

# *EVA '96 Berlin*

## **Konferenzband**

### **Elektronische Bildverarbeitung & Kunst, Kultur, Historie**

eine Veranstaltung der EVA-Serie  
(EVA London, EVA Paris, EVA Athen,  
EVA Florenz, EVA Brüssel & EVA Berlin)

13. - 15. November 1996

bei den Staatlichen Museen zu Berlin -  
Preußischer Kulturbesitz,  
am Berliner Kulturforum

#### **Veranstalter**

Gesellschaft zur Förderung  
angewandter Informatik e.V. (GFaI), Berlin  
VASARI Enterprises, Aldershot

#### **unterstützt durch**

Staatliche Museen zu Berlin - Preußischer Kulturbesitz  
FHTW Berlin, Studiengang Restaurierung





# *EVA '96 Berlin*

## **Konferenzband**

### **Elektronische Bildverarbeitung & Kunst, Kultur, Historie**

eine Veranstaltung der EVA-Serie  
(EVA London, EVA Paris, EVA Athen,  
EVA Florenz, EVA Brüssel & EVA Berlin)

13. - 15. November 1996

bei den Staatlichen Museen zu Berlin -  
Preußischer Kulturbesitz,  
am Berliner Kulturforum

#### **Veranstalter**

Gesellschaft zur Förderung  
angewandter Informatik e.V. (GFaI), Berlin

VASARI Enterprises, Aldershot

#### **unterstützt durch**

Staatliche Museen zu Berlin - Preußischer Kulturbesitz

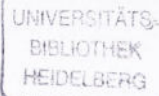
FHTW Berlin, Studiengang Restaurierung

UB Heidelberg



10271688 , 1

2008 D 1762



## **Programm und Organisation**

**Dr. James Hemsley**  
VASARI Enterprises,  
Aldershot

**Prof. Gerd Stanke**  
Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e.V. (GFaI),  
Berlin

in Zusammenarbeit mit:

**Dr. Andreas Bienert**  
Staatliche Museen zu Berlin - Preußischer Kulturbesitz (SMPK)

**Prof. Matthias Knaut**  
Fachhochschule für Technik und Wirtschaft Berlin (FHTW), Studiengang Restaurierung

## **Auskünfte zur EVA Berlin**

GFaI e.V., Kerstin Geißler  
Rudower Chaussee 5, Geb. 13.7, 12489 Berlin

Tel.: +49 (0) 30 6392 1643 / 1609  
Fax: +49 (0) 30 6392 1602  
e-mail: stanke@gfai.fta-berlin.de

## **Informationen über alle EVA-Veranstaltungen**

Val Duncan, VASARI LTD, Clark House  
2 Kings Road, Fleet, Hampshire, GU13 9AD, UK

Tel: +44 (0) 1252 812252 / 812506  
Fax: +44 (0) 1252 815702 / 815772  
e-mail: jamesrhemsley@cix.compulink.co.uk  
Compuserve: 100142,27

## **Konferenzband**

Der vorliegende Konferenzband kann bei der GFaI zum Preis von 30 DM (plus Versandkostenanteil) erworben werden.

Die Urheberrechte für die einzelnen Beiträge liegen bei den jeweiligen Autoren, welche auch für den Inhalt der Beiträge, die Verwendung von Warenzeichen etc. verantwortlich zeichnen.



## Vorwort

Elektronische Bildverarbeitung, Multimedia, die Informations- und Kommunikationsthemen haben nicht nur ihren Platz in industriellen Anwendungen gefunden, sondern sind, richtig eingesetzt, eine Möglichkeit, Kunst-, Kultur- und historische Werte einem breiteren, evtl. neuen Publikum nahezubringen. Nicht in Konkurrenz zu Bestehendem, denn das „Anfaßerlebnis“ ist durch nichts zu ersetzen, sondern als Ergänzung oder zum Mitnehmen. In entsprechender Weise verdienen diese Techniken die Aufmerksamkeit, da sie geeignet sind, die Arbeit der Wissenschaftler, Kunsthistoriker, Archäologen, Archivare usw. zu unterstützen. Reizvoll ist beispielsweise die Vorstellung, daß Fundstücke aus Grabungen am gleichen Ort, die aber an verschiedenen Teilen der Welt lagern, zusammengeführt werden können und das mit geringem Aufwand - am Bildschirm - dank der elektronischen Bildverarbeitung.

Die Anerkennung dieser Tatsachen hat vor 7 Jahren zur Entstehung der EVA London (Electronic Imaging and the Visual Arts), einer inzwischen im europäischen Rahmen fest etablierten Konferenz, an dem reizvollen Ort der National Gallery in London geführt. Die Vielfalt der Themen, die große Anzahl der Interessenten aber auch nationale Spezifika in Kombination mit dem Verbindenden ergaben eine Serie von EVA-Konferenzen in verschiedenen Regionen Europas. In Berlin findet die Konferenz 1996 zum 3. Mal statt.

Ziel der EVA-Veranstaltungen und somit auch der EVA '96 Berlin ist es, Informations- und Kommunikationswissenschaftler, die Werkzeuge der Informationstechnologie als moderne Aufnahme-, Präsentations-, Darstellungs- und Arbeitsmittel zur Verfügung stellen, mit Interessenten sowohl aus Museen, Galerien und Bibliotheken als auch aus dem Bereich der öffentlichen Verwaltung zusammenzuführen. Zu diesem Zweck werden sowohl Ergebnisse aus Forschung und Entwicklung als auch Anwendungen präsentiert.

Der erste Konferenzschwerpunkt „3D-Aufnahmetechniken, -Modellierungsverfahren, -Präsentations- und -Animationssysteme“ trifft das aktuelle Bedürfnis, skulpturartige Objekte als Modell rechnerbearbeitbar bereitzustellen sowie Modell- und Bildinformationen miteinander zu verknüpfen. Dies ist auch Grundlage für den zweiten Konferenzschwerpunkt „Neue Techniken und Systeme für die Präsentation (Virtuelle Museen & Bibliotheken, Electronic Publishing)“, die ein wichtiges Bindeglied zwischen Objekt und Besucher darstellen. Dem Besucher präsentiert werden Inhalte, die aus den verfügbaren Beständen und Informationen gestaltet werden, die aber effektiv verwaltet, recherchiert und aufbereitet werden müssen. Letzteres ist Gegenstand des dritten Konferenzschwerpunktes „Verfahren und Werkzeuge für rechnergestützte Informationssysteme in Museen und Galerien (Verknüpfung von Objekt, Bild, Dokumentation und Archivinformation)“. Die begleitende Ausstellung mit über 20 vertretenen Firmen veranschaulicht interessante Realisierungen und regt anhand ablaufender Demonstrationen zur Diskussion an.

Ein Tutorial am Vortag der Konferenz vermittelt den Besuchern Grundwissen, leitet direkt in die Konferenzschwerpunkte ein und stützt somit das Verständnis für die Fachvorträge.

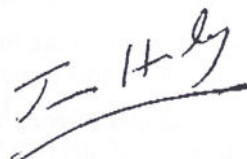
In einem abschließenden Workshop werden Programme und Fördermechanismen der EU, in denen Informations- und Kommunikationstechniken für Kunst, Kultur und Historie sowie die Erhaltung des kulturellen Erbes einen besonderen Stellenwert haben, vorgestellt, Kooperationsmöglichkeiten, auch im EU-Rahmen, angesprochen sowie Ideen und Ansätze für weitere Projekte gesucht.

Mit dem Kunstgewerbemuseum am Kulturforum der Stadt Berlin wurde ein passender würdiger Ort für die Konferenz gefunden. Dafür sei den Staatlichen Museen zu Berlin - Preußischer Kulturbesitz und persönlich Herrn Dr. Bienert als handelnder Person gedankt. Gleiches gilt für die Fachhochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, auch sie hat die EVA '96 Berlin materiell und logistisch unterstützt. Der fachliche Teil lag hier in den Händen von Herrn Prof. Dr. Knaut, Studiengang Restaurierung. Nichts wäre so entstanden ohne das engagierte Wirken von Frau Kerstin Geißler sowie weiterer Mitarbeiterinnen der GFaI.

In diesem Konferenzband sind die Kurzfassungen der Beiträge der Referenten und Aussteller der diesjährigen Konferenz EVA '96 Berlin zusammengestellt. Für deren Bereitstellung danken wir allen Autoren.



Gerd Stanke



James Hemsley



# Verzeichnis der Vorträge

## 3D-Aufnahmetechniken, -Modellierungsverfahren, -Präsentations- und Animationssysteme

- Optische 3D-Vermessung von musealen Gegenständen mit mikroskopischen und makroskopischen Streifenprojektionsverfahren** V1  
Dr. Gottfried Frankowski (OMECA Meßtechnik GmbH, Berlin)
- Zeichenerkennung an Keilschrifttexten. Kohärent-optische Experimente und Ergebnisse** V2  
Dr. Günther Wernicke, Dr. Nazif Demoli<sup>1</sup>, Hartmut Gruber, Dr. Uwe Dahms (Humboldt-Universität Berlin, Institut für Physik, Labor für Kohärenzoptik), (<sup>1</sup> Universität Zagreb, Kroatien)
- Transportable Einrichtung zur 3D-Aufnahme von Skulpturen auch unter Freiluftbedingungen** V3  
Lothar Paul (Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e.V., Berlin)
- Optische 3D-Vermessung und Visualisierung einer lebensgroßen Metallfigur** V4  
Martin Mach, Dr. Peter Mottner, Christian Kremer und Rolf Snethlage (Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege, München)
- Dreidimensionale Erfassung von Denkmälern mit der Methode des kodierte Lichtansatzes** V5  
Dr. Rainer Blum (Laboratorium für Dynamik und Optik, Leonberg)

## Neue Techniken und Systeme für die Präsentation (Virtuelle Museen & Bibliotheken, Electronic Publishing)

- AMUSE: 3-D Colour Imaging, Remote Access and Display** V6  
John Taylor, George Forester (National Research Council of Canada), Forrest Livingstone (Hymarc Ltd.), Réjean Baribeau (Canadian Conservation Institute)
- MAGIC MANSION - Der virtuelle Sommersitz** V7  
Robert Birker (TERRATOOLS Software- und Filmproduktions GmbH & Co. KG, Potsdam)
- Erfahrungen in der multimedialen Präsentation der Schätze der Ostgoten auf Schloß Bevern** V8  
Anne Griepentrog, Dr. Matthias Pleßow (Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e.V., Berlin)
- Das VideoFest im zehnten Jahr: Transmediale Präsentation elektronischer Kunst** V9  
Bea Wölfling (Mediopolis e.V., transMedia, Berlin)
- From Visitor Information System to CD-ROM :A challenging Journey** V10  
Dr. Rosalind Marshall (National Galleries of Scotland, Edinburgh), Dr. James Hemsley (VASARI Enterprises, Aldershot)

## Verfahren und Werkzeuge für rechnergestützte Informationssysteme in Museen, Galerien (Verknüpfung von Objekt, Bild, Dokumentation und Archivinformation)

- Strukturanalyse von Abläufen in Museen/Bibliotheken mit dem Ziel nachfolgender Computerisierung** V11  
Harald Krämer (Institut für Kulturwissenschaften, Wien)
- Werkzeuge für Bildinventarisierung, -katalogisierung und -nutzung** V12  
Dr. Alexander Geschke (CompART GmbH, Berlin)
- Luther Digital - Die digitale Bibliothek** V13  
Leonhard Rau (IBM Deutschland Informationssysteme GmbH, Hamburg)
- RealTimeImage - der erste digitale Bildkatalog im Internet** V14  
Wilhelm Halling (dimedis GmbH, Köln)
- Rechnergestützte Präklassifizierung von Portraitminiaturen** V15  
Robert Sablatnig, Ernestine Zolda (TU Wien, Institut für Automation, Abteilung für Mustererkennung und Bildverarbeitung)
- Zur zerstörungsfreien Analyse von Kunstwerken mit bildgebenden Verfahren** V16  
Dr. B. Illerhaus, D. Meinel (Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin)



# Verzeichnis der Präsentationen

<b>Virtuelle Tempel - Der Löwentempel von Musawwarat es Sufra</b> Steffen Kirchner (Humboldt-Universität Berlin, Institut für Sudanarchäologie und Ägyptologie)	<b>P1</b>
<b>Multimedia-Informationssystem Pergamonmuseum</b> Lothar Becker (CompART GmbH, Berlin)	<b>P2</b>
<b>PC-Bildmanager</b> Dr. Hans-Werner Maye, Margit Schmidt (Systemhaus Dr. Maye GmbH, Frankfurt/Oder)	<b>P3</b>
<b>Multimedia &amp; Design</b> Jaroslav Piálek (COMPAL Datenverarbeitung GmbH, Berlin)	<b>P4</b>
<b>Präsentation der Schätze der Ostgoten auf Schloß Bevern</b> Anne Griepentrog, Dr. Matthias Pleßow (Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e.V., Berlin)	<b>P5*</b>
<b>Multimedia-Präsentation zum Aktionskünstler Joseph Beuys</b> Michael Thierschmann (LuRaTech GmbH, Berlin)	<b>P6</b>
<b>CD-ROM „Martin Luther 1483-1546“</b> Dr. Arthur Engelbert (Gesellschaft für Multimediaproduktionen in Berlin mbH, Medienlabor für kommunikative Strategien e.V.)	<b>P7</b>
<b>CD-ROM „Bauen im Licht. Das Glashaus von Bruno Taut“</b> Dr. Arthur Engelbert (Gesellschaft für Multimediaproduktionen in Berlin mbH, Medienlabor für kommunikative Strategien e.V.)	<b>P8</b>
<b>DISKUS - Digitales Informations-System für Kunst- und Sozialgeschichte. CD-ROM-Edition 1995-1996</b> Dr. Andreas Bienert (Staatliche Museen zu Berlin - Preußischer Kulturbesitz)	<b>P9</b>
<b>Das Museums-Inventarisierungs-System „MUSYS“</b> Sven Kreutzhagen (DYNIX/MDIS GmbH, Hamburg)	<b>P10</b>
<b>EDV-Anwendungen in der Restaurierung</b> Roger Kossann, Restaurator, Bremen	<b>P11</b>
<b>Chemical Mapping - Die Methode flächenhafter Darstellung von Elementverteilungen an Beispielen frischer und verwitterter Gesteine</b> Prof. Gerd F. Tietz, Wiebke Hachmann, Janio Victor (Universität Hamburg, Geologisch-Paläontologisches Institut und Museum)	<b>P12</b>
<b>Anwendung von 3D-Studio MAX</b> Kurt Jankowski-Tepe, CAD-Systeme, Berlin	<b>P13</b>
<b>Präsentation der 3D-Computertomographie-Daten</b> D. Meinel, Dr. B. Illerhaus (Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin)	<b>P14</b>
<b>3D-Aufnahmesystem für den Freilufteinsatz, 3D-Vermessung von Artefakten</b> Lothar Paul (Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e.V., Berlin)	<b>P15</b>
<b>Optische 3D-Vermessung im Mikrobereich</b> Dr. Gottfried Frankowski, (OMECA Meßtechnik GmbH, Berlin)	<b>P16*</b>
<b>grafiLAP - Feldrechner für Archäologen</b> Mario Wunder (Institut für Informatik in Entwurf und Fertigung zu Berlin GmbH)	<b>P17</b>
<b>Computergestützte 3D-Modellierung und 3D-Präsentation am Beispiel des großen Altars von Pergamon</b> Joachim Schulze (Institut für Informatik in Entwurf und Fertigung zu Berlin GmbH)	<b>P18</b>
<b>Präsentation einer CD-ROM-Sammlung</b> Dr. James Hemsley (VASARI Enterprises, Aldershot)	<b>P19*</b>
<b>Image Finder Cultura - Die komplette Software für effizientes Bild-Management in Wissenschaft und Kultur</b> Barbara Kopf (Universität Wien, Institut für Klassische Archäologie)	<b>P20</b>

\* Zu dieser Präsentation wird auch ein Vortrag gehalten, deshalb finden Sie den Beitrag im Verzeichnis der Vorträge.





# OPTISCHE 3D-VERMESSUNG MUSEALER OBJEKTE MIT MIKROSKOPISCHEN UND MAKROSKOPISCHEN STREIFENPROJEKTIONSVERFAHREN

Gottfried Frankowski  
Geschäftsführer  
OMECA Messtechnik GmbH  
Potsdamer Straße 18A  
14513 Teltow b. Berlin

Telefon: 03328/44 61 30, Telefax: 03328/44 61 31

## 1 Einleitung

Die schnelle und kostengünstige dreidimensionale Erfassung und Vermessung von Bauteilen und Maschinenkomponenten ist eine grundlegende Voraussetzung, um einen fehlerfreien Produktionsprozeß in der industriellen Fertigung zu gewährleisten. Nachdem viele Jahre fast ausschließlich mechanisch tastende Verfahren für diese Meßaufgabe zum Einsatz kamen, gewinnen bedingt durch Verfügbarkeit moderner optischer und optoelektronischer Verfahren sowie einer kostengünstigen und leistungsfähigen Mikroechentechnik auch die optischen Meßverfahren zunehmend an Bedeutung. Eine Meßmethode, die auf Grund ihrer multivalenten Einsatzmöglichkeit in den letzten Jahren in der industriellen 3d-Meßtechnik eine grundlegende Bedeutung erhalten hat, ist die Streifenprojektionstechnik.

In der Streifenprojektionstechnik werden entweder einzelne parallele Streifenmuster mit konstantem Linienabstand (Einbildverfahren) oder Sequenzen von Streifenmustern mit unterschiedlichem Linienabstand (Gray-Code-Verfahren) auf die Oberfläche des 3d-Meßobjektes projiziert. Das 3d-Profil der Meßobjektoberfläche ergibt sich dann rein qualitativ in Form von Verschneidungsfiguren der projizierten Linien mit dem Meßobjekt. Werden diese Verschneidungsfiguren in geeigneter Weise mit einer CCD-Kamera aufgenommen und einem Auswerterechner zugeführt, so können in wenigen Sekunden aus den aufgenommenen Streifenmustern komplette 3d-Profilverläufe für meßtechnische Zwecke erhalten werden. In Abhängigkeit von der verwendeten Projektions- und Abbildungsoptik können auf diese Weise sowohl mikroskopische Profilverläufe mit einigen hundert Mikrometern Meßlänge als auch makroskopische Profile bis zu einigen Metern leicht und schnell aufgenommen und meßtechnisch verarbeitet werden. Die erreichbare Vertikalauflösung kann überschlägig und in Abhängigkeit vom Oberflächenzustand des Meßobjektes zwischen 1/1000 bis 1/3000 der Meßlänge angesetzt werden. Unter optimalen meßtechnischen Verhältnissen (ihs. ausreichende Lichtintensität, hoher Streifenkontrast) kann die erreichbare Profilhöhenauflösung bis zu 1/5000 der Meßlänge gesteigert werden. Die laterale Auflösung wird im wesentlichen durch die Integration der verwendeten CCD-Kamera bestimmt, wobei sich der Meßpunkt Abstand aus dem Quotienten von Meßlänge und Kamerapixel ergibt.

Wie unterschiedliche Entwicklungen und auch in eigene Untersuchungen zeigen, ist diese mikroskopischen und makroskopische Streifenprojektionstechnik auch für die Untersuchung musealer Gegenstände eine sehr gut geeignete Methode, da sie schnell und berührungsfrei arbeitet und so zum Teil sehr wertvolle und nicht ersetzbare Kunstgegenstände dreidimensional erfaßt, bewertet und dokumentiert werden können.

Im nachfolgenden soll anhand von einigen Anwendungsbeispielen der Einsatz der mikroskopischen und makroskopischen Streifenprojektionstechniken zur Untersuchung musealer Gegenstände bzw. Aufgabenstellungen gezeigt und näher erläutert werden.

## 2 Untersuchung von Gemälden mittels Mikrostreifenprojektion

Für die Untersuchung von Gemälden hinsichtlich Zuordnung von Künstlern und Maltechniken bzw. auch Bildfälschungen wurde von Herrn Dr. F. Makes, Restaurator an den königlich schwedischen Museen „Livrustkammaren“ in Stockholm eine Methode entwickelt und in vielen Fällen erfolgreich eingesetzt, um unter Verwendung biochemischer Stoffe auf der Grundlage von Grillenzymen Maltechniken und Bildfälschung von Gemälden Alter Meister zu identifizieren / 1, 2, 3 /. Die Methode baut darauf auf, daß in verschiedenen Jahrhunderten durch die Künstler jeweils unterschiedliche Materialien und Farben mit einer spezifischen Zusammensetzung und unterschiedlichen Enzymstrukturen verwendet wurden.

Werden nun den zu identifizierenden Gemälden kleinste Partikelchen entnommen, zwecks Positionierung in eine Plastikfüllung eingebettet und mit den von Dr. Makes entwickelten Grillenzymen behandelt, so zeigen Proben, von Gemälden unterschiedlicher Zeitabschnitte, unterschiedliche Reaktionen auf die Enzymbehandlung. Da es sich bei der



Enzymbehandlung der eingebetteten Farbpartikelchen um einen Ätzabtrag handelt, die einen Abtrag in die Tiefe der Probe bewirkt, ist eine rein mikroskopische Beobachtung und Bewertung nicht ausreichend, um die tatsächliche Wirkung zu erfassen. Soll eine vollständige Bewertung der Enzymreaktion vorgenommen werden, so ist eine mikroskopische 3d-Vermessung der eingebetteten Farbproben erforderlich. Auf Vorschlag und in enger Zusammenarbeit mit Dr. Makes wurde für diese spezifische 3d-Meßaufgabe das mikroskopische Streifenprojektionssystem „MikroPLAN“ angepaßt und nun bereits seit mehreren von Dr. Makes am Livrustkammaren Jahren in Schweden erfolgreich eingesetzt.

Bei dem Meßsystem „MikroPLAN“ handelt es sich um ein konventionelles Auflichtmikroskop mit bis zu 500facher Vergrößerung. Durch eine spezifische Gestaltung des Köhlerschen Beleuchtungsstrahlenganges des Mikroskopes, wie in der nachfolgenden Prinzipskizze gezeigt, ist es möglich mikroskopische Streifen durch das Mikroskopobjektiv hindurch auf die Substratoberfläche zu projizieren / 4 /.

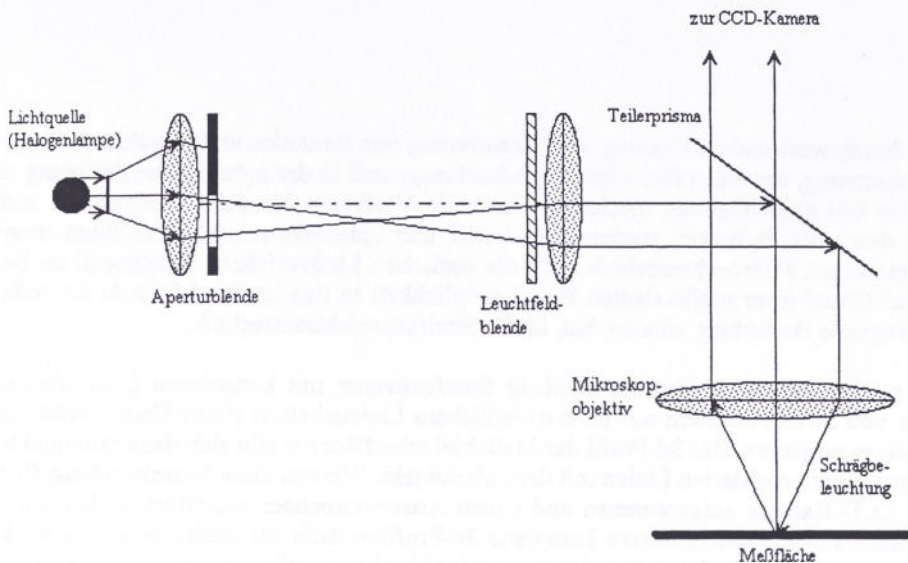


Bild 1 Prinzipskizze des OMECA-Streifenprojektionsmikroskopes „MikroPLAN“

Auf diese Weise werden parallele Streifen mit einem definierten Linienabstand projiziert. Weißt die zu untersuchende Oberfläche eine 3d-Struktur auf, so führt dies zu einer Auslenkung der Streifen, die im Okular des Mikroskopes oder bei Verwendung einer Aufnahmekamera am Kontrollmonitor sichtbar gemacht und verfolgt werden können. Bild 2 zeigt ein solches Streifenmuster, das durch eine Mikrostruktur im Streifenprojektionsmikroskop erhalten wurde.

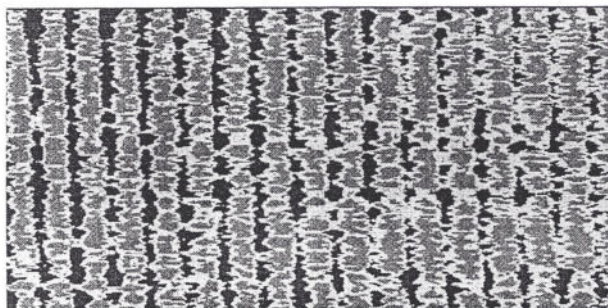


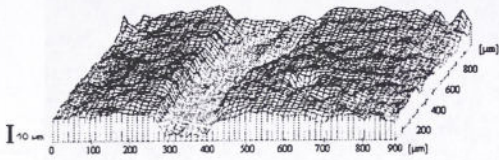
Bild 2 Mikrostreifenverlauf auf einer Gemäldeprobe  
(Aufgenommen: „MikroPLAN“ [20x0.4])

Die Größe der Auslenkung ist dabei ein qualitatives und quantitatives Maß für die Tiefe bzw. Profilhöhe der 3d-Struktur. Für eine sichere und quantitative Bewertung und Dokumentation wird eine rechnergestützte Auswertung verwendet, mit deren Hilfe aus dem in Bild 2 gezeigten Streifenmuster ein komplettes 3d-Mikroprofil berechnet und am Rechnermonitor dargestellt werden kann.

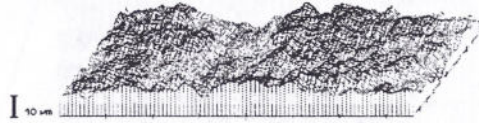
Werden nun, wie am Livrustkammaren in Stockholm praktiziert, die eingebetteten und mit Enzymen behandelten Gemäldeproben im Streifenprojektionsmikroskop untersucht, so je nach Herkunft und Zustand des Gemäldes eine unterschiedliche Abtragsreaktion durch die aufgetragenen Enzyme zu identifizieren.



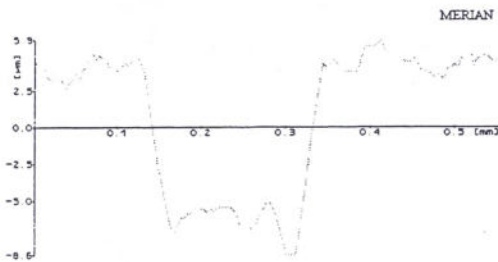
Die Bilder 3 und 4 zeigen zwei typische Meßergebnisse einer solchen Untersuchung, die aus einer Untersuchung von Gemälden von „MERIAN“ bzw. „BRAHE“ entstammen. Rein der Vergleich der Proben, die jeweils von einem Bild beider Maler entnommen wurden, zeigen einen deutlichen Unterschied im Schichtaufbau des Gemäldes, wie er durch die Enzymbehandlung sichtbar gemacht werden kann.



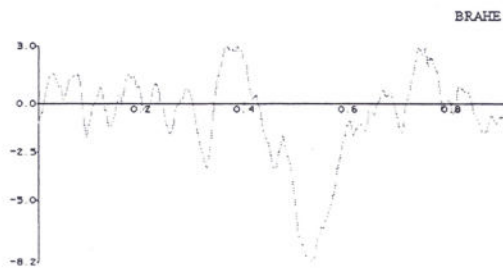
**Bild 3a** Meßergebnis am Gemälde von „MERIAN“



**Bild 4a** Meßergebnis am Gemälde von „BRAHE“



**Bild 3b** Profilschnitt in der Probenmitte „MERIAN“



**Bild 4b** Profilschnitt in der Probenmitte „BRAHE“

Neben der Bewertung des Abtragprofils der enzymbehandelten Farbprobe ist durch das Setzen von Linienschnitten auch eine Konturvermessung und somit Zuordnung der Enzymwirkung auf einzelne Bereiche des Aufbaus der Gemäldefarbschicht gegeben, was neben der Aussage „Kopie oder keine Kopie“ zum Beispiel auch Rückschlüsse über verwendete Maltechniken und Untergrundbehandlung von Gemälden zuläßt.

Die auf der Methode der Enzymbehandlung von Dr. Makes und die Vermessung mit dem mikroskopischen Meßsystem „MikroPLAN“ aufbauenden Bewertung von Gemälden bietet die Möglichkeit, eine direkte Zuordnung von Originalgemälden und Kopien vorzunehmen. Es natürlich auch eine sehr gute Ergänzung zu kunsthistorischen Bewertungen von Gemälden ibs. dann, wenn es sich hierbei um strittige und von verschiedenen Kunsthistorikern unterschiedlichen bzw. nicht eindeutig bewertbaren Gemälden handelt.

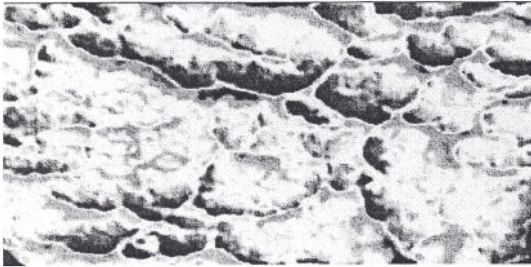
### 3 Untersuchung musealer Leder-, Stoff-, Papier- und Holzobjekte

Eine wesentliche und außerordentlich komplizierte restauratorische Tätigkeit ist die Erhaltung von kunsthistorischen Gegenständen aus Leder, Stoff oder Papier. Es handelt sich hierbei zum Beispiel um historische Waffen, Kleidungsstücke, Bücher und Schriftrollen u.ä.. Der Zustand dieser Gegenstände wird neben der chemischen bzw. biologischen Zusammensetzung natürlich wesentlich durch seine Oberflächenstruktur bzw. das Oberflächenprofil bestimmt. Die schnelle und vor allem berührungslose Erfassung der 3d-Oberflächenstruktur und deren zeitliche Veränderung über einen längeren Zeitraum stellt in zunehmendem Maße eine Aufgabe für die konservatorische Tätigkeit dar. Analog der o.g. mikroskopischen Untersuchung von Partikelchen von Gemälden stellt auch diese Untersuchungsart ein 3d-Meßaufgabe dar. Hinsichtlich der notwendigen Profilhöhenauflösung sind hierbei einige Mikrometer und bei der Profillänge in der Regel einige Millimeter für eine geeignete Bewertung notwendig.

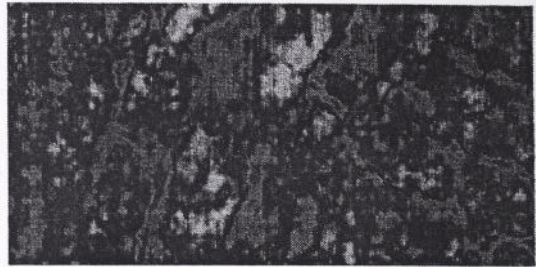


Bereits mehrfach angewendet wurde für diese Meßaufgabe das OMECA-Meßsystem „MikroCAD“, daß mit einer Profillänge von 20 x 15 mm einen genügend großen Objektbereich erfaßt und mit einer Profilhöhenauflösung von 3 ... 5 µm auch eine gute Erkennbarkeit von Detailstrukturen im Höhenbild zuläßt.

Eine erste Anwendung dieses Meßsystems für museale Objekte zeigen die nachfolgenden Bilder 5 und 6, bei dem es sich um die Untersuchung des Profilverlaufes von zwei unterschiedlichen Lederstrukturen handelt, die einen deutlichen Unterschied im Profilverlauf erkennen lassen. Für eine quantitative Bewertung derartiger Strukturen, bietet sich die Berechnung der Flächenrauheiten an, wie sie in der Regel für die Bewertung von Oberflächen in der metallverarbeitenden Industrie verwendet werden.

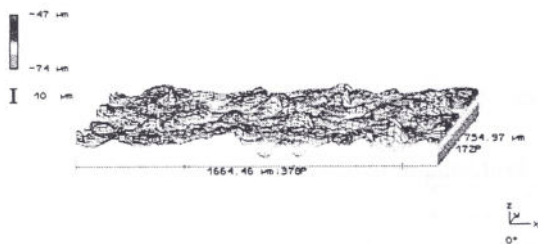


**Bild 5** 3d-Profil einer groben Lederstruktur  
(Grauwertcodierung der Profilhöhen)

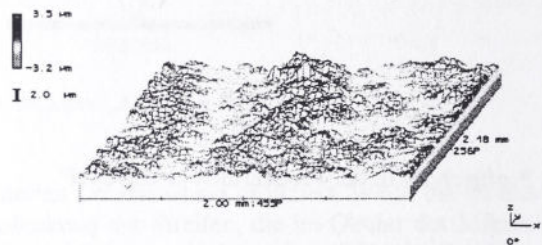


**Bild 6** 3d-Profil einer feinen Lederstruktur  
(Grauwertcodierung der Profilhöhen)

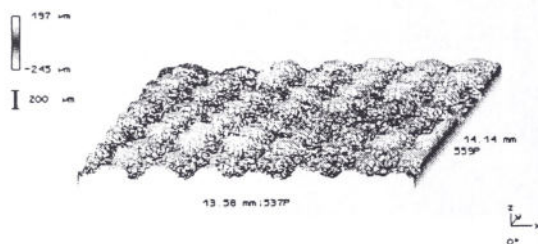
Auf diese Weise ist eine direkter Vergleich unterschiedlicher Oberflächenstrukturen von Lederarten sowie über einen längeren Zeitraum gemessen der Fortgang der Veränderung der Oberflächenstruktur gegeben. Zu ähnlichen Untersuchungsergebnissen, wie an historischen Lederproben „MikroCAD“ auch bei der Untersuchung von Papier-, Stoff- und Holzproben, wie die nachfolgenden Aufnahmen in Bild 7 bis 10 zeigen.



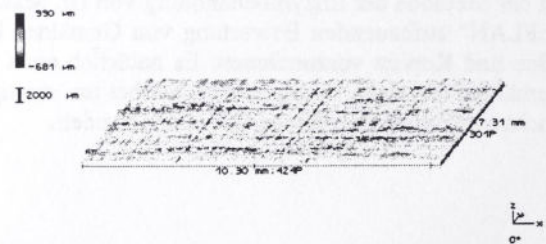
**Bild 7** Oberflächenprofil einer stark strukturierten  
Papierdokumentenoberfläche



**Bild 8** Oberflächenprofil einer wenig strukturierten  
Papierdokumentenoberfläche



**Bild 9** Oberflächenprofil einer musealen Stoffprobe



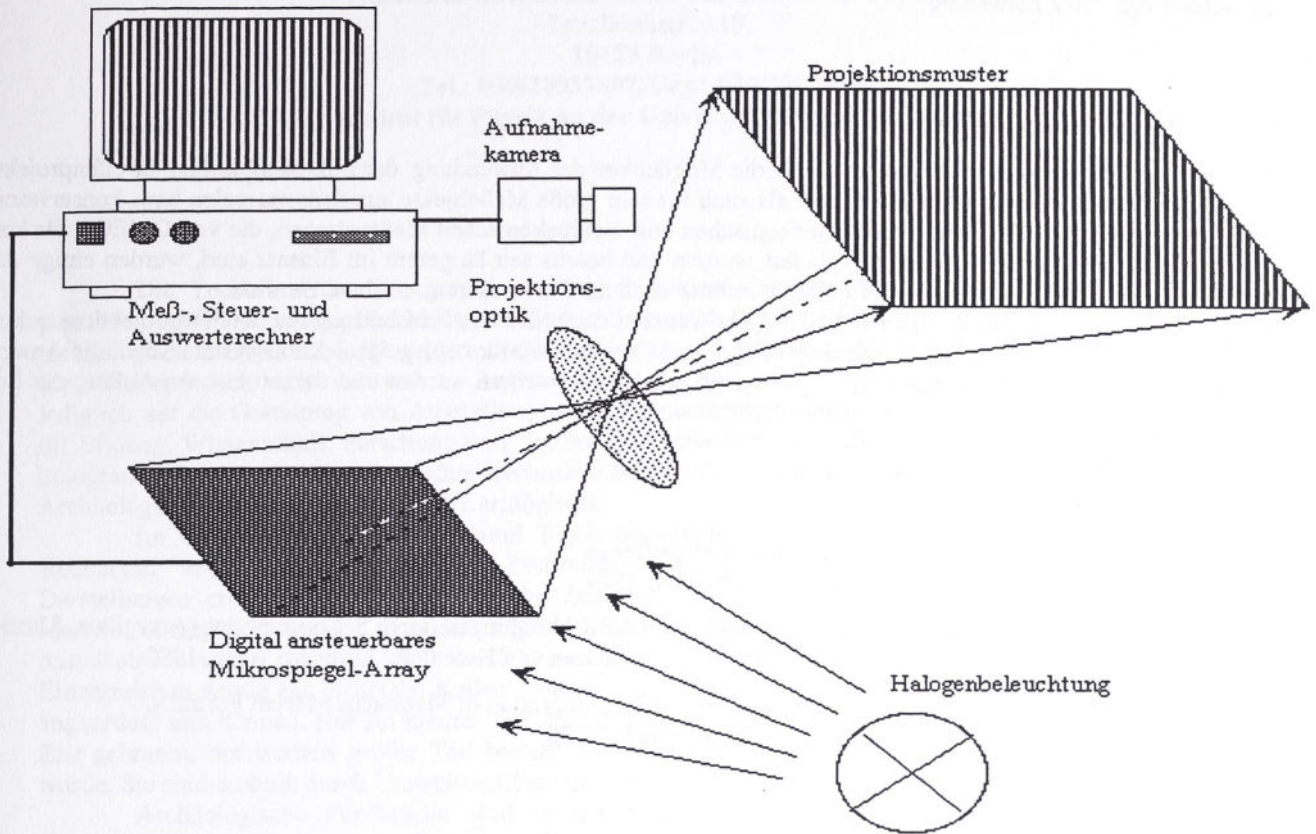
**Bild 10** Oberflächenprofil einer musealen Holzprobe

#### 4 Untersuchung historischen Gegenständen mit großen Abmessungen

Vielfach steht in der konservatorischen bzw. restauratorischen Tätigkeit die Aufgabe große Objekte wie Skulpturen, Standbilder, historische Stuckarbeiten oder Fresken oder Sandsteingebäude in aggressiven Medien zu vermessen und/oder zu archivieren. Wie zahlreiche Anwendungsbeispiele, die in den letzten Jahren bearbeitet wurden zeigen, ist die Streifenprojektionstechnik und insbesondere das Gray-Code-Verfahren, eine sehr gut geeignete Methode, um derartige 3d-Vermessungen vorzunehmen. Üblicherweise werden dabei Gray-Code-Verfahren auf der Grundlage von LCD-Projektoren eingesetzt, die Meßflächen zwischen 50 und maximal 100 cm zugänglich machen. Dabei sind die Meßob-



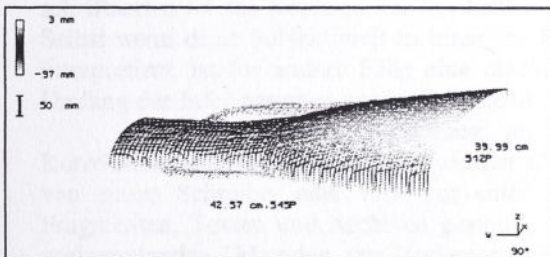
jekte entweder in spezielle Meßlabors zu transportieren oder die Untersuchungen sind bei Dunkelheit oder bei abgedunkelter Umgebung durchzuführen. In vielen Fällen ist es jedoch nicht gewünscht oder nicht möglich, die Meßobjekte abzutransportieren bzw. die spezifischen Umgebungsanforderungen für die Durchführung der Gray-Code-Technik auf der Basis von LCD-Projektoren zu sichern. Wünschenswert wäre es daher, Lichtstärke Projektionssysteme zu Verfügung zu haben, die eine Untersuchung unmittelbar vor Ort ggf. unter Tageslichtbedingungen zu ermöglichen.



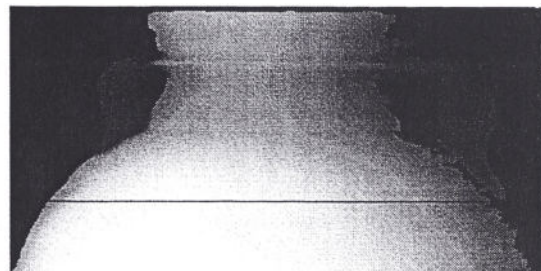
**Bild 11** Prinzipskizze eines Beleuchtungssystems auf der Grundlage digitaler Mikrospiegel Arrays

Seit kurzen ist bei der Firma OMECA Messtechnik GmbH gelungen, ein lichtstarkes Projektionssystem auf der Grundlage von Digitalen Mirror Devices (DMD) der Firma Texas Instruments/USA als Gray-Code-Projektionssystem einzusetzen und kommerziell für eigene Untersuchungen oder auch für Servicemessungen anzubieten.

Wie die Prinzipskizze eines solchen Projektionssystems in Bild 11 zeigt, sind hierbei entweder 640 x 480 (VGA) oder 800 x 600 (SVGA) Mikrospiegel auf einer Fläche von 8 mm x 6 mm angeordnet. Es besteht nun die Möglichkeit, diese Mikrospiegel einzeln von einem Rechner anzusteuern und auf diese Weise eines strukturierte Beleuchtung mittels Graustufen zwischen 0 und 255 entweder in Form von als Streifen (Gray-Codes) oder beliebige andere Lichtstrukturen zu beleuchten.



**Bild 12a** 3d-Profilverlauf auf einer Keramikvase  
(Aufnahme: OMECA-DLP-Projektor)



**Bild 12b** 2d-Profilschnitt in vertikaler Richtung der  
Keramikvase (Messung: Radienverlauf)

Auf Grund der Verwendung von Mikrospiegeln ist für die Beleuchtung lediglich eine 270W Halogenlampe ausreichend, um auch große Flächen bis zu mehreren Quadratmetern ggf. in freier Umgebung und bei Tageslichtverhältnissen mit hoher Lichtintensität und hohem Streifenkontrast auszuleuchten.

Die in den Bildern 12a und 12b gezeigte Keramikvase mit einer Abmessung von ca. 100 cm, die bei vollen Tageslichtverhältnissen aufgenommen wurde, zeigt die Anwendungsmöglichkeiten dieses neuartigen Gray-Code-Projektionssystems auch für museale Gegenstände. Für die Aufnahme und 3d- bzw. 2d-Vermessung steht das komplette Meß-, Steuer- und Auswertesoftwarepaket „OMECA-FRINGS“ zur Verfügung, in welches das Projektionssystem eingebunden und sofort betriebsbereit ist. Für den Einsatz in freier Umgebung oder in Museen, wo in der Regel keine aufwendige Meßtechnik installiert werden kann, ist für die Durchführung derartiger Meßaufgaben lediglich ein normaler Stromanschluß von 220V notwendig.

## 5 Zusammenfassung

Anhand von Demonstrationsbeispielen wurde die Möglichkeit der Anwendung der mikroskopischen Streifenprojektionstechnik sowohl für mikroskopisch kleine als auch für sehr große Meßobjekte aus dem musealen bzw. konservatorischen Bereich gezeigt. An Hand von mikroskopischen und makroskopischen Meßsystemen, die von OMECA für konkrete restauratorischen Anwendungen geliefert wurden und bereits seit längerem im Einsatz sind, wurden einige Anwendungsmöglichkeiten der Streifenprojektionstechnik auch für den konservatorischen Bereich aufgezeigt. Es dabei davon auszugehen, daß mit der weiteren methodischen Entwicklung der Streifenprojektionstechnik und insbesondere die Verfügbarkeit leistungsfähiger und lichtstarker Mikrospiegelprojektionssysteme, sich die Anwendungsmöglichkeiten auch im musealen Bereich noch erheblich erweitern werden und derzeit erst am Anfang der Entwicklungen stehen.

## 6 Literatur

- / 1 / Makes, F.: Enzymatic consolidation of paintings  
Thesis, University of Göteborg, 1979
- / 2 / Makes, F.: Beschädigung von Gemälden und Buchbindungen durch Schimmelpilze (Aspergillus, Rhizopus und Penicillium Stämme), Bakterien und Hefepilze, Eurocare Wien, 1995
- / 3 / Makes, F.: Investigation, Restoration and Conservation of Matthaeus Merian Portraits,  
Acta Universitatis Gothoburgensis, 1996



## ZEICHENERKENNUNG AN KEILSCHRIFTTEXTEN. KOHÄRENT-OPTISCHE EXPERIMENTE UND ERGEBNISSE

**Dr.-Ing.habil. Günther Wernicke, Dr. Nazif Demoli\*, Dipl.-Phys. Hartmut Gruber, Dr. Uwe Dahms**  
**Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Physik**

**Invalidenstr. 110**

**10115 Berlin**

**Tel.: 030/20937897, Fax.: 030/20937666**

**\* Institut für Physik an der Universität Zagreb, Kroatien**

Die Techniken der Holographie werden in vielen Gebieten der optischen Bildverarbeitung zur parallelen Datenverdichtung und Mustererkennung eingesetzt. Bei der Klassifizierung und Dokumentation von archäologischen Objekten, insbesondere dreidimensionaler Schriftträger, wie es Keilschrifttafeln sind, wurden diese bisher jedoch nicht verwendet. Anwendungen der Holographie auf diesem Gebiet beschränkten sich lediglich auf die Gestaltung von Ausstellungen mit Displayhologrammen. In einem vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie geförderten Forschungsprojekt wurde die Anwendung holographischer und kohärent-optischer Techniken behandelt, die für die Lösung einiger Teilprobleme in der Archäologie vielversprechende Ansätze ermöglicht.

Im Gebiet zwischen Euphrat und Tigris begann mit der Entstehung größerer menschlicher Ansiedlungen auch die Notwendigkeit, bestimmte Vorgänge schriftlich festzuhalten. Aus bildlichen Darstellungen entwickelten sich symbolische Zeichen, die in dieser Region mit einem Griffel in weiches Material eingedrückt wurden. Aus der ursprünglichen Symbolschrift entstand eine Silbenschrift, die in der mittelbabylonischen Zeit (ca. 1500 bis 800 vor Chr.) aus ungefähr 500 bis 600 Zeichen bestand. Jedes Einzelzeichen wurde aus mehreren Keilen zusammengesetzt, die in bis zu fünf verschiedenen Orientierungen angeordnet sein können. Nur ein kleiner Teil der bis heute erhaltenen Keilschrifttafeln wurde in der damaligen Zeit gebrannt, der weitaus größte Teil besteht aus ungebranntem Ton oder Lehm, der lediglich getrocknet wurde. Sie sind deshalb durch Umwelteinflüsse hochgradig gefährdet.

Archäologische Fundstücke sind in der wissenschaftlichen Forschung besonders dann schwer auswertbar, wenn diese nur in Form von Bruchstücken vorliegen, die Oberflächen durch Erosion oder Korrosion beeinträchtigt wurden oder Risse, Kratzer, Verunreinigungen usw. die enthaltenen Informationen nahezu unlesbar machen. Für die Rekonstruktion von zerbrochenen archäologischen Fundstücken anhand von Merkmalen, wie z.B. Konturen und Kanten von Scherben, Strukturierungen auf der Oberfläche sowie spezifischen Formen, Krümmungen usw. werden zwar Bildverarbeitungsverfahren angewandt, diese gestatten das Zusammenfügen von Bruchstücken, die sich am gleichen Ort befinden. Diese Methoden versagen, wenn Zwischenstücke fehlen.

Häufig werden Tontafeln mit Keilinschriften bzw. Bruchstücke von diesen an verschiedenen Stellen der Welt gelagert. Inhaltlich zusammengehörige Texte oder auch Bruchstücke einer Tafel sind durch Fundteilungen oder durch willkürliche Verteilung durch den Antikenhandel zum Teil weit verstreut worden. Deshalb kann nur in wenigen Fällen die Zusammengehörigkeit durch den Epigraphisten erkannt werden.

Die für die wissenschaftliche Bearbeitung herkömmliche Methode der Veröffentlichung von Keilschrifttexten ist das Kopieren der Inschriften durch Nachzeichnen. Dies ist jedoch in hohem Maße subjektiv. Selbst wenn diese Subjektivität in manchen Fällen erwünscht ist, da der Kopist in der Regel auch den Text interpretiert, ist für andere Fälle eine objektive Zuordnung erforderlich, da nur auf diese Weise der volle Umfang der Informationen zugänglich bleibt.

In der aktuellen Forschung an Keilinschriften treten Probleme auf, die mit Hilfe von Korrelationsuntersuchungen gelöst werden können. Dazu gehört z.B. der Nachweis, daß verschiedene Texte von einem Schreiber oder auch aus einer Schreiberschule stammen, der die historische Zuordnung von Fragmenten, Texten und Archiven gestattet. In der heutigen Forschung sind hierzu sowohl die Vielfalt der vorkommenden Urkunden, das Vorkommen von Namen sowie auch die über die Zeit veränderte Anordnung von Urkunden in Formularform interessant, die anhand inhaltlicher Kriterien, nicht jedoch anhand objektiver äußerer Erscheinungsmerkmale untersucht werden. Für alle genannten Problemkreise ist es erforderlich, die Untersuchungsobjekte gegenständlich zur Verfügung zu haben. Dies ist häufig schwer, wenn nicht unmöglich.

Im Rahmen des geförderten Projektes wurden im Labor für Kohärenzoptik am Institut für Physik der Humboldt-Universität zu Berlin kohärent-optische und digitale Techniken zur Datenspeicherung, Datenfilterung, Mustererkennung und Korrelationsanalyse erprobt und entwickelt, um an Keilschrifttafeln oder den Hologrammen von Keilschrifttafeln, die am Labor für Biophysik der Universität Münster in einem



weiteren Projekt des Förderschwerpunktes hergestellt wurden, einige der oben genannten Probleme mit Hilfe kohärent-optischer Techniken und Methoden zu lösen.

## Aufbau und Erprobung von zwei optischen Korrelatoren

### 1. Multifunktioneller erweiterter optischer Korrelator (MEOC) [1], [2], [3]

Der optische Aufbau des MEOC besteht im wesentlichen aus drei Linsensystemen (Abb. 1). Im Abstand der doppelten Brennweite vor der Linse 1 befindet sich die Ebene P1, in der Brennebene hinter der Linse 1 und gleichzeitig im Abstand der doppelten Brennweite vor der Linse 2 befindet sich die Ebene P2. Im Abstand der doppelten Brennweite hinter der Linse 2 kann ein holographisches Filter erzeugt werden, das mit einer unter einem Winkel einfallenden Referenzwelle aufgenommen wird. In einer Achse, die unter dem Winkel dieser Referenzwelle verläuft, befindet sich in einem Abstand der einfachen Brennweite von diesem Hologramm die dritte Linse, hinter der sich im Abstand der einfachen Brennweite eine CCD-Kamera befindet.

In der Ebene P1 wird das Eingangssignal, im einfachsten Fall eine transparente Szene, mit einer durch einen Kollimator aus einem Laserbündel erzeugten ebenen Welle beleuchtet. In der Ebene P2 erzeugt eine Linse die Fouriertransformierte des Eingangssignals. Durch Einsatz eines Amplitudenfilters kann in P2 der Einfluß der quadratischen Eingangsapertur herausgefiltert werden. In der Ebene P3 ist eine Filterung im Bild möglich, so daß schließlich in der Ebene P4 durch die kohärente Überlagerung der Fouriertransformierten des gefilterten Eingangssignals mit einer Referenzwelle ein angepaßtes Filter (matched spatial filter, MSF) in einer Fotoplatte registriert werden kann.

Die Eigenschaft eines Hologrammes, assoziativ zwei Signale zu speichern, wird in der Zeichenerkennung in der Weise genutzt, daß von einem optischen Signal mit Hilfe einer ebenen Referenzwelle ein Hologramm aufgenommen wird. Von diesem Hologramm kann mit der Referenzwelle die Objektwelle und mit der Objektwelle die Referenzwelle rekonstruiert werden. Wird das Hologramm exakt in die Aufnahmeposition gebracht, erzeugt die zur Rekonstruktion des Hologrammes verwendete Signalwelle wiederum eine ebene Wellenfront, die nach einer weiteren Fouriertransformation in der Ebene P5 bei Übereinstimmung mit der Signalwelle zu einem scharfen Korrelationspeak führt. Ein solches Hologramm wird als angepaßtes Filter (MSF) bezeichnet.

Ein von einem einzelnen Objekt hergestelltes MSF kann identische Objekte mit höchster Empfindlichkeit nachweisen. Bereits geringe Abweichungen zwischen Objekten einer Gruppe (in-class-Objekte) führen allerdings zu großen Abweichungen in der Intensität des Korrelationssignals. Die Konsequenz daraus ist, daß handschriftlich erzeugte Zeichen, wie es Keilschriftzeichen sind, mit einem derartigen MSF nicht ohne Weiteres nachweisbar sind. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, die Empfindlichkeit des MSF für in-class-Objekte zu reduzieren und gleichzeitig die Diskriminationsschwelle für out-of-class-Objekte möglichst hoch zu halten. Zur Lösung dieses Problems hat sich die Herstellung gemittelter angepaßter Filter als geeigneter Weg erwiesen. Die Mittelung kann dabei durch das Überlagern von MSF einzelner gleichartiger Zeichen (Multiplexing), durch digitale, inkohärent-optische oder kohärent-optische Methoden erfolgen. Verschiedene dieser Methoden wurden hinsichtlich ihrer Einsatzmöglichkeiten getestet.

Zur Untersuchung der Korrelation zweier Signale wurde ein Eingangssignal in die Ebene P1 und das angepaßte Filter des Referenzsignals in die Ebene P4 des MEOC gesetzt. Dann ergibt sich die Amplitude des Korrelationssignals in der Ebene P5 als die Fouriertransformation des Produkts aus der Fouriertransformation des modifizierten Spektrums des Eingangssignals mit der Filterübertragungsfunktion des MSF. Die Intensität des Korrelationssignals ist dann das Quadrat dieser Amplitude. Die zu messenden Größen sind die maximale Intensität des Korrelationssignals sowie die Gesamtintensität der gefilterten Fouriertransformierten des Eingangssignals. Aus diesen lassen sich eine normierte Maximalintensität und eine Unterscheidbarkeit (discrimination ability) berechnen.

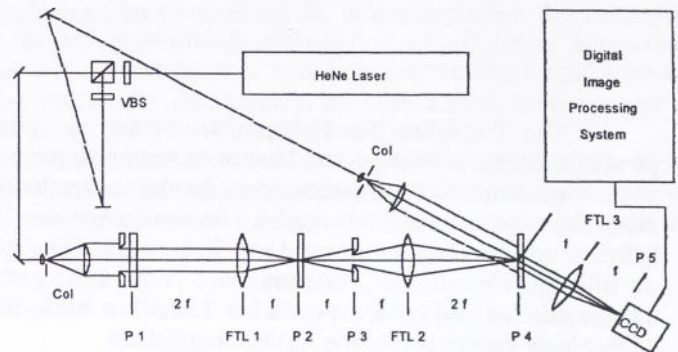


Abb. 1 Multifunktioneller erweiterter optischer Korrelator



## 2. Joint-Transform-Korrelator (JTC) [4], [5]

Bei allen Vorteilen (Möglichkeiten der Filterung in der Bild- und Frequenzebene, einstellbare Empfindlichkeit u.ä.) ist der MEOC aufgrund der Aufnahme eines Hologrammes als angepaßtes Filter relativ empfindlich für äußere Einflüsse, wie z.B. Schwingungen der Umgebung. Die Aufnahme des angepaßten Filters erfordert außerdem einige Vorverarbeitungsschritte. Dieser Nachteil wird durch die Verwendung des Joint Transform Correlators (JTC) überwunden. Der JTC zeichnet sich durch einen robusten Aufbau aus, der keine hohen Anforderungen an die Schwingungsisolation stellt. Im JTC sind in seiner Eingangsebene das hinsichtlich seiner Ähnlichkeit zu beurteilende Zeichen und das Referenzzeichen nebeneinander angeordnet. Beide Zeichen werden innerhalb des Korrelators parallel optisch verarbeitet (fouriertransformiert).

Die Möglichkeit, mit dem JTC Korrelationsuntersuchungen in Echtzeit durchführen zu können, ist durch den Einsatz moderner, elektronisch adressierbarer Lichtmodulatoren wesentlich erleichtert worden. Aufgrund ihrer Verfügbarkeit und ihres günstigen Preis/Leistungsverhältnisses finden in den letzten Jahren vor allem Flüssigkristalldisplays (LCD) als Lichtmodulatoren Anwendung. Diese LCDs, die vornehmlich für Computer (Monitore), Videoprojektoren und großflächige Anzeigen entwickelt wurden, besitzen Modulationseigenschaften, die ihren Einsatz als Amplitudenmodulator wie auch als Phasenmodulator in optischen Aufbauten zur Bildverarbeitung und Mustererkennung favorisieren.

Für den optischen Aufbau fanden die Einzelkomponenten, die auch im MEOC eingesetzt wurden, Verwendung (Abb. 2).

Die optischen Elemente im aufgebauten JTC sind in zwei parallelen optischen Achsen angeordnet. Zwei Flüssigkristalldisplays (LCD1, LCD2) aus einem Daten/Videoprojektor (Typ: Sanyo PLC 300 ME)

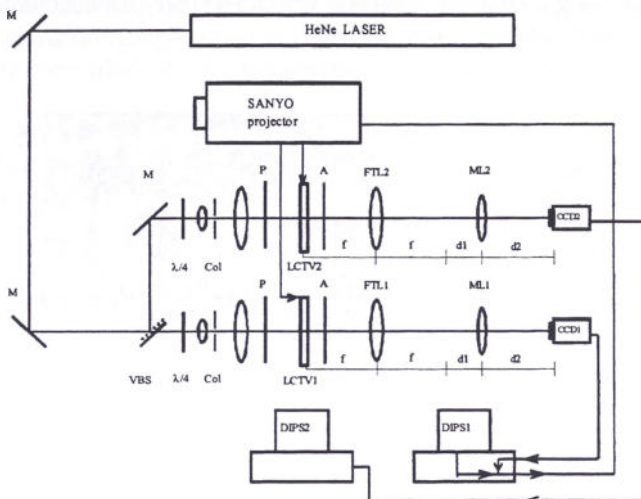


Abb. 2 Joint-Transform-Korrelator

wurden in die Objekt- und die Frequenz-ebene eingesetzt und über die Originalelektronik des Projektors angesteuert. In der ersten Achse des Korrelators wird die gesamte Eingangsszene mit Hilfe der Linse FTL1 fouriertransformiert. Das Fourierspektrum wird durch das Mikroskopobjektiv ML1 vergrößert und mit Hilfe der Kamera CCD1 und des Bildverarbeitungssystems DIPS1 als Joint-Power-Spektrum (JPS) aufgezeichnet. Dieses wird auf das sich in der Eingangsebene der zweiten optischen Achse befindende Display LCD2 gegeben und durch die Linse FTL2 ein zweites Mal fouriertransformiert (inverse Transformation). Nach Vergrößerung durch das Mikroskopobjektiv ML2 wird durch die Kamera CCD2 das Korrelationssignal aufgezeichnet.

In beiden optischen Achsen ist die Vergrößerung  $d2 / d1$  der Mikroskopobjektive bezüglich des Auflösungsvermögens der LCDs, CCD Kameras und des Ausgangskorrelationssignals optimiert worden. Drehbare Polarisatoren vor und hinter den LCDs gestatten es, die günstigsten Konstellationen für den Einsatz als Amplituden- bzw. Phasenmodulator auszuwählen.

## Ergebnisse

Die in den folgenden Punkten A bis E aufgeführten Arbeitsschritte beschreiben zusammenfassend die an den Originalkeilschriftzeichen durchgeführten Operationen.

### A. 2-D Eingangssignale

1. Aufnahme der zur Untersuchung ausgewählten Flächen von der Originalkeilschrift mit einer CCD Kamera (Reduzierung der Information 3-D  $\Rightarrow$  2-D),
2. Auswahl der in-class und out-of-class Objekte, digitale Vorverarbeitung,
3. Auswahl eines Satzes von Trainingsobjekten,
4. Speichern der ausgewählten Objekte auf Photomaterial

### B. Charakteristische Merkmale der Trainingsobjekte

1. Auswahl und Verstärkung charakteristischer Merkmale (Fourieranalysator, Bildverarbeitungssystem),
2. Analyse dieser Merkmale in der Objekt- und der Fourierebene,
3. Festlegung verschiedener optischer Vorverarbeitungsparameter

### C. Vorverarbeitung

1. Digitale Vorverarbeitung (Kontrastverstärkung, Normierung, Addition von Bildern usw.),
2. In-line optische Vorverarbeitung (Hoch- und Tiefpaßfilterung),



3. Kohärent-optische Mittelung ausgewählter in-class Objekte,
4. Herstellen von nichtlinearen Dämpfungsmasken für Quasiphasenfilter (quasi-phase-only filter, QPOF),
- D. Korrelationsfilter
  1. KF für Einzelkeil
  2. KF für Einzelzeichen
  3. Multiplex - KF, optisch und digital gemittelte KF für Modellzeichen
  4. KF für optisch und digital gemittelte Originalzeichen
- E. Charakterisierung von Keilinschriften
  1. Charakterisierung anhand von Objektmerkmalen und des Fourierspektrums
  2. Charakterisierung anhand der Ergebnisse der Korrelationsexperimente

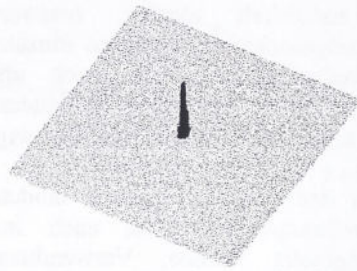
In der Abbildung 3 ist als Beispiel die Wiedererkennung des Keilschriftzeichens "I" in einer Objektszene an Hand des Korrelationssignals im MEOC bei der Anwendung eines aus einem gemittelten Vergleichszeichen hergestellten Filters dargestellt.



**Abb. 3a** Zeichen I-av zur Herstellung des angepaßten Filters



**Abb. 3b** Objektszene mit Zeichen I



**Abb. 3c** Korrelationspeak. der das Zeichen I anzeigt

Abbildung 4 zeigt die untersuchte Szene mit dem Zeichen I und das Referenzzeichen I-av, sowie das Ausgangssignal des Joint-Transform-Korrelators. In diesem ist in der Mitte das Auto-korrelationssignal der Szene selbst und oben und unten die Kreuzkorrelation des Referenzzeichens mit der Szene zu erkennen.

In beiden Fällen handelt es sich um ein kohärent-optisch gemitteltes Zeichen I-av, das von drei Zeichen aus der Keilschrifttafel HS 158b (Hilprecht-Sammlung Vorderasiatischer Altertümer Jena) hergestellt und mit einem Ausschnitt aus dieser Tafel korreliert wurde.



**Abb. 4a** Objektszene aus einer Keilschrift und Referenzzeichen



**Abb. 4b** Ausgangssignal des JTC

## Literatur

- 1 N. Demoli, H. Gruber, U. Dahms, G. Wernicke, *Journal of Modern Optics* **42**(1) 191-195 (1995)
- 2 G. Wernicke, N. Demoli, U. Dahms, H. Gruber, *Naturwissenschaften* **82**(9) 395-402 (1995)
- 3 H. Gruber, G. Wernicke, N. Demoli, U. Dahms, in *Holography and Correlation Optics II*, Chernovtsy 1995, O.V. Angelsky (Ed.), SPIE-Proceedings 2647, 138-144
- 4 N. Demoli, U. Dahms, B. Haage, H. Gruber, and G. Wernicke, *Fizika A* **4** (3), 581-590 (1995)
- 5 U. Dahms, B. Haage, H. Gruber, G. Wernicke, N. Demoli, *Optik* **101** (1996) (im Druck)



# TRANSPORTABLE EINRICHTUNG ZUR 3D-AUFNAHME VON SKULPTUREN AUCH UNTER FREILUFTBEDINGUNGEN

Lothar Paul  
 Projektleiter 3D-Datenverarbeitung  
 GFaI e.V. Berlin  
 Rudower Chaussee 5, Geb. 13.7  
 12484 Berlin  
 Telefon: 030/6392-1625, Telefax: 030/6392-1602

In der Projektgruppe 3D-Datenverarbeitung der GFaI e.V. sind in den letzten drei Jahre umfangreiche Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zu Anwendungen der berührungslosen 3D-Datenerfassung für unterschiedliche Objektklassen sowie zu Fragen des Handlings und der Weiterverarbeitung solcher Daten geleistet worden. Einen wesentlichen Schwerpunkt des Interesses bildeten dabei stets auch Anwendungen und Beiträge in Kultur, Kunst und Geschichte, was u.a. durch die Kontinuität der Beteiligung an den verschiedenen EVA-Veranstaltungen in Berlin und London zum Ausdruck kommt.

Inzwischen verfügt die Gruppe über ein ganzes Arsenal nicht nur eigener Erfahrung und flexibel konfigurierbarer Programmoduln im Bereich der 3D-Informatik, sondern gleiches trifft auch für spezielle, eigenentwickelte Gerätekonfigurationen mit Meßbereichen von weniger als 1 cm bis hin zu mehreren Metern für unterschiedliche Einsatz- bzw. Umgebungsbedingungen zu. Der vorliegende Beitrag ist - geschuldet dem besonderen Interesse der Anwender aus nichttechnischen Bereichen wie Denkmalsschutz, Museen, Künstlern, Kulturwissenschaftlern, Archäologen etc.- insbesondere einem mobilen, auch netzunabhängig einsetzbaren 3D-Aufnahmesystem gewidmet, das 1996 im Rahmen einer ursprünglich technischen Aufgabenstellung entstanden ist und vor wenigen Wochen erstmalig auf der Bildverarbeitungsmesse VISION '96 in Stuttgart vorgestellt wurde. Eine weitere 3D-Geräteentwicklung der GFaI, das für die 3D- und Bilderfassung von musealen Gegenständen im Größenbereich bis etwa 30 cm geeignet ist, ist u.a. in [1][3] beschrieben.

Das Meßsystem war von Anfang an für den mobilen Einsatz (Straßen- Baustellen- bzw. Werkhallenumgebung) sowie für die Erfassung von Objekten mit typischen Abmessungen von 1 bis ca. 3 Metern konzipiert. Das unmittelbare Entwicklungsziel war jedoch zunächst die Schaffung einer Lösung für die effektive und objektive Erfassung dreidimensionaler Geometrieparameter an Grabwerkzeugen der Baumaschinenbranche (Baggerlöffel, -schaufeln) vor Ort. Das Aufnahmesystem war eingebunden in eine Gesamtlösung zur parametrischen 3D-Modellierung der genannten Objektklassen im Kontext von Reparatur, Nach- und Neukonstruktion (Einsatzadaption) der Grabwerkzeuge. Diese Entwicklungsarbeiten werden gegenwärtig fortgesetzt.

Der Meß- und Erfassungsbereich des Systems, die typischen Objektgrößen, der inzwischen realisierte Grad an Meßpunktdichte und -genauigkeit sowie an Transportabilität und Mobilität legt jedoch den Gedanken einer breiteren Nutzung des Systems nahe, was eine Vielzahl von Anfragen aus unterschiedlichen Anwendungsbereichen, genannt seien neben dem kulturellen Bereich auch Textilindustrie und Medizin (beide zur individuellen Körpervermessung) unterstreicht.

## Meßprinzip und gerätetechnische Realisierung des Prototyps

Für die mobile Aufnahme von Objekten vor Ort mußte ein Ansatz gewählt werden, der dem Nutzer möglichst viel Spielraum in der Positionierung von Aufnahmesystem und Objekt (Erfassung aus unterschiedlichen Positionen in Abhängigkeit von der räumlichen Objektausprägung) mit einem möglichst einfachen Handling des Systems einschließlich der erforderlichen Kalibrierprozeduren bietet. Darüber hinaus sollte die Lösung zumindest begrenzt netzunabhängig betrieben werden können, der konstruktive Aufbau und die technischen Parameter sollten eine hohe Robustheit unter den zu erwartenden Einsatzbedingungen gewährleisten und letztlich sollte das System auch hinsichtlich der Fremdlichtbedingungen möglichst variabel sein.

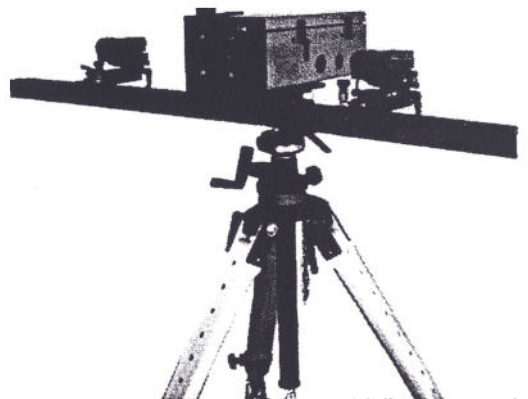


Abb. 1: Gerätekonfiguration



Um hinsichtlich der Beweglichkeit des Aufnahmesystems und der Einfachheit der Kalibrierung den Anforderungen möglichst nahe zu kommen, wurde ein aktiv stereometrischer Ansatz priorisiert. Aufgrund der bestehenden Erfahrungen mit 3D-Erfassungslösungen auf der Basis der codierten Weißlichtprojektion, die im Unterschied zu klassischen stereometrischen Verfahren eine weitaus bessere Meßpunktdichte bei eindeutiger Auflösung der Bildreferenzen liefern, wurde ein LCD-basierter, programmierbarer Streifenprojektor der Fa. ABW mit horizontalen und vertikalen Streifen zur Generierung Gray-codierter Marken eingesetzt. Mit den im vorliegenden Fall vorhandenen maximal 320 Streifen in jeweils horizontaler und vertikaler Richtung sind theoretisch  $320 \times 320 = 102.400$  eindeutig zuordenbare Marken auf dem Objekt realisierbar, die -objektabhängig- jeweils einem Abschnitt auf der Kameramatrix von im Mittel etwa  $3 \times 3$  Pixel entsprechen. Praktisch werden im System jeweils 256 Streifen genutzt, was einer maximalen Meßpunktzahl von 65536 entspricht. Die Auswertung der Geometrie der Markenabbildungen (projizierte Rechtecke) zur Gewinnung von mehr als einem Meßpunkt pro Marke ist theoretisch möglich, wurde jedoch aus Aufwandsgründen nicht weiter verfolgt. Als die einer Marke zugeordneten lateralen Meßpunktkoordinaten wurde der geometrische Schwerpunkt der Markenabbildung gewertet, der aus der Stereobildauswertung resultierende Tiefenwert entsprechend zugeordnet.

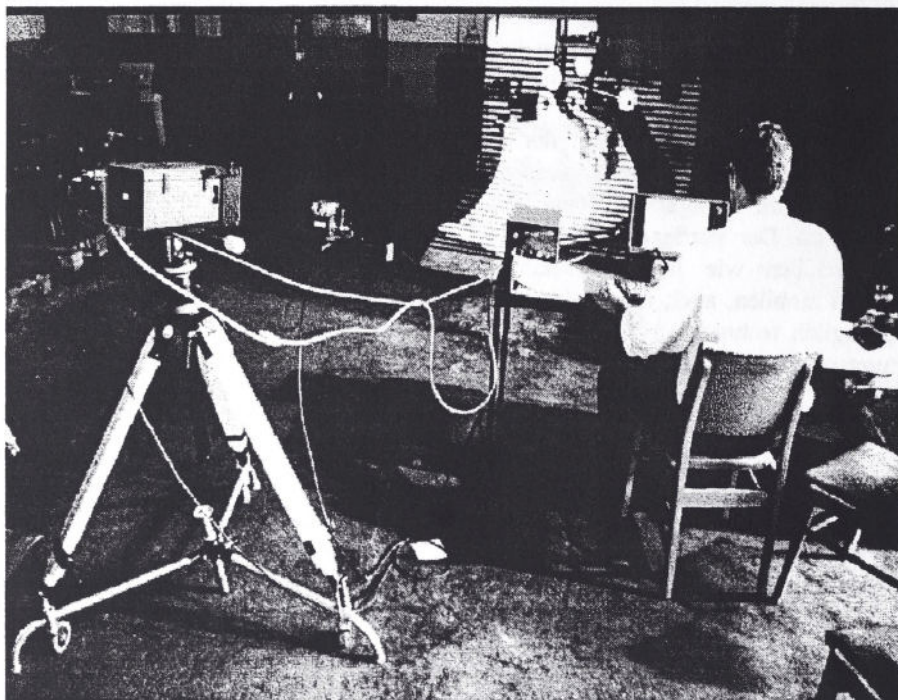


Abb. 2:  
Der erste Prototyp im Praxistest (Vermessung von Grabwerkzeugen)

Der so realisierte erste Prototyp des Aufnahmesystems besteht aus zwei Kameras (768x512 Pixel) und der Projektionseinheit, die auf einer Trägerschiene so angeordnet sind, daß die optischen Achsen aller drei Module in einer Ebene liegen. Dabei können sowohl der Abstand der Kameras von der Projektionseinheit als auch der Winkel zwischen den optischen Achsen der Kameras und der des Projektors durch geeignete Justageeinrichtungen variiert und fixiert werden. Eine Korrektur der Matrixausrichtung der Kameras nach den projizierten Streifen ist ebenfalls vorgesehen. Das Gesamtsystem Kameras-Projektionseinheit ist auf einem belastbaren, mit den üblichen Justage- und Transporthilfsmitteln ausgestattetem Vermessungsstativ montiert. Unabhängig von den dadurch

ermöglichten Positioniervarianten des Systems ist die Trägerachse der Kameras noch um exakt 90 Grad um die Projektorachse schwenkbar, sodaß de facto auch 4 Kamerabilder von einer Objektansicht ausgewertet werden können oder einfach die nicht quadratische Kameramatrix in Abhängigkeit vom Objekt besser ausgenutzt werden kann. Die konstruktive Lösung des ersten realisierten Prototyps ist in Abb. 1 und 2 dargestellt.

Die Steuerung des Systems und die Datenauswertung werden auf einem transportablen, netzunabhängigen PC-System (Pentium, 32-40 MB) als WINDOWS<sup>TM</sup>-Applikation realisiert. In der realisierten Variante wurde ein stoß- und spritzwassergeschütztes PC-System der Fa. DOLCH verwendet. Der Einsatz eines Standard-Laptop ist aufgrund des benötigten Fragegrabber-Steckplatzes (PCI-Framegrabber) gegenwärtig nicht möglich.

Die Kalibrierung des Systems erfolgt mit Hilfe eines stabil gefertigten Kalibriernormals (Siehe auch Abb. 4), auf welchem in bekanntem Abstand und in zwei Raumebenen eine größere Anzahl von Ringen mit

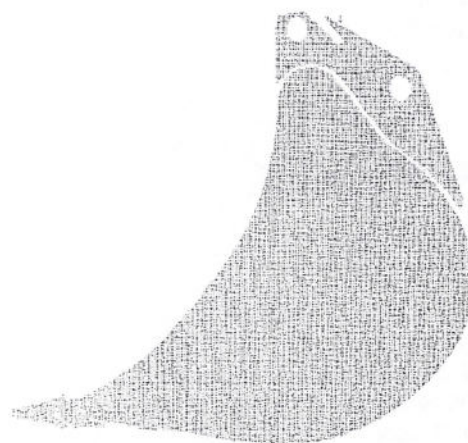
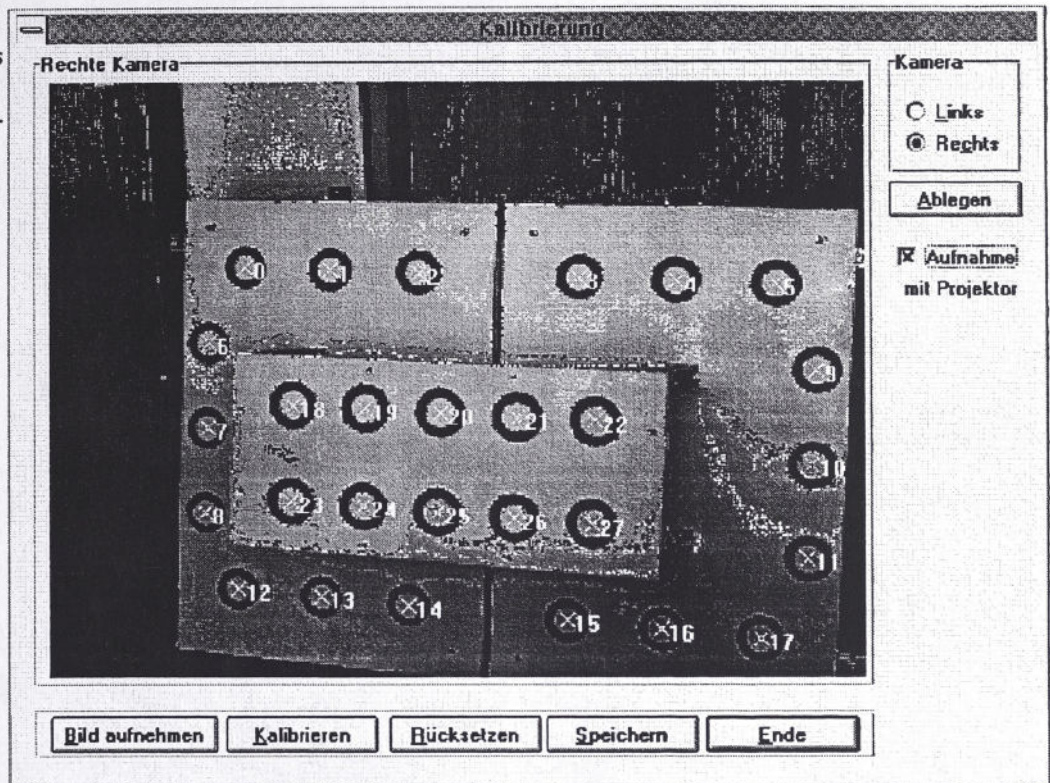


Abb. 3:  
Ergebnisdatensatz Seitenfläche . zur Demonstration der stereometrisch realisierbaren Punktdichte (Objekt ca. 500 mm)



definiertem Innen- und Außendurchmesser aufgebracht sind. Dieser Kalibrierkörper wird ohne besondere Lageanforderungen im Sichtbereich der Kameras aufgestellt. Die Ringe werden über eine in die Bediensoftware integrierte Bildauswertung automatisch erkannt, und für jeden Ring wird aus Innen- und Außenkreis die Mittelpunkt-lage berechnet. Über die somit bekannten Bildkoordinatenabstände im rechten und linken Kamerabild wird nach bekannten Verfahren die Anbindung an die Weltkoordinaten sowie die Tiefenkalibrierung des Meßbereiches durchgeführt. Für die Tiefenkalibrierung wird also die eingestellte Variante der Position und Ausrichtung im System Kamera1-Projektor-Kamera2 bestimmt, sodaß dieses System (die gesamte Montageseite mit den Moduln) anschließend problemlos neu positioniert, ausgerichtet oder bewegt werden kann, ohne die daß die ermittelten Kalibrierwerte neu festgestellt werden müssen. Nach einer einmal erfolgten Kalibrierung vor Ort kann -mit anderen Worten- die Vermessung eines Objektes aus frei wählbaren Positionen erfolgen, wobei die Erfassung einer Objektansicht jeweils nur Sekunden in Anspruch nimmt.

Abb. 4:  
Menübild des  
Aufnahmesystems  
bei der Kalibrie-  
rung



Hinsichtlich Netzunabhängigkeit und Fremdlichteinfluß sind folgende Bemerkungen angebracht:

Bei den bisherigen praktischen Erprobungen im Außenbereich wurde die Projektionseinheit noch aus dem Netz gespeist. Mit dieser Aufnahmevariante konnten auch ca. zwei Meter große Objekte unter Werkhallenbedingungen (Tageslicht, gedämpft) erfaßt werden. Die im Außenbereich erfolgten Aufnahmen einer Statue (Abb. 5, 6) erfolgten in den Abendstunden, was für viele Anwender keine prinzipielle Schwierigkeit darstellt. Für die im Projektor eingesetzte Halogenlampe (24V, 100 oder 150W) können jedoch bei Bedarf auch zwei handelsübliche Auto-Akkumulatoren eingesetzt werden. Zwar ist die benötigte Stromstärke relativ groß, jedoch sind für die Erfassung der 3D-Meßwerte einer Objektansicht nur vier bis 5 Sekunden erforderlich, sodaß die Kapazität der Akkumulatoren nur kurzzeitig in Anspruch genommen wird. Alternativ kann ein Blitzprojektor mit entsprechendem Akkumulator eingesetzt werden. In diesem Fall kann auch unter normalen Tageslichtbedingungen (nicht gerade bei praller Sonne) vermessen werden. Ein Nachteil der Blitzvariante ist jedoch das Problem der Scharfeinstellung des Projektors, die wegen der kurzen Blitzzeiten nur anhand von Einzelbildern realisiert werden kann.

#### Weiterentwicklung des Systems

Aus den oben gemachten Angaben zur Meßpunktermittlung ist ersichtlich, daß die mit diesem Verfahren realisierte Punktauflösung noch deutlich unter der Pixelauflösung der Kamera liegt (mit Hilfe von ca. 9 Bildpunkten wird ein 3D-Wert bestimmt), was im Fall anderer Lösungen, speziell bei Einbeziehung von Phasenshift-Algorithmen, deutlich



überboten wird. Andererseits ist die Gewinnung mehrerer zehntausend 3D-Koordinaten in wenigen Sekunden im Vergleich mit taktilen Verfahren oder klassischer Stereometrie dennoch ein beachtlicher Fortschritt.

Nach Inbetriebnahme und Einsatztest des ersten Prototyps wurden ungeachtet dessen jedoch weitere Überlegungen zur Verbesserung der Punktdichte und anderer Parameter angestellt. Natürlich können mit dem Einsatz höherauflösender Kameras zusammen mit einer leistungsfähigeren Projektionseinheit (640 Streifen pro Richtung) wesentlich bessere Auflösungen und Genauigkeiten zu erwarten. Andererseits muß diese, extensive Qualitätsverbesserung jedoch auch mit einem -insbesondere bei den Kameras- überproportional hohen Preis bezahlt werden, sodaß diese Variante, abhängig von dem zu erwartenden Nutzen, immer noch zur Verfügung steht (gegenwärtig wird sie in der Gfai für eine technische Anwendung realisiert). Die Überlegungen gingen jedoch dahin, durch verfahrenstechnische Verbesserungen eine adäquate Leistungssteigerung zu erreichen. Es liegt nahe, die aus der Projektionstechnik bekannte

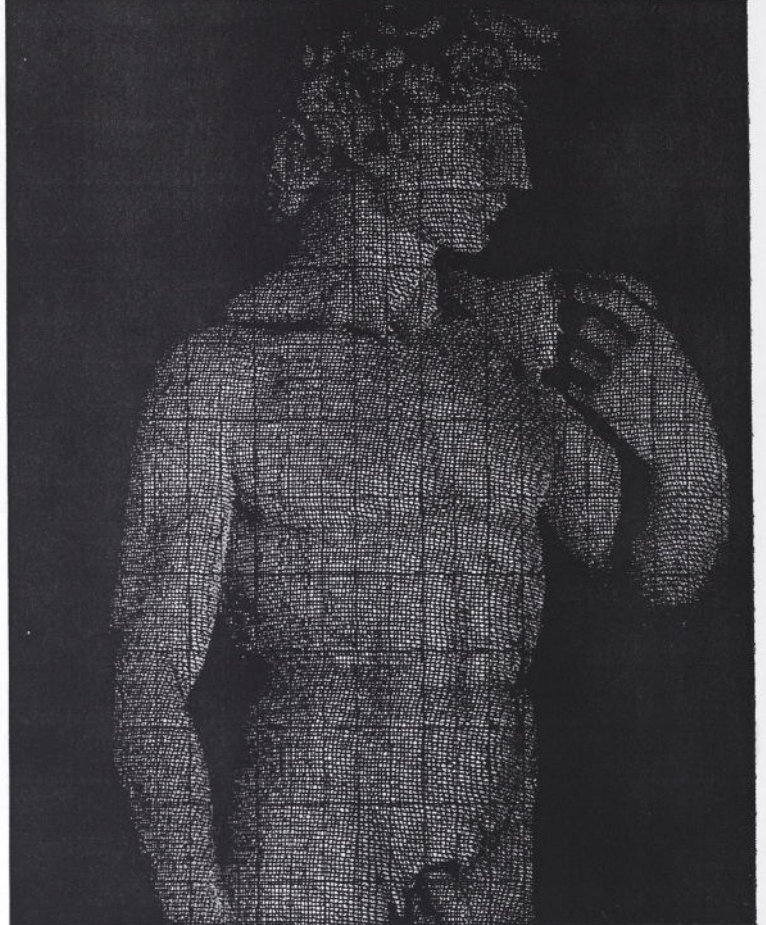
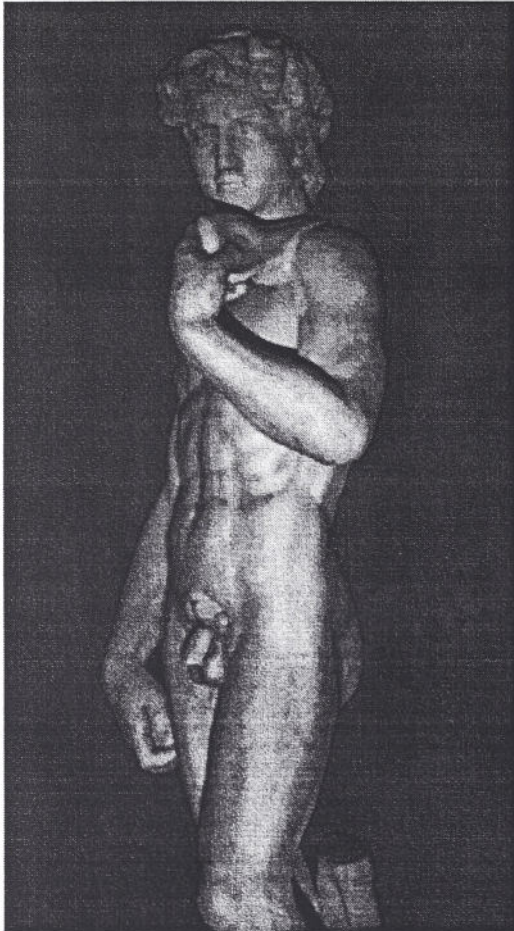


Abb. 5 und 6:

Grauwertbild und 3D-Datensatz (Punktwolke), gewonnen während der 3D-Vermessung einer lebensgroßen Statue im Freiland. Die 3D-Vermessung wurde in den Abendstunden mit der bereits verbesserten Methodik (Phasenshift) gewonnen. (Objekthöhe ca. 1,8m)

Phasenshiftmethode einzubeziehen. Die einfache Übertragung der bei anderen Systemen [x][y] realisierten hybriden Algorithmen (Gray-Code und Phasenshift mit Einsatz eines optischen Tiefpaßelementes zur Erzeugung sinusförmiger Hell-Dunkel-Charakteristiken) auf das mobile Meßsystem war jedoch aufgrund der Kalibrierstrategie ohne Einschränkungen für die Beweglichkeit des Systems nicht möglich. Darüber hinaus kann auch das optische Tiefpaßelement bei der Projektion orthogonaler Streifenmuster nicht eingesetzt werden.

In den letzten Wochen ist es gelungen, ohne zusätzlichen Hardwareaufwand eine einsetzbare Modifikation des 3D-Meßsystems zu entwickeln, bei der der stereometrische Ansatz teilweise aufgegeben und durch ein Graycode-Phasenshift-Verfahren ersetzt wurde. Die Dichte der erfaßten 3D-Koordinaten des zu vermessenden Objektes steigt damit theoretisch bis zur Auflösung der Kameramatrix (in der Praxis liegt die Zahl der vermessenen 3D-Punkte, z.T. aufgrund von unvermeidlichen Abschattungen und Oberflächeneffekten, natürlich darunter). Das Phasenschieben erfolgt lediglich in einer der beiden Streifenrichtungen, wobei gegenwärtig zur Erzeugung des Hell-Dunkel-Sinus nur



eine definierte Unschärfereinstellung des Projektors genutzt wird. Aufgrund der wesentlich erhöhten Meßpunktdichte und des somit geringeren Mittelungsfehlers wird jedoch trotz dieser Einschränkung eine insgesamt erhöhte Meßqualität erreicht (Vergleiche auch die Abbildungen). Die übrigen Einsatzmerkmale des Meßsystems, insbesondere die Mobilität, Robustheit und die Bewegungsfreiheit bei der Vermessung, werden von den Modifikationen nicht berührt, das Vorgehen bei der Kalibrierung ist -trotz inhaltlicher bzw. algorithmischer Modifikationen- aus der Sicht des Anwenders nicht komplizierter geworden.

### Weiterverarbeitung der Meßdaten

Für nahezu alle Anwendungen der 3D-Meßtechnik stellen die anfallenden Punktwolkendaten noch nicht das gewünschte Endergebnis dar. Sowohl für die Zwecke der Dokumentation und Archivierung, als auch für Visualisierungs- und Präsentationsanwendungen, erst recht aber für eine nachfolgende CAD/CAM-Bearbeitung ist die Modellierung, d.h. die Erzeugung mathematischer Flächen- oder Volumenbeschreibungen unerlässlich. In der GFaI e.V. Berlin wurde auch für diese Prozeßschritte spezielle Software entwickelt, es sei jedoch auch auf inzwischen verfügbare, (wenn auch teure) kommerzielle Softwareprodukte wie SURFACER<sup>TM</sup>, POMOS<sup>TM</sup> usw. verwiesen. Für die verschiedenen Prozeduren der Modellierung ist zunächst das exakte Zusammenführen der einzelnen Punktdatensätze (aus verschiedenen Perspektiven und Aufnahmepositionen) unbedingte Voraussetzung.

Im Fall des hier beschriebenen Systems, wo gerade die freie Positionsauswahl für die Vermessungen eine Prämisse der Entwicklung darstellte, ist eine einfache Rückführung über bekannte Objekt-Sensor-Positionen ausgeschlossen (bei dem unter [1],[3] erwähnten System wird das Objekt über eine Präzisionspositionierung gegenüber dem Sensor bewegt, sodaß die relative Lage der einzelnen Telidatensätze bekannt ist).

Für die Zusammenführung der Datensätze stehen zwei Methoden zur Verfügung. In der ersten Variante wird das Objekt mit einem daran befestigten Markierungssystem (Siehe Abb. 2, oberhalb des Meßobjektes) aus drei symbolisch markierten Kugeln verbunden, die mit Hilfe der parallel erfaßten Bildinformation erkannt werden und deren Raumlage in den jeweiligen Aufnahmen berechnet wird. Diese Methodik führt zu eindeutigen Zuordnungen, kann jedoch die Aufnahme-prozedur erschweren, da die Erkennbarkeit der Markierungen in jeder Aufnahme zu gewährleisten ist.

Alternativ werden in der Projektgruppe der GFaI eigene, interaktiv ausgelegte Programme zum „Matchen“ bzw. „3D-Puzzeln“ einzelner Punktwolkensätze anhand von Überlappungsbereichen mit korrelativen Verfahren (Gradientenverfahren) genutzt.

### Literatur:

- [1] Stanke G., Paul L., "3-D Modelling: Measurements and Modelling in Cultural Applications" , Proceedings, EVA'95 Berlin, Berlin, 27.07.95
- [2] Paul, L., T. Bürger, R. Gast : "Entwicklung eines prototypischen Aufnahmesystems für die automatisierte Erfassung der Geometrie und von Oberflächenmerkmalen dreidimensionaler Objekte", GFaI Jahresbericht, Berlin, 1994
- [3] Paul, L., "Computer Aided Methods for 3D-Measurement and Modelling in Cultural Applications", The Hidden Resource, MDA-Conference, Proceedings Edinburgh, 1995





## OPTISCHE 3D-VERMESSUNG UND VISUALISIERUNG EINER LEBENSGROSSEN METALLFIGUR

Martin Mach, Peter Mottner, Christian Kremer und Rolf Snethlage  
Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege  
Hofgraben 4  
D - 80539 München  
Telefon +49 89 2114-1  
Telefax +49 89 2114-300

### 1 Bildverarbeitung - ein modernes Arbeitsgebiet ?

Ein erhoffter Fortschritt in der Dokumentation wertvollen Kulturgutes ist der Übergang von der zweidimensionalen zur berührungslosen, dreidimensionalen Erfassung und Abbildung eines Kunstwerkes. Für den Bereich der Metallrestaurierung wurde dieser Entwicklungsschritt anhand einer lebensgroßen Plastik aus Zinkguß realisiert.

Ein Blick auf historische Vorgehensweisen belegt, daß das Grundprinzip der dreidimensionalen Bildverarbeitung im weitesten Sinne seit langem zum Standardrepertoire von Malern und Grafikern gehört. Der Wunsch nach einer gezielten Steuerung der Bildinformationen ist nichts Neues, nur das technische Instrumentarium hat sich gewaltig entwickelt.

Abb. 1 zeigt ein Beispiel einer historischen Bildmontage, heute würde man sagen einer Bildverarbeitung mit den Mitteln "Ausschneiden", "Einfügen", "Löschen" usw. Die einander ähnlichen Abbildungen zeigen beide den Blick in die Königliche Erzgießerei in München, zu einem Zeitpunkt als die Arbeiten an der großen Bronze-Bavaria in vollem Gange waren.

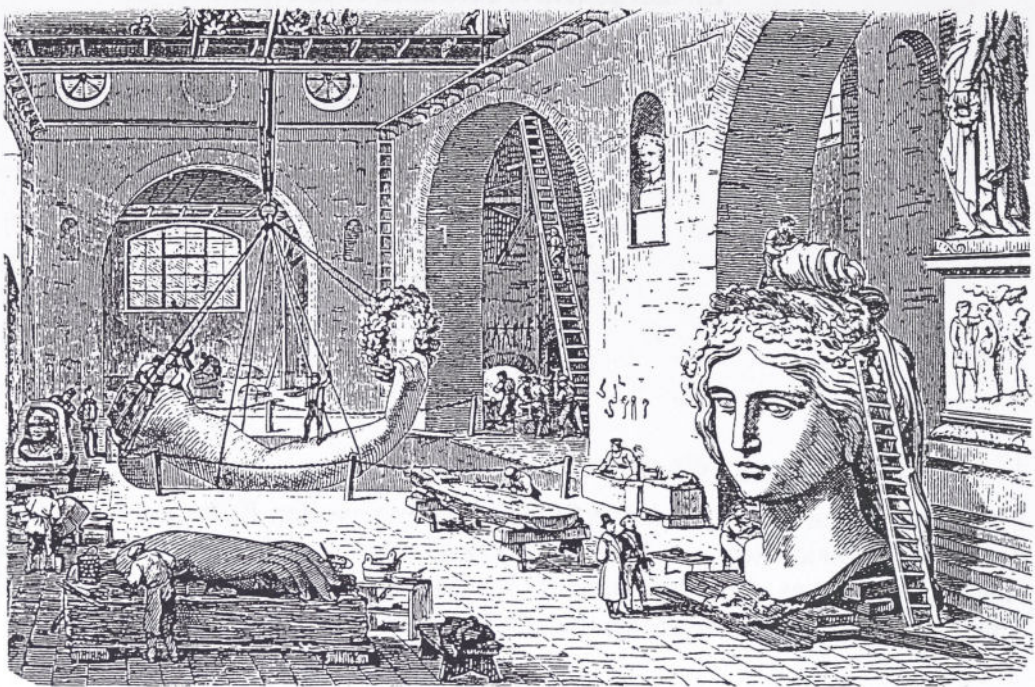
Es lag nahe, bei der auf Abb. 1 unten abgebildeten, älteren Abbildung der historischen Szene<sup>1</sup> einige als vielleicht nicht ausreichend elegant empfundene Bereiche inhaltlich und stilistisch zu überarbeiten. Die Blickrichtung und viele wesentliche Grundelemente des Originals wurden in die neue Abbildung übernommen. An der Rückseite des Formsaaes war mittlerweile ein zusätzlicher Raum angebaut worden. Dieser wurde einfach in das neue Bild<sup>2</sup> eingebaut, obwohl er zum dargestellten Zeitpunkt noch gar nicht vorhanden war. Das nicht augenfällig der Monumentalfigur der Bavaria zuzuordnende Gußteil links unten im Vordergrund ließ der Bildverarbeiter bei der neuen Ansicht weg und ersetzte es durch die besser zu erkennende Hand der Bavaria. Weiterhin beschloß man, auf das herstellungstechnisch bedingte Linienmuster auf dem Arm der Bavaria und einige den Bildaufbau störende Personen zu verzichten.

Auf diese Weise entstand ein etwas geschöntes, aber in der Aussage klarer erkennbares Bild zum Herstellungsprozeß der Bavaria. Das verbesserte Bild findet sich als Standardabbildung in zahlreichen Monographien über Bronzegußtechnik, selbstverständlich ohne den Hinweis, daß es sich um eine im Detail nicht stimmige Montage handelt.

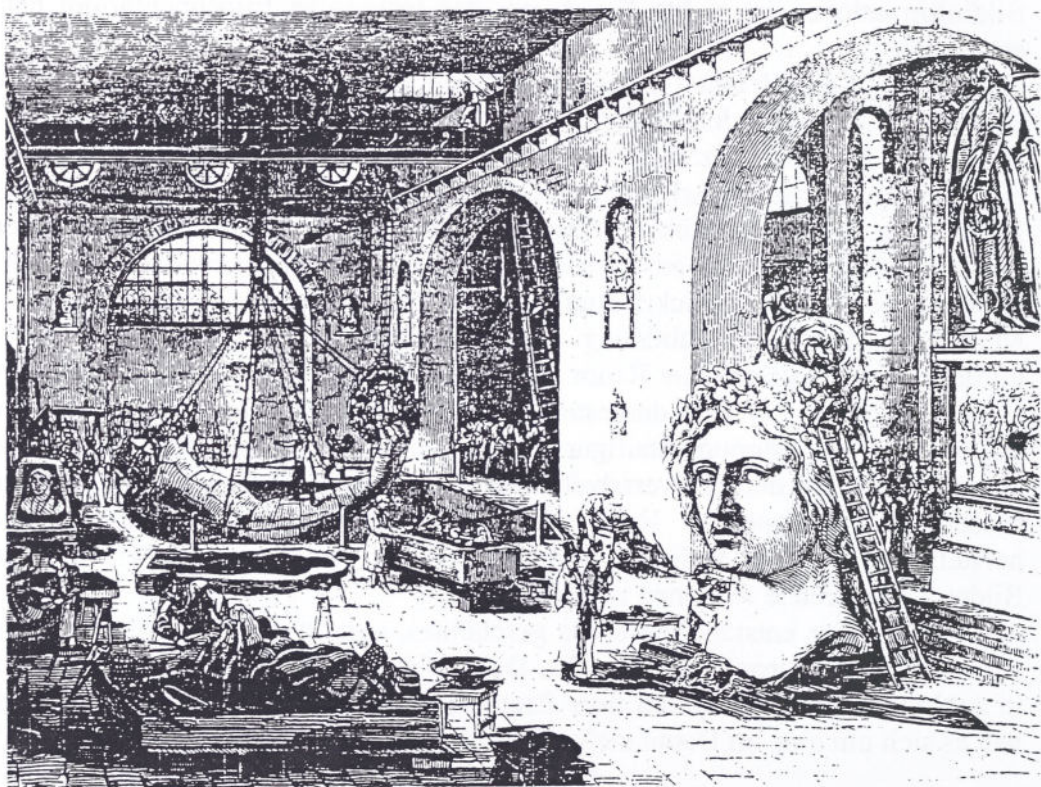
### 2 Anwendungsbeispiele der modernen zweidimensionalen Bildverarbeitung für die Denkmalpflege

Es würde zu weit führen, hier alle denkbaren Anwendungsmöglichkeiten der Bildverarbeitung für den Bereich der Denkmalpflege zu diskutieren. Anhand zweier leicht verständlicher





Königliche Erzgießerei in München, überarbeitete Abbildung (1924).



Königliche Erzgießerei in München, Originalabbildung (1845).

Abb. 1: Historische Bildverarbeitung mit einfachen Mitteln.



Anwendungen sollen hier nur typische Zielsetzungen und Arbeitsmethoden vorgestellt werden.

### 2.1 Visualisierung der Auswirkung von Restaurierungsmaßnahmen

Anhand eines Fotos von der sogenannten Aschaffenburger Tafel, eines Tafelgemäldes aus dem 13. Jahrhundert, wurden mit Hilfe der Bildverarbeitung Fehlstellen in einer quasi virtuellen Restaurierung ausgebessert, um den Einfluß von Retuschen auf die Bildwirkung sichtbar zu machen. Das Original wurde nicht angetastet<sup>3</sup>.

### 2.2 Visualisierung eines durch Restaurierung nicht mehr wiederherstellbaren Originalzustandes

Das Münchner Max-Joseph-Denkmal, ein 1835 enthülltes Denkmal aus Bronze, hat sich durch die Einwirkung unterschiedlichster Umwelteinflüsse in seinem Aussehen im Laufe der Zeit stark verändert. Es trägt die für städtische Umgebung typische schwarz-grüne Patina. Augenzeugen bei der Enthüllung des Denkmals berichten hingegen von einem "goldglänzenden" Werk<sup>4</sup>. Zur Veranschaulichung der erheblichen Veränderungen sollte deshalb das ursprüngliche Aussehen der Bronze bei der Enthüllung mit Hilfe der Computer-Bildverarbeitung bildlich dargestellt werden<sup>4</sup>.

Die Farbe der Legierung war aufgrund chemischer Analysen bekannt, sowie die Tatsache, daß das Denkmal mit blanker Oberfläche, d.h. nicht etwa künstlich patiniert, aufgestellt wurde. Auf einem historischen s/w-Foto wurden hierzu die metallischen Teile des Denkmals maskiert, farblich angepaßt und mit Hilfe eines im Computerprogramm enthaltenen Metallglanzfilters mit metallischem Aussehen versehen.

## 3 Dreidimensionale Bildverarbeitung

Die Anwendungsbeispiele im Abschnitt 2 zeigen, daß der Einsatz der zweidimensionalen Bildverarbeitung in der Praxis heute ohne weiteres möglich ist.

Die dreidimensionale Bildverarbeitung hingegen befindet sich noch in der Entwicklungsphase.

### 3.1 Vorversuche an einem Zinkgußfragment<sup>5,6</sup>

An einem Zinkgußfragment<sup>7</sup> wurden versuchsweise berührungslose Messungen mit Hilfe eines 3D-Laser-Scanners ausgeführt<sup>8</sup> (zum Meßverfahren siehe Lit. 5). Die verwertbaren Rohscan-Daten wurden im Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege zu einem Gesamtmodell montiert. Abbildung 2 zeigt das auf diese Weise entstandene Drahtgittermodell. Das Modell wurde mit verschiedenen Texturen versehen. Die vom Raytracer-Programm<sup>9</sup> erzeugten Bilder eignen sich nur schlecht zur s/w-Darstellung und werden deshalb hier nur im Vortrag gezeigt.<sup>10</sup>

### 3.2 Optische Vermessung und Visualisierung einer lebensgroßen Figur<sup>6</sup>

Der "Münzpräger", eine lebensgroße allegorische Plastik, wurde vom Bildhauer Kirchmayer 1862 für das Gebäude der "Alten Münze" in München entworfen und in Zink gegossen. Die Figur wurde mit Hilfe von strukturiertem Licht vermessen<sup>11</sup>. Bei diesem berührungslosen Verfahren wird mittels eines Projektors eine Abfolge von Streifenmustern ("Gray-Code") auf die zu vermessende Figur projiziert und das reflektierte Bild von einer feststehenden Videokamera aufgenommen. Der angeschlossene Computer wertet das so entstandene Muster von hellen und dunklen Punkten aus und setzt dieses in Flächeninformation und räumliche Koordinaten um, die dann in einem weiteren Schritt in das errechnete Volumenmodell zurückgeführt werden. Die Feinheit (Auflösung) des Punkterasters ist bis in den Submillimeterbereich frei definierbar (zum Meßverfahren siehe Lit. 5,6).



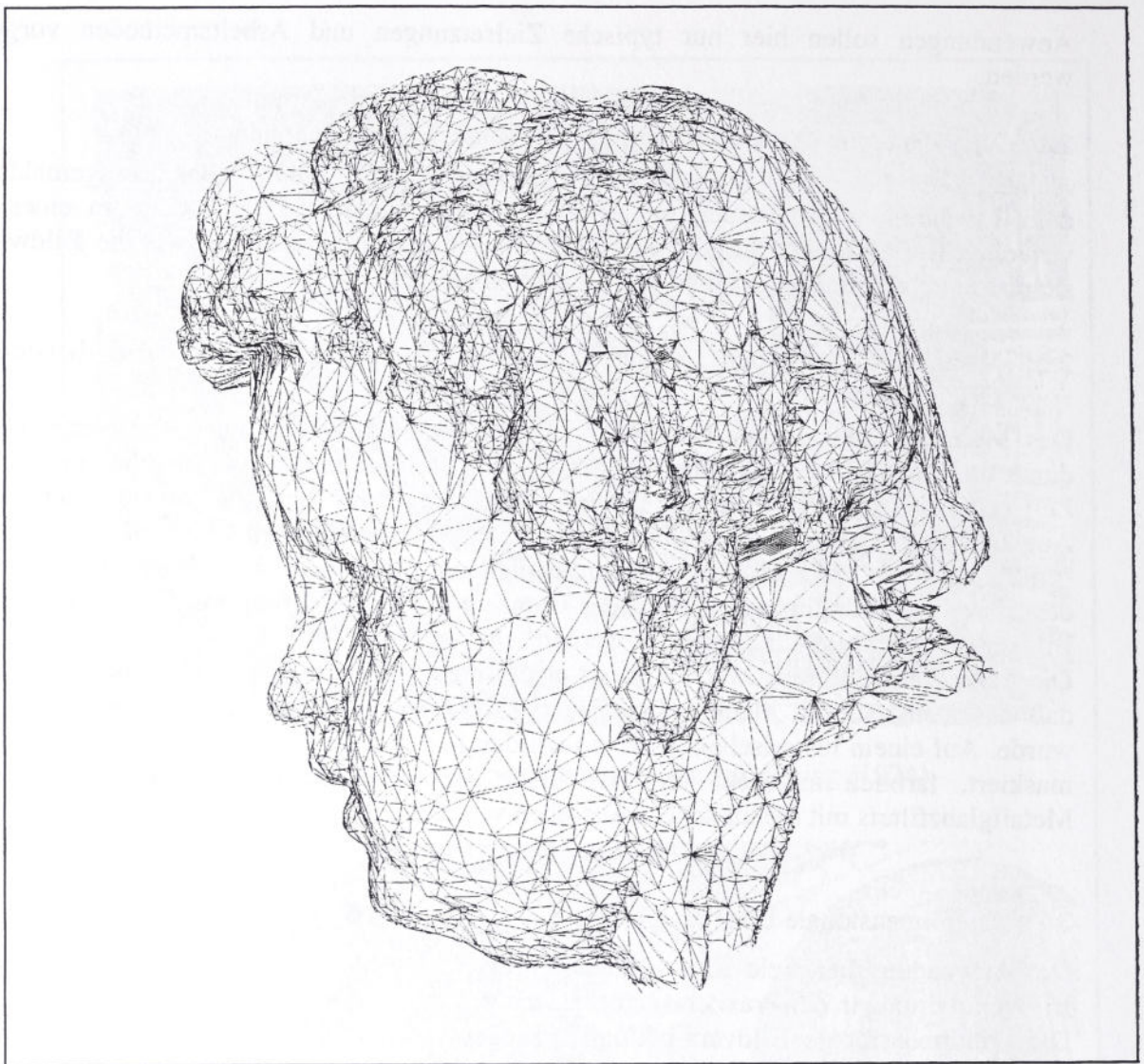


Abb 2: Drahtgittermodell eines mit dem Laserscanner vermessenen Zinkgußfragmentes.

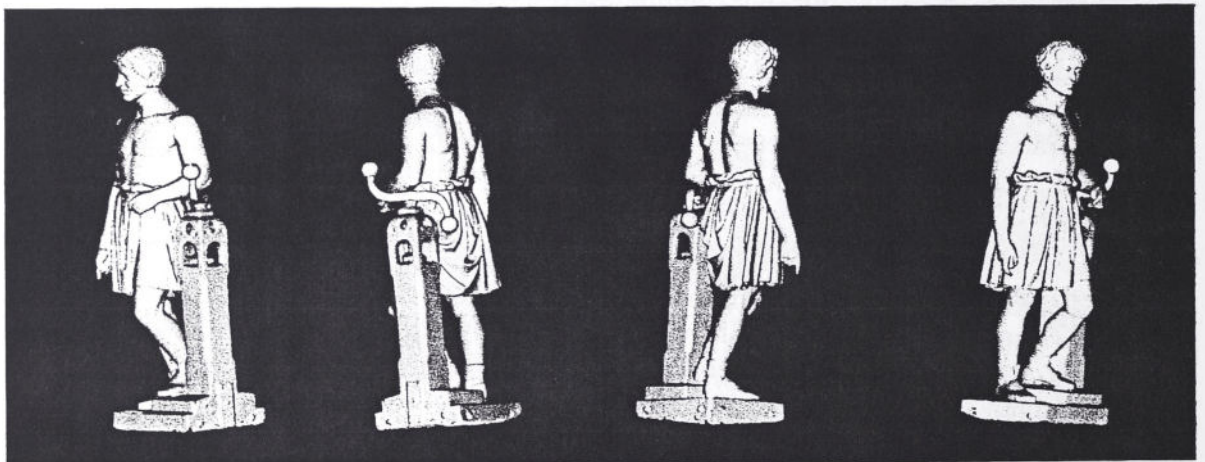


Abb. 3: Computermodeill des "Münzprägers".



Die Vermessung wurde mit mobilem Gerät vor Ort in einer Restaurierungswerkstatt ausgeführt. Die Figur stand auf einem Drehgestell, so daß sie um die Hochachse gedreht werden konnte. Für die Aufnahmen von der Ober- und Unterseite mußte die Figur mit Hilfe eines Seilzugs gekippt werden. Eine Verdunkelung des Raumes war nötig.

Obwohl die Figur nur verhältnismäßig wenige Hinterschneidungen aufweist, war es erforderlich, rund 200 Teilbilder aufzunehmen. Die Einzelaufnahmen wurden zu einem Gesamtmodell kombiniert.

Der auf diese Weise entstandene Gesamtdatensatz enthält die Oberfläche der Figur einschließlich zahlreicher Unterschneidungen, wie z.B. Gewandfalten, Münzpresse mit zahlreichen Durchbrüchen, innenliegender Spindel etc. Die Abb. 3 zeigt vier Einzelbilder aus der im Vortrag gezeigten Filmsequenz, bei der die Figur eine vollständige Drehung um die y-Achse ausführt.

Die Arbeiten wurden im Rahmen des Forschungsprojektes "Konservierung von Denkmälern aus Blei, Zink und Zinn" mit Mitteln der Deutschen Bundesstiftung Umwelt gefördert (Aktenzeichen 01120).

## Literatur und Anmerkungen

- 1) Abbildung aus: Leipziger Illustrierte Zeitung, 1845.
- 2) Abbildung aus: Alexander Heilmeyer: Hundert Jahre Kgl. Erzgießerei F. von Miller in München. Kunst und Handwerk, Jahrgang 1924, S. 52.
- 3) Die Bildverarbeitung wurde von den Restauratorinnen Frau Ringer und Frau Vogt ausgeführt.
- 4) Kerstin Brendel: Der gebrochene Glanz der Bronzen. Arbeitshefte des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege, Bd. 86, München 1996, S. 118 (Farbtafel II, Abb. 2) und S. 121.
- 5) Martin Mach, Christian Kremer, Peter Mottner und Rolf Snethlage: Über den Einsatz eines 3D-Laser-Scanners zur dreidimensionalen Erfassung von Denkmälern für die Bereiche Dokumentation und Restaurierung. In: 4. Internationale Konferenz: Zerstörungsfreie Untersuchungen an Kunst- und Kulturgütern. Seiten 147-154. Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e.V., Berichtsband 45/1, Berlin (1994).
- 6) Peter Mottner, Martin Mach, Christian Kremer und Rolf Snethlage: Optical 3D Measurement and 3D Imaging of a Life-sized Monument. In: 5th International Conference for Study and Conservation of Works of Art, Berichtsband, Seiten 503-512. Hungarian Chemical Society, Budapest, Ungarn (1996).
- 7) Das Zinkgußfragment wurde freundlicherweise von der Stiftung Preußische Schlösser und Gärten Berlin-Brandenburg, Potsdam-Sanssouci zur Verfügung gestellt.
- 8) Die Vermessung wurde von der Fa. Performance, Frankfurt, mit Hilfe eines Cyberware®-Scanners im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege durchgeführt.
- 9) Software: Polyray V.1.6a von Alexander Enzmann.
- 10) Zu den Abbildungen siehe Lit. 6).
- 11) Die Vermessung und Aufbereitung der Meßdaten zum Volumenmodell wurden im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege vom Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung, Darmstadt, ausgeführt.  
Die Animationssequenz wurde vom Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege erstellt.
- 12) H.-P. Duwe, K.-P. Gründer: Dreidimensionales Vermessen von Oberflächen mit Video-Kamera, Strukturiertem Licht und Bildauswertung. In: 4. Internationale Konferenz: Zerstörungsfreie Untersuchungen an Kunst- und Kulturgütern, Seiten 92-101. Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e.V., Berichtsband 45/1, Berlin (1994).





# DREIDIMENSIONALE ERFASSUNG VON DENKMÄLERN MIT DER METHODE DES KO- DIERTEN LICHTANSATZES

Dr.-Ing. habil. Rainer Blum

Laboratorium für Dynamik und Optik

Ludwig-Finckh-Weg 27

71229 Leonberg

Telefon: 07152/72924, Fax: 07152/73507

## 1. EINLEITUNG

Die Erfassung und Kartierung von dreidimensionalen Kunstdenkmälern ist von je her eine wichtige Aufgabe der Vermessung und der Denkmalpflege: Zum einen möchte man das Denkmal dokumentiert haben, um zu späteren Zeiten eine "Originalfassung" zu besitzen, mit der man den jetzigen Zustand vergleichen und die einer eventuellen Restaurierung zugrunde gelegt werden kann. Zum anderen sind die Schäden an einem Denkmal meistens durch Witterungseinflüsse bedingt. Entscheidend sind bei Denkmälern aus porösen Material zum Beispiel Befeuchtung, Versalzung, Frosteinwirkung, Windeinwirkung, etc., bei solchen aus Metall Wasserablauf und Schadstoffeinwirkung aus der Luft. Diese Einflüsse wirken je nach Himmelsrichtung und vorwiegendem Wettereinfluß auf die verschiedenen Partien des Denkmals unterschiedlich ein. Eine gut geplante Restaurierung muß auf diese Unterschiede eingehen und je nach Schadensbild und Exposition unterschiedliche Methoden anwenden. Die dreidimensionale Erfassung des Denkmals und die Planung der Restaurierung verlangen also auch eine dreidimensionale Kartierung.

## 2. METHODEN DER DREIDIMENSIONALEN ERFASSUNG

### 2.1. LASERSCANNER

Zur vollständigen Erfassung der dreidimensionalen Gestalt von Denkmälern stehen heute verschiedene Methoden zur Verfügung. Als erstes muß der Laserscanner genannt werden. Hier wird durch einen Laserstrahl eine Oberfläche abgetastet. Die Oberfläche reflektiert einen Teil der Energie. Durch Bestimmung des Phasensprungs zwischen ausgesandten und reflektierten Strahl läßt sich die gesamt zurückgelegte Weglänge berechnen. Wird diese Weglänge zusammen mit der Orientierung des Strahls in einem Rechner gespeichert, können sofort die drei Koordinaten des Reflektionspunktes



relativ zum Sender bestimmt werden. Als Vorteil des Verfahrens muß seine Genauigkeit und Schnelligkeit genannt werden. Die Bedingung eines erschütterungsfreien Standortes teilt das Verfahren mit vielen anderen. Als Nachteil muß die Tatsache genannt werden, daß man nur ein konstruiertes und kein optisches Bild vom Objekt erhält. Insbesondere die Farbinformation läßt sich nur über Umwegen einfügen

## 2.2. KODIERTER LICHTANSATZ

Als direkte Konkurrenz des Laserscanners muß die Methode des kodierten Lichtansatzes genannt werden. Da sie weniger bekannt ist, seien zuerst einige Grundtatsachen genannt: Hier wird ein Bild durch einen Streifenprojektor mit verschiedenen Streifenmustern beleuchtet und digital aufgenommen. Dabei müssen die Standpunkte von Projektor und Kamera verschieden sein. Durch die Folge von Streifenmustern sind die einzelnen Projektionsrichtungen, ausgedrückt durch eine Streifennummer, eindeutig definiert. Jedem Pixel auf dem Kamerabild, gekennzeichnet durch die Pixelnummer in horizontaler und vertikaler Richtung, ist also eine Streifennummer zugeordnet. Jeder Bildpunkt ist also gekennzeichnet durch drei Größen:

Pixelnummer in vertikaler Richtung  $x$

Streifennummer in horizontaler Richtung,  $y$

Streifennummer,  $z$ .

Aus diesen drei Größen lassen sich durch geeignete Kalibrierung die räumlichen Koordinaten eines jeden Punktes berechnen.

Der kodierte Lichtansatz kann interpretiert werden als ein aktives Triangulationsverfahren, wobei das eine Bild das normale Kamerabild ist und das zweite durch den Projektor auf das Objekt geworfen wird. Deshalb spricht man auch von einem aktiven Verfahren.

Der Kalibrierungsvorgang kann so geschehen, daß in den aufzunehmenden Bildern selbst Fixpunkte markiert sind, die photogrammetrisch ausgemessen wurden. Damit hat man dafür die Weltkoordinaten  $X$ ,  $Y$  und  $Z$ . Zu diesen Punkten können dann die oben definierten Bildgrößen  $x$ ,  $y$ , und  $z$  bestimmt werden, womit man eine eindeutige Zuordnung zwischen den Weltkoordinaten und den Bildkoordinaten besitzt. Mit den bekannten Triangulationszusammenhängen lassen sich dann die Weltkoordinaten eines jeden Bildpixels bestimmen.

Die Auflösung eines solchen Verfahrens hängt von der Auflösung des in der Kamera eingesetzten CCD-Chips und von der Streifenanzahl des Projektors ab. In der Kamera DCS400 von Kodak wird ein Chip mit  $1000 * 2000$  Pixeln verwendet. Damit erreicht man bei einem Bildfeld von  $1 * 2$  m eine rechnerische Auflösung von einem Millimeter.

Nun sind die meisten Denkmäler größer als dieses relativ beschränkte Objektfeld von  $1 * 2$  m. Größere Objekte muß man in kleinere Felder aufteilen, die jedes für sich ausgemessen werden. In jedem dieser Felder muß die minimal notwendige Anzahl von Fixpunkten enthalten sein. Damit kann jedes Feld einzeln ausgemessen werden. Die Ergebnisse



müssen noch zusammengefügt werden. Das geschieht über das Gerüst der Fixpunkte. Dieses Vorgehen ist zu vergleichen mit der Aufstellung eines Atlas. Das Gerüst der Fixpunkte entspricht der Weltkarte. Damit wird eine grobe Übersicht über das gesamte Objekt gegeben. In diese Weltkarte werden die einzelnen Detailkarten eingehängt, deren Auflösung wesentlich größer ist als die der Weltkarte. Es erweist sich als sinnvoll, wenn die Karteneinteilung so vorgenommen wird, daß sich die einzelnen Karten überlappen und die Randfixpunkte in den jeweils benachbarten Karten gemeinsam auftauchen. Das Vorgehen ist in Bild 1 skizziert.

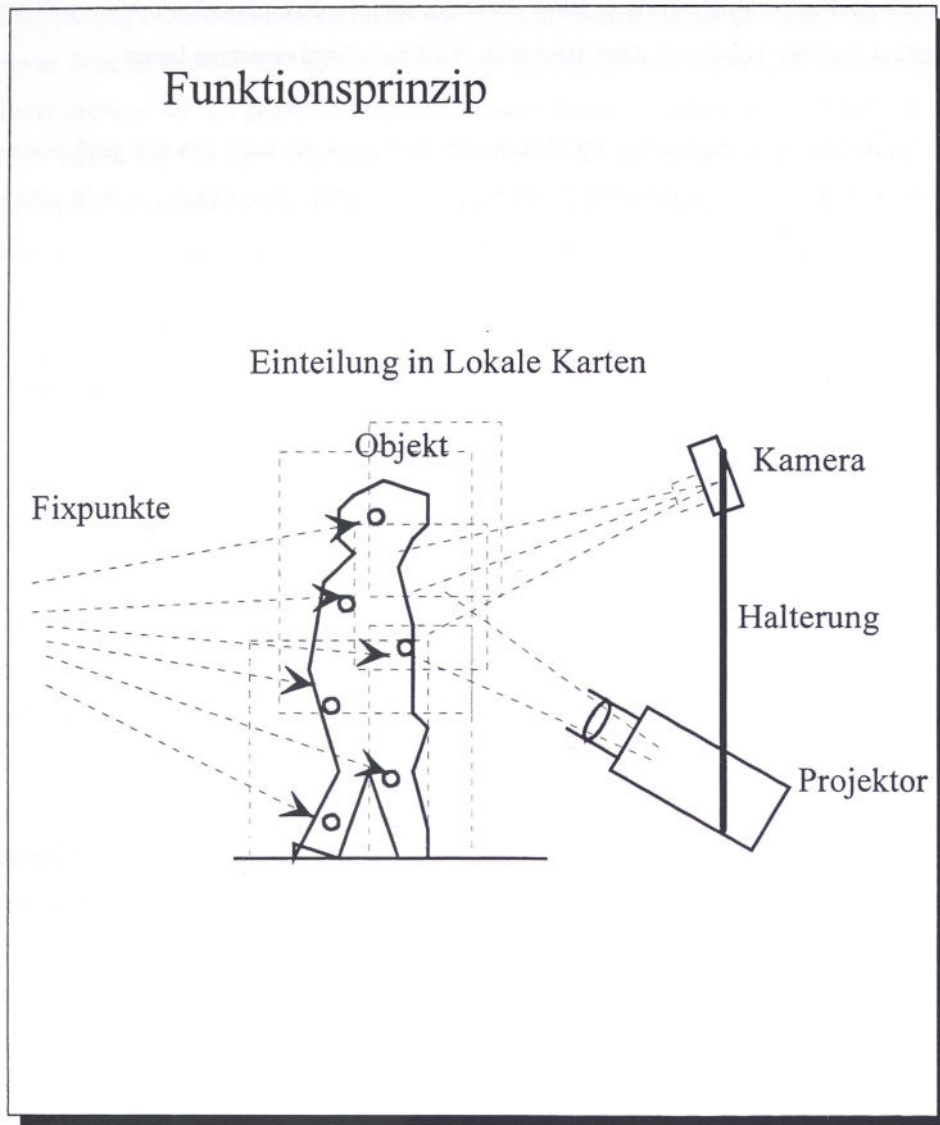


Bild 1: Funktionsprinzip der Bildaufnahme.

Die Vorteile dieses Verfahrens seien kurz aufgezählt:

1. Über die Fixpunkte ist es relativ einfach, die einzelnen Bilder zusammenzufügen. Beim Laserscannen ist das Auffinden und Definieren von Fixpunkten nicht so einfach.



2. Der Reihe der Streifenbilder kann ein optisches Vollbild hinzugefügt werden, das sich pixelgenau mit den Streifenbildern deckt. Damit hat man ein optisches Bild zusätzlich zu dem dreidimensionalen, das dem entspricht, was man sieht. In diesem optischen Bild kann man Markierungen und Zusätze anbringen, man kann alle zur Verfügung stehenden Bildverarbeitungsformalismen anwenden und das Ergebnis wegen der pixelgenauen Korrespondenz direkt ins dreidimensionale Bild übertragen. So lassen sich im optischen Bild denkmalpflegerische Kartierungen vornehmen, die dann dreidimensional umgerechnet werden können.

3. Damit eröffnen sich auch ganz neue Möglichkeiten: Ohne Probleme können dem normalen optischen Graubild Farbauszüge hinzugefügt werden, womit sich dann diese auch dreidimensional umsetzen lassen.

Ein Nachteil dieses Verfahrens sei nicht verschwiegen: Das Streifenmuster des Projektors muß sich mit genügendem Kontrast auf dem Objekt abzeichnen. Das verbietet in fast allen Fällen ein Arbeiten während des Tages, man ist auf die Nachtstunden angewiesen.

### 3. ANWENDUNGSBEISPIEL: DREIDIMENSIONALE ERFASSUNG DES BRONZEDENKMALES VON FRIEDRICH II VON PREUSSEN UNTER DEN LINDEN IN BERLIN

Als erstes wurde diese Methode auf das Bronzedenkmal von Friedrich II, Unter den Linden, Berlin, angewendet. Zuerst wurden 300 Fixpunkte auf dem Denkmal angebracht und photogrammetrisch vermessen. Die Fixpunkte wurden mit Lack aufgesprüht, das Material wurde in Übereinstimmung mit Metallrestauratoren so ausgesucht, daß es auf der einen Seite für den Zeitraum der Vermessung dauerhaft war und auf der andere Seite sich problemlos wieder entfernen ließ. Diese Punkte bildeten das Gerüst, sie waren sozusagen die Weltkarte des Objekts. In dieses Gerüst wurden über 200 verschiedene Detailkarten eingehängt. Dabei wurde darauf geachtet, daß sich die Karten wie oben angegeben überlappten. Zwei benachbarte Karten enthielten mindestens drei, in den meistens Fällen aber mehr, gemeinsame Fixpunkte. Als Folge waren die Klaffungen zwischen zwei benachbarten Bildern zu vernachlässigen. Zur Überprüfung der Genauigkeiten wurden die mit der Methode des kodierten Lichtsatzes errechneten Werte für die Fixpunkte mit den eingegebenen Werten verglichen. Die Abweichungen lagen im Allgemeinen unter 2 mm, d. h. die Genauigkeit lag bei einem Bildfeld von 1 \* 2 m im Promillebereich. Nimmt man als Bezugslänge aber eine charakteristische Länge von 15 Metern, so betrug der Fehler im Allgemeinen 0,1 Promille.

Die Aufnahmen wurden von einem verfahrbaren Gerüst aus vorgenommen, was sich letztendlich als problemlos darstellte. Für einige Aufnahmen wurde ein mobiler Autokran eingesetzt, der sich bei Windstille als durchaus tauglich erwies. Die Zeit für die Durchführung aller Aufnahmen war für das erste Projekt relativ hoch, da man hier noch Erfahrungen sammeln mußte. Bei einem zweiten Projekt, der Aufnahme des Denkmals des Freiherrn vom Stein ebenfalls unter den Linden in Berlin, konnten diese Erfahrungen alle verwertet werden. Hier konnte die Aufnahmen innerhalb von 5 Tagen durchgeführt werden, das ganze Projekt war in weniger als einem Monat abgeschlossen.

#### 4. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSSCHAU

Mit der Vermessung des hier vorgestellten Reiterstandbildes ist die Eignung der Methode des kodierten Lichtsatzes zusammen mit der Aufspaltung in Karten in der Denkmalpflege nachgewiesen. Es bleibt aber noch ein Manko: Die Darstellungs- und Verarbeitungsprogramme für dreidimensionale Punktwolken und die entsprechenden Rechner waren zur Zeit der Vermessung (1995) noch sehr teuer und erfüllten nicht alle Wünsche. Man muß aber feststellen, daß die Entwicklung sowohl auf dem Rechner- wie auf dem Softwaresektor so schnell vor sich geht, daß es hier innerhalb kürzester Frist zu entscheidenden Verbesserungen gekommen ist oder noch kommen wird. So wurden zum Beispiel alle Berechnungen für das genannte Projekt auf einem Pentium-Rechner mit 100 MHz Taktrate durchgeführt. Im Augenblick stehen aber Rechner mit dem Risc-Prozessor Pentium Pro mit 200 MHz Taktrate zur Verfügung, auf der diese Berechnungen wesentlich schneller abzuwickeln gewesen wären. Auch ist die Entwicklung auf dem Markt für Grafikkarten so rasant, daß auch hier große Entwicklungssprünge zu erwarten sind, die die Darstellung der Ergebnisse mindestens um eine Zehnerpotenz beschleunigen werden. Insgesamt kann man erwarten, daß in der Mitte des Jahres 1997 die dargestellte Methode auch für nicht so wichtige Objekte wie das hier vorgestellte wird angewendet werden können, ohne daß außergewöhnliche Investitionen in die Rechnerhardware gemacht werden müssen.





## AMUSE

### 3-D Colour Imaging, Remote Access and Display

John Taylor & George Forester  
Institute for Information Technology  
National Research Council of Canada  
M-50  
Ottawa, ON, Canada  
K1A 0R6

Forrest Livingstone  
President  
Hymarc Ltd.  
38 Auriga Drive, Unit 5  
Ottawa, ON, Canada  
K2E 8A5

Réjean Baribeau  
Analytical Research Services  
Canadian Conservation Institute  
1030 Innes Road  
Ottawa, ON, Canada  
K1A 0M5

email:  
jtaylor@iit.nrc.ca  
forester@iit.nrc.ca

forrest@hymarc.com

baribeau@iit.nrc.ca

### Abstract:

In October, 1995, the Canadian Network for the Advancement of Research, Industry and Education (CANARIE Inc.)<sup>a</sup> approved the AMUSE (Geographic Independent Access to MUSEums) project<sup>b</sup>. The objectives are to develop a commercial 3-D colour digitizing camera for high resolution imaging of museum objects and to implement an interactive multimedia presentation system to display the images in a networked-based remote virtual museum site. During the technology demonstration phase, the digitizing camera will be installed at the Canadian Museum of Civilization to digitize a collection of objects. In addition, the 3-D image data of the collection will be transmitted to a virtual museum display at a remote location. The objective of this paper is to present an overview of the project.

### 1. Background

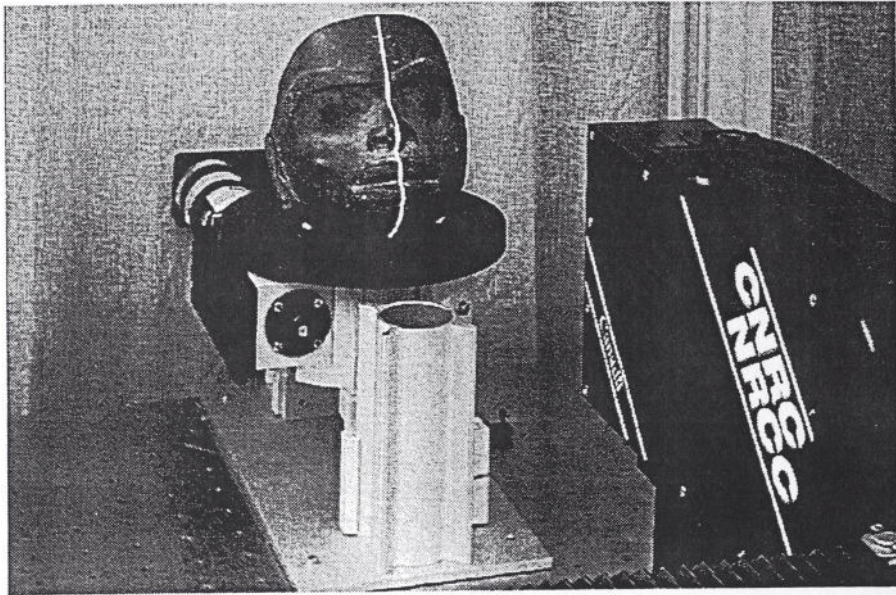
During the EVA Conference in London in 1992, R. Baribeau presented a paper on the "Applications of Colour and Range Sensing for the Recording and Study of Museum Objects"<sup>1</sup>. The paper described a high resolution three-dimensional (3-D) digital colour imaging system developed at the National Research Council of Canada (NRC), in collaboration with the Canadian Conservation Institute (CCI) and its use for the recording of museum and cultural objects.

This work was performed using a laboratory prototype laser-based 3-D camera - often referred to as a laser scanner - patented by NRC (Figure 1). The basic elements of the system include an RGB laser source, a scanning mechanism to project a "white light" spot from the RGB source onto the object and a position and intensity sensor. The range measurement is derived from triangulation. Colour measurement is made by detection of the intensity of the RGB wavelengths of reflected light. The synchronized scanning geometry provides significantly improved performance over conventional triangulation in terms of increased resolution, reduced camera size, depth of field and immunity to ambient light interference. The

<sup>a</sup> CANARIE Inc. is an industry led non-profit consortium established to promote government and private sector collaboration in the development of the Information Highway in Canada.

<sup>b</sup> This project should not be confused with the European Union ACTS project # AC011 which is also named AMUSE (Advanced MULTimedia SERVICES for Residential Users). The two are not related. To avoid confusion the two can be distinguished as the Canadian AMUSE and EU ACTS AMUSE projects respectively if needed.





**Figure 1.** The NRC colour laser scanner system imaging the Tsimshian Stone Mask from the Canadian Museum of Civilization. In this configuration, a cylindrical scan is made by rotating the mask through 360° on a rotation table while the scanning mechanism in the camera projects a white laser spot (white line profile) on the surface. One profile is recorded for every degree of rotation. Due to the simultaneous digitization of the CCD pulse position and amplitude, the spatial (x,y,z) coordinates and colour (R,G,B) data are in perfect registration. For information see URL <http://www.vit.iit.nrc.ca>

3-D shape and colour of objects are recorded simultaneously with high resolution and in perfect registration. The technology also has a number of industrial, mining, environmental, medical and space applications. These, as well as technical details on the system, have been reported in numerous publications 2, 3, 4, 5, 6.

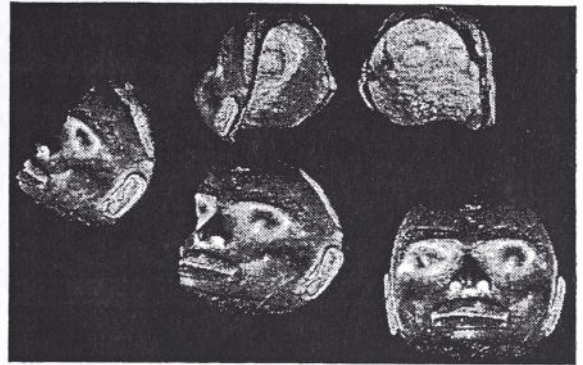
The CCI has participated with the NRC in the development of the scanner for museum and cultural applications. In the course of this work, objects from the Canadian Museum of Civilization, the National Gallery of Canada, the Canadian Museum of Nature and the National Museum of Science and Technology, have been brought to NRC for testing. The objects have included paintings, artifacts, sculptures, natural history specimens and scientific instruments.

The results, as reported in several publications 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, have shown that the technology can be applied to a variety of traditional museum activities. In addition, it offers several new applications and “electronic highway” opportunities. For example:

- Accurate, high resolution “gold standard” or archival quality digital records of the shape, colour and dimensions of objects are obtained. The data can then be used for a variety of activities within the museum without the need to re-record or re-photograph the object. These include display, research, scholarship, conservation, publication, reproduction, insurance and repatriation activities.
- Using a 3-D graphics workstation, viewers can interactively rotate and view the images from any angle as well as magnify or reduce them in scale. Features can be accurately measured, examined under different lighting conditions and displayed in 3-D with or without colour. Details such as the impasto



effect of brush stroke, tool marks on a small figurine or the shape of an archaeological find can be recorded, examined, displayed and if necessary, replicated. Participants wearing stereo viewing glasses can perceive the objects in full depth and colour (Figure 2).



**Figure 2.** Using a graphics workstation, the object images can be rotated, zoomed, measured, illuminated with synthetic light sources and viewed with or without colour and in stereo. The photomontage on the right illustrates rotational views of the Tsimshian Stone Mask from the graphics workstation.

- The image data can be incorporated into electronic museum or gallery database systems for virtual museum, information kiosk, CD-ROM or related interactive multimedia applications. The compact file size also facilitates data transmission to remote electronic museum sites using standard communication links.
- Comparisons between similar objects or the same object at different points in time can be made. Replicas can also be fabricated using modern rapid prototyping technologies.
- The data record enables the interactive rendering of more rich images of objects than conventional television or related systems and is ideally suited for display on the high definition monitors of the future.

## 2. The AMUSE Project

In October, 1995, CANARIE Inc. approved the AMUSE project under its Technology and Applications Development (TAD) program to transfer the technology to the commercial sector. The lead contractor for the project is Hymarc Ltd. Hymarc manufactures commercial Hyscan 3-D laser digitization systems for the automotive and aerospace industries. Partners in the AMUSE project include InnovMetric Software Inc., Silicon Graphics Inc., Electrohome Ltd., the National Research Council of Canada, the Canadian Museum of Civilization, the Canadian Conservation Institute and the Canadian Heritage Information Network.

The primary objectives of the AMUSE project are:

- To design and build a commercial Hymarc ColorScan laser scanner digitizing system for high resolution, 3-D colour recording of museum objects. The ColorScan system will integrate NRC synchronized scanning technology, Hymarc controller electronics and software from NRC, CCI and InnovMetric.



- To implement an interactive multimedia presentation system to enable 3-D colour images of objects to be transmitted and displayed at remote “virtual museum” sites.
- To demonstrate the technology by operating the digitizing station and display system at the Canadian Museum of Civilization.

It is anticipated that the ColorScan digitization station will be completed and installed at the Canadian Museum of Civilization in January, 1997. Subsequently, it will be operated as a technology demonstration for the following year. During this time it will be used to digitize a suite of objects from the CMC collection which will form the database for a “virtual museum” display. It will also be used to undertake demonstration scanning of objects from the collections of other museums to demonstrate the technology.

With the emergence of VRML, similar representation standards and the growing interest in presenting 3-D models in information highway applications, the system will provide accurate high quality virtual models of the shape and colour of objects for these applications. The project will also demonstrate the power of data networking and high performance 3-D graphics systems in the promotion of cultural, educational and scientific objectives.

## 2.1 System Architecture

As illustrated in Figure 3, the AMUSE system consists of three major subsystems:

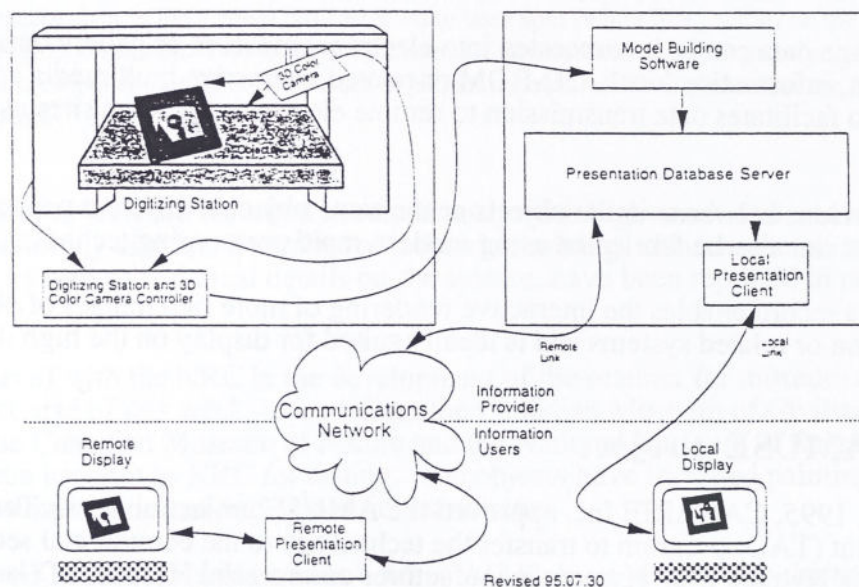


Figure 3. Conceptual view of the AMUSE system architecture.

- A digitizing station which consists of the Hymarc ColorScan 3-D colour camera, its controller and a coordinate measuring machine (CMM) to position and translate the camera.
- Digitization station software which includes data acquisition, calibration and data modelling software.
- A presentation system which includes graphics hardware and software, a large or small screen stereo display and networked database client server hardware and software.



### 2.1.1. Digitization Station Features

As discussed above, the 3-D colour camera used in the digitization station is based on the synchronized scanning geometry developed by NRC and described in the publications cited above. The important features of the digitization station include the following <sup>c</sup>.

- Range measurement resolution of  $< 5 \mu\text{m}$  (.005 mm) and an accuracy of  $50 \mu\text{m}$  (.05 mm) .
- Sample point interval of  $100 \mu\text{m} \times 100 \mu\text{m}$  (.1 mm x .1mm) or 10 pixels/mm sampling density.
- Data collection rate of up to 10,000 points/second.
- Path or field width/scan of 80 mm.
- Simultaneous capture and register of range and colour information at each point.
- A laser source consisting of three laser wavelengths in the red, green and blue parts of the spectrum.
- A CMM camera positioning device (Figure 4) which will permit a scanning volume of  $1016 \text{ mm} \times 1016 \text{ mm} \times 525 \text{ mm}$ . This system provides five degrees of freedom to precisely move the camera over the object. It also includes a rotation stage which enables the object to be rotated during scanning. This significantly increases the effective working volume of the system.



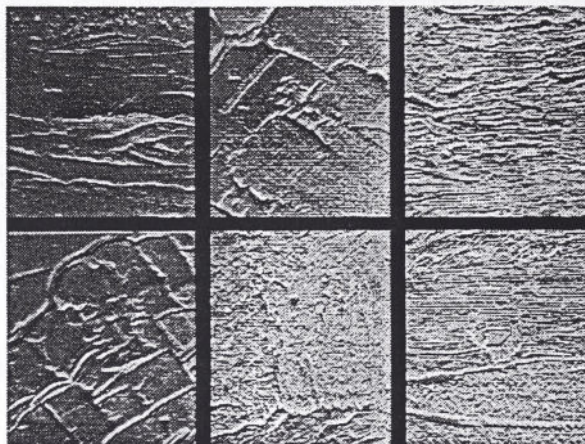
**Figure 4.** Hymarc Hyscan model 45C laser scanner installed on a Zeiss CMM. A similar CMM system will be used for the Hymarc ColorScan camera system.

This combination of accuracy and working volume will enable the high resolution digitization of the majority of "two handable" museum objects. Larger and more complex translation systems are available to accommodate larger objects. From research undertaken by CCI it was found that a scanning density of  $100 \mu\text{m}/\text{pixel}$  (.1 mm/ pixel) in x and y directions is desirable for high resolution documentation. This level of recording is required for conservation and curatorial research applications which include, for

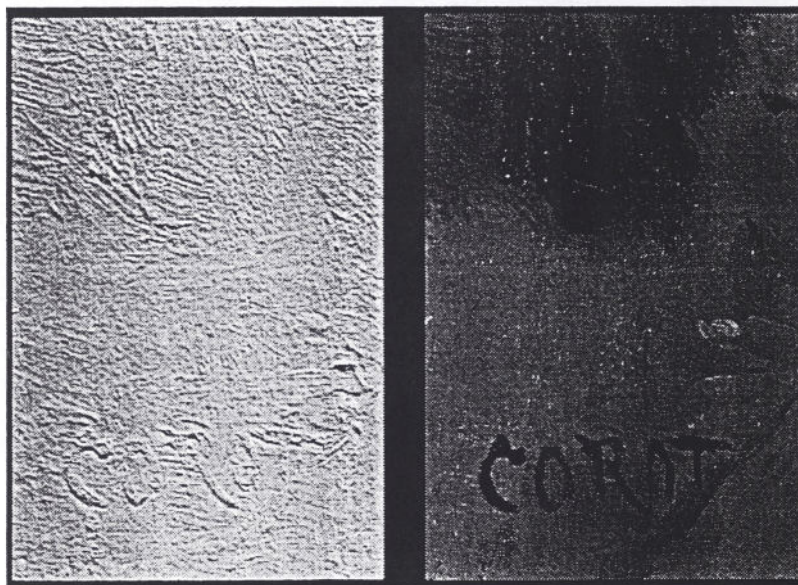
<sup>c</sup> For detailed specifications on the system, contact Hymarc Ltd., 38 Auriga Dr., Unit 5, Ottawa, ON, Canada, K2E 8A5.



example, the examination of features such as brush stroke, impasto, crack formations (Figure 5) and signature details on paintings (Figure 6) and tool mark features on artifacts.



**Figure 5.** Detail images of six sections (50 mm x 50 mm each) from a test painting used for conservation research on vibration scanned at a .1 mm x 1.mm sampling density. Note that the brush stroke details, cracks, losses and canvas tear (upper left) are clearly visible. See Reference no.10 for details.



**Figure 6.** Detail of signature area on the Corot painting *Auvers, Street Descending*, from the National Gallery of Canada. The brush stroke details on the laser scanner image (left) can be examined using the artificial shading feature of the software. In the case of paintings, a unique feature is that the laser penetrates through the varnish layer. As a result, the 3-D image originates from the surface of the paint layer rather than from the varnish surface. Consequently, the brush stroke details and impasto details are recorded and can be displayed with or without the colour data.



This was an important consideration in the design specification of the ColorScan system. This scanning density enables a one time high resolution archival quality or "gold standard" record of an object to be made which can be used for a wide range of applications within the museum. These applications include conservation and research studies, general cataloguing and display, publication, reproduction, insurance and repatriation applications.

For recording three dimensional objects such as sculptures, masks and figurines, scans are taken from multiple points of view. This is typically accomplished by rotating the object through 360° in front of the ColorScan camera and recording scans of a number of views taken sequentially around the object. To ensure that all surfaces - such as the upper and lower surfaces of protruding or undercut features - are recorded, sequential views are usually taken by tilting the camera head as required to capture views of the entire surface. The multiple views are then integrated into a single triangulated 3-D surface using the POLYWORKS™ software described below.

Objects such as paintings, watercolours or, the "box shaped" sides of rectangular objects with relatively flat surfaces, are normally scanned in an x-y "raster scan" mode in 80 mm wide sections. The sections are integrated or merged into a single image using the software.

### 2.1.2. Software and Image Processing Features

Software is being developed to control the digitization station hardware during scanning as well as to model the image data. For the operation of the camera, Hymarc is adapting its existing data acquisition interface to handle colour in addition to geometry data. This interface will provide immediate visual feedback to help guide the data acquisition process as well as the handling of the camera configuration, its control and the output data management. It will also enable calibration of the camera optics and electronics in order to recover accurate surface reflectance and geometry measurements.

A key innovation to the AMUSE system is the incorporation of colour modelling software to allow the recovery of colour reflectance. This method has been put forward in the Ph. D thesis of one of the authors<sup>14</sup>, and has been tested by CCI on a collection of museum objects using the NRC prototype. It recovers unique values for colour components that depend only on the physical properties intrinsic to the surface elements. Because this information is independent of the scene conditions such as ambient lighting and view point, colour data from objects that is obtained from multiple scans can be integrated seamlessly.

The image data will be processed using POLYWORKS™ software developed by InnovMetric Software Inc.<sup>d</sup> POLYWORKS™ includes a complete line of software tools for generating 3-D colour models from 3-D colour imaging systems (Figure 7). A unique feature of the software is the ability to generate a closed model from multiple scans taken at different view points. Orientation parameters supplied by the CMM, as well as surface registration algorithm, are used to recover the mathematical transform that brings data from camera-centred coordinate systems to a single common system. A non-redundant triangular mesh that represents the original data at full resolution, with an intrinsic colour value at each vertex, is then produced. This model can be compressed within a preestablished error threshold, with the colour information of the removed vertices transformed into a texture map to be applied over the remaining triangles. This second form of models is particularly suited for dynamic viewing, such as interactive manipulation or virtual reality, on low end graphics workstations.

Special viewing software is needed to examine the 3-D colour models produced with the above scheme. InnovMetric Software Inc. distributes its own viewer under the name of IMView. It allows the rendering of the models as points, wireframes or shaded polygons, with or without colour texture, and a variety of

---

<sup>d</sup> InnovMetric Software Inc., 2065 Charest Ouest, Suite 218, Ste-Foy, Québec, Canada, G1N 2G1. Tel: 418 688 2061, fax: 418 688 3001, email:msoucy@imetric.qc.ca, URL <http://www.innovmetric.com>



options. It permits rotation and translation of the displayed model, as well as zoom. It relies on Motif™ and Open GL™ to provide transportability to various computer platforms.

A translator to VRML format will also open access to a realm of VRML viewers from other parties.

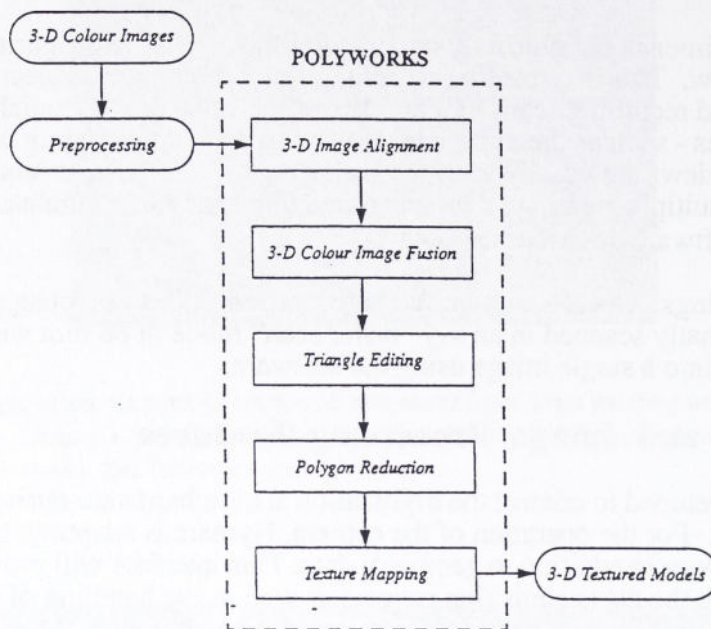


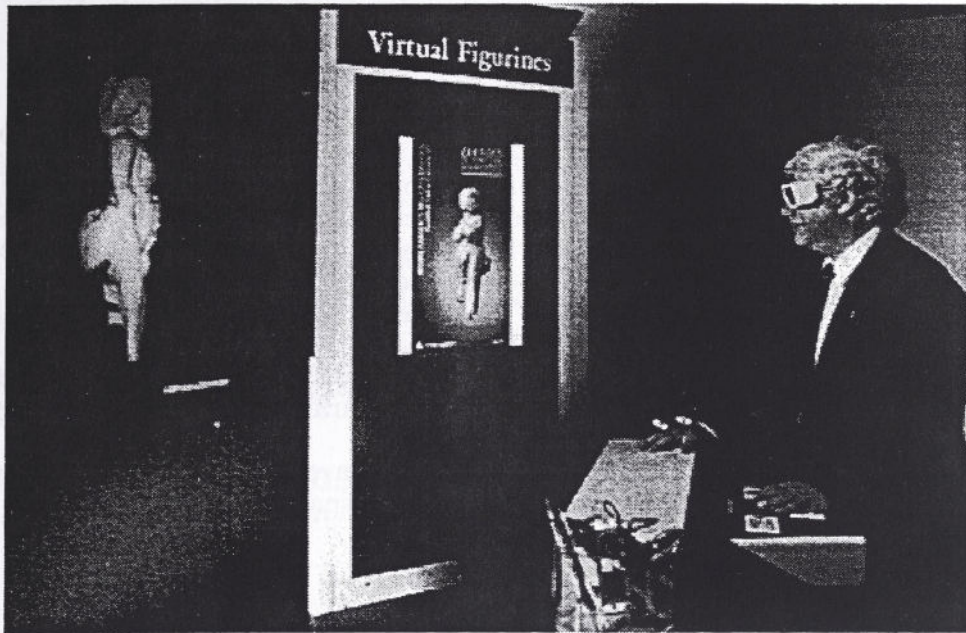
Figure 7. POLYWORKS™ 3-D colour modelling system.

### 2.1.3. Public Display System

The Public Display System will have the following features:

- A large screen stereo display which will render and display 1280 x 1024 pixel colour images of 3-D models.
- Multimedia presentation system display software which will support simultaneous display of text and 2-D graphics (with optional audio) to provide contextual support for 3-D models.
- The system will permit interactive inspection of the objects by viewer-driven rotate, pan and zoom features.
- Network support for remote access to the presentation database.

The system, which is currently in the planning stages, will be somewhat similar to the system shown in Figure 8 which was used at CMC to display images of palaeolithic figurines during the Mothers of Time Exhibition in 1995. In this display, visitors were able to interactively manipulate images of the figurines on a large screen stereo display using a trackball.



**Figure 8.** A virtual museum display of a 3-D image of a Palaeolithic Figurine from the Mothers of Time exhibition at the Canadian Museum of Civilization. The viewer can interactively examine the images in stereo using a track ball and stereo viewing glasses. The Public Display system will be similar to this display.

A Silicon Graphics Indigo 2 Maximum Impact computer will be used at the CMC site to provide graphics rendering for the public display, computer services for the modelling software and will also function as a presentation server to the remote site.

## 2.2. Technology Demonstration Phase

The Technology Demonstration Phase is an important element of the AMUSE project. The Demonstration will feature:

- The Digitization Station will be installed at the Canadian Museum of Civilization and will be used to digitize high resolution colour 3-D archival quality images of objects from the CMC collection. It will also be used to demonstrate the technology to other museums and clients.
- A multimedia Public Display System will operate nearby the Digitization Station in CMC and will be used to display 3-D colour images of the digitized objects as well as text information on the objects.
- A second multimedia Public Display System or "virtual museum" will be established in a geographically remote museum and linked via a communications network to CMC to display the digitized objects.

It is anticipated that the system will be installed at CMC in May, 1997 and that the Technology Demonstration Phase will operate for the following 12 months. CMC plans to install the Digitization Station and multimedia Public Display in a public area in the museum. This will facilitate public awareness and promotion of both the recording and display aspects of the technology and presents an excellent opportunity to showcase the technology in a cultural setting.

Discussions are currently in progress with CMC on the collection or suite of objects to be selected for



scanning. Once this decision is made, the location of the remote museum site for the virtual museum display can be established.

## 2.3 Conclusion

As discussed above, the primary objective of this project is to develop the ColorScan system on a commercial basis for the digitization of museum objects and to demonstrate the technology for networked based remote virtual museum applications. Following completion of this project, the ColorScan system will be commercially available to the national and international museum community. For example, AMUSE is currently working with ARTIST (Arts Recording and Three-dimensional Information System Technology Ltd), a representative group of leading U.K. artistic interests. ARTIST Ltd. is committed to the development of common procedures for the implementation of the digitizing system through the provision and management of standards, services and distribution of 3-D colour images.

In addition to the museum market, other markets which have been identified for the technology include, entertainment, medical, food inspection, forensics, shelf space/product design space applications.

## References

1. R. Baribeau, M. Rioux, L. Cournoyer and G. Godin, "Applications of Colour and Range Sensing for the Recording and Study of Museum Objects", Electronic Imaging and the Visual Arts, EVA'92 Conference Proceedings, 31 July, 1992.
2. Rioux, M., Bechthold, G., Taylor, D. and Duggan, M, "Design of a Large Depth of View Three-Dimensional Camera for Robot Vision", Optical Engineering, Vol. 26 No. 12, (December 1987), 1245-1250.
3. Baribeau, R., and Rioux, M. "Centroid Fluctuations of Speckled Targets". Applied Optics, 30(26):, (1991), 3752-3755.
4. Baribeau, R., Rioux M. and Godin G., "Color Reflectance Modelling Using a Polychromatic Laser Range Sensor". IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Int., 14(2):(1992), 263-269.
5. Rioux, M., "Digital 3-D Imaging: Theory and Applications", SPIE Proceedings, Videometrics III, International Symposium on Photonic and Sensors and Controls for Commercial Applications, Boston, (Oct. 31- Nov. 4, 1994), Vol. 2650, 2-15.
6. Rioux, M., Godin, G., Boulanger, P., Roth, G. and Blais, F., "Electronic Imaging of 3-D Shapes and its Potential for the Factory of the Future", The 10<sup>th</sup> ISPE/IFAC International Conference on CAD/CAM, Robotics and Factories of the Future, Ottawa, (August 1994), 691-698.
7. Taylor, J.M., Wainwright, I.N.M., Livingstone, F.R., Rioux, M. and Boulanger, P., "Applications of a Laser Scanner to the Recording and Replication of Museum Objects," ICOM Committee for Conservation, 8th Triennial Meeting, Sydney. (1987), 93-97.
8. Boulanger, P., Rioux, M., Taylor, J., and Livingstone, F., forthcoming. "Automatic Replication and Recording of Museum Artifacts", Analysis and Examination of an Art Objects by Imaging Techniques, The 12th International Symposium on the Conservation and Restoration of Cultural Property, Tokyo, National Research Institute of Cultural Properties (29 September - 1 October 1988), 145 - 164.
9. Baribeau, R., Taylor, J.M., Rioux, M. and Godin, G., "Color and Range Sensing for Hypermedia and Interactivity in Museums", Hypermedia and Interactivity in Museums, Archives and Museum Informatics Technical Report No. 14, ISSN 1042-1459, Proceedings of an International Conference, Pittsburg. (October 14-16, 1991), 265 - 275.
10. Baribeau, R., Rioux, M. and Godin, G., "Recent Advances in the use of a Laser Scanner in the Examination of Paintings", Restoration' 92, Amsterdam 1992, pp. 69-73.
11. Baribeau. R., "Range Sensing for the Monitoring of Three-Dimensional Changes", Computer Technology for Conservators - the 2nd Wave., IIC-CG, Edited by Rob Stevenson, (1994), 43 - 49.
12. Baribeau, R., Cournoyer, L., Godin, G. and Rioux, M. "Colour Three-Dimensional Modelling of Museum Objects", Imaging the Past - Electronic Imaging and Computer Graphics in Museum and Archaeology, British Museum, London, (3-5 Nov. 1994) (in press).
13. Baribeau, R., Rioux, M. and Godin G., "Three-Dimensional Object Modelling: Towards Improving Access to Collections by Virtualizing Reality", Multimedia Computing and Museums. David Bearman ed., (1995) 170-176.



14. Baribeau, R., "Un modèle pour l'enregistrement et l'interprétation physique d'images tridimensionnelles en couleur", Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Philosophie doctor (Ph.D.), Département de Physique, Université Laval, Québec, 26 mars, 1992.

## MAGIC MANSION - DER VIRTUELLE SOMMERSITZ

### TERRATOOLS™

Software- und Filmproduktions  
GmbH & Co. KG  
Virchowstraße 23  
D-14482 Potsdam / Babelsberg

++49-(0)331 - 72 15 560 fon

++49-(0)331 - 72 15 569 fax

100436.602@compuserve.com

tt@terratoools.de

<http://www.terratoools.de/>

Geschäftsführer  
Prof. Ulrich Weinberg

### Der virtuelle Sommersitz

TERRATOOLS Software- und Filmproduktions GmbH & Co. KG hat auf den eigenen Unternehmenssitz die Technik des Quicktime VR angewandt.

Durch Quicktime VR (Virtual Reality) ist eine interaktive Besichtigung der Außen- und Innenansichten von Gebäuden, aber auch die Visualisierungen von Landschaften möglich.

Die Bilder entstehen nicht durch Computersimulation oder -animation.

Das hätte sich der Erbauer sicher nicht träumen lassen: 80 Jahre nach dem Richtfest ist die Villa Urbig nicht nur in natura, sondern auch virtuell, auf jedem PC zuhause oder sogar im Internet zu besichtigen.

Die Villa am Ufer des Griebnitzsees in Potsdam/Babelsberg war eines der ersten Projekte des Bauhaus-Architekten Mies van der Rohe. Gebaut wurde sie 1915/16 als Sommersitz für eine vierköpfige Berliner Bankiers-Familie. Winston Churchill logierte hier während der Potsdamer Konferenz 1945. Später wurde die Berliner Mauer entlang des Sees mitten durch die von Sanssouci-Gärtnern angelegte Grünanlage gebaut - heute ist davon nur noch der asphaltierte Patrouillenstreifen übrig. Das Haus wurde in den Jahren 1993/94 von Grund auf restauriert und dient nun drei Unternehmen aus der Medienbranche als Firmensitz.

Ein Fotografen-Team hatte eine Woche lang von 75 Standpunkten aus alle Winkel der 1500 Quadratmeter großen Villa aufgenommen. Nach 14 Tagen Programmierarbeit bei TERRATOOLS war das Haus auf die Festplatte gebannt. Eine individuelle Benutzeroberfläche wurde entwickelt, und jetzt ist eine Navigation sowohl auf dem Grundriß als auch direkt im Bildfenster frei durch das fotorealistisch abgebildete Gebäude möglich.

Der Betrachter kann mit Hilfe der Maus durch die einzelnen Räume wandern, den Blick rundherum, nach oben und unten schweifen lassen. Interessante Details lassen sich näher heranzoomen. Durch die Programmierung von s.g. HotSpots an bestimmten Stellen wird durch Anklicken mit der Maus ein neuer Raum aktiviert. Ein weiterer Einsatz der HotSpots ermöglicht bei interessanten Objekten im Raum eine detaillierte Darstellung und zusätzliche Erklärungen zu diesem Objekt.



## Quicktime VR

Der Ausgangspunkt für Quicktime VR ist die Fotografie. So wird, wie vor beschrieben, jeder Raum von einem Standpunkt aus rundherum mit einem speziellen Verfahren aufgenommen. Die Bilder werden anschließend digitalisiert. Durch den Einsatz einer von Apple Computer entwickelten neuartigen Technologie werden die Bilder zusammengesetzt und es entsteht ein 360°-Panorama, welches zu einer Zylinderform weiterverarbeitet wird. Die Zylinderform ermöglicht dem Betrachter später einen Rundumblick.

Erstaunlich ist die geringe Datenmenge für die Darstellung eines Gebäudes bei trotzdem guter Bildqualität. Auf einer ganz normalen CD-ROM könnten mehrere solcher Gebäude dargestellt werden. Das macht diese Technologie interessant für Städteplaner, Bauherren, Architekten, Makler und Museen. So sind aber auch Denkmäler und nicht öffentlich zugängliche Gebäude jederzeit interaktiv zu besichtigen.

**TERRATOOLS™**

# ERFAHRUNGEN IN DER MULTIMEDIALEN PRÄSENTATION DER SCHÄTZE DER OSTGOTEN AUF SCHLOß BEVERN

Anne Griepentrog, Dr. Matthias Pleßow  
Arbeitsgruppe Graph / Multimedia  
Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik (GfAI) e.V.  
Rudower Chaussee 5, Geb. 13.7  
12484 Berlin  
Telefon: 030/6392 1611, Telefax: 030/6392 1600  
E-mail: griepen@gfai.fta-berlin.de

## **Einleitung**

Mit der Ausstellung „Schätze der Ostgoten“, die vom 25. März bis zum 29. Oktober 1995 im Weserrenaissanceschloß Bevern stattfand, wurde mit 5157 hochrangigen Exponaten von 17 Leihgebern aus Polen, Rußland und der Ukraine das größte deutsch-polnische Ausstellungsprojekt in der Geschichte der Archäologie durchgeführt.

Durch die gute Zusammenarbeit polnischer und deutscher Wissenschaftler und durch das große Engagement von Herrn Prof. Dr. Kokowski von der Universität Lublin und Herrn Leiber, Kreisarchäologe des Landkreises Holzminden, konnte diese Ausstellung innerhalb kürzester Zeit realisiert werden.

Die Ausstellung zeigte die Anfänge der Geschichte der Goten, ihre Landung an der Ostseeküste und ihre Wanderungen nach Südostpolen, das, nicht ganz auf halber Strecke zum schwarzen Meer gelegen, zu einem wichtigen Kultur- und Handelszentrum wurde. Anhand zahlreicher und außergewöhnlicher Fundstücke aus Gräberfeldern im Hrubieszow-Becken konnte das Leben der Ostgoten in diesem Gebiet rekapituliert und anschaulich dargestellt werden. Zum größeren Verständnis dieser Zeit trugen auch die in aufwendiger Handarbeit angefertigten Modelle von Gräberfeldern und die lebensnah modellierten Plastiken gotischer Menschen zur Dokumentation der Trachtensitten bei.

Um der Hochrangigkeit der Ausstellung gerecht zu werden, wurde, ergänzend zur Ausstellung, ein umfangreiches Begleitprogramm angeboten. Neben dem traditionellen Katalog und Führungen konnten sich speziell ausländische Besucher per Audio-Guide in verschiedenen Sprachen informieren. Außerdem wurde der Einsatz eines Infopoints schon in der Ausstellungsentwurfsphase anvisiert, so daß dieser auch in das räumliche Gestaltungskonzept durch den Innenarchitekten einbezogen werden konnte.

Der Auftrag zur Konzipierung und Realisierung eines solchen Ausstellungsinformationssystems wurde an die GfAI e.V., die im Rahmen mehrerer öffentlich geförderter Projekte bereits Erfahrungen bei der Erstellung multimedialer Präsentationen sammeln konnte, und an die WIDIS GmbH vergeben.

## **Anforderungen an das Informationssystem**

Grundlage für den Aufbau und den Entwurf einer Struktur für die multimediale Präsentation der Schätze der Ostgoten bildeten die Anforderungen der Initiatoren der Ausstellung, insbesondere des Kreisarchäologen, mit dem wir sowohl in der Konzeptions- als auch in der Realisierungsphase der Präsentation sehr eng zusammenarbeiteten.

Die technische Umsetzung des Informationssystems sollte auf einem handelsüblichen PC mit einem angeschlossenen TouchScreen erfolgen. Aufgrund der geringen finanziellen Mittel und der Kürze der für die Realisierung zur Verfügung stehenden Zeit (1,5 Monate) haben wir auf den Einsatz von gesprochenen Texten verzichtet. Diese Entscheidung erwies sich außerdem aufgrund der geringen räumlichen Distanz zwischen dem Standort des Infopoints und dem Verkaufsstand der Ausstellung als sinnvoll. Da die Ausstellung ausschließlich statische Objekte zeigte und das nicht hardwareunterstützte Abspielen digitalisierter Videosequenzen zu dem damaligen Zeitpunkt (Video für Windows Version 1.1) unseren Qualitätsansprüchen nicht genügte, wurde auf den Einsatz von Videosequenzen innerhalb der Präsentation verzichtet.

Für die inhaltliche Gestaltung und Strukturierung des Präsentationssystems waren grundlegende Anforderungen vorgegeben, bei der Umsetzung wurden uns viele Freiräume gelassen. So bestand beispielsweise der Wunsch, auch Ausstellungsbesucher aus weiter entfernten Orten auf Sehenswürdigkeiten (siehe Ausflugstips: Münchhausenzimmer in Bodenwerder) in der Umgebung hinzuweisen, damit sie ihren eventuell längeren Aufenthalt in der Region zu weiteren Besuchen nutzen können.



Um dem Benutzer die Orientierung zu erleichtern bestand außerdem die Forderung, eine Karte einzusetzen, die zur Lokalisierung der Fundgebiete innerhalb Europas beiträgt. Ausgehend von der Karte mit allen Ausgrabungsorten, sollten durch die Auswahl eines Ortes die dort gefundenen Ausgrabungsstücke sichtbar werden (siehe Abb. 1).

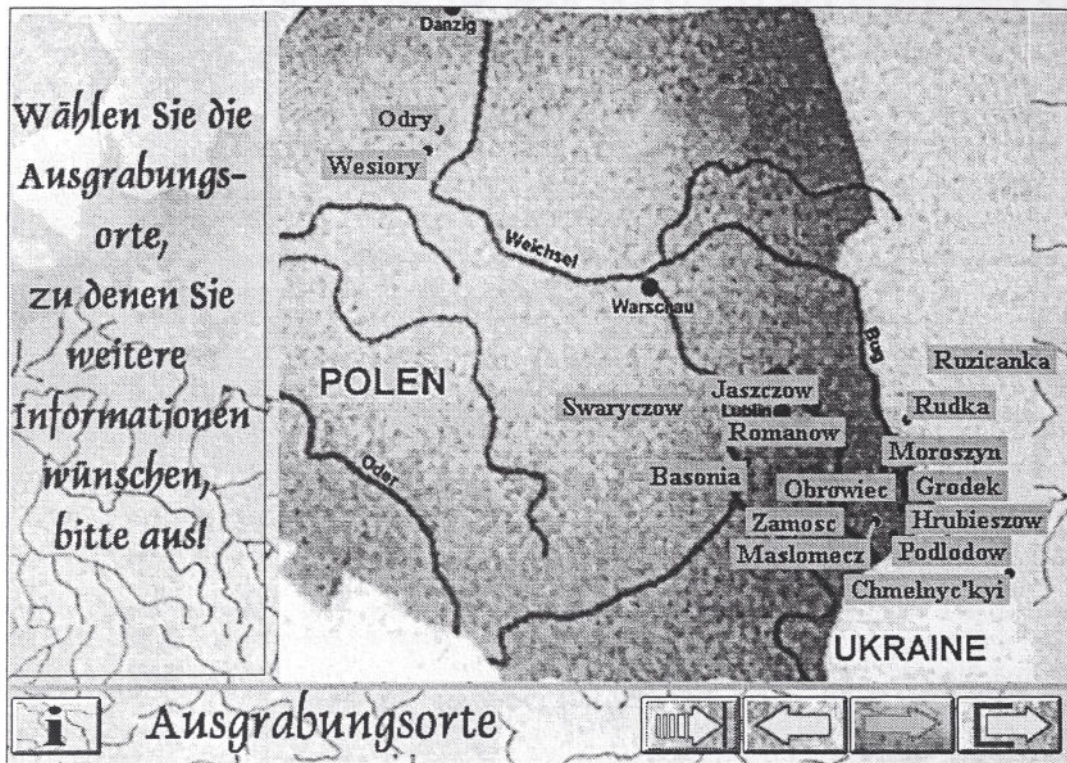


Abbildung 1: Lage der Ausgrabungsorte innerhalb Polens

Zusätzlich sollte der Ausstellungsbesucher die Information erhalten, an welcher Stelle in der Ausstellung (Vitrine, Raum) sich das Exponat befindet. Eine weitere Aufgabe bestand in der anschaulichen Darstellung der Wanderungsbewegung der Ostgoten in ihren einzelnen Phasen sowie der zugeordneten nachgewiesenen Belegungsdauer der Grabstätten.

### Realisierung der multimedialen Präsentation

Ausgehend von den Anforderungen an das Präsentationssystem und nach einer eingehenden Sichtung und Analyse des zur Verfügung stehenden Materials (Texte, Grafiken, Fotos) wurde von der GFaI ein erster Entwurf eines Ablaufplanes der Präsentation (Storyboard oder Drehbuch) erstellt. Dieser wurde mit der Ausstellungsleitung abgestimmt und noch einmal leicht überarbeitet. In diesem Rahmen wurden auch die von der GFaI bereits erstellten Vorschläge für das Bildschirmlayout der Präsentation abgesprochen.

Die nächste Aufgabe bestand in der Digitalisierung der zur Verfügung stehenden ca. 180 Bilder und Grafiken. Die Qualität des Materials war sehr inhomogen, so daß oft umfangreiche Nachbearbeitungen mit einem Bildbearbeitungsprogramm, meist Adobe Photoshop, notwendig waren. Die besten Resultate ließen sich mit Dias, die wir auf Foto-CD pressen ließen, erzielen. Einen relativ geringen Nacharbeitsaufwand hatten wir auch bei der Digitalisierung einzelner Bilder eines Videofilms (Framegrabbing), der für eine Sendung im Fernsehen erstellt wurde. Die Fotos, Katalogprobedrucke und Grafiken wurden von uns eingescannt, vor allem bei den Grafiken, die zum Teil in sehr unhandlichen, für die Bildschirmdarstellung nicht verwendbaren, Formaten vorlagen, war der Umfang der erforderlichen Nacharbeiten groß.

Für die Programmierung der Präsentation wurde Asymetrix ToolBook eingesetzt, da bei der Nutzung dieses Autorensystems in der GFaI bereits reichlich Erfahrungen vorhanden waren. Aufgrund der relativ großen Menge der zu verwaltenden Daten für ca. 160 Ausstellungsstücke entschieden wir uns für den Einsatz einer Datenbank (dBase). In der Datenbank wurden u.a. der Name des Ausstellungsstücks und der Standort in der Ausstellung abgelegt.





Abbildung 2: Auswahlseite aus dem Informationssystem „Schätze der Ostgoten“

Diese Vorgehensweise erwies sich als sehr effektiv, da sich während der Aufbauphase der Ausstellung einige Standorte der Ausstellungsstücke veränderten, so mußte nicht die gesamte Präsentation noch einmal geändert, sondern nur die Einträge in der Datenbasis aktualisiert werden, letzteres konnte auch von den Museumsmitarbeitern vor Ort durchgeführt werden.

Der Zugriff auf die Datenbank kann über verschiedene Suchkriterien (Gliederungspunkte) erfolgen, so daß dem Besucher mehrere Möglichkeiten zur Verfügung stehen, an die gewünschten Informationen zu gelangen (siehe Abb. 2).



Abbildung 3: Darstellung eines Exponats



Nach dem Bereitstellen der dem Gliederungspunkt zugeordneten entsprechenden Einträge aus der Datenbank kann der Ausstellungsbesucher sich jetzt die gewünschten Exponate auf dem Bildschirm ansehen (siehe Abb. 3) und sich ihren Standort in der Ausstellung anzeigen lassen.

Außerdem wurde von uns die Erstellung eines Lexikons, das die wichtigsten verwendeten Fachbegriffe enthält, in Angriff genommen. Dies erwies sich als sinnvoll, da der Platz für weitere Erläuterungen und Hintergrundinformationen auf der oben gezeigten Exponatseite stark eingeschränkt ist, andererseits aber dem interessierten Ausstellungsbesucher, der nicht „vom Fach“, d.h. Archäologe ist, die Bedeutung wichtiger Fachtermini unbekannt ist. Hinzu kam, daß uns von Seiten der Ausstellungsleitung ein umfangreiches Sachwortverzeichnis, schon in digitalisierter Form, zur Verfügung gestellt wurde.

Der Ausstellungsbesucher kann sich so, direkt von der Exponatseite aus, über assoziierte Fachbegriffe informieren. Der Vorteil dieser Methode ist die Möglichkeit einer individuellen Vorgehensweise, d.h. es ist abhängig von dem Wissen und der Entscheidung des Besuchers, ob und zu welchen Begriffen er „nachschiessen“ möchte.

Zusätzliche Suchmechanismen und Querverweise (siehe Abb. 4) erleichtern das Suchen und regen zu weiterem „Schmökern“ innerhalb des Lexikons an.

Stichwort											Fibel
Essen und Trinken											<p>Fibeln, auch Gewandnadeln, sind gewissermaßen die Vorläufer unserer heutigen Sicherheitsnadeln. Sie haben sich seit der Bronzezeit aus einer einfachen Nadel, die ein Gewand zusammenhielt, gebildet. Damit die Nadel nicht verloren ging, erhielt sie eine Sicherung in Form eines Fadens (am Nadelkopf befestigt), der um die Nadelspitze führte. Noch in der Bronzezeit wurde der Faden durch einen Metalldraht ersetzt. Die ersten <b>Nadeln</b> waren zweigliedrig, sie bestanden also aus zwei Teilen, der eine Teil machte die Nadel selbst aus, und der zweite Teil stellte den Bügel dar, der die Nadel am Herausrutschen hinderte. Eingliedrige Fibeln kommen in ihren frühesten Formen ebenfalls in der Bronzezeit vor. Hier bestehen Nadel und Bügel aus einem Teil. Durch eine Windung des Kopfbereiches (Spiralrolle) bekommt die Nadel eine Federung, wie man sie auch an heutigen Sicherheitsnadeln vorfindet.</p>
<b>Fibel</b>											
Filigran											
Frauentracht											
Gepiden											
Getica											
Glas											
Glauben											
Goten											
Gotenwanderung											
Gothiskandza											
Gräberfelder											
Gräberkreise											
Gravur											
Grodek am Bug											
Guß											
Haartracht											
Hausbau											
Heilige Steine											
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	Zurück
L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	
W	X	Y	Z					Weiter		Register	EndeLexikon

Abbildung 4: Seite aus dem Lexikon, Suchbegriff: Fibel

### Erfahrungen bei der Nutzung der multimedialen Präsentation und Resonanz

Negativ fiel uns damals beim Einsatz des Informationsterminals die hohe Störanfälligkeit der Technik auf, insbesondere durch den TouchScreen, der sich auch sehr schwer genau einstellen (justieren) ließ, kam es häufig zu Abstürzen des Systems, das dann durch das Verkaufspersonal der Ausstellung neu gestartet werden mußte. Dieser Mangel kann jedoch heute, wie wir bei anderen von uns erstellten Anwendungen feststellen konnten, mit der Entwicklung stabilerer und qualitativ besserer Systeme ausgeschaltet werden.

Die Akzeptanz des Informationssystems bei den Ausstellungsbesuchern fiel insbesondere beim jüngeren Publikum, aber auch beim Fachpublikum hoch aus. Wir erhielten z.B. etliche Anfragen von Interessenten, ob dieses System auch auf CD-ROM erhältlich sei. Diese Nachfrage führte dazu, daß wir innerhalb weniger Tage eine für das Medium CD-ROM optimierte Variante der Präsentation erstellten.

Als effektiv für uns erwies sich auch die hohe Allgemeinheitsgrad, den wir bei der Programmierung des Systems, dem „Gerüst“ beibehalten haben. So können und konnten Teile dieser Präsentation, wie Datenbankzugriffsroutinen oder das Lexikon-Handling ohne Schwierigkeiten auch für andere Präsentationen eingesetzt werden.



## Das VideoFest im zehnten Jahr: Transmediale Präsentation elektronischer Kunst

Bea Wölfling  
transMedia  
Potsdamer Straße 96  
10785 Berlin

Telefon: 030-2628714, Telefax: 030-2628713  
e-mail: [videofest@mediopolis.de](mailto:videofest@mediopolis.de)

### umbruch

Das VideoFest präsentiert sich nach zehn Jahren mit einem neuen Namen. Bei seiner Gründung war es Anliegen des Festivals, über die Videoauswahl des Internationalen Forums des jungen Films im Rahmen der Berlinale hinaus, Künstlern, unabhängigen Videogruppen und Medienzentren die Möglichkeit zu bieten, ihre Projekte vorzustellen. Seitdem hat das VideoFest an seinem Anspruch, unkonventionellen Produktionen Öffentlichkeit zu geben, festgehalten. Daran wird sich auch künftig nichts ändern. Im Mittelpunkt des Interesses stehen weiterhin neue Bildgestaltungen, die mit üblichen Wahrnehmungsmustern brechen. Um die ästhetischen Umsetzungen der Möglichkeiten der Digitaltechnik umfassender berücksichtigen zu können, entschied sich das VideoFest, Multimedia in das Festivalkonzept zu integrieren. 1995 wurden erstmalig eine Ausstellung sowie Informationsveranstaltungen und Workshops, die einen Einblick in die Multimedia-Branche gaben, organisiert. Digitale Daten- und Bildverarbeitung bestimmen immer mehr das gesamte Spektrum medialer Produktion. Eine Entwicklung zum "Transmedialen", ein Verschmelzen verschiedenster Medien zu einem Netzwerk ist heute absehbar. transMedia wird diesem Trend mit seinem Festivalprogramm gerecht.

### überschreitung

transMedia bewegt sich zwischen den Welten, beschreibt Berührungspunkte von Realität und Virtualität, sucht nach Schnittstellen zwischen den bisher getrennt betrachteten Medienterritorien Video - Fernsehen - Multimedia, zeigt Wechselwirkungen von kreativem und technischem Potential sowie von Kunst und Kommerz auf.

### transformation

transMedia informiert über die neuesten Entwicklungen der audiovisuellen Medienproduktion. Dabei versteht sich das Festival ausdrücklich nicht als Nabelschau technologischer Neuerungen. transMedia präsentiert gegenwartsbezogene gestalterische und inhaltliche Auseinandersetzung mit den elektronischen und digitalen Medien.

### impuls

transMedia ist ein weltweit anerkannter Kommunikations- und Treffpunkt der Kreativen der Medienbranche.

transMedia wird noch stärker als bisher zu einem Ort der Auseinandersetzung und der kritisch begleiteten Präsentation. Die Informationsvermittlung und der Diskurs anhand ausgewählter Projektpräsentationen sowie der Austausch zwischen Publikum, Künstlern und Referenten, Anbietern und Produzenten bilden dabei das Kernstück des Programms.



transMedia bietet den medieninteressierten Besuchern und dem Fachpublikum Info- und Entertainment:

- Screenings & Performances

#### **PrimeTime**

transMedia gewährt einen umfassenden Überblick über die gegenwärtige Video- und Fernsehproduktion. In moderierten Programmen werden vom experimentellen Videokunstband, über den außergewöhnlichen Spielfilm und die unkonventionelle Dokumentation bis zum rein digitalen Clip Produktionen aller Genres gezeigt. Die Auswahl internationaler Arbeiten spiegelt aktuelle Themen und ästhetische Stilmittel wider.

#### **NightFlight**

transMedia wird zum Schlacht- und Versuchsfeld, wenn Künstler aus verschiedensten Bereichen aufeinander los- und zusammengehen. Es werden interdisziplinäre Inszenierungen vorgestellt, deren technische Bestimmtheit nicht vordergründig ist.

#### **LateNight**

transMedia lädt zum Midnight-Special, das Werkschauen und weitere sehenswerte Projekte, die das Festivalprogramm begleiten, präsentiert.

- Ausstellung & Galerie

#### **Videoinstallationen**

transMedia stellt sowohl klassische Videoskulpturen als auch raumbezogene, auf interaktiven oder vernetzten Systemen beruhende Installationen aus.

#### **EXPLORE! - Interaktive Galerie**

transMedia zeigt eine internationale Auswahl herausragender künstlerischer und angewandt-kreativer interaktiver Projekte, durch die die Besucher selbst navigieren können. Ein spezielles Ausstellungsdesign schafft möglichst optimale Bedingungen für das individuelle Erkunden der Arbeiten.

- Diskurs & Kritik

#### **Spot**

transMedia versteht sich als Forum zur Diskussion sowohl aktueller Themen und Gestaltungsmöglichkeiten als auch kommender Entwicklungen der audiovisuellen Medienproduktion.

Künstlern, Firmen, Produzenten und Ausbildungsstätten, die mit Video- oder Digitaltechnik arbeiten, wird eine Plattform geboten, ihre Ideen, Konzepte und Projekte einem breiten Publikum vorzustellen. Dies können künstlerische oder kommerzielle Vorhaben, Produktionen für das Enter- und Edutainment sein, die den Besuchern einen Eindruck von dem künstlerischen Potential und den gesellschaftlich relevanten Nutzungen der neuen Medientechnologien vermitteln. Zentrale Aufmerksamkeit gilt dabei der Region Berlin-Brandenburg: sowohl in medienwirtschaftlicher wie auch -politischer Hinsicht.

- Konferenz & Messe

#### **Focus**

transMedia hinterfragt die mit Technikentwicklung und -anwendung verbundenen philosophischen und konkreten gesellschaftlichen Auswirkungen. Erstmals findet konzentriert an drei Tagen ein Symposium statt, das einen interdisziplinären Austausch ermöglicht. Das Thema 1997 wird Neuroästhetik sein. Zu dieser intensiven Auseinandersetzung werden Wissenschaftler, Philosophen, Kritiker, Produzenten und Künstler aus dem nationalen und internationalen Umfeld geladen.

transMedia erhofft sich durch die terminliche Überschneidung mit der **Digital Media World '97** synergetische Effekte.

## FROM VISITOR INFORMATION SYSTEM TO CD-ROM: A CHALLENGING JOURNEY

**Rosalind Marshall, Scottish National Portrait Gallery**

**1 Queen Street, Edinburgh, EH2 1JD**

**Tel: 0131 556 8921 ext 403**

**Fax: 0131 558 3691**

**James Hemsley, VASARI Enterprises**

**Alexander House, 50 Station Road, Aldershot, Hants GU11 1BG**

**Tel: 01252 350780**

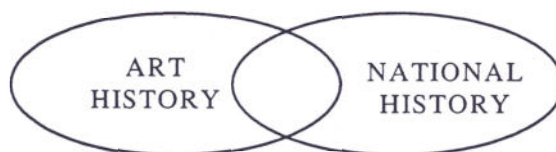
**Fax: 01252 342039**

**email: jamesrhemsly@cix.compulink.co.uk**

### 1. INTRODUCTION

The journey towards the 'Information Society' in Europe terms or the 'Information Super Highway' in U.S. is now well under way - certainly if one believes only a small part of the hype associated in the 1990s. Future historians will undoubtedly make their verdict on this 'fin de millennium' phenomenon. Engaged as we are on this journey, it is not easy to discern its true nature.

This paper reports on an initiative in an area of particular interest since it is in the intersection of two worlds:



This is due to the rare nature of the Scottish National Portrait Gallery (SNPG). As described in section 2, this institution is one of the few Art Galleries devoted solely to paintings of key people in the history of a nation.

The paper is a case study of the Scottish National Portrait Gallery's progress in two of the early stages in the journey towards 'access anywhere, anytime' to its collections.

The first of these stages, a Multimedia Visitor Information System (Prototype) is described in Section 3. Evaluation especially by users, was given priority attention and is the subject of Section 4.

The CD-ROM field is currently in a period of relative disillusionment both from user and producer viewpoints following the euphoria of the early 90's. However, it was decided to press on in a cautious manner to produce a low-cost 'promotional' CD-ROM as described in Section 5. The completion of this CD-ROM fortuitously coincides with EVA Berlin 96, at which it is being demonstrated for the first time.

A major potential benefit of the work in these first two stages is the existence of a set of high quality digital images and accompanying text. The ensuing possibilities of creating a 'Reusable Multimedia Resource Base' are described in Section 6.

The final section 7 concludes with a discussion of:

- Organisational and people issues,
- lessons learned and
- future opportunities for the Gallery, especially within the framework of the Scottish Cultural Resource Access Network

We hope that the paper will be useful to others engaged in the journey.



## 2. THE SCOTTISH NATIONAL PORTRAIT GALLERY

The Scottish National Portrait Gallery was founded in 1882 by John Ritchie Findlay, proprietor of *The Scotsman* newspaper, who gave a large sum of money for its establishment on condition that this was matched by an equally large sum from the government. The financial arrangements in place, the well-known Scottish architect Sir Robert Rowand Anderson was commissioned to design the red sandstone, Venetian Gothic building which the Gallery still occupies today, complete with statues of famous Scots on the outside, Clio, the muse of History, above the main entrance, murals inside showing stirring scenes from the nation's past and a painted frieze of eminent men and women marching in procession high above the Front Hall.

The Scottish National Portrait Gallery was opened to the public on 15 July 1889, by which time it had been agreed that the separate National Museum of Antiquities of Scotland should occupy its eastern half, an arrangement which has continued until now. The Gallery itself is one of the National Galleries of Scotland, which are funded by a grant from the Scottish Office Education and Industry Department, and run by a Board of Trustees appointed by the Secretary of State for Scotland. Its collecting criteria are, rather different from those of its sister institutions, however. The National Gallery of Scotland and the Gallery of Modern Art collect paintings for aesthetic and art historical reasons, whereas the Portrait Gallery acquires pictures on an historical basis, asking not, 'Is this a beautiful painting?' but 'Is the sitter a famous Scot?' It is very nice, of course, when the answer to both questions is 'Yes.'

The collection comprises just over three thousand items, ranging from full-length portraits in oils to miniatures, sculpture, drawings and engravings as well as photographs from life. The earliest paintings date from the mid-sixteenth century, the most recent from the present day. At one time, for reasons of diplomacy, only paintings of dead Scots were hung - the notion being that if one living politician were represented, then all the others would clamour for wall space too. Following the example of the National Portrait Gallery in London, however, this rule was abandoned some years ago and the Gallery now actively commissions portraits of distinguished living Scots.

Each summer, to coincide with the Edinburgh Festival, there is a special exhibition, usually of portraits borrowed from other collections, on historical and art historical themes, and there are small photographic displays throughout the year. A large Reference Archive of more than 30,000 black and white photographs of portraits in public and private collections in Britain and beyond is available too, and the staff receive a steady stream of enquiries from authors, publishers, students, genealogists and members of the public with historical interests.

For the most part, the Gallery is hung in a chronological way, with the major introductory display in the large ground floor room telling the story of the Stewart Dynasty, the kings and queens who ruled Scotland from 1371 until 1714 and were direct ancestors of Her Majesty The Queen. The exhibition was devised jointly with the National Museums of Scotland, and so it includes not only portraits but objects - furniture, jewellery, medals and personal memorabilia.

## 3. THE VISITOR INFORMATION SYSTEM PROTOTYPE

When, following support from the responsible Government body, it was decided that the National Galleries of Scotland should venture into the world of multimedia, the Stewart Dynasty exhibition was chosen as a suitable basis for the pilot scheme. It fits perfectly with the Scottish National Portrait Gallery's brief, it was put together in collaboration with the National Museums who worked on the multimedia project, it includes portraits of the highest quality, contains a variety of both two and three dimensional objects and tells the story of historical figures who are at the centre of Scottish national consciousness. The staff would learn how Information Technology can serve an important collection of paintings, and the resulting Visitor Information System prototype would hopefully have a broad public appeal, both historical and art historical.

As reported in Edwards and Buddle (1996), a Visitor Information System was thus developed in a pilot study with the following formal objectives:

- To use portraiture to enhance interest in and increase public knowledge of Scottish History in general and of the Stewart Monarchy in particular
- To stimulate awareness of paintings as a prime visual source for the study of social history
- Through personalising individuals and contextualising their costumes, jewellery and other accessories, to extend the two dimensional experience of the portraits.

However, the underlying main objectives may be seen from the National Galleries of Scotland's perspective as an endeavour to explore the potential upsides and downsides of multimedia. In this section, we try to complement the



previous paper with attention to, inter alia, to the fusion of the national historical perspective with that of the art history - the latter being the prime focus of the Edwards and Buddle paper.

Firstly, understanding, learning about and enjoying the history of a nation as embodied in its leading people. John Ritchie Findlay founded the Scottish National Portrait Gallery because of his strong conviction that the men and women of his own day should be able to gaze upon portraits of their famous forebears and be inspired to go away and emulate the deeds of these enterprising Scots. His was an attitude typical of the late nineteenth century, deriving in part from Victorian notions of self-improvement, in part from Scotland's proud boast that through her educational system an able lad could make a good career for himself no matter how impoverished his background (Careers for women came later).

The general outlook has changed considerably since then and for a time, in the 1960s and 70s, traditional heroes fell from favour and the notion of imitating admired successful establishment figures was viewed with some scorn. Nevertheless, Scots retained a deep interest in their country's history and as the end of the twentieth century approaches, their sense of national identity seems stronger than ever. As a result, the Scottish National Portrait Gallery has always enjoyed an advantage over its sister institutions in that its collection is more accessible, both emotionally and intellectually. Many people find abstract art, for instance, difficult to understand, while others are deterred from entering galleries because some art historical writing has generated a mystique which they feel they cannot penetrate. Most Scots, however, have grown up with tales of their nation's past, and when they walk through the rooms of the Portrait Gallery - or navigate through the Visitor Information System Prototype - they find immediate points of reference: Mary, Queen of Scots, Bonnie Prince Charlie, James Watt, inventor of the steam engine, Andrew Carnegie, the world famous philanthropist or Muriel Spark, the contemporary novelist. When they view a picture of one of these familiar figures, visitors often feel a unique sense of recognition, even of ownership, which they do not experience before the most beautiful work by Titian, Velasquez or Francis Bacon.

This is only the starting point, of course. History consists of far more than the biographies of long-dead men and women, but the visual representation of an individual from the past gives a sense of scale, a feeling of human involvement, and a realisation that, beneath the fancy wigs and the outlandish costume, our forebears were men and women like ourselves. This was never more noticeable than during one of the Gallery's Festival exhibitions, on the theme of seventeenth-century childhood, when young twentieth-century Scotswomen with their babies stood before paintings of strangely clad seventeenth century mothers with infants and felt a strong sense of kinship. Again, such portraits contain a wealth of detail and are now appreciated as a vital source of historical evidence. By pointing out this detail and supplying additional information in the form of labelling, lectures, publications and, most notably, CD-ROMs, the curator can lead visitors on to a deeper understanding of both history and art.

Learning by the National Galleries of Scotland was established as a key underlying objective at the outset and this was substantial. Likewise the multimedia designers learnt a considerable amount about Scottish History and improved their already strong knowledge of multimedia aesthetics of art.

The design included innovative elements such as morphing the probable skull cast of Robert the Bruce into a statue. Two important strands are interwoven in the CD-ROM, the history of Scotland's monarchs and a continuing discussion of portraiture. No portraits from the early medieval period in Scotland have survived, if they ever existed, the figures on coins are images of kingship, not of individual monarchs, and so to supply the lack, artists have sometimes invented entirely imaginary pictures of historical personages. In the 1960s, however, one particular sculpture, C.D.'O. Pilkington Jackson, attempted to use authentic evidence and took the case of the skull believed to be that of Robert the Bruce as the basis for a large statue he had been commissioned to produce. In the sequence introducing Bruce and the theme of portraiture, both skull and the head of the statue are shown, and those devising the programme realised that the accuracy of the result could best be judged by morphing skull into head. The resulting piece of interactivity shows that the sculptor had been entirely meticulous in his measurements.

The project costs were £80,000 plus NGS staff time estimated at some 6 person months. Duration up to Prototype readiness for User Trials was 15 months. The work was carried out by a consortium of the National Museums of Scotland, MPI, a leading London multimedia producer, and VASARI Enterprises working together on a project basis with the National Galleries of Scotland.



## 4. USER TRIALS & OTHER EVALUATIONS OF THE PROTOTYPE VISITOR INFORMATION SYSTEM

Evaluations of the Visitor Information System were carried out at various stages throughout the development process, including:

- National Galleries of Scotland senior management and steering committee reviews
- Gallery peer reviews (i.e. curators and other staff)
- Technical Quality Assurance review by the multimedia systems company MPI
- External technical and 'advanced user' reviews at EVA London Exhibition in July 95 at which the system at an interim stage was demonstrated and feedback invited. This was also carried out at the Museum Documentation Association November 95 Conference in Edinburgh including by one of the leading US specialists in the field, Peter Samis of the Museum of Modern Art of San Francisco.

These evaluations led to a flow of improvement and change suggestions, the external reviews being very positive and encouraging. However, the main evaluation was an eight week period between 19 September 1995 and 16 November 1995 during which the final prototype version was installed in the Entrance Hall of the Scottish National Portrait Gallery. For this user evaluation, various methods were considered including the use of a videocamera but finally a simple questionnaire method was selected with the following questions posed:

1. How interesting and enjoyable did you find the programme?
2. Did you find the programme easy to use?
3. Did you like
  - the images?
  - the music?
  - the written commentary?
  - the voice overs?
4. Would this programme encourage you to visit the Dynasty Exhibition?
5. Would you buy a CD-ROM of the Royal House of Stewart?
6. How often have you used multimedia before:
  - at home?
  - at work?
  - in other galleries and museums?

In addition, there were 3 questions on age band, sex and residence. The responses appeared at first sight very positive to the Steering Committee. For example, only 3.6% of the over 200 respondents did not like the prototype with over 75% viewing it as very or extremely interesting and enjoyable and over 90% liked the images.

However, upon reflection, some members of the Steering Committee queried the responses commenting:

- 'The results are potentially wholly dismissible'
- Will 'the opinions of people to whom all this is even newer than to ourselves give the definitive guidance on which we should base our future policy'?

There is a very thoughtful discussion of such issues in Buddle and Edwards (96), including consideration of the nature and characteristics of the visitors to the Portrait Gallery - over half over 35 and new to multimedia. These questioning views with regard to Visitor Survey results in general reflect those of many in UK museum management positions according to McManus (1996). Since according to Miles (96), the UK is ahead of the rest of Europe in following North American practice in Visitor Studies, it would appear that their management colleagues across Europe have similar questioning attitudes. It is outside the scope of this paper to enter into a discussion of this important topic, however there is one point we shall raise:

- If the same questionnaire had been applied to a number of other Visitor Information Systems and the results compared or 'benchmarked', then perhaps they would not have been viewed as 'potentially wholly dismissible.'

This comparative benchmarking type of approach with regard to usability - question 2 - is now provided by application of the SUMI method developed in an EC supported research project, MUSiC - 'Measuring Usability in Context.' The SUMI method involves a simple questionnaire on usability aspects and the results are compared with numerous other results of software evaluation stored in a database held at the University of Cork. In the last year or so considerable effort has been applied to extending this approach to image and multimedia visitor information systems. If a particular prototype then scores well or badly compared to other similar applications then perhaps the results of such surveys will



not be regarded as 'potentially wholly dismissible.' The results and views of the Prussian State Galleries from their work in the MAPI (MUSiC Applied to Process Improvement) project of the EC should prove interesting. However, there will always be - and rightly so - scepticism of 'Lies, Damned Lies & Statistics'.

Nonetheless, the results of the user trials and the other evaluations were sufficiently encouraging for the project to be moved forward to the next phase of producing a CD-ROM as discussed in the next section.

## 5. THE PROMOTIONAL CD-ROM

The staff who worked closely on The Royal House of Stewart found it an endlessly fascinating experience and welcomed the opportunity to make additions and improvements to the programme, albeit within a strictly limited budget of £30,000 plus curatorial time estimated at one person month. This was carried out by The Portrait Gallery, MPI and the National Museums of Scotland.

Additions and improvements were in three main areas. First of all, and most importantly, it was decided to alter the help sequence. Visitors had written some extremely useful comments on their questionnaires, and these made it clear that people who had never touched a computer before had found it difficult to navigate from one section to another. Navigation between sections is by means of a bookmark which lists the options and can be called up at the right of the screen. Some people had not found it at all, and so it obviously had to be given more prominence. MPI rapidly came up with a characteristically lucid and elegant solution which makes the system much more user-friendly.

The second desire was to increase the amount of music available. The Royal House of Stewart tells the dramatic and sometimes poignant story of the lives of the people in the portraits, and music can enhance these miniature biographies in an eloquent way. Rather than having the music playing in the background, it was decided to make it interactive, so that the user does not hear the music until he or she clicks on a word or two of hot text. The curators working on the CD-ROM felt strongly that the music could not merely be atmospheric - it should have a strict relevance to the text and so, for example, when users read about the execution of Mary, Queen of Scots they hear a passage from a doleful lament by William Byrd, the famous sixteenth-century English composer when they click on the appropriate area of the screen.

For financial reasons it was not possible to add a great deal of music, but although the Edinburgh stores never did success in producing an authentic bagpipe dirge for the Bonnie Prince Charlie sequence, they did yield a disc with church bells playing 'Why should I be so sad on my wedding day?', just as they did in Edinburgh in 1707 when the Scottish and English parliaments decided to unite. Much effort had to be spent on dealing with all the reproduction rights involved and eliciting the appropriate credit lines from the various record companies. The Gallery staff had been well aware that reproduction rights for paintings form a complicated area, but they discovered that clearing permission to use brief snatches of music is even more time consuming.

The third and final set of additions to the pilot took the form of extra screens and interactivity. A view of Dunfermline Abbey was added, to give variety to the opening sequence, the interactivity of the execution scenes was tidied up and the King Robert the Bruce sequence was completed in an entertaining and informative way. Robert the Bruce was Scotland's great patriot king who preserved the nation's independence after a long struggle with England. He was not a Stewart himself, but his daughter Marjorie married Walter, the High Steward of Scotland and they adopted Stewart as their surname, from his occupation. Their only son eventually became King of Scots, the first of his dynasty

Robert the Bruce seemed a good starting point, not only because he is perhaps our most famous monarch - after Mary, Queen of Scots - but also because the Scottish National Portrait Gallery, by a happy chance, possesses two casts of his skull. The skull was accidentally dug up at Dunfermline Abbey in 1818, and a well-known sculptor was summoned to make the casts. By showing the skull, the fact that no portraits exist from such an early period (Bruce died in 1329), could be emphasised and the modern attempt at showing how he might have looked could be investigated.

In 1964, six hundred and fifty years after his famous victory at Bannockburn, the National Trust for Scotland decided to place a statue of him on the site of the battle. The well-known sculptor, C.D'O. Pilkington Jackson, produced a bronze equestrian statue on a heroic scale, fourteen feet high on a thirteen foot high granite plinth, basing the head on one of the skull casts. The statue was photographed and MPI put into our multimedia pilot a satisfying sinister sequence of helmeted head morphing into skull. This proved extremely popular with the visitors who tried out the pilot.

Shortly after the visitor survey had been completed, a fascinating article appeared, describing how a team of forensic experts had recently reconstructed the head of George Buchanan, the sixteenth-century Scottish neo-classical scholar, from his skull. Dr Iain Macleod, Consultant Honorary Senior Lecturer in Oral Medicine and Radiology at Edinburgh Dental hospital, said they could certainly undertake the work for us. Indeed, they were already working on another historical reconstruction, a prehistoric man for the National Museums. Dr Macleod's Department sent to Italy for several gallons of dental wax and new wax casts were made from Portrait Gallery cast and sent to Newcastle Dental Hospital, where Mr Brian Hill, who is in charge of the Department of Medical Illustration, produced a splendid and







# STRUKTURANALYSE VON ABLÄUFEN IN MUSEEN/BIBLIOTHEKEN MIT DEM ZIEL NACHFOLGENDER COMPUTERISIERUNG

Harald Krämer  
Postfach 391 - A - 1061 Wien  
Fon/Fax: +43.1.524 58 75  
Kraemer@thing.at.

Institut für Kulturwissenschaft  
Kärntner Straße 21-23/1/9  
A - 1010 Wien  
Fon +43.1.513 17 90  
Fax +43.1.535 40 60  
ikw@thing.at.  
<http://thing.at/ikw>

Im vorliegenden Vortrag<sup>1</sup> mit dem etwas trocken klingenden Titel 'Strukturanalyse von Abläufen in Museen/Bibliotheken mit dem Ziel nachfolgender Computerisierung' soll der Versuch unternommen werden anhand der Vorstellung diverser Konzepte und Projekte die dringende Notwendigkeit der Methoden der Strukturanalyse als absolut notwendige Grundlage zur späteren Implementierung der EDV in Museen, Archiven und Bibliotheken vorzustellen. Nach einem kurzen Überblick über die Ausgangssituation und gegenwärtige Lage folgt eine Einführung in Inhalt, Bereiche, Vorgangsweise und Ziele einer Strukturanalyse. Abschließend folgen einige Beispiele aus der Praxis um auf unterschiedliche Probleme aufmerksam zu machen.

## Grundlegende Überlegungen

Noch immer muß jedes Museum, Archiv oder jede Bibliothek die ihm gemäße Form der Organisation, Dokumentation und Vermittlung finden. Angesichts der Fülle von Datenbanksystemen im kulturellen und musealen Bereich sind die derzeit am besten funktionierenden Datenbanksysteme diejenigen, die in gemeinsamer Zusammenarbeit zwischen Informatikern und Consultants unter voller Unterstützung und Mitarbeit der Wissenschaftler, von der inneren historisch gewachsenen Struktur des Hauses ausgehend, auf die Bedürfnisse der jeweiligen Institution zugeschnitten, entwickelt wurden, selbstverständlich für künftige Entwicklungen kompatibel sind und sich an (inter)nationalen Standards und Normen orientieren.<sup>2</sup> Fehler, die bei der Implementierung der EDV im Museum bisher gemacht wurden, sollten nicht unbedingt wiederholt werden. Neben "schwachem Projektmanagement, mangelnden Kenntnissen bei Sammlungsmanagement und wissenschaftlicher Dokumentation sowie Unverständnis dafür, wie man einen Computer benutzt",<sup>3</sup> sind dort auch die Dekompatibilität der Betriebssysteme, die einzelnen verschieden starken Computertypen und deren Philosophien, die Rivalitäten der Benutzer und häufig auch deren Bestrebungen möglichst im Alleingang das Rad der EDV-gestützten Dokumentation, zumeist unter Benutzung exotischer Software, neu zu erfinden, für das Scheitern verantwortlich. Die derzeitigen wiedererwachenden Bemühungen zum gemeinsamen Vorgehen, zur Kooperation der nationalen und internationalen musealen Institutionen und Organisationen untereinander entstammen der Erkenntnis, daß der Einsatz der EDV-Technologie eine grundlegende Änderung in der Vorgangsweise der Dokumentation erforderlich gemacht hat, dem Bewußtsein, aktiv an der Phase der künftigen Umstrukturierung Anteil zu haben, der Bereitschaft zur kritischen Auseinandersetzung, zur Infragestellung der traditionellen Rolle des Museums und nicht zuletzt dem wettbewerbsorientierten Zwang zur Rationalisierung und Professionalisierung.

<sup>1</sup> Dieser Vortrag basiert auf folgenden Veröffentlichungen des Vortragenden: Euphorie und Ernüchterung. Grundlegendes zum Einsatz der EDV- und Multimedia-Technologie in Museen und Archiven in: Struktur & Strategie im Kunstbetrieb. Tendenzen der Professionalisierung, hg. von Doris Rothauer und Harald Krämer, Wiener Universitäts Verlag, Wien, 1996, S. 62-79. (dort finden sich auch weitere Literaturhinweise zum Thema) desw.: Irgendwo zwischen Logik und Ikonik. Zur Planung, Entwicklung und Anwendung von Datenbanksystemen in der Kunstwissenschaft und in Museen, in: (Publikation derzeit in Vorbereitung) hg. von Hubertus Kohle, Dietrich Reimer Verlag, erscheint voraussichtlich im Frühjahr 1997.

<sup>2</sup> In diesem Zusammenhang sind unbedingt die Bestrebungen der Arbeitsgemeinschaft Kunst- und Museumsbibliotheken (AKMB) zur übergreifenden Koordination und Kooperation zu nennen.

<sup>3</sup> Stephan Waetzoldt, Museum und Datenverarbeitung. Zum Bericht der Arbeitsgruppe Museumsdokumentation, in: Museumskunde 40. Bd, 1971, S. 121.



Gerade in Zeiten der Reduktion öffentlicher Mittel ist eine Hinwendung zur Professionalisierung aller Institutionen unumgänglich. Diese Professionalisierung setzt eine Hinterfragung der gegenwärtigen Position und der damit verbundenen Ressourcen voraus und erfordert gegebenenfalls nicht nur eine tiefgreifende Neuorientierung, sondern neben einem gewissen Mut zum Wandel und der Bereitschaft zum Handeln auch eine gewisse Weitsicht. Neben den Versäumnissen einer mäßig verantwortungsbewußten Kultur- und Forschungspolitik und dem Fehlen einer geeigneten übergeordneten Stelle der inhaltlichen und sachlichen Koordination und Kooperation sind es vor allem die Wissenschaftskollegen selbst, die aus den unterschiedlichsten Gründen (Festhalten an den althergebrachten Strukturen und Verfahrensweisen, fehlende oder mangelhafte Kenntnisse über Dokumentation, Inventarisierung, Archivierung, Managementstrategien und Betriebsführung, mangelndes Vertrauen in die technischen Möglichkeiten, wissenschaftliche Eitelkeit und falschverstandener Egoismus, Unwillen zur Kooperation, Sehnsucht nach dem Elfenbeinturm oder enthusiastisches EDV-Halbwissen) für den derzeit schwierigen Stand der EDV in den Geisteswissenschaften verantwortlich sind. Angesichts der rasanten Entwicklung ist der Entschluß der bisher noch datenbanklosen Institute erst zu diesem Zeitpunkt den 'Boxing der EDV' zu betreten äußerst klug gewählt. Statt sich in die kostspieligen Abenteuer eines unkoordinierten Programmierens zu stürzen, kann von den Fehlern der anderen Institutionen ausgehend eine zukunftsweisende Entscheidung getroffen werden. Unabdingbare Ausgangsbasis für jegliche spätere Entscheidung muß jedoch eine tiefgehende Strukturanalyse sein, die den momentanen Zustand des "Betriebes" aufzeigt und die Anforderungen an die künftige Datenbank, die durch ein Sollkonzept ermittelt wird, erstellt. Schließlich soll der Computer den Anforderungen jedes einzelnen Mitarbeiters angepaßt sein und sich nicht der Einzelne einem geschlossenen elektronischen System unterwerfen. Ohne die Voraussetzungen einer exakten Analyse wird das Abenteuer Computereinsatz zu einem kostspieligen Faß ohne Boden. Auch sollte allen Beteiligten bewußt sein, daß mit dem Einsatz der EDV ein nicht zu unterschätzender Bruch mit den traditionellen Arbeitsvorgängen und Strukturen geschieht. Der Computer schafft neue Formen von Arbeit. Er vereinfacht zwar bestimmte Arbeitsgänge und verwaltet Informationen quantitativ, gibt aber keinerlei Auskunft über Wertigkeiten, über die Relevanz oder Qualität von Information.

### **Analyse und Genese der Struktur**

Die 'empfohlene' Vorgehensweise<sup>4</sup> sieht die Durchführung einer Strukturanalyse (Istanalyse und Sollkonzept), Kosten- / Nutzenanalyse und einer Anforderungs- bzw. Systemanalyse unter Berücksichtigung der Erstellung eines Pflichtenheftes vor. Bildlich gesprochen wird der gegenwärtige Zustand des Systems zerlegt, Wünsche für kommende Änderungen ausgesprochen und diese angesichts der technischen und finanziellen Machbarkeit der Realität angepaßt. Die Strukturanalyse kann entweder durch einen Mitarbeiter, der die Rolle des späteren institutsinternen EDV-Referenten (Systemadministrator) übernimmt, aber besser noch in Zusammenarbeit mit einem externen beratenden Konsulenten (die eher objektive Sicht von außen!) erfolgen. Die Ergebnisse werden gemeinsam mit einer Fachplanungsgruppe, die sich aus 5-6 Mitarbeitern der einzelnen Fachbereiche (Diathek, Photothek, Bibliothek, ggf. Sammlungsbereiche, Restaurierung, vorhandene Archive oder Forschungsschwerpunkte) rekrutiert, erstellt. Dieses gemeinsame Vorgehen hat neben einem therapeutischen auch einen psychologischen Effekt, der nicht unterschätzt werden darf. So werden Spannungen zwischen den Abteilungen bzw. einzelnen Mitarbeitern abgebaut und die Mehrzahl der am Analyseprozeß nicht beteiligten Personen das künftige System akzeptieren.

### **Istanalyse als Spiegel**

Die Istanalyse (Phase der Reflexion) zerlegt die Personal- und Sachzustände und beschreibt die Schwerpunkte in Forschung und Lehre, ggf. die vorhandenen Sammlungsbestände, die Innen- und Außenbeziehungen der Institution (z.B. Benutzerfrequenz), die Produktionsvorgänge in der Verwaltung, Forschung und im Lehrbetrieb, die Organisationsstrukturen sowie die Funktionen (z.B. Dienstleistungen), die Nutzungsarten (z.B. Raumnutzung) und -abläufe (z.B. Produktion und Leihverkehr in der Diathek, Photothek, Mahnwesen), wie sie zu diesem Zeitpunkt im Institut vorherrschen. Besonderes Augenmerk muß auf den vorhandenen Bestand, die materielle Art des Bestandes bzw. den Erhaltungszustand und den jährlichen Zuwachs gelegt werden. Um das Rad der EDV nicht neu zu erfinden, kann nicht oft genug darauf hingewiesen werden, wie wichtig eine Informationsgrundlage über bereits bestehende Anwendungen ist. Diese beinhaltet neben der Kenntnis bestehender Systeme in anderen vergleichbaren Institutionen und Kontakten zu Herstellern und deren Produkten auch einen ungefähren Überblick über internationale Entwicklungen in den Bereichen der Technologie und Dokumentation. Die Ergebnisse der Ist-Analyse und der Informationsbeschaffung bilden schließlich die Basis für die Phase der Planung, das Sollkonzept.

---

<sup>4</sup> Einige grundlegende Werke hierzu: David W. Williams: A Guide to Museum Computing. American Association for State and Local History, Nashville, Tennessee, 1987; Jane Sunderland/Lenore Sarasan: Was muß man alles tun, um den Computer im Museum erfolgreich einzusetzen? Materialien aus dem Institut für Museumskunde SMPK Berlin, 1990, H. 30; Christof Wolters: Wie muß man seine Daten formulieren bzw. strukturieren, damit ein Computer etwas Vernünftiges damit anfangen kann? Materialien aus dem Institut für Museumskunde SMPK Berlin, 1991, H. 33; Viktor Pröstler: Inventarisierung als Grundlage der Museumsarbeit. hg. von der Landesstelle für die Nichtstaatlichen Museen beim Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege, München, 1993. Michaela Gaunerstorfer, Gerald Trimmel, Peter E. Chlupac, Georg Kapfhammer (Institut für Zeitgeschichte): Das digitale Bildarchiv für kulturwissenschaftliche Anwendungsbereiche. Von der Idee zur Realisierung, Schriftenreihe der Arbeitsgemeinschaft audiovisueller Archive Österreichs Band 2, Wien, 1996.



### **Sollkonzept als Herausforderung**

Das Sollkonzept beschreibt die qualitativen und quantitativen Anforderungen an die Datenbank in Verknüpfung produktions- und verwaltungstechnischer sowie wissenschaftlicher Bedürfnisse durch Forschung und Lehre, legt aufgrund der ermittelten Prioritäten<sup>5</sup> die künftige Vorgangsweise fest und ermittelt desweiteren auch die Abläufe unter Berücksichtigung der Folgekosten, die durch Implementierung des Systems, Wartungs- und Beratungskosten, Systemerweiterung, Mitarbeitererschulung, Aufarbeitung der vorhandenen Daten (z.B. Karteien, Diathek) und Datenpflege entstehen. Kurz-, mittel- und langfristige Zielvorgaben ausgehend von einem sinnvollen Einsatz von Forschungsprojekten und deren öffentlichkeitswirksame Auswertungen, Analysen zur gezielten Nutzung der Ressourcen, zur Intensivierung der Innen- und Außenbeziehungen des Institutes und zur (inter)nationalen Situation runden das Sollkonzept ab.

Im Hinblick auf das Pflichtenheft und die Datenbank muß ein umfassender Datenfeldkatalog erstellt werden, der nicht nur Auskunft über die Fülle der unterschiedlichen Datenfelder gibt, sondern auch in Anlehnung an internationale Normen und Standards den Aufbau der Thesauri und Beschlagnahme festlegt.

Mit Hilfe eines Leistungsverzeichnisses kann dann die gemäß EU - Richtlinien vorgegebene Ausschreibung und Bestbieterermittlung durchgeführt werden. Bei einem Vergleich der angebotenen Systeme werden die durch das Soll-Konzept ermittelten Anforderungen und die für die Realisierung vorhandenen finanziellen Mittel berücksichtigt. Als EDV-technisches Anforderungsprofil hat das Leistungsverzeichnis das Ziel, die qualitativ und preislich bestbietende Firma für die Erstellung der notwendigen Software und der dafür bestgeeignetsten Hardware zu ermitteln. Aufgrund der zu vergleichenden Daten - hierbei wird die Leistungsfähigkeit von Hard- und Software, die Netzwerktauglichkeit (Problematik der Schnittstellen!), die Benutzerfreundlichkeit bzw. Ergonomie des Systems, aber auch die Folgekosten wie Wartung bzw. Betrieb und vor allem das Preis-Leistungsverhältnis ermittelt - kein leichtes Unterfangen. Eine Leistungsübersicht über die einzelnen "Bewerber" kann mittels einem Bewertungsprotokoll durch den direkten Vergleich zwischen den gewünschten Mindestanforderungen (SOLL) und den vorhandenen Angaben (IST) erstellt werden. Ratsam und hilfreich ist in diesem Zusammenhang auch die wertende Vergabe von Punkten für besondere Anforderungen (z.B. Benutzer-Interface, Datenübertragungsraten, Kompatibilität, Frage der Betreuung und Wartung vor Ort) und die Erstellung einer Leistungstabelle, die einen Gesamtüberblick über die Leistungen der einzelnen Systeme gibt. Nicht zu unterschätzen ist neben der Frage nach dem "richtigen" System auch die bewußte Entscheidung für die Firma bzw. die Menschen, die hinter dem Produkt stehen. So sollte bedacht werden, daß für einen langen Zeitraum "institutsfremde" Personen maßgeblich in die Abläufe und die Struktur des Institutes eingebunden werden müssen. Fragen, ob eine optimale Realisierung des Datenbanksystems mit dieser Firma realistisch ist oder, ob sich die Firma mit den Zielen des Projektes gänzlich identifiziert, werden leider zu selten und häufig zu spät gestellt. Auch verkauft der Archivar, der Kunsthistoriker ebenso wie der Museumsdirektor fast immer sein Fachwissen unter Wert. Gelingt es eine Firma für die gemeinsame Entwicklungsleistung an einer Datenbank zu gewinnen, dann gelten Fachwissen der Kunsthistoriker und Datenbankentwickler gleichberechtigt nebeneinander. Dies gibt eine gute Ausgangsposition für die Verhandlungen über Investitionskosten und spätere Lizenzen.

### **Testphase und Programmierung**

In der Phase der Programmierung eines ersten Prototyps, werden vom Bearbeiterteam Daten zur Eingabe vorbereitet und nach der Implementierung eingegeben. Hierbei bietet sich ein überschaubarer Bereich - beispielsweise ein durch Seminare oder Forschungsprojekte gut erschlossenes Thema - am besten an. Nicht nur im musealen Betrieb wird der Arbeits- und Zeitaufwand für den Schritt der Datenvorbereitung und Datenpflege zumeist grob unterschätzt, da die Daten in den seltensten Fällen 1:1 übernommen werden können, sondern nach Datenfeldern strukturiert, ergänzt und häufig erst grundlegend erarbeitet werden müssen. Nach der o.g. Testphase fließen die neu hinzugekommenen Erkenntnisse in die endgültige Programmierung ein.

Nachdem bereits im SOLL-Konzept die Prioritätenfolge der Dateneingabe des Neuzuwachses, der Aufarbeitung des Altbestandes und der generellen Datenpflege festgelegt wurde, kann nunmehr mit dem Normalbetrieb begonnen werden. Die Durchführung der o.g. Arbeitsschritte der Strukturanalyse, Programmierung und Testphase beansprucht in der Realität - je nach Komplexität der geforderten Datenbank - einen Zeitraum von 1-2 Jahren. Die Datenbank kann jedoch keineswegs die traditionelle Struktur der Institution direkt ersetzen, so daß beide Systeme für einen mittelfristigen Zeitraum parallel Bestand haben. Stehen die Daten dann in digitaler Aufbereitung erst einmal zur Verfügung, so ergeben sich vielfältige Möglichkeiten zur Auswertung der Daten durch die Instrumente der Multimedia- und Kommunikationstechnologie (CD-ROM, CDi, Internet und World Wide Web etc.).

### **Anmerkungen zur Realisierung**

Angesichts der budgetären Situation der meisten Institute, erscheinen die o.g. Schritte einer umfassenden Strukturanalyse dem Leser vielleicht etwas übertrieben, doch bedeutet der Schritt zur Umsetzung einer solchen Betriebsanalyse neben einem Innehalten und Erkennen der "historischen Verkrustung" auch die Chance zur Neuorientierung, Erarbeitung neuer

---

<sup>5</sup> Im Hinblick auf den Schutz und die Unersetzlichkeit musealer Objekte ist eine Vorgehensweise bei der Digitalisierung und Datenbearbeitung nach Prioritäten ratsam. s. hierzu: Petra Schuck-Wersig; Gernot Wersig: Bilder im Museum, in: Ralf-Dirk Hennings (u.a.): Digitalisierte Bilder im Museum, Berliner Schriften zur Museumskunde, Band 14, Opladen, 1996, S. 21 ff. Dennoch sollten auch die marketingstrategischen Gründe, die ein Vorgehen nach einer gewissen 'Popularität' bestimmter Kunstwerke bzw. Bildvorlagen sinnvoll machen, nicht außer acht gelassen werden.



Strategien und Setzung neuer Ziele. Leider ist nicht jedes Institut zur "Nabelschau" bereit und pflegt stattdessen lieber vermeintliche Traditionen. Noch einige Anmerkungen aus der Praxis<sup>6</sup> zur Reduktion der Kosten, die durch Datenbankprojekte entstehen: Grundsätzlich sinnvoll ist es eine langfristige Zusammenarbeit mit den künftigen Partnern anzustreben. Zu diesem Zwecke werden mehrere Forschungsprojekte (wenn möglich, einige dieser Projekte in Zusammenarbeit mit örtlichen / regionalen musealen Einrichtungen) geplant, dann nacheinander realisiert. Kunstwissenschaftliche Institutionen, die sich an Universitäten mit naturwissenschaftlich-technologischen Fachbereichen (Informatik, Physik etc.) befinden, sollten diese unbedingt in ihre Projektplanung miteinbeziehen. Ebenso sollte kontinuierlich eine Beziehung zu ausgewählten örtlichen / regionalen Vertretern führender Hard- und Software Firmen aufgebaut werden. Entscheidend ist hierbei der persönliche Kontakt. Angesichts des Prinzips "Fachwissen contra Fachwissen" wird ein Ersuchen um direkte Hilfestellung nur in seltenen Fällen abgelehnt. Hard- und Software kann geliehen und / oder nach dem "Jahreswagenprinzip" erworben werden. Unbedingt zu beachten und zu überlegen ist hierbei aber auch, welchen "Vorteil" die betreffende Firma von einer Zusammenarbeit hat (evt. Mitarbeit an der Entwicklung eines neuen Produktes). In jedem Fall muß frühzeitig über die gemeinsame Verwertung der späteren Rechte gesprochen werden. Nicht zu vergessen ist, daß die Einbindung von Kollegen anderer Fachbereiche und aus dem musealen Umfeld auch das verstärkte Interesse der öffentlichen Hand nach sich zieht und somit die Wichtigkeit der Projekte betonen kann.

### **Anforderungen an die Technik und das geplante System**

Wurde im Rahmen der o.g. Strukturanalyse das Pflichtenheft und die Leistungen an die Anbieter erstellt, wird die Programmierung und Gestaltung einer Datenbank für Text- und Bilddaten und dem dazugehörigen System ausgeschrieben. Das gesamte Auftragsvolumen sollte die Hardware (zentraler Server, diverse Arbeitsplatzgeräte für Eingabe und Abfrage nach DIN-Norm) inklusive Peripherie (Speichermedien für Text und Bild, Netzanschluß zur Einbindung ins Datennetz, Datensicherungsgeräte etc.) nebst Software (Betriebssystem, OCR-Software, etc.), Datenbanksystem (Diskussion, Erstellung des Pflichtenheftes, Programmierung, Einschulung), Installation und Wartung des Systems umschließen. Darüberhinausgehend sollten je nach Anforderungen und Umfang des Projektes auch weitere benötigte Geräte zur Bearbeitung (Scanner, digitale Kamera, Diabeschriftungsgeräte etc.), die Anschlußmöglichkeiten an ein Global Area Network (wie sie Internet und World Wide Web bieten) und die Auswertung durch Instrumente der Multimedia-Technologie oder die spätere Desktop Publishing Nutzung berücksichtigt werden.

Der Kreis der Benutzer umfaßt sowohl Anfänger, als auch mit dem Computer vertraute Personen. Auf Benutzerfreundlichkeit und einfache, sich selbst erklärende Bedienung ist zu achten. Die Oberfläche der Datenbank ist so zu gestalten, daß ein problemloser Zugriff möglich wird, der wenig Betreuung seitens eines Systemsadministrators benötigt. Dies gilt vor allem für die Suchmaske und die Bereitstellung unterschiedlicher Suchstrategien, die aus den Datenstrukturen der Institution (Forschungsvorhaben, wissenschaftliche Projekte) zu entwickeln sind. Das geplante System soll den Anwendern zum einen eine einheitliche, leicht zu bedienende graphische Benutzeroberfläche (beispielsweise Windows oder Apple Macintosh) bieten und zum anderen die dringlichen Anforderungen nach geregelter Zugriff durch die unterschiedlichen Benutzer, Abläufe in Vorgängen der Dokumentation, Inventarisierung, Verwaltung, Verrechnung, ggf. Leihverkehr und Restaurierung/Konservierung und interner/externer Kommunikation abdecken. Ziel ist letztlich die Unterstützung der Arbeitsbereiche, um innerhalb der Institution einen optimalen Informationsfluß zu erreichen und um das durch den Einsatz der EDV entstehende Arbeitsaufkommen bewältigen zu können. Nicht zuletzt aus Kostengründen sollte die Gesamtarchitektur des Systems ein modulares System von Produkten und ausbaufähigen Erweiterungsmöglichkeiten vorsehen, so daß auch Museen mit geringem Budget hieran Anteil nehmen können. Im Hinblick auf künftigen Datenaustausch muß die Einhaltung von internationalen Standards und Normen unbedingt gewährleistet werden<sup>7</sup>. Besonderer Augenmerk verdient in diesem Zusammenhang auch die Frage nach der Beschlagwortung bzw. der Unterstützung des Systems durch einen Thesaurus.

Bereits vorhandene Hardware kann ggf. in das neu zu installierende System eingebunden werden. Bei dem geplanten Ausbau müssen folgende Forderungen berücksichtigt werden. Zum einen werden, bedingt durch die geplante Personalausstattung im EDV-Bereich der Institution (ein Systemadministrator), höchste Ansprüche an eine wartungsarme, effektive und übersichtliche Verwaltung des Zentralrechners, der Arbeitsplatzrechner und des Netzwerkes gestellt. Zum anderen muß bei der Einrichtung der Hardware und Betriebssystemsoftware in allen Bereichen auf maximale Ergonomie und Betriebssicherheit geachtet werden.

---

<sup>6</sup> Nick Tyson (The Regency Town House) gab am Beispiel der Realisierung des gleichnamigen CD-Rom Projektes im Rahmen des Workshops "What can small Museums & Galleries do with Interactive Multimedia?" (gehalten im Rahmen der Electronic Imaging & The Visual Arts Konferenz am 23.07.1996 in London) einen Eindruck in die Vorgehensweise bei der Projektplanung.

<sup>7</sup> Hierzu zählen museologische Standards wie: International Guidelines for Museum Object Information: The CIDOC Information Categories, ed. by CIDOC Data and Terminology and CIDOC Data Model Working Groups (Juni 1995) und technologische Standards: David Bearman & John Perkins: Standards Framework for the Computer Interchange of Museum Information, in: Spectra, 1993, Vol. 20, No. 2, 3 oder ed. by Museum Computer Network, Silver Spring MD, 1993.



Das angebotene System muß für das Gesamtvorhaben (Text- oder/und Bilddaten) ausreichend dimensioniert sein, so daß eine Datenbank problemlos lauffähig ist, ein angemessenes Antwortzeitverhalten garantiert wird und genügend Speicherkapazität (ggf. Verdopplung der Datenmenge im Rahmen der Sicherung der Daten durch Spiegelung) für die nächsten 5 Jahre vorhanden ist. Darüberhinaus muß das System erweiterbar und ausbaufähig sein, um auch zukünftigen Anforderungen (z.B.: AV-Anbindungen) gerecht zu werden. Gedacht wird jedoch nicht an 'ewige' Datenträger, sondern viel eher an die Schaffung eines 'ewigen' Archives. Dies soll von Zeit zu Zeit durch das Umkopieren der Daten auf neue zukunftssträchtige Träger- und Speichermedien geschehen. Es sollte ein relationales Datenbanksystem auf dem Server zur Verfügung stehen, auf das von den Arbeitsplatzrechnern (client-server Systemarchitektur) aus komfortabel zugegriffen werden kann.

Bei der Konzeption eines digitalen Bildarchives<sup>8</sup> ist vorab die Qualität der einzuscannenden Bildvorlagen unbedingt zu prüfen. So muß grundsätzlich zwischen marktpolitischen, d.h. verwertungsstrategischen und sammlungserhaltenden, d.h. konservatorischen Gründen unterschieden werden.

Erstere orientieren sich eher an der raschen Bereitstellung der für den täglichen wissenschaftlichen Alltag notwendigen Bilder (z.B.: Erschließung der Diathek oder Auswertung 'populärer' Bilder), letztere rechtfertigen die Bevorzugung der gefährdeten Originalbestände (z.B.: Druckgraphik, Zeichnungen, Handschriften, Codices, aber auch alte Repronegative oder Photos). Je nach Anforderung muß zwischen einer raschen Bereitstellung der niedrig aufgelösten Bilder in Form eines digitalen Bildkataloges (Thumbnails) oder der zeitintensiven Archivierung durch Aufnahme jeder einzelnen Bildvorlage mittels hochauflösender Digitalisierung für druckfähige Bildvorlagen (RGB- Vollbild) unterschieden werden. Hierbei ist darauf zu achten, daß der Forschende sich die Vorlagen am Monitor sowohl als Thumbnail bis hin zur ganzseitigen Darstellung ansehen können muß und die Möglichkeit haben sollte, sowohl gute Ausdrücke für Studienzwecke anfertigen zu lassen, als auch die Bilder auf einem digitalen Datenträger für Druckzwecke mitzunehmen. Die Vorgaben an digitale Kamera, Scanner, Drucker und Speichermedien haben sich nach diesen Vorgaben zu orientieren.

### **Strukturanalyse. Einige Beispiele**

Exemplarisch sollen im Rahmen des Vortrages zwei Beispiele vorgestellt werden.

1. Institut für Klassische Archäologie der Universität Wien  
Projekt 'Bilddatenbank'

Ausgehend von einer in Zusammenarbeit mit dem österreichischen Institut für Kulturwissenschaft in den Jahren 1994/1995 entstandenen Strukturanalyse als Grundlage für das Pflichtenheft und die Ausschreibung erfolgte nach der Phase der Evaluation und Ermittlung des Bestbieters im Spätherbst 1995 die Zusammenarbeit des Institutes für Klassische Archäologie der Universität Wien mit der Schweizer Firma Docuphot. Das gemeinsam entwickelte Bilddatenbanksystem namens ImageFinder Cultura liegt derzeit in einer Alphaversion vor.

2. Porträtsammlung / Bildarchiv / Fideikommißbibliothek  
der Österreichischen Nationalbibliothek  
Projekt 'Bilddatenbank'

Im Rahmen des Projektes 'Bilddatenbank für die Porträtsammlung / Bildarchiv / Fideikommißbibliothek der Österreichischen Nationalbibliothek' wurde vor kurzem die durch das Institut für Kulturwissenschaft erstellte einjährige umfangreiche Strukturanalyse abgeschlossen.

---

<sup>8</sup> Als Einführung: Howard Besser und Jennifer Trant: Introduction to Imaging. Issues in Constructing an Image Database, The Getty Art History Information Program, Santa Monica, California, 1995. Alexander Geschke: Nutzung elektronischer Bilder im Museum, Materialien aus dem Institut für Museumskunde, Staatliche Museen zu Berlin - Preußischer Kulturbesitz, Berlin, 1995, Heft 42. Ralf-Dirk Hennings (u.a.): Digitalisierte Bilder im Museum, Berliner Schriften zur Museumskunde, Band 14, Opladen, 1996 (Leider fehlt in diesem Buch das lebensnotwendige Stichwortregister.).



## **Biographisches**

Harald Krämer

Geboren 1963 in Trier/Mosel; Studium der Kunstgeschichte, Klassischen Archäologie und Geschichte an den Universitäten Trier und Wien; Dissertation an der Universität Witten/Herdecke zur Problematik des Einsatzes der EDV und Multimedia-Technologie in Archiven und Museen (Arbeitstitel); Konzeption und Realisierung von EDV-Projekten: Struktur- und Datenbanksystem-Analysen für diverse Museen und Archive, Inventarisierungs- und Forschungsaufträge; als Konsulent für Museumsinformatik und Neue Medien tätig; Mitarbeit in Gremien (u.a.: ICOM/CIDOC) und Institutionen (Institut für Kulturwissenschaft Wien, Institut für moderne Kunst Nürnberg und Rheinisches Archiv- und Museumsamt Abtei Brauweiler).



## Werkzeuge für Bildinventarisierung-, Katalogisierung und -Nutzung

Alexander Geschke  
CompART GmbH  
Schieritzstr. 34  
10409 Berlin  
Tel./Fax: 030-4211219

### 1. Einleitung

In den letzten Jahren ist eine verstärkte Einbeziehung von Abbildungen in Datenbanken zu verzeichnen. Da diese Entwicklung bei den meisten Datenbankanbietern auf die bereits vorhandene Datenbankstruktur aufsetzte, ergaben sich häufig Probleme für eine optimale Nutzbarkeit und Gestaltung. Darüber hinaus scheint es den meisten Datenbankanbietern in den meisten Fällen mit der Einführung des neuen Datentyps „Bild“ getan zu sein. Auf Grund unserer Erfahrungen mit dem praktischen Aufbau einer Bilddatenbank mußten wir feststellen, daß das „Drum herum“ jedoch für die Produktivität des Aufbaus der Datenbank ebenso wichtig ist, wie für die anschließende Nutzungsphase. Deshalb stellten wir im vergangenen Jahr ein integrales Konzept einer Bilddatenbank auf der Basis von FoxPro vor, das mit vielen zusätzlichen Tools ausrüstbar ist und somit den Gesamtprozess von der Bilderfassung bis zur -nutzung unterstützt. Ein Datenbanksystem zum Management von Sammlungen, das in den U.S.A. entwickelt wurde verfügt noch über zusätzliche Feature für die Nutzungsphase und wird in Kürze auch in Deutschland verfügbar sein. Dieses sehr komplexe Programm der Firma DAS soll im Folgenden vorgestellt werden, um die Möglichkeiten der Arbeit mit auf das Sammlungsmanagement spezialisierter Systeme zu demonstrieren. Damit wird der von CompART mit der Integration zusätzlicher Tools in die FoxPro-Datenbank konsequent erweitert und fortgesetzt. Im Mittelpunkt der Darstellung steht die Nutzung der zusätzlichen Tools, die technischen Einzelheiten sind jederzeit abrufbar.

### 2. Hintergründe

Die erste Anwendung die programmiert wurde trug den Namen ArtAccess<sup>TM</sup>. Der hauptsächliche Bestimmungszweck bestand darin, eine Bilddatenbank zu schaffen, das heißt eine Datenbank, die auch Bilder mit verwaltet. In diese Zeit fielen dort, wie auch bei uns hier in Berlin, die ersten Erfahrungen bei der Digitalisierung größerer Bildbestände und des Einsatzes von Flachbettscannern und digitalen Kameras. Gleichzeitig wurden enge Beziehungen zu Museen und Galerien geknüpft.

Eines der ersten Projekte bestand in der Digitalisierung der Amerikanischen Sammlung für die National Gallery of Art in Washington D.C. Dafür wurden 3000 Bilder digitalisiert und in die Bilddatenbank eingegeben. Gerade diese Aktion führte zu zahlreichen Diskussionen mit den Nutzern. Im Ergebnis wurden alle Berichte, die von den Mitarbeitern im Zusammenhang mit der Sammlung zu verfertigen sind, analysiert. Außerdem wurden die Arbeitsabläufe unter die Lupe genommen. Die ersten Stichworte wurden somit Transport, Reproduktionen und Ausstellungen. Da dies jedoch nur einen Bruchteil des traditionellen Sammlungsmanagements darstellt, bekamen die Entwickler eine erste Vorstellung von der enormen Komplexität der Aufgabe und begannen eine Entwicklung, die zu dem neuen System EmbARK führen sollte. Davor stand jedoch die Diskussion der ersten Resultate, der Nutzeranforderungen anderer Einrichtungen und die Auswertung existierender Systeme. Die potentiellen Nutzer überzeugten letztendlich die Entwickler davon, daß ihr erstes System und vor allem ihr Ansatz den Bedürfnissen am nächsten kamen. Daraufhin wurde eine größere Anzahl von Nutzern ausgewählt, die beim Test der existierenden Software als wirkliche Partner fungierten und die wesentlichen Anstöße zur Weiterentwicklung gaben. Zu diesen Partnern gehörten solche profilierten Einrichtungen wie die Harvard University Art Museums, das San Francisco Museum of Modern Art, die Frick Collection und einige andere. Aber auch das Smithsonian National Museum of the American Indian unterstützte uns durch rege Diskussionen und vielfältigen Informationsaustausch. Hinzu kamen die Nutzung der von der Museum Documentation Association (MDA) erarbeiteten Untersuchungen sowie der vom Getty Institute erstellte vorläufige Bericht über die Definition von Begriffen im Kunstbereich. Nach einer Nutzerkonferenz wurde die überarbeitete Programmversion im April 1994 fertiggestellt.

Was diese US-amerikanische Firma neben ihren Erfahrungen bei der Bilddigitalisierung und -verarbeitung einbrachte, war vor allem der Wille von den neuen Partnern zu lernen und ein nutzerfreundliches Produkt zu schaffen. Innerhalb eines Jahres wurde dann das neue Anwendungsprogramm für das Sammlungsmanagement marktreif gemacht.



### 3. Das Sammlungsmanagement System EmbARK

Die Entwickler definierten ihr Gefühl gegenüber den Nutzungsanforderungen und dem endgültigen Ausbauumfang des Programmes mit der Parabel über die Gruppe von Blinden, die einen Elefanten durch Abtasten der verschiedenen Körperteile beschreiben sollten. Aber einmal war das Produkt in seiner ursprünglichen Version doch fertig. Und so sieht es aus:

#### 3.1 Die Grundstruktur

Die Struktur basiert auf vier Kategorien: Objekte, Agenten, Künstler und Verwaltung.

**Objekt:** Der zu katalogisierende Gegenstand. Das umfassende Zuordnungsschema gestattet Vater-, Sohn- und Enkelzuordnungen zu treffen, was eine schier unbegrenzte Einordnung zur Relation „Ganzes/Teil“ gestattet. Auch der Begriff des „Meta“-Objekts ermöglicht einen größeren Sammlungsausschnitt - beispielsweise einen Fund - im Zusammenhang aufzunehmen und darzustellen. Ein anderes Meta-Objekt kann in einem meereskundlichen Museum die Zuordnung von Zeichnungen, Karten, Logbuch, Leinen, Anker bis zur Pfeife des Kapitäns die Zuordnung zu einem bestimmten Schiff sein. Selbst wenn das Schiff nicht Bestandteil der Sammlung ist und vielleicht gar nicht mehr existiert, seine Teile, die Beschreibung, und die Geschichte können Schlüsselkomponenten für die Sammlung und Darstellung sein. Wichtig ist somit, dass die vielfältigen Kontextbeziehungen darstellbar sind.

**Agenten:** Das sind alle Personen oder Institutionen, außer denen, die zur Erschaffung beitrugen (z.B. der Künstler, Architekt, Konstrukteur) die mit dem Objekt in Berührung kamen. Die mögliche Rolle der Beziehungen zu dem Objekt ist faktisch unendlich. Sie kann direkt sein, wie die des Besitzers in Gegenwart und Vergangenheit, die des Spenders oder Verkäufers, des Fotografen, des Kurators oder Restaurators. Sie kann aber auch indirekt sein, wie die von Taxator, Versicherer, Transporteur, Lehrmeister, Hersteller von Komponenten des Objekts (Farbe, Lösungsmittel, Pinsel etc.) oder Vitrinen... Auch die Benutzer des Datenbanksystems werden als „Agent“ bezeichnet. Es gibt keine vorherbestimmte Begrenzung der Zahl dieser Beziehungen, die zu einem jeden Objekt erfasst werden können.

**Künstler:** Der Erschaffer eines Objekts wird unter Zuhilfenahme des Künstler-File<sup>1)</sup> in die Datenbank eingeordnet. Auch die Zahl der Künstler zu einem Objekt ist nicht begrenzt.

**Verwaltung:** In diesem Falle ist die Verwaltung entweder eine Tabelle zugehöriger Files oder eines Thesaurus (Auswahlliste). Wenn bei der Katalogerstellung der Künstler eines Objektes eingegeben wird, sucht das Programm in der Künstlerverwaltungstabelle nach einer Übereinstimmung. Wenn diese gefunden wird, erfolgt eine Verbindung zu dem existierenden Künstlerfile und alle Daten werden automatisch übernommen. Wenn es mehrere Übereinstimmungen gibt, muß zwischen den vorhandenen Alternativen gewählt werden. Falls kein Eintrag vorliegt, müssen die Daten erstmals vollständig eingegeben werden. Die selbe Prozedur läuft ab, wenn Beziehungen zum Agent-File hergestellt werden.

Schlüsselworte und Status-Begriffe werden ebenfalls über die Verwaltung zugänglich. Beide Tabellen können manuell erstellt oder von äußeren Quellen übernommen werden. Die Schlüsselworte existieren in einer hierarchischen Ordnung, wobei die Vater-Sohn-Struktur bis zu sechzehn Ebenen gehen kann und auch kommerzielle Thesauri wie der Art & Architecture Thesaurus eingegliedert werden können.

Über die Verwaltungstabellen hinaus können etwa in der Hälfte aller Felder in der Datenbank Auswahllisten genutzt werden. Diese Listen aus kontrollierten und gebräuchlichen Begriffen erleichtern die Dateneingabe und haben eine gewisse Standardisierung zur Folge. Die Listen können obligatorisch oder optional sein und sind (in Abhängigkeit von den Zugriffsrechten des Benutzers) modifizierbar. Beispielsweise kann das Geschlecht des Künstlers mit „weiblich“, „männlich“ oder „unbekannt“ angegeben werden. Wenn dieser Eintrag fehlt, müßte der Benutzer bei der Suche im Englischen die folgenden Begriffe berücksichtigen, um sicher zu sein, daß er keinen Eintrag übergeht:

„Gender=female or Gender=feminine or Gender=woman or Gender=women or Gender=girl or Gender=girls or Gender=womyn or Gender=lady“.

<sup>1)</sup> File ist die Bezeichnung für die Gesamtheit der Daten zu einem Einzelinhalt. Übersetzt ist es ein Aktenordner. Ein Textfile ist beispielsweise ein Artikel oder ein Brief (oder mehrere zusammenhängende). Ein Image- oder Bildfile ist ein (i.a.) einzelnes Bild.

Eine weitere Kategorie, die nur in der Vollversion verfügbar ist sind die Aktionen.

**Aktionen:** In der Grundversion werden die meisten Aktionen durch die Beziehungen (Rollen) der Künstler und Agenten zum Objekt definiert. In der Vollversion sind zahlreiche andere Aktionen durch zusätzliche Files



charakterisiert. dazu gehört beispielsweise der Versand, Verpackung, Verleih, Ausstellung, Neuanschaffung, Verkauf, Versicherung und andere.

### 3.2 Das Modul für den öffentlichen Zugriff

Der Nutzerbildschirm für den öffentlichen Zugriff verfolgt zwei Ziele: Er soll dem internen Nutzer ein effizientes Mittel für die Navigation zwischen den Programmteilen und für die Auswahl geben und gleichzeitig als Hauptebene für den Besucher (externen Nutzer) dienen. Die Struktur des Moduls untergliedert sich wie folgt:

- Begrüßungsbildschirm mit einem „persönlichen“ Bild zur Charakterisierung des Inhalts.
- Einführungsseite, auf der die Institution, Sammlung oder die Multimedia-Präsentation vorgestellt werden. Zusätzlich zu einem ausgewählten Bild können ein Video und eine Toninformation eingespielt werden.
- Das Hauptmenü ist das Navigationsinstrument für den Besucher der Multimedia-Präsentation. Alle Bildschirmseiten, die für die öffentliche Nutzung freigegeben wurden, sind über Berührung eines Schaltknopfes auf der Hauptmenüseite erreichbar.
- Der sogenannte Index-Baum ermöglicht es dem Besucher eine Führung durch die Organisation der Sammlung zu unternehmen. Dabei werden die Bestände nach den individuellen Kriterien (beispielsweise chronographisch oder nach den Künstlern, der Technik usw.) präsentiert.
- Das Portfolio-Layout entspricht einer Sammelmappe von Bildern, die nach einem bestimmten Kriterium zusammengestellt sind. Ähnlich einer Dia-Show können so Bilder zusammenhängend präsentiert werden. Dies ist auch für Vorträge, Ausstellungen oder Publikationen nutzbar.
- Der Lichttisch (thumbnails view) gestattet es dem Besucher die Bilder der Sammlung auf die Schnelle zu überschauen, da auf einer Bildschirmseite bis zu 20 Bildchen gleichzeitig gezeigt werden. Wenn eines davon angeklickt wird, erscheint der ursprüngliche Begleittext.
- Sogenannte Info-Seiten ermöglichen es dem Besucher eine Übersichtsinformation über Objekte oder über Künstler durch ein Bild und eine entsprechende Kurzbeschreibung zu erhalten.
- Die Vollbild-Ansicht eröffnet einen Blick auf Ausgangsbild (in der höchst verfügbaren Auflösung), wobei auch Teilvergrößerungen möglich sind.
- Der Detail-Bildschirm präsentiert unterschiedliche Blicke auf ein Objekt oder Zusatzmaterial, das von besonderem ästhetischem oder akademischen Wert ist. Beispiele können auch Restaurierungsuntersuchungen, Studien während des Schaffensprozesses usw. sein.
- Zugehörige Objekte sind andere Objekte, die in einer bestimmten Beziehung zu dem ursprünglich gewählten Objekt stehen und somit ein breiteres Spektrum der Zeit, des Künstlers o.ä. eröffnen.
- Die Schnellsuche ist für das schnelle Auffinden von Informationen über ein spezifisches Objekt bestimmt.

### 3.3 Adaption an spezielle Bedürfnisse

Obwohl die Grundstruktur bereits die vielfältigsten Möglichkeiten berücksichtigt, gibt es in der Praxis doch immer wieder abweichende Anforderungen. Aus diesem Grunde sind die meisten Operationen an die konkreten Bedingungen anpaßbar.

Das Programm beinhaltet etwa 1500 Felder von denen der Nutzer auf über 1100 direkt zugreifen kann. Mehr als 900 Können umbenannt oder umdefiniert werden, um die Datenbank an Ihr Standardvokabular anzupassen. Auch die Dateneingabemasken haben mindestens fünf, meistens jedoch zehn nutzerspezifische Felder, die entsprechend den internen Bedürfnissen belegt werden können.

Für die Dateneingabe und -modifikation können ebenfalls spezifische Layout entworfen werden. Die Zahl dieser selbstentworfenen „Formblätter“ ist praktisch nur durch das Rechnersystem und den Speicherplatz beschränkt. Die Wiedergabe dieser Eingabeseiten am Monitor kann für die Größe des verwendeten Standardbildschirms (Darstellungsmodus) optimiert werden. Um die Darstellungen besser anzupassen können auch die Lichttisch- und Listen-Layout modifiziert werden.

Nach der Entwicklung komplexer Such- und Sortierkriterien kann der Nutzer seine bevorzugten Vorgehensweisen speichern und als Standard verwenden.

Das Modul für den öffentlichen Zugriff kann beim Begrüßungsbildschirm und der Einführungsseite entsprechend den oben gemachten Ausführungen modifiziert werden.



### 3.4 Das Datenmanagement

Im Vordergrund steht die Sicherheit der eingegebenen Information. Dies wird durch Paßwortschutz erreicht, wodurch bestimmte Ebenen der Datenbank für den Zugriff gesperrt bzw. freigegeben werden können. Damit kann sowohl der Zugriff auf als auch die Änderung von Daten durch unbefugte Personen verhindert werden. Die Datenbank verfügt über ein sogenanntes Änderungs-Logbuch für jede Bildschirmseite, das es ermöglicht, alle Änderungen an Datensätzen festzuhalten und darzustellen. Außerdem gibt es eine Nutzerkategorie, die die Informationen nur lesen kann. Für den öffentlichen Zugriff ist sichergestellt, daß die Besucher in keinem Falle über die für sie vorgesehenen Informationen hinaus Daten erhalten können.

Das Sortieren, Suchen und Berichterstellen hängt von der Akkuratess der Dateneingabe ab. Aus diesem Grund wird über verschiedene interne Maßnahmen die Integrität der Daten sichergestellt. Dazu gehören die Auswahl Listen, die die zugelassenen Fachworte (Schreibweisen) enthalten und somit in über 400 Feldern der Dateneingabe wirksam werden. Umfängliche Import- und Exportmöglichkeiten für Daten runden das Bild für eine optimale Nutzung ab.

### 3.5 Die Suche nach Informationen

Die Suche nach Objekten bzw. Informationen über Objekte kann auf verschiedene Weise erfolgen. Eine Möglichkeit, bei der nur über die Zahleneingabe per Tastatur gearbeitet wird, ist die Zugangsnummer, die einem jeden Objekt zugeordnet ist. Eine weitere Möglichkeit, die sich an der praktischen Arbeit orientiert, ist der Zugang über den Status. Der Status eines Objektes ordnet es in eine Bearbeitungskategorie im Arbeitsablauf der Einrichtung ein. Dazu gehört beispielsweise: Erforderliche Restaurierung, Verliehen, für temporäre Ausstellung vorgesehen, zu versichern, Einschränkungen zur Ausstellung. Die Suche nach einem Schlüsselwort gestattet auf einfache Weise Gruppen von Objekten zu bilden, die dem Suchkriterium entsprechen.

Das Finde-Kommando öffnet eine Dialogbox, die es dem Nutzer gestattet nach verschiedensten Kriterien nach einem Objekt, einem Künstler oder Agenten zu suchen. Die Vollrecherche ist ein umfassender Sucheditor, der komplexe Suchkriterien mittels Boolescher Operatoren realisiert.

### 3.6. Ausstellungsmanagement, Ausgabe von Berichten und Fernzugriff

Im Ausstellungsmanagement sind vielfältige Möglichkeiten für die Planung gegeben, die vom Transport, den Leihverträgen, dem einbezogenen Personal, den Zeitplänen bis hin zu den Veranstaltungsplänen reicht. Alle Angaben werden auf einer Bildschirmseite wiedergegeben, so daß die Hauptdaten auf einen Blick zu erfassen sind.

Alle öffentlich zugänglichen Bildschirmseiten, Tabellen, Eingabemasken und Änderungsberichte können ausgedruckt werden. Außerdem können eine Reihe von Standardberichten erstellt werden. Ein spezieller Berichte-Editor hilft dabei, die für die entsprechende Institution maßgeschneiderten Berichte zu erstellen.

Für Institutionen, die den Fernzugriff ihrer Nutzer unterstützen ist ein spezielles Modul vorhanden, das die Netzanbindung realisiert. Auch der Zugriff über das Internet wird ermöglicht.

## 4. Zusammenfassung

Mit dieser, speziell auf die Bedürfnisse von Museen und Galerien ausgerichteten Datenbankapplikation wird weit über den bisher existierenden Standard hinausgegangen. Die Einbeziehung verschiedenster interner Arbeitsabläufe (wie Ausstellungsplanung, Berichte, Öffentlichkeits- und pädagogische Arbeit) ermöglicht es dem Nutzer neben der effektiveren Arbeit, die einmal eingegebenen Daten multivalent zu nutzen. Die Tragfähigkeit dieses Ansatzes zeigt sich auch darin, daß auf anderen Gebieten die Unterordnung der Computerprogramme unter das jeweilige Aufgabenspektrum und die Integration verschiedenster Teilaufgaben wesentlich zur Akzeptanz und breiten Nutzung beitragen. Ein Beispiel sind die sogenannten Officepakete, die neben der reinen Textverarbeitung auch Tabellenkalkulation, Grafikerstellung, Bildimport und Layoutgestaltung vereinen.

Die Entwicklung unter Einbeziehung von verschiedenen Nutzern und von Hochschulen machte die kurzfristige Realisierung eines in den U.S.A. als defacto Standard geltenden Programmes mit ca. 100 Anwendern möglich. Unter den Anwendern befinden sich nicht nur große und renommierte Museen, wie das Metropolitan Museum of Art, sondern auch sehr viele Hochschulen, die das Programmpaket sowohl für die Verwaltung ihrer eigenen, nicht unbedeutenden Sammlungen verwenden, als auch die Studenten daran ausbilden. Allein dies ist ein Garant für die Verbreitung und Weiterentwicklung des vorliegenden Produkts. Neuerdings wird das beschriebene Programmpaket auch in Großbritannien und Frankreich eingesetzt.



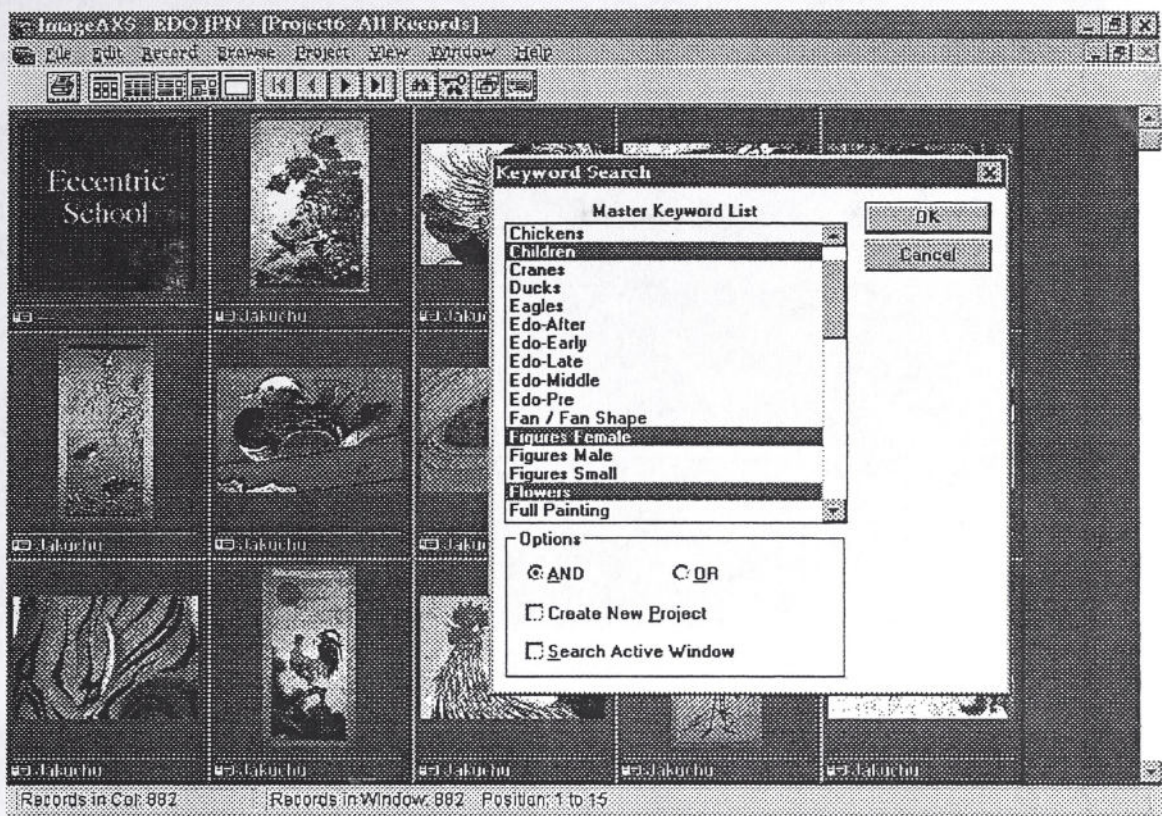


Abb.1: Suche nach mehreren Schlüsselworten (AND-Verknüpfung)

Abb.2: Ergebnis der Suche






ImageAXS : EDO JPN - [Collection: Keyword Search]					
File Edit Record Browse Project View Window Help					
Artist	Title	Artist's Dates	School	Media	
Hokuba	Beauties of the Twel...	1771-1844	Ukiyoe	Screen Color Silk	
Hokuba	Two Ladies by the S...	1771-1844	Ukiyoe	Scroll Color Silk	
Hokuba	Two Ladies by the S...	1771-1844	Ukiyoe	Scroll Color Silk	
Hokuba	Geisha Playing Bad...	1771-1844	Ukiyoe	Scroll Color Silk	
Hokuba	Geisha Playing Bad...	1771-1844	Ukiyoe	Scroll Color Silk	
Unknown	Wisteria Lady	1750 ca.	Ukiyoe	Scroll Color Silk	
Unknown	Wisteria Lady	1750 ca.	Ukiyoe	Scroll Color Silk	
Unknown-Mikumaro	Two Courtesans	1750 ca.	Ukiyoe	Scroll Color Paper	
Kaigetsudo Doshin	Geisha Arranging H...	1700-1716 ca.	Ukiyoe	Scroll Color Paper	
Kunisada	Geishas under Moo...	1786-1864	Ukiyoe	Fan Color Paper Gold	
Kunisada	Geishas under Moo...	1786-1864	Ukiyoe	Fan Color Paper Gold	
Shunrin	Five Geishas	1790 ca.	Ukiyoe	Scroll Color Silk	
Shunshu	Two Geishas	1726-1792	Ukiyoe	Scroll Color Silk	
Signed Eishi	Shimpoan Fake, Left	1756-1829	Ukiyoe	Scroll Color Silk	
Signed Eishi	Shimpoan Fake, Right	1756-1829	Ukiyoe	Scroll Color Silk	
Gosai	Ukiyoe Party	1831-1889	Miscellaneous	Scroll Color Silk	
Unknown	Edo Nehanzu	1725 ca.	Buddhist	Scroll Color Silk	

Records in Col: 882      Records in Window: 59      Position: 43 to 59

Abb.3: Aus eines Suchergebnisses als Liste

Abb.4: Wiedergabe der Hauptinformation zu einem Objekt

ImageAXS : EDO JPN - [Project2]		
File Edit Record Browse Project View Window Help		
<div> <div>Artist: Kunisada</div> <div>Title: Geishas under Moonlight</div> <div>Artist's Dates: 1786-1864</div> <div>School: Ukiyoe</div> <div>Media: Fan Color Paper Gold</div> <div>Work Date: 1850 ca.</div> <div>Dimensions: 34.0 x 52.7 cm.</div> </div> <div>  <div>Art Kunisada</div> </div>		
Description		Keyword List
<p>Tsunoda Kunisada — Ukiyoe painter, printmaker. Born in Katsushika in Musashi, lived in Edo. At 15, pupil of Toyokuni; took name of Kunisada. In 1807 produced first book of illustrations; in 1808 began to make actor prints. After his father's death, inherited the license of the ferry at Itsutsumei and took name Gotoei (Fifth Ferry House). In 1833 studied under Hanabusa Ikkei, then the style of Hanabusa Itcho, taking name of Kochoro. In 1844 took name of Toyokuni III, by which he is frequently known, though this go had properly belonged to Gotoei Toyokuni; in 1845 retired, calling himself Shozo. Specialized in illustrations for storybooks and portraits of actors. His few landscape prints quite fine; his bijinga generally undistinguished. His early prints his best, with his work growing coarse and violent in obedience to popular 19th-century taste and much of it hastily designed, overcolored, badly printed.</p> <p>— Roberts</p> <p>On the full moon in the spring during cherry blossom time, the geishas would parade from the Yoshiwara in all their finery and attendants. The full moon is illustrated on the reverse of this fan.</p> <p>— JDP</p>		Children Edo-Late Fan / Fan Shape Figures Female Figures Male Flowers Full Painting Masterpieces School: Ukiyoe Trees-Plum / Cherry

Records in Col: 882      Records in Window: 1      Position: 1



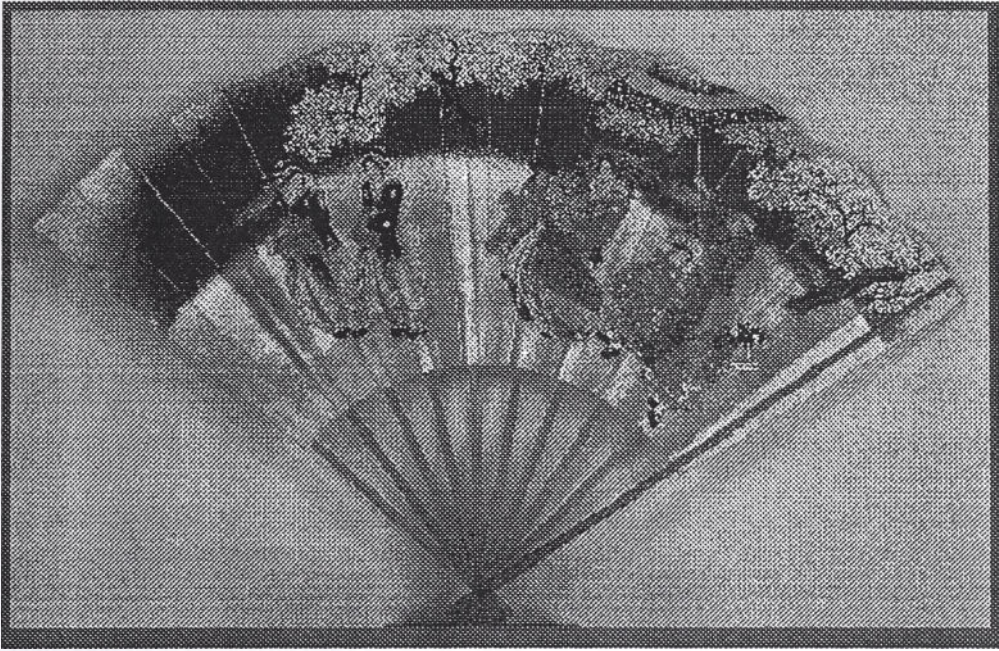


Abb.5: Wiedergabe des Bildes als Vollbild (ganzer Bildschirm), teilweise können Details vergrößert werden  
 Abb.6: Von manchen Objekten existieren gesonderte Detailaufnahmen (ebenso wie zusätzliche Textinformationen)









**LUTHER DIGITAL**  
**Die Digitale Bibliothek**

Leonhard Rau  
IBM Deutschland Informationssysteme GmbH  
Überseering 24  
22297 Hamburg  
Tel. (040) 6389 3945

*A: Das Projekt Luther Digital*

*1. Historischer Rückblick und Einleitung*

Alle Innovationen im Medienbereich basierten auf zwei Voraussetzungen: einer neuen Technologie und einer rapide steigenden Nachfrage.

Jahrhundertlang wurden die Bücher in Klöstern mit der Hand geschrieben. Renaissance und Humanismus förderten im 15. Jahrhundert die Nachfrage nach Büchern. Erste Ansätze für eine Vervielfältigung brachte der Holzschnitt. So entstand in der ersten Hälfte des 15. Jh. das Blockbuch. Bild und Schrift wurden für die Vervielfältigung in Holztafeln geschnitten. Jedoch erst der Typendruck, dessen Vorstufen es schon seit Jahrhunderten in Form von Münzpressen gab, brachte den Durchbruch, Bücher und Schriften in großer Anzahl zu erstellen. Die große Leistung Gutenbergs war die Herstellung von einzelnen Buchstaben aus Metall und die Erfindung der Druckerpresse. Aber erst die Reformation mit ihren auch den ‚gemeinen Mann‘ interessierenden Fragestellungen sicherte dem Buchdruck mit beweglichen Lettern ein großes Publikum. Die von Gutenberg entwickelte Basistechnik ermöglichte die rationelle Erstellung und Verbreitung von Büchern bis in unsere Zeit.

Alle bisherigen Techniken teilen jedoch das Schicksal, daß das Gedruckte mit dem Datenträger Papier eine untrennbare Verbindung eingeht.

Die Computer-Technologie löst nun mehr und mehr die von Gutenberg entwickelte Drucktechnik ab. Dies hat größere Auswirkung als es auf den ersten Blick zu sein scheint. Während die Erstellung von neuen Büchern und Schriften heute schon weitgehend mit Computer-Programmen geschieht, eröffnen sich insbesondere für historische Werke neue Perspektiven, auf die noch eingegangen werden wird.

*2. Herausforderungen für Archive, Bibliotheken und Museen*

Historische Dokumente sind durch eine Vielzahl von Faktoren gefährdet, z.B. durch den Alterungsprozeß des Papiers, durch Schädlinge und durch klimatisch ungünstige Bedingungen. Die Benutzer tragen, wenn sie das Material benutzen, gleichermaßen zum Zerfallsprozeß bei. Daher sind sie häufig vom Zugriff grundsätzlich ausgeschlossen. Wertvolle Informationen bleiben somit der Wissenschaft und dem interessierten Publikum vorenthalten. Vor diesen Problemen stehen alle Bibliotheken, Archive und Museen der Welt, die historische Dokumente zu ihrem Fundes zählen. Ansätze, historische Bestände durch Mikroverfilmung zu sichern und zugänglich zu machen, sind keine dauerhafte Lösung, da auch der beste Mikrofilm altert und irgendwann erneut die Erfassung der dann auch weiter gealterten Originalbestände erfordert. Der Schwerpunkt muß sich von der Dauerhaftigkeit des Mediums auf die Dauerhaftigkeit der Information in einer digitalen Umgebung verlagern.



### 3. Lösungsmöglichkeiten durch Image-Verarbeitung

Image-Verarbeitung (Abbild-Verarbeitung) im öffentlichen und kommerziellen Bereich zielt im wesentlichen auf die Zähmung der Papierflut, den schnellen Zugriff zu den erfaßten Dokumenten und die Möglichkeit, die Prozesse effizienter zu gestalten. Anders die wichtige Aufgabe von Bibliotheken und Archiven, historisch seltene oder einmalige Exponate zu erhalten und trotzdem zugänglich zu machen. Hier bietet die Image-Verarbeitung ideale Lösungsmöglichkeiten, die beide Ziele Schutz des Originals und Zugriff auf die Information in optimaler Weise miteinander verbindet.

#### Technische Beschreibung

Informationen können durch Scanner (Bildabtaster) elektronisch als Image (Abbild) erteilt werden. Danach kann das Original konsequent archiviert und somit geschont werden, da die Informationen von nun an digital (Bild- und Farbpunkte) vorliegen. Sind die Bestände einmal erfaßt, so sind diese genau wie neue Werke leicht und wirtschaftlich reproduzierbar und einem breiten Publikum zugänglich. So ergeben sich z.B. für die Geschichtsforschung völlig neue Möglichkeiten, da bisher verborgene Quellen zugänglich sind.

Der Begriff ‚digital‘ stammt aus dem lateinischen ‚digitus‘, dem Finger, als Hilfe zum Zählen. Unter Digital wird die Darstellung von Informationen (hier Bildpunkte) in einer Folge von Nullen und Einsen verstanden. Die Bildinformationen sind von nun an abstrakt, medien-unabhängig und keinem Zerfallsprozeß mehr unterworfen. Mit dem fortschreitenden Technologiewandel können diese Informationen verlustfrei auf andere Datenträger übertragen werden. Die Erfassungstechnik ist heute so ausgereift, daß die Reproduzierbarkeit den allerhöchsten Anforderungen der Drucktechnik entspricht und weitere Steigerungen für das menschliche Auge nicht mehr wahrnehmbar sind. Die digitalisierten Informationen sind genau wie kodierte Informationen (z.B. Buchstaben, Zahlen, Formeln) Programmen zugänglich, was völlig neue Perspektiven eröffnet (z.B. elektronisches Restaurieren, komplexe Suchvorgänge, MultiMedia).

Obwohl die Basiskomponenten eines Image-Systems bei allen Image-Anwendungen die gleichen sind, werden an die einzelnen Komponenten der Image-Verarbeitung im Bibliotheks- und Archiv-Bereich sehr spezielle Anforderungen gestellt. Während die Erfassung (durch Scanner) im kommerziell/öffentlichen Bereich mit größtmöglicher Geschwindigkeit bei minimaler manueller Einflußnahme erfolgen soll, sind hier die maximale Schonung des Originals bei der Erfassung und größtmögliche Auflösung gefordert. Dies führt dazu, daß der Erfassungsprozeß zeit- und speicheraufwendig ist. Spezial-Scanner wurden entwickelt, da die am Markt allgemein bekannten Geräte diesen Anforderungen nicht genügen.

### 4. Nutzen

Der Nutzen der digitalen Informations-Speicherung ist u.a.:

- *leichter und schneller Zugriff zu den Informationen*  
Die Informationen können kostengünstig einer breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden.
- *Zugriff mit Suchkriterien, die bisher kaum möglich waren*  
Durch die Verknüpfung von Suchkriterien ergeben sich für die wissenschaftliche Bearbeitung neue Möglichkeiten, die bisher schon aus zeitlichen Gründen nicht durchführbar waren.
- *Nutzung anderer bzw. zukünftiger Technologien*  
Es ist z.B. möglich, Dokumente elektronisch zu restaurieren mit der Folge, daß die Kopie in besserer Qualität als das Original vorliegt.
- *Reproduzierbar in Büchern*
- *Verknüpfung mit Bibliotheks-Verwaltungs-Programmen*
- *Der bedeutsamste Nutzen ist,*  
daß die Informationen, wenn sie einmal digital vorliegen, der Nachwelt als Kopie in unveränderlicher Qualität erhalten bleiben und das Original die größtmögliche Schonung erfährt.



## 5. Bekannte Lösungen

Die IBM arbeitet u.a. an einigen international bekannten Projekten in diesem Bereich. Diese sind:

- ‚Archivo General de Indias‘, Sevilla, Spanien Dokumente aus der Zeit von 1492 bis 1898
- ‚Library of Congress‘, Bibliothek des amerikanischen Kongresses, Washington, USA
- Bibliothek des Vatikans in Zusammenarbeit mit der ‚Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro‘. In zahlreichen Presseveröffentlichungen wurde in jüngster Zeit darüber berichtet.
- Gemeinsam realisieren die Lutherhalle Wittenberg und IBM ein weiteres Vorhaben von internationalem Rang, das Projekt ‚Luther Digital‘.

## 6. Szenarium ‚Luther Digital‘

Die Lutherhalle Wittenberg ist das größte reformationsgeschichtliche Museum der Welt. Es beherbergt mehr als 50.000 Exponate ab dem Mittelalter. Gemeinsam realisieren die Lutherhalle Wittenberg und IBM das Projekt ‚Luther Digital‘, um diese historischen Exponate digital zu erfassen und einer breiten Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Auf der CeBIT94 sowie während des Stadtfestes 1994 anlässlich Luther's Hochzeit in Wittenberg haben wir mit großer Resonanz bei Besuchern aus Politik, Kultur und Wirtschaft die Machbarkeit dieses Vorhabens demonstriert. Am 1. August 1995 hat Sachsen-Anhalts Ministerpräsident Dr. R. Höppner das System offiziell in Betrieb genommen. In den Medien wurde über das Gezeigte und die sich eröffnenden Perspektiven berichtet.

In enger Abstimmung mit bereits laufenden Projekten wird nun das Projekt realisiert. ‚Luther Digital‘ ist das erste deutsche Digitalisierungs-Projekt in dieser Größenordnung wird von namhaften Museen und Bibliotheken aufmerksam verfolgt.

## B: Aspekte für die Planung und Realisierung eines Digital- Library-Projektes

Die hier beschriebenen Aspekte sind von grundsätzlicher Natur und dokumentieren die Überlegungen zum Projekt ‚Luther Digital‘. Genauere Planungsdetails und -erfahrungen werden im Verlaufe des Projektfortschrittes festgehalten und ihren Niederschlag in der Fortschreibung dieses Beitrages finden.

### 1. Digital-Library - ein Innovatives Projekt

Traditionelle Anwendungen im Bibliotheks- und Archivbereich behandeln weitgehend die Beschreibung und Verwaltung der Bestände. Mit der digitalen Erfassung der vorhandenen Bestände und dem Zugang zu diesen Informationen betreten wir Neuland. Datenorganisation (wegen der großen Datenmengen die hochauflösendes Scannen generiert) und Präsentation (wegen des hohen Anspruchs) sind neue Herausforderungen. Anwendungen wie z.B. elektronische Bildmanipulation (z.B. Restauration) oder Suchen nach Bildinhalten stecken noch in den Kinderschuhen. Analogien zu kommerziellen Dokumenten-Management-Systemen sind nur sehr begrenzt möglich.

Die Erfassung (Scannen) der Original-Bestände steht am Beginn des Projektes. Sie erfolgt für alle Zeiten und muß daher mit äußerster Sorgfalt durchgeführt werden, damit eine Reproduktion in der Bildqualität dem Original entspricht und keine Restriktionen für zukünftige Anwendungen bestehen. Nur in seltenen Ausnahmefällen darf eine Neuerfassung erlaubt sein. Das Ziel der lückenlosen Erfassung kann je nach Größe des zu erfassenden Bestandes Jahrzehnte dauern. Dies verdeutlicht, daß eine Wiederholung dieser Aufgabe schon aus Zeit- und Kostengründen kaum möglich ist.

Designüberlegungen am Projekt-Anfang müssen also mehr die strategische Beständigkeit und Qualität der Informationen und weniger die darauf aufbauenden Anwendungen im Blickfeld haben. Dieses Denken findet nicht auf Anhieb die ungeteilte Zustimmung.



Wegen der großen strategischen Bedeutung des ersten Schrittes, der Erfassung und Organisation der Informationen, muß das Design- und Planungsteam interdisziplinär sein, d.h. ihm müssen Experten aus dem Bibliotheks- und Archivwesen sowie der Informationsverarbeitung angehören.

## *2. Strategische Planungs-Aspekte*

### *2.1 Primäre Aspekte*

Die Codierung der Bildinformation einerseits und die verwendeten technischen Komponenten zur Speicherung und Bearbeitung andererseits müssen derart sein, daß weder eine Abhängigkeit zu einem Hersteller besteht, noch die Verarbeitbarkeit in anderen Systemumgebungen sowie die Migration der Informationen auf neue Speichertechnologien gefährdet sind.

Industriestandards bei den Datenformaten und Datenträgern sind ein unbedingtes Muß. Im Projekt Luther Digital werden die Daten im TIFF (Tag Information File Format) auf optischen 3,5" Platten gespeichert. Wie im kommerziellen Bereich stellt dies sicher, daß die Daten jederzeit problemlos auf andere Datenträger überspielt werden können. Im Bereich der optischen Speichersysteme wird insbesondere die Verwendung des blauen Lasers sowie des Schichtenspeichers noch beachtliche Kapazitätswachstums bringen. Das gesamte Technologieumfeld wird einem rasanten Wandel unterworfen sein. Wie im kommerziellen Bereich müssen die verwendeten Hard- und Softwarekomponenten des Systems die Teilhabe an dieser Entwicklung sicherstellen. Sonderentwicklungen, die nicht diesen Kriterien entsprechen, müssen aus den genannten Gründen verbannt bleiben, auch wenn diese bei isolierter und kurzfristiger Betrachtung gut sein mögen.

### *2.2 Sekundäre Aspekte*

Während die primären Aspekten im wesentlichen die Beständigkeit der Informationen und deren Organisation zum Inhalt haben, behandeln die sekundären Aspekte die Leistungsfähigkeit des Systems und die Planung der Anwendungsgebiete. Hier sind jederzeit Nachbesserungen und Modifikationen möglich, da die Organisation und Qualität des erfaßten Bestandes davon unberührt bleiben.

Die Planung der Anwendungsgebiete ist wie die Planung der Datenorganisation Aufgabe eines interdisziplinären Teams. Die Akzeptanz der Anwendungen wird wesentlich durch die Qualität der Suchmethoden und der Präsentation der gesuchten Informationen bestimmt. Grundsätzlich lassen sich die Anwendungsgebiete in zwei Kategorien unterteilen, den wissenschaftlich orientierten Anwendungen einerseits und den allgemeinen od. populärwissenschaftlichen Anwendungsgebieten andererseits.

## *3. Auswahl der Themenbereiche*

Für den Projekterfolg müssen möglichst bald und kontinuierlich in kurzen Intervallen geschlossene Themenbereiche erschlossen werden. Man könnte bei der Erfassung mit dem ersten Buch des ersten Regals beginnen, sequentiell fortfahren und mit dem letzten Buch des letzten Regals enden. Bei dieser Vorgehensweise läge der Endtermin der Erschließung des Gesamtbestandes je nach Größe viele Jahre bis Jahrzehnte in der Zukunft. Daß diese Vorgehensweise nicht sinnvoll ist, scheint offensichtlich. Um möglichst schnell verwertbare Ergebnisse zu präsentieren, werden Themenbereiche definiert, die entweder von besonderem wissenschaftlichem oder öffentlichem Interesse sind. Von besonderem wissenschaftlichem Interesse sind z.B. Quellen, die aus konservatorischen Gründen bisher nicht zugänglich waren. Von öffentlichem Interesse, welches Wissenschaftlichkeit nicht ausschließt, sind z.B. Ereignisse wie das Luther-Jahr 1996, der internationale Luther-Kongress 1997 in Heidelberg oder die Weltversammlung des Lutherischen Weltbundes im gleichen Jahr in Hongkong. Wissenschaftliche Themen-Schwerpunkte werden u.a. in Abstimmung mit Hochschulen gesetzt, die sich reformationsgeschichtlicher oder theologischer Forschung widmen. So werden neue Quellen für die Wissenschaft erschlossen.

Die Definition von Teilzielen fördert darüber hinaus die erforderliche Motivation zur Zielerreichung innerhalb gesetzter Fristen.



#### 4. Zeitplanung

Hochauflösendes und buchschonendes Erfassen (Scannen) ist ein zeitaufwendiger Prozeß. Zielplanung und Zeitplanung stehen in einem engen Zusammenhang. Sind die Themenbereiche definiert, so sind Schwierigkeitsgrade und Mengenvolumen des zu scannenden Materials zu ermitteln. Um die zur Objektschonung unumgänglichen Scanner-Rüstzeiten zu minimieren, muß das zu scannende Material sorgfältig nach Gleichartigkeit der Formate und Schwierigkeitsgrade strukturiert werden. Neben der Buchwippe gibt es eine Reihe weiterer Hilfsmittel, den Scanvorgang möglichst objektschonend zu gestalten.

Legt man einen 8-Stunden Tage zugrunde, beträgt die Seitenleistung bei den bekannten Projekten je Scanner-Arbeitsplatz ca. 50-100 Seiten pro Tag. Dies variiert stark in Abhängigkeit vom Zustand des zu erfassenden Materials und der Gleichartigkeit desselben. Aus der Anzahl der eingesetzten Scanner und deren Leistungsprofil läßt sich der z.T. sehr erhebliche Zeitaufwand für die Erfassung ermitteln.

#### 5. Datenorganisation

Die erfaßten Objekte werden nach Themenbereichen auf optischen Datenträgern abgelegt. Die Beschreibung dieser Objekte (Indexierung) erfolgt in einer relationalen Datenbank (DB/2). Die Beschreibung der Objekte ist wie die Erfassung ein zeitaufwendiger Prozeß. Nach dem Scannen werden zunächst nur die Inventarnummer, der Buchtitel sowie die entsprechenden Seitennummern als Index- und Suchkriterium eingegeben. Dies ist nur ein erster Schritt, um den Zugriff überhaupt zu ermöglichen. Weitere Beschreibungen z.B. zum Inhalt eines Buches oder Dokumentes müssen jederzeit möglich sein. Jede zusätzliche Beschreibung erweitert die Möglichkeit komplexen Suchens in der Datenbank. So wird der Wert des Archivs schrittweise gesteigert.

#### 6. Technische Voraussetzungen

Hier soll nicht auf die Konfiguration des Gesamtsystems eingegangen werden. Wichtig ist, daß die verwendeten Systemkomponenten ausschließlich Standard-Einheiten sind. Wie schon erwähnt, ist dies eine wichtige Voraussetzung für den Bestand und die Dauerhaftigkeit des Projektes und der Informationssicherung.

Ohne hochauflösende und objektschonende Scanner und optische Platten-Archiv-Systeme als Datenspeicher ist ein Projekt dieser Art nicht möglich. Der Einsatz optischer Speichersysteme ist inzwischen in allen Branchen anzutreffen. Der Einsatz von Spezial-Scannern ist nichts besonderes, denn für viele Anwendungsbereiche verschiedenster Unternehmungstypen sind spezielle branchentypische Scanner verfügbar. Im Bibliotheks- und Archivbereich sind Geräte erforderlich, deren Schwerpunkt bei extrem hoher Auflösung und bei maximaler Objekt-Schonung liegen. Spezielle Erfassungsgeräte (Scanner) sind also keine Besonderheit sondern typisch in allen Branchen.

Für die digitale Bilderfassung kommen zwei Scanner-Typen zum Einsatz. Welches Gerät das geeignete ist, richtet sich nach der Beschaffenheit des zu scannenden Materials.

Zwei im Bürobereich vielfach erprobte Flachbettscanner können Formate bis zu DIN A3 in schwarzweiß oder Graustufen erfassen. Diese Scanner werden für lose Blätter ohne Farbinformationen genutzt. Für Gebundenes kann dieser Scanner nur eingesetzt werden, wenn die Öffnung des Buches um 180 Grad keine Verzerrungen beim Scannen verursacht und der Buchrücken durch diese Öffnung nicht beschädigt wird.

Ein Spezial-Scanner mit Zusatzeinrichtungen zur Buchschonung (z.B. Buchwippe) und Bildausleuchtung wird für alles andere genutzt. Dieser hochauflösende Scanner kann in Farbe und Graustufen erfassen. Das maximale Bildformat kann für reflektierendes Material (z.B. Papier) bis zu ca. 60x70 cm und für durchscheinendes Material (z.B. Farbdias) bis zu 25x25 cm betragen. Der an ein Reprogerät erinnernde Scanner mit seinen Hilfsinstrumenten und unterschiedlichen Objektiven hat anstelle eines Films einen Chip, der die durch das Objektiv erfaßten Lichtwellen in digitale Bildinformationen umsetzt.

Eine weitere wesentliche technische Komponente ist das optische Plattenarchiv-System IBM 3995 (nicht zu verwechseln mit einer CD-ROM). Ohne die immense Speicherkapazität dieses Systems wären die großen Informationsmengen, die hochauflösendes Scannen generiert, nicht wirtschaftlich speicherbar. Dennoch stellt die gegenwärtige Kapazität von 1,3 GB je Scheibe einen Engpaß dar. Neue Entwicklungen wie z.B. kürzere Laser-Licht-Wellen und Schichtenspeicher werden in der Zukunft diesen Engpaß beseitigen. Wir rechnen mit wesentlichen Kapazitätssteigerungen des Speichervolumens der optischen Platten alle zwei bis drei Jahre.



## 7. Präsentations-Planung

Der Zugriff bzw. die Präsentation zu den erfaßten Informationen muß dem Interesse und den Fähigkeiten des Informations Suchenden Rechnung tragen. Die Bandbreite schwankt zwischen wissenschaftlichem und nur allgemeinem Interesse. Die Popularität des Projektes Luther Digital wird in starkem Maße von der wissenschaftlich orientierten Öffentlichkeit geprägt. Diese bestimmt wesentlich die Priorität der Themenbereiche und die Art der Präsentation. Wir stehen erst am Beginn dieser interdisziplinären Diskussion, da die primären Planungsaspekte bisher den Vorrang hatten und für den Start des Projektes wesentlich waren.

Art und Umfang der Präsentation hängen auch von den Zugriffswegen und den Datenmengen ab. Zu unterscheiden sind:

- Direkter Zugriff über Kommunikationsschnittstellen (z.B. INTERNET).
- Zugriff zu speziellen geschlossenen Themenbereichen über CD-ROM.
- Zugriff über bestehende Bibliotheks-Informations-Systeme. Schnittstellen-Programme sind erforderlich, um diesen Zugriff zu realisieren. Die Lutherhalle Wittenberg verwendet Allegro/C als Bibliotheks-Verwaltungs-Programm. Über dieses Programm werden wir den Zugriff auf die entsprechenden digitalen Abbildern ermöglichen.
- Lokaler Zugriff über Datenstationen in der Lutherhalle.

Immer, wenn die digitalen Abbilder die Lutherhalle verlassen, wird den entsprechenden Seiten ein Wasserzeichen hinzugefügt. Dies dient dem Copyright-Schutz und Nachweis der Herkunft. Den rechtlichen Aspekten (rights management) einer digitalen Bibliothek wird bei der Fortschreibung dieses Beitrages ein besonderer Abschnitt gewidmet werden.

## C: Zusammenfassung

Der Leser, der ein Kochbuch zur Planung und zum Einsatz digitaler Bibliotheken erwartet hat, mag enttäuscht sein, denn dieser Beitrag behandelt im wesentlichen nur unsere Planungsüberlegungen. Konkrete Planungs- und Anwendungserfahrungen werden zu gegebener Zeit dokumentiert und veröffentlicht werden. Obgleich wir mit den bereits laufenden Projekten in engem Kontakt stehen, betreten wir mit dem Thema Digitale Bibliotheken Neuland. In regelmäßigen Fachveranstaltungen planen wir über Fortschritt und Erfahrungen zu berichten.

Die Projektdauer bezüglich der Archivierung läßt sich aufgrund des Mengenvolumens nur mit großen Unsicherheiten berechnen. Die Erschließung neuer Anwendungsgebiete wie z.B. elektronische Restaurierung und Bildmanipulation, Schrifterkennung (ICR) oder Suchen nach Bildinhalten werden neue Berufsbilder schaffen. Das technologische Umfeld und die daraus ableitbaren Möglichkeiten werden einem rasanten Wechsel unterworfen sein. Das Thema ‚Digitale Bibliothek‘ und die sich eröffnenden Möglichkeiten werden der Lutherhalle Wittenberg und anderen Institutionen, die diesem Pilotprojekt folgen, eine dauernde Aufgabe bleiben.



## **RealTimeImage- der erste digitale Bildkatalog im Internet**

**Wilhelm Halling**

Geschäftsführer

**dimedis GmbH**

Kaiser-Wilhelm-Ring 20

50672 Köln

Tel.: 0221-91261728, Fax: 0221-91261732

### **Mit RealTimeImage Bilder-Shopping online**

Mit *RealTimeImage* stellt die dimedis GmbH den ersten datenbankbasierten digitalen Bildkatalog im Internet vor: *RealTimeImage* ermöglicht es dem Benutzer nicht nur in derzeit annähernd 10.000 Fotos bekannter Bildagenturen zu recherchieren, sondern die ausgewählten Fotos in Layoutqualität (72 dpi) direkt auf den eigenen Computer zu laden und auf dem Bildschirm zu bearbeiten. Als erste Bildagenturen kooperieren bereits die Düsseldorfer Agentur ZEFA, Central Order und Asian Focus mit dimedis.

### **SEARCH - FIND - LOAD**

Im WorldWideWeb unter der Adresse <http://www.RealTimeImage.de> können Bildverwender wie z.B. Werbeagenturen, TV-Sender, Magazine oder Verlage aus einem immer aktuellen und ständig wachsenden Bildangebot online Fotos auswählen. Bis Ende 1996 stehen dem Anwender in *RealTimeImage* allein aus den Archiven von ZEFA über 10.000 professionelle Motive zur Verfügung. Und das rund um die Uhr an sieben Tagen in der Woche.

Intelligente Suchfunktionen unterstützen den Benutzer bei der Auswahl im digitalen Bildkatalog. Einzigartig ist die Suchfunktion nach dem Ähnlichkeitsprinzip: anhand eines ausgewählten Bildes kann, ohne die Angabe von Schlagwörtern, im Bildkatalog nach ähnlichen Motiven, Farbkompositionen oder Textur-Parametern recherchiert werden.

### **Layoutdaten direkt auf den eigenen Computer**

Die zeit- und kostensparenden Vorteile von *RealTimeImage* liegen auf der Hand: Zeitaufwendiges Blättern in Bildkatalogen entfällt ebenso wie der Versand von Dias oder Fotos per Post. Von der Website können sich die Anwender innerhalb weniger Minuten die gewünschten Fotos in Layout-Qualität herunterladen und weiterbearbeiten.

Mit 35 Mark pro Download-Bild reduziert *RealTimeImage* im Vergleich zu traditionellen Auswahlsendungen erheblich die Kosten.

Für Bildagenturen, die ihr Fotomaterial ganz oder teilweise in den *RealTimeImage*-Katalog aufnehmen lassen möchten, bietet dimedis ein kostengünstiges Fullservice-Paket an: dimedis digitalisiert die angelieferten Bilder und sorgt für die Verknüpfung mit der *RealTimeImage*-Datenbank.

### **Per ISDN ins Internet**

Potentielle Kunden sollten als Systemvoraussetzung einen Rechner mit ISDN-Karte mitbringen und über eine IP-Adresse und einen Zugangspunkt zum Datenaustausch (POP) verfügen; also die üblichen Zugangsbedingungen fürs Internet.



Um einem Mißbrauch der Bilddaten vorzugreifen, müssen sich potentielle Anwender von *RealTimeImage* über die Website bei dimedis anmelden und erhalten nach einer kurzen Bearbeitungszeit ein Paßwort, mit dem man die digitale Bilderwelt erschließen kann.

### **dimedis liefert die Technik**

Der schnelle und kostengünstige Online-Vertrieb von Bilddaten über *RealTimeImage* ist ein Projekt der dimedis GmbH. dimedis stellt auf Grundlage der „MediaDistributionEngine“ eine Online-Vertriebsform zur Verfügung, die eine schnellere Kommunikation im Business-to-Business Bereich ermöglicht. Digitale Informationen können so per Knopfdruck direkt auf den Computer geladen werden.

### **dimedis GmbH**

#### **Mit Online-Vertrieb in die Zukunft**

*dimedis* steht für **digitale Mediendistribution**.

Die im April 1996 gegründete GmbH mit Firmensitz in Köln ist ein Systemdienstleister für multimediales Informationsmanagement.

*dimedis* berät und unterstützt Unternehmen im Medien- und Industriebereich bei der Entwicklung neuer Konzepte und innovativer Lösungen für die interne und externe Datenverwaltung und -distribution.

Als leistungsfähiges Trägermedium dienen Online-Netzwerke - eine schnellere Kommunikation von Unternehmen wird ermöglicht und der effektivere Austausch geschäftsrelevanter Daten garantiert.

*dimedis* entwickelt individuelle Konzepte für den intelligenten Umgang mit der täglich wachsenden Flut an Informationen. Immer mehr Text-, Bild-, Audio-, und Videodaten werden produziert und sollen von möglichst vielen Medienträgern (Print, Audio, TV, Video, Online / Offline) weiter verwendet werden können.

Dieser Gedanke des "Create Once-Deploy Many" stellt neue Anforderungen an die effektive Archivierung, Verwaltung und Distribution großer Datenmengen unterschiedlichster Art.

*dimedis* entwickelt die *MediaDistributionEngine*, eine Datenbank, die in der Lage ist, neben Texten und Zahlen auch Multimediadaten, wie Video-, Bild- und Audiodatenformate zu erkennen und diese mediengerecht zu verwalten, zu archivieren und zu distribuieren.

### **Die MediaDistributionEngine**

Mit der Entwicklung der *MediaDistributionEngine* eröffnet dimedis völlig neue Möglichkeiten des Datenmanagements:

- Eine zentrale Datenbank zur Erstellung, Archivierung und Distribution von großen Datenmengen, insbesondere Mediendaten wie Audio-, Video- und Bildmaterial sowie 2D- und 3D-Objekte.
- Spezielle Verfahren zum Auffinden der gesuchten Mediendaten, wie z.B. Ähnlichkeitsabgleich von Bildinformationen. Die Suche in einer gewaltigen Datenmenge wird einfacher und zielgerichteter. Die gewünschte Information wird schneller gefunden.
- Einfache, schnelle und damit effiziente Form der Distribution von Mediendaten an unterschiedliche Medienträger durch Verwendung von Internet- / Intranettechnologie als Trägermedium. Der Zugriff auf die *MediaDistributionEngine* ist für alle unterschiedlichen Medienträger ständig und zeitgleich möglich.



Im Vergleich zu bestehenden Datenbanken bietet die *MediaDistributionEngine* für die Distribution digitaler Informationen erhebliche technische und benutzerfreundliche Vorteile:

	<b>Media-Distribution-Engine</b>	<b>Herkömmliche Lösungen</b>
<b>Hardware-unabhängig</b>	Ja	Nein
<b>Überregionale, weltweite Distribution</b>	Ja	Nein
<b>Einheitliche Benutzeroberfläche</b>	Ja	Bedingt
<b>Verwaltung verschiedenartiger, multimedialer Inhalte</b>	Ja	Bedingt
<b>Neuartige Methoden zur Informationswiedergewinnung</b>	Ja	Bedingt

## Projekte

*dimedis* setzt die *MediaDistributionEngine* in verschiedenen Projekten erfolgreich ein:

- **RealTimeImage -**

ein digitaler Bildkatalog für die einfache Recherche und den direkten Bezug von Bildmaterial zu Layoutzwecken. Diese Dienstleistung wird von Werbeagenturen, Verlagen, TV-Anstalten und Magazinen genutzt, die über *RealTimeImage* einen schnelleren Zugriff auf ein stetig wachsendes Archiv von Bildern aller Art haben.

- **Datenbankgestützte Informationssysteme**

Das von *dimedis* entwickelte Konzept eines datenbankbasierten Informationssystems stützt sich auf die Technologie der *MediaDistributionEngine*.

Beispiel Messeinformationssystem:

Jede Messe bietet seinen Besuchern und Ausstellern als Service-Leistung ein Informationssystem. Für jede Veranstaltung wird ein Katalog erstellt, der Aussteller, Themenbereiche, Informationen über die jeweilige Messestadt (Kultur, Hotels usw.) beinhaltet. Diese Informationen werden für den Druck aufbereitet, oftmals für BTX-Dienste umgearbeitet und dann nochmals für die Informationssysteme der jeweiligen Veranstaltungen erstellt.

Mit Hilfe der *MediaDistributionEngine* können auch hier Informationserstellung und die Verteilung dieser Informationen auf unterschiedliche Trägermedien im Sinne des „Create Once - Deploy Many“-Gedankens deutlich effizienter gestaltet werden. Eine einmal aufbereitete Information kann mehrfach genutzt werden und steht über das WorldWideWeb allen Interessenten zur Verfügung. Die standardisierte Bedieneroberfläche des WorldWideWeb trägt zur Benutzerfreundlichkeit des Systems bei.



Die wesentlichen Vorteile des datenbankgestützten Messeinformationssystems:

- Der Besucher kann bereits vor Veranstaltungsbeginn an seinem Rechner einen virtuellen Rundgang durch das Messegelände machen.
- Während der Veranstaltung auftretende Änderungen können innerhalb kürzester Zeit weltweit über das Internet verbreitet werden.
- Das System kann so erweitert werden, daß sich Aussteller und Interessenten bereits langfristig Plätze für kommende Veranstaltungen sichern können.
- Das gesamte System wird mit Standardsoftware erstellt. Kosten und Investitionen sind damit gut kalkulierbar. Der Investitionsschutz ist ungleich höher im Vergleich zu Informationssystemen, die auf einer individuellen Programmierung basieren.
- Der Besucher kann auch nach Ende der Veranstaltung für einen längeren Zeitraum Informationen erhalten.
- Durch die sehr guten Zugriffsnachweise von Webservern läßt sich interessantes statistisches Material während der Veranstaltung sammeln.

#### • **Konzeptionierung einer Online-Datenbanklösung**

für die effiziente Archivierung, Verwaltung und die Distribution digitaler Inhalte von Audio-, TV- und Videoproduktionen.



# Rechnergestützte Präklassifizierung von Portraitminiaturen

Robert Sablatnig und Ernestine Zolda

Technische Universität Wien, Institut für Automation,  
Abteilung für Mustererkennung und Bildverarbeitung,  
Treitlstr. 3/183-2, A-1040 Wien AUSTRIA,  
Fax: +43 (1) 505 4668, e-mail: sab@prip.tuwien.ac.at  
www: <http://www.prip.tuwien.ac.at>

**Zusammenfassung:** Computer halten vermehrt Einzug in traditionelle Wissenschaftsbereiche wie zum Beispiel Archäologie und Kunstgeschichte, da immer mehr Wissenschaftler den Nutzen dieses modernen Werkzeuges zu schätzen wissen. Bildverarbeitung und Mustererkennung kann in den angesprochenen Bereichen wertvolle Hilfe bieten, da sich vor allem Mustererkennung mit Klassifizierung von (Bild)inhalten beschäftigt und Klassifizierung von Objekten auch ein wesentlicher Bestandteil der wissenschaftlichen Arbeit im Bereich Archäologie und Kunstgeschichte darstellt. Im Rahmen dieser Arbeit wird ein Teilproblem, das sich beim Entwurf eines rechnergestützten Präklassifizierungssystems für gemalte Bilder (im Speziellen Portraitminiaturen) stellt, behandelt. Pinselstriche sollen als Basis für eine weiterführende Klassifikation aus digitalen Bildern extrahiert werden. Für die Pinselstrichdetektion wird zuerst ein Pinselstrichmodell entwickelt, das die Basis für die Konstruktion eines eigenen Pinselstrichdetektors bildet. Die extrahierten Pinselstriche werden einerseits einer Farbklassifikation und einer Malrichtungsbestimmung unterzogen, andererseits bilden die Parameter des Pinselstrichs die Grundlage für eine modellbasierte Klassifikation. Anhand von Beispielen wird die Methodik demonstriert und diskutiert sowie weitere Arbeitsziele kurz erläutert.

## 1 Einleitung

In vielen Bereichen der Kunst werden neue Techniken eingesetzt, um die Herkunft von Kunstwerken zu ermitteln, deren Alter und Erhaltungszustand zu bestimmen oder Fälschungen zu erkennen. Bei der Diagnose von Gemälden und anderen Kunstwerken kommen dabei radiologische Methoden (Röntgendiagnostik, digitale Radiographie, Computertomographie, etc.) sowie Farbanalysemethoden zum Einsatz. Diese Methoden gehen jedoch nicht auf die künstlerische Gestaltungsform den individuellen Stil - ein.

Zur objektiven Bewertung von Portraitminiaturen und Zeichnungen wird zur Zeit ein Aufnahme- und Erkennungssystem entwickelt, das diese Kunstwerke rechnergestützt erfasst und eine Grundlage zur automatisierten Klassifikation bildet. Unter einer Portraitminiatur versteht man ein kleinformatiges Bild (ca. 8 cm x 6 cm) einer Person, das im übertragenen Sinn den Charakter eines Fotos hat. Im 17. Jahrhundert wurden die Miniaturen vorwiegend in Emailtechnik gearbeitet, im 18. Jahrhundert bürgerte sich hingegen die Verwendung von Elfenbein als Malgrund ein. In Detailaufnahmen der Portraitminiaturen (z.B. bei Konzentration auf die Gesichtspartien) reduzieren sich die Darstellungen auf eine rhythmisch Struktur von **Punkten** und **Linien**, die bei Werken eines bestimmten Künstlers wiederkehrende Muster ergeben. Abbildung 1 zeigt einen Ausschnitt einer Portraitminiatur, wobei der für die Auswertung relevante Bildinhalt (Gesicht) zu sehen ist (M.M. Daffinger [9]).

Bei einem Vergleich der zur Verfügung stehenden 586 Portraitminiaturen (derzeitiger Aufbewahrungsort Präsidentschaftskanzlei in der Wiener Hofburg), können Werksgruppen klassifiziert werden, die bestimmten Künstlern zugeordnet werden können. Diese Sammlung wurde nur 1905 (in der größten jemals in Österreich gezeigten Ausstellung über Portraitminiaturen mit 2814 Objekten) in ihrer Gesamtheit öffentlich gezeigt. Damals wurden die Miniaturen nach ihrem Darstellungsinhalt (Identifikation der Personen) aufgearbeitet, jedoch nicht genauer kunsthistorisch erfasst. Heute sind die Miniaturen nur unter administrativ schwierigen Bedingungen zugänglich und es sind nur s/w Fotos aus den 20er Jahren unseres Jahrhunderts erhalten. Ziel des Projektes ist die Entwicklung einer allgemeinen Methodik, die es erlaubt den Anwendungsbereich über den Prototyp der Portraitminiaturen hinaus auch auf den Bereich der Zeichnung übertragen zu können, da man hier vor allem aufgrund der fehlenden Signaturen auf Zuschreibungen angewiesen ist.

\* Diese Arbeit wurde vom Fonds zur Förderung wissenschaftlicher Forschung unter der Projektnummer P09566-PHY, sowie von der Fa. Digital Equipment Austria unterstützt



Aus dieser Motivation heraus wird versucht, dem Kunsthistoriker zusätzliche Informationen zur Verfügung zu stellen, indem Methoden entwickelt werden, mit denen die Farb- und Strukturinformationen von Pinselstrichen und -tupfern in Portraitminiaturen quantitativ erfaßt und ausgewertet werden können. Dabei wurde ein Computerprogramm erstellt, das alle Berechnungsschritte integriert und dem Kunsthistoriker als Werkzeug dient. Die berechneten Ergebnisse dienen dem Kunsthistoriker als Entscheidungshilfe für seine Klassifikation. Für sein Urteil stehen ihm damit nicht nur visuelle Eindrücke sondern auch quantitative Vergleichsmöglichkeiten zur Verfügung [19].

In dieser Arbeit wird eine Methode zur Extraktion und der strukturellen Beschreibung von Pinselstrichen auf Grund der kunsthistorischen Aufgabenstellung vorgestellt. Zuerst wird eine kurze Übersicht über die Modellbildung für die Pinselstrichextraktion gegeben (Abschnitt 2.1). Dieses Pinselstrichmodell bildet die Basis für die Konstruktion eines Operators, der Pinselstriche aus dem Intensitätsbild extrahiert, die anschließend einer Malrichtungs- (Abschnitt 2.2) und Farbklassifikation unterworfen werden. Eine Evaluation der Ergebnisse bilden den Abschluß der Arbeit.

## 2 Kunsthistorische Aufgabenstellung

Obwohl es unbestritten ist, daß ein Künstler Werke unterschiedlicher Qualität herstellt, und diese vom Kunsthistoriker in einer gesamtheitlichen Sicht wahrgenommen werden kann, so bleibt die Frage bestehen, ob es nachvollziehbare Konstanten für das Erkennen einer individuellen künstlerischen Leistung gibt und wie sie beschaffen sind. Anhand der Portraitminiaturen, die Aquarellmalereien sind und mit Punkten und Strichen gemalt wurden, kann man eine mechanische Handhabung erkennen. Der Künstler trägt für die Hervorbringung seiner Darstellung Linien und/oder Punkte in verschiedenen Farben auf. Da das Bild ein sehr kleines Format aufweist und das Gesicht durch eine Vielzahl von Strichen gestaltet ist, können diese Striche nicht in einem durchgehend bewußten Vorgang aufgetragen worden sein. Hier treten unbewußte Gestaltungsweisen bzw. internalisierte Schemata auf. In diesem "Schema" wird auch die persönliche Handschrift sichtbar, die sowohl bei einem qualitativ hochwertigen als auch bei einem durchschnittlich gelungenem Werk vorhanden ist. Die Erkennung dieser Konstanten bildet die Grundlage für die Erfassung der künstlerischen Individualität.

Das Problem der persönlichen Stilphysiognomie, wird in der kunsttheoretischen Literatur seit dem 16. Jahrhundert das Verhältnis der Striche zueinander als "Rhythmus" bezeichnet [8,12,13]. Dieser Rhythmus ist nicht nur die individuelle Handschrift eines Künstlers, die sich allein nach Krümmung oder Länge des Striches richtet, sondern auch das System von Linien und das Verhältnis der Linien zueinander. In der meßbaren Distanz zwischen den Linien, zeigt sich der Ausdruck künstlerischer Individualität. Die Linien und Punkte befinden sich über einem Grundschema, das die Form der Darstellung bestimmt. Bei der Portraitminiatur ist dies das Schema des Gesichtes, das aus verschiedenen Partien (ovale Grundform, Augen, Nase, Mund etc.) besteht. Auf dieser Grundform trägt der Künstler sein aus bestimmten Farben bestehendes Liniensystem auf, das sowohl seine eigene künstlerische Handschrift trägt, wie auch dem Dargestellten eine individuelle Physiognomie verleiht.

Für die stilistische Unterscheidung von Portraitminiaturen muß der Wissenschaftler aufgrund der Kleinheit des Formates mit Hilfe einer Lupe die Struktur des Linien- und Punktesystems erkennen. Dabei variieren die Linien in einer Länge von ca. 3 - 4mm und einer Breite von 0,1 bis ca. 0,05mm. Auch der Verlauf des Pinselauftrags (wo der Strich begonnen bzw. beendet wird) liefert einen wichtigen Aufschluß für die Unterscheidung von Künstlern.

Der kunsthistorische Forschungsstand reflektiert nicht nur die Literatur zu den erfassenden Objekten [3,5,7,9,10,24], sondern darüber hinausgehend auch eigene Forschungen über die ursprüngliche Anordnung und Aufbewahrung der Miniaturen. Basierend auf den ersten, nach historischen und genealogischen Beziehungen zusammengesetzten Gruppen, wurde nach stilistischen Übereinstimmungen in Detailaufnahmen - vor allem die Gesichtspartien - gesucht und in weiteren Gruppen, die ähnliche Merkmale aufwiesen, zusammengestellt. Die Unterscheidung basierte auf der Malweise,

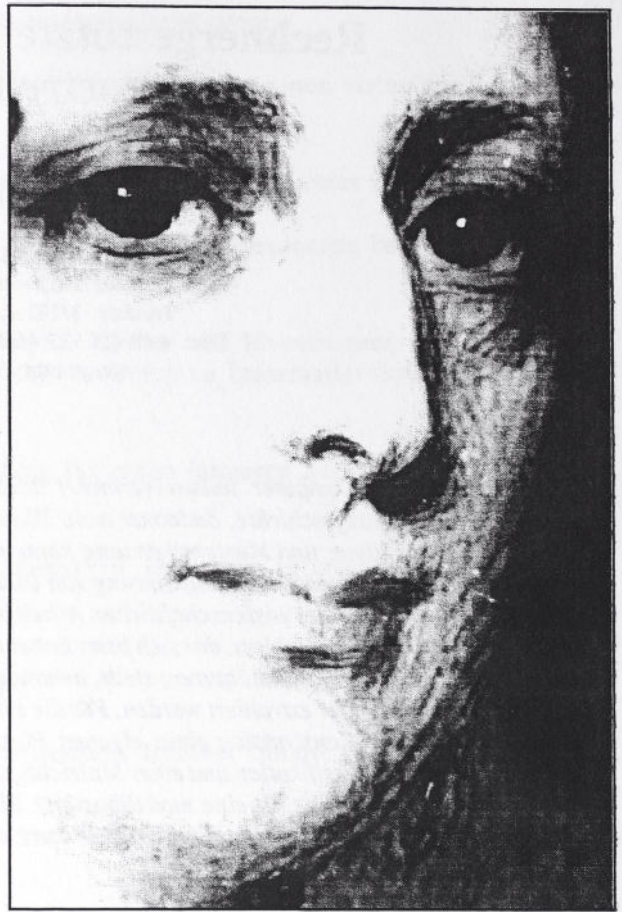


Abb. 1 Portraitminiatur: Gesichtsausschnitt aus Daffinger - Frauenbildnis



Punkt- oder Linienführung, Farbe und Verhältnis der Linien zueinander. In dieser abstrahierenden Vorgangsweise traten folgende Probleme auf:

1. die Schwierigkeit, sich bei einer Zunahme von Vergleichsbeispielen ähnlicher Objekte an Unterschiede zu erinnern, die eine objektive Klassifikation ermöglichen,
2. die Frage, wie viele Unterscheidungskriterien ein Kunstwerk enthalten muß, um es einem Künstler eindeutig abzusprechen und einem anderen zuzuordnen.

Die für die gesamte Portraitsammlung der 586 Miniaturen bisher durchgeführten Klassifikationen basierten auf den konkreten Gestaltungskriterien: **Punkt, Linie und Farbe**.

Je nach Verhältnis der Gestaltungsmittel zueinander, ergeben sich bestimmte Gruppen. So finden sich bei einigen Bildern mehr vertikale, parallele Linien, bei anderen schraffierte Linien oder Mischungen von Punkten und Linien und unterschiedliche Verwendung von Farben. Für den Klassifikationsversuch von ausgewählten Miniaturen durch den Computer mußten zunächst die Termini der traditionellen kunsthistorischen Klassifikation dem technischen Vokabular angepaßt werden: Analog der kunsthistorischen Gruppenbildung wurde für den Techniker eine Einteilung in seiner adäquaten Form vorgenommen.

### 3 Technische Aufgabenstellung

Dieser Abschnitt enthält eine Beschreibung der technischen Ergebnisse des Projekts, wobei das Hauptaugenmerk auf die Detektion von Pinselstrichen gelegt wird. Für diese Detektion wurde ein Pinselstrichmodell entwickelt, das die Basis für die Konstruktion eines eigenen Pinselstrichdetektors bildet. Die extrahierten Pinselstriche wurden einerseits einer Farbklassifikation und einer Malrichtungsbestimmung unterzogen, andererseits bilden die Parameter des Pinselstrichs die Grundlage für eine modellbasierte Klassifikation. Es wird der Bearbeitungsvorgang von der Aufnahme bis zur strukturellen Beschreibung von Pinselstrichen vorgestellt.

Das Aufnahmesystem ist in der Lage den Ausschnitt hochauflösend und farbgetreu darzustellen. Dies wird durch eine Farb- CCD Kamera in Kombination mit einem speziellen Linsensystem erreicht. Die von der Kamera gelieferten Signale werden mit Hilfe einer Farb- Framegrabber- Einschubkarte digitalisiert und können anschließend weiterverarbeitet werden [19]. Um eine Farbklassifikation durchführen zu können ist eine Echtfarbrepräsentation (d.h. je 8 Bit pro Farbe Rot, Grün und Blau) erforderlich, da diese eine Unterscheidung von rund 16,8 Millionen verschiedenen Farben zuläßt. Das Hauptaugenmerk bei der Klassifikation der Miniaturen wird jedoch auf die Beurteilung der Liniensysteme gelegt. Dazu wird das von der Kamera gelieferte Ausgangsbild einer Weiterverarbeitung unterzogen, die sich im Wesentlichen aus folgenden Verarbeitungsschritten zusammensetzt: Aufnahme, Farbraumtransformation, Strichdetektion, Farbanalyse und Strukturbestimmung. Im folgenden werden die drei Projektschwerpunkte der technischen Seite, Pinselstrichdetektion, Bestimmung der Malrichtung und Farbklassifikation näher erläutert.

#### 3.1 Pinselstrichdetektion

Für die Klassifikation der Miniaturen ist es notwendig, die einzelnen Pinselstriche zu segmentieren, d.h. Pinselstriche müssen vom umgebenden Hintergrund getrennt werden. Dabei unterscheiden sich die betrachteten Regionen im Bild durch ihre Helligkeit und Farbe. Nachdem wir spezielles Augenmerk auf die in der Gesichtspartie von Portraitminiaturen vorkommenden Pinselstriche legen, ist der Farbunterschied nicht relevant, das wichtigste Unterscheidungsmerkmal ist die Helligkeit [16]. Nach Versuchen mit Standardkantendetektoren [1,4,17] wurde erkannt, daß eine sinnvolle und repräsentative Strichdetektion nur mit Hilfe eines Strichmodells durchgeführt werden kann. In Abbildung 2 ist dieses Modell und die Parameter, die das Modell beschreiben, dargestellt, wobei  $b$  die Breite des Pinselstrichs,  $3b$  die Breite des Operatorfensters,  $H_p$  die Helligkeit des Pinselstrichs,  $H_H$  die Helligkeit des Hintergrunds und  $\alpha$  die lokale Orientierung des Pinselstrichs bezeichnen.

Bei der Entwicklung eines lokalen Operators zur Pinselstrichdetektion werden folgende Merkmale eines Pinselstriches verwendet:

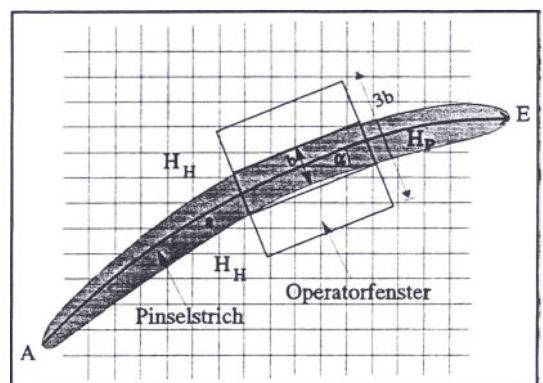


Abb. 2 Pinselstrichmodell



- Lokalität der Erkennung
- Größe des Operatorfensters, das der 3-fachen Breite eines Pinselstriches entspricht
- Die Region Pinselstrich ist im Mittel dunkler als der Hintergrund der Pinselstrichregion
- Pinselstriche sollen in verschiedenen Orientierungen detektierbar sein

Ein lokaler Liniendetektor, der Linien in verschiedenen Orientierungen detektieren kann, erfüllt die durch das Strichmodell gegebenen Bedingungen [18]. Anhand eines Nasenausschnittes (Abb. 3a) wird das Ergebnis, das mit dem entwickelten Operator [11] erzielt wurde (Abb. 3c), mit dem händisch segmentierten Pinselstrichen für diesen Bereich verglichen (Abb. 3b).

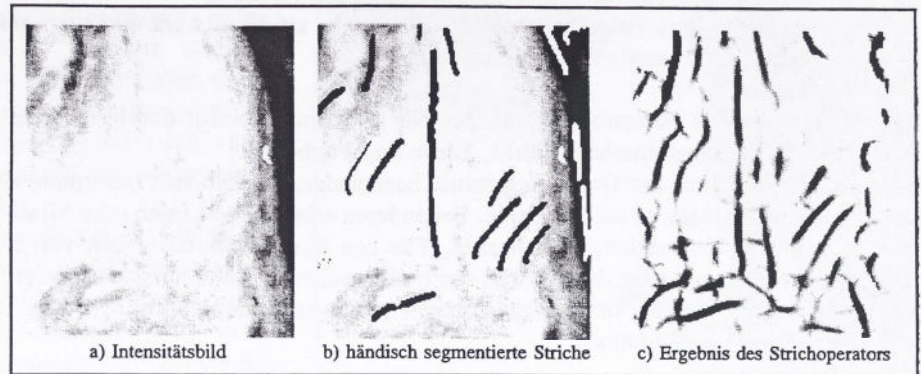


Abb. 3 Ergebnisse der Anwendung des Strichoperators

Eine Verifikation der erzielten Ergebnisse erfolgte durch visuellen Vergleich von händisch segmentierten Strichen und der vom Operator detektierten Striche. Es wurde untersucht, zu wieviel Prozent die vom Kunsthistoriker gesehenen Striche detektiert werden. Regionen im Strichbild, die vom Operator detektiert, jedoch vom Kunsthistoriker nicht als Pinselstriche erkannt wurden, sind quantitativ nicht erfasst. Die Auswertung der beiden Bilder brachte folgendes Ergebnis: Von den händisch segmentierten Pinselstrichen wurden ca. 50 Prozent vom Operator detektiert. Weitere 20 Prozent wurden bei beiden Bildern teilweise detektiert, 30 Prozent wurden vom Operator nicht detektiert. Dieses Resultat ist nicht optimal, kann jedoch als Grundlage für die weiteren Schritte herangezogen werden [20].

### 3.2 Bestimmung der Malrichtung von Pinselstrichen

Neben der Strukturinformation, welche aus der räumliche Anordnung der Pinselstriche in einer Portraitminiatur ermittelt werden kann, können durch Farbanalyse der Pinselstriche weitere Eigenschaften eines Pinselstriches bestimmt werden: Die Malrichtung eines Pinselstriches und der Farbwert eines Pinselstriches. Dadurch sollen neben Länge, Breite, Lage und Krümmung zwei zusätzliche Attribute für Pinselstriche zur Verfügung stellen, die bei der Strukturbestimmung hinweisgebend sind [6].

Durch Analyse der Helligkeits- und Sättigungsinformation des Pinselstriches ist es möglich, den Aufsetz- und Absetzpunkt des Pinsels zu bestimmen und dadurch auch die Malrichtung des Pinselstriches. Dabei erfolgt die Bestimmung des dunkleren und gesättigteren Endes eines Pinselstriches, welches den Absetzpunkt markiert. Als Ausgangsmaterial wurden Pinselstriche herangezogen, die von einer Restaurateurin für Portraitminiaturen auf einem Elfenbeinplättchen gemalt wurden und bei denen die Malrichtung bekannt ist. Die Restaurateurin malte mit einem nassen und einem trockenem Pinsel, jeweils ca. 40 Striche. Für die Analyse des Farbverlaufs weisen diese "isolierten" Pinselstriche gegenüber Pinselstrichen aus Portraitminiaturen folgende Vorteile auf: es wurde nicht über bereits bestehende Farbschichten gemalt; die Pinselstriche kreuzen sich nicht (keine farbliche Überdeckung) und die Malrichtung der Pinselstriche steht eindeutig fest.

Bei naß gemalten Pinselstrichen entsteht beim Absetzen des Pinsels ein kleiner Wassertropfen am Ende des Striches. Dieser zieht aufgrund der Kohäsion Farbpartikel an. Aus diesem Grund ist die Farbsättigung am Absetzpunkt eines nassen Pinselstriches höher als am Ansetzpunkt. Gleichzeitig nimmt die Helligkeit eines Pinselstriches in Richtung des Absetzpunktes ab. Um den Aufsetz- und Absetzpunkt des Pinsel bei einem Strich bestimmen zu können, wurden die Profile des Pinselstriches in Längsrichtung in 2 Teile unterteilt und das flächenmäßige Verhältnis der beiden Teile im Helligkeits- und im Sättigungsprofil bestimmt. Abbildung 4 zeigt exemplarisch die berechneten Malrichtungen der Pinselstriche. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden nur die Mittelachsen der Pinselstriche eingezeichnet, die Malrichtung wird durch die Pfeilspitze gekennzeichnet.

In einem Experiment wurde überprüft, inwieweit die tatsächliche Malrichtung eines Pinselstriches mit der berechneten übereinstimmt. Der Versuch brachte das Ergebnis, daß die Malrichtung von Pinselstrichen in Portraitminiaturen mit einer Sicherheit von 85% bestimmt werden kann. Die Versuchsteilnehmer konnten der Hälfte aller Pinselstriche eine Richtung zuordnen, während die Trefferquote der vorgestellten Methode bei rund 3/4 aller Striche liegt.



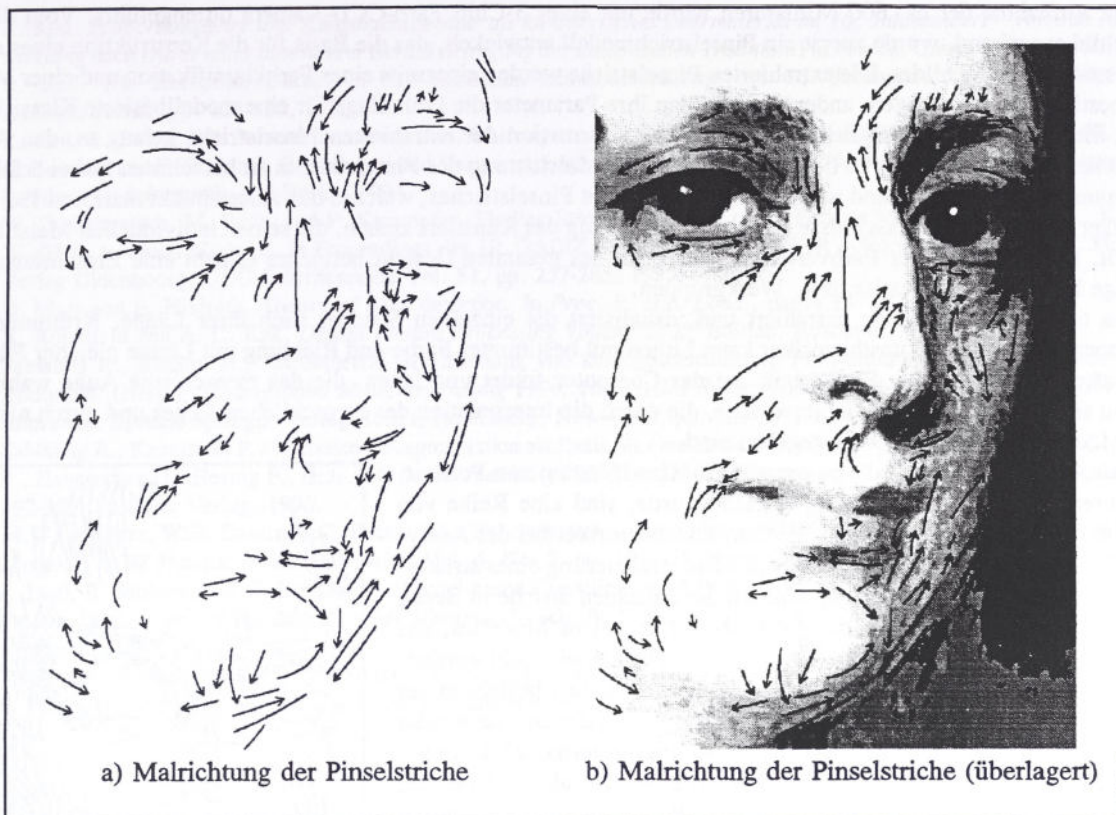


Abb. 4 Berechnete Malrichtung der Pinselstriche

### 3.3 Farbvergleich von Pinselstrichen in verschiedenen Portraitminiaturen

Pinselstriche in digitalisierten Bildern bestehen aus einzelnen Bildpunkten im RGB Format. Jeder einzelne Bildpunkt besitzt daher einen Farbwert, der aus einer Grundgesamtheit von über 16 Millionen Werten stammt und der seinen Anteil zum gesamten Erscheinungsbild des Pinselstriches beiträgt [15]. Da die farbliche Beschreibung von Pinselstrichen mit einer derart großen Anzahl von möglichen Farbwerten unübersichtlich wäre, ist eine Reduktion der Farben auf wenige, konkrete Farbwerte notwendig. Unter Verwendung des "Color Naming System" (CNS) [2] wird dabei eine intuitiv anwendbare Beschreibungsform verwendet, mit der sich insgesamt 487 Farbwerte unterscheiden lassen [22]. Ausschlaggebend für die Verwendung dieses Systems ist die begriffliche Übereinstimmung der Farbtermini des CNS mit der natürlichsprachigen Beschreibungsweise des Kunsthistorikers. Alle 487 Farbwerte des CNS wurden in den CIELAB-Farbraum [21] transformiert und dienen dort als Referenzpunkte. Der Farbwert eines Pinselstriches wird ebenfalls nach CIELAB transformiert. Von dem daraus resultierenden Farbwert wird mittels einer Farbabstandsformel der Abstand zu jeder CNS-Referenzfarbe berechnet. Die Zuordnung erfolgt zu jener Referenzfarbe, zu der dieser Abstand minimal ist.

Anhand von 7 vom Kunsthistoriker ausgewählten Portraitminiaturen erfolgte ein Vergleich der Farbgebung von Pinselstrichen und -tupfern durch Berechnung der Korrelation der Verteilung aller Farbwerte bezüglich der 24 Bunttonklassen des CNS. Ausgangsbasis für die Auswertung bilden die 24 Bunttonklassen des CNS. Bei den Farbverteilungen zeigen sich die Unterschiede zwischen den einzelnen Miniaturen, z.B. bezüglich der bevorzugten Verwendung von bestimmten Farbtönen (Rot, Braun, Gelblich-Braun, etc.) sodaß eine Zuschreibung der Portraits zum Künstler bei diesen 7 Portraits durchgeführt werden konnte.

## 4 Zusammenfassung der erzielten Ergebnisse

Im Zuge des laufenden Projektes arbeitete die Kunstgeschichte die 586 Portraitminiaturen der Präsidentschaftskanzlei nach der konventionellen Methode auf: Eine erste genealogisch-historische Ordnung wurde anhand äußerer Merkmale überprüft und mit Abbildungen aus dem Portraitarchiv der Nationalbibliothek abgestimmt. Anschließend erfolgte eine traditionelle kunsthistorische Stilanalyse, bei der parallel dazu der Frage nach den ausführenden Künstlern nachgegangen wurde [14].



Die Aufnahme der ca. 600 Miniaturen wurde mit einer 3-Chip Farb-CCD-Kamera durchgeführt. Vom digitalen Rasterbild ausgehend, wurde zuerst ein Pinselstrichmodell entwickelt, das die Basis für die Konstruktion eines eigenen Pinselstrichdetektors bildet. Die extrahierten Pinselstriche werden einerseits einer Farbklassifikation und einer Malrichtungsbestimmung unterzogen, andererseits bilden ihre Parameter die Grundlage für eine modellbasierte Klassifikation. Durch die Analyse der Helligkeits- und Sättigungsinformation der extrahierten Pinselstriche gelang es, den Aufsetz- und Absetzpunkt des Pinsels zu bestimmen und so die Malrichtung des Pinselstriches zu berechnen. Dabei erfolgte die Bestimmung des dunkleren und gesättigteren Endes eines Pinselstriches, welches den Absetzpunkt markiert. Der Kunsthistoriker kann daraus Rückschlüsse auf die Pinselführung des Künstlers ziehen, die seinen individuellen Malstil widerspiegelt. Ein Vergleich der Farbverteilung innerhalb des gesamten Gesichtsbereiches erlaubt eine Einschränkung der in Frage kommenden Künstler bzw. Werkgruppen.

Das technische Werkzeug extrahiert und visualisiert die einzelnen Striche, nach ihrer Länge, Krümmung oder Farbzuordnung und der Kunsthistoriker kann Linien mit bestimmter Farbe und Richtung mit Linien gleicher Farbe etc. vergleichen. Zwischen den Strukturen, die der Computer findet und jenen, die das menschliche Auge wahrnimmt, ergeben sich derzeit aber noch Unterschiede, die durch die Interpolation des menschlichen Auges und durch nicht optimale Modelle für den Computer gegeben sind.

Obwohl das Projektziel, die automatisierte Klassifikation von Portraitminiaturen, noch nicht vollständig erreicht wurde, sind eine Reihe von Computerprogrammen entstanden, die dem Kunsthistoriker bei der Analyse der Bilder als Werkzeug eine Hilfe sind. Die Realisierung einer strukturellen Analyse der Lage und Eigenschaften der einzelnen Striche in Bezug auf eine Klassifikation soll durch die Einbeziehung eines Modelles, das den Entstehungsvorgang von Portraits miteinbezieht, verwirklicht werden. Eine Möglichkeit den Entstehungsprozeß miteinzubeziehen besteht in der Analyse der Variation der Pinselstrichführung, die der Künstler verwendet hat um Plastizität zu erreichen. Ähnlich einem Drahtgittermodell, kann der Künstler seine Striche nur in bestimmte Orientierungen malen, will er den räumlichen Eindruck aufrecht erhalten. Diese Beschränkung geht soweit, daß in Gesichtspartien, die besonders plastisch erscheinen sollen, die Malrichtung auf 2 Orientierungen beschränkt ist. Abb. 5 zeigt die vorherrschenden Malrichtungen in einem (handskizzierten) Modell eines Portraits. Deutlich zu erkennen sind die Malrichtungen in den Wangenpartien.

Das Wissen über die möglichen Malrichtungen pro Gesichtspartie ermöglicht einerseits eine Beschränkung der Operatoranwendung auf diese beiden Richtungen, andererseits wird das Zusammenfügen von Pinselstrichsegmenten wesentlich erleichtert wenn nur mehr 2 mögliche Verbindungsrichtungen betrachtet werden müssen. Weiters werden in diesem Modell kunstlerspezifische, strukturelle Informationen enthalten sein (Relationen zwischen Strichen), die es erlauben die Klassifikation modellbasiert durchführen zu können. Jedem Künstler werden in diesem Modell spezifische Relationen zugeordnet, treten Ähnlichkeiten auf, ist die Wahrscheinlichkeit des gemeinsamen Ursprungs von 2 verschiedenen Kunstwerken groß.

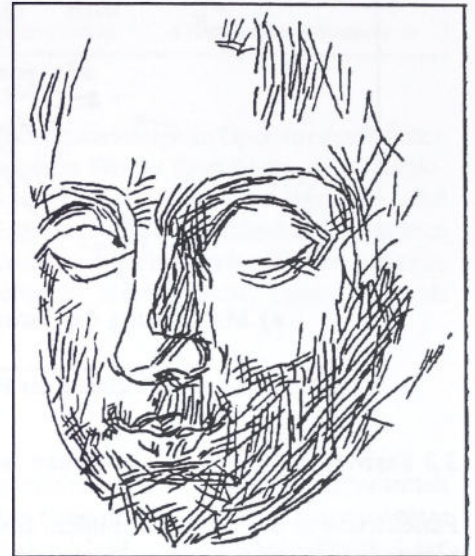


Abb. 5 Portraitmodell: In einzelnen Partien nur 2 Malrichtungen

## Literatur

- [1] I. Abdou and W. K. Pratt. Quantitative design and evaluation of enhancement/thresholding edge detectors. *Proc. of the IEEE*, 67(5):753-763, 1979.
- [2] T. Berk, L. Brownston, and A. Kaufman. A new color-naming system for graphics languages. *IEEE Computer*
- [3] J. Bourgoing, *Die Miniaturen von H. F. Füger und anderen Meistern*. Leipzig-Wien, ohne Jahrgang.
- [4] J. Canny. A computational approach to edge detection. *IEEE Transactions on PAMI*, 8(6):679-698, 1986.
- [5] M. Dörner. *Malmittel und seine Verwendung im Bilde*. München, Berlin, Leipzig, 1995.
- [6] M. Eder. Farbanalyse und Farbstatistik von Portraitminiaturen. Master's thesis, TU-Wien, 1996.
- [7] J. Fleischer. *Das kunstgeschichtliche Material der geheimen Kammerzahlamtsbücher in den staatliche Archiven Wiens 1705-1790*. Wien, 1932.
- [8] E. Gombrich. Kunst und Illusion. *Zur Psychologie der bildlichen Darstellung, Kapitel Erlerntes und Erlebtes*, pages 173-205, 1978.
- [9] L. Gruenstein. *Moritz Michael Daffinger*. Wien, 1923.
- [10] K. Herberts. *Die Maltechniken, Mittler zwischen Idee und Gestaltung*. Düsseldorf, 1957.
- [11] P. Kammerer. *Primitivdetektion und Strukturbestimmung von Portraitminiaturen*. Master's thesis, TU-Wien, 1996.



- [12] R. Keil. *Proportionslehre und Kunstbuchliteratur als künstlerisches Lehrmaterial im 16. Jahrhundert - Versuch einer Entwicklung nach Dürer unter besonderer Berücksichtigung der italienischen Tradition*. PhD thesis, Universität Wien, Wien, 1983.
- [13] R. Keil. Die Rezeption Dürers in der deutschen Kunstbuchliteratur des 16. Jahrhunderts. *Wiener Jahrbuch für Kunstgeschichte*, pp. 133-150, 1985.
- [14] R. Keil, E. Zolda. *Die Portraitminiaturen der Habsburger*. Accepted for publication: Böhlau Verlag, Wien, 1997.
- [15] A. Koschan and K. Schluess. Grundlagen und Voraussetzungen für die digitale Farbbildverarbeitung. Technical Report 94-14, Fachbereich Informatik, TU-Berlin, 1994.
- [16] W. G. Kropatsch, M. Eder, and P. Kammerer. Finding Strokes of the Brush in Portrait Miniatures. Solina F., Kropatsch W. (Hrsg.), Visual Modules, In Proceedings der 19. ÖAGM-Tagung und des 1. SDRV-Workshops in Maribor, Slowenien, Verlag Oldenbourg, OCG-Schriftenreihe Vol. 81, pp. 257-265, 1995.
- [17] D. Marr and E. Hildreth. Theory of edge detection. In *Proc. R. Soc. Lond.*, pages 187-217, 1980.
- [18] A. Rosenfeld and A. C. Kak. *Digital Picture Processing Volume 2*, 2<sup>nd</sup> Edition. Academic Press, Inc., 1982.
- [19] Sablatnig R., Bischof H., "Strukturelle Beschreibung von kunstgeschichtlichen Portraitminiaturen". In: Kropatsch W.G., Bischof B. (Hrsg.), *Tagungsband Mustererkennung 1994, 16. DAGM Symposium und 18. Workshop der ÖAGM*, Vol. 5, Informatik Xpress, Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York, pp. 220-229, 1994.
- [20] Sablatnig R., Kammerer P., "Pinselfrichsegmentation als Basis für eine Klassifikation von Gemälden", in: Jähne B., Geissler P., Haussecker H., Hering F., (Eds.), *"Mustererkennung 1996, 18. DAGM Symposium Heidelberg"*, Informatik aktuell, pp. 392-399, Springer Verlag, 1996.
- [21] M.W. Schwarz, W.B. Cowan, J.C. Beatty, "An Experimental Comparison of RGB, YIQ, LAB, HSV, and Opponent Color Models", *ACM Transactions on Graphics*, Vol. 6, No. 2, pp. 123-158, April 1987.
- [22] I. Tastl, R. Sablatnig, W.G. Kropatsch, "Model-based Classification of Painted Portraits", in: A. Pinz (Ed.), *"Pattern Recognition 1996, Proc. of the 20th ÖAGM- Workshop"*, Schriftenreihe der OCG, Vol. 90, pp. 237-249, Oldenburg, Wien, München, 1996.
- [23] K. Whelte. *Werkstoffe und Techniken der Malerei*. Ravensburg, 1985.
- [24] J. Winetzky. *Die Kunst der Aquarell- und Miniaturmalerei*, Wien, 1879.







## ZUR ZERSTÖRUNGSFREIEN ANALYSE VON KUNSTWERKEN MIT BILDGEBENDEN VERFAHREN

B. Illerhaus, D.Meinel  
 Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)  
 Projekt I-P03-02  
 Unter den Eichen 87  
 D-12205 Berlin  
 Telephon: ++49 30 8104-4151, Telefax: ++49 30 8104-1147

### 3D-Computertomographie (CT)

Die Durchleuchtung von Kunstgegenständen mit Röntgenstrahlung, sei es zur Beurteilung der Echtheit oder zur Untersuchung der Herstellungstechnik, ist seit langem gebräuchliche Praxis in vielen Museen. Röntgenstrahlen haben dabei den Vorteil, daß sie, bis auf die Aussagen der Thermolumineszens, zerstörungsfrei wirken. Ein Nachteil bleibt, daß immer nur eine zweidimensionale Projektion eines dreidimensionalen Objektes erzeugt wird, hintereinander liegende Objekte können in ihrer Lage nicht richtig zugeordnet werden. Auch ist die gleichzeitige Darstellung von Einzelteilen, die eine unterschiedliche Filmbelichtungszeit benötigen, nur schwer möglich. Als Weiterführung der Röntgendurchstrahlungstechnik wurde seit 1970 (G. N. Hounsfield [7]) die Computertomographie (CT) entwickelt. Sie ermöglicht aufgrund mathematischer Verfahren die Angabe der Dichte in jedem durchstrahlten Punkt eines Körpers. Das Ergebnis der 3D-CT ist ein Volumen mit Dichtewerten, die normiert als Grauwerte dargestellt werden, wobei Schwarz der Luft und Weiß der höchsten vorkommenden oder gesetzten Dichte entspricht. Enthält ein Objekt gleichzeitig sehr stark (z.B. Silber) und sehr gering (z.B. Holz oder Knochen) schwächende Anteile, so ist eine Erweiterung der Bildmatrix auf Zwei-byte-Zahlen oder eine getrennte Darstellung verschiedener Dichtebereiche erforderlich.

Das menschliche Auge ist nicht in der Lage, mehr als zwanzig Grauwerte zu unterscheiden. Sollen also kleinere Dichteänderungen dargestellt werden, so kann man entweder den interessierenden Grauwertbereich gespreizt darstellen. Oder man verwendet eine Farbrepräsentation für die Dichtewerte, da der Mensch sicherlich mehrere tausend Farben unterscheiden kann. Für diese Darstellung sollte aber keine willkürliche Farbzuordnung gewählt werden, ein Farbumschlagpunkt sollte immer einen sachlichen Informationsgehalt haben. Im Normalfall muß eine Farbzuordnung schwarz-weiß gesehen wieder in die Grauwertdarstellung übergehen, d.h. die dunkelsten Werte entsprechen geringer Schwächung und die hellsten hoher Schwächung.

Ausgewertet wird dieses Bildvolumen durch Bildverarbeitung, entweder durch Darstellung einer beliebig orientierten Schnittebene, durch volumenhafte Darstellung von Flächen gleichen Wertes (Grenzflächen zwischen verschiedenen Materialien) innerhalb des Datenvolumens (isosurface), oder durch sog. ray tracing Algorithmen. (Siehe auch [9])

### CT an Kunst und Kulturgütern

Die folgenden Beispiele für tomographische Aufnahmen sind mit den an der BAM zu Verfügung stehenden vier verschiedenen Tomographen gemessen worden. Die hier entwickelten Apparate sind unter dem Aspekt der möglichst breiten Anwendbarkeit für technische Fragestellungen optimiert worden und werden ständig für neue Fragestellungen weiterentwickelt. Dies prädestiniert sie für den Einsatz bei schwierigen Fragestellungen auch auf dem Gebiet der Kulturgüter. Im frühen Mittelalter wurden viele Gebrauchsgegenstände aus Eisen hergestellt, einige sind mit edleren Metallen tauschiert. Wird ein solches Stück heute gefunden, so ist es meistens stark korrodiert und mit dem umgebenden Material fest verbunden. Für eine Restauration ist zu klären, an welcher Stelle der aufgeblühte Rost und die anhaftenden Teile in das eigentliche Fundstück übergehen, um so eine Beschädigung des Originals bei der Freilegung des Fundstückes auszuschließen. Ferner muß festgestellt werden, ob das Eisen schon vollständig in Oxyd verwandelt wurde, da erst dann sicher mit einem Ende des Aufblätterns des Eisens gerechnet werden kann.

Mittels CT können verschiedene Metalle klar unterschieden werden, da die Unterschiede in den jeweiligen linearen Schwächungskoeffizienten groß genug sind. Doch eigentlich erscheint hier eine Untersuchung mittels normaler Röntgenaufnahme ausreichend, da die interessanten Silbertauschierungen zweidimensional auf der Oberfläche vorliegen und so hinreichend wiedergegeben erscheinen. Wie die Tomographie jedoch zeigt, kann eine dreidimensionale Ausdehnung des Kupferanteils, der so in der Radiographie nicht wiedergegeben wird, festgestellt werden.

Die Riemenzunge von Truchteltingen [2], wurde mit der 3D- $\mu$ CT Anlage untersucht. Sie ist in den äußeren Abmessungen klein und kann daher mit einer hohen Ortsauflösung, was für die dünnen Metallschichten wichtig ist, vermessen werden. Die Riemenzunge lag hier in einem altrestaurierten Zustand vor. Nach der Berechnung der Tomographie, wird zunächst für jedes verschiedene Metall die Oberfläche an Hand gleicher Dichtewerte berechnet. Diese können dann einzeln oder zusammen in verschiedenen Ansichten oder als Film bewegt, was eine besonders gute räumliche Zuordnung ermöglicht, auf dem Bildschirm dargestellt werden. Die Untersuchung hier zeigte, daß bei der Altrestauration einerseits am rechten Rand



anhaftendes Material stehen gelassen wurde, das Eisenteil beginnt erst weiter innen, andererseits im Bogen unten links schon Eisen von der Vorderplatte mit entfernt wurde, das darunterliegende Kupfer tritt zutage. (Abb.1: Wiedergabe der gesamten äußeren Form. Abb.2: Dargestellt sind nur die metallischen Anteile: Grau für Eisen, Rot für Kupfer, Weiß für Silber). In Abb.2 sieht man auch, daß die Wiedergabe der einzelnen Metallgeometrien nicht immer perfekt gelingt. Ist z.B. der Silberdraht sehr dünn, d.h. weniger als ein Voxel dick, so wird die Dichte des Silbers mit dem umliegenden Material gemittelt und das Voxel wird dem Kupfer zugeschlagen. Trotzdem bleibt die Zusammengehörigkeit der Teile klar erkennbar. Bei vielen altrestaurierten tauschierten Objekten wurde nur die Vorderseite freigelegt und die Rückseite hingegen glatt geschliffen, wodurch Informationen über den Herstellungsgang der Objekte verloren gingen. Hier jedoch kann die Löttechnik sehr gut untersucht werden, wenn im Bild nur der Kupfer- und Silberanteil dargestellt werden. Abb.3 zeigt eine Seitenansicht (Kupfer und Messing gleichfarbig wiedergegeben). Man erkennt die sehr dünne Kupferschicht an den Seiten zwischen oberer Eisenplatte und Seitensteg und ebenso zwischen Seitensteg und unterer Eisenplatte. Im Bereich des Bogens ist jedoch der starke Kupferüberschuß verlaufen und bedeckt die ganze Rückseite des Eisenseitensteges. Man erkennt hier auch den einen der ursprünglich zwei Niete (aus Messing), die das Leder im Eisen festhielt. Das unterhalb und einzeln liegende kupferfarbene Teil, das sich verschoben im Rost befindet, könnte ein Gegenplättchen der Niete sein. Werden nur die metallischen Anteile dargestellt, und sieht man vom geraden Ende auf die Gürtelzunge, so kann man jetzt den Hohlraum sehen, in den der Lederriemen eingepaßt war.

Ein so tomographierter Fund kann also noch vor Beginn jeder Restaurierung oder Rekonstruktion gründlich analysiert werden. Die Kenntnis der Lage aller Einzelteile wird davor schützen sie unbeabsichtigt bei der Restaurierung zu verändern. Stellt sich ein Objekt als äußerst brüchig heraus (enthält viele Risse und große Hohlräume), so kann eventuell auf eine Wiederherstellung der äußeren Oberfläche verzichtet werden, da die Analyse der Computerbilder und deren Vergleich mit anschaulichen, schon restaurierten Objekten ausreicht. Hinzu kommt, daß die an Fundoriginalen so gewonnenen Erkenntnisse der Herstellungstechniken sehr genaue und überprüfbare Ergebnisse liefern.

## Literatur

- [1] Ausstellungskatalog: "Das Wrack. Der antike Schiffsfund von Mahdia", Rheinisches Landesmuseum Bonn, Landschaftsverband Rheinland, Herausgeber Hartwig Lüdtke, (1994), Rheinland-Verlag GmbH, Köln.
- [2] "Tauschierarbeiten der Merowingerzeit", Museum für Vor- und Frühgeschichte, Staatliche Museen zu Berlin, Bestandskatalog Band 2, (1994), Herausgeber W. Menghin.
- [3] D. Wildung, Königsideologie und Computergrafie-untersuchungen am Porträtkopf der Königin Teje, Berichtsband 45 der DGZfP, 4. Int. Konf. ZfP an Kunst- und Kulturgütern, Berlin, 3.-8. Okt. 1994, Band 1, Seiten 66-74.
- [4] W. D. Heilmeyer, Technische Untersuchungen an römischen Großbronzen, Berichtsband 45 der DGZfP, 4. Int. Konf. ZfP an Kunst- und Kulturgütern, Berlin, 3.-8. Okt. 1994, Band 1, Seiten 11-20.
- [5] R.-B. Wartke, Zur Herstellung zweier Kupferstatuetten aus Assur, Vorderasiatisches Museum Berlin, wird veröffentlicht.
- [6] H.-M. von Kaenel, H. Brem, J. TH. Elmer, J. Gorecki, B. Hedinger, C. E. King, M. Klee, M. Leuthard, J. P. Northover, J. Rychener, A. Zürcher, Der Münzhort aus dem Gutshof in Neftenbach, Züricher Denkmalpflege, Archäologische Monographien 16, Verlag: Zürich und Egg, (1993).
- [7] G. N. Hounsfield, Br. J. Radiol. 46, 1016-1022 (1973).
- [8] L. A. Feldkamp, L. C. Davis, and J. W. Kress, Practical Cone-Beam Algorithm, J. Opt. Soc. Amer., A1, 612-619 (1984).
- [9] D. Meinel, B. Illerhaus, Präsentation von 3D-Computertomographie-Daten, EVA 1996

## Einige Anbieter von CT Dienstleistungen

EFMT, Dr. Monstadt, Universitätsstr. 142, D-44799 Bochum

medizin. und ultra fast CT

Kernforschungszentrum Karlsruhe, Dr. Steinbock, Postfach 3640, D-76021 Karlsruhe

µCT

TU München, Institut für Radiochemie, Dr. Lierse, Walther-Meißner-Str. 3, D-85747 Garching

60Co CT bis 15t

Radiologie-Zentrum der Philips-Universität, Prof. Dr. Habermehl, Bahnhofstr. 7, D-35033 Marburg/L.

transportabler CT scanner

Fraunhofer-Institut für zerstörungsfreie Prüfverfahren (Izfp), Dr. Reiter, D-66123 Saarbrücken

200KV µCT

Qualitätszentrum Dortmund (QZ-Do), Dr. Klimek, Joseph-von-Fraunhofer-Str. 1, D-44227 Dortmund

420KV CT

Sauerwein System-technik GmbH, Bergische Str. 16, D-42781 Haan

Hersteller von anwenderspezifischen CT Anlagen



### Zusammenfassung

Die aus der 3D-CT gewonnenen Daten ermöglichen die virtuelle Restaurierung und zerstörungsfreie wissenschaftliche Untersuchung an einmaligen Kunstgegenständen. Stereoskopische Wiedergaben, bewegte Ansichten auf einem Bildschirm, oder die Umwandlung in ein farbtreues Hologramm ermöglichen weitestgehende Untersuchungen und Darstellungen ohne das Original verändern zu müssen.

### Abbildungen

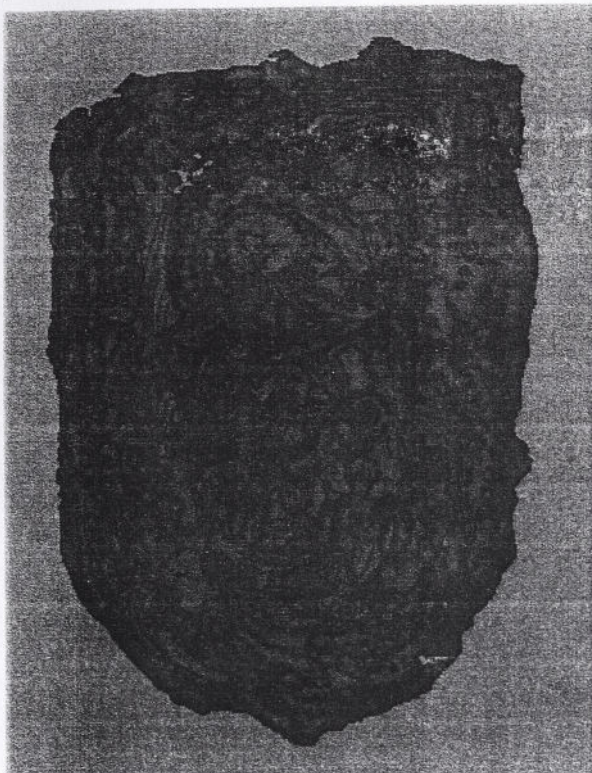


Abb.1 Computerrekonstruktion der äußeren Form der Riemenzunge von Truchteltingen [2].

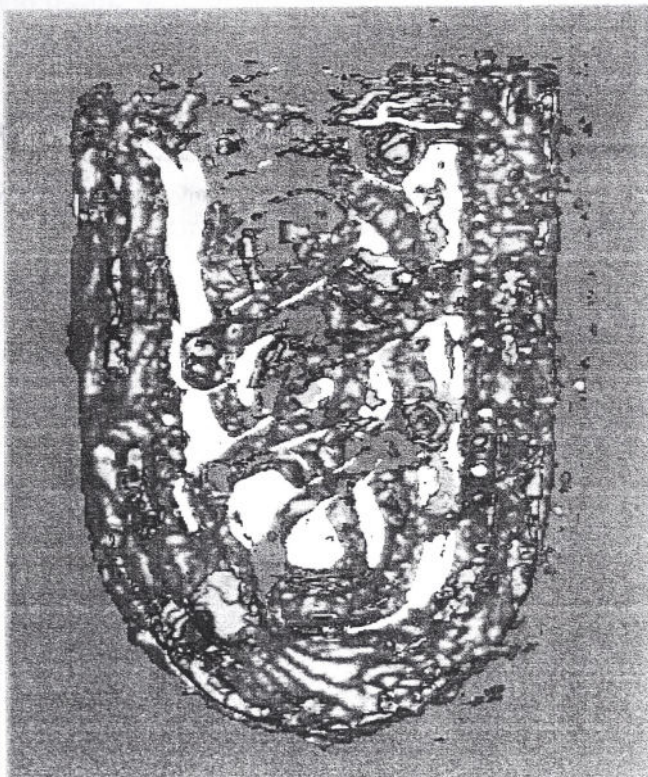


Abb.2 Darstellung der verschiedenen Metalle in der Riemenzunge, Grau = Eisen, Rot = Kupfer, Weiss = Silber.

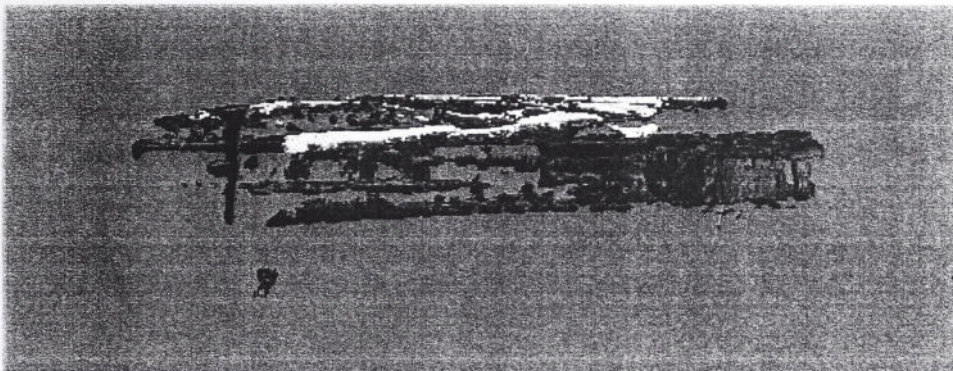


Abb.3 Seitenansicht der Riemenzunge, nur Kupfer und Silber sichtbar.







# Virtuelle Tempel

## Der Löwentempel von Musawwarat es Sufra

Steffen Kirchner  
 Institut für Sudanarchäologie und Ägyptologie  
 Humboldt-Universität zu Berlin  
 Unter den Linden 6  
 10099 Berlin  
 Telefon: 030/4797328  
 email: h0392kky@rz.hu-berlin.de

Im Rahmen dieses Projekts wurde in Zusammenarbeit eines Studenten der Sudanarchäologie und Ägyptologie und Informatik mit der Multimediagruppe des Rechenzentrums der Humboldt-Universität zu Berlin ein altsudanesischer Tempel, der Löwentempel von Musawwarat es Sufra, rechnergestützt rekonstruiert, visualisiert, animiert, und die gewonnenen Daten wurden anderweitig weiterbearbeitet.

### Geschichtliche Einführung

*Der Nil - längster Strom der Erde, Wiege uralter Kulturen.*

Vor 5000 Jahren entstand von Assuan bis zum Mittelmeer der altägyptische Staat der Pyramidenbauer. Im Süden, in Nubien, blühten die ersten Kulturen des antiken Sudan.

Um 270 v.u.Z. wird der königliche Friedhof in die Nähe der alten Stadt Meroe verlegt. Unweit von Meroe liegen in der Landschaft Bayuda zwei weitere Zentren dieser Periode: die Stadt Naga und das Pilgerzentrum von Musawwarat es Sufra. Etwa 40 km vom Nil entfernt liegt das Tal von Musawwarat. Eine im ganzen Niltal einmalige Ansammlung von Tempeln wurde hier errichtet. Die bedeutendsten sind die sogenannte Große Anlage auf der Westseite des Wadis und der Löwentempel auf der Ostseite.

Zur Zeit der Regierung des Königs Arnachamani, etwa 230 v.u.Z., wurde der Löwentempel errichtet. Der Tempel war dem Löwengott Apedemak geweiht, Gott der zerstörenden und der schöpferischen Macht, einem der größten meroitischen Götter. Der Tempelzugang ist nach Nordosten gerichtet. Mit leichtem Versatz sind alle Tempel des Löwengottes so orientiert. Wahrscheinlich richteten sie sich nach einem Wandelsternbild aus.

Der Tempel besteht aus einem Raum, dessen Dach von sechs (ehemals vier) Säulen getragen wird. Im hinteren Teil der Halle

steht ein Thron. Die Fassade des Tempels bilden zwei Pylontürme. Material ist der örtliche Sandstein, der in den Bergen der Umgebung gebrochen wurde. Innen- und Außenwände des Tempels sind mit Reliefs überzogen. Die Inschriften des Tempels sind in ägyptischen Hieroglyphen geschrieben, der heiligen Schrift auch für die Kuschiten (damaliges Herrschervolk in diesem Gebiet).

Aus der ägyptischen Tempelarchitektur sind die architektonischen Details entlehnt: die Hohlkehle, die die Tempelwände nach oben abschließt, die Wasserspeier in Form liegender Löwen, der Fries aus aufgerichteten Kobraschlangen.

Die Säulen des Inneren symbolisieren Papyruspflanzen, die das Tempeldach, das Symbol der Himmels, tragen.

Ein dichtes Netz theologischer Ideen verbindet die Darstellungen des Löwentempels: die zerstörerischen und die schöpferischen Mächte der Natur, Krieg und Frieden, die Göttlichkeit des Königs und seine Verpflichtung gegenüber der Ordnung der Götter.

Zugleich gehören diese Reliefs zum Schönsten, was uns die kuschitische Kultur hinterlassen hat.

### Archäologie und Computer

Mit der Eroberung des Sudan durch Ägypten kamen ab 1821 die ersten Europäer ins Land, Abenteurer, Romantiker und Forscher. Von ihnen stammen die ersten Darstellungen der Tempel von Musawwarat es Sufra, die nach Europa gelangten.

Zweitausend Jahre waren ins Land gegangen, die Tempel von Musawwarat waren zerfallen und im Sand begraben.

In den Jahren 1960 bis 1971 wurden die Tempelkomplexe von Musawwarat es Sufra von einer Expedition des Instituts für Ägyptologie der Humboldt-Universität zu Berlin (HUB) unter der Leitung von Prof. Fritz Hintze wieder ausgegraben. Höhepunkt dieser Arbeiten war die Wiedererrichtung der Löwentempels.

Die Gefahren einer erneuten Zerstörung des Löwentempels drohen: Wind, Sand und Regen setzen dem neuerrichteten Tempel zu. Besonders die Oberfläche der feinen Reliefs leidet unter der Winderosion. Es gilt, den Tempel vor der weiteren Erosion zu bewahren. Leider haben chemische Verfahren zum Schutz der Tempelwände versagt.



Die Sudanarchäologische Gesellschaft zu Berlin hat sich zusammen mit dem Institut für Sudanarchäologie und Ägyptologie der Humboldt-Universität zu Berlin zur Aufgabe gemacht, die Denkmäler des Sudan und speziell die von Musawwarat es Sufra zu erhalten.

Ein Schwerpunkt der Arbeit ist die Projektierung, Finanzierung und Erhaltung einer Schutzbepflanzung um den Löwentempel. Ein natürlicher Schutz kann dauerhaft zur Erhaltung beitragen: eine Schutzbepflanzung rund um den Tempel hält den Sand zurück, bricht die Kraft des Windes und schützt so die wertvollen Reliefs vor Erosion. Schutzbepflanzungen wurden in anderen Bereichen schon erfolgreich angewandt. Ihr Einsatz zum Schutz archäologischer Denkmäler wäre neu in der Region und kann Signalwirkung für einen ökologisch orientierten Denkmalschutz haben. Ein Bestandteil dieses Projektes ist es, eine audiovisuelle Dokumentation des Grabungsplatzes von Musawwarat es Sufra zu erstellen. Die entsprechende Arbeitsgruppe unter meiner Leitung beschäftigt sich mit videogestützter Dokumentation und Computermodellen der Tempelanlagen. Dies führte zu Überlegungen, wie man moderne Computertechnik im Dienste der Bewahrung von kulturhistorisch bedeutenden Altertümern einsetzen kann.

Ein Video, bestehend aus Computeranimations- und Realsequenzen, wurde unter verschiedenen Gesichtspunkten und Absichten erstellt. Es soll einerseits den interessierten Laien und andererseits auch den profunden Kenner der Materie ansprechen. Dies gilt für die Bereiche der Archäologie (im besonderen der Sudanarchäologie und Ägyptologie) und der Computeranimation.

Ich möchte zeigen, daß es mit modernsten Techniken möglich ist, einen visuell ansprechenden Beitrag über kulturhistorische Zeugnisse der Menschheitsgeschichte zu gestalten. Der Computer ermöglicht uns, riesige und teilweise abstrakte Datenmengen so aufzubereiten, daß sie auch komplizierteste Sachverhalte auf relativ einfache Art und Weise verdeutlichen können. Bei dem Löwentempel von Musawwarat es Sufra handelt es sich um ein relativ leicht zu rekonstruierendes Bauwerk, bei dessen Rekonstruktion immer mehr Fragen auftauchten, die nur mit Mühe zu lösen waren bzw. nur in Annäherung an das Original gelöst wurden. Hier zeigen sich die phantastischen Möglichkeiten des Computers, wie wir an Tempeln oder anderen Objekten Manipulationen oder Rekonstruktionsversuche vornehmen können, ohne das Original berühren und dadurch beschädigen zu müssen. Wer gibt uns das Recht zu sagen: "So hat dieser Tempel vor 2000 oder 3000 Jahren ausgesehen!"? Jeder kann seine Meinung dazu kundtun und muß dazu nicht das Original verändern und dadurch weiter zerstören.



Innere Nordwand des Computermodells des Löwentempels von Musawwarat es Sufra



## **Modellierung und Animation des Löwentempels**

Ausgestattet mit den Meßdaten des Löwentempels, vielen Fotos, reichlich Optimismus und Phantasie begann ich im August 1993 am Rechenzentrum der Humboldt-Universität zu Berlin an einer IRIS Crimson von Silicon Graphics Inc. (SGI) mit dem Softwarepaket GIG 3D-GO an der Realisierung einer Computeranimation des Löwentempels zu arbeiten. In nur einem Monat wurde der Tempel im Computer modelliert und eine Animation erstellt. Bedingt durch die begrenzte Zeit und meines noch mangelnden Wissens in der Bedienung des Programms wurde der Löwentempel buchstäblich in den Sand gesetzt. Durch eine einzige falsche Koordinateneingabe stand der Tempel zur Hälfte im Wüstenboden. So konnte das geplante Video nicht wie vorgesehen zu einer Ausstellungseröffnung im September 1993 gezeigt werden.

Das Rechenzentrum der Humboldt-Universität zu Berlin bot mir an, mein Projekt im Rahmen der Multimediagruppe zu vollenden. Von Januar 1994 bis Januar 1995 arbeitete ich als studentische Hilfskraft mit dem Softwarepaket WAVEFRONT an der Neuerstellung einer Computeranimation. Der Tempel wurde komplett neu im Computer modelliert. Hier merkte ich, daß die mir zugänglichen Daten des Tempels nicht ausreichten, um alle Fragen nach genauen Maßen des Gebäudes exakt zu beantworten. Es kam immer wieder zu Ungenauigkeiten, die ich nicht beheben konnte. Der Produktionszeitplan kam immer mehr in Verzug (geplante Fertigstellung im April 1994).

Ich entschloß mich im Februar 1994 zu einer Studienreise in den Sudan. Eine Woche wurde genutzt, um Fotos und Meßdaten des Löwentempels von Musawwarat es Sufra zu sammeln. Die gewonnen Erkenntnisse flossen in eine genauere Rekonstruktion des Löwentempels ein. Durch Verwendung von Photo-CD-Bildern und gescannten Umzeichnungen der Reliefs aus Grabungspublikationen gelang es, ein Modell zu erzeugen, welches dem Löwentempel schon sehr nahe kam. In dieser Phase der Arbeit wurden die Grenzen von Hard- und Software immer deutlicher. Eine weitere Verschiebung des Zeitplans ließ sich nicht vermeiden. Mit einer gut ausgerüsteten IndySC, einer IRIS Indigo2 Extreme von SGI und dem Softwarepaket PRISMS gelang es in kurzer Zeit, meine Vorstellungen der Computeranimation umzusetzen. Auf Grund der sich ergebenden riesigen Datenmengen - Modelldaten ca. 170 MB und errechnete Bilddaten ca. 18 GB - und daraus resultierender extremer Rechenzeiten wurde ein Großteil der Bilder von der Fraunhofer-Gesellschaft in Stuttgart an Grafiksupercomputern von SGI berechnet. Diese errechneten Bilder wurden mittels des Video-Sequenzspeichersystems des Rechenzentrum auf Betacam-SP-Videoband aufgezeichnet.

Um die Arbeit der Stuttgarter Computer zu verdeutlichen, sei erwähnt, daß für die Berechnung eines DIN-A3 Überformatbildes des Tempels eine SGI Skywriter mit 128 Mbyte RAM auf zwei Prozessoren 24 Stunden rechnen mußte. Alle Nacharbeiten wie Schnitt, Vertonung und Formatumsetzungen erfolgten in der Zentraleinrichtung für Audiovisuelle Lehrmittel der Humboldt-Universität zu Berlin. Das fertige Video wird der Humboldt-Universität zu Berlin und der Sudanarchäologischen Gesellschaft zu Berlin zur Verfügung gestellt. Es soll einerseits als Anschauungsmaterial im Unterricht, andererseits als Beispiel der heutigen technischen Möglichkeiten im Rahmen der Archäologie genutzt werden.

## **Zukunft**

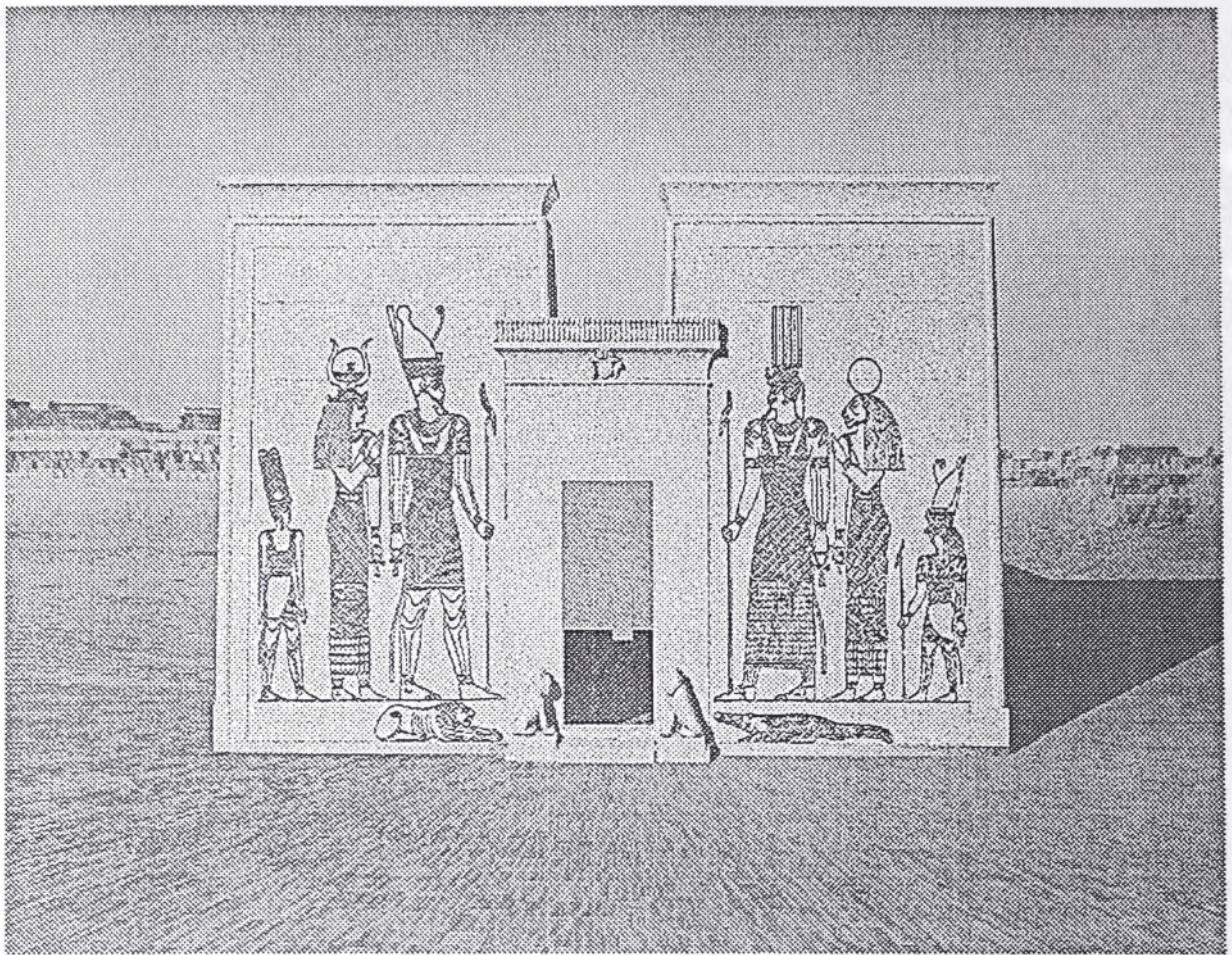
Wir müssen auch an unsere nächsten Generationen denken! Wer weiß, was alles passiert? Ein Brand, ein Erdbeben, eine Überschwemmung oder die fortschreitende Zivilisation können Altertümer in kürzester Zeit für immer vernichten. So ist es leider schon zu oft geschehen. Mit modernster Technik können wir heute jedes Objekt im Rechner konservieren und unseren Kindern diese einzigartigen Kulturgüter der Menschheit in einer Form erhalten, die zumindest eine spätere Rekonstruktion ermöglicht.

Ein Beispiel dafür ist ein stark verkleinertes Modell des Löwentempels, welches aus den von mir entwickelten Computerdaten mittels der Stereolithographie - ein UV-Laser härtet computergesteuert einen flüssigen Polymer - erzeugt werden soll. Diese Technik ist momentan noch relativ teuer, wird aber einer der wenigen Auswege sein, durch Kopien (in Originalgröße) Altertümer zu ersetzen.

Die Weiterführung geht in die virtuelle Realität, in der wir uns per Datenhelm in einem Computerabbild des Tempels bewegen können. Solch ein erstes virtuelles Abbild wurde mit Hilfe der Fraunhofer-Gesellschaft Stuttgart erstellt. Eine nochmals überarbeitete und optimierte Variante des virtuellen Löwentempel wird voraussichtlich im Heinz Nixdorf Forum in Paderborn zu "erleben" sein. Die hohen Anschaffungskosten für derart leistungsfähige Systemumgebungen werden vorerst einen Einsatz dieser Technik stark beschränken. Nicht jedes Institut oder Museum wird sich solch ein System leisten können. Aber wer hindert uns Archäologen daran, auch über Ländergrenzen hinweg Anlaufpunkte einzurichten, in denen Spezialisten zusammenarbeiten, die eine interdisziplinäre Ausbildung haben? Durch Konzentration der Mittel lassen sich dadurch in kürzester Zeit gute Effekte erzielen. Glücklicherweise gibt es in letzter Zeit einige Bestrebungen, vor allem international, in diese Richtungen. Ein weiterer nicht zu unterschätzender Aspekt dieser Arbeit ist, daß sich Studenten auch in frühen Phasen ihres Studiums mit dem archäologischen Material vertraut machen können. Dies geschieht durch eine 3D-Computeranimation weitaus anschaulicher als durch bloßes Betrachten von Fotomaterial.

Nach einer abschließenden Auswertung der Arbeiten für dieses Projekt werden einige neue Projekte zu diesem Themengebiet in Angriff genommen. Es werden andere Tempelanlagen im Sudan (oder auch anderen Ländern) in





Blick auf die computergenerierte Pylonfront des Löwentempels von Musawwarat es Sufra

Computermodelle umgesetzt. Ein weiteres Projekt beschäftigt sich mit den Möglichkeiten, per Datenhelm in VR Reliefs zu rekonstruieren bzw. 3D-gescannte Architekturelemente zu wahrscheinlichen Architekturkomplexen zusammenzusetzen. Es ist technologisch schon heute möglich, daß Archäologen an verschiedenen Orten der Welt gleichzeitig per Internet an derartigen Projekten arbeiten. Ein gutes Beispiel ist die Zusammenarbeit bei der Überführung des Tempelmodells in VR, die -bisher nur über Internet- zwischen Oskar von Bohuszewicz (Mitarbeiter des Heinz Nixdorf Instituts der Universität GH Paderborn) und Steffen Kirchner (Student der Humboldt-Universität zu Berlin) vollzogen wird. Entfernungen spielen heutzutage keine Rolle mehr. Viel schwieriger wird es sein, bisher eingespielte Arbeits- und Denkweisen als auch Vorbehalte gegen die moderne Technik zu überwinden. Durch entsprechende Organisation und etwas gutem Willen lassen sich solcherart Projekte kostengünstig realisieren. In letzter Zeit finden solche Arbeiten auch eine - noch - kleine Basis in den archäologischen Disziplinen. Einige durchaus ernstzunehmende und gut gemachte Ansätze zeigen die Richtung, in die die Archäologie gehen kann. Da sind unter anderem das Upuaut-Projekt von dem Münchener R. Gantenbrink, die Modellierung des Pergamonaltars durch das IIEF, das Modell des Karnak-Tempels von den Teams des technologischen Mäzenates Electricité de France. Eine weiterführende Aufzählung solcher Aktivitäten würde den Rahmen dieses Beitrages sprengen.

#### Auszug aus dem Abschlußbericht

In diesem Auszug aus dem Abschlußbericht möchte ich die Ergebnisse meiner Arbeiten am Projekt „Der Löwentempel von Musawwarat es Sufra“ (LTM) darlegen.

Die Arbeit an dem Projekt LTM ist mittlerweile im dritten Jahr angelangt und scheint nun endlich ein glückliches Ende zu finden. Den Fortgang und die Hintergründe der Arbeiten am LTM konnte man in vergangenen RZ-Mitteilungen verfolgen.

Das Video hat eine voraussichtliche Länge von 15 Minuten und beinhaltet sowohl reale als auch animierte Sequenzen. Dem Video ist dann ein Booklet in deutsch/englisch beigelegt, welches weitere Hintergrundinformationen zu diesem Projekt beinhaltet.



Einer Ausweitung des Projektes in die virtuelle Realität eröffnete mir die Möglichkeit, ein VR-Modell des LTM zu erstellen, welches noch geringer Überarbeitung bedarf. Leider ist es momentan aus technischer Sicht an der HUB nicht möglich, dieses VR-Modell in entsprechender Weise zu überarbeiten und zu präsentieren. Zur Dokumentation und Präsentation wurden einige hochauflösende Bilder des LTM erzeugt, die in gedruckter Form oder im WWW vorliegen.

Es wurden wertvolle Erfahrungen im Umgang mit solcherart Projekten gesammelt. Diese Erfahrungen werde ich hier kurz darlegen.

Solch ein (für mich vollkommen neues) Projekt steht und fällt mit einem soliden und durchdachten Arbeitsplan. Eines der größten Probleme bereitet eine Abschätzung der Zeit in der ein Projekt realisiert werden soll. Es sind zahlreiche Faktoren zu beachten, die teilweise gravierende Auswirkungen auf den Zeitplan haben.

Die Aufgabenstellung des Projektes LTM erfuhr in dem Zeitraum von 30 Monaten eine mehrfache Änderung, um gegebenen Erfordernissen gerecht zu werden. Da ich autodidaktisch an die Lösung der gestellten Fragen ging, mußte bzw. konnte ich logischerweise den Rahmen des Projektes meinen Vorstellungen anpassen. Etwa Anfang 1995 war der Umfang des Projektes in seiner heutigen Form festgelegt. Leider war zu diesem Zeitpunkt noch keine fundierte Zeitabschätzung möglich.

Jedenfalls wurde das, in meinem letzten Artikel zum Thema, angedeutete Ziel erreicht, und das Projekt kann als abgeschlossen gelten.

Wie schon in den genannten Artikeln angedeutet, mußte ein immenser Organisationsaufwand in dieses Projekt gesteckt werden. Nach vorsichtigen Schätzungen sind mindestens zwei Drittel der aufgewandten Energien und Zeit in Organisation und Arbeitsvorbereitung geflossen. Die Organisation von Ressourcen ist notwendig und ein Prozeß in den man hineinwachsen muß. Mir war es möglich, durch den privat erheblichen Aufwand, die Kosten für die Realisierung dieses Projektes auf niedrigstem Niveau zu halten.

Durch die bisher relativ starren Arbeitszeiten im Rechenzentrum (RZ) war ein für mich effektives Arbeiten nur in begrenztem Umfang möglich. Dieser Faktor ist aber nicht überzubewerten, da er personellen und sicherheitsrelevanten Erfordernissen geschuldet ist. Trotzdem sollte man überlegen, eine flexiblere Arbeitszeitregelung zu schaffen.

Der Zeitraum der Realisierung dieses Projektes ist von anfangs euphorisch-optimistischen Schätzungen von 1-2 Monaten [siehe 1] auf den mehr als 10fachen Zeitraum gewachsen. Eine Zeit, die sehr viel Kraft und Nerven der mich unterstützenden Freunde und Mitarbeiter und meinerseits kostete. Ein Zeitraum, der durch Höhen und Tiefen geprägt war. Unter heutiger Sicht der Sachlage halte ich eine Realisierung eines solch komplexen Projektes in 4-6 Monaten unter der Beachtung optimaler Bedingungen durchaus für möglich.

Die benötigte und verwendete Hard- und Software war nur teilweise bzw. temporär am RZ vorhanden, so daß hier von einer kontinuierlichen Arbeit nicht immer die Rede sein konnte. Deshalb sollte ein besseres Verhältnis von Soft- und Hardware gefunden werden. Die schnellsten Rechner nutzen nichts, wenn es keine Software dafür gibt die diese Ressourcen halbwegs ausnutzt. Das scheint aber zumindest deutschlandweit ein großes Problem an Bildungseinrichtungen zu sein.

Als sehr leistungsfähige Plattform stellten sich Rechner der Firma SGI im Zusammenwirken mit der Software PRISMS und Wavefront heraus. Mit dieser Basis läßt sich sehr gut arbeiten, sofern man folgende Aspekte beachtet. Durch die zu bewältigenden Datenmengen war ich leider oft auf andere als lokale Ressourcen angewiesen. In Hinblick auf das Zeit/Preis-Verhältnis plädiere ich bei solchen Projekten für den Ausbau von lokalen Ressourcen wie RAM, Festplatten, Software, Mehrfachlizenzen von Programmen.

Die Mithilfe anderer an diesem Projekt war sehr begrenzt und auch nur punktuell möglich. Durch das fächerübergreifende Projekt war ich gezwungen, fast alle Teilschritte selber zu realisieren, um sie meinen Vorstellungen gerecht umzusetzen. In der Zukunft werden sicher mehr interdisziplinäre Möglichkeiten bestehen, um mit anderen Fachleuten Hand in Hand zu arbeiten.

Es sei aber angemerkt, daß ich als „Betriebsfremder“ sehr viel Entgegenkommen seitens des RZ und -im Speziellen- der Multimediagruppe bekam. Von meinem Institut für Sudanarchäologie und Ägyptologie erfuhr ich interessierte Anteilnahme. Leider kann man noch nicht von einer Kooperation der verschiedenen Bereiche sprechen. Einerseits liegt es daran, daß der eine vom anderen zuwenig versteht. Andererseits werden solche Arbeiten oft als „frei von Wissenschaft“ betrachtet und dementsprechend von einigen Fachleuten als Hobby oder ähnliches abgetan. Mein Status als Student hat sicher auch seinen Anteil an dieser doch sehr elitären Einstellung solchen Projekten gegenüber. Leute die außerhalb dieser personellen Hierarchien oder auch finanziellen Zwängen stehen, sind in dieser Beziehung sehr aufgeschlossen und hilfsbereit.

Einer der wichtigsten Punkte in der Durchführung eines solchen Projektes ist die lückenlose Dokumentation und Datensicherung. Gerade bei wiederholten Änderungen im Ablauf ist ein oft erheblicher Zeitverlust zu beklagen bei der Wiederherstellung von Ausgangseinstellungen, welche nicht bis ins Kleinste dokumentiert wurden.



Es scheint ein krasses Mißverhältnis zwischen Aufwand und Nutzen einer solchen Arbeit zu bestehen. Warum also ein solcher Aufwand? Ist es notwendig solche Sachen zu machen?

Es gehört schon eine ganze Menge an Selbstaufopferung dazu ein solches Projekt unter den geschilderten Bedingungen zu vollenden. Man sollte sich nicht von den schönen Bildern blenden lassen. Die Erstellung der Bilder erforderte sehr viel und harte Arbeit. Der Lernprozeß in diesem Bereich ist nie zuende, und man muß am Ball bleiben, auch wenn auf lange Zeit kein Erfolg in Sicht ist.

Mit der Qualität des Endproduktes kann ich im Augenblick sehr gut leben. Der für mich wesentliche Fakt ist aber, daß wenn nicht ich damit beginne, wahrscheinlich in den nächsten Jahren keine solcher Arbeiten an deutschen universitären Einrichtungen entstehen. Bestrebungen in diesen Bereichen sind in anderen Ländern schon zu sehen [siehe WWW-Adressen]. In diesen Bereichen gibt es nur wenige klare Vorstellungen und Konzepte was man alles mit den zur Verfügung stehenden Mitteln machen kann.

Die Rolle eines Vorreiters zu übernehmen ist sehr mühsam aber auch sehr wichtig. Mit dem Abschluß dieses Projektes ist endlich für mich der Weg frei geworden, einige neue Ideen in die Tat umzusetzen. Diese beschäftigen sich - wen wundert es? - natürlich mit der Virtual Reality bzw. Computernutzung und deren Anwendung auf die Archäologie. Fragen oder Hilfsangebote zu diesen Projekten sind jederzeit willkommen und werden mit faszinierenden Ausblicken in die Zukunft belohnt.

## **Literatur**

Cramer H. und Koob M., (Hrsgb.), *Cluny. Architektur als Vision*, Ed. Brauns, Heidelberg, 1993

Kendall T., *The Gebel Barkal Temples 1989-90: A Progress Report on the Work of the Museum of Fine Arts, Boston, Sudan Mission*, Konferenzbeitrag Seventh International Conference for Nubian Studies, Geneva, 3-8 September 1990

Kirchner St., *Der Löwentempel von Musawwarat es Sufra*, RZ-Mitteilungen, Nr. 6, 1993, Berlin, Humboldt-Universität, Rechenzentrum

Kirchner St., *Der Löwentempel von Musawwarat es Sufra - eine Computeranimation mit Folgen*, MitSAG, Heft 2, Berlin, 1995

Kirchner St., *Modellierung einer Tempelanlage im Sudan - Der Löwentempel von Musawwarat es Sufra*, RZ-Mitteilungen, Nr. 11, 1995, Berlin, Humboldt-Universität, Rechenzentrum

Kirchner St., *Modellierung einer Tempelanlage im Sudan*, INFO'95 - Informationstechnologien für Wirtschaft und Verwaltung / EVA'95 Berlin-Brandenburg, 1995, S. 555-559

Kirchner St., *Der Löwentempel von Musawwarat es Sufra - Auszug aus dem Abschlußbericht*, RZ-Mitteilungen, Nr. 12, 1996, Berlin, Humboldt-Universität, Rechenzentrum

*Wiedergeburt des Alten Ägypten - Pharaonendämmerung*, Berliner Ausstellungskatalog, Edition DNA, Strasbourg, 1990

## **WWW-Adressen zum Thema**

<http://www2.rz.hu-berlin.de/inside/sudan/SAG/welcome.html>

<http://www.rz.hu-berlin.de/inside/rz/mmedia/index.html>

[http://www.hu-berlin.de/inside/rz/rzmit/rzm11/rzm11\\_6.html](http://www.hu-berlin.de/inside/rz/rzmit/rzm11/rzm11_6.html)

[http://www.hu-berlin.de/inside/rz/rzmit/rzm12/rzm12\\_21.html](http://www.hu-berlin.de/inside/rz/rzmit/rzm12/rzm12_21.html)

<http://hni.uni-paderborn.de/fachgruppen/gausemeier/mitarbeiter/bohuszewicz/tempel.html>

[http://www.science.net/vr\\_arch/](http://www.science.net/vr_arch/)

<http://world.std.com/~pdm/>

[http://archproplan.auckland.ac.nz/misc/virtual\\_tour.html](http://archproplan.auckland.ac.nz/misc/virtual_tour.html)

<http://www.vordenker.de>

<http://www.learningsites.com>

## **Ausgestellte Einzelbilder**

Rechenzentrum der Humboldt-Universität zu Berlin

Workstation-Referenzzentrum Raum 1064b



## Multimedia-Informationssystem Pergamonmuseum

**Lothar Becker**  
**CompART GmbH**  
**Schieritzstr. 34**  
**10409 Berlin**

**Tel./Fax: 030-4211219**

Dieses Informationssystem entstand aus einem Prototyp, der Ursprünglich für die Gesamtheit aller Sammlungen der Staatlichen Museen zu Berlin ausgelegt war. Es zeigte sich jedoch, dass die damit erforderliche Breite der Darstellung das Aufmerksamkeitspotential des Besuchers übersteigt. In der Fortsetzung erfolgte eine Beschränkung auf die Museumsinsel. Dieser Prototyp wurde während einer Ausstellung im Alten Museum erstmals der Öffentlichkeit präsentiert.

Im Zuge der Suche nach objektiven Kriterien für die Einschätzung von Multimedia-Programmen wurde ein neues Programm entwickelt, das über die drei im Pergamonmuseum befindlichen Sammlungen informiert. Während der dreiwöchigen Testphase im Foyer des Hauses, während der auch eine Fragebogenaktion durchgeführt wurde, konnten wertvolle Hinweise für die endgültige Version gewonnen werden. Ein Punkt ist auf jeden Fall die Mehrsprachigkeit des Systems. Ein weiterer betrifft die auffälligere Gestaltung der Video-Taste.

Das Multimedia-Besucher-Informationssystem hat in seiner jetzigen Ausbaustufe folgende Struktur:

Gebäude	Sammlung	Informationsinhalt
Pergamonmuseum	Antikensammlung	Struktur der Ausstellung Geschichte der Sammlung
	Museum für Islamische Kunst	Struktur der Ausstellung Geschichte der Sammlung
	Vorderasiatisches Museum	Struktur der Ausstellung Geschichte der Sammlung
	Allgemeine Information	Hilfe-Bildschirm mit Hinweisen zur Bedienung  Überblick über das Informationsangebot  Informationsseite über den Hersteller

Für das endgültige Besucher-Informationssystem wird außerdem mit einem aktuellen Veranstaltungskalender und Hinweisen auf die anderen Häuser der Staatlichen Museen (Ort, Verkehrsverbindung) erweitert werden.

Für Anregungen und Hinweise als auch für Anfragen und Angebote stehen Ihnen unsere Mitarbeiter jederzeit zur Verfügung.



## „PC-BILDMANAGER“ VERSION 3.0

Dr. Hans-Werner Maye, Margit Schmidt  
Geschäftsführer  
Systemhaus Dr. Maye GmbH  
Leipziger Straße 56  
15236 Frankfurt/Oder  
Telefon: 0335/556 21-0, Telefax: 0335/54 38 60

### PC-Bildmanager

#### 1. Produktbezeichnung „PC-Bildmanager“

Der PC-Bildmanager ist ein Gerätesystem zur

- Aufnahme, Speicherung und Verwaltung von Bildern,
- Bildbearbeitung und quantitativen Bildanalyse,
- Bildkommunikation und Wiedergabe von Bildern

auf der Basis von Personalcomputer- und Telekommunikationstechniken.

#### 2. Produktbeschreibung

Mit dem „PC-Bildmanager“ können Produktions- und Konstruktionsbilder, Zeichnungen, Fotografien, Bilder aus Videoaufzeichnungen, Designvorschläge, Luftbildaufnahmen, Laborergebnisse, Bilder aus mikroskopischen Untersuchungen, medizinische Befunde, Versicherungsgutachten usw. aufgenommen, gespeichert und bei Bedarf über ein Telefon schnell und kostengünstig zu kompetenten Entscheidungsträgern transportiert werden.

Durch die Bildkommunikation per Telefon werden komplexe Informationen ohne Zeitverzug in hoher Qualität und kostengünstig zur Verfügung gestellt („Ein Bild sagt mehr als 1000 Worte ...“). Damit verkürzen sich die Reaktionszeiten. Die Partner einer Bildkommunikation können sich operativ zum Bild verständigen, am Bild weitere Untersuchungen vornehmen und somit die Informationsübermittlung schnell und effizient gestalten - auch bei mobilem Einsatz.

Für die Bildaufnahme können verschiedene Modi gewählt werden. Eine schnelle Aufnahme von Bildfolgen ist mit dem Schnappschuß-Modus möglich.

Im Rahmen der quantitativen Bildanalyse können Bildelemente vermessen (Länge, Umfang, Fläche, Winkel) und mit verschiedenen Bildfiltern bearbeitet werden.

Es besteht die Möglichkeit, mehrere Bilder gleichzeitig auf dem Bildschirm darzustellen und einen Bildvergleich durchzuführen. Die Darstellungsgröße ist beliebig einstellbar.  
Zur Vorauswahl von Bildern ist eine Dia-Show implementiert.

Eine Turbo-Datenbank mit vielseitigen Recherchefunktionen ermöglicht die Suche und Zusammenstellung thematischer Bildserien. Die Bilder werden in Mappen (Ordern) in komprimierter Form (100 KB je Bild einschließlich Dia und evtl. Grafik) abgelegt. Für jedes Bild und für jede Mappe können u.a. ein Titel (80 Zeichen) und eine Beschreibung (1000 Zeichen) eingegeben werden.

Umfangreiche Export- und Importfunktionen ermöglichen die Konvertierung in alle gängigen Bildformate (TIF, GIF, PCX, BMP usw.).

Die Ausgabe der Bilder kann über einen Monitor, Videoprinter, postscriptfähigen Drucker oder in eine Datei erfolgen.

Eine Kopplung und direkte Datenübernahme von anderen Anwenderprogrammen ist möglich.



Die Arbeitsoberfläche der DOS-Anwendung ist als Fenstertechnik ausgeführt.

Als Framegrabberkarte wird Screen Machine von FAST verwendet: 16,7 Mio Farben; 24 Bit Farbauflösung (640 x 560); Video-Eingänge FBAS, S-Video, PAL, NTSC, SECAM; VGA-Analogausgang

Bei dem Produkt handelt es sich um eine kostengünstige PC-Lösung.

### 3. Zielgruppen

- produzierende Unternehmen
- Gesundheitswesen
- Umweltschutz
- Polizei, Grenzschutz
- Museen, Archive, Kunstsammlungen
- Versicherungen, Gutachter
- Ministerien, Behörden, öffentliche Einrichtungen
- Serviceunternehmen
- Großhandel (Import/Export)
- Bildjournalisten sowie andere noch zu bestimmende Anwendungsgebiete

### 4. Systemvoraussetzungen

- IBM/AT-kompatibler Rechner 486 Prozessor
- 1 freier 16-Bit-Steckplatz für die Framegrabberkarte
- 16 MB RAM, davon 4 MB für eine RAM-Disk
- schnelle Festplatte, möglichst mit Cache-Controller
- VGA-Karte mit Feature-Connector
- DOS 5.0 oder höher
- VGA-Bildschirm
- Betriebssysteme: MS DOS, DR DOS, OS/2, NOVELL

PC-Bildmanager is an image processing system based on personal computer and telecommunications technology.

With PC-Bildmanager production and construction drawings, technical drawings, photographs, video-stills, design-proposals, aerial photographs, laboratory results, images of microscopic analysis, medical findings, insurance reports etc. can all be recorded and stored. If required this data can consequently be quickly and costefficiently transferred via telephone to the relevant people in charge.

Complex information can be provided through image communication by telephone and modem, available instantly and with both high quality and cost efficiency. Reaction times are therefore shortened.

Product specialities:

- High picture quality
- Integration of image processing - image communication - image database in one programme
- Interconnections with other programmes
- Quantitative analysis of picture elements (measuring, angles etc.)
- Qualitative picture analysis through several available picture operations
- Sizeable graphic equipment for drawing and marking pictures through the Blue-Box-Principle
- Extraordinarily favourable price to productivity ratio
- High flexibility and adaptability
- Simple installation and handling
- Use of standard hardware and software components and therefore obvious and simple further development possibilities
- Different hard-wearing and flexible application areas
- Proven quality programming

Systemhaus Dr. Maye GmbH  
Geschäftsstelle Berlin  
Dr. Wolfgang Schröder

im IGZ Berlin-Adlershof  
Rudower Chaussee 5  
12489 Berlin

Telefon: 63 92 61 81, Telefax: 63 92 61 80



## MULTIMEDIA & DESIGN

**COMPAL Datenverarbeitung GmbH**  
**Systemhaus für CAD & Multimedia**  
**Torstraße 142**  
**10119 Berlin-Mitte**  
**Telefon: 030/2 82 89 14, Telefax 030/2 82 75 86**

Die COMPAL Datenverarbeitung GmbH versteht ihre Funktion als Systemintegrator dahingehend, durch ein breites Angebot multimedialer Dienstleistungen ihre Kunden in mehrfacher Hinsicht zu unterstützen:

- ✓ **Erstellung von Multimedia-Anwendungen und -Projekten im Kundenauftrag**
- ✓ **Schulung, Lieferung und Support zu Multimedia-Systemen**
- ✓ **Aufrüstung vorhandener EDV zu Multimedia-Stationen.**

Zur Dienstleistungs-Palette gehören unter anderem:

### **VISUALISIERUNG**

Dreidimensionale Modelle aus Kundenvorlagen (Zeichnungen, Skizzen, Beschreibungen), auch hochauflösend und fotorealistisch.

### **ANIMATION**

3D-Modelle "erwachen zum Leben". Verschiedenartige Bewegungen des Modells und/oder seiner Teile sind ebenso möglich wie Kameranäherungen und -fahrten im und um das Modell. Farbige und in Echtzeit.

### **VERTONUNG**

Bilder und Animationen werden mit Texten, Geräuschen und/oder Musik unterlegt. Das gesprochene Wort und das charakteristische Geräusch ergänzen in idealer Weise die visuelle Information; untermalende Musik machen ihre Aufnahme für den Betrachter noch attraktiver.

### **VIDEO-DIGITALISIERUNG UND BILDBEARBEITUNG**

Der Kunde liefert sein Video (VHS, VHS-C, Video 8), aus dem Videosequenzen bild- und tonsynchron in Echtzeit digitalisiert werden; incl. Nachbearbeitungen (Retuschen, Filter, Vertonungen) oder Einzelbildaufbereitung. Scannen und Bearbeiten von Fotos, Ausdrucken und Zeichnungen (incl. Farbseparation, Texterkennung, Vektorisierung etc.) ist ebenfalls möglich.

### **SELBSTABLAUFENDE PRÄSENTATIONEN**

Grafiken, Fotos, Videoclips, Kommentare und Musik werden zu einer multimedialen Einheit zusammengeführt. In selbstablaufenden Präsentationen und Demos wird über das nach Kundenvorgaben erarbeitete Regiebuch die inhaltliche und zeitliche Abfolge der Wiedergabe bestimmt. Die Arbeit mit Überblendungseffekten, Text- und Logoanimationen sind hierbei ebenso Standard wie der sorgfältige Abgleich des zeitlichen Ablaufes auf die Reaktionszeiten der Betrachter.

### **INTERAKTIVE ANWENDUNGEN**

Im Gegensatz zur selbstablaufenden Präsentation und Demos kann der Benutzer bei interaktivem Multimedia aktiv in den Ablauf des Geschehens eingreifen. Die Steuerung des Ablaufes und der Verzweigungs-, Ebenen und Menüstruktur wird durch nach Kundenvorgaben umgesetzt. Bei Bedarf können Datenbanken (Texte, Bilder, Klänge, Videos), Betrachter und Formulargeneratoren eingebunden werden. Jeder Nutzer kann den Dialog mit dem Programm intuitiv und ohne die Inanspruchnahme von Hilfesystemen und Handbüchern führen.

### **WEITERE ANGEBOTE**

- Verleih von Monitoren, Projektionsflächen, Laserbeamern, Projektoren, LCD-Displays, Audiosystemen und PCs.
- Herstellung von Präsentationen, Multimedia-Kataloge und Programme auf CD oder Disketten in kleinen und mittleren Serien. Das Layout und die Herstellung von Etiketten und Verpackungen sind Teil der Leistung.
- Produktion von Image-Broschüren, Produktprospekte oder -mappen (incl. Satz und Layout, Druckvorbereitung und Druck in unserer Hausdruckerei).

### **IHR PERSÖNLICHER MULTIMEDIA-ARBEITSPLATZ**

- Konfigurierung und Lieferung optimierter Multimedia-Arbeitsstation oder Aufrüsten vorhandener PCs.
- Software zu Rendering, Animation, Bild-, Ton- und Videobearbeitung sowie Autorensysteme.
- Hard- und Softwaresupport bei Problemen, Hotline, Update-Infoservice.
- Training/Konsultationen zur Arbeit mit Multimedia-Software - auch direkt am Arbeitsplatz und am Kundenprojekt.



# MULTIMEDIA-PRÄSENTATION ZUM AKTIONSKÜNSTLER JOSEPH BEUYS

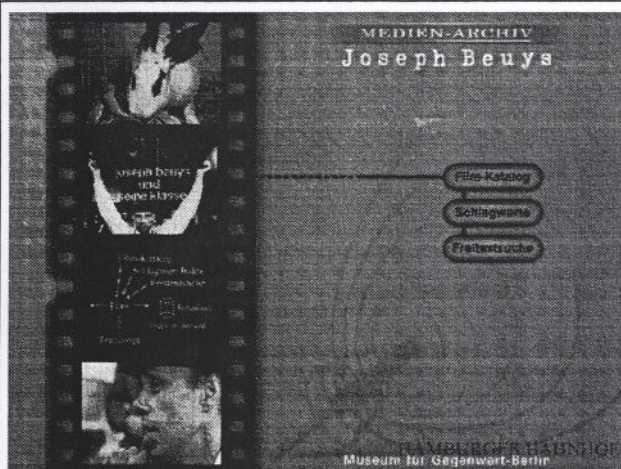
## LuRaTech GmbH

Dipl.-Ing. Michael Thierschmann (Geschäftsführer)  
Rudower Chaussee 5 (im IGZ) • 12489 Berlin  
Telefon: 030/6392 6370, Telefax: 030/6392 6371  
e-mail: [luratech@luratech.de](mailto:luratech@luratech.de) • <http://www.luratech.de>

Die LuRaTech GmbH hat im Auftrag der Staatlichen Museen zu Berlin Preußischer Kulturbesitz ein digitales Video-Archivsystem zum Aktionskünstler Joseph Beuys erstellt.

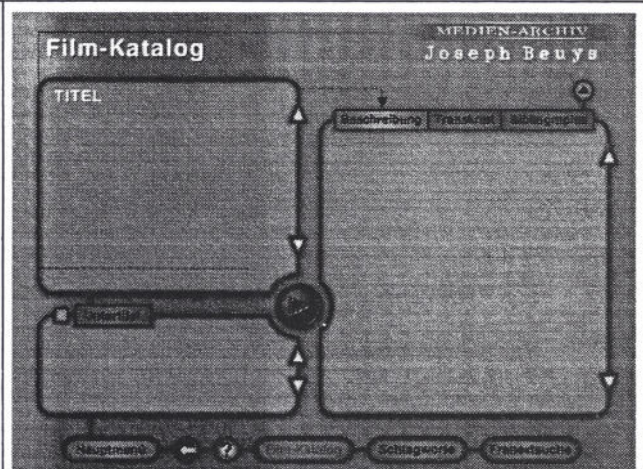
Es handelt sich um ein vernetztes, PC-basiertes System bestehend aus:

- **vier parallel zu betreibenden Abspielstationen**, die im Museum für Gegenwart Berlin im Hamburger Bahnhof für den Besucher zugänglich sind,
- **einem Video-Server**, auf dem die digitalisierten und MPEG-kodierten Videos sowie die SQL-Datenbank abgelegt sind, und
- **einem Redaktions-System** mit einer speziellen Software-Lösung zur Bearbeitung, Neuaufnahme und Erschließung der Videosequenzen.



### Eröffnungsscreen:

Der Besucher hat die Möglichkeit, auf das Video-Archiv sowohl über die Titelauswahl (Filmkatalog), über die Schlagwort- als auch Freitextsuche zuzugreifen und Videofilme oder Sequenzen seiner Wahl abzuspielen.



### Filmkatalog-Auswahlscreen:

Der Besucher erhält eine Liste der Filmtitel mit zusätzlichen Informationen (Jahr, Spieldauer, etc.). Er kann für einen ausgewählten Film Detailinformationen abrufen sowie den Film abspielen.

**LuRaTech  
Multimedia-  
Systeme**



### Unsere Leistungen:

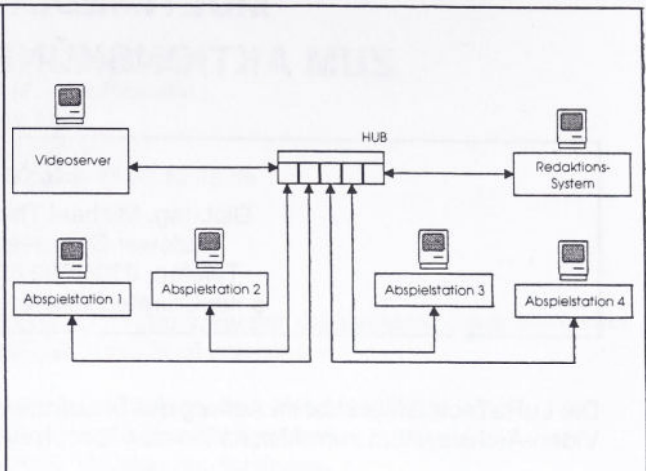
- Konzeption und Realisation
- Multimedia-Informations- u. Präsentationssysteme (POI)
- Video-Archiv-Systeme für PC-basierte Client-Server-Anwendungen
- MPEG-Kodierung
- Datenbank-Anbindung





#### Redaktionssystem:

Film-Verschlagwortung mit dem Redaktionssystem: Der Screen ermöglicht die Verschlagwortung eines in das Archiv aufzunehmenden Films. Nach der Eingabe des Filmtitels, der Archivnummer und der Klassifizierung kann die weitere redaktionelle Bearbeitung des Titels erfolgen.



#### System-Konfiguration:

Der Zugriff auf den Video-Server (PentiumPro) erfolgt mittels Fast-Ethernet-Vernetzung (100 Mbit/s) über ein sog. Twisted-Pair-Hub. Die Neuaufnahme und die Aktualisierung der Video-Daten wird am Redaktionssystem vorgenommen.

**LuRaTech**  
Multimedia-  
Systeme



#### Unsere Leistungen:

- Konzeption und Realisation
- Multimedia-Informations- u. Präsentationssysteme (POI)
- Video-Archiv-Systeme für PC-basierte Client-Server-Anwendungen
- MPEG-Kodierung
- Datenbankankbindung



## CD-ROM Martin Luther 1483 - 1546

Eine CD-ROM der **mib** über das Leben und Wirken Martin Luthers mit Texten von Helmar Junghans .  
In Zusammenarbeit Lutherhalle Wittenberg, gefördert von der IBM Deutschland.

## Der Produzent

Das Team der **mib** GmbH hat sich seit 1992 in einer Reihe von Arbeiten die Aufgabe gestellt, neue Formen der digitalen Transformierung des überlieferten Wissensbestandes zu erarbeiten.

**mib** GmbH, Chausseestr. 123, 10115 Berlin - Mitte

(Zusammenarbeit mit dem MedienInstitut am Museumspädagogischen Dienst Berlin und dem MedienLabor für kommunikative Strategien e.V.)

tel.: 030/ 283 97 466

fax: 030/ 282 61 83

email: [mib@contrib.de](mailto:mib@contrib.de)

internet: <http://www.is.in-berlin.de/~mib/>

Die CD-ROM gliedert sich in die Bereiche: Kapitel, Rubriken, Themen und Trickfilm.

**Acht Kapitel** bilden den Roten Faden der CD-ROM. Sie laden dazu ein, das Leben Luthers und seinen Werdegang als Reformator kennenzulernen.

Textverweise ermöglichen es, Quellen in den Rubriken anzuwählen.

## Die Kapitel:

Kindheit und Studium

Mönch, Romreise, Theologieprofessor

Ablaß, Bann und Acht

Ausbreitung des Evangeliums

Luthers Alltag

Werden einer evangelischen Kirche

Kampf zwischen Gott und Teufel

Luthers letzte Reise

**Acht Rubriken** erlauben von den Kapiteln aus, tiefergehende Wissensbereiche und historische Quellen zu erforschen.

## Die Rubriken:

Bilddokumente, Biographien, Erläuterungen,

Musikdokumente, Rezeption, Stätten,

Textdokumente, Zeitgeschichte.

**Acht Themen** eröffnen in Ergänzung zum historischen Luther eine spielerisch angelegte Auseinandersetzung mit der Zeit:

## Die Themen:

Spielzeug, Reisen, Fegefeuer, Buchdruck, Engel,

Leser, Alchemie, Leben und Tod.

Unterhaltsam zeigt eine Trickfilmanimation - begleitend zu den Kapiteln - Stationen aus Luthers Leben.

## Die CD-ROM enthält:

Über 1000 historische Bild- und Textdokumente

Dokumente aus der Lutherhalle zu Wittenberg

Trickfilmanimation

Soundeffekte

3D-Animation

Quellenindex

Eigens für die Produktion komponierte Musik

Von Schauspielern gesprochene Luthertexte

## Lauffähig unter:

MacOS, Windows, OS/2

Preis: 59,- DM

ISBN 3-9805486-0-0



**CD-ROM Bauen im Licht - Das Glashaus von Bruno Taut**  
**Arthur Engelbert, Markus Ramershoven, Angelika Thiekötter**

Eine CD-ROM der **mib** über das das Glashaus des Architekten Bruno Taut in Zusammenarbeit mit dem Werkbund-Archiv Berlin, Martin-Gropius-Bau.

**Der Produzent**

Das Team der **mib** GmbH hat sich seit 1992 in einer Reihe von Arbeiten die Aufgabe gestellt, neue Formen der digitalen Transformierung des überlieferten Wissensbestandes zu erarbeiten.

**mib** GmbH, Chausseestr. 123, 10115 Berlin - Mitte  
 (Zusammenarbeit mit dem MedienInstitut am Museumspädagogischen Dienst Berlin und dem MedienLabor für kommunikative Strategien e.V.)

tel.: 030/ 283 97 466      fax: 030/ 282 61 83  
 email: [mib@contrib.de](mailto:mib@contrib.de)      internet: <http://www.is.in-berlin.de/~mib/>

**Das Glashaus**

Bruno Tauts Glashaus kommt dem Medium digitaler Rekonstruktion und Dekonstruktion auf besondere Weise entgegen. Seine materielle Existenz währte nur wenige Wochen im Sommer 1914, wo das Glashaus - eher beiläufig - als Reklamepavillon der Glasindustrie auf der Deutschen Werkbund-Ausstellung in Köln fungierte. Den Weltkrieg hat der Bau noch als geplündertes Betonskelett überdauert und wurde dann gesprengt.

Viel ist von dem Bauwerk nicht übriggeblieben, doch gilt es heute als Inkunabel der klassischen Moderne in der Architektur.

**Bauen im Licht**

Es gibt einen Baukasten mit farbigen Glassteinen von Bruno Taut. Dieser Spielkasten ist für kleine und große „Architekten“ gleichermaßen benutzbar. Die kleinen können mit bunten Steinchen Figuren zusammenfügen und ihren Phantasien nachgehen. Die großen dagegen schauen auf die kleinen Kugeln, Kuben, Quader und Polyeder und denken über die glasklare Ordnung nach, die dem Bauen zugrunde liegt.

Gestalten mit Licht, Farbe und Klang liegt auch dem Aufbau der Computeranimation zugrunde: die drei Bereiche „Rundgang“, „Geistergespräch“ und „Atlas“ visualisieren begehbbare, denkbare oder verknüpfbare Räume.

**Geistergespräch**

In einem unendlichen Raum schweben Geister und ihre Texte. Kreisende Kurz-Texte erscheinen, wenn der Mauszeiger einen Geist berührt. Mit „Klick“ - „Rollen“ - „Klick“ lassen sich einzelne Geister-Texte sortiert nach Autoren, Stichworten oder der Spur bereits gerufener Texte finden.

**Rundgang**

Im Rundgang sieht man in der Bildmitte eine Kamerafahrt (Film) durch das virtuelle Glashaus. Um das Filmfenster herum wechseln Bildausschnitte. Auf „Klick“ erscheint das ganze Bild mit zusätzlichen Informationen und Sprechertexten.

**Atlas**

Im Atlas sind zwölf Motiv-Ketten mit jeweils zwölf Motiven dem Glashaus von Bruno Taut gegenübergestellt. Auf vier verschiedene Weisen kann man zwischen den Motiven wechseln und Formverwandtschaften erschließen.

Lauffähig unter:

MacOS, Windows, OS/2

deutsch, english

Preis: 69,- DM

ISBN 3-88375-253-3.



**DISKUS**  
**Digitales Informations-System für Kunst- und Sozialgeschichte.**  
**CD-ROM-Edition 1995-1996**

Dr. Andreas Bienert  
 Staatliche Museen zu Berlin - Preußischer Kulturbesitz  
 Stauffenbergstraße 41  
 10785 Berlin  
 Telefon: 030/2662973, Telefax: 030/2662958

Unter dem Namen DISKUS haben deutsche Museen, Denkmalämter, Archive, Forschungs- und Universitätsinstitute - gefördert von der Volkswagen-Stiftung - eine Datenbank zur Kunst in Deutschland aufgebaut, die am Deutschen Dokumentationszentrum für Kunstgeschichte (Bildarchiv Foto Marburg) redaktionell betreut wird. Aus dieser Datenbank werden ausgewählte Museumsbestände auf CD-ROM veröffentlicht. Die vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten des neuen Mediums sollen Wissenschaftlern und interessierten Laien einen umfassenden Zugang zu den Sammlungen bieten und neue Wege bei der Erschließung von Museumsbeständen vorbereiten.

Die Staatlichen Museen zu Berlin - Preußischer Kulturbesitz haben sich an dieser Reihe bisher mit zwei Publikationen beteiligt:

**Italienische Zeichnungen vom 14. bis 18. Jahrhundert im Berliner Kupferstichkabinett**

Herausgegeben vom Kupferstichkabinett, Berlin, DM 148,00 (bei Bestellung im Museum DM 98,00). K G SAUR Verlag, München, ISBN 3-598-40305-4

**Die Gemälde der Nationalgalerie**

Herausgegeben von der Nationalgalerie, Berlin DM 148,00 (bei Bestellung im Museum DM 98,00). K G SAUR Verlag, München, ISBN 3-598-40308-9

Die CD-ROM des Kupferstichkabinetts umfaßt ca. 2000 italienische Zeichnungen, die den Kernbestand der sogenannten I. Garnitur der Sammlung bilden. Darunter ein Konvolut von 230 Zeichnungen früher italienischer Meister vom Trecento bis zum späten Quattrocento, 850 Zeichnungen der Raffael-Nachfolge, des Römischen Manierismus und der Venezianischen Schule von Tizian bis Veronese sowie mehr als 700 Zeichnungen des Barocks und der venezianischen Kunst des 18. Jahrhunderts von Tiepolo bis Canaletto und Guardi. Die CD-ROM der Nationalgalerie kann als erster vollständiger Katalog ihrer Gemälde gelten. Über 3.600 Werke des 19. und 20. Jahrhunderts der vereinigten Sammlung, die in der Alten und Neuen Nationalgalerie, in der Galerie der Romantik und künftig auch im Hamburger Bahnhof gezeigt werden.

Sämtliche Bilder sind in einer brillanten Auflösung und Farbqualität gespeichert, die an einem gewöhnlichen Computer-Monitor weit über den reinen Wiedererkennungswert hinausgeht und selbst gewisse Vergrößerungen zuläßt. Jedes abgebildete Werk wird von einer außerordentlich differenzierten Dokumentation begleitet, die nicht nur den Künstler, die Materialien oder die Technik erschließt, sondern auch die Provenienz und die Quellen- und Sekundärliteratur. Darüberhinaus integrieren die CD-ROMs verschiedene wissenschaftliche Standardwerke, die für die inhaltliche Erschließung und die sachgerechte Suche hilfreich sein können: das MIDAS-Handbuch mit den Ansetzungsregeln für kulturwissenschaftliche Informationen, den Iconclass-Browser für die Verschlagwortung ikonographischer Themen und Sachverhalte sowie die einschlägigen Artikel aus dem Allgemeinen Künstlerlexikon (AKL).\*

\* Iconclass, an iconographic classification system, 17 Bde., Amsterdam, 1973-1985. / MIDAS Marburger Informations-, Dokumentations- und Administrations-System. ed. L. Heusinger, 3. überarb. Aufl., München, 1994.

**Bezugsadressen:** über den Buchhandel oder direkt in den Museen: Staatliche Museen zu Berlin - Preußischer Kulturbesitz, Stauffenbergstr. 41, 10785 Berlin. FAX 030-266 2969



**Das Museums-Inventarisierungs-System „MUSYS“  
der DYNIX / MDIS GmbH**

**Die DYNIX / MDIS Hauptverwaltung:**

Große Elbstraße 143 a, 22767 Hamburg  
Telefon: 040 / 30 68 48 -0, Telefax: 040 / 38 13 51  
e-mail: desk@de.dynix.com

Die DYNIX / MDIS GmbH präsentiert Ihnen das auf dem Client/Server-Prinzip basierende integrierte Museums-Inventarisierungs-System „MUSYS“ in einem kurzen Überblick:

- Ergonomische, graphische Systemoberfläche mit Multimediaunterstützung
- MIDAS-gerechte Inventarisierung von Museums-Objekten
- Verwaltung von Normdateien (kontrollierte Datenerfassung)
- benutzerfreundliche Recherche-Masken
- Spezial-Recherchen (Dienstrecherche, aspektgruppenspezifische Recherche)
- integrierte CD-ROM-Recherche (IKD) mit Datenimport
- Flexible Definition von Druckausgaben (Sortierung, Formatierung)
- Datenaustausch im DISKUS-Verbund (Foto Marburg) und mit Fremdsystemen
- Schnittstellen zu Textverarbeitung, Bilddatenbanken

Gerne führen wir Ihnen „MUSYS“ auf unserem Ausstellungsstand ausführlicher vor.

Wir freuen uns auf Ihren Besuch.

Ihre DYNIX / MDIS GmbH



## EDV - ANWENDUNGEN IN DER RESTAURIERUNG

Roger Kossann • Restaurator

Stader Str. 35 • D-28205 Bremen

Tel: +49 (0) 421 - 49 88 80 9

Fax: +49 (0) 421 - 43 47 46

Mitglied in der Arbeitsgemeinschaft der Restauratoren  
und im Deutschen Verband freiberuflicher Restauratoren

In der Restauratorenpraxis hat schon seit ein paar Jahren die EDV Einzug gehalten, meistens jedoch nur als Ersatz für die Schreibmaschine, um Dokumentationen zu erstellen. Mit unseren Beispielen möchten wir aufzeigen, welche Anwendungen wir nutzen, als Dienstleistung anbieten und welche Möglichkeiten sich daraus ergeben können.

Die digitale Bildverarbeitung bildet mit Abstand unter den EDV-Anwendungen die vielfältigste Nutzung. Auch Historiker und Restauratoren sind auf visuelle Eindrücke angewiesen. Bevor Eingriffe am Objekt selbst vorgenommen werden, können diese am Computer simuliert werden und so bei der Maßnahmenfindung ein weiteres wichtiges Hilfsmittel sein.

Um ein Objekt am PC digital zu bearbeiten, müssen die Daten natürlich in digitaler Form zugänglich sein. Die betreffenden Möbel sind bei uns in der Werkstatt herkömmlich photographiert worden. Über einen Dienstleister wurden die Photonegative auf eine Kodak® Master Photo CD gescannt. Das Speichervolumen einer solchen Kodak® Photo CD entspricht zur Zeit 100 Scans bei Höchstauflösung 16Base. Nach dem Scanvorgang liegen auf der CD pro Negativ ein Image Pack vor das fünf Auflösungen enthält.

Tabelle: Auflösungen, Dateigrößen und druckrelevante Abmessungen einer Kodak® Master Photo CD:

Base	Bildpunkte	Dateigröße		Größe im Druck in cm
		RGB	CMYK	
Base/16	126 x 192	71 KB	95 KB	1,08 x 1,63
Base/4	256 x 384	288 KB	384 KB	2,17 x 3,25
Base	512 x 68	1,2 MB	1,6 MB	4,33 x 6,50
4Base	1024 x 1536	4,5 MB	6 MB	8,67 x 13,00
16Base	2048 x 3072	18 MB	24 MB	17,34 x 26,00

Nach der oben beschriebenen Digitalisierung kann mit der Bildbearbeitung am PC begonnen werden. Mit unserem Equipment arbeiten wir im Bereich der 4Base und 16Base Auflösungen.

Ein Beispiel für die digitale Bildbearbeitung ist der Schreibschrank aus dem Historischen Museum in Verden. Das Möbel war in einem sehr desolaten Zustand in unsere Werkstatt gekommen, da schon mehrere unsachgerecht ausgeführten Überarbeitungen stattgefunden haben und jetzt die noch vorhandene Substanz konserviert werden sollte. Die notwendigen konservatorischen Arbeiten wurden ausgeführt, sollen aber hier nicht näher erläutert werden. Hinter den Aufsatztüren war ursprünglich eine Schubladeneinteilung, die wohl bei einer der zahlreichen Überarbeitungen entfernt wurde. Auch fehlte die Tapete im ganzen Aufsatzkorpus und die große Schublade im Schreibfach. Da dieses Möbel in den Schauräumen des Museums geschlossen präsentiert wird, sollten keine Veränderungen hinter den Aufsatztüren und im Schreibfach erfolgen. Um nun aber doch einen Eindruck zu bekommen wie der ursprüngliche Zustand ausgesehen hat, haben wir am PC mittels eines Bildbearbeitungsprogrammes diesen Zustand simuliert. Die fehlenden Schubladen wurden rekonstruiert und die Tapete der Türinnenseiten auf die übrigen Korpusteile übertragen. Gleichzeitig wurde die Bildretusche auch benutzt, um störende Details, die beim Photographieren mit auf das Bild gekommen sind, zu beseitigen.



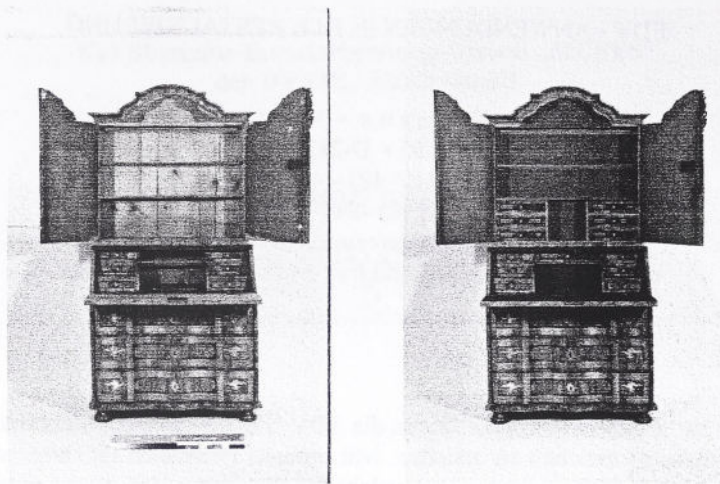


Bild links: Schreibschrank aus dem Historischen Museum im Domherrenhaus der Stadt Verden nach der Restaurierung. Oben ist die Papprolle der Photorückwand und im Vordergrund die Kodak® Grau- und Farbkarte, die als Hilfsmittel für die Farbgenauigkeit benötigt wird, mit photographiert. Die fehlenden Schubladen sowie die Tapete im Aufsatz sollten nicht ergänzt werden, da das Möbel mit geschlossenen Türen und geschlossener Klappe in der Ausstellung präsentiert wird.

Bild rechts: Schreibschrank wie links nach der digitalen Bildbearbeitung. Die Schubladen und Tapeten sind mittels der Bildretusche ergänzt. Nach der Retusche sind die Kodakkarten und die Photowandreste entfernt worden. Der Besucher im Museum hat jetzt eine Vorstellung, wie sich das Möbel ursprünglich dargestellt hat, ohne das größere Eingriffe am Möbel selbst stattgefunden haben.

Eine in dieser Weise simulierte Restaurierung kann von den jeweiligen Entscheidungsträgern als Hilfe für die Entscheidungsfindung einer Maßnahme sein. Natürlich nur ein weiteres Hilfsmittel neben den gängigen herkömmlichen Untersuchungsmethoden. Auch besteht die Möglichkeit auf bestimmte restauratorische Eingriffe ganz zu verzichten, den überlieferten Zustand zu belassen und den wohl ursprünglichen Zustand, der sich durch die Untersuchungen begründet anhand von Photographien, Druckerzeugnissen, Diashows, Videofilmen und/ oder Computeranimationen einem breiteren Publikum zu vermitteln. Viel mehr Informationen könnten so über ein Objekt zugänglich gemacht werden.

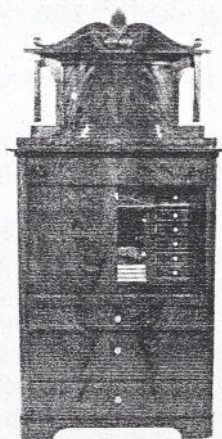
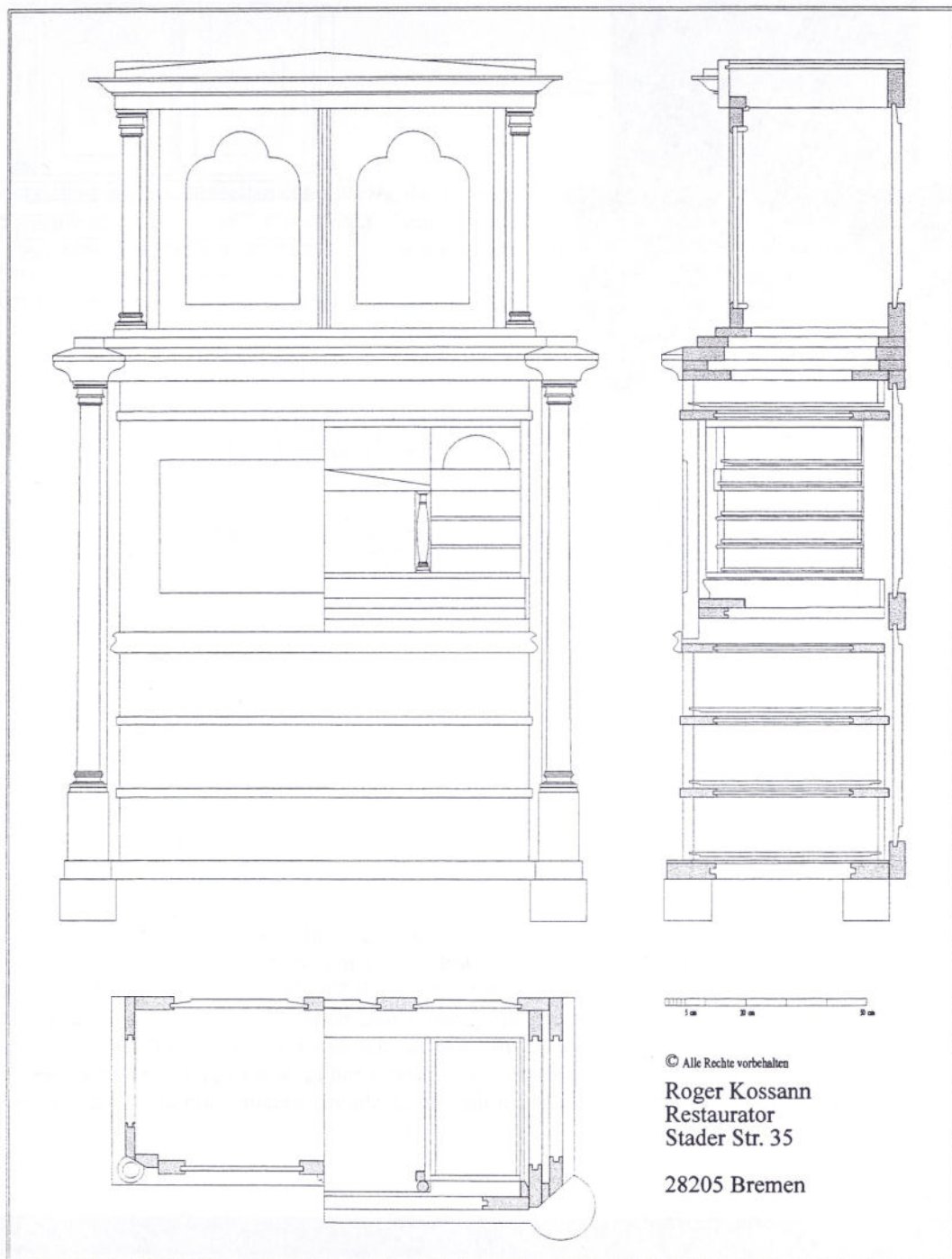


Bild: Sekretär mit Aufsatz aus dem Braunschweigischen Landesmuseum. Durch Bildmontage ist hier das Möbel gleichzeitig mit geschlossener und mit geöffneter Schreibklappe zu betrachten.



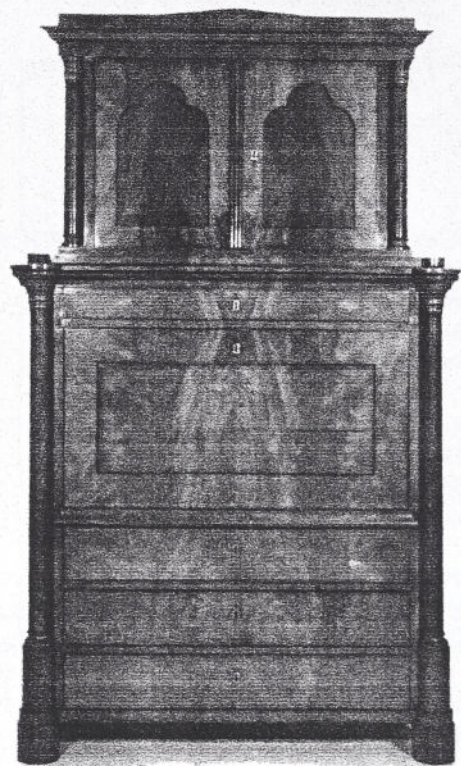
An dem Sekretär mit Aufsatz zeigen wir, wie sich die Bildbearbeitung für neue Darstellungsarten nutzen läßt. Zusätzlich läßt sich die sehr publikumsträchtige Voher/Nachher Darstellung eines Objektes sehr einfach in einen Bild realisieren, indem man das Vorherphoto mit dem Nachherphoto durch jeweils eine Bildhälfte zu einem Bild zusammenfügt.

Eine weitere EDV-Anwendung in der Restaurierung ist die Nutzung des PC als Zeichengerät. Ein Schreibschrank aus Bremen, der als Meisterstück identifiziert wurde, ist während der Restaurierung in unserer Werkstatt weitestgehend zerlegt worden und konnte so genau vermessen werden. Immer wieder haben wir in der Restauratorenpraxis das Problem, ein Meisterstück ist identifiziert, aber kein dazugehöriger Riß überliefert. Oder ein Riß zum Meisterstück ist überliefert, aber nicht das dazugehörige Möbel. In unserem Fall ist ein Meisterstück überliefert und wir haben eine Zeichnung in Form der Bremer Meisterrisse aus der ersten Hälfte des 19. Jhdt. am PC nachempfunden (siehe folgende Zeichnung).

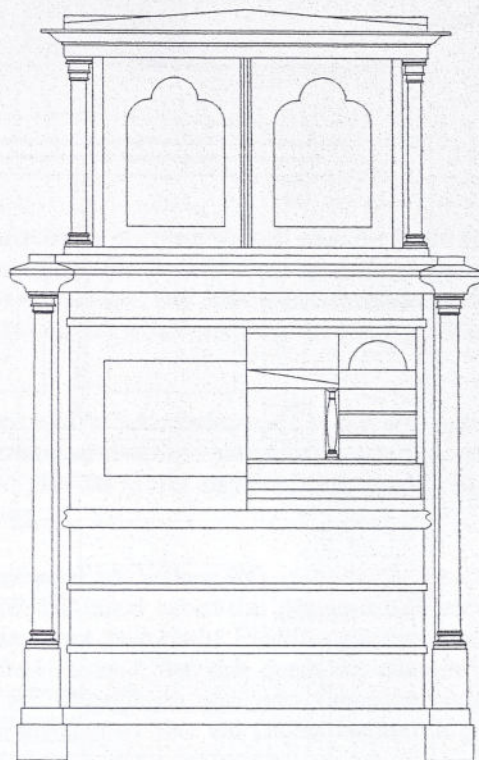




Liegt die Zeichnung erst einmal in digitaler Form auf dem PC vor, erschließen sich viele Möglichkeiten. Wir haben die erstellten Frontansicht der Zeichnung dem Photo des Meisterstückes maßstabgerecht gegenübergestellt. In den Schau-räumen im Museum wäre es möglich aus dieser Zeichnung ein Plakat im Maßstab 1:1 dem Originalmöbel gegenüber-zustellen.



Sekretär mit Aufsatz. Als Bremer Meisterstück identifiziert. Das Möbel ist größtenteils vom Hintergrund freigestell.



Sekretär wie links. Hier ist aus dem Meisterriß (siehe Vorseite) die Frontansicht herausgenommen und maßstabgerecht dem Original gegenübergestellt.

Die letzte EDV-Awendung, die wir hier vorstellen, deckt nicht nur das Umfeld einer Restaurierung ab, sondern greift als Arbeitsmittel direkt in die Restaurierung ein. Auf der Deckplatte eines Schreischrankes aus der ersten Hälfte des 19.Jhdt. fehlte die Galerie. Anhand der überlieferten Spuren und durch Vergleichsstücke aus der Fachliteratur wurden die fehlenden Galerie Teile am PC mit einem Zeichenprogramm rekonstruiert. Anschließend wurden entsprechende Holzbretter in der Werkstatt vorbereitet. Die Ausschnitte, die für die endgültige Form notwendig waren, führte ein Laserschneidgerät durch. Die Daten, die für die Steuerung des Laser benötigt wurden, konnten direkt aus der digitalen Zeichnung übernommen werden. Das heißt, die Daten der digitale Zeichnung steuerten direkt das Laserschneidgerät.



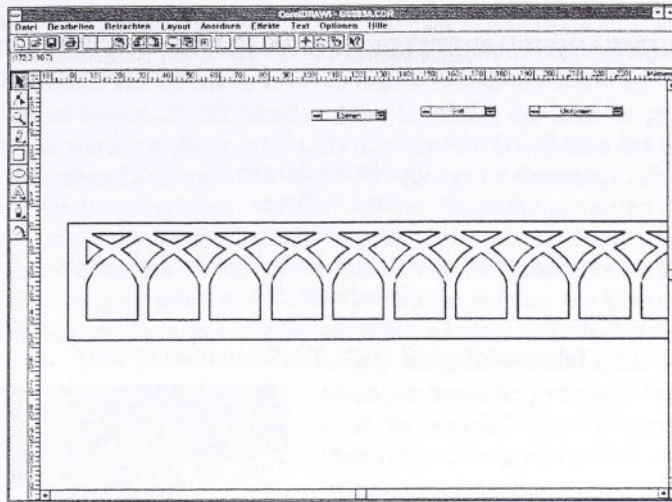
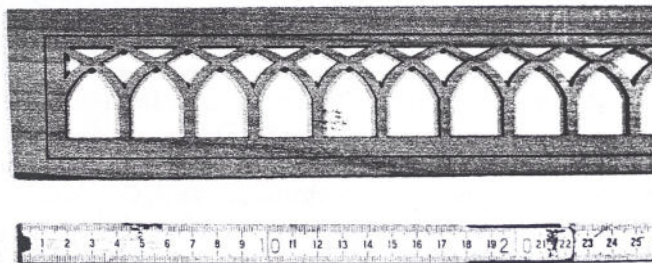


Bild oben: Zeichnung eines fehlenden Galerieteils, das so oder ähnlich ursprünglich auf der Deckplatte eines Sekretärs angebracht war. Diese mit einem Zeichenprogramm am PC erstellte Zeichnung hat ein Laserschneidgerät gesteuert, das aus dem Holz das Muster herausgeschnitten hat.

Bild unten: Das durch den Laser fertig ausgeschnittene Teil (in einer Teilansicht).



Die vorangestellten Beispiele zeigen nur einen Teil der Möglichkeiten, die sich durch die Bearbeitung am PC ergeben und die wir realisieren. Wir stehen Ihnen gern für Rückfragen zur Verfügung. Eine Mappe mit Farbausdrucken kann bei uns gegen Schutzgebühr bezogen werden. In dieser Mappe sind noch weitere Beispiele auch aus anderen Bereichen wie der Denkmalpflege und der Gemälderestaurierung mit Beispielen aufgezeigt.



# CHEMICAL MAPPING - DIE METHODE FLÄCHENHAFTER DARSTELLUNG VON ELEMENTVERTEILUNGEN AN BEIPIELEN FRISCHER UND VERWITTERTER GESTEINE

Wiebke Hachmann

Gerd F. Tietz

Janio Victor

Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität

Bundesstr. 55

20146 Hamburg

Telefon: 040/4123 5042, Telefax: 040/4123 5007

Zerstörungsfreie chemische Analysen von Gesteinsdünnschnitten in einer Gerätekombination aus Elektronenrastermikroskop (REM) und angeflanschem energiedispersivem Röntgensystem (EDX) gehören heute zum Standard umfassender Gesteinsuntersuchungen. Seit Entwicklung dieser Untersuchungsmethodik gibt es unter den Anwendern lebhaft und kontrovers geführte Diskussionen über die Quantifizierbarkeit derartiger Analysen. Durch zunehmende Verfeinerung der REM Optik und auf EDX Seite durch Optimierung der physikalischen Korrekturverfahren und fortschreitende Entwicklung in der Computertechnologie während der vergangenen (ca.) 15 Jahren ist diese Diskussion sachlich inzwischen überholt, hält sich aber immer noch lebendig; nur hat sie mehr und mehr den Charakter eines Glaubenskrieges angenommen. Die angesprochene Entwicklung auf dem Gerätesektor hat aber auch dazu geführt, daß die „alte“ Methode der Röntgenverteilungsbilder (zahlreiche Artikel z.B. in *Submicroscopy of soils and weathered rocks*, 1981) abgelöst wurde durch eine hochtechnisierte Kombination farbcodierter Elementverteilungsbilder, die in Layer-Technik übereinander gelegt, einen ähnlichen Eindruck vermitteln wie Fotos von Gesteinsdünnschliffen unter polarisiertem Licht; nur zeigen jetzt gleiche Farbfelder nicht Minerale gleicher optischer Orientierung an, sondern die Dominanz des entsprechend farbcodierten Elementes. Dabei ist eine Quantifizierung der Elementkonzentration weitgehend uninteressant, eine Ableitung als niedrig - mittel oder hochkonzentriert in Abhängigkeit von der Farbintensität reicht für umfassende Aussagen. Der Zweck derartiger Untersuchungen ist nicht die Erfassung der absoluten Gehalte selektierter Elemente sondern deren flächenhaftes Auftreten. Daraus lassen sich Hinweise auf die genetische oder diagenetische Entwicklung des Gesteins ziehen. Im Vergleich zu Bildern petrographischer Dünnschliffe gibt es bei der Methode des CHEMICAL MAPPING keine durchsichtigen oder undurchsichtigen Minerale. Auch in verwitterten Gesteinsanschnitten wirkt eine Verbraunung durch Goethit nicht länger als „verhüllender Vorhang“, der das Elementspektrum anderer Sekundärminerale überdeckt. Auch niedrige Doppelbrechung schlecht kristallisierter Neubildungsminerale oder amorpher Krusten ist nicht länger ein Hindernis in der exakten Ausdeutung von Mineralphasen in ihrer petrographischen Anordnung.

## Methode:

Mit diesem Aufsatz soll die Methode des CHEMICAL MAPPING an Beispielen verschiedener Gesteine vorgestellt werden. Der analytische Aufwand zur Erstellung derartiger Bilder ist mit durchschnittlich 20 Stunden sehr hoch und verlangt ein sorgfältiges Abwägen welches Areal welcher Probe auffällige und für die weitere Untersuchung förderliche Aussagen erwarten läßt. In unserer nunmehr ca. einjährigen Praxis im Umgang mit dieser Methode haben wir ein praktikables Arbeitsschema entwickelt, das wir hier aufzeigen wollen. Doch zuvor muß betont werden, daß CHEMICAL MAPPING zwei unabdingbare Voraussetzungen auf der Geräteseite fordert:

- 1: eine sehr hohe interne Stabilität des Rastermikroskopes (Position des Elektronenstrahls)[z. B. CamScan],
- 2: Standfestigkeit der EDX-Software [z.B.EDITOR von CamScan]

Zu Beginn einer Untersuchung wählen wir die eigentliche Untersuchungsfläche einer horizontal orientierten Probenfläche über das BEI-Signal (= Rückstreu-Elektronen-Signal) aus. Bei Orientierung der Probenfläche senkrecht zum Primärstrahl und parallel zum Robinson-Detektor entspricht der Grauwert des BEI-Signals der Ordnungszahl des Elementes: je höher, desto heller wird das Signal. Im nächsten Schritt liefern uns einige Spot-Analysen Informationen über das auftretende Elementspektrum. Nachdem aus diesem Spektrum interessierende Elemente (max. 16) ausgewählt wurden, wird das Rastermikroskop in den Spot-Modus geschaltet und die Steuerung des Gerätes an den EDITOR übertragen. In einer speziellen Map-Mode steuert der EDITOR den REM-Spot über eine voreingestellte Rasterfläche. Für Standarduntersuchungen

---

BISDOM, E.B.A. (Ed.) 1981: *Submicroscopy of soils and weathered rocks.- 1st workshop of the International working group on submicroscopy of undisturbed soil materials (IWGSUSM) 1980*, Wageningen, The Netherlands, PUDOC, Centre for Agricultural Publishing and Documentation, 320 S.



reichen 640 x 512 Pixel. An jeder Pixel-Position werden während einer vorgewählten Dwell-time von 100 - 160 msec Element-Counts gezählt. Bei einer Zählrate von 2.000 - 2.500 cts/sec liegt die Totzeit des Röntgendetektors in der Größenordnung von 25 - 30 %. Bei einer Zählzeit (lifetime) von 100 msec benötigt das Gerät ca. 15 Stunden zur Erfassung der Rasterfläche, bei 160 msec sind es bereits 20 - 22 Stunden. Eine Erhöhung der Zählzeit gibt eine bessere Farbtiefe und Elemente niedriger Konzentration werden sicherer erfasst, da über längere Dwell-time das Signal-Rausch-Verhältnis verbessert wird. (s.u.) Die aufgenommenen Zählpulse der charakteristischen (= elementspezifischen) Röntgenstrahlung werden im PC als Element-Layer zwischengespeichert. Vor der weiteren Bearbeitung müssen diese Daten als Element-Files gespeichert werden. Vor dem Speichern muß die Farbtiefe (normal sind 8 bit, bis 16 bit sind möglich) visuell eingestellt werden: **schwarz** steht für „nicht vorhanden“, **weiß** steht für „in hoher Konzentration vorhanden“. Die abgespeicherten Files können jetzt nebeneinander arrangiert oder übereinander kombiniert werden. Ein Übereinander ist nur sinnvoll, wenn zuvor die Elemente farbcodiert wurden. Derartige Vielfarbenbilder sind nicht einfach übereinanderliegende Layer (wie bei

Fig. 1: Vergleich der Fe-, Ti- und V-Layer



einigen anderen Systemen, bei denen undefinierbare Farbmischungen entstehen) sondern das EDITOR System wählt per Pixel die jeweils höchste Konzentration als farbgebend aus. Dadurch werden grundsätzlich Farbmischungen vermieden, allerdings werden mittlere und geringe Konzentrationen von Elementen hoher Konzentrationen gadenlos überdeckt: kombiniert man (z.B.) Silizium mit Calcium in Plagioklasen, so wird Si absolut dominierend sein. Um diese Situation zu vermeiden, sollte man nur Elemente etwa gleicher Konzentration zu Farbbildern kombinieren, in einem Arrangement von vier Einzelbildern nebeneinander (vgl. Beispiele) spielen Konzentrationsunterschiede keine Rolle. Kombiniert man jedoch in Plagioklasen Calcium mit Kalium so lassen sich interne Verwachsungen besser erkennen als in einem excellent präparierten Gesteinsdünnschliff.

Wir dürfen an dieser Stelle jedoch nicht in Euphorie verfallen, denn es lauern Fallen der Fehlinterpretation: die begrenzte Energieauflösung qualitativer EDX-Analysen bedingt gewisse Element-Peak-Überlappungen (GOLDSTEIN et al., 1992). In einer quantitativen EDX-Analyse gibt eine lifetime von > 150 sec genügend statistische Daten zu einer guten Peak-Korrektur. Beim CHEMICAL MAPPING sind aber nur Zählzeiten im Bereich von 100 - (max.) 300 msec realistisch. Damit lassen sich jedoch keinerlei statistische Korrekturen durchführen. Besonders vorsichtig muß man daher bei benachbarten Elementen ähnlicher oder annähernd ähnlicher Auslösungsenergie sein (etwa Ti - V - Cr - Mn - Fe - Co, [GOLDSTEIN et al., 1992]). Zur Veranschaulichung diene nebenstehendes Bild (Fig. 1), es ist ein Ausschnitt aus dem Beispiel der Fig. 3 (s.u.): es zeigt eine Magnetit- Ilmenit Verwachsung.

#### Das obere Bild:

zeigt eine realistische Titan-Verteilung: viel Ti im Ilmenit (= helle Punktareale), Spuren in den Biotit-Arealen (= dunkelgraue Punkte, s. Fig. 3).

#### Das mittlere Bild:

zeigt die Eisen-Verteilung, wobei dunkleres Grau für Biotit steht,

Mittelgrau ist Ilmenit und Hellgrau sind die Magnetitareale.

#### Das untere Bild:

zeigt die (angebliche) Vanadium-Verteilung mit hellgrauen Bereichen, die den Ilmenitarealen des oberen Bildes exakt entsprechen. In quantitativen Spotanalysen zeigt sich jedoch, daß im Magnetit durchschnittlich 0,44 At% V enthalten sind, im Ilmenit jedoch nur 0,24 At% V. Der Grund liegt in einer Interferenz der Ti-K $\beta$ -Linie mit der V-K $\alpha$ -Linie: wegen der kurzen Zählzeit wird anstelle der schwachen Ti-K $\beta$ -Linie die (vermeintlich) stärkere V-K $\alpha$ -Linie bevorzugt. Derartige Fehler kann man nur durch entsprechende Spotanalysen im Anschluß an ein CHEMICAL MAPPING vermeiden.

GOLDSTEIN, J.I., NEWBURY, D.E., ECHLIN, P., JOY, D.C., ROMIG, Jr.A.D., LYMAN, C.E., FIORI, C., and LIFSHIN, E. (Edtrs.), 1992: Scanning electron microscopy and x-ray microanalysis. - Plenum Press, New York & London, 820p



Für die Ausdeutung eines CHEMICAL MAPPINGS ist daher der Vergleich zugehöriger, quantitativer Spotanalysen unerlässlich. Wegen der Knappheit dieses Berichtes wollen wir auf eine derartige Diskussion verzichten und stattdessen an Beispielen dreier Gesteine die Vielseitigkeit der Methode vorstellen.

#### Beispiel 1: (s. Fig.: 2): Ausschnitt eines magmatischen Gesteins (Troctolite) aus Angola.

Der Ausschnitt zeigt die Verwachsung der das Gestein aufbauenden Minerale Plagioklas (Ca-Na-Feldspat), Olivin (ein Fe-Mg-Silikat) und Magnetit (Eisenoxid), der charakteristische Ilmenit (Titan-Eisen-Oxid)-Lamellen enthält. Zur Darstellung wurden die 4 Einzelkarten für Magnesium (Mg), Titan (Ti), Fe (Eisen) und Calcium (Ca) nebeneinander gestellt. Man erkennt, daß der Olivin durchsetzt ist mit isolierten Magnetitarenen, was als poikilitisches Gefüge bezeichnet wird. Die beiden Hauptelemente des Olivin, Magnesium und Eisen, sind in ihrer Verteilung bis in kleinste Zwickel des Minerals Olivin erkennbar. Die „Karte“ der Titanverteilung korrespondiert mit den dunklen Bereichen in den ansonst hellen Flächen der Eisenkarte. Schließlich läßt die Calciumkarte erkennen, daß der Rand der Plagioklase heller als der innere Bereich der Mineralkörner ist. Mit Plagioklas wird eine Mischkristallreihe bezeichnet, die vom Calcium-reichen Endglied Anorthit bis zum Natrium-reichen Endglied Albit reicht. Im vorliegenden Beispiel werden große Labradorit-Bereiche von einem äußeren Saum aus Bytownit umgeben. Mit quantitativen Spot-Analysen läßt sich belegen, daß die hellen Flecken in der unteren rechten Ecke der Mg und Ca-Karte einem Mg-Ca-Silikat (Pyroxen) zuzuordnen sind, der zwei kleine Einschlüsse von Magnetit enthält. Mit dem Beispiel wird gezeigt, daß erst auf der Basis eines CHEMICAL MAPPING eine sinnvolle Lokalisierung quantitativer Spotanalysen und damit eine rein chemische Identifikation von kleinsten Mineraleinschlüssen möglich wird. In einem normalen petrographischen Gesteins-Dünnschliff sind die Magnetitarenen lichtundurchlässig und damit unidentifizierbar. Da in den Plagioklasen der Übergang von Labradorit zu Bytownit unscharf ist, wäre eine rein petrographische Identifizierung der beiden Mineralphasen erst nach aufwendigen optischen Untersuchungen möglich - auf keinen Fall jedoch quantifizierbar.

#### Beispiel 2: (s. Fig.: 3): angewitterter Biotit-Hornblende-Schiefer aus SW Nigeria.

In diesem Beispiel (vgl. auch Bemerkungen zum Titan - Vanadium - Problem) wird wieder ein Beispiel für das Nebeneinander von undurchsichtigen und durchsichtigen Mineralen gegeben: Die durchsichtigen Minerale werden in den Silizium (Si) und Aluminium (Al) Karten dargestellt:

Si-Karte	Al-Karte	Mineral
sehr hell grau	dkl-grau	Quarz (Al nur in Spuren : nach Spotanalysen: 0,44 Gew. % $\text{Al}_2\text{O}_3$ )
mittel-grau	sehr hell grau	Plagioklas (Andesin)
dkl-grau	mittel-grau	Biotit (= eisenreicher Glimmer)

Die undurchsichtigen Minerale (= opake Minerale) sind Magnetit und Ilmenit, beide werden in den Titan und Eisen Karten dargestellt. Die Grauwerte wurden bereits in der Legende zu Fig 1 bezeichnet. In der Fe-Karte fallen helle Streifen in den Biotitbereichen auf. Hierbei handelt es sich um erste Verwitterungshinweise: das 2-wertige Eisen des Biotit wurde unter Grundwasserbedeckung teilweise mobilisiert und bei Absenken des Grundwasserspiegels zur 3-wertigen Form oxidiert und gleichzeitig gefällt (Mineralform: Goethit). Dies ist ein Beispiel für die Erkennbarkeit selbst geringer Verwitterungseinflüsse in Gesteinen. Die dkl-grauen Areale der Ti-Karte korrespondieren mit den Biotitbereichen der Si- und Al-Karten. In Biotiten ist Ti stets ein Nebenelement; im vorliegenden Beispiel ergaben Spotanalysen Konzentrationen von 1,34 - 1,78 Gew%  $\text{TiO}_2$ .

#### Beispiel 3: (s. Fig.: 4): Verwitterungsrinde eines Basaltes vom Jos-Plateau, Central-Nigeria.

Verwittert ein Basalt unter tropischen Klimabedingungen oberhalb des Grundwasserspiegels, so werden zunächst die charakteristischen Plagioklasleisten aufgelöst. Erst danach werden Pyroxene und andere eisenreiche Mineralien zerstört. Bislang mußte immer angenommen werden, daß das Calcium der Plagioklase aus dem verwitternden Gestein ausgewaschen wurde, da in petrographischen Dünnschliffen keine sekundär entstandenen Ca-Minerale gefunden werden konnten. Geochemische Untersuchungen scheiterten bei der Breite der unmittelbaren Verwitterungsrinde von ca. 1 mm an präparatorischen Unzulänglichkeiten. Erst im CHEMICAL MAPPING wurde sichtbar, daß in den offenen Hohlräumen ehemaliger Plagioklasleisten Mg-haltiger (bis 6,00 Gew % MgO) Kalzit gefällt wurde. Gleichzeitig gebildeter, feinkristalliner Goethit (Eisenhydroxid) hat dieses, ebenfalls feinkristalline Karbonat braun „eingefärbt“. Damit wurde diese Kombination sekundärer Verwitterungsminerale im petrographischen Dünnschliff mehr oder weniger undurchschaubar. Auf den Al- und Si Karten werden die Hohlräume ehemaliger Plagioklasleisten als dunkle Bereiche innerhalb einer dichten Kaolinit-Matrix (Kaolin ist ein Si-Al-Schichtsilikat) erkennbar. Die Ca-Karte zeigt die hohe Konzentration von Calcium in diesen Bereichen. Da kein entsprechendes Kation nachgewiesen werden konnte, muß es sich um Ca-Karbonat handeln, da Kohlenstoff und Sauerstoff für den Röntgendetektor des EDITOR unsichtbar bleiben. Die zugehörige Eisen-Karte zeigt eine mäßig hohe Konzentration innerhalb der beschriebenen Ca-Bereiche. Die zum Rande der ehemaligen Hohlräume zunehmende Eisenkonzentration ist auf nachfolgende Goethit-Fällungsphasen zurückzuführen. An diesem Beispiel wird deutlich, welche Erkennungs- und Deutungsmöglichkeiten die vorgestellte Methode bieten kann. Damit ist die Methode des CHEMICAL MAPPING ein wichtiges Werkzeug zur umfassenden Untersuchung mikroskopischer und submikroskopischer Feinstrukturen.



Fig.: 2 Chemical Mapping in fresh Troctolite (4 Mg) from Quihita / Angola

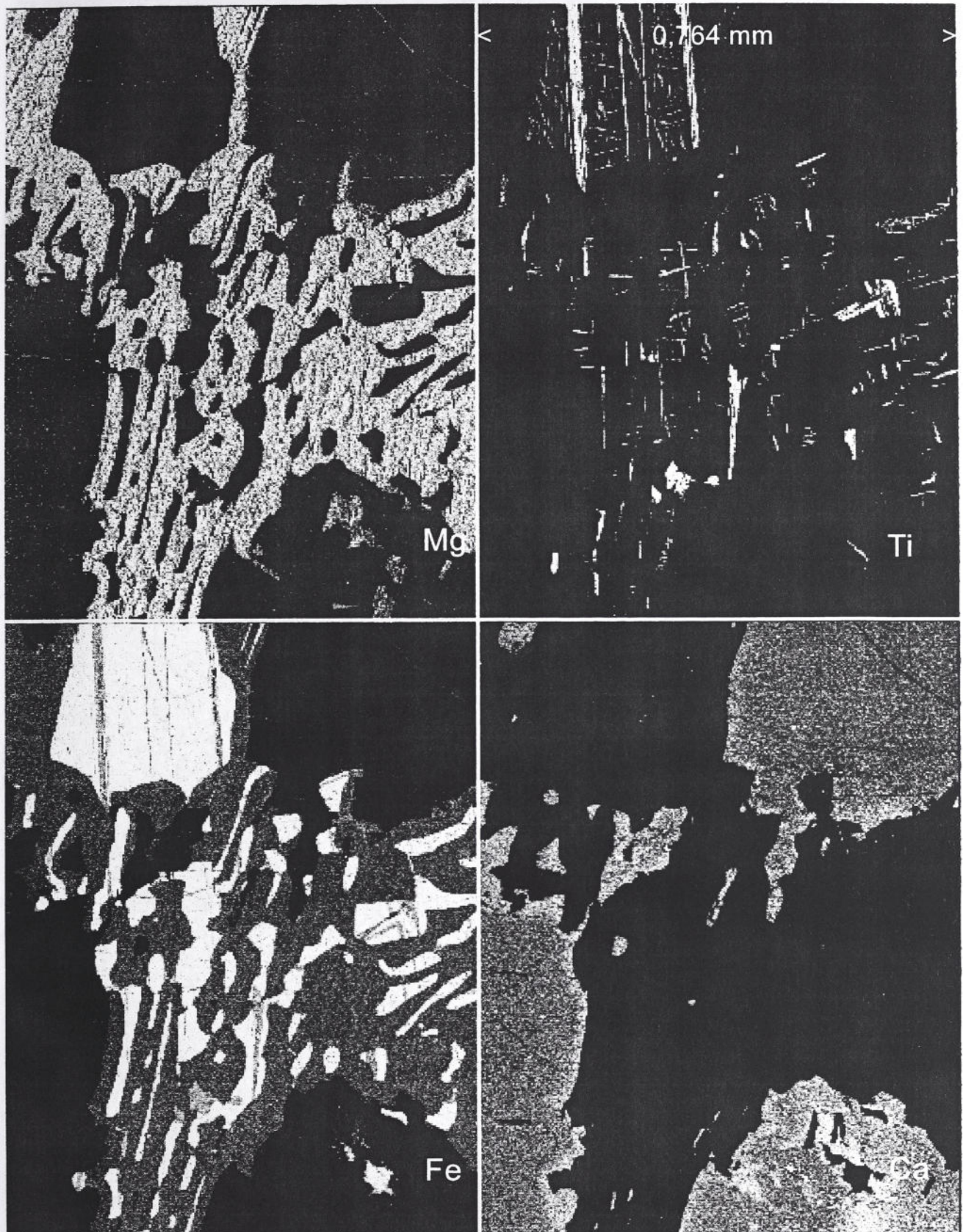




Fig.: 3 Slightly weathered  
Biotite-Hornblende-Schist (KP8-11) from Ilesha / SW-NIGERIA

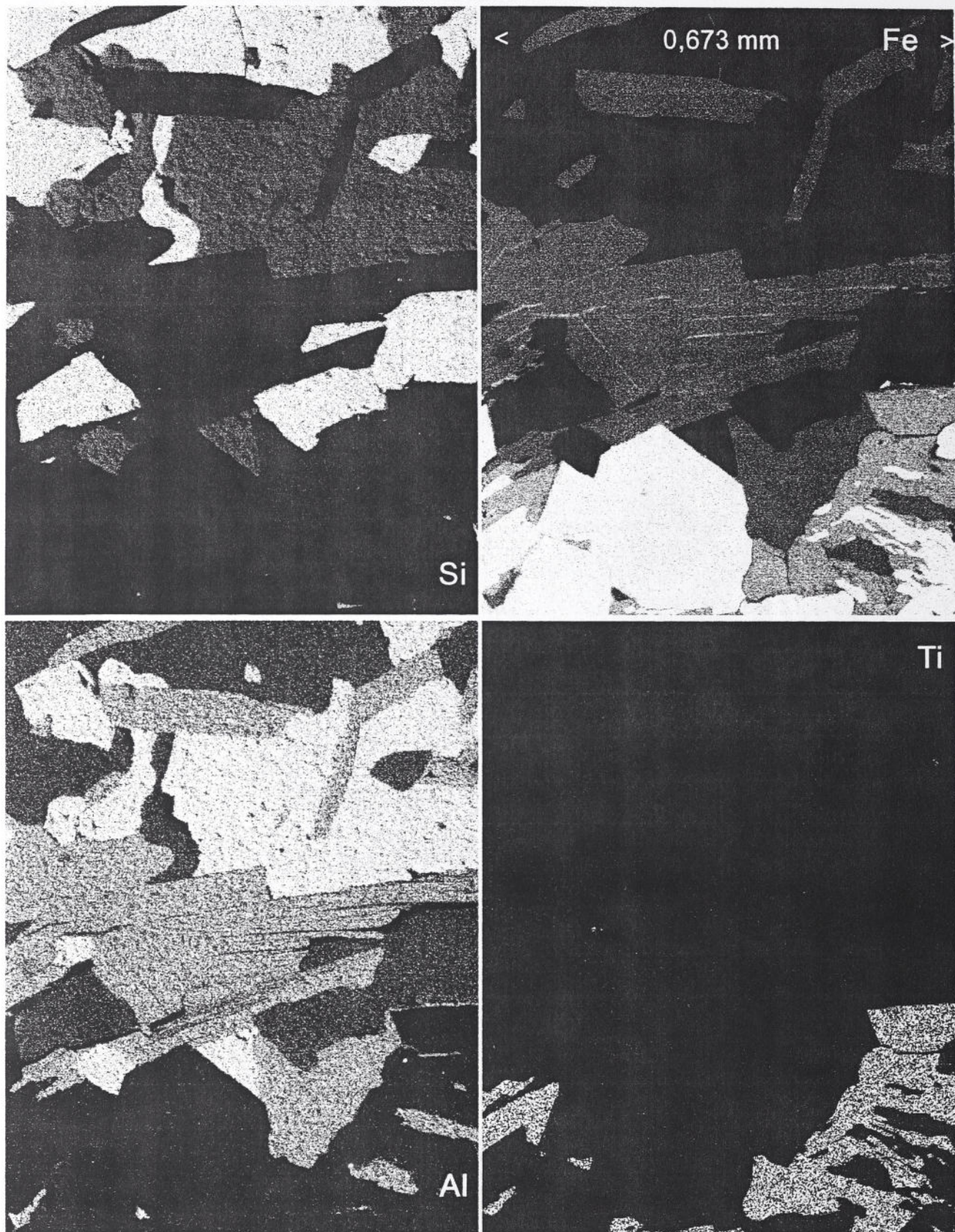
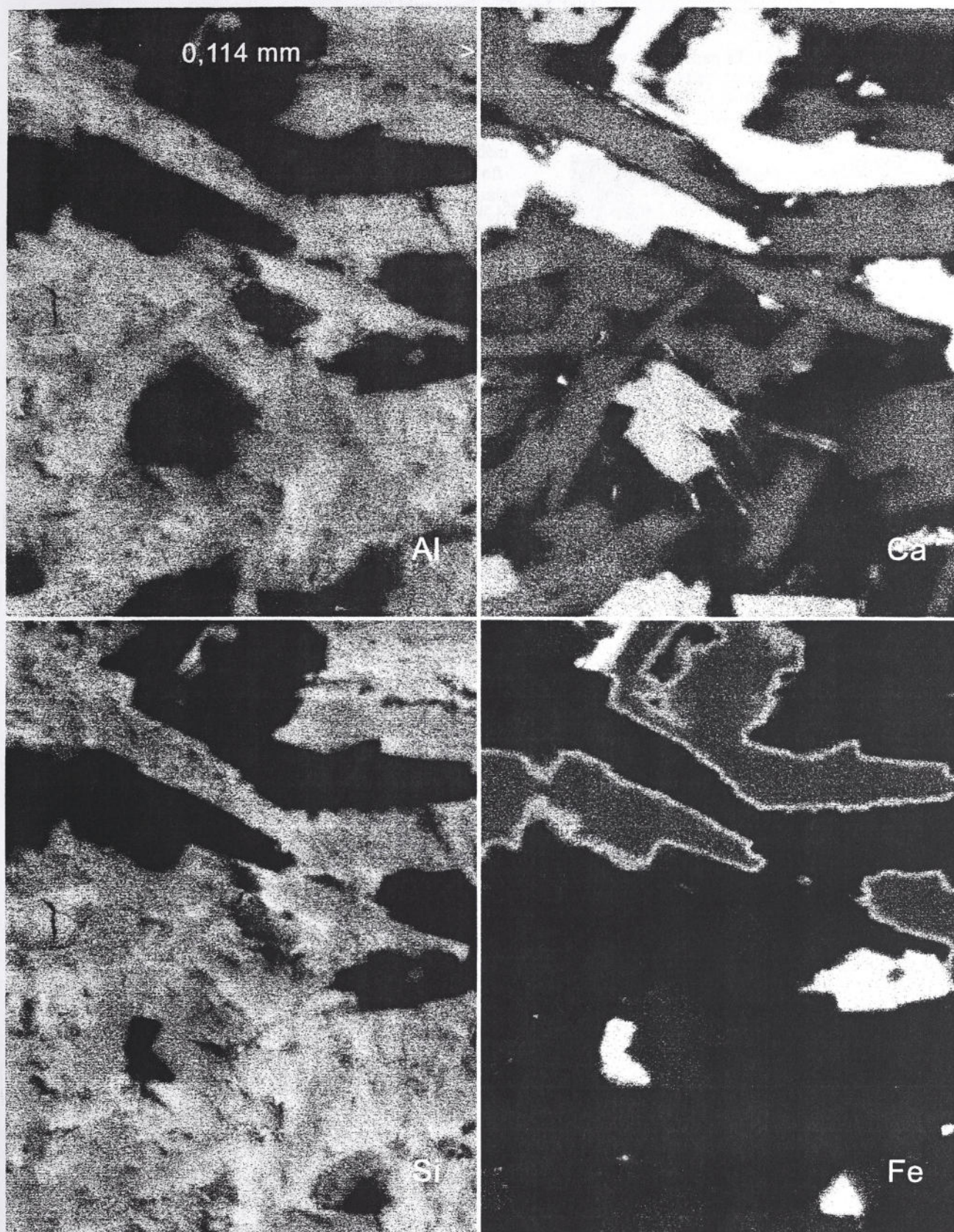




Fig.: 4 Weathered basalt (L4/2) from the JOS PLATEAU / NIGERIA





## Anwendung von 3D Studio MAX

Dipl.-Ing. Kurt Jankowski-Tepe  
CAD-Systeme  
Am Springbruch 7  
D13469 Berlin  
Telefon : 030/403 48 11, Telefax 030/402 93 91

Die Software 3D Studio MAX von Kinetix/Autodesk läßt sich zur Modellierung der Zukunft, zum Beispiel : Infobox am Potsdamer Platz, oder der Vergangenheit, zum Beispiel : Römisches Colloseum, einsetzen.

Die Software verwendet ein 3D-Datenmodell. Dadurch kann ein mit 3D Studio MAX erstelltes Objekt von allen Seiten betrachtet werden. Eine Kamerafahrt durch eine längst untergegangene Stadt wird auf dem Bildschirm möglich, sowie eine Simulation von Vorgängen und Bewegungen über der Zeit. Die Software kann durch Vergabe von fotorealistischen Materialien, Licht, Beleuchtung und Sonnenstand Szenen errechnen, die der Wirklichkeit sehr nahe kommen. Dabei kann der Betrachter einen Standort einnehmen, der in der Wirklichkeit nicht einnehmbar ist, aber für bestimmte Studien neue Erkenntnisse bringt. Als Beispiel sei die Operationsvorbereitung genannt.

In der Architektur nimmt 3D Studio einen festen Platz ein : Stadtplaner und Architekten visualisieren ihre Ideen und fügen diese in die vorhandene Umgebung ein. Damit läßt sich die Harmonie der Idee zur Umgebung begutachten, und Alternativen der Gestaltung können leicht entworfen werden.

3D Studio MAX basiert auf den Standardbetriebssystem Windows/NT, dadurch läßt es sich leicht in vorhandene Umgebungen integrieren. Durch seine Schnittstellen lassen sich die Daten von CAD-Programmen leicht übernehmen und weiterverarbeiten.

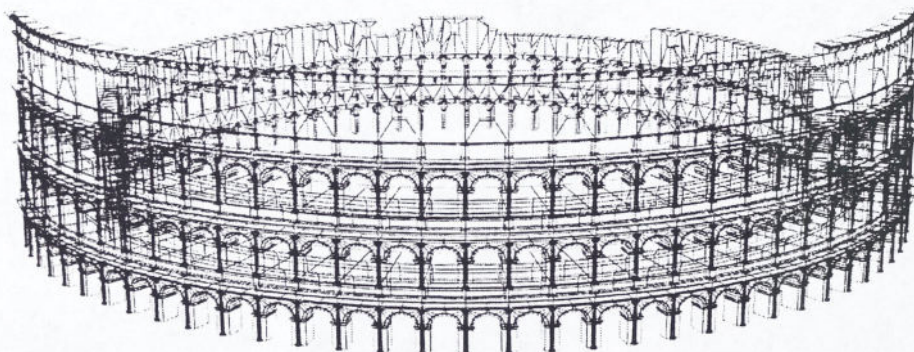


Bild : Nachbildung des Römischen Colloseums



# Präsentation von 3D-Computertomographie-Daten

D. Meinel, B. Illerhaus

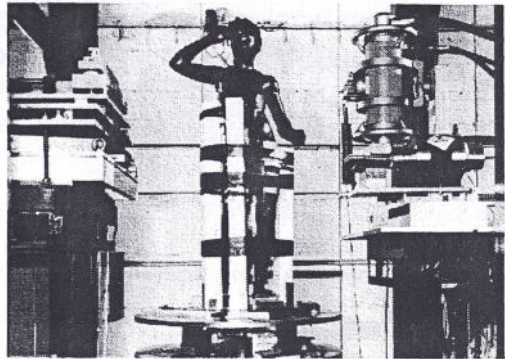
Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Unter den Eichen 87, 12205 Berlin  
Projekt I-P03-02, Tel. (030) 8104-4151, Fax (030) 8104-1147

## Ausgangspunkt:

Bei der Darstellung dreidimensionaler Datensätze auf dem Bildschirm können komplexe Strukturen in ihrer Tiefe oftmals nicht vollständig erfaßt werden. Neben dem Einsatz stereoskopischer Verfahren, die entsprechende Geräte voraussetzen, bietet nur die bewegte Darstellung von 3D-Objekten einen angemessenen Eindruck von räumlicher Tiefe.

## Zielsetzung:

- Reduzierung der bei der Computertomographie gewonnenen 3D-Datensätze (mehrere hundert MB bis zu einigen GB) auf wenige MB, um sie auf PCs ohne zusätzliche Hardware als Animation darstellen zu können.
- Einbinden der erzeugten Filme in interaktive Programme zur Präsentation bei Vorträgen oder Ausstellungen.
- Zusammenstellung der Ergebnisse zu Programmen für die Weitergabe an die Kunden (CD-ROM).



Computertomograph mit Bronzestatue

Bei der Computertomographie wird das Untersuchungsobjekt während einer 360 Grad Drehung vollständig durchstrahlt.

Aus den Meßdaten lassen sich dann Schichtbilder rekonstruieren, wobei jeder Bildpunkt einem Volumenbereich (Voxel) im Objekt entspricht.

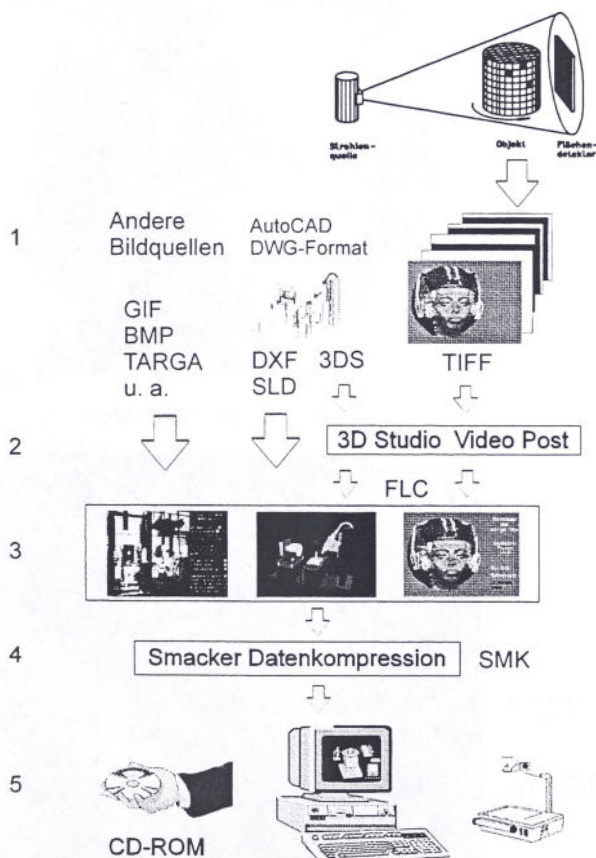
Im Programm Advanced Visual Systems (AVS) läßt sich aus dem 3D-Datensatz ein gerendertes 3D-Modell mit Isosurface erstellen. Eine Bewegung des Modells läßt sich dann als Folge von TIFF-Bildern speichern.

Die Einzelbilder werden automatisch über ein Netzwerk (NFS) vom UNIX-Rechner auf einen PC übertragen und im Programm 3D Studio zu einem Film im FLIC - Format konvertiert. Dabei reduziert sich die Datenmenge durch Umwandlung von 24-bit auf 8-bit Farbtiefe und einer verlustfreien Delta Kompression erheblich.

Die weitere Bearbeitung der FLIC Dateien und die Einbindung anderer Bildformate erfolgt im Animator Pro.

Danach werden die Filme im Programm Smacker durch Intraframe und Interframe Kompression in das SMK - Format konvertiert.

Die fertigen Sequenzen können mit der Smacker Script Language zu einem interaktiven Programm zusammengestellt werden, das auf verschiedenen Betriebssystemen lauffähig ist.





## 3D-Vermessung von Artefakten

 Transportables  
3D-Meßsystem

Zur 3-dimensionalen Vermessung großer Objekte vor Ort - ursprünglich nur im technischen Bereich - hat die GFaI ein flexibles, transportables Meßsystem entwickelt, das auf der Basis von aktiver Stereometrie arbeitet.

Das System ist für Objekte bis zur Größe von 2\*2 m ausgelegt und eignet sich damit auch zur Erfassung von steinernen Artefakten. Die 3-dimensionale Geometrie - auch von komplizierten Objekten - wird allein durch den Einsatz von Licht, und damit absolut zerstörungsfrei, vermessen. Zusätzlich werden evt. vorhandene Texturen (z.B. Bemalung) miterfaßt und gespeichert.

Die Meßsoftware ist einfach zu bedienen; das System paßt in einen PKW-Kombi und kann - in der zukünftigen Version - bis zu 2 Stunden netzunabhängig betrieben werden.

### Einfache Erfassung von...

- Denkmälern und Statuen
- architektonischen Details wie Reliefs
- empfindlichen, gefährdeten oder nicht transportablen Objekten
- Objekten, die nur als Leihgaben zur Verfügung stehen

### Vorteile

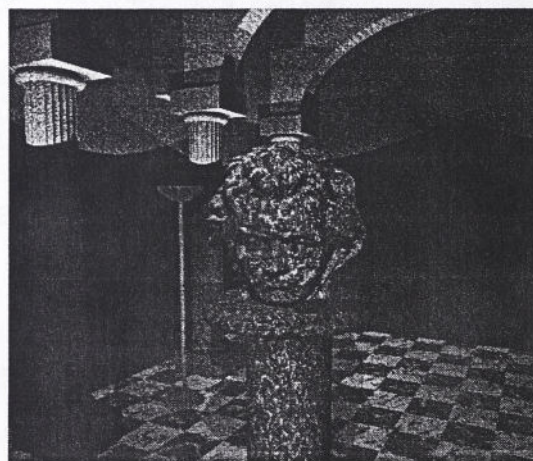
- Speicherung von Bild + 3D-Information
- zerstörungsfreie, berührungslose Vermessung
- Vermessung großer Objekte (bis zu 2\*2 m; noch größere Objekte in der künftigen Version)
- Verfügbarkeit der Daten in anderen Programmen (Archivierung, Präsentation)
- Vergleichbarkeit und Quantifizierbarkeit von verschiedenen Messungen



3-dimensionale Vermessung einer Büste



Ansicht der gemessenen Punktwolke



Visualisierungsbeispiel für Präsentationen



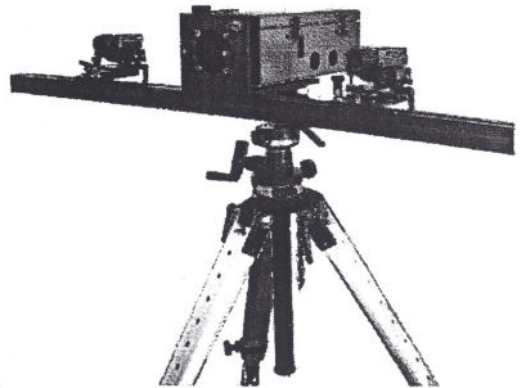
# Das Meßsystem im Überblick

Transportables  
3D-Meßsystem

Für die 3-dimensionale Vermessung großer Objekte (bis zu 2\*2m) wurde in der GFaI Berlin ein transportables Meßsystem entwickelt. Die Vermessung findet in Ihrem Betrieb oder vor Ort beim Kunden statt.

Die Vermessung kann aus verschiedenen Ansichten erfolgen; die Zusammenführung von Teilansichten zu einem Gesamt-Datensatz ist möglich.

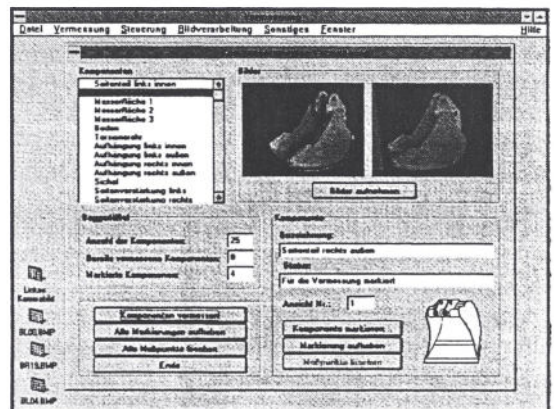
Ein besonderes Augenmerk wurde auf die strukturierte Erfassung und Speicherung der Meßdaten gelegt. Dies ermöglicht es, technische Objekte konstruktionsnah zu vermessen und die Daten in einem parametrischen System weiterzuverarbeiten.



Vorderansicht des Meßsystems

## Vorteile

- Berührungslose, zerstörungsfreie Vermessung, auch von komplizierten Geometrien
- Anbindung des Meßsystems an CAD-Systeme
- Strukturierte Erfassung, Aufbereitung und Speicherung von Meßdaten
- Komfortable und konfigurierbare Bedienoberfläche



Strukturierte Erfassung der Geometrie

## Anwendungsbeispiele

- Strukturierte Vermessung von Grabwerkzeugen (Baggerlöffel, Schaufeln)
- Vermessung von Personen (Kopf, ganzer Körper) für die Textilindustrie
- Vor-Ort-Vermessung von Artefakten, Skulpturen, Denkmälern, Reliefs usw.



3-dimensionale Vermessung von Personen

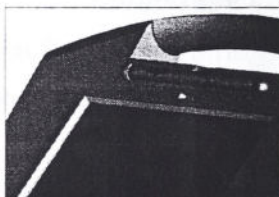


# grafiLAP

## FELDRUCHNER FÜR ARCHÄOLOGEN

IIEF Institut für Informatik in Entwurf und Fertigung zu Berlin GmbH  
 Rudower Chaussee 5, Gebäude 13.7  
 Telefon: 030/6392-4506, Telefax: 030/6392-4517

Wer im Freien bei Staub oder Feuchtigkeit computergestützt zeichnen und alphanumerische Daten eingeben will, muß auch heute noch nach einem optimalen Notebook suchen. Unser wetterfester Pen-Computer „grafiLAP“ erfüllt alle Anforderungen für das Freihandzeichnen unter schwierigen Umgebungsbedingungen. Er ist staub- und spritzwassergeschützt (Schutzgrad IP54), und sein stabiles Gehäuse ist ergonomisch auf das Freihandzeichnen abgestimmt.



Beim Zeichnen wird „grafiLAP“ wie ein Zeichenbrett am Tragegurt gehalten. Das Gerät kann ohne Tasche transportiert und am Gehäusegriff oder Gurt getragen werden. Zum Transport wird der Stift unterhalb des Griffs arretiert und der Bildschirm durch eine Abdeckung geschützt, die beim Arbeiten auf der Gehäuserückseite befestigt werden kann.

Festeingebaute Akkumulatoren sichern je nach Anwenderprogramm die Stromversorgung im Feld für 4 bis 8 Stunden. „grafiLAP“ kann auch am 12V-Netz betrieben und wiederaufgeladen werden. Der Ladezustand der Akkumulatoren wird in 20%-Schritten angezeigt, und ein akustisches Signal fordert zum Sichern der Arbeit auf, sobald die Ladung unter 20% gesunken ist. Energiesparfunktionen helfen Strom zu sparen. Ein Ladegerät gehört zur Standardausstattung.

„grafiLAP“ ist ein i486-Rechner mit eingebauter 420 MB-Festplatte und 8 MB RAM Arbeitsspeicher (erweiterbar). Das monochrome LCD-Display mit 16 Graustufen ist durch eine kratzfeste Glasplatte geschützt. Für Arbeiten bei starkem Sonnenlicht kann „grafiLAP“ mit einem Display mit ausschaltbarer Hintergrundbeleuchtung ausgestattet werden. Eingaben erfolgen über den batteriebetriebenen Spezialstift oder die Druckpunktstasten der eingebauten Folientastatur.

„grafiLAP“ hat zwei Einschubschlitze für PCMCIA-Karten, die Datenübertragung, Modem- und Netzanschluß ermöglichen. Parallele und serielle Schnittstelle und Buchsen für den Anschluß für AT-Tastatur und Monitor sind vorhanden.

„grafiLAP“ ist windowsfähig. Betriebssystem ist MS-DOS. Das Gerät ist in der Praxis als Systemlösung mit Anwenderprogrammen, wie Aufmaß- und Vermessungsprogrammen, eingeführt. Auch Anwendungen mit Laservermessung und Datenbanken sind realisiert. Weitere „grafiLAP“-Informationen sind unter <http://www.iief.fta-berlin.de> abrufbar.



## COMPUTERGESTÜTZTE 3D-MODELLIERUNG UND 3D-PRÄSENTATION AM BEISPIEL DES GROSSEN ALTARS VON PERGAMON

IIEF Institut für Informatik in Entwurf und Fertigung zu Berlin GmbH  
Rudower Chaussee 5, Gebäude 13.7  
Telefon: 030/6392-4506, Telefax: 030/6392-4517

Besucher großer antiker Bauwerke bzw. der Ausgrabungen von Siedlungsanlagen sind auch heute noch weitestgehend auf ihre Phantasie angewiesen, wenn sie sich anhand von Ruinen und Fundamenten ein Bild von der Pracht oder der Funktionsweise des betrachteten Objekts machen wollen. Die Restaurierung oder gar physikalische Modelle größerer Anlagen - wie etwa des antiken Dijon am Fuße des Olympus - sind bisher noch die Ausnahme.

Im Computer erstellte 3D-Modelle können dem Archäologen wertvolle Hilfestellung bei Rekonstruktions- und Restaurierungsarbeiten geben. Sie sollten aber auch häufiger genutzt werden, um der breiten Öffentlichkeit das kulturelle Erbe über die Medien nahezubringen. Multimediale Präsentation war denn auch eines der Ziele des von der EU geförderten Forschungsprojektes „Multimedia and Preservation of Europe's Cultural Heritage in Italy and Germany“, in das das IIEF eingebunden war.

Das rechnerinterne 3D-Modell kann aus beliebigen Datenvorlagen erstellt werden. Im Fall des Pergamonaltars wurden Zeichnungen vom Pergamonmuseum zur Verfügung gestellt. Für die multimediale Präsentation sind bei der Modellierung bestimmte Gesichtspunkte zu berücksichtigen. Aus dem rechnerinternen Modell müssen z.B. Bildfolgen abgeleitet werden können, die einen realistischen Eindruck sowohl vom Gesamtobjekt als auch von Details vermitteln. Jeder Schwenk der gedachten Kamera muß aus beliebigen Betrachtungsrichtungen und Blickwinkeln ein vollständiges, dreidimensionales Bild ergeben, Lichteinflüsse und Umgebungsinformationen müssen eingebunden werden können.

Die detailgetreue 3D-Modellierung großer und formenreicher architektonischer Objekte erfordert jedoch sehr leistungsstarke Computersysteme, da enorme Datenmengen zu verarbeiten sind. Im Interesse einer effektiven Präsentations-erstellung muß deshalb nach Wegen zur Reduktion dieser Datenmengen gesucht werden, wobei die fotorealistische Darstellung der abgeleiteten Bilder nicht beeinträchtigt werden darf.

Bei der 3D-Modellierung des Pergamonaltars im Rahmen des o.g. FuE-Projekts wurden im IIEF spezielle Datenreduktionsmethoden entwickelt. Die wichtigsten sind:

### Teilmodellierung:

Von Elementen mit regulärer, sich wiederholender Geometrie wurden nur Teile modelliert, die mit Hilfe von Spezialalgorithmen geschwenkt oder verschoben werden können. So ist von den neunzig Säulenschäften des Pergamonaltars nur jeweils eine Hälfte modelliert. Ein Schwenkalgorithmus dreht die vorhandene Säulenhälfte in die jeweils gewünschte Betrachtungsrichtung.

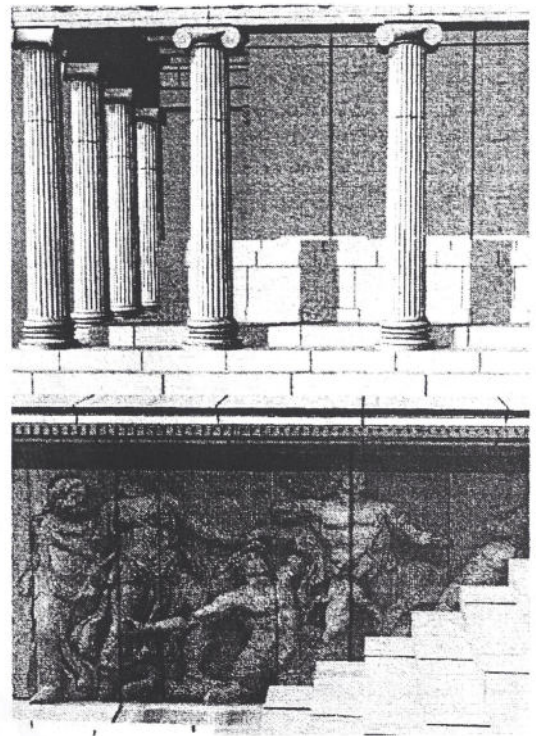
### Fotomapping

Die detailreichen Sockelreliefs sind durch Mapping von Fotos dargestellt, wodurch ein Pseudo-3D-Effekt erzielt wird.

### „Kulissen“-Modellierung:

Diese Methode wird bei Objekten mit hohem Anteil irregulär geformter Elemente angewandt. Die Ansicht des Objekts wird rechnerintern in vielen Betrachtungsrichtungen auf "Kulissen" projiziert, von denen bei der Visualisierung die jeweils für den Betrachter sichtbare Variante ausgewählt wird.

Das Ergebnis sind fotorealistische 3D-Darstellungen hoher Qualität. Aus dem rechnerinternen Modell können beliebige Ansichten, Zusammenstellungen und Teilansichten des Objektes abgeleitet werden, in die Hintergrund- und Vordergrundinformationen eingebunden werden können. Aus dem Modell des Pergamonaltars wurde bereits ein Video erstellt. Mit Hilfe der Stereolithografie können auch körperliche Modelle aus dem Rechnermodell erzeugt werden.





# Image Finder Cultura

## Die komplette Software für effizientes Bild-Management in Wissenschaft und Kultur

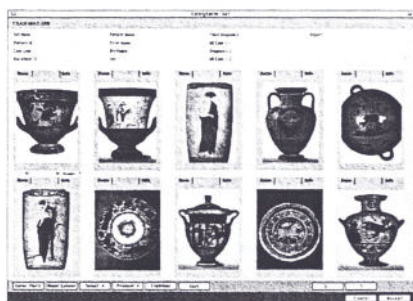
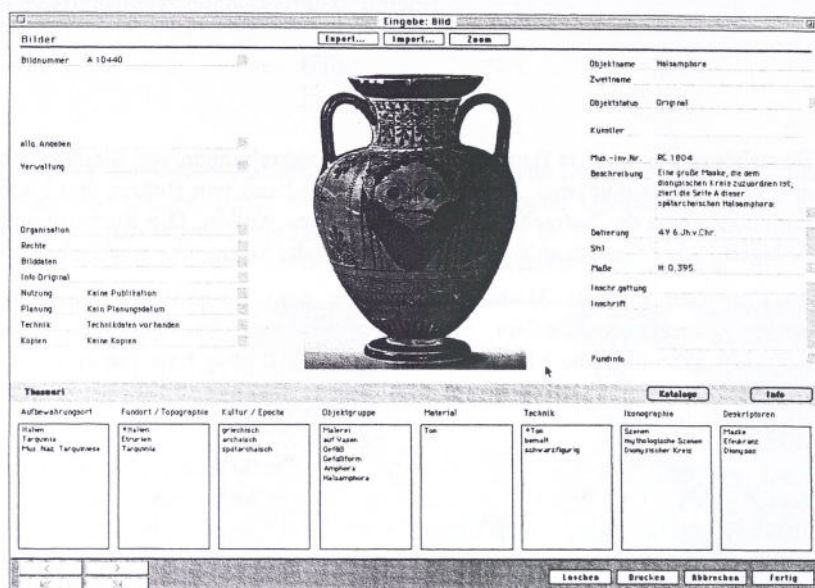


Image Finder ist die komplette Software für das elektronische Management von Bildarchiven. Das Programm ermöglicht die schnelle und umfassende Dokumentation von Bildern und zugehörigen Bildinformationen. Komplexe Recherchen bewältigt Image Finder in Sekundenschnelle. Für die visuelle Bildbeurteilung und Bildauswahl steht ein digitales Leuchtpult mit allem Komfort zur Verfügung. Und der Präsentations-Manager ermöglicht es, Diavorträge, Vorlesungen und wissenschaftliche Publikationen direkt am Bildschirm einfach und schnell vorzubereiten. Image Finder Cultura eignet sich für den Einsatz an Universitäten und Museen.

Das Spezialmodul für Archäologie wurde in enger Zusammenarbeit mit dem Institut für Klassische Archäologie der Universität Wien entwickelt. Ein neues Modul, welches eine breite Palette von Museumsverwaltungsfunktionen abdeckt, ist gegenwärtig in Zusammenarbeit mit führenden Museen und Instituten in Entwicklung.

- **Schnelle Erfassung von Bildern und Textinformationen**
- **Computergestützte Bildrecherche mit visueller Bildredaktion**
- **Einfache Vorbereitung von Diavorträgen, Vorlesungen und Publikationen**
- **Effizienz und Transparenz in Bildverwaltung und Bildverleih**
- **Unabhängigkeit vom Bildgedächtnis einzelner Mitarbeiter**

**Docuphot AG**  
 Christian Mehr / Dieter Brupbacher  
 Badenerstrasse 338  
 CH-8040 Zürich  
 Telefon +41 1 493 44 10  
 Telefax +41 1 493 44 14  
 E-mail docuphot.imagefinder@mail.tic.



**Universität Wien**  
 Institut für Klassische Archäologie  
 Barbara Kopf / Mag. Hubert Szemethy  
 Franz Klein - Gasse 1  
 A-1190 Wien  
 Telefon +43 1 313 52 251  
 Telefax +43 1 319 36 84















