsprozesse ist die Verwendung kalibrierter Monitore zu empfehlen. Generell sollte die Hardware den Anforderungen, wie sie sich aus dem Digitalisierungsworkflow und den definierten Aufnahmeparametern ergeben, entsprechen.

Die geeignete Softwareumgebung ist wiederum abhängig von der Digitalisierungstechnik und wird, je nach Hersteller, von dieser auch in einem bestimmten Maße vorgegeben. So verwenden Flachbettscanner oft eine mitgelieferte Scansoftware. Zudem gibt es mehrere Anbieter, die geräteunabhängige Software zur Steuerung und Bedienung von Scannern anbieten. Gleiches gilt auch für das ein oder andere Kamerasystem, welches meist auf ein spezielles Programm zur Verarbeitung der digitalen Rohdaten angewiesen ist. Dennoch gibt es gerade bei einer Reproanlage genügend individuell abstimmbare Optionen zur Zusammenstellung von Kamera und Bildverarbeitungsprogramm.

Bei der Vergabe an einen externen Dienstleister stehen mitunter speziell für Durchsichtmaterialien entwickelte Scan-Systeme zur Verfügung. Gerade für größere Bestände und Sammlungen von Stereofotografien ist eine Angebotseinholung in jedem Fall zu empfehlen.

Mit beiden Digitalisierungsverfahren – Flachbettscanner und Repro-Station – lassen sich prinzipiell qualitativ hochwertige Digitalisate von Durchsichtmaterialien (Glasplatten-Positive und –Negative, Filmnegative und -dias) sowie Aufsichtsmaterialien (Papierabzüge und Stereokarten) anfertigen. Ein Flachbettscanner ist in der Neuanschaffung grundsätzlich die preisgünstigere Alternative, weist jedoch bei hochauflösenden Digitalisierungen Nachteile gegenüber einer hochwertigen Digitalkamera auf.

---

<sup>67</sup> Przigoda 2006.

Abb. 3: Vor- und Nachteile verschiedener Digitalisierungsverfahren<sup>68</sup>

	Reprostation Reprokamera	Flachbettscanner	Aufsichtsscanner	Reprostation DSLR-Kamera
Aufnahmequalität 2000 dpi	JA	JA	Nein	Variabel
Aufnahmequalität 300 dpi	JA	JA	JA	JA
Zeitaufwand Vorbereitung	Verfahrensunabhängig gleichbleibend			
Dauer Scanprozess	Kurz (wenige Sekunden)	Stark abhängig von Aufnahmequalität	Im Verhältnis für 300 dpi lang	Kurz (wenige Sekunden)
Zeitaufwand Nachbereitung	Mittel	Mittel	Hoch	Mittel
Konservatorische Beanspruchung (Druck, Wärmebelastung)	Gering	Hoch	Gering	Gering
Anschaffungskosten	Sehr hoch	Gering bis Mittel	Hoch bis Sehr hoch	Gering bis Mittel

### Flachbettscanner

Die Verwendung eines hochwertigen Flachbettscanners mit Durchlichteinheit ist zunächst grundsätzlich für alle stereofotografischen Materialien möglich.

Der Vorteil dieser Technik liegt vor allem in den im Vergleich zu einer Reproanlage preisgünstigeren Anschaffungskosten und den deutlich geringeren Ansprüchen an die Größe und Ausstattung der Digitalisierungsräumlichkeiten.

Wird jedoch eine „High-Level“-Digitalisierung angestrebt, stößt man auch mit einem marktgängigen Spitzenmodell schnell an Grenzen. Je nach Hersteller muss sowohl auf den möglichen Dichteumfang als auch auf die effektive Auflösung des Scanners geachtet werden. Häufig können zum Beispiel Aufsichtsmaterialien nur bis ca. 800 dpi und Durchsichtmaterialien bis ca. 1800 dpi in optimaler Qualität digitalisiert werden. Liegt die angestrebte Auflösung über dieser Grenze, dann interpoliert die Scansoftware automatisch die fehlende Bildinformation. Wird ein Bild also zum Beispiel mit 2000 dpi gescannt, wirkt es zwar auf den ersten Blick scharf und kontrastreich, die Qualität des Digitalisats erhöht sich jedoch trotz der höheren Auflösung nicht. Für die Einhaltung der festgelegten Digitalisierungsparameter sollte deshalb unbedingt darauf geachtet werden, dass der Flachbettscanner bei der Erstellung der Master-Dateien nicht interpoliert.

Aus konservatorischer Sicht sollte zudem vor allem bei Glasplatten Vorsicht geboten sein. Bei einer hochauflösenden Digitalisierung verlängert sich die Scanzeit aufgrund der zeilenweisen Abtastung

<sup>68</sup> Nachstehende Bewertungsmatrix beruht auf der im Projekt mit der im DBM vorhandenen Digitalisierungsinfrastruktur durchgeführten Testdigitalisierungen.

der Vorlage erheblich. Eine starke Wärmeentwicklung innerhalb des Geräts ist die Folge. Die Emulsionsschicht von Glasplatten-Negativen und -Positiven kann sich durch solch eine kurzfristig starke Erwärmung im Zusammenhang mit einem gleichzeitigen Abfall der Luftfeuchtigkeit an den Randbereichen der Glasplatte ablösen.<sup>69</sup> Aufgrund dieser konservatorischen Bedenken wäre es notwendig, das Gerät zwischen zwei Scanvorgängen bei geöffnetem Deckel abkühlen zu lassen, was zwangsläufig den Zeitaufwand erheblich erhöht und zu Verzögerungen im gesamten Workflow führen kann.

Aber nicht nur die Wärmeentwicklung belastet die Glasplatten. Bei einem direkten Kontakt mit der Emulsionsschicht der Stereo-Glasplatte und der Glasplatte des Scanners (Glas auf Glas) muss mit Schädigungen in Form von Kratzern gerechnet werden. Schon mit Hilfe einer minimalen Auflage (z.B. Tesafilm-Streifen) kann der Entstehung solcher Kratzer vorgebeugt werden. Darüber hinaus können so auch Newtonringe, die an den Kontaktstellen Glas-Glas entstehen, vermieden werden. Jedoch ist sicherzustellen, dass die Vorlage trotz des zusätzlichen Abstands weiterhin im Fokus der Scanzeile liegt.

### *Reproanlage*

Als Alternative zum Flachbettscanner bietet sich das fotografische Reproduktionsverfahren mittels einer professionellen Digitalkamera mit Flächensensor an. Der Aufbau der dafür benötigten Reproanlage besteht im Prinzip aus einer auf einem speziellen Repro-Stativ befestigten Digitalkamera mit einem Makro- oder Repro-Objektiv und einem Arbeitstisch. Zusätzlich werden für Durchsichtmaterialien ein Leuchttisch als Durchlichteinheit und für Aufsichtsmaterialien mehrere Studioleuchten benötigt. Die Kamera kann sowohl über das Kameragehäuse, die Software am PC oder über ein Tablet bedient werden.

Sensorgröße und Bildauflösung einer Digitalkamera sind die entscheidenden Faktoren für die Erstellung möglichst hochauflösender Digitalisate. Die Erzeugung einer Archiv-Master Datei mit einer Auflösung von 2000 dpi bezogen auf ein Bildformat von 6 x 13 cm stellt höhere Mindestanforderungen an die Bildauflösung der Kamera (70,7 Megapixel) als eine Auflösung von 1200 dpi (25 Megapixel). Für die Erstellung hochwertiger, an den technischen Möglichkeiten orientierter Digitalisate wird mithin eine entsprechend hochwertige und kostspielige Kamera benötigt.

Im Vergleich zu einem Flachbettscanner stehen die Aufnahmezeiten beim Einsatz einer Digitalkamera mit Flächensensor nicht in Abhängigkeit zur Wahl der Auflösung, sondern sind immer gleich schnell.

Die Wahl des Kamera-Objektivs stellt eine mögliche Quelle für Qualitätseinbußen im Bereich von Schärfe und Verzerrung dar. Das Objektiv sollte passend für die Anwendung gewählt sein. Die Brennweite sollte so ausgelegt werden, dass das aufzunehmende Objekt möglichst in der Mitte platziert wird. Auf diese Weise werden optische Verzerrungen und chromatische Aberrationen, die meistens in den Randbereichen auftreten, vermieden. Die Verwendung eines hochwertigen Repro- oder Makroobjektivs verringert spürbar die Qualitätseinbußen und sollte dringend in Betracht gezogen werden.

Das geringe Handling der Objekte ist aus konservatorischer Sicht positiv zu bewerten. Zusätzlich sollte mit Hilfe einer speziellen Maske für die Durchlichteinheit, genau wie beim Flachbettscanner, ein direkter Kontakt zwischen dem Glas des Leuchttisches und der Glasplatte vermieden werden, um der Entstehung von Newtonringen entgegenzuwirken und um Verunreinigungen und Beschädigungen der Vorlage zu vermeiden.

---

<sup>69</sup> Geller, 2007, S. 59 f.

Abb. 4: Aufbau der Reproanlage für Durchlichtvorlagen im Bereich Dokumentation und Digitalisierung im DBM

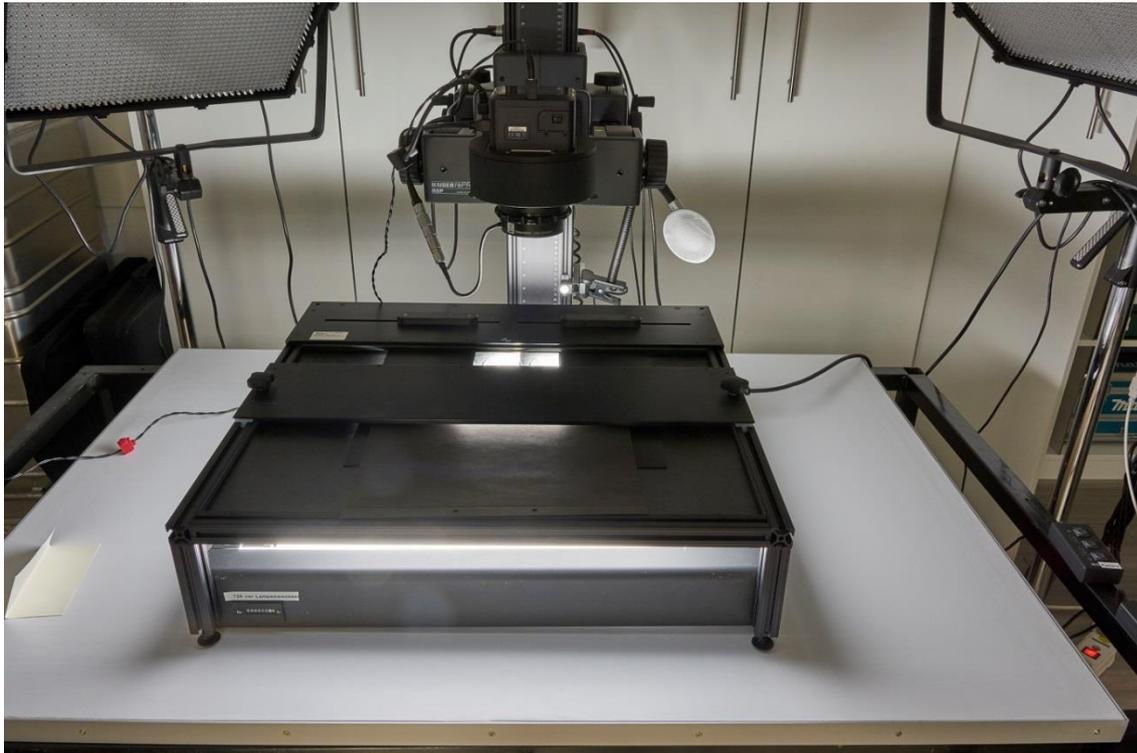
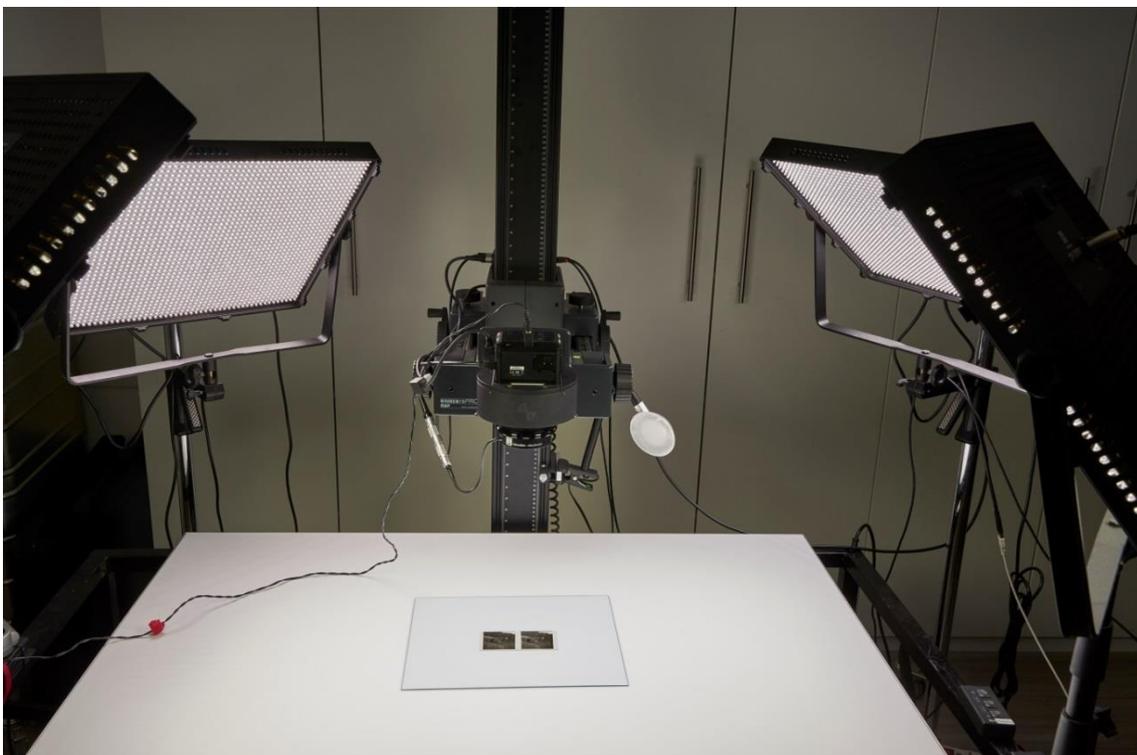


Abb. 5: Aufbau der Reproanlage für Aufsichtsvorlagen im Bereich Dokumentation und Digitalisierung im DBM



Auch hinsichtlich der benötigten Scanzeiten weist der Einsatz einer Reproanlage mit Kamera Vorteile auf, die sich letztlich in den Kosten niederschlagen. Im Rahmen der Testdigitalisierung wurden für verschiedene Auflösungen pro Vorlage folgende Zeitaufwände für die Positionierung der Vorlage, den Scan- bzw. Aufnahmevorgang und die Reponierung der Vorlage sowie der Ausgabe von Archiv- und Production-Master (Reproanlage) bzw. des Archiv-Masters (Flachbettscanner, Generierung des Production-Master muss in einem separaten Bearbeitungsschritt erfolgen) ermittelt.

Tab. 3: Zeitaufwände für die Digitalisierung von Stereo-Glasplatten mit verschiedenen Verfahren

<b>Auflösung</b>	<b>Reproanlage mit Kamera</b>	<b>Flachbettscanner</b>
300 dpi	2 Min. 15 Sek.	2 Min. 40 Sek.
600 dpi	2 Min. 15 Sek.	3 Min. 45 Sek.
1200 dpi	2 Min. 40 Sek.	5 Min.
2000 dpi	3 Min. 30 Sek.	7 Min. 45 Sek.

Hieraus geht deutlich hervor, dass sich der Zeitaufwand mit zunehmender Qualität bei Einsatz einer Reproanlage erheblich verringert. Dabei verringert mit wachsendem Umfang der Charge die notwendige Rüstzeit, so dass positive Skaleneffekte zum Tragen kommen. Beim Flachbettscanner hängt der Zeitaufwand in wesentlich höherem Maße direkt von der gewählten Scanauflösung ab.

## 5.6. Dateiqualitäten im Digitalisierungsprozess

Bei einer fotografischen Digitalisierung entstehen im Zuge des Aufnahme- und Bearbeitungsprozesses verschiedene Dateien. Dabei lassen sich folgende Produktionsstufen und Dateiqualitäten unterscheiden:

- Rohdaten  
Bei der fotografischen Reproduktion werden zunächst Rohdaten (RAW-Dateien) erzeugt, aus denen anschließend die Archiv-Master generiert werden. Als proprietäre Dateiformate eignen sich die RAW-Dateien nicht eine langfristige sichere Speicherung.
- Archiv-Master:  
Bei den Archiv-Mastern handelt es sich um die qualitativ hochwertigsten Digitalisate. Aus ihnen werden durch weitere Bearbeitung die Production-Master generiert. Die Archiv-Master selbst bleiben möglichst unverändert, so dass aus ihnen bei Bedarf jederzeit neue Production-Master erstellt werden können. Archiv-Master haben einen möglichst großen Tonwertumfang und ein möglichst breites Farbspektrum. Sie sollen möglichst wenig geometrisch nachjustiert werden, so dass die Digitalisate nutzungsneutral bleiben. Das Gamma muss linear sein, was bedeutet, dass keine Veränderungen an den Lichtern oder den Schatten vorgenommen werden. Mit diesen Bestimmungen sind die Archiv-Master-Dateien den Vorlagen am nächsten. Die Speicherung dieser Dateien geschieht in einem unkomprimierten Format und hat je nach Auflösung den größten Speichervolumenbedarf. Als Richtwerte können gelten: Dateiformat TIFF (unkomprimiert), Auflösung 2000 dpi, Farbtiefe 3 x 16 Bit.<sup>70</sup> Im Rahmen der Testdigitalisierung einer Stichprobe von 50 Vorlagen wurden hier durchschnittliche Dateigrößen um 470 MB erreicht.

---

<sup>70</sup> Im Landesarchiv NRW erfolgt die Langzeitspeicherung von Bilddaten im Format JPEG2000, das insbesondere im Hinblick auf den Speicherbedarf Vorteile bietet. Inwieweit dies zu einer allgemeinen anerkannten Alternative wird, wird der aktuellen Fachdiskussion zu entnehmen sein. Siehe auch Memoriav 2017, S. 46.

- Production-Master:  
Diese Kategorie der Dateien wird aus den Archiv-Master-Dateien durch weitere Bearbeitung zugunsten einer Optimierung der Bildqualität, wie z. B. Tonanpassungen, Gammakorrekturen, Beschneidung oder Drehung, generiert. Die Veränderungen können nicht mehr rückgängig gemacht werden. Für die Production-Master wird aus arbeitsökonomischen Gründen eine geringere Auflösung von 1000 oder 1200 dpi empfohlen. Die Dateien werden, wie die Archiv-Master auch, unkomprimiert gespeichert und beanspruchen ebenfalls eine hohe Speicherkapazität. Als Richtwerte können gelten: Dateiformat TIFF (unkomprimiert), Auflösung 1200 dpi, Farbtiefe 3 x 8 Bit. Die durchschnittlichen Dateigrößen betragen ca. 40-50 MB.
- Derivate:  
Aus den Production-Master-Dateien werden dann für die jeweils spezifischen Nutzungszwecke Derivate generiert, die in ihrer Qualität stark variieren können. Zur Speicherung kann ein komprimiertes Format, wie z. B. JPEG, verwendet werden. Die Bandbreite möglicher Nutzungen reicht dabei vom Thumbnail in einem digitalen Nachweissystem bis zur Onlinepräsentation mithilfe spezieller Viewer für 3D-Darstellungen. Je nach Verwendungszweck liegen die Auflösungen hier üblicherweise im Bereich zwischen 72 und 500 dpi.

## 5.7 Material- und formatspezifische Aufnahmeparameter

Die Definition der Aufnahmeparameter leitet sich entscheidend aus den Digitalisierungszielen und den daraus resultierenden Anforderungen an die Ausgabequalität ab. Die DFG-Praxisregeln unterscheiden bei der Digitalisierung von fotografischen Materialien zwischen Durchsicht- und Aufsichtsmedien. Daneben gibt es weitere Standards und Regelwerke für die Digitalisierung von Kulturgut, auf die gleich zurückzukommen sein wird. Prinzipiell empfiehlt es sich, die volle Auflösung und Leistungsfähigkeit der verwendeten Aufnahmetechnik auszunutzen.<sup>71</sup>

Die FADGI (Federal Agencies Digital Guidelines Initiative) Technical Guidelines for Digitizing Cultural Heritage Materials - Creation of Raster Image Files stellen eine kongruente Sammlung an Richtlinien und Vorgaben für die Digitalisierung und Handhabung digitalisierten Kulturguts dar.<sup>72</sup> Diese Richtlinien und Vorgaben beziehen sich auf Kulturgut, welches mit Hilfe von Standbildern digitalisiert werden kann, wie zum Beispiel Texte, Karten, Zeitungen sowie fotografische Abzüge, Negative und Durchsichtmedien. Dabei verstehen sich diese Guidelines als Richtwerte. Im Einzelnen befassen sie sich mit der Herstellung von Rastergrafiken, den dazugehörigen Aufnahmeparametern, dem Farbmanagement, den zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung nutzbaren Anwendungen und Strategien, den minimalen Metadaten sowie der Datensicherung. Damit lässt sich aus den FADGI-Guidelines eine Grundstruktur für einen Workflow ableiten.<sup>73</sup> Im Vergleich zu den DFG-Praxisregeln „Digitalisierung“ sind die in FADGI formulierten Spezifikationen für die technische Leistungsfähigkeit der apparativen Digitalisierungstechnik aussagekräftiger.<sup>74</sup>

Eine weiterer Standard, der bei der Digitalisierung von Kulturgut weit verbreitet ist, sind die „Metamorfoze Preservation Imaging Guidelines“. Metamorfoze wird als Qualitätsstandard in allen

---

<sup>71</sup> DFG-Praxisregeln „Digitalisierung“ 2016, S. 23.

<sup>72</sup> Siehe Rieger 2016.

<sup>73</sup> Rieger 2016, S. 7-8.

<sup>74</sup> Rieger 2016, S. 36.

Projekten, die durch das Bureau Metamorfoze subventioniert werden, angewandt.<sup>75</sup> Die technischen Spezifikationen beziehen sich grundsätzlich auf die Digitalisierung von Aufsichtsmedien, wie zum Beispiel Manuskripte, Akten, Bücher oder Zeitungen.<sup>76</sup> Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der originalgetreuen Farbwiedergabe. Aus diesen Gründen ist Metamorfoze als Richtlinie für die Digitalisierung der ganz überwiegend als monochrome Glasplatten überlieferten Stereofotografien kaum geeignet.

### **Auflösung (dpi)**

Einer der wichtigsten und ausschlaggebenden Parameter für die Qualität der Digitalisate ist die Auflösung mit der das generierte Rasterbild gespeichert wird. Die Auflösung bestimmt den Detailreichtum und die erreichbare Schärfe des digitalen Abbildes. Je höher die Auflösung, desto genauer können Kanten abgebildet werden – es entsteht ein Eindruck der Schärfe im Bild. Gleichzeitig stellt eine Digitalisierung in hoher Auflösung auch höhere Anforderungen an die Digitalisierungstechnik sowie an Speicherkapazitäten und Datenmanagement in der Langzeitspeicherung.

Die Auflösung eines digitalen Bildes wird üblicherweise in ppi (pixel per inch) angegeben. Der Dimension nach handelt es sich also um eine Pixeldichte. Damit wird eine Verbindung zwischen der tatsächlichen physischen Größe eines Objektes und der Anzahl der zur Speicherung des digitalen Abbildes genutzten Bildpunkte (Pixel) hergestellt. Im Kontext von Digitalisierungsprojekten wird jedoch weit häufiger die Auflösung in dpi (dots per inch) angegeben, auch wenn die dpi-Zahl vor allem für die Druckausgabe von Bildern benötigt wird.<sup>77</sup>

Die DFG-Praxisregeln „Digitalisierung“ empfehlen eine Auflösung in Abhängigkeit des Aufnahmeformats, so z. B. für Mittelformat-Vorlagen 2400 dpi.<sup>78</sup> Vergleicht man diesen Wert mit den Empfehlungen der FADGI, so sind die so formulierten Ansprüche zwischen dem 3-Star-Level und dem 4-Star-Level einzuordnen.<sup>79</sup>

Für die Digitalisierung von Stereoglasplatten ist dieser Wert aber nicht praktikabel. Im Gegensatz zu üblichen Negativen im Format 6 x 6 cm wurden die Stereoglasplatten für den direkten Gebrauch, ohne vorherige Vergrößerung auf Papier, hergestellt. Dieser Logik folgend wäre eine Auflösung von 300 dpi ausreichend. Ein solches Vorgehen liefert aber nur grenzwertig nutzbare Ergebnisse. In Hinsicht auf ambitioniertere Auswertungen der Bilddaten, wie zum Beispiel zur Erschließung historischer Räume oder Räumlichkeiten (siehe Kap. 5.10), ist diese Auflösung nicht ausreichend. Weiterhin ist zu beachten, dass bedingt durch das extreme Formatverhältnis von über 1:2 eine Digitalisierung mittels handelsüblicher Digitalkameras (meistens im Format 2:3 oder 3:4) nicht den kompletten bildgebenden Bereich der Sensoren ausnutzt und damit die technische Leistungsfähigkeit der Aufnahmetechnik auch nur zu einem Teil ausnutzt. Aus diesen Gründen liegt die optimale Auflösung für die Archiv-Master-Dateien für Formate bis 6 x 13 cm im Bereich von 2000 dpi. Den FADGI-Guidelines zufolge wären 1000 bis 2000 dpi, je nach Material, vertretbar.<sup>80</sup>

---

<sup>75</sup> Metamorfoze ist ein 1997 gegründetes, niederländisches Programm zur Erhaltung von kulturellem Erbe mit Sitz in der Königlichen Bibliothek der Niederlande. Vgl. dazu: <https://www.metamorfoze.nl/english>, abgerufen am 10.08.2017.

<sup>76</sup> Dormolen 2012, S. 4.

<sup>77</sup> Rieger 2016, S. 69.

<sup>78</sup> DFG-Praxisregeln „Digitalisierung“ 2016, S. 25.

<sup>79</sup> 3-Star-Level: sehr gute, professionelle Abbildung, die für fast alle Anwendungen geeignet ist. 4-Star-Level: nach heutigem Stand der Technik beste Abbildung, die für nahezu alle Anwendungen geeignet ist. Siehe Rieger 2016, S. 9.

<sup>80</sup> Rieger 2016, S. 36-38.

Bei der Digitalisierung einer 6 x 13 cm Glasplatte mit einer Auflösung von 2000 dpi wird zum Beispiel eine Rasterbilddatei mit ca. 4800 x 10.300 Pixel erzeugt. Beim üblichen Seitenverhältnis der Sensoren von digitalen Kameras von 2:3 ergibt sich eine benötigte Gesamtpixelzahl des Sensors von 70,7 Megapixel. Eine so hohe Auflösung liefern üblicher Weise nur professionelle Kameras. Eine Möglichkeit zur Reduktion der Anforderungen an die technische Ausstattung könnte lediglich im sogenannten Stitching bestehen. Dabei werden parallele Aufnahmen eines Objekts zu einer großen Datei zusammengefügt. Das kann jedoch zu Qualitätseinbußen durch Beleuchtungsungleichmäßigkeiten, ungenaue Positionierung, Verdrehung oder durch ungenau gewählte Kontrollpunkte führen.<sup>81</sup> Weiterhin ist dieses Aufnahmeverfahren vergleichsweise aufwändig. Da die Digitalisierung der Vorlage in mehreren Teilaufnahmen erfolgt, muss die Vorlage oder das Aufnahmesystem gegeneinander parallel verschoben werden. Dies stellt zusätzliche Anforderungen an das Personal und die apparative Ausstattung. Zudem bedeutet das Zusammenfügen der Teilaufnahmen zu einem Gesamtbild einen weiteren, aufwändigen Arbeitsschritt. Unter Berücksichtigung dieser Mehraufwände relativieren sich bei größeren Vorlagenmengen die hohen Anschaffungskosten für eine hochwertige Kamera.

### *Schärfe*

Ein weitverbreitetes Missverständnis setzt die Auflösung einer Rasterbilddatei mit der Schärfe gleich. Dabei wird nicht berücksichtigt, dass die Auflösung lediglich Aussagen über die Menge der Daten einer Bilddatei liefert, jedoch nicht über deren Qualität.<sup>82</sup> Es ist recht einfach, zwischen der quantitativ dimensionierten Auflösung und der qualitativ dimensionierten Schärfeleistung eines Aufnahmesystems zu unterscheiden. Die normierte Messgröße Spatial Frequency Response (SFR) ist vor allem bei der hochqualitativen Digitalisierung von Durchsichtmedien mit 2000 dpi und mehr hilfreich, denn sie ermöglicht eine objektive Einschätzung der Leistungsfähigkeit der Aufnahmetechnik.<sup>83</sup> Mit Hilfe dieser Werte kann eine objektive Vergleichbarkeit unabhängig von der Qualität der Vorlage erreicht werden.

Die Messgröße SFR misst die Fähigkeit eines optischen Systems einen Kontrast zwischen zwei immer feiner werdenden Bilddetails wiederzugeben.<sup>84</sup> Eine Messmethode zur Ermittlung des SFR ist die so genannte Slanted-Edge-Analyse. Diese Methode basiert auf der Untersuchung der digitalen Abbildung einer kontrastreichen optischen Kante und orientiert sich dabei an der Norm ISO 12233. Dabei wird die Kante unter einem Winkel von ca. 5 Grad auf der Bildfläche fotografiert oder gescannt. Das Analyseergebnis lässt sich als ein Funktionsgraph darstellen. Hierbei ist auf der horizontalen Achse die Ortsfrequenz, nach rechts ansteigend, aufgetragen. Auf der vertikalen Achse ist der Kontrasttransferquotient vom Objekt zum Digitalisat als Funktion der Ortsfrequenz gezeichnet.<sup>85</sup> Auf diese Weise ergibt sich eine mehrdimensionale Darstellung, welche mannigfache Aussagen über die Qualität erlaubt. Vereinfacht lässt sich sagen: Je weiter rechts es zum Abfall der Kurve kommt, desto schärfer ist das Bild.

Die Messung dieses Wertes bietet zudem die Möglichkeit, den Grad des digitalen Nachschärfens zu bewerten. Durch nachträgliches Schärfen lassen sich mögliche Defizite der verwendeten Digitalisierungstechnik ausgleichen. Zugunsten einer möglichst originalgetreue Wiedergabe des Objekts sollte bei der Erstellung des Archiv-Masters aber auf das Nachschärfen verzichtet werden. Hat dennoch eine entsprechende Bearbeitung stattgefunden, dann lässt sich das anhand des „Bump“, einem Anstieg der SFR-Kurve, sehr gut nachvollziehen.

---

<sup>81</sup> Wendel 2013 (Abb., S. 59-63; Rieger 2016, S. 67; Williams/Burns 2013.

<sup>82</sup> Burns/Williams 2016, S. 2.

<sup>83</sup> Burns/Williams 2017, S. 165-169.

<sup>84</sup> Rieger 2016, S. 11.

<sup>85</sup> Burns/Williams 2008a, S 89-90.

Abb. 6: SFR-Kurve einer professionellen Kamera

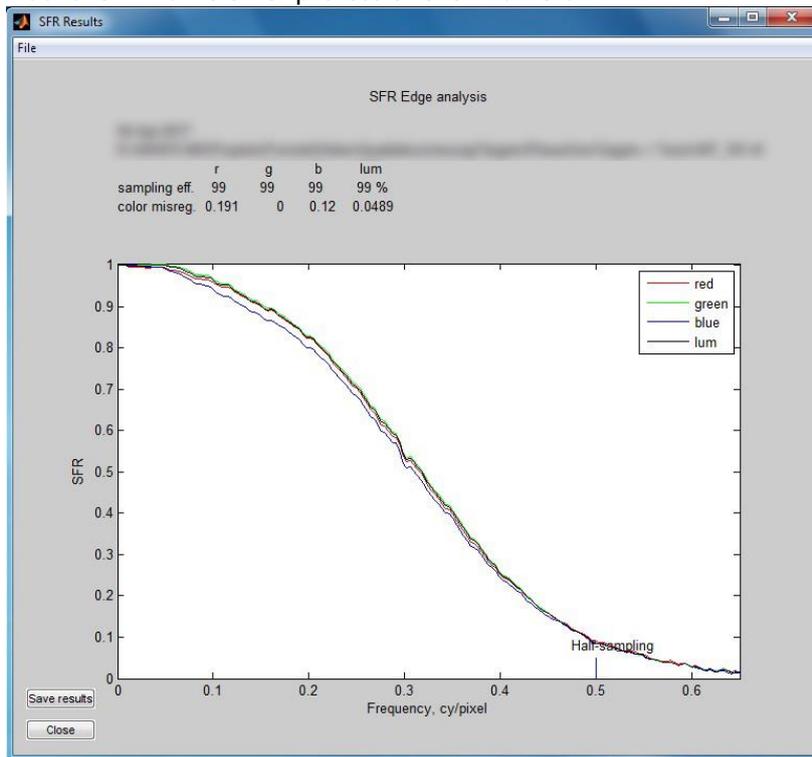
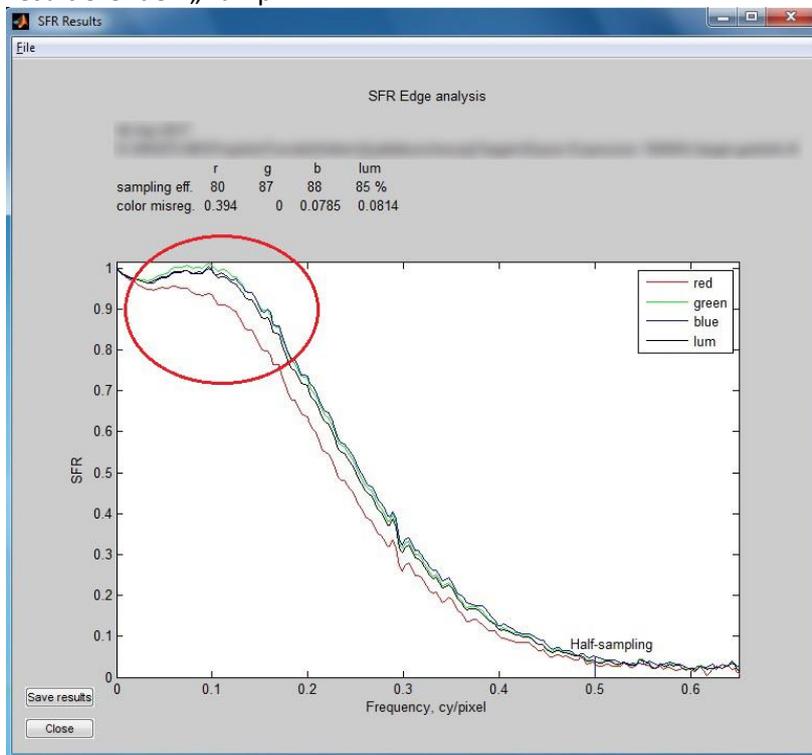


Abb. 7: SFR-Kurve eines Zeilenscanners mit softwareseitigem Nachschärfen und den daraus resultierenden „Bump“



Im Unterschied zu den Archiv-Master-Dateien, kann ein bedachtes und maßvolles Nachschärfen der Production-Master sinnvoll sein. Die daraus entwickelten Nutzungsderivate können zum Teil von der vermeintlich höheren Schärfe der Darstellung bei geringerer Auflösung profitieren.

Die FADGI-Guidelines empfehlen in Abhängigkeit von der Qualitätsstufe (Star-Level) unterschiedliche Werte für die Sampling-Efficiency. Dieser Wert gibt das relative Verhältnis zwischen der Grenzauflösung und der Abtastauflösung dar. Damit entsteht ein handlicher, eindimensionaler Wert, welcher die geforderte objektive Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Digitalisierungssystemen ermöglicht.<sup>86</sup> Das in den FADGI-Guidelines für die Sampling-Efficiency vorgegebene Spektrum bewegt sich je nach Star-Level-Qualität zwischen den Werten > 60 % bis > 90 % Effizienz. Weitere Faktoren helfen bei der Beschreibung des geforderten Kurvenverlaufs und erlauben damit eine bessere Nutzung der Mehrdimensionalität der Messgröße.<sup>87</sup>

### **Dichteumfang**

Der Dichteumfang, auch Tonwertumfang genannt, beschreibt den Quotienten zwischen der Stelle im Bild mit der höchsten und der niedrigsten optischen Dichte. Gute Negative, vor allem Glasplatten, können einen Dichteumfang von bis zu 12 Blendestufen wiedergeben.<sup>88</sup> Um diesen Umfang adäquat im Digitalisat abbilden zu können benötigt man eine hochwertige Digitalisierungstechnik, die in der Lage ist diese feine Differenzierung darzustellen. Vorausgesetzt, dass die Aufnahme weder über- noch unterbelichtet wurde, hängt der darstellbare Dichteumfang von der Aufnahmetechnik ab. Um die Fähigkeit des Systems zur Abbildung des geforderten Dynamikbereichs zu verifizieren empfiehlt sich die Nutzung eines geeigneten Graukeils. Dieser Graukeil muss den erwarteten Dynamikbereich von 12 Blendenstufen umfassen. FADGI empfiehlt je nach Digitalisierungsziel hierfür einen Dynamikbereich zwischen 3,5 und 4,0. Die Leistungsfähigkeit der Digitalisierungstechnik lässt sich mithilfe von Graukeilen überprüfen, die den benötigten Dichteumfang abdecken müssen.<sup>89</sup>

### **Farbtiefe und chromatische Aberration**

Die Archiv- und der Production-Master sollen nach Möglichkeit in Farbe digitalisiert und abgespeichert werden. Nur auf diese Weise ist es möglich den Ist-Zustand des Originals bei Aufnahme umfänglich digital abzubilden. Denn Verfärbungen, Aussilberungen sowie etwa farbige Notizen, Retuschen und Markierungen können forschungsrelevante Informationen sein und daher im Sinne einer möglichst originalgetreuen und nutzungsneutralen Digitalisierung nicht von vornherein verworfen werden. Die DFG empfiehlt eine Erhaltung von Farbinformation bei monochromen Vorlagen nur für den Fall, dass diese wichtige Informationen zu dem Medium enthalten.<sup>90</sup> Die Sicherung von monochromen Stereofotografien in Graustufen nimmt weniger Speicherkapazität in Anspruch und kommt dem originalen Zustand einer monochromen Fotografie nach der Herstellung vermeintlich am nächsten. Gleichwohl steht die Empfehlung in einem gewissen Widerspruch zu der ebenfalls geforderten möglichst originalgetreuen Digitalisierung.<sup>91</sup>

---

<sup>86</sup> Burns/Williams 2008b, S. 1 Grenzauflösung (limiting resolution): Ortsfrequenz, bei welcher die SFR unter 0,1 fällt, also der Mindestabstand zwischen zwei Linien bei dem diese klar voneinander unterschieden werden können. Abtastauflösung (sampling resolution): Auflösung, welche aus sich aus der Größe des Rasterbildes berechnen lässt.

<sup>87</sup> Rieger 2016, S. 40-43

<sup>88</sup> Bei einer Erhöhung um eine Blendenstufe wird die einfallende Lichtmenge halbiert. Damit ergibt sich ein Verhältnis bei 12 Blendenstufen von  $2^{12}=4096$  zu 1. Ausgedrückt als Zehnerlogarithmus, wie bei FADGI, erhält man den Wert von  $\log_{10}(4096)\approx 3,6$ .

<sup>89</sup> DFG-Praxisregeln „Digitalisierung“ 2016, S. 24. Rieger 2016, S. 36.

<sup>90</sup> DFG-Praxisregeln „Digitalisierung“ 2016, S. 24.

<sup>91</sup> DFG-Praxisregeln „Digitalisierung“ 2016, S. 14.

Die Farbtiefe gibt Information darüber, zwischen wie vielen Schattierungen je Farbkanal unterschieden werden kann. Die Angabe erfolgt dabei in Bit pro Kanal. Bei 1 Bit kann zwischen 2 Schattierungen unterschieden werden ( $2^1=2$ ), bei 8 Bit sind es 256 ( $2^8=256$ ) und bei 16 Bit bereits 65.536 ( $2^{16}=65.536$ ). Bei der Verwendung eines RGB-Farbraumes werden 3 Farbkanäle verwendet, aus deren Werten die darzustellenden Farben errechnet werden. Hochleistungsfähige Digitalisierungssysteme sind in der Lage 16 Bit pro Farbkanal zu differenzieren.<sup>92</sup> Da bei unkomprimierten Dateien der Speicherplatzbedarf das Produkt von Auflösung und Farbtiefe ist, wirkt sich die Farbtiefe linear auf die Dateigröße aus.

Tab. 4: Gesamtmenge der darstellbaren Farbtöne

	8 Bit pro Farbkanal	16 Bit pro Farbkanal
RGB (drei Farbkanäle)	50% 16.777.216	100% 281.474.976.710.656
Graustufen	16,6% 256	33% 65.536

Angesichts des dominanten Anteils monochromer Stereofotografien, kann der originalgetreuen Farbwiedergabe im Zweifelsfall eine geringere Priorität zuerkannt werden als z. B. der Schärfe. Gleichwohl empfiehlt es sich in Anlehnung an die FADGI-Guidelines, dass Digitalisierung, Bearbeitung und Sicherung der Digitalisate möglichst mit einer Farbtiefe von 16 Bit pro Farbkanal erfolgen sollte.<sup>93</sup> Auf diese Weise wird man dem großen Dichteumfang vor allem der Fotoglasplatten gerecht und kann feine Details mit erfassen. Für das Production-Master sind hingegen 8 Bit pro Farbkanal ausreichend und verbessern die gewünschte Handhabbarkeit. Jedoch sollte beachtet werden, dass eine Sicherung in Graustufen mit Farbtiefe von 8 Bit nur 256 Farbabstufungen zulässt. Wie oben dargestellt, kann bei einem Dynamikumfang von 12 Blendenstufen aber zwischen 4096 Abstufungen differenziert werden. Der 8-Bit- bzw. Graustufen-Modus ist damit nicht in der Lage, die Vorlagen adäquat digital abzubilden.

Der Winkel, unter dem Licht gebrochen wird, hängt unter anderem von der Wellenlänge des Lichts ab. Dieser Effekt wird als chromatische Aberration bezeichnet. Hierdurch werden unterschiedliche Farben unterschiedlich durch Linsen fokussiert. Dieser Umstand hat zur Folge, dass es bei einigen Digitalisierungssystemen zur Bildung von Farbsäumen um scharfe Kanten kommt. Die Streuung der einzelnen Farben ist mit dem Parameter Color Channel Mis-Registration bezifferbar. Als formatabhängigen Grenzwert nennen die FADGI-Guidelines 0,5 bis 0,33 Pixel.<sup>94</sup> Dieser Wert erscheint ein sinnvoller Kompromiss zwischen Qualität und Handhabbarkeit zu sein.

## 5.8 Qualitätskontrolle und -sicherung

Um eine prozessbegleitende Qualitätsüberprüfung sicherzustellen sollten vor der Digitalisierung jeder Charge Kontrollaufnahmen angefertigt werden. Alle nachfolgenden Objektaufnahmen sollten dann mit gleichen Parametern und unter gleichen Bedingungen erfolgen. Bei einer hinreichend engmaschigen Überprüfung können somit Veränderungen in der Schärfeleistung des Systems schnell erkannt und entsprechend reagiert werden. Eine Abweichung vom SFR-Mittelwert anderer Chargen

<sup>92</sup> Rieger 2016, S. 69.

<sup>93</sup> Rieger 2016, S. 36-43.

<sup>94</sup> Rieger 2016, S. 36-43; DFG-Praxisregeln „Digitalisierung“ 2016, S. 17.

deutet beispielsweise auf eine mangelhafte Schärfeneinstellung des Systems oder auf Bedienfehler hin. Die Sicherung von Aufnahmen zur Feststellung des Shadings bietet die Möglichkeit, nachträglich Beleuchtungskorrekturen an den Derivaten durchzuführen.

## *Grundlagen*

Die Abbildungsperformance von Digitalisierungssystemen, wie z. B. Scannern oder Digitalkameras, im laufenden Prozess lässt sich mit bestimmten Parametern erfassen. Dadurch können Qualitätsschwankungen erkannt werden. Es ist jedoch zwischen der Qualität von Digitalisaten und der tatsächlichen Leistung der Digitalisierungstechnik zu unterscheiden. Während die Qualität einer Abbildung auch von der subjektiven Wahrnehmung des Betrachters abhängen kann, wird die Systemleistung durch objektiv messbare technische Parameter beschrieben.<sup>95</sup> Die Qualität der Digitalisate ergibt sich somit aus der Summe der Faktoren Qualität der Vorlage, Know-How des Personals und Leistungsfähigkeit der Digitalisierungstechnik.

## *Messung*

Geeignet ist die Messung des SFR. Sie erfolgt an einer geneigten Kante und orientiert sich an ISO 12233. Dazu wird ein um ca. 5 Grad geneigter Balken verwendet. Als Mess-Software kann zum Beispiel Imcheck3v9 oder SFREdge\_v6(2008b) verwendet oder alternativ auf andere in der ISO 12233 beschriebenen Verfahren oder Targets zurückgegriffen werden.<sup>96</sup> Die Wahl des Targets hängt von der materiellen Beschaffenheit des Bestandes ab.

Mit der oben genannten Software-Programmen ist gleichzeitig die Messung der oben vorgestellten Color Channel Mis-Registration möglich. Die Wahl weiterer Parameter, wie zum Beispiel OECF (Opt-Electronic Conversion Function) oder Farbgenauigkeit (Color Accuracy), ist vom Digitalisierungsziel sowie der Materialbeschaffenheit der Vorlagen abhängig.<sup>97</sup> Aufgrund der im Zuge der Bestandsrecherchen in den Gedächtniseinrichtungen und im montan.dok ermittelten Materialitäten historischer Stereofotografien scheint vorrangig die Bildschärfe ein geeigneter Bewertungsmaßstab für die Leistungsfähigkeit der Digitalisierungstechnik.

Um valide und repräsentative Messergebnisse zu bekommen, muss die Aufnahme der Targets unter Arbeitsbedingungen stattfinden. Das heißt, dass keine Veränderung an den Aufnahmebedingungen vorgenommen werden dürfen. Wird beispielsweise ein Leuchttisch mit Leuchtstoffröhren verwendet, so müssen diese erst ihre normale Arbeitstemperatur erreicht haben, da es sonst zu Abweichungen bei der Farbtemperatur kommt. Gleiches gilt für die Studioleuchten und sonstige Beleuchtungseinrichtungen für Aufsichtsaufnahmen. Es wird eine Aufwärmzeit von 45 Minuten empfohlen.<sup>98</sup>

Ein weiterer Einflussfaktor ist die Raumbelichtung. Eine ungleichmäßige bzw. nur punktuelle Ausleuchtung des Raumes oder von außen, durch Fenster eindringendes Tageslicht kann zu Spiegelungen auf den Glasplatten führen. Um sie zu vermeiden, empfiehlt sich eine Abdunkelung des Aufnahmeraumes, so dass während der Aufnahmen die Durchlichteinheit möglichst die einzige Lichtquelle darstellt. Einige Durchlichteinheiten leuchten die Arbeitsfläche bauartbedingt inhomogen aus, was unter Umständen ebenfalls zu Qualitätseinbußen führen kann.

Ein geeignetes Verfahren zur Überprüfung der Lichtbedingungen und der Durchlichteinheit ist es, wenn man anstelle der Vorlage eine saubere Glasplatte platziert und eine Aufnahme bei ausgeschalteter Durchlichteinheit macht. Auf diese Weise werden Spiegelungen sichtbar, die das

---

<sup>95</sup> Burns/Williams 2007.

<sup>96</sup> <http://losburns.com/imaging/software/SFRedge/index.htm> und [http://losburns.com/imaging/software/imcheck\(2008b\)/index.htm](http://losburns.com/imaging/software/imcheck(2008b)/index.htm); beides abgerufen am 28.07.2017.

<sup>97</sup> Zu den jeweiligen Parametern siehe Rieger 2016, S. 10 ff.

<sup>98</sup> Wendel 2013, S. 19.

Digitalisierungsergebnis verfälschen könnten. Mit Hilfe einer Bildbearbeitungssoftware können die Effekte besser sichtbar gemacht werden. Mit einer speziellen Software kann mit Hilfe einer Aufnahme von einem weißen Blatt Papier bei Aufsichtsaufnahmen bzw. von einer diffusen Milchglasplatte bei Durchlichtausnahmen eine Shadingmaske erstellt werden, mit deren Hilfe die unerwünschten Einflüsse einer unregelmäßigen Beleuchtung ausgeglichen werden können.<sup>99</sup> Dabei werden Helligkeitsabweichungen einer sonst gleich hellen Fläche registriert und die daraus errechneten Korrekturwerte auf die Digitalisate angewendet. Solche unerwünschten Lichteinflüsse entstehen durch eine ungleichmäßige Ausleuchtung von Aufsichtsvorlagen oder durch einen inhomogenen Lichtstrom des Leuchttisches bei Durchlichtvorlagen. Diese Maske sollte jedoch nicht auf die Masterdateien angewendet werden, weil diese dadurch irreversibel verändert wird. Die entstandene Kontrollaufnahme sollte zusammen mit den Archiv-Masters gesichert werden, damit sie bei der Erstellung von Ansichts- oder Nutzungsderivaten notwendigenfalls verwendet werden kann.

Neben der ungleichmäßigen Be- und Ausleuchtung liegt eine weitere Ursache für Helligkeitsunterschiede in der Vignettierung. Das bedeutet, dass die Aufnahme zu den Bildrändern hin dunkler als die Bildmitte wird. Ein Grund dafür kann eine zu groß gewählte Blendenöffnung sein. Gleichzeitig birgt eine große Blendenöffnung den Vorteil kürzerer Belichtungszeiten und geringerer ISO-Lichtempfindlichkeiten. Hierdurch können Verwacklungen und das Rauschen reduziert werden. Bei einer zu groß gewählten Blendenöffnung kann eine Helligkeitsdifferenz zwischen den Randbereichen und der Mitte von bis zu 15 Prozent auftreten.

Allgemein lassen sich aus den oben getätigten Aussagen Empfehlungen für die Digitalisierungspraxis von stereofotografischen Erzeugnissen ableiten. Zur Sicherung und Kontrolle der Qualität sowohl der Digitalisate als auch des Ablaufs empfiehlt sich ein chargenweises Vorgehen. Dabei soll die Leistungsfähigkeit der Digitalisierungstechnik anhand von fest definierten und quantifizierbaren Parametern gemessen und bewertet werden. Als solche Parameter kommen bei der Digitalisierung von Stereo-Glasplatten vorrangig die Schärfe (gemessen anhand des Wertes SFR), die Auflösung der Rasterdatei und die chromatische Aberration (gemessen anhand der Color Channel Mis-Registration) in Frage. Um störende Einflüsse der Beleuchtung zu minimieren, empfehlen sich die Verdunklung des Arbeitsraumes, eine strenge Lichtdisziplin während der Aufnahme sowie das Aufwärmen von Studioleuchten oder Durchlichteinheiten. Qualitätsmindernde Vignettierungen können durch den Einsatz hochwertiger Objektive vermieden werden. Des Weiteren ist zwischen Blendenöffnung und Belichtungszeit ein tragfähiger Kompromiss zu finden, was letzten Endes einen Kompromiss zwischen dem Risiko einer Verwacklung durch lange Belichtungszeiten und einer inhomogenen Helligkeit auf dem Digitalisat bedeutet. Einige Bearbeitungsprogramme bieten die Möglichkeit, Vignettierungen und Effekte inhomogener Ausleuchtung nachträglich zu entfernen. Das kann aber nur für die Generierung der Production-Master oder weiterer Derivate empfohlen werden, weil derartige Bearbeitungen des Archiv-Masters irreversibel sind.

## 5.9 Wiedergabe- und Präsentationsmöglichkeiten für digitalisierte Stereofotografien

Für die digitalisierten Stereofotografien bieten sich unterschiedliche Nutzungsarten und Darstellungsmedien an. Jedoch ist nicht jedes Wiedergabe- bzw. Betrachtungsverfahren für alle Darstellungsmedien gleich gut geeignet. Im Folgenden sollen die Vor- und Nachteile der verschiedenen Wiedergabe- und Betrachtungsverfahren für Stereofotografien beschrieben und hinsichtlich ihrer Verwendung in bzw. mit unterschiedlichen Darstellungsmedien und -techniken kurz bewertet werden. Unberücksichtigt bleibt dabei eine Präsentation als zweidimensionales Bild, wie sie aktuell u. a. in den normalen Nachweissystemen bereits üblich und erprobt ist.

---

<sup>99</sup> Wendel 2013, S. 21.

## Betrachter für örtliche Bildtrennung (side-by-side)

### Linsenbetrachter

Mit Hilfe von Linsenbetrachtern können, je nach Konstruktion, Stereo-Dias und Stereokarten als auch normale Reproduktionen von Stereofotografien, z.B. in Katalogen, betrachtet werden.

Das Funktionsprinzip eines Linsenbetrachters liegt darin, jedem Auge nur das ihm zugehörige Halbbild zu zeigen. (siehe Kap. 2.1) Die beiden Halbbilder einer Stereofotografie müssen also zunächst durch das Betrachtungsgerät getrennt werden, damit das Gehirn die einzelnen Netzhautbilder zu einem dreidimensionalen Raumbild zusammensetzen kann. Sammellinsen-Brillen (z.B. Stereoskopische OWL oder Lite OWL der London Stereoscopic Company) sind nur für Formate bis 6x13cm geeignet, Prismenlinsen-Brillen (z.B. Loreo Lite 3D Viewer<sup>100</sup>) dagegen funktionieren bis zu einem Format von ca. 26 x 26 cm.

Tab. 5: Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile von Linsenbetrachtern.

Vorteil	Nachteil
guter räumlicher Seheindruck	nur sinnvoll für Formate bis ca. 26 x 26 cm
keine Farbbeeinträchtigung	keine variable Betrachtungsposition
kein Lichtverlust	kann nur von einer Person zur selben Zeit genutzt werden
preisgünstig <sup>101</sup>	
die Brillen sind als Beilage zu Publikationen oder zur Betrachtung an Monitoren geeignet	

### Digitale Betrachter

Hierbei werden die Stereofotografien auf handelsüblichen Smartphones oder einem anderen Wiedergabegerät mit kleinem Display (Displaydiagonale ca. 5 – 6,5 Zoll) angezeigt, welche in einem speziellen Betrachtungsgerät (z.B. HD3D View-Vaster oder Google Cardboard) montiert werden.

Tab. 6: Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile von digitalen Betrachtern.

Vorteil	Nachteil
durch die Hintergrundbeleuchtung von LCD-Displays werden Farben und Tonwerte kräftiger dargestellt	höhere Kosten je nach Anspruch an die Technologie <sup>102</sup>

<sup>100</sup> Der Loreo Lite 3D Viewer wird unter anderem in der Publikation „Front 14/18“ verwendet: Jakob/Sagurna 2014.

<sup>101</sup> Linsenbetrachter sind je nach Modell für einen Preis zwischen 3 € und 20 € zu erwerben. (Stand August 2017).

<sup>102</sup> Zusätzlich zu den Kosten eines Smartphones mit HD-fähigem Bildschirm (ab ca. 150 €) liegen die Anschaffungskosten für einen digitalen Betrachter je Technologie zwischen 3 € und ca. 450 € (Stand August 2017).

guter räumlicher Seheindruck	kann nur von einer Person gleichzeitig genutzt werden
durch mögliche Wiedergabe in HD können qualitativ hochwertige Originale auch hochwertig wiedergegeben werden	
sowohl als mobiles Gerät als auch zur festen Installation in einer Ausstellung geeignet	

### *Anaglyphenverfahren*

Dieses Verfahren basiert auf dem Prinzip der Komplementärstereoskopie. Hier werden die beiden Teilbilder in gegensätzlichen Farben (z. B. Cyan-Rot oder Grün-Rot) eingefärbt und übereinandergelegt. Der Betrachter blickt durch eine mit entsprechenden Farbfiltern versehene Brille. Jeder Filter lässt das eigene Bild durch und sperrt gleichzeitig das für das andere Auge bestimmte Bild.

Tab. 7: Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile des Anaglyphenverfahrens.

<b>Vorteil</b>	<b>Nachteil</b>
frei wählbare Betrachtungsposition	Bearbeitung der Stereofotografien durch spezielles Programm notwendig (z.B. StereoPhoto Maker oder COSIMA)
kann von mehreren Personen gleichzeitig betrachtet werden	Entstehung von sogenannten Geisterbildern möglich <sup>103</sup>
große Abbildungsformate möglich, daher gut geeignet für Publikationen oder Ausstellungen	schwierige Farbwiedergabe aufgrund der Farbigkeit der Filter
auch für Betrachtung an PC-Monitoren geeignet	Lichtverlust durch Absorption aufgrund der Folien
Brillen als Beilage zu Publikationen oder zur Betrachtung an Monitoren geeignet	
preisgünstig <sup>104</sup>	

### *Projektion/Bildschirmpräsentation*

#### **Shutter-3D-System**

Dieses Verfahren basiert auf der zeitlichen Trennung der rechten und linken Bilder durch eine aktive Schaltung zwischen den Brillengläsern. Dabei werden abwechselnd das linke und das rechte Auge abgeblendet. Synchron dazu werden Bilder für das jeweilige Auge projiziert.

<sup>103</sup> Vorrangig bei kontrastreichen Bildern kann es durch eine mangelhafte Trennung der beiden Halbbilder Schatteneffekte auftreten, die zu den sogenannten Geisterbildern führen.

<sup>104</sup> Anaglyphenbrillen kosten modellabhängig zwischen 1 € und 10 € (Stand August 2017).

Tab. 8: Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile des Shutter-3D-Systems.

Vorteil	Nachteil
verbreitetes Verfahren sowohl auf dem Verbrauchermarkt als auch auf dem Kinomarkt	aufwändige und teure Brillen <sup>105</sup>
Darstellungsmöglichkeit auf Leinwand und Fernsehbildschirmen	Synchronisation zwischen Beamer/Fernseher und Brille notwendig
für mehrere Betrachter geeignet	
Größerer Tonwertumfang als beim Polarisationsverfahren	
Kopfbewegungen während der Betrachtung führen zu keinerlei Einbußen der dreidimensionalen Abbildungsqualität	

### Polarisationsmethoden

Diese Methode wird zum einen bei Polarisations-Projektionen für analoge Stereo-Dias wie auch für digitale Inhalte in gleicher Weise angewendet. Das Bild zweier Projektoren (Beamer) wird übereinander auf eine Leinwand projiziert. Zum anderen kann eine Präsentation digitaler Stereofotografien mit Hilfe der Polarisation in Fernsehbildschirmen geschehen. In beiden Fällen benötigt der Betrachter eine spezielle Brille mit zwei gegensätzlich polarisierten Gläsern, mit der getrennte Wahrnehmung der für die jeweiligen Augen bestimmten Bilder möglich ist.

Tab. 9: Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile der Polarisationsmethoden.

Vorteil	Nachteil
Polarisationsbrille relativ preisgünstig <sup>106</sup>	Für eine Projektion wird eine spezielle Silberleinwand benötigt bzw. für die Darstellung auf dem Fernseher ein entsprechend polarisationsfähiger Fernsehbildschirm.
hohe Farbtreue	bei linearer Polarisation besteht die Möglichkeit der Vermischung bei einer Querstellung des Kopfes
	Lichtabsorption durch die Polfilter

### *Autostereoskopische Displays*

Diese Technologie basiert auf dem Linsenrasterverfahren, wie es zum Beispiel bei den als „Wackelbilder“ bekannten Lentikular-Postkarten verwendet wird.

<sup>105</sup> Shutter 3D-Brillen haben Akkus und müssen aufgeladen werden. Die Kosten für eine Brille liegen zwischen 20 € und 80 € (Stand August 2017).

<sup>106</sup> Die Kosten für eine Polarisationsbrille liegen zwischen 2 € und 8 € (Stand August 2017).

Tab. 10: Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile von stereoskopischen Displays.

Vorteil	Nachteil
keine Betrachtungshilfe notwendig	schlechtere Abbildungsqualität im Vergleich zu normalen Displays
	Betrachtung nur in begrenztem Raum vor dem Display möglich und damit nur bedingt für mehrere Personen gleichzeitig geeignet
	Autostereoskopische Fernsehbildschirme werden heute nicht mehr produziert

### 5.10 Technische Möglichkeiten zur Rekonstruktion historischer Räumlichkeiten und Entfernungen sowie Ableitungen für eine Digitalisierung von Stereofotografien

Bei der Stereofotografie wird mit Hilfe einer speziellen Kamera oder eines entsprechenden Aufbaus aus zwei Kameras ein Motiv aus zwei seitlich versetzten Positionen aufgenommen. Die beiden Objektive werden dabei sowohl vertikal als auch horizontal parallel zueinander ausgerichtet. Durch die seitliche Verschiebung entsteht ein Parallaxenfehler, der durch das Gehirn als Raumtiefe interpretiert wird (siehe Kapitel 2.1)

Diese Raumtiefe lässt sich grundsätzlich mit photogrammetrischen Methoden bestimmen. Aus den im Vergleich zu zweidimensionalen Fotografien und Bildern spezifischen Eigenschaften von Stereofotografien erwachsen somit neue Auswertungsmöglichkeiten, die eine Bearbeitung neuer Forschungsfragen erlauben. Die nachstehend skizzierten Überlegungen werden dabei weiter auf ihre technische Realisierbarkeit und auf ihren wissenschaftlichen Ertrag hin evaluiert werden müssen.

Um die relative Tiefe in erster Näherung abzuschätzen, reicht in den meisten Fällen der Vergleich der Querdisparität (siehe Kap. 2.1) an unterschiedlichen Bildpunkten. Unter der Festlegung, dass der Fernpunkt einer stereoskopischen Aufnahme eine Querdisparität aufweist, die der Aufnahmebasis<sup>107</sup> entspricht, lässt sich proportional zu der Querdisparität von tiefer im Raum liegenden Punkten deren relative Lage abschätzen.

Eine genauere Berechnung der Tiefenposition eines Objektes ist nicht ohne weiteres möglich und bedarf einiger Annahmen und Recherchen. Zum einen muss die Aufnahmebasis abgeschätzt oder anderweitig festgestellt werden. Weiterhin sollte die Brennweite der verwendeten Objektive abgeschätzt oder aus vorhandenen Überlieferungen ermittelt werden. Hilfreich wäre es zu wissen, welches Kameramodell für die Aufnahmen genutzt worden ist, denn meistens lassen sich daraus die Brennweite und die Aufnahmebasis ableiten und der horizontale Bildwinkel berechnen.

$$\alpha = 2 \cdot \tan^{-1} \left( \frac{\frac{1}{2}q}{2 \cdot f} \right); \quad \text{mit Brennweite } f.$$

Zur genaueren Abschätzung der Lage einzelner Objekte im Raum eignet sich die nachfolgend kurz skizzierte Vorgehensweise: Zuerst wird im Digitalisat der horizontale Abstand (x) zwischen zwei korrespondierenden Punkten gemessen. Es eignen sich besonders klar differenzierbare Punkte mit hohem Kontrast, wie z. B. Kanten, Ecken oder Nagelköpfe. Diese ermittelte Strecke wird von der Aufnahmebasis (B) abgezogen, man erhält die Querdisparität (q). Nun lässt sich nach der oben stehenden Formel der zur halben Querdisparität zugehörige Bildwinkel  $\alpha$  berechnen. Der Abstand zu

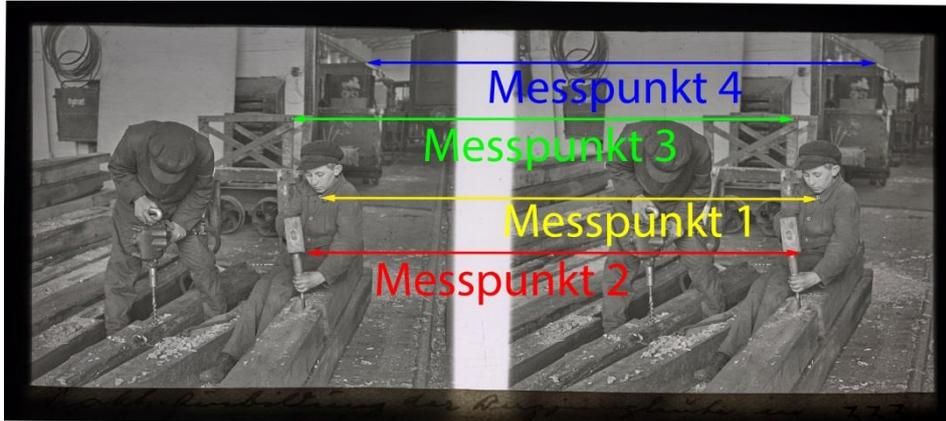
<sup>107</sup> Als Aufnahmebasis wird der Abstand zwischen den beiden Objektiven bezeichnet.

dem Objekt (z) errechnet sich aus dem Quotienten der halben Aufnahmebasis und dem Tangens des Bildwinkels nach folgender Formel:

$$z = \frac{\frac{1}{2}B}{\tan(\alpha)}$$

Nachfolgenden soll die Vorgehensweise zur Veranschaulichung des Algorithmus grafisch an einem Beispiel mit der dazugehörigen Wertetabelle dargestellt werden.

Abb. 8: Lage der Messpunkte im Bild



Tab. 11: Kalkulationstabelle zur Abbildung 5

Messpkt. Nr.	Messpunkt	Abstand/cm	Differenz/cm	Dif/2	Horizontaler Bildwinkel	Tiefe/cm	Tiefe/m
1	Knopf	6,54	0,21	0,105	0,013999771	232,131482	2,32
2	Hammer	6,51	0,24	0,12	0,015999659	203,112	2,03
3	Gestell	6,63	0,12	0,06	0,007999957	406,2435	4,06
4	Container	6,72	0,03	0,015	0,001999999	1624,99837	16,25

Aus den Werten in der Tabelle ergibt sich z. B. ein Abstand zwischen dem Bergmann (Messpunkt 1) und dem Gestell im Hintergrund (Messpunkt 4) von ca. 14 Metern. Dieses Verfahren liefert durchaus brauchbare Ergebnisse. Da der Berechnung Annahmen und Schätzungen zugrunde liegen, hängt die Genauigkeit der gelieferten Ergebnisse von der Qualität dieser Schätzungen ab.

Ein weiterer Faktor, welcher direkten Einfluss auf die Zuverlässigkeit der Ergebnisse hat, ist die Auflösung und vor allem die Schärfe der Digitalisate. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, bei der Digitalisierung besonderen Wert auf die höchste erreichbare Schärfe zu legen, ist dies doch eine entscheidende Voraussetzung für solche Auswertungen. Der Wert Sampling-Efficiency kann als Vorfaktor verstanden werden, mit dem die tatsächlich erreichbare Auflösung errechnet werden kann.<sup>108</sup>

Um die Genauigkeit einer solchen Tiefenabschätzung in ein Verhältnis zu setzen, lohnt sich die Betrachtung der Konvergenzwinkeldifferenz (siehe Kap. 2.1). Hierbei wird allgemein der Wert von 70

<sup>108</sup> Zur Abschätzung der erreichbaren Genauigkeit in Abhängigkeit zur Auflösung siehe „Berechnung der möglichen Tiefenauflösung“ im Anhang.

Bogenminuten empfohlen. Bei einer Genauigkeit von 0,0194 Grad<sup>109</sup> lässt sich der gesamte abgebildete Raum in ca. 60 Abschnitte einteilen.<sup>110</sup>

Unter Umständen kann man in Einzelfällen anhand von bekannten Dimensionen (z. B. durchschnittliche Körpergröße, Größe von bekannten Maschinen etc.) auf die Brennweite des Objektivs Rückschlüsse ziehen und unter Verwendung des oben dargestellten Verfahrens eine Abschätzung zu den Tiefen tätigen.

### 5.11 Onlinestellung

Nach der sachgerechten Digitalisierung stellt sich natürlich die Frage, auf welche Art und Weise die entsprechenden Derivate präsentiert und vor allem Online zugänglich gemacht werden können. Dabei ist eine medienadäquate Darstellung, also die räumliche Tiefenwirkung vermittelnde Darstellung wünschenswert, aber innerhalb der üblichen Online-Nachweissysteme (noch) nicht umsetzbar. Entscheidend ist wiederum die Notwendigkeit eines externen Stereobetrachters, um die zweidimensionale Abbildung am Bildschirm stereoskopisch sehen zu können. Hat man darüber hinaus noch den Anspruch, die räumliche Tiefenwirkung optimal darzustellen, müssen die beiden Halbbilder einer Stereofotografie für die Darstellung angepasst bzw. bearbeitet werden.

In den aktuellen Online-Nachweissystemen werden Stereofotografien bislang zweidimensional, als Side-by-Side-Abbildung dargestellt. Beispiele sind die Nachweissysteme des Technischen Museums Wien, des Schweizerischen Nationalmuseums, des Deutschen Historischen Museums oder des LWL-Medienzentrums. In manchen Fällen gibt es zusätzlich noch eine Zoom-Funktion. Das Deutsche Historische Museum beschränkt sich bei der Darstellung der Stereofotografien des Raumbild-Verlages sogar auf nur ein Halbbild, um durch das quadratische Format das Motiv innerhalb der vorgegebenen maximalen Abbildungsgröße größer darstellen zu können.<sup>111</sup> Das LWL-Medienzentrum nutzt diese Möglichkeit ebenfalls, bietet aber zwei Ansichtsmöglichkeiten, zum einen die größere Darstellung eines Halbbildes, zum anderen eine Side-by-Side-Darstellung, an.<sup>112</sup> Immerhin erlauben die beschriebenen Side-by-Side-Darstellungen den Nutzern die Verwendung einer Prismenlinsen-Brille, um eine dreidimensionale Betrachtung zu ermöglichen.

Eine den Spezifika von Stereofotografien angemessene, die räumliche Tiefenwirkung vermittelnde Online-Darstellung ist technisch durchaus möglich. Allerdings sind hierfür die Erzeugung spezifischer Derivate aus den Production-Master-Dateien für den Einsatz in einem gesonderten Viewer sowie nutzerseitig unterschiedliche Betrachtungsgeräte bzw. Hilfsmittel notwendig.

Dabei scheint es aus fachlicher Sicht sinnvoll, diese zusätzlich zur Side-by-Side-Präsentation in einem eigenen Nachweissystem oder in einem der übergreifenden Portale anzubieten. Ein spezielles Internetskript soll die nutzungsoptimierte Darstellung der Stereobilder mit verschiedenen Methoden erlauben. Je nach technischer Ausstattung kann der Nutzer dann eine Darstellungsform (z. B. Anaglyphen oder Side-by-Side) auswählen, die mit Hilfe des Skripts dann direkt auf die Stereofotografien angewendet wird. Auf diese Weise wird eine zweifache Verwendung der Stereobilder ermöglicht: Eine nutzungsneutrale und originalgetreue Darstellung der Vorlage sowie eine Präsentation mit Vermittlung des räumlichen Tiefeneindrucks. Für die originalgetreue

---

<sup>109</sup> Siehe „Berechnung der möglichen Tiefenauflösung“ im Anhang.

<sup>110</sup>  $\frac{70 \text{ arcmin}}{0,0194^\circ \frac{60 \text{ arcmin}}{1^\circ}} \approx 60$

<sup>111</sup> Siehe z. B. [http://www.dhm.de/datenbank/dhm.php?seite=5&fld\\_0=BA139345](http://www.dhm.de/datenbank/dhm.php?seite=5&fld_0=BA139345), abgerufen am 20.02.2017.

<sup>112</sup> Siehe z. B. <https://goo.gl/SKuNpT> und <https://goo.gl/pDjCfs>, abgerufen am 27.02.2018.

Darstellung sollte sich der DFG-Viewer nutzen lassen.<sup>113</sup> Die Möglichkeit und eventuelle Tiefe der Implementierung dieses Tools wird aber noch genauer zu evaluieren sein.

Ein geeignetes Präsentationstool ist der für die Online-Darstellung von Stereofotografien verbreitete HTML5 Stereo Viewer, der u. a. von der Deutschen Gesellschaft für Stereoskopie e.V. (DGS) verwendet wird.<sup>114</sup> Er ermöglicht die Darstellung der eingebundenen Bilder mittels eines Java-Skriptes. Der Viewer kann die eingelesenen Side-by-Side-Digitalisate der Stereofotografien durch Umwandlung in das gewünschte Darstellungsformat auf verschiedene Weise darzustellen: als rot-cyan Anaglyphe, Farbanaglyphe, Duboisanaglyphe, in paralleler und gekreuzter Side-by-Side-Darstellung oder auch als Interlaced.<sup>115</sup> Damit wird eine große Bandbreite an Darstellungsmöglichkeiten abgedeckt und dem Nutzer in Abhängigkeit seiner technischen Ausstattung (rot-cyan Brille, Stereobetrachter, VR-Brille, 3D-Bildschirm, etc.) eine unter verschiedenen fachlichen Aspekten jeweils adäquate Darstellungsmöglichkeit angeboten. Darüber hinaus bietet das Programm eine Zoom-Funktion, die unabhängig von der räumlichen Darstellungsart eine detaillierte Betrachtung ermöglicht.

Das Programm StereoPhoto Maker ermöglicht eine automatisierte Erstellung von Slideshows mit dem oben beschriebenen Skript.<sup>116</sup> Dabei werden Derivate der Digitalisate im Format JPEG mit Hilfe einer Stapelverarbeitung automatisiert in entsprechend angepasste JPEG-Dateien umgewandelt. Das Ergebnis ist jedoch noch keinesfalls zufriedenstellend, da auf diesem Weg keine Justierung bzw. Optimierung der Bilder stattfindet. Es kommt zu Höhenfehlern, falschen Positionierungen des Scheinfensters und anderen ungewollten Bildfehlern (Abb. 9). Ein manuelles Justieren und Zuschneiden der Bilder ist aus arbeitsökonomischen Gründen nur in sehr vereinzelt Ausnahmefällen möglich und damit für eine serielle Verarbeitung keine Option. Allerdings ist eine automatische Justierung mit dem StereoPhoto Maker möglich. Dabei werden Ränder ohne Bildinhalt um die linken und rechten Halbbilder entfernt, Höhenfehler korrigiert, Winkelfehler ausgeglichen und der Abstand der Halbbilder eingestellt (Abb. 10).<sup>117</sup>

---

<sup>113</sup> DFG-Praxisregeln „Digitalisierung“ 2016, S. 47; <https://dfg-viewer.de/>, abgerufen am 18.08.2017. Die Eignung der seit September 2017 überarbeiteten Version des DFG-Viewers für Fotografien wird im Zuge der operativen Umsetzung aber noch im Detail zu evaluieren sein.

<sup>114</sup> Dank gilt hier Herrn Manfred Jägersberg von der DGS für den Hinweis auf die vielversprechenden Möglichkeiten, die diese Form der Onlinedarstellung mit sich bringt. Siehe [https://www.stereoskopie.org/images/3d-bilder/Bilder\\_des\\_Monats/aktuell/bdm.htm?07.jpg](https://www.stereoskopie.org/images/3d-bilder/Bilder_des_Monats/aktuell/bdm.htm?07.jpg) (abgerufen am 12.07.2017) Der StereoPhoto Maker ist laut Lizenzbestimmungen Freeware und zu erhalten unter <http://www.stereomaker.net/ger/stphmkr/index.html>, abgerufen am 12.07.2017.

<sup>115</sup> Duboisanaglyphen sind durch einen auf die Farbwiedergabe optimierten Algorithmus Falschfarbender, die durch die geschickt gewählte Farbverschiebung Farbeindrücke beibehalten und zugleich Geisterbilder minimieren. (vgl. dazu: <http://www.site.uottawa.ca/~edubois/anaglyph/>, abgerufen am 18.08.2017) Interlaced ist eine Möglichkeit zur Darstellung von stereoskopischen Inhalten auf TV-Bildschirmen. Dabei werden abwechselnd einzelne Bildzeilen (oder Bildspalten) der Halbbilder sequentiell aufgetrennt und räumlich abwechselnd auf dem Bildschirm dargestellt. Die Zuordnung der Halbbilder findet durch Polarisationsfilter statt. (vgl. dazu: <https://de.wikipedia.org/wiki/3DTV>, abgerufen am 18.08.17)

<sup>116</sup> Der StereoPhoto Maker ist für die Weiterverarbeitung von digitalen bzw. digitalisierten Stereofotografien für verschiedenste digitale Wiedergabeverfahren eines der am weit verbreitetsten Programme. Es wird kostenlos angeboten. Die aktuellste Version 5.10d steht auf der offiziellen Website zum Download bereit. <http://www.stereomaker.net/ger/stphmkr/index.html> (abgerufen am 12.07.2017)

<sup>117</sup> Der Abstand der beiden Halbbilder hat Einfluss auf das in Kapitel 1.1 beschriebene Scheinfenster von Stereofotografien.

Abb. 9: Mit StereoPhoto Maker automatisiert generiertes Bild mit unjustierter Anaglyphe



Abb. 10: Mit StereoPhoto Maker automatisiert generiertes Bild mit justierter Anaglyphe

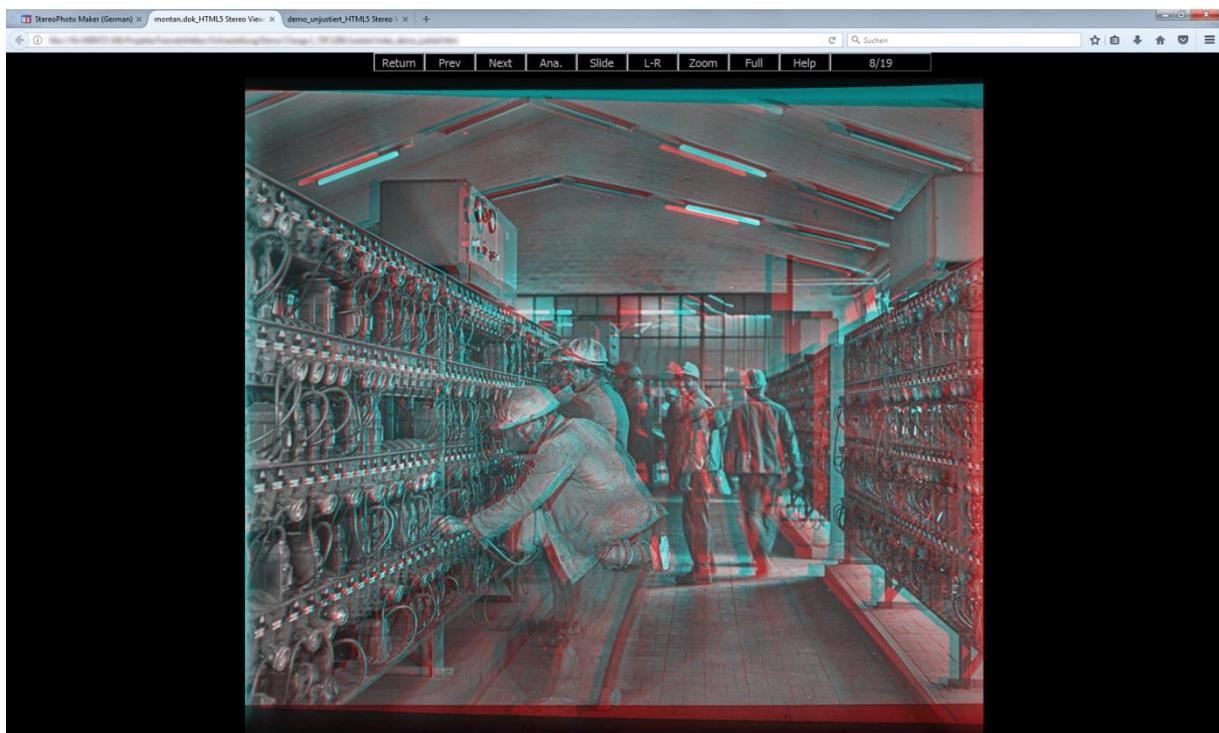


Abb. 11: Für die stereoskopische Präsentation nicht optimierte Side-by-Side-Ansicht eines Glasplatten-Positivs



Abb. 12: Mit StereoPhoto Maker für die Wiedergabe im HTML5 Stereo Viewer optimiertes Side-by-Side-Format



### 5.12 Kostenfaktoren und Kostenermittlung

Hinsichtlich der Kosten und der kostenwirksamen Aufwände ist zwischen Investitionskosten vorrangig für die Digitalisierungstechnik und EDV, Sachkosten für Arbeitsausstattungen und Reinigungsmaterialien, Personalaufwände und für die Speicherung der erzeugten Daten zu unterscheiden. Da manche Aufwände und Kostenfaktoren in Abhängigkeit der spezifischen institutionellen, projekt- oder bestandsbezogenen Rahmenbedingungen schwanken, kann hier teilweise nur mehr oder minder allgemein auf Kostenfaktoren verwiesen oder ein auf eine definierte Anzahl von Vorlagen bezogener Aufwand genannt werden. Insofern verstehen sich die folgenden Ausführungen als praktikable Hilfestellung für je individuelle Kostenkalkulationen.

#### *Digitalisierungstechnik*

Kostenansätze für die Anschaffung der notwendigen Digitalisierungstechnik können hier kaum näher spezifiziert werden. In vielen Häusern sind bereits entsprechende Infrastrukturen oder Geräte vorhanden, die u. U. zum Einsatz kommen können. Schon die Anschaffung eines hochwertigen Flachbettscanners schlägt mit etwa 1000,- € zu Buche. Hinzu kommen ein entsprechend leistungsfähiger PC mit einem – möglichst kalibrierten – Monitor, Software und Targets. Ggf. wären auch Platzbedarf und Raumbedarf zu kalkulieren. Auch bei der Einrichtung einer Reoproanlage bestimmen Qualität und Leistungsvermögen die Kosten ganz erheblich. Benötigt werden v. a. eine geeignete Kamera mit Objektiv, Durchlichteinheit bzw. Beleuchtungskörper, Reprostativ und PC mit

Monitor. Die Preisspanne beginnt bei wenigen tausend Euro und ist praktisch noch oben hin unbegrenzt.

Gerade bei kleineren Digitalisierungsprojekten ist deshalb die Vergabe an einen externen Dienstleister mit einer entsprechend hochwertigen Infrastruktur und Fachkompetenz zu prüfen. In diesem Fall sind dann die Aufwände für Angebotseinholung oder Ausschreibung, die Erstellung eines Lastenheftes, Transporte und ein möglicherweise erhöhter Kommunikationsaufwand nicht zuletzt im Kontext der Qualitätskontrolle zu berücksichtigen.<sup>118</sup>

### **Sachkosten**

Hier sind im Wesentlichen die Kosten für Arbeitsausstattungen und Verbrauchsmaterialien für die konservatorische Bearbeitung, archivgerechte Verpackungsmaterialien und die Kosten für eine langfristig sichere Speicherung zu nennen. Auf Basis der bestandsbezogenen Arbeiten innerhalb des Projektes (siehe vor allem Kap. 5.3 und 6.3) und der aktuellen organisatorischen Rahmenbedingungen sind hier v. a. folgende Punkte aufzulisten, wobei sich die angegebenen Kostensätze und Aufwände als erste Orientierungswerte verstehen:

- Verbrauchsmaterialien für die konservatorische Bearbeitung (Trockenreinigung): ca. 1,30 € pro Vorlage
- Arbeitsausstattung: ca. 100,- €/Mitarbeiter
- Archivgerechte Verpackung: ca. 0,65 € pro Vorlage<sup>119</sup>
- Die Kosten für eine langfristig sichere Speicherung hängen hochgradig von den jeweiligen EDV-Strukturen ab und können hier nicht näher beziffert werden.

### **Personalaufwand**

In Erschließungs- und Digitalisierungsprojekten bezieht sich der größte Kostenanteil erfahrungsgemäß auf die notwendigen Personalaufwände, wobei die damit verbundenen Kosten wiederum von der Qualifikation und tariflichen Eingruppierung des eingesetzten bzw. projektbezogen beschäftigten Personals abhängen. Insofern verstehen sich die nachfolgend genannten Tarifstufen nur als grober Orientierungswert. Gleiches gilt für die genannten Aufwandsschätzungen, die auf Erfahrungswerten aus den Tätigkeiten im Projekt „Fremde Welten“ sowie früherer Digitalisierungsprojekte beruhen. Im Einzelnen sollten folgende Arbeitsprozesse aufwands- und kostenmäßig betrachtet werden.

---

<sup>118</sup> Im Rahmen des Projektes wurden verschiedene potenzielle Dienstleister mit der Bitte um Kostenauskunft angeschrieben. Angesichts des mangelnden Rücklauf ist hier aber kein kostenmäßiger Vergleich zwischen einer internen und externen Digitalisierung möglich.

<sup>119</sup> Für eine archivgerechte und platzsparende Verpackung für Stereofotografien kommen keine marktüblichen Produkte in Frage. Insofern wird man hier auf Sonderanfertigungen zurückgreifen müssen. Diese lohnen sich jedoch erst ab höheren Stückzahlen und können entsprechend im Preis abweichen.

Tab. 12: Personalaufwände

Auswahl und Evaluierung des zu digitalisierenden Bestandes Wiss. MA, TV-L 13	Nicht bezifferbar und abhängig von bestandsspezifischen Vorarbeiten
konservatorische Prüfung (Stichprobe) Techn. MA TV-L 9/TV-L 13	Nicht bezifferbar und abhängig vom Umfang des geprüften Bestandes. Ca. 90 Min. für die Stichprobe mit 50 Vorlagen.
Tiefenerschließung (inkl. kurzer, definierter Bildrecherche und Rechtklärung) Wiss. MA, TV-L 13	Ca. 15 Min. pro Vorlage
Grunderschließung durch Titelaufnahme und Signierung (Wiss. MA, TV-L 9/stud. Hilfskraft)	Ca. 2 Min. pro Vorlage
Anfertigung von Testaufnahmen zur Evaluierung von Parametern und Aufwandsschätzung Wiss. MA TV-L 9	Ca. 5 Min. pro Testaufnahme
Reinigung des ausgewählten Bestandes Techn. MA TV-L 9/stud. Hilfskraft	Ca. 2 Min. pro Vorlage
Archivgerechte Verpackung der Originale Techn. MA TV-L 9	Ca. 1 Min. pro Vorlage
Chargenweise Aushebung, Transport vor und nach der Digitalisierung, Reponierung Techn. MA TV-L 9/stud. Hilfskraft	Nicht bezifferbar und abhängig von den individuellen Magazinbedingungen
Chargenweise Digitalisierung Techn. MA TV-L 9	Ca. 4-5 Min. pro Vorlage <sup>120</sup>
Erzeugung und ggf. Einbettung der technischen Metadaten in die Bilddateien Wiss. MA TV-L 9	Nicht bezifferbar
Qualitätskontrolle Techn/wiss. MA TV-L 9	Nicht bezifferbar und abhängig von Art der Kontrolle (Vollkontrolle oder Stichprobe) und Umfang
Overhead-Kosten für Projektorganisation und -verwaltung	

### 5.13 Workflows

Entlang der oben beschriebenen Aspekte zur Planung und Vorbereitung eines Digitalisierungsprojektes sollen nachfolgend zwei beispielhafte Workflows für Digitalisierung inhouse oder durch einen externen Dienstleister beispielhaft in ihrer möglichen Abfolge skizziert werden. Im Einzelfall wird eine individuelle Anpassung dieser Workflows an die spezifischen Projektbedingungen erforderlich sein. Gleiches gilt für die Prüfung, inwieweit eine Digitalisierung inhouse oder die Vergabe an einen externen Dienstleister unter konservatorischen und Kosten-Nutzen-Aspekten sinnvoll und möglich ist. Hier sei vor allem auf die im DFG-Produktivpiloten „Digitalisierung von archivalischen Quellen“ zwischen 2013 und 2015 entwickelten Musterworkflows und Entscheidungshilfen verwiesen, an die auch hier angeknüpft werden konnte.<sup>121</sup> Für das weitere

<sup>120</sup> Die Angabe bezieht sich auf die Erzeugung eines hochwertigen Digitalisates mit der Repro-Anlage im DBM.

<sup>121</sup> Vgl. Archivschule Marburg: Eine Handreichung des Produktivpiloten „Digitalisierung von archivalischen Quellen“: Musterworkflow für die Planung und Durchführung einer Inhouse-Digitalisierung und einer Digitalisierung durch einen externen Dienstleister, 2013-2015

Vorgehen zur Online-Stellung von Erschließungsdaten und Digitalisaten sei an dieser Stelle auf den entsprechenden Abschnitt verwiesen (Kap. 5.11).

### *Musterworkflow für Inhouse-Digitalisierung*

<b>1.</b>	<b>Vorbereitung</b>
1.1	Auswahl des zu digitalisierenden Bestandes
1.2	konservatorische und rechtliche Prüfung
1.3	Mindestens Grunderschließung auf Bestandesebene (Erfassung der inhaltlichen, administrativen und rechtlichen Metadaten etc.) und Signierung der Einzelfotos; eine Tiefenerschließung kann optional auch nachgelagert anhand der Digitalisate erfolgen.
1.4	Klärung der organisatorische Rahmenbedingungen
1.5	Festlegung von Digitalisierungstechnik,- verfahren und -parametern
1.6	Anfertigung von Testaufnahmen zur Evaluierung von Parametern und Aufwandsschätzung
1.7	Kalkulation der Kosten und Prüfung einer alternativen externen Vergabe bestimmter Arbeiten
1.8	Reinigung des ausgewählten Bestandes
1.9	Einpacken der Originale in archivgerechtes Material in gepufferte Papierumschläge und Archivkartonagen (ein archivgerechtes Verpacken nach der Digitalisierung setzt einen staubfreien Transport voraus)
<b>2.</b>	<b>Digitalisierung</b>
2.1	Aushebung des Bestandes und falls notwendig vorübergehende Sperrung für die Nutzung
2.2	Chargenweiser Transport zum Digitalisierungsstandort im eigenen Haus
2.3	Chargenweise Digitalisierung nach den durch die Institution festgelegten Parametern (eindeutige Zuordnung zwischen Signatur/Inventarnummer und Dateibenennung beachten)
2.4	Abspeichern des Archiv-Masters
2.5	Erzeugung und ggf. Einbettung der technischen Metadaten in die Bilddateien
<b>3.</b>	<b>Qualitätskontrolle</b>
3.1	Kontrolle jeder digitalisierten Charge gemäß festgelegter Standards (Vollprüfung oder Stichproben) unter Einsatz entsprechender Analysesoftware
3.2	Kategorisierung und Gewichtung von Fehlern je nach Ziel der Digitalisierung
3.3	Auswertung

[http://archivschule.de/uploads/Forschung/Digitalisierung/Handreichungen/Idealtypischer\\_Digitalisierungsworflow\\_fuer\\_Inhouse-\\_und\\_externer\\_Digitalisierung.pdf](http://archivschule.de/uploads/Forschung/Digitalisierung/Handreichungen/Idealtypischer_Digitalisierungsworflow_fuer_Inhouse-_und_externer_Digitalisierung.pdf), abgerufen am 27.01.2017.

<b>4.</b>	<b>Nachbereitung</b>
4.1	Erstellung der Production-Master
4.2	redundante Langzeitspeicherung der Archiv- und Production-Master-Dateien
4.3	Erstellen der Derivate aus den Production-Master-Dateien und ggf. digitale Bearbeitung
4.4	Speicherung der Derivate
4.5	Bereitstellung der Dateien für die Weiterverarbeitung
4.6	Extraktion der Metadaten und ggf. Import in die lokale Datenbank
4.7	Rücktransport und Reponierung der digitalisierten Originale
4.8	Freigabe für die Nutzung

### *Musterworkflow für externe Digitalisierung*

<b>1.</b>	<b>Vorbereitung der Vergabe</b>
1.1	Auswahl des zu digitalisierenden Bestandes
1.2	konservatorische und rechtliche Prüfung
1.3	Klärung der organisatorische Rahmenbedingungen
1.4	Festlegung von Digitalisierungstechnik,- verfahren und -parametern (ggf. in Abstimmung mit potenziellen Dienstleistern)
1.5	Erstellung eines Lastenheftes mit definierten Leistungen und Digitalisierungsparametern
1.6	Durchführung Angebotseinholung/Ausschreibungsverfahren ggf. mit Teststellung
1.7	Evaluierung der Kostenkalkulation und Auftragsvergabe
1.8	Aushebung des Bestandes und Sperrung für die Nutzung
1.9	Mindestens Grunderschließung auf Bestandesebene (Erfassung der inhaltlichen, administrativen und rechtlichen Metadaten etc.) und Signierung der Einzelfotos; eine Tiefenerschließung kann optional auch nachgelagert anhand der Digitalisate erfolgen.
1.10	Reinigung des ausgewählten Bestandes (sofern nicht im Leistungsumfang des Dienstleisters enthalten)
1.11	Archivgerechte Verpackung der Originale
<b>2.</b>	<b>Digitalisierung und Qualitätssicherung</b>
2.1	Transport der Vorlagen zum Dienstleister und Übermittlung der Erschließungsdaten (entfällt bei Digitalisierung durch externen Dienstleister in der bestandshaltenden Institution)
2.2	Digitalisierung einer ersten Charge (gemäß Vereinbarung mit Dienstleister)
2.3	Qualitätskontrolle gemäß geforderter Leistungsparameter (Lastenheft)

2.4	bei Fehlern oder Qualitätsmängeln: Auswertung und Nachdigitalisierung, Erarbeitung vorbeugender Maßnahmen
2.5	Digitalisierung des gesamten Bestandes in Chargen (gemäß Vereinbarung mit Dienstleister)
2.6	Übermittlung der Digitalisate und technischer Metadaten durch den Dienstleister an den Auftraggeber
2.7	Qualitätsprüfung(Vollkontrolle) durch Auftraggeber
	Speicherung des Archiv-Masters
	Erzeugung und ggf. Einbettung der technischen Metadaten in die Bilddateien
2.8	Erstellung von Production-Master-Dateien und ggf. Nutzungsderivaten durch Dienstleister oder Auftraggeber (ggf. kann dies auch durch den Auftraggeber im Zuge der Nachbereitung erfolgen)
2.9	Rücktransport des Bestandes (entfällt bei Digitalisierung durch externen Dienstleister in der bestandshaltenden Institution)
<b>3.</b>	<b>Nachbereitung</b>
3.1	redundante Langzeitspeicherung der Archiv- und Production-Master-Dateien
3.2	Bereitstellung der Dateien für die Weiterverarbeitung
3.3	Extraktion der Metadaten und ggf. Import in die lokale Datenbank
3.4	Reponierung der digitalisierten Originale
3.5	Freigabe für die Nutzung

## **6 Aspekte der Erschließung und Digitalisierung der stereofotografischen Sammlungen des montan.dok**

Abschnitt 6 wurde für die Publikationsfassung in Abstimmung mit dem DLR Projektträger gekürzt, da er interne und bis auf Weiteres als vertraulich eingestufte Daten aus dem Montanhistorischen Dokumentationszentrum enthält. Bei Rückfragen wenden Sie sich bitte an Dr. Stefan Przigoda ([stefan.przigoda@bergbaumuseum.de](mailto:stefan.przigoda@bergbaumuseum.de)).

## Anhang

### Bestandserhebung bei deutschen und europäischen Gedächtniseinrichtungen

Institution	Land	Rückmeldung
Archiv für Zeitgeschichte der ETH Zürich	Schweiz	keine stereofotografischen Überlieferungen
CENTRE HISTORIQUE MINIER, Lewarde	Frankreich	keine Rückmeldung
CICC (Museo del Carbone), Carbonia	Italien	keine stereofotografischen Überlieferungen
DASA, Arbeitswelt Ausstellung, Dortmund	Deutschland, Ruhrgebiet	keine stereofotografischen Überlieferungen
Deutsche Fotothek in der Sächsischen Landesbibliothek - Staats- und Universitätsbibliothek, Dresden	Deutschland	keine Rückmeldung
Deutsches Historisches Museum, Berlin	Deutschland	Stereofotografische Überlieferungen auch zu Industrie und Technik vorhanden, per Vor-Ort-Recherche erfasst
Deutsches Museum, Abteilung Foto + Film, München	Deutschland	Stereofotografische Überlieferungen vorhanden, aber ohne Aufnahmen zu Industrie und Technik, per Vor-Ort-Recherche erfasst
Deutsches Museum, Abteilung Archiv/Bildstelle, München	Deutschland	Stereofotografische Überlieferungen auch zu Industrie und Technik vorhanden, per Vor-Ort-Recherche erfasst
Historisches Archiv Krupp, Essen	Deutschland, Ruhrgebiet	Stereofotografische Überlieferungen auch zu Industrie und Technik vorhanden, per Umfrage erfasst
LA CITÉ DES SCIENCES ET DE L'INDUSTRIE, Paris	Frankreich	keine Rückmeldung
Le Bois du Cazier, Charleroi	Belgien	keine stereofotografischen Überlieferungen
LVR-Industriemuseum Rheinisches Landesmuseum für Industrie- und Sozialgeschichte, Oberhausen	Deutschland, Ruhrgebiet	keine stereofotografischen Überlieferungen
LWL-Industriemuseum, Dortmund	Deutschland, Ruhrgebiet	Stereofotografische Überlieferungen auch zu Industrie und Technik vorhanden, per Vor-Ort-Recherche erfasst
LWL-Medienzentrum für Westfalen,	Deutschland	Stereofotografische Überlieferungen vorhanden, aber ohne Aufnahmen zu

<b>Institution</b>	<b>Land</b>	<b>Rückmeldung</b>
Bild-, Film- und Tonarchiv		Industrie und Technik
Musée de la Photographie, Charleroi	Belgien	Stereofotografische Überlieferungen vorhanden, aber ohne Aufnahmen zu Industrie und Technik
Musée des arts et métiers, Paris	Frankreich	keine Rückmeldung
Musée Français de la Photographie, Paris	Frankreich	keine Rückmeldung
Museum of Walloon Life, Liège	Belgien	keine Rückmeldung
Muzeum Górnictwa, Zabrze	Polen	keine stereofotografischen Überlieferungen
National Coal Mining Museum for England	England	Stereofotografische Überlieferungen auch zu Industrie und Technik vorhanden, per Umfrage erfasst
National Technical Museum Prague	Tschechien	Stereofotografische Überlieferungen aber ohne Aufnahmen zu Industrie und Technik, per Vor-Ort-Recherche erfasst
Ruhr Museum, Fotoarchiv/ Fotografische Sammlung, Essen	Deutschland, Ruhrgebiet	Stereofotografische Überlieferungen auch zu Industrie und Technik vorhanden, per Vor-Ort-Recherche erfasst
Schweizerisches Nationalmuseum, Zürich	Schweiz	Stereofotografische Überlieferungen auch zu Industrie und Technik vorhanden, per Umfrage erfasst
Stiftung Deutsches Technikmuseum Berlin, Historisches Archiv	Deutschland	Stereofotografische Überlieferungen auch zu Industrie und Technik vorhanden, per Vor-Ort-Recherche erfasst
Stiftung Rheinisch-Westfälisches Wirtschaftsarchiv zu Köln	Deutschland	Stereofotografische Überlieferungen auch zu Industrie und Technik vorhanden, per Vor-Ort-Recherche erfasst
Stiftung Westfälisches Wirtschaftsarchiv, Dortmund	Deutschland, Ruhrgebiet	keine Rückmeldung
sv:dok Dokumentations- und Forschungsstelle der Sozialversicherungsträger e.V., Bochum	Deutschland, Ruhrgebiet	keine stereofotografischen Überlieferungen
Technisches Museum Wien	Österreich	Stereofotografische Überlieferungen vorhanden, aber ohne Aufnahmen zu Industrie und Technik
Tekniska museet, Stockholm	Schweden	Stereofotografische Überlieferungen vorhanden, aber ohne Aufnahmen zu

<b>Institution</b>	<b>Land</b>	<b>Rückmeldung</b>
		Industrie und Technik
The National Science and Media Museum (Part of the Science Museum Group)	England	Stereofotografische Überlieferungen vorhanden, aber ohne Aufnahmen zu Industrie und Technik
thyssenkrupp Konzernarchiv, Duisburg	Deutschland, Ruhrgebiet	keine stereofotografischen Überlieferungen
TU Bergakademie Freiberg Institut für Industriearchäologie, Wissenschafts- und Technikgeschichte	Deutschland	keine stereofotografischen Überlieferungen

## Fragebogen zur Bestandserhebung

Der Fragebogen wurde in einer deutschen und englischen Sprachfassung erstellt und versandt. Hier ist nur die deutsche Fassung wiedergegeben.



Projekt „Erstellung eines Digitalisierungskonzeptes.  
Fremde Welten in 3D.“

GEFÖRDERT VOM



## Fragebogen

zu historischen Stereofotografien in Archiven, Museen und anderen Gedächtniseinrichtungen in  
Deutschland und Europa

Name der Institution

Ansprechpartner

Telefon

Email

Land

Bundesland

Datum

**1. Welche inhaltlichen Schwerpunkte gibt es?** (bitte kurz und stichwortartig angeben)

**2. Aus welchem Zeitraum stammen die Stereofotografien?** (z.B. 1930-1950)

**3. Können Sie den Gesamtumfang beziffern?** (ungefähre Stückzahl)

**4. Wie hoch schätzen Sie den Anteil folgender Materialien?** (bitte ankreuzen)

	keine	wenige	mittel	viele	sehr viele
Glas- Negative	<input type="checkbox"/>				
Glas-Positive (Dias)	<input type="checkbox"/>				
Film-Negative	<input type="checkbox"/>				
Film-Positive (Dias)	<input type="checkbox"/>				
Stereokarten	<input type="checkbox"/>				
Positivabzüge	<input type="checkbox"/>				
Sonstiges*	<input type="checkbox"/>				

\*Sonstiges (bitte ggf. erläutern):

**5. Wie hoch schätzen Sie den Anteil schwarz-weißer und farbiger Stereofotografien?**

SW  %      Farbe

**6. Können Sie die (2 – 3 wichtigsten) Provenienzstellen bzw. Überlieferungsbildner nennen?**

**7. Kennen Sie zeitgenössische Verwendungszusammenhänge Ihrer Stereofotografien** (z.B. Lehre, Ausstellung/Museum)

**8. Sind Ihnen korrespondierende Überlieferungen in Ihrem Haus bekannt?**

ja  nein

**9. Auf welche Weise sind die Stereofotografien dokumentiert?**

mündliche Dokumentation  Datenbank  Schriftlich (Kartei, Eingangsbuch)

Weiteres:

**10. Sind Ihnen die Inhaber der Nutzungsrechte an den Stereofotografien bekannt und/oder besitzen Sie selbst Nutzungsrechte?**

ja  nein  teilweise

Welche Institution hat (teilweise) Nutzungsrechte

**11. Liegen Ihnen Stereofotografien bereits in digitaler Form vor?**

ja  nein  unbekannt

Wenn JA, durch wen wurden die Stereofotografien digitalisiert?

Inhouse Digitalisierung

Digitalisierung durch externen Dienstleister

**12. Sind Ihnen weitere größere Sammlungen/Überlieferungen von Stereofotografien in anderen Archiven, Museen oder Gedächtniseinrichtungen bekannt?** (Angabe der Institution)

## Erfassung der stereofotografischen Überlieferungen im montan.dok.

Der Anhang wurde für die Publikationsfassung in Abstimmung mit dem DLR Projektträger gekürzt, da er interne und bis auf Weiteres als vertraulich eingestufte Daten aus dem Montanhistorischen Dokumentationszentrum enthält. Bei Rückfragen wenden Sie sich bitte an Dr. Stefan Przigoda (stefan.przigoda@bergbaumuseum.de).

## Konservatorische Zustandsbewertung einer Stichprobe aus den stereofotografischen Überlieferungen im montan.dok

Der Anhang wurde für die Publikationsfassung in Abstimmung mit dem DLR Projektträger gekürzt, da er interne und bis auf Weiteres als vertraulich eingestufte Daten aus dem Montanhistorischen Dokumentationszentrum enthält. Bei Rückfragen wenden Sie sich bitte an Dr. Stefan Przigoda (stefan.przigoda@bergbaumuseum.de).

## Berechnung der möglichen Tiefenauflösung

Annahme 1: es handelt sich vermutlich bei der verwendeten Kamera um ein Rolleidoscop der Firma Francke & Heidecke mit einer Brennweite von 75mm und einer Objektivbasis von 65mm welche im Format 6X13 aufnimmt.<sup>122</sup>

Der horizontale Bildwinkel  $\alpha_h$  ist gegeben als:

$$[4.9.3] \alpha_h = 2 \times \tan^{-1} \left( \frac{b}{2 \times f} \right)$$

Mit: Bildbreite b; Brennweite f=75mm.

Bei einer Digitalisierung mit einer Auflösung von 2000 dpi ergibt sich eine Pixelbreite von  $\frac{1}{78,74}$ mm.

$$[4.9.4] 2000 \frac{pix}{inch} \div 25,4 \frac{mm}{inch} = 78,74 \frac{pix}{mm}$$

Um den Bildwinkeläquivalent eines Pixels zu bestimmen wird im folgenden  $b = \frac{1}{78,74}$ mm angenommen.

Um zwei Linien getrennt darstellen zu können, benötigt man eine Mindeststrecke von 2 Pixeln. Aus [4.9.4] folgt damit,  $b = \frac{2}{78,74}$ mm.

Einsetzen liefert:

$$[4.9.5] \alpha_{h,min} = 2 \times \tan^{-1} \left( \frac{\frac{2}{78,74} mm}{2 \times 75 mm} \right) = 0,0194^\circ$$

Diese Betrachtung bezieht sich auf eine optimale Digitalisierung mit einer vollständigen Wiedergabe der Ortsfrequenzen.

Um die Tiefenauflösung zu ermitteln setzt man den minimalen horizontalen Bildwinkel  $\alpha_{h,min}$  in die Formel zur Bestimmung des nutzbaren Bereiches (Kap. 1.1, Fußnote 3) ein.

$$[4.9.6] \Delta l = \frac{b}{2 \times \tan(\alpha - \alpha_{h,min})} - \frac{b}{2 \times \tan(\alpha)}$$

---

<sup>122</sup> [http://www.stereoskopie.com/Stereokameras/Heidoscop/body\\_heidoscop.html](http://www.stereoskopie.com/Stereokameras/Heidoscop/body_heidoscop.html) (abgerufen am 22.06.17)

### **Apparative Ausstattung im Bereich Dokumentation und Digitalisierung im DBM**

Der Anhang wurde für die Publikationsfassung in Abstimmung mit dem DLR Projektträger gekürzt, da er interne und bis auf Weiteres als vertraulich eingestufte Daten aus dem Montanhistorischen Dokumentationszentrum enthält. Bei Rückfragen wenden Sie sich bitte an Dr. Stefan Przigoda ([stefan.przigoda@bergbaumuseum.de](mailto:stefan.przigoda@bergbaumuseum.de)).

## Bibliographie

### Grundlagen und Geschichte der Stereofotografie

Abring, Hans-Dieter (1985): Von Daguerre bis heute, Bd. 3, Herne 1985.

Bantjes, Rod (2015): Reading Stereoviews. The Aesthetic of Monstrous Space, in: History of Photography 39/1, S. 33-55, DOI:10.1080/03087298.2015.1004259

Bestandserhaltungsausschuss der Konferenz der Leiterinnen und Leiter der Archivverwaltungen des Bundes und der Länder (KLA) (2016): Bilder und Töne bewahren, in: Archivar, 69, (2016), S. 352-360. ([http://www.archive.nrw.de/archivar/hefte/2016/Ausgabe\\_4/Ausgabe\\_4-16.pdf](http://www.archive.nrw.de/archivar/hefte/2016/Ausgabe_4/Ausgabe_4-16.pdf)), abgerufen am 23.08.2017.

Blunck, David (2008): Zugleich körperlich und bewegt!. Antoine Claudet, Jules Duboscq und die Anfänge der stroboskopischen Stereofotografie, in: Fotogeschichte 109, (2008), S. 15-25.

Brewster, David (1856): The Stereoscope. Its History, Theory, and Construction With Its Application to the Fine and Useful Arts and to Education, London 1856.

Buberl, Brigitte (1999): Enttäuschte Erwartungen. Fotografien und ihr Wahrheitsanspruch im „Dritten Reich“, in: Jacob, Volker (Hrsg.): Lichtbilder auf Papier. Fotografie in Westfalen 1860-1960, Münster 1999, S. 139-150.

Buddemeier, Heinz (1970): Panorama, Diorama, Photographie. Entstehung und Wirkung neuer Medien im 19. Jahrhundert, München 1970.

Christiansen, Jörn (Hrsg.) (2001): Das verführte Auge. Wege in die 3. Dimension, Bremen 2001.

Crary, Jonathan (1985): Notes on the Kaleidoscope and Stereoscope, in: Journal: A Contemporary Arts Magazine, No.5, 1985, S. 38-41, 1985 ([https://itp.nyu.edu/classes/mindseye-spring2014/files/2015/01/Crary\\_Techniques.pdf](https://itp.nyu.edu/classes/mindseye-spring2014/files/2015/01/Crary_Techniques.pdf)), abgerufen am 02.01.2017

Crary, Jonathan (1988): Techniques of the Observer. On Vision and Modernity in the Nineteenth Century, in: October, Vol. 45, 1988, S. 3-35, ([https://itp.nyu.edu/classes/mindseye-spring2014/files/2015/01/Crary\\_Techniques.pdf](https://itp.nyu.edu/classes/mindseye-spring2014/files/2015/01/Crary_Techniques.pdf)), abgerufen am 04.01.2017

Dommer, Olge (2012): Licht und Schatten – in Mono und Stereo. Zur Industriefotografie im Ruhrgebiet, in: Siebeneicker, Arnulf (Hrsg.): Kaiser, Kohle und Kanal in 3D.Stereofotografie von 1900 bis heute, Klartext Verlag, Essen 2012, S. 16-21

Dupke, Thomas (2017): Zur Geschichte der Bergbaufotografie – Facetten der Werksfotografie im Steinkohlenbergbau, in: DER ANSCHNITT, 69 (2017), S. 233-248.

Eicher, Thomas (2012): Das Kaiser-Panorama. 3D-Illusionskunst von gestern in Endlosschleife, in: Siebeneicker, Arnulf (Hrsg.): Kaiser, Kohle und Kanal in 3D.Stereofotografie von 1900 bis heute, Klartext Verlag, Essen 2012, S. 28-35.

Emde, Thomas/Fuhrmann, Uwe (2010): Ruhrgebiet in 3D. Industriedenkmäler, Gudensberg-Gleichen 2010.

Farrenkopf, Michael (2017): Stereo-Panoramen des Deutschen Bergbau-Museums Bochum: Objekte zur Entdeckung einer authentischen Arbeitswelt des Bergmanns, in: Eser, Thomas u. a. (Hrsg.): Authentisierung im Museum. Ein Werkstatt-Bericht, Mainz 2017, S. 69-81, (<https://books.ub.uni-heidelberg.de/propylaeum/reader/download/297/297-30-79006-1-10-20170921.pdf>), abgerufen am 26.02.2018.

Fitzner, Sebastian (2008): Raumrausch und Raumsehnsucht. Zur Inszenierung der Stereofotografie im Dritten Reich, in: Fotogeschichte 28, Nr. 109 (2008), S. 25-37. (<http://archiv.ub.uni-heidelberg.de/artdok/volltexte/2011/1586>), abgerufen am 23.08.2017.

- Grebe, Stefanie/Grütter, Theodor (2018): Josef Stoffels. Steinkohlenzechen – Fotografien aus dem Ruhrgebiet, Essen 2018.
- Hägele, Ulrich/ Ziehe, Irene (Hgg.) (2013): Fotografie und Film im Archiv. Sammeln, Bewahren, Erforschen, Visuelle Kultur. Studien und Materialien 6, Münster u. a., 2013
- Hannig, Jürgen (2000): Kruppsche Werks- und Familienfotografie als Quelle, in Tenfelde, Klaus (Hrsg.): Bilder von Krupp. Fotografie und Geschichte im Industriezeitalter, München, 2.Aufl., 2000, S. 269-288.
- Helmholtz, Hermann von (1867/1896): Handbuch der physiologischen Optik, Hamburg/Leipzig 1867/1896.
- Hick, Ulrike (1999): Geschichte der optischen Medien, München 1999.
- Hoffmann, Albrecht (2002): Das Stereoskop. Geschichte der Stereoskopie. Materialien für die betriebliche Ausbildung. Technikgeschichte und Berufsbildung. Modelle und Rekonstruktionen, 2. Aufl., München 2002.
- Hofmann, Rainer (2011): Neue Normen - Archivierung von Filmmaterialien, in: Rundbrief Fotografie 18/2, (2011), S. 5.
- Holmes, Oliver Wendell (2011): Spiegel mit einem Gedächtnis. Essays zur Photographie. Mit weiteren Dokumenten, hrsg. und komm. von Michael C. Frank/Bernd Stiegler, München 2011.
- Jacob, Volker (Hrsg.) (1999): „Hierorts bestehen [...] mehreren Ateliers, welche sämtlich vollauf beschäftigt sind.“ Aspekte der Entwicklung des Mediums Fotografie in Westfalen des 19. Jahrhunderts, in: (ders.): Lichtbilder auf Papier. Fotografie in Westfalen 1860-1960, Ausstellungskatalog, Münster 1999, S. 53-64.
- Jäger, Jens (2009): Fotografie und Geschichte, Frankfurt a.M. 2009.
- Jakob, Volker/Sagurna, Stephan (2014): FRONT 14/18. Der Erste Weltkrieg in 3D, Steinfurt 2014.
- Karge, Annelen (2010): Aber an Farbe hängt, nach Farbe drängt doch alles. Farbige 3-D-Perspektiven ab 1880, in: Rundbrief Fotografie 17/4 (2010), S. 14-17.
- Kemner, Gerhard (Hrsg.) (1989): Stereoskopie. Technik, Wissenschaft, Kunst und Hobby (Ausstellungskatalog Museum für Verkehr und Technik Berlin), Berlin 1989.
- Kosok, Lisa/Rahner, Stefan (Hrsg.) (1999): Industrie und Fotografie. Sammlungen in Hamburger Unternehmensarchiven, Hamburg/München 1999.
- Kramer, Klaus (2006): Allgemeine Richtlinien für die Langzeitarchivierung von fotografischem Material in Museen und Archiven, 2006, ([http://www.klaus-kramer.de/Richt/ric\\_top.html](http://www.klaus-kramer.de/Richt/ric_top.html)), abgerufen am 24.08.2017.
- Kröger, Michael (1983): Begrenzter Raum, erfahrene Zeit: Der stereoskopische Blick im 19. Jahrhundert, in: Fotogeschichte 3, Heft 7 (1983) S. 19-24.
- Krüpfganz, Mandy/Schreyer, Angela (2010): Gut durchdacht ist halb gewonnen. Zur Konzeption eines digitalen Bildarchivs, in: Rundbrief Fotografie 17/3, (2010), S. 15-20.
- Kuhn, Gerhard (1999): Stereofotografie und Raumbildprojektion. Theorie und Praxis, Geräte, Materialien, Gilching 1999.
- Layer, Harold A. (1979): Stereoscapy. Where Did It Come From? Where Will It Lead?, in: Exposure 17, No. 3 (1979), S. 34-48.
- Leonhardt, Nic (2016): Durch Blicke im Bild. Stereoskopie im 19. und frühen 20. Jahrhundert, Berlin 2016.

- Lesniewski, Regina (2009): Das Bildarchiv des Landesmuseums für Technik und Arbeit in Mannheim. Vom traditionellen zum modernen Bildarchiv, in: Rundbrief Fotografie 16/2, (2009), S. 15-19.
- Lorenz, Dieter (1983): „Der Raumbild-Verlag Otto Schönstein. Zur Geschichte der Stereoskopie“, in: Kultur und Technik 4 (1983), S. 210-220.
- Lorenz, Dieter (1987): Das Stereobild in Wissenschaft und Technik. Ein dreidimensionales Bilderbuch, Köln 1987.
- Lorenz, Dieter (2010a): Das Kaiserpanorama. Ein Unternehmen des August Fuhrmann, München 2010.
- Lorenz, Dieter (2010b): Von Kafka bis Benjamin – Das Kaiser-Panorama in der Literatur, in: Rundbrief Fotografie 17/4, (2010), S. 17-19.
- Lorenz, Dieter (2012): Fotografie und Raum, Beiträge zur Geschichte der Stereoskopie, Münster 2012.
- Lorenz, Dieter/ Pohlmann, Ulrich (Hrsg.) (2010): Das Kaiserpanorama. Ein Unternehmen des August Fuhrmann, Münchner Stadtmuseum, Sammlung Fotografie, München, 2010.
- Lorenz, Dieter: Die dritte Dimension im Buch – Technik und Geschichte stereotypischer Illustrationen, in: Rundbrief Fotografie 15/4, 2008, S. 8-13.
- Matz, Reinhard (1987): Industriefotografie. Aus den Firmenarchiven des Ruhrgebiets, Essen 1987.
- May, Maren (2012): Bildarchiv und Denkmalpflege. Die Bildsammlung im Landesamt für Denkmalpflege Sachsen, in: Rundbrief Fotografie 19/2, (2012), S. 22-25.
- Newhall, Beaumont (1989/1998): Geschichte der Photographie, München 1989/1998 (Deutsche Übersetzung aus dem Amerikanischen von Reinhard Kaiser).
- Oettermann, Stephan (1980): Das Panorama. Die Geschichte eines Massenmediums, Frankfurt am Main 1980.
- Okonnek, Andreas (2016): Digitale Archivierung im Kommunalbereich: Erste Schritte in der Praxis, in: Archivar 69/1, (2016), S. 22-24.
- Parmeggiani, Paolo (2016): Between the point of view and the point of being. The space of the stereoscopic tours, in: International Journal of Film and Media Arts 1, Nr. 2, (2016), S. 34-47. ([https://www.academia.edu/30570869/Between\\_the\\_Point\\_of\\_View\\_and\\_the\\_Point\\_of\\_Being\\_the\\_Space\\_of\\_the\\_Stereoscopic\\_tours](https://www.academia.edu/30570869/Between_the_Point_of_View_and_the_Point_of_Being_the_Space_of_the_Stereoscopic_tours)) abgerufen am 04.01.2017.
- Pietsch, Werner (1959): Stereofotografie. Die theoretischen Grundlagen der Stereoskopie. Einführung in die Fototechnik und praktische Ratschläge für die Aufnahme, Berlin 1959.
- Pietschmann, Daniel (2014): Spatial Mapping in virtuellen Umgebungen. Der Einfluss von Stereoskopie und Natural Mapping auf die User Experience, Dissertation, Technische Universität Chemnitz, 2014.
- Plunkett, John (2013): Feeling Seeing. Touch, Vision and the Stereoscope, in: History of Photography, 37/4, (2013), S. 389-396, DOI: 10.1080/03087298.2013.785718 (<http://dx.doi.org/10.1080/03087298.2013.785718>), abgerufen am 04.01.2017.
- Przigoda, Stefan (2018): Grenzziehungen – Bergbau-Darstellungen im Industriefilm, in: Berger, Stefan (Hrsg.): Bergbaukulturen in internationaler Perspektive. Diskurse und Imaginationen (im Druck, erscheint 2018).
- Rauschgatt, Doris (1999): Alois Polanecky (1926-1911). Der Pionier des Kaiserpanoramas und sein „Glas-Stereogramm-Salon, in: Fotogeschichte 9/72, (1999), S. 15-28.

- Schiavo, Laura Burd (2003): From Phantom Image to Perfect Vision: Physiological Optics, Commercial Photography and the Popularization of the Stereoscope, in: Lisa Gitelman/ Geoffrey B. Pingree (Hgg.): New Media 1740-1915, Cambridge/MA u.a. 2003, S. 113-138.
- Schönfeld, Jochen (1998): Die Stereoskopie. Zu ihrer Geschichte und ihrem medialen Kontext, Magisterarbeit, Universität Tübingen, 1998.
- Schröter, Jens (2009a): 3D. Zur Geschichte, Theorie und Medienästhetik des technisch-transparenten Bildes, München 2009.
- Schröter, Jens (2009b): Politiken des Raumbildes. Stereoskopien im Dritten Reich und bei Thomas Ruff, in: Barck, Joanna u. a. (Hrsg.): Das Raumbild. Bilder jenseits ihrer Flächen, München 2009, S. 199-212.
- Schröter, Jens (2010): Das transplene Bild. Raumwissen jenseits der Perspektive, in: Lange, Barbara (Hrsg.): Raum – Wissen –Medium 2: Wahrnehmung im Blick, Tübingen 2010 (URI: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:21-opus-44867>), abgerufen am 26.02.2018.
- Schröter, Jens (2014): Handbuch Medienwissenschaft, Stuttgart 2014.
- Senf, Erhard (1989): Entwicklungsphasen der Stereofotografie, in: Gerhard Kemner (Hrsg.): Stereoskopie. Technik, Wissenschaft, Kunst und Hobby (Ausst.-Kat. Museum für Verkehr und Technik Berlin), Berlin 1989, S. 18-32.
- Siebenecker, Arnulf (2012): Kaiser, Kohle und Kanal in 3D. Stereofotografie von 1900 bis heute, Essen 2012.
- Starl, Timm (1982): „Mosaik“, Stereo und Serienbild. Anmerkungen zur Vorgeschichte des Films, in: Fotogeschichte 2, Heft 3 (1982), S. 43-52.
- Starl, Timm (2008): Zur Dimension von Stereobildern, in: Fotogeschichte 28, Heft 109, (2008), S. 5-7.
- Stenger, Erich (1937): Zur Geschichte der Stereokamera, in: Das Raumbild. Monatszeitschrift für die gesamte Stereoskopie und ihre Grenzgebiete 3, Band 6 und 7, (1937).
- Stiegler, Bernd (2001): Philologie des Auges. Die photographische Entdeckung der Welt im 19. Jahrhundert, München 2001.
- Stiegler, Bernd (2015): Das Gesetz der Serie. Stereofotografien als Erkundung visueller Spielräume im 19. Jahrhundert, in: AugenBlick, Konstanzer Hefte zur Medienwissenschaft, Heft 62/63, (2015), S. 7-16.
- Stöger, Jörg (2009): Die Realismusmaschine. Stereoskopie im Diskurs medialer Bildlichkeit, Diplomarbeit, Universität Wien, 2009.
- Stremmel, Ralf (2017): Industrie und Fotografie. Der „Bochumer Verein für Bergbau und Gusstahlfabrikation“, 1854-1926, Münster 2017.
- Tenfelde, Klaus (2000): Geschichte und Fotografie bei Krupp, in: Ders. (Hrsg.), Bilder von Krupp. Fotografie und Geschichte im Industriezeitalter, 2.Auflage, München 2000, S. 305-320.
- Tillmanns, Urs (1981): Geschichte der Photographie. Ein Jahrhundert prägt ein Medium, Stuttgart 1981.
- Timby, Kim (2016): Glass Transparencies. Marketing Photography's Luminosity and Precision, in: PhotoResearcher 25, (2016), ([https://www.academia.edu/23363210/Glass\\_Transparencies\\_Marketing\\_Phographys\\_Luminosity\\_and\\_Precision\\_2016](https://www.academia.edu/23363210/Glass_Transparencies_Marketing_Phographys_Luminosity_and_Precision_2016) ), abgerufen am 04.01.2017
- Unverferth, Gabriele/Kroker, Evelyn (1990): Der Arbeitsplatz des Bergmanns in historischen Bildern und Dokumenten, Bochum 1990.

Vierling, Otto (Hrsg.) (1965): Die Stereoskopie in der Photographie und Kinematographie, Stuttgart 1965.

Wade, Nicholas J. (1983): Brewster and Wheatstone on Vision, London/ New York 1983.

Wengenroth, Ulrich (2000): Die Fotografie als Quelle der Arbeits- und Technikgeschichte, in: Tenfelde, Klaus (Hrsg.), Bilder von Krupp. Fotografie und Geschichte im Industriezeitalter, 2.Auflage, München 2000, S. 305-320.

Wilson, Eva (2014): Seeing Double – Welt, Raum und Betrachter in der frühen Stereoskopie, in: Rundbrief Fotografie 21, No.1/2, (2014), S. 25-36.

Wirth, Hannes (2012): Die dritte Dimension. Technik und Geschichte der Stereoskopie in: Siebenecker, Arnulf (Hrsg.): Kaiser, Kohle und Kanal in 3D. Stereofotografie von 1900 bis heute, Essen 2012, S. 10-15.

Zimmermann, Clemens (2004): Zur Definition der Industriefotografie. Von der Hochindustrialisierung bis zu den dreißiger Jahren, in: Herrmann, Hans-Walter/Hudemann, Rainer/Kell, Eva (Hrsg.): Forschungsaufgabe Industriekultur. Die Saarregion im Vergleich, Saarbrücken 2004, S. 375-389.

Zimmermann, Yvonne (2011): Dokumentarischer Film: Auftragsfilm und Gebrauchsfilm, in: Dies. (Hrsg.): Schaufenster Schweiz. Dokumentarische Gebrauchsfilme 1896-1964, Zürich: Limmat 2011, S. 33-139.

### **Dokumentation, Konservierung und Digitalisierung**

Altenhöner, Reinhard (2015): Digitalisierung und die DDB, in: Becker, Irmgard Christa/Oertel, Stephanie (Hrsg.): Digitalisierung im Archiv - Neue Wege der Bereitstellung des Archivguts, Archivschule Marburg 2015, S. 181-212

Anderson, Cokie G./Maxwell, David C. (2004): Starting a Digitization Center, Chandos Publishing, Oxford/ Rollinsford, 2004.

Archivschule Marburg (2015a): Entscheidungshilfe Inhouse-Digitalisierung oder externe Digitalisierung. Eine Handreichung des Produktivpiloten „Digitalisierung von archivalischen Quellen“, 2015, ([http://archivschule.de/uploads/Forschung/Digitalisierung/Handreichungen/Entscheidungshilfe\\_Inhouse-\\_oder\\_externer\\_Digitalisierung.pdf](http://archivschule.de/uploads/Forschung/Digitalisierung/Handreichungen/Entscheidungshilfe_Inhouse-_oder_externer_Digitalisierung.pdf)), abgerufen am 27.01.2017.

Archivschule Marburg (2015b): Musterworkflow für die Planung und Durchführung einer Inhouse-Digitalisierung und einer Digitalisierung durch einen externen Dienstleister. Eine Handreichung des DFG-Produktivpiloten Digitalisierung von archivalischen Quellen, 2015, ([http://archivschule.de/uploads/Forschung/Digitalisierung/Handreichungen/Idealtypischer\\_Digitalisierungsworflow\\_fuer\\_Inhouse-\\_und\\_externer\\_Digitalisierung.pdf](http://archivschule.de/uploads/Forschung/Digitalisierung/Handreichungen/Idealtypischer_Digitalisierungsworflow_fuer_Inhouse-_und_externer_Digitalisierung.pdf)), abgerufen am 27.01.2017.

Archivschule Marburg (2015c): Rahmen-Abschlussbericht des Produktivpiloten „Digitalisierung von archivalischen Quellen“ (öffentliche Fassung), 2015, ([http://archivschule.de/uploads/Forschung/Digitalisierung/Ergebnisse/Rahmen-Abschlussbericht\\_DFG-Projekt\\_Digitalisierung\\_archivalischer\\_Quellen.pdf](http://archivschule.de/uploads/Forschung/Digitalisierung/Ergebnisse/Rahmen-Abschlussbericht_DFG-Projekt_Digitalisierung_archivalischer_Quellen.pdf)), abgerufen am 27.01.2017.

Bauer, Elke (2015): Analoge Bildarchive auf dem Weg ins digitale Zeitalter - Chancen und Herausforderungen für die Bereitstellung und Benutzung bildhafter Materialien, in: Becker, Irmgard Christa/Oertel, Stephanie (Hrsg.): Digitalisierung im Archiv - Neue Wege der Bereitstellung des Archivguts, Archivschule Marburg 2015, S. 61-74.

- Becher, Jürgen (2017): Dem Vergessen entrissen. Die Digitalisierung der historischen Kleinbilddiasammlung der Stiftung Preußische Schlösser und Gärten Berlin-Brandenburg, in: Rundbrief Fotografie Vol. 24, No.1, (2017), S. 31-39.
- Becker, Irmgard Christa/Rehm, Clemens (Hrsg.) (2017): Archivrecht für die Praxis. Ein Handbuch, München 2017.
- Browne, Mark (2004): Die Erwärmung von fotografischen Materialien durch Flachbettscanner, in: Rundbrief Fotografie, Vol.11, No.1, (2004), S. 9-11, (Übersetzung von Jürgens, Martin).
- Brübach, Nils (2017): Zur archivischen Erschließung von Filmen und Fotos mit Normdaten, in: Archivpflege in Westfalen und Lippe 87, 2017, S. 16-19.
- Bulle, Klaus (2004): Good Practice beim Aufbau digitaler Bildarchive, in: Rundbrief Fotografie, Vol.11, No.2, (2004), S. 33-36.
- Bullinger, Winfried u. a. (Hrsg.) (2010): Urheberrechte in Museen und Archiven, Baden-Baden 2010.
- Bundesarchiv (2014): Bilddigitalisierung im Bundesarchiv, 2014 ([http://www.bundesarchiv.de/DE/Content/Downloads/Aus-unserer-Arbeit/bilddigitalisierung-2017.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bundesarchiv.de/DE/Content/Downloads/Aus-unserer-Arbeit/bilddigitalisierung-2017.pdf?__blob=publicationFile)), abgerufen am 14.02.2018
- Burns, Peter D./Williams, Don (2007): Ten Tips for Maintaining Digital Image Quality, in: Proc. IS&T Archiving Conference, 2007, S. 16-22. (<http://burnsdigitalimaging.com/wp-content/uploads/50Arch07BurnsWilliams.pdf>), abgerufen am 23.08.2017.
- Burns, Peter D./Williams, Don (2008a): Measuring and Managing Digital Image Sharpening, in: Proc. IS&T Archiving Conf., 2008, S. 89-93 (<http://burnsdigitalimaging.com/wp-content/uploads/52Arch08WilliamsBurns1.pdf>), abgerufen an 23.08.2017.
- Burns, Peter D./Williams, Don (2008b): Sampling Efficiency in Digital Camera Performance Standards, in Proc. SPIE Vol. 6808, 2008. (<http://burnsdigitalimaging.com/wp-content/uploads/51E108BurnsWilliams1.pdf>), abgerufen am 23.08.2017.
- Burns, Peter D./Williams, Don (2016): Going Mobile: Evaluating Smartphone Capture for Collections, in: Proc. IS&T Archiving Conf., ohne Erscheinungsort 2016. ([http://losburns.com/imaging/pbpubs/70BurnsWilliams\\_Arch2016.pdf](http://losburns.com/imaging/pbpubs/70BurnsWilliams_Arch2016.pdf)), abgerufen am 23.08.2017.
- Burns, Peter D./Williams, Don (2017): A Decade of Experience with Digital Imaging Performance Guidelines. The Good, the Bad, and the Missing, in: Proceedings IS&T Archiving Conference, 2017 S. 165-169. ([http://losburns.com/imaging/pbpubs/73Williams\\_Burns\\_Arch2017.pdf](http://losburns.com/imaging/pbpubs/73Williams_Burns_Arch2017.pdf)), abgerufen am 23.08.2017.
- Caraffa, Costanza (2012): „Cimelia Photographica“ – Zum Umgang mit historischen Fotografien im Archiv, in: Rundbrief Fotografie 19/2, 2012, S. 8-13.
- Deutsche Forschungsgemeinschaft (2016): DFG-Praxisregeln „Digitalisierung“, 12/16, 2016. ([http://www.dfg.de/formulare/12\\_151/12\\_151\\_de.pdf](http://www.dfg.de/formulare/12_151/12_151_de.pdf)), abgerufen am 14.2.2017.
- Dormolen, Hans (2012): Metamorfoze Preservation Imaging Guidelines. Image Quality, version 1.0, Den Haag 2012. ([https://www.metamorfoze.nl/sites/metamorfoze.nl/files/publicatie\\_documenten/Metamorfoze\\_Preservation\\_Imaging\\_Guidelines\\_1.0.pdf](https://www.metamorfoze.nl/sites/metamorfoze.nl/files/publicatie_documenten/Metamorfoze_Preservation_Imaging_Guidelines_1.0.pdf)), abgerufen am 14.02.2018.
- Dusil, Stefan (2008): Zwischen Benutzung und Nutzungssperre. Zum urheberrechtlichen Schutz von archivierten Fotografien, in: Archivar, 61, 2008, S. 124-132.
- Eder, Hendrik (2010): Bericht über die Durchführung einer Schadensanalyse im Staatsarchiv Hamburg, in: Reimann, Norbert/Bockhorst, Wolfgang (Hrsg.), Archivpflege in Westfalen-Lippe Heft 72, (2010), S. 19-28.

- Enge, Jürgen/Lurk, Tabea (2012): Digitale Archive als hybride Wissensräume – Strukturbildungsprozesse an der Schwelle zwischen digitaler Überlieferung und digitaler Wissensvermittlung, in: Rundbrief Fotografie, Vol.19, No.3, (2012), S. 5-10.
- Fähle, Daniel u.a. (2015): Archivportal-D. Funktionalität, Entwicklungsperspektiven und Beteiligungsmöglichkeiten, in: Archivar 68/1, (2015), S. 10-19.
- Fellner-Feldhaus, Manuela/Pollmeier, Klaus (2010): „Die Bilder müßten für mehrere Jahre vorhalten [...]“. Bestandserhaltungsmaßnahmen an den Fotobeständen im Historischen Archiv Krupp, in: Rundbrief Fotografie, Vol.17, No.2, (2010), S. 5-11.
- Fernengel, Birgit (2006): Sammeln, Bewahren und Vermitteln: Fotosammlungen in Bibliotheken/Digitale Archive, in: AKMB-news, Informationen zu Kunst, Museum und Bibliothek, Bd.12, Nr. 1, (2006), S. 37-39.
- Fricke, Thomas (2004): Bereitstellung digitalisierter Archivalien im Internet. Beschreibung eines Workflows, in: Fricke, Thomas/Maier, Gerald (Hrsg.): Kulturgut aus Archiven, Bibliotheken und Museen im Internet. Neue Ansätze und Techniken, Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart 2004, S. 187-195
- Geller, Birgit (2007): Gute Umgangsformen - Grundlagen der Konservierung von Fotobeständen, in: Reimann, Norbert/Bockhorst, Wolfgang (Hrsg.), Archivpflege in Westfalen-Lippe Heft 67, (2007), S. 58-64.
- Generaldirektion der Staatlichen Archive Bayerns (2015a): Typische Vorschädigungen und Gefahren durch den Scanvorgang. Empfehlungen zum archivalischschonenden Scannen. Eine Handreichung des DFG-Produktivpiloten Digitalisierung von archivalischen Quellen, 2015. ([https://www.archivschule.de/uploads/Forschung/Digitalisierung/Handreichungen/Typische\\_Vorschädigungen\\_und\\_Gefahren\\_durch\\_den\\_Scanvorgang\\_Empfehlungen\\_zum\\_archivalischschonenden\\_Scannen.pdf](https://www.archivschule.de/uploads/Forschung/Digitalisierung/Handreichungen/Typische_Vorschädigungen_und_Gefahren_durch_den_Scanvorgang_Empfehlungen_zum_archivalischschonenden_Scannen.pdf)), abgerufen am 23.08.2017.
- Generaldirektion der staatlichen Archive Bayerns (2015b): Abschlussbericht des Produktivpiloten: Digitalisierung von archivalischen Quellen, Anhang 6: Bestandserhalterische Grundsätze der Digitalisierung - Empfehlungen für die im Projekt bearbeiteten Archivaliengattungen, 2015. ([https://www.archivschule.de/uploads/Forschung/Digitalisierung/Ergebnisse/GDA\\_Anh\\_06\\_Bestandserhaltung\\_Empfehlungen.PDF](https://www.archivschule.de/uploads/Forschung/Digitalisierung/Ergebnisse/GDA_Anh_06_Bestandserhaltung_Empfehlungen.PDF)), abgerufen am 23.08.2017.
- Graf, Nicole (2016): Crowdsourcing: Die Erschließung des Fotoarchivs der Swissair im Bildarchiv der ETH-Bibliothek Zürich, in: Rundbrief Fotografie, Vol. 23, No.2, (2016), S. 24-32
- Guderian, Claudia (2005): Entstaubte Gelatineschicht, in: Die Welt 17.09.2005. (<https://www.welt.de/print-welt/article165394/Entstaubte-Gelatineschicht.html>), abgerufen am 23.08.2017.
- Haberdtz, Anna/Luchterhandt, Martin (2008): Positionspapier der ARK. „Digitalisierung von Archivgut im Kontext der Bestandserhaltung“, in: Archivar 61/4, (2008), S. 395-398.
- Häberle, Jürgen (2016): Digitalisierung von Glasnegativen, in: Stanke, Gerd, u. a., (Hrsg.): Bildverarbeitung & Kunst, Kultur, Historie: Die 12. Berliner Veranstaltung der internationalen EVA-Serie Electronic Imaging & the Visual Arts. 2005. arthistoricum.net, 2016, S. 87-90.
- Hagedorn-Saupe, Monika (2004): Digitalisierung in deutschen Museen, in: Fricke, Thomas/Maier, Gerald (Hrsg.): Kulturgut aus Archiven, Bibliotheken und Museen im Internet. Neue Ansätze und Techniken, Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart 2004, S. 37-46.
- Hofmeister, Johannes u.a. (2016): Natur- und Heimatschutz-Fotografie zwischen 1912 und 1944: Zum fotografischen Nachlass Dr. Hermann Reichling und seiner Erschließung, in: Rundbrief Fotografie, Vol.23, No.4, (2016), S. 42-51.

- Huck, Thomas Sergej (2011): Bestandserhaltung/Reprografie - Archivzentrum Hubertusburg in Wermsdorf, in: Rundbrief Fotografie, Vol.18, No.4, (2011), S. 16-17.
- Jaček, Bert (2004a): Lebende Bilder: Erkennen und Behandeln von Mikroorganismen auf Fotografien (Teil 1), in: Rundbrief Fotografie, Vol.11, No.3, (2004), S. 10-15.
- Jaček, Bert (2004b): Lebende Bilder: Erkennen und Behandeln von Mikroorganismen auf Fotografien (Teil 2), in: Rundbrief Fotografie, Vol.11, No.4, (2004), S. 5-11.
- Jaček, Bert (2011): Katastrophennachsorge - Ein neues Naßreinigungsverfahren für Fotografien, in: Rundbrief Fotografie, Vol.18, No.4, (2011), S. 12-16.
- Jahnke, Volker/Helms, Thomas(2016): Fotoalben und ihre digitale Erschließung: ein Praxisbericht, in: Rundbrief Fotografie, Vol.23, No.2, (2016), S. 33-42.
- Jakob, Volker (2014): Front 14/18 - Der Erste Weltkrieg in 3D: Die Genese eines fotografischen Ausstellungsprojektes, in: Rundbrief Fotografie 21/4, (2014), S. 43-53.
- Jakob, Volker (2014): Front 14/18 – Der Erste Weltkrieg in 3D: Die Genese eines fotografischen Ausstellungsprojektes, in: Rundbrief Fotografie, Vol. 21, No.4, (2014), S. 43-53.
- Kania, Rudolf/Stemmrich, Daniel u.a. (2007): Erschließen/Konservieren/Digitalisieren, in: Rundbrief Fotografie, Vol 14, No.1, (2007), S. 4-11.
- Klijn, Edwin/Lusenet, Yola de (2004): SEPIADES. Cataloguing photographic collections, Amsterdam 2004 ([https://www.ica.org/sites/default/files/WG\\_2004\\_PAAG\\_SEPIADES-Cataloguing-photographic-collections\\_EN.pdf](https://www.ica.org/sites/default/files/WG_2004_PAAG_SEPIADES-Cataloguing-photographic-collections_EN.pdf)), abgerufen am 27.02.2018.
- Koordinierungsstelle Brandenburg-digital (2017): Checkliste zur Digitalisierung von Kulturgut im Land Brandenburg, 2017. ([https://www.fh-potsdam.de/fileadmin/user\\_dateien/2\\_studieren-FB\\_Infowiss/koordinierungsstelle/20170307-checkliste-digitalisierung.pdf](https://www.fh-potsdam.de/fileadmin/user_dateien/2_studieren-FB_Infowiss/koordinierungsstelle/20170307-checkliste-digitalisierung.pdf)), abgerufen am 05.09.2017.
- Koordinierungsstelle für wissenschaftliche Universitätsammlungen in Deutschland (Hrsg.) (2018): Leitfaden Universitätsammlungen und Urheberrecht, Berlin 2018 ([http://wissenschaftliche-sammlungen.de/files/2614/5068/7867/HR\\_Leitfaden-Universitaetssammlungen-und-Urheberrecht\\_201512.pdf](http://wissenschaftliche-sammlungen.de/files/2614/5068/7867/HR_Leitfaden-Universitaetssammlungen-und-Urheberrecht_201512.pdf)), abgerufen am 27.02.2018.
- Krauth, Wolfgang (2014): Digitalisiert – und dann? Der Aufbau eines Workflows zur Verwaltung und Online-Stellung digitalisierter Reproduktionen des Landesarchivs Baden-Württembergs, 2014 ([https://www.bundesarchiv.de/imperia/md/content/bundesarchiv\\_de/fachinformation/informationstechnologie/digitalisiertesarchivgut/krauth\\_reproverwaltung.pdf](https://www.bundesarchiv.de/imperia/md/content/bundesarchiv_de/fachinformation/informationstechnologie/digitalisiertesarchivgut/krauth_reproverwaltung.pdf)), abgerufen am 23.08.2017.
- Krauth, Wolfgang (2015): Archive und Online-Portale. Thesen für den weiteren Erfolg, in: Archivar 68/1, (2015), S. 6-9.
- Landesarchiv Baden-Württemberg (2007): Das Landesarchiv Baden-Württemberg in der digitalen Welt. Strategie für die Integration von analogem und digitalen Archivgut, die Digitalisierung von Archivgut und die Erhaltung digitalen Archivguts, 2007. ([https://www.landearchiv-bw.de/sixcms/media.php/120/43034/Digistrategie\\_labw2007web.pdf](https://www.landearchiv-bw.de/sixcms/media.php/120/43034/Digistrategie_labw2007web.pdf)), abgerufen am 23.08.2017.
- Landesarchiv Baden-Württemberg (2015): Abschlussbericht des Produktivpiloten (öffentliche Fassung): Digitalisierung von archivalischen Quellen, 2015. ([http://archivschule.de/uploads/Forschung/Digitalisierung/Ergebnisse/LABW-Abschlussbericht\\_DFG-Archivgutdigitalisierung.pdf](http://archivschule.de/uploads/Forschung/Digitalisierung/Ergebnisse/LABW-Abschlussbericht_DFG-Archivgutdigitalisierung.pdf)), abgerufen am 27.01.2017.
- Liebethuth, Martin (2015): Scanner, Standards, Strategien - Digitalisierung im Digitalisierungszentrum der Niedersächsischen Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen, in: Becker, Irmgard

- Christa/Oertel, Stephanie (Hrsg.): Digitalisierung im Archiv - Neue Wege der Bereitstellung des Archivguts, Archivschule Marburg (2015), S. 213-232.
- Memoriav (2017): Empfehlungen Foto. Die Erhaltung von Fotografien, Bern, 2017.  
(<http://memoriav.ch/wp-content/uploads/2017/05/Recommandations-photos-2017-DE-2.pdf>),  
abgerufen am 27.02.2018.
- Menzel, Thomas (2014): Digitalisierungsinitiative im Kontext des Projektes „Gedenkjahr 1914 - Ausbruch des Ersten Weltkriegs“, in: Forum, Ausgabe 2014, S. 13-17.
- Minerva Arbeitsgruppe 6 (2004): Good Practice Handbuch für Digitalisierungsprojekte, Version 1.3, 2004.  
([http://www.minervaeurope.org/structure/workinggroups/goodpract/document/handbuch1\\_3.pdf](http://www.minervaeurope.org/structure/workinggroups/goodpract/document/handbuch1_3.pdf)),  
abgerufen am 23.08.2017.
- Müller, Ulrike (2006): Archivierung, Konservierung, Restaurierung. Zum Umgang mit Fotografien, in: AKMB-news 12/1, (2006), S. 21-26.
- ohne Autor (o. D.): Durchblick! Digitale Erschließung der historischen Glasdiasammlung des IKB  
(<http://www.kunstgeschichte.hu-berlin.de/institut/mediathek/projekte/durchblick-digitale-erschliessung-der-historischen-glasdiasammlung-des-ikb/>), abgerufen am 25.01.2017.
- Pfenninger, Kathryn (2001): Bildarchiv digital, Rundbrief Fotografie Sonderheft 7, Esslingen 2001.
- Pollmeier, Klaus (2004): An ihren Schäden sollt Ihr sie erkennen..., in: Rundbrief Fotografie 11/1, (2004), S. 5-8.
- Pollmeier, Klaus (2009): Die Erklärung von Florenz/ Florence Declaration - Empfehlungen zum Erhalt analoger Fotoarchive, in: Rundbrief Fotografie 16/4, (2009), S. 2-3.
- Pomaska, Günter (2016): Bildbasierte 3D-Modellierung. Vom digitalen Bild zum 3D-Druck, Berlin 2016.
- Przigoda, Stefan (2006): Quellenerschließung für die Montangeschichte. Ein Werkstattbericht aus dem Montanhistorischen Dokumentationszentrum, in: Burckhardt, Daniel u. a. (Hrsg.): Geschichte im Netz: Praxis, Chancen, Visionen. Beiträge der Tagung .hist 2006 (= Historisches Forum, Bd. 10), Teilband 1, Online-Publikation 2007, <https://edoc.hu-berlin.de/handle/18452/18475> (05.08.2017).
- Puglia, Steven/Reed, Jeffrey/Rhodes, Erin (2004): Technical Guidelines for Digitizing Archival Materials for Electronic Access: Creation of Production Master Files – Raster Images, 2004  
(<https://www.archives.gov/files/preservation/technical/guidelines.pdf>), abgerufen am 14.02.2018.
- Rieger, Thomas (2016): Technical Guidelines for Digitizing Cultural Heritage Materials. Creating of Raster Image Files, Federal Agencies Digital Guidelines Initiative (FADGI), 2016  
([http://www.digitizationguidelines.gov/guidelines/FADGI Federal Agencies Digital Guidelines Initiative-2016 Final\\_rev1.pdf](http://www.digitizationguidelines.gov/guidelines/FADGI%20Federal%20Agencies%20Digital%20Guidelines%20Initiative-2016%20Final_rev1.pdf)), abgerufen am 23.08.2017.
- Rübenstrunk, Katrin (2011): Azetat- oder Polyesterträger? Polarisationsfilter können klären, in: Rundbrief Fotografie, Vol.18, No.1, (2011), S. 5-6.
- Salchow, Claudia (2005): Die Glasplattennegativsammlung der AEG-Turbinenfabrik, Diplomarbeit zur Erlangung des Grades eines Diplom-Archivars (FH), Fachhochschule Potsdam, 2005, ([http://forge.fh-potsdam.de/~ABD/wa/Diplomarbeiten/Diplomarbeiten\\_Dokumente/dip\\_Salchow.pdf](http://forge.fh-potsdam.de/~ABD/wa/Diplomarbeiten/Diplomarbeiten_Dokumente/dip_Salchow.pdf)), abgerufen am 23.08.2017.
- Schmidt, Marjen/Leinberger, Rolf (2009): Hinterleuchtete Fotografien. Zur Präsentation von Original-Diapositiven im Stadtmuseum Graz, in: Rundbrief Fotografie, 16/4, (2009), S. 6-9.

Schroyen, Andreas (2013): Der Rest von 80.000 – Die Düsseldorfer Lichtbildanstalt Carl Simon & Co. Und ihr verbliebener Lagerbestand an handcolorierten Diapositiven, in: Rundbrief Fotografie, Vol. 20, No.2, (2013), S. 17-22.

Schwalm, Steffen/ Ullrich, Rainer(2008): LDA. Lexikon Dokumentationsmanagement und Archivierung, Berlin 2008.

Stadtarchiv Mannheim, Institut für Stadtgeschichte (2015): Abschlussbericht des Produktivpiloten Digitalisierung von archivalischen Quellen, 2015.  
([https://www.archivschule.de/uploads/Forschung/Digitalisierung/Ergebnisse/ISG\\_Stadta\\_MA\\_Abschlussbericht\\_DFG\\_Archivgutdigitalisierung.pdf](https://www.archivschule.de/uploads/Forschung/Digitalisierung/Ergebnisse/ISG_Stadta_MA_Abschlussbericht_DFG_Archivgutdigitalisierung.pdf)), abgerufen am 23.08.2017.

Wagner, Anna C. (2012): Fotonegative - konservieren oder restaurieren? - Warum es für Fotonegative einer eigenen Restaurationsethik bedarf, in: Rundbrief Fotografie, Vol.19, No.4, (2012), S. 5-7.

Wendel, Klaus (2013): „Checkliste“ zur Bewertung von Angeboten zur Digitalisierung von Kulturgut, Version 1.1, Berlin 2013. ([https://www.servicestelle-digitalisierung.de/wp-content/uploads/2016/07/Checkliste\\_Digitalisierung\\_v1.1.pdf](https://www.servicestelle-digitalisierung.de/wp-content/uploads/2016/07/Checkliste_Digitalisierung_v1.1.pdf)), abgerufen am 23.08.2017.

Wiegand, Peter (2011): Das „archivische Foto“ - Überlegungen zu seiner Bewertung, in: Rundbrief Fotografie 18/2, (2011).

Williams, Don/Burns, Peter D. (2013): Image Stitching: Exploring Practices, Software and Performance, in: IS&T Archiving Conference, 2013, S. 126-131.  
([http://losburns.com/imaging/pbpubs/63Arch2013\\_WilliamsBurns.pdf](http://losburns.com/imaging/pbpubs/63Arch2013_WilliamsBurns.pdf)), abgerufen am 23.08.2017.

Wrocklage, Ute (2008): Das Bundesarchiv online, in: Rundbrief Fotografie 15/3, (2008), S. 18-22.

Weitzmann, John H./Klimpel, Paul (2015): Rechtliche Rahmenbedingungen für Digitalisierungsprojekte von Gedächtnisorganisationen, 2. geänderte Auflage, Berlin 2015  
([https://irights.info/wp-content/uploads/2014/10/Handreichung\\_Digitalisierung\\_Recht\\_Gedaechtnisinstitutionen.pdf](https://irights.info/wp-content/uploads/2014/10/Handreichung_Digitalisierung_Recht_Gedaechtnisinstitutionen.pdf)), abgerufen am 27.02.2018.