

Paul Klee digital – eine Fallstudie

The digital *Paul Klee* – a case study

Michael Baumgartner*, Sergio Gregorio**, Rudolf Gschwind**

*Zentrum Paul Klee, Postfach, CH-3000 Bern 31

Tel.: ++41 31 359 01 01, Fax: ++41 31 359 01 02

E--mail: michael.baumgartner@zpk.org, Internet: <http://www.zpk.org>

** Abt. Bild- und Medientechnologien, Universität Basel, Bernoullistr. 32, CH-4056 Basel

Tel: ++41 61 267 38 36, Fax: ++41 61 267 04 85

E-mail: rudolf.gschwind@unibas.ch, sergio.gregorio@unibas.ch,

Internet: <http://www.abmt.unibas.ch>

Zusammenfassung

In einem gemeinsamen Projekt der Universität Basel und dem Zentrum Paul Klee wurde eine Auswahl von ca. 5000 Gemälden, Zeichnungen und weiteren Archivalien sowie ca. 2000 fotografische Reproduktionen ("Ektachromes") mit einem SINAR Kamerasystem digitalisiert. Die Ziele dabei waren:

- die Aufnahme der Bilder in höchster Qualität mit farbgetreuer Reproduktion;
- die Implementation eines effizienten Workflows;
- die Definition von Metadaten und das Einlesen in eine Datenbank;
- die Langzeitarchivierung der digitalen Bilder.

Abstract

In a joint project of the University of Basel and the Zentrum Paul Klee, a selection of about 5000 paintings, drawings and other archival material as well as 2000 photographic reproductions ("Ektachromes") have been digitized with a SINAR digital camera system. The goals to fulfill were:

- the capturing of pictures in highest quality with faithful colour reproduction;
- the implementation of an efficient workflow;
- the definition of metadata and the construction of an image database;
- the long-term archiving of the digital images.

Das Projekt Bilddatenbank im Zentrum Paul Klee

Seit den 90-iger Jahren gab es Pläne, in Bern ein Museum zu bauen, das ganz dem Künstler Paul Klee gewidmet ist. Dieses Museum – das heutige Zentrum Paul Klee - wurde im Juni 2005 eröffnet. Eines der mittelfristigen Ziele des Zentrums besteht darin, das wissenschaftliche Werk über Paul Klee den Besuchern zur Verfügung zu stellen. Das Zentrum Paul Klee hat sich im Jahr 2002 das Ziel gesetzt, seine ca. 4'000 Werke umfassende Sammlung sowie seine umfangreichen Bestände an Archivalien und Dokumenten zu digitalisieren.

In einem gemeinsamen Projekt der Universität Basel, dem Zentrum Paul Klee und mit technischer Unterstützung durch die Firma SINAR, Feuerthalen¹, wurden in einem etappierten Vorgehen zunächst alle Gemälde und die farbigen Werke der Sammlung, eine Auswahl von Zeichnungen, der Pädagogische digitalisiert; im Total bis jetzt ungefähr 5000 Objekte. Im weiteren wurde das Fotoarchiv im Zentrum Paul Klee mit ca. 2000 grossformatigen Farbdias von Werken aus anderen

¹ <http://www.sinar.ch>

Sammlungen digitalisiert. Dabei galt es, Bilddaten in bestmöglicher Qualität, d. h. als „digitale“ Faksimiles, herzustellen und von diesen Bilddaten niedrigere Auflösungen anzufertigen, die dann für die verschiedenen Informations- und Kommunikationszwecke sowie für kommerzielle Aktivitäten des Zentrums genutzt werden.

Verwaltet werden die Bilddaten im Programm *museum plus*², in dem sämtliche Werke von Paul Klee in Form eines digitalen Catalogue raisonné wissenschaftlich erfasst sind. Die Daten sind auf einem zentralen Server abgelegt. Die mit *museum plus* verknüpften Bilder stehen den verschiedenen Abteilungen des Zentrums zur Verfügung und dienen

- der internen und externen Besucherkommunikation;
- der Forschung und Dokumentation;
- der didaktischen Vermittlung;
- und der Bildausleihe im Zentrum Paul Klee.

Das Herzstück der Besucherkommunikation im Zentrum bildet die so genannte Museums-strasse, die für das Publikum ohne Eintrittsgebühr frei zugänglich ist. Dort stehen Computerstationen zur Verfügung, die den Zugriff auf die Bilddatenbank ermöglichen. Um schnelle Abfragen über das Gesamtwerk von Paul Klee zu ermöglichen, sind die Bilddaten in diesem Bereich im jpeg-Format komprimiert. Die Bilddatenbank bietet in Verbindung mit *museum plus* vielfältige Abfragemöglichkeiten mit verschiedenartigsten Suchkriterien. Diese Funktionen stehen auch auf dem Internet zur Verfügung, sind aber dort aus Gründen des Copyrights auf die Werke des Zentrums Paul Klee beschränkt.

In der Forschungsabteilung haben die wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, aber auch externe Wissenschaftler Zugriff auf alle digitalen Faksimiles. Dank der hohen Auflösung ist es in den meisten Fällen möglich, die bisher nur am Original durchführbare detaillierte Bildbetrachtung und -analyse am Bildschirm vorzunehmen. Die Originale können so geschont werden. Aufwändiges und zeitraubendes Handling entfällt in den meisten Fällen. Zudem ist auch die Detailanalyse der 2000 ab Ektachrome digitalisierten Werke aus Fremdsammlungen möglich.

In der didaktischen Vermittlung stehen die Bilder für den kreativen Gebrauch zur Verfügung und können zum Beispiel auch mit Bildbearbeitungsprogrammen bearbeitet und modifiziert werden.

Das Zentrum Paul Klee ist die zentrale Stelle für Bildausleihen des Werks von Paul Klee. Das Werk Klees ist nicht nur im Kunstkontext (Bildbände, Kataloge, Kalender, Posters u. ä) gefragt, sondern wird auch für illustrative Zwecke verschiedenster Art eingesetzt. Die Bildausleihe ist eine wichtige Einnahmequelle des Zentrums. In der Vergangenheit erfolgte sie durch Ektachromes oder schwarz-weiße Fotografien, seit Juni dieses Jahres fast ausschliesslich digital - sei es durch den Versand von CD-ROMs, sei es durch direktes Herunterladen der Daten über das Medienfenster des Zentrums Paul Klee.

Digitalisierung und Workflow

Die Ziele und Vorgaben bei der Digitalisierung waren:

- die Aufnahme von Bildern in höchster Qualität mit farbgetreuer Reproduktion;
- bei begrenztem Budget;
- das Erstellen eines effizienten Workflows;
- die Definition von Metadaten und das Einbinden in eine Datenbank;
- die Langzeitarchivierung der digitalen Bilder.

Die Digitalisierarbeiten, d. h. die eigentlichen fotografischen Aufnahmen mussten vor Ort (im Kunstmuseum Bern und im Paul Klee Zentrum Bern) durchgeführt werden.

² <http://www.museumplus.com/home.html>

Die Entscheidung, die Aufnahmen direkt mit einer hochauflösenden Digitalkamera durchzuführen, fiel nicht leicht und wurde erst nach langen Diskussionen und mehreren Test-Digitalisierungen gefällt. Farb reproduktionen von Gemälden mittels Grossformat-Fotografie hat im Kunstbereich eine lange Tradition - und eine eigene Ästhetik - und es herrscht in den Museen noch oft die Meinung vor, dass die Digitalfotografie niemals die Qualität eines Grossformat-„Ektachromes“ erreichen könne. Weiter bestehen grosse Zweifel an der Stabilität und der Haltbarkeit der digitalen Bilder und Medien. Der Hauptgrund für den direkt-digitalen Weg war schliesslich durch die Tatsache gegeben, dass die Reproduktion der Farben eindeutig besser, d.h. näher am Original war.

Der Digitalisierungsworkflow beginnt mit der Aufnahme und endet mit der Lieferung der korrigierten Bilder, die alle relevanten Metadaten erhalten, damit sie in die Datenbank des Museums eingelesen werden können. Der Digitalisierungsworkflow wurde auch unter dem Aspekt der Langzeitarchivierung durchgeführt, d. h. die digitalen Bilder sollen bezüglich Qualität und Format langfristig verfügbar sein und genutzt werden. Die gelieferten Bilder umfassen einerseits die hochaufgelösten Archivkopien, andererseits die bearbeiteten Datenbankkopien (Ausschnitte) in diversen Auflösungen.

Eine leistungsfähige technische Infrastruktur war beim Klee Digitalisierungsprojekt gegeben. Dabei kamen das digitale Sinar-p3 Fachkamerasystem mit einem H54 Back und der zur Zeit leistungsfähigste Apple Computer zum Einsatz. Der Workflow konnte damit technisch optimal unterstützt werden. Die Objekte³ wurden mit elektronischen Blitzgeräten beleuchtet. Die Aufnahmen erfolgten im 4-Shot Modus der Sinar Kamera, bei dem der CCD Sensor (mit Bayer Maske) je um ein Pixel nach unten und nach links bewegt wird. Die 4 Aufnahmen werden zusammengerechnet. Eine Interpolation entfällt, was bei feinen Texturen und periodischen Strukturen klar bessere Resultate liefert. Es entstehen keine durch einen Interpolationsalgorithmus bedingte Farbartefakte. Für jede Aufnahmeserie mit identischer Einstellung (d.h. Abbildungsmaassstab und Beleuchtung bleiben gleich) wurde eine voll-ständige Kalibrierung durchgeführt, d.h. eine Untergrundkorrektur (shading reference), um die Inhomogenität der Ausleuchtung zu eliminieren und eine Farbkalibrierung mittels Gretag-MacBeth Color Checker SG Referenzkarte. Das kamera-interne Color Management System wurde nicht verwendet. Ziel dieser Farbmanagement-Methode war die Vermeidung einer visuellen Nachbearbeitung der Bilder. Visuelle Nachbearbeitung führt zu einer schlechteren Farb reproduktion. Diese Erkenntnis wurde auch durch die Ergebnisse aus dem Projekt MuseumsSurvey „*Direct Digital Capture of Cultural Heritage – Benchmarking American Museum Practices and Defining Future Needs*“ bestärkt (1,2).

Die Daten wurden wöchentlich (auf externen Festplatten) in die Universität transferiert, gespeichert und wie folgt nachbearbeitet:

- Konversion der Rohdaten in 16bit TIFF Bilder (Erhalt der vollen photometrischen Information des Sensors);
- Zuweisung des aus der Referenzinformation berechneten Farbprofils;
- Konversion in ein Standard ICC Profil (z. B. PhotoRGB bzw. ROMM⁴);
- Einfügen der Metadaten (Titel, Objekt nummer usw.) in den IPTC Header;
- Speicherung der Bilddaten auf ein RAID System, auf einer mobilen Firewire Festplatte und auf Band (LTO Ultrium);
- Erstellen der Arbeitskopien: Ausschneiden, wenn nötig Entfernen des Hintergrunds (Freistellen), evtl. Retuschieren (manuell und sehr aufwändig).

³ Mit Objekt ist ein Kunstobjekt gemeint, d.h. Gemälde, Zeichnung etc.

⁴ ICC-Profile mit grossem Farbraum (Gamut) haben den Vorteil, dass auch hoch gesättigte Farben beschrieben werden können (kein „clipping“). In Verbindung mit 16bit-Bilddaten werden auch fein abgestufte Farben ohne Rundungsfehler (Quantisierung) dargestellt.

Aspekte der Langzeitarchivierung

Die Digitalisierung und die Aufbereitung der Daten für die Langzeitarchivierung erfolgten gemäss den Empfehlungen: *Digitale Archivierung von fotografischen Sammlungen – Ein Grundlagenbericht* des Schweiz. Amts für Zivilschutz, Sektion Kulturgüterschutz, Bern (3,4).

Für die Bilddaten bedeutet dies:

- *Bildformat*: unkomprimiertes TIFF. TIFF ist ein offener Standard, der erlaubt Farb-information (ICC-Profile) und Metadaten (XMP, IPTC) in den File-Header zu schreiben.
- *Redundanz 1*: Für alle digitalen Daten werden Checksummen berechnet (cksum, md5sum). Prüf- oder Checksummen erlauben eine einfache Integritätsprüfung der Archivdateien. Sind die Prüfsummen der ursprünglichen Dateien und der Archivdateien identisch, entspricht die Archivkopie der "Originaldatei. Sind die Summen nicht identisch, liegt ein Fehler vor. Dieser kann mehrere Ursachen haben: unvollständige Übertragung, beschädigtes Archivmedium, Fehlmanipulation usw.
- *Redundanz 2*: Von den Daten werden 3 Kopien hergestellt, zwei auf Magnetband (LTO-Ultrium, im offenen "tar"-Format), und eine Kopie auf einer externen Harddisk mit hoher Kapazität. Die Magnetbänder wurden nach dem Schreiben unverzüglich auf einem anderen Bandlesegerät zurück gelesen um die Integrität des Bandmediums zu überprüfen. Die Daten auf der externen Harddisk wurden mit den Daten auf dem Arbeitsserver (internes RAID-System) verglichen.
- *Redundanz 3*: Die Kopien werden an drei geographisch verschiedenen Orten aufbewahrt.
- Es ist geplant, die Daten periodisch einer Prüflöse-Prozedur zu unterziehen, mindestens jedes 2. Jahr. Die erste Datenmigration auf einen neuen Datenträger ist in etwa 6 Jahren vorgesehen.
- Zur Zeit werden Pläne diskutiert, die hochaufgelösten Bilder zu Sicherheitszwecken auf stabilem Farbmikrofilm auszubelichten (5).

Erfahrungen aus dem Digitalisierungsprojekt

- Die Qualität der Aufnahme kann unverzüglich überprüft werden.
- Im Vergleich zum fotografischen Film ist die „digitale“ Farbwiedergabe eindeutig überlegen, d.h. farbgetreuer. Die spektralen Empfindlichkeiten des verwendeten SINAR Systems weisen Metamerie-Effekte auf, die dazu führen, dass gewisse Farben signifikante Abweichungen vom Original aufweisen (6). Ein hellroter Farbstoff, der von Paul Klee verwendet wurde, wird als stumpfes rot-orange wiedergegeben.
- Im Vergleich zu einer Fachkamera mit 4x5" Farbdia ist die Auflösung eines modernen Sensors äquivalent oder sogar besser.
- Eine moderne, auf dem neuesten Stand der Technik stehende Digitalkamera erlaubt einen reibungslosen Workflow und ermöglicht sowohl eine hohe Produktivität als auch ein hohes Mass an Qualitätskontrolle an Ort und Stelle.
- Digitale Aufnahmetechniken erlauben Möglichkeiten, die bei der „klassischen“ Fotografie nicht gegeben sind. So konnte der Schattenwurf durch den Bildrahmen eliminiert werden, indem vom gleichen Objekt mehrere Aufnahmen mit unterschiedlicher Beleuchtung gemacht wurden. Bei der Nachbearbeitung wurden die Aufnahmen mittels digitaler Bildverarbeitung entsprechend zusammengesetzt.

Worauf sollte man achten?

- Der Arbeitsplatz und die Arbeitsbedingungen in einem Museum sind oft nicht für die Digitalisierung grosser Bildmengen vorgesehen, was in einer suboptimalen Qualität resultieren kann (z. B. zu wenig Platz für eine gute Ausleuchtung). Der Workflow wird durch die Infrastruktur und durch die Organisation des Museums mitbestimmt. Aus Sicherheitsgründen

muss immer mindestens ein Teammitglied des Museums anwesend sein. Da nur zu bestimmten Zeiten gearbeitet werden kann und die Geräte während eines solchen Projektes gebunden sind und nicht für andere Aufgaben eingesetzt werden können, muss die Arbeitsauslastung hoch gehalten werden.

- Das Back Office muss in der Lage sein, grosse Datenmengen zu bearbeiten und zu speichern (ungefähr 5 mal die aktuelle Bildmenge), um einerseits effizient arbeiten zu können und andererseits das Risiko eines Datenverlusts so tief wie möglich zu halten.
- Bei den meisten Digitalisierungsprojekten wird sowohl ein hohes Mass an fotografischem Know-How als auch gutes IT-Wissen benötigt. Um hochwertige Farbproduktionen zu erhalten, sind zudem Kenntnisse in den Bereichen Farbmanagement und Farbwissenschaft unabdingbar.
- Das Einfügen von Metadaten (z.B. als IPTC Header) ist ein mühsamer Prozess und erfordert noch viele manuelle Eingriffe.

Fazit

Die Digitalisierung grosser Bildmengen von Kunstwerken innerhalb eines Museums verlangen eine genaue Planung und eine sehr gute Vorbereitung. Damit ein reibungsloser Workflow erreicht wird, muss die Vorbereitung der Objekte optimiert werden. Die technischen und qualitativen Aspekte des Aufnahmeprozesses entsprechen vollständig jenen der klassischen, analogen Fotografie und setzen entsprechende Kenntnisse voraus. Ein professionelles digitales Kamerasystem vereinfacht oder beseitigt die Regeln der Fotografie in keiner Weise! Dafür gewinnt man mit der Digitalisierung grosser Bildbestände – wie im Falle des Zentrum Paul Klee – ein hohes Mass an Nutzbarkeit.

Literatur

1. <http://www.cis.rit.edu/museumSurvey/> : see http://www.cis.rit.edu/museumSurvey/documents/Benchmark_Final_Report_Web.pdf: RS Berns, FS Frey, MR Rosen, EP Smoyer and LA Taplin, Direct Digital Capture of Cultural Heritage - Benchmarking American Museum Practices and Defining Future Needs Final Report, RIT (2005).
2. R.S. Berns, L.A. Taplin, M.Nezamabadi, Y. Zhao, and Y. Okumura, High-Accuracy Digital Imaging of Cultural Heritage without Visual Editing, in Proc. IS&T Archiving Conference, IS&T, Springfield, 2005, pp. 91-95
3. R. Gschwind, L. Rosenthaler, R. Büchel „Digitization and Long Term Archival of Photographic Collections: Recommendations of the Swiss Federal Office for Civilic Protection, Section Protection of Cultural Property“, IS&T's 2004 Archiving Conference, San Antonio, April 2004. IS&T: The Society for Imaging Science and Technology, 7003 Kilworth Lane, Springfield, Virginia 22151 USA, p. 11-17, ISBN: 0-89208-251-8
4. R. Büchel, R. Gschwind, L. Rosenthaler, „Digitalisierung und Langzeit-Archivierung fotografischer Sammlungen: Empfehlungen des Schweizerischen Kulturgüterschutz“, Konferenzband EVA'2002, Nov 2002, Berlin (Electronic imaging and visual arts), Berlin, ISBN No: 3-9807029-7-9 ; published by GFal, Rudower Chaussee 30, 12489 Berlin
5. http://www.ipm.fhg.de/english/fields/f_laser_imaging.html : see „Laser Imaging System for Color Microfilm: Long-time Preservation of Digital Copies“
6. http://www.art-si.org/PDFs/Acquisition/Sinar_Report_June2004.pdf: R.S. Berns, L.A. Taplin, M. Nezamabadi, and Y. Zhao, Modifications of a Sinarback 54 Digital Camera for Spectral and High-Accuracy Colorimetric Imaging: Simulations and Experiments , MCSL Technical Report, June 2004.