EVA '97 Berlin

Konferenzband

Elektronische Bildverarbeitung
&
Kunst, Kultur, Histori.

12. - 14. November 1997

GFaI Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e.V.

VASARI ENTERPRISES

EVA '97 Berlin

Konferenzband

Elektronische Bildverarbeitung
&
Kunst, Kultur, Historie

die 4. Berliner Veranstaltung der EVA-Serie

Electronic Imaging & the Visual Arts

(EVA London, EVA Paris, EVA Thessaloniki,
EVA Florenz, EVA Brüssel & EVA Berlin)

12. - 14. November 1997

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

UB Heidelberg
10271689 , 3

Veranstalter

GFaI **Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e.V.**

VASARI ENTERPRISES

unterstützt durch

Staatliche Museen zu Berlin - Preußischer Kulturbesitz
„2000: In Berlin" / Berliner Festspiele GmbH
EVA-Cluster II Projekt der EC, DG III
Institut für Kulturwissenschaft Wien
FHTW Berlin

2008 D 1763

Programm und Organisation

Dr. James Hemsley
VASARI ENTERPRISES,
Aldershot

Prof. Dr. Gerd Stanke
GFaI Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e.V.,
Berlin

in Zusammenarbeit mit:

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

Kerstin Geißler
Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e.V. (GFaI)

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

Harald Krämer
Institut für Kulturwissenschaft Wien (IKW)

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: geissler@gfai.de

UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
HEIDELBERG

Informationen über alle EVA-Veranstaltungen

Val Duncan, VASARI ENTERPRISES, Alexander House
50 Station Road, Aldershot, Hampshire, GU11 1BG, UK

Tel: +44 (0) 1252 350780
Fax: +44 (0) 1252 342039
e-mail: jamesrhemsley@cix.compulink.co.uk

Konferenzband

Der vorliegende Konferenzband kann bei der GFaI zum Preis von 35 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.

Inhaltsverzeichnis

EVA Conferences 'Showcases' in 1998
Überblick über zukünftige EVA-Veranstaltungen

Vorwort

Präsentationsseiten der EVA-Veranstalter GFaI und VASARI ENTERPRISES

Verzeichnis der Vorträge

Verzeichnis der Präsentationen

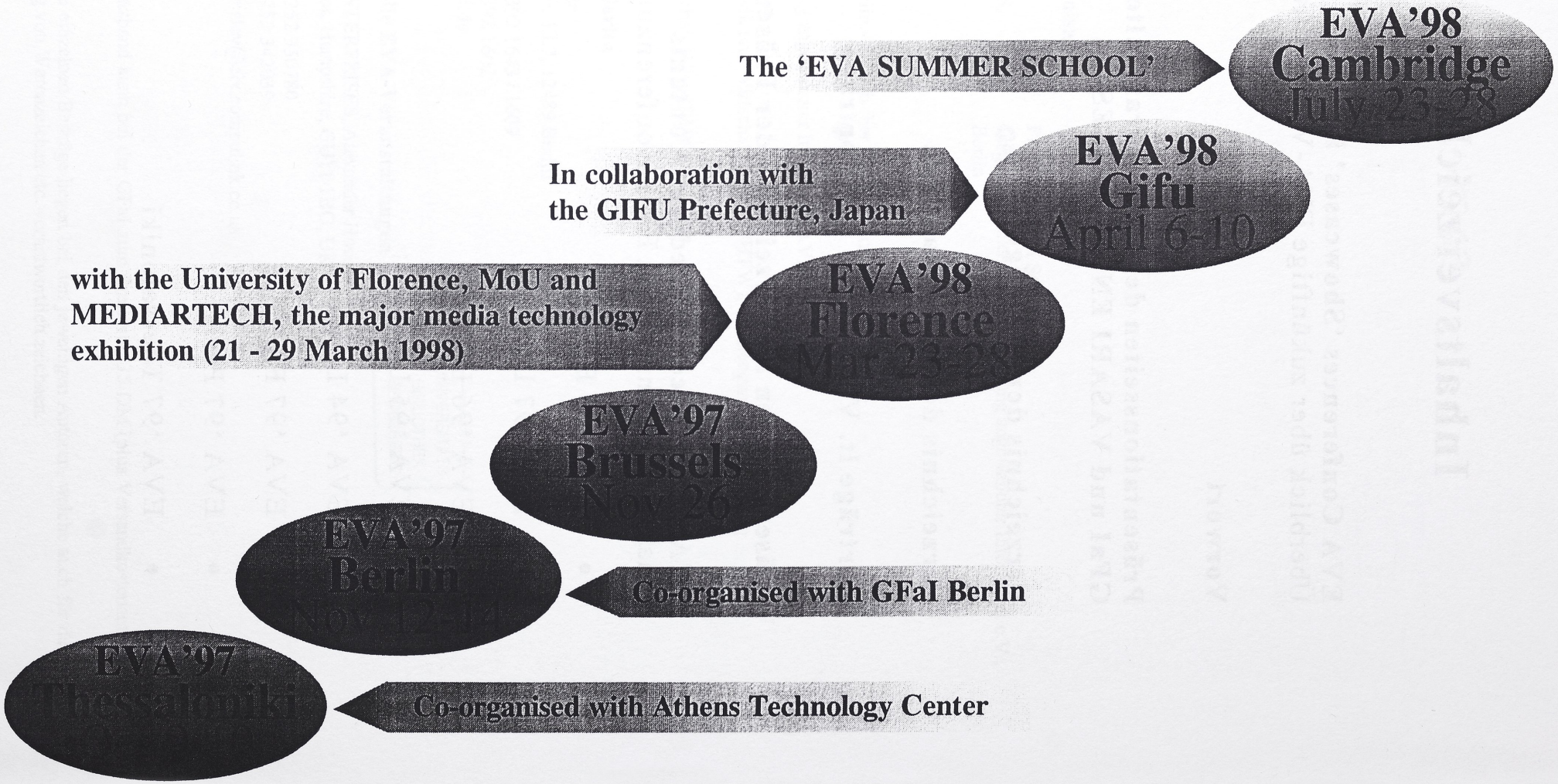
Vorträge lt. Verzeichnis der Vorträge

Präsentationen lt. Verzeichnis der Präsentationen

EVA Conference Proceedings Contents
Inhaltsverzeichnisse von EVA-Konferenzunterlagen

- EVA '96 Berlin
- EVA '97 London
- EVA '96 London
- EVA '95 London
- EVA '94 London
- EVA '97 Florence
- EVA '97 Paris
- EVA '97 Thessaloniki

EVA Conferences
'Showcases' in 1998



Vorwort

Elektronische Bildverarbeitung, Multimedia, die Informations- und Kommunikationstechnologien 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 Aufmerksamkeit, da sie geeignet sind, die Arbeit der Wissenschaftler, Kunsthistoriker, Archäologen, Archivare usw. zu unterstützen. Reizvoll ist beispielsweise die Vorstellung, daß Fundstücke aus Grabungen vom gleichen Ort, die aber an verschiedenen Teilen der Welt lagern, zusammengeführt werden können und das mit geringem Aufwand - am Bildschirm - dank der elektronischen Bildverarbeitung. Das ist dann real erlebte Virtual Reality.

Die Anerkennung dieser Tatsachen hat vor 8 Jahren zur Entstehung der EVA London (Electronic Imaging & 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 1997 zum 4. Mal statt.

Ziel der EVA-Veranstaltungen und somit auch der EVA '97 Berlin ist es, Informations- und Kommunikationswissenschaftler, die Werkzeuge der Informationstechnologien 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 und in der Ausstellung durch Zugriff über das Internet erlebbar gemacht. Somit wird ein Forum geschaffen für Teilnehmer aus verschiedenen Bereichen.

Der Konferenzschwerpunkt „3D-Aufnahmetechniken, -Modellierungsverfahren, -Präsentations- und -Animationssysteme in der Anwendung" trifft das aktuelle Bedürfnis, skulpturartige Objekte als Modell rechnerbearbeitbar bereitzustellen sowie Modell- und Bildinformationen miteinander zu verknüpfen und dies unter Nutzung aktueller Entwicklungen zukünftig auch räumlich zu sehen.

Dem Besucher präsentiert werden Inhalte, die aus den verfügbaren Beständen und Informationen der Museen und Galerien gestaltet werden, die aber effektiv verwaltet, recherchiert und aufbereitet werden müssen. Letzteres ist Gegenstand des zweiten 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 am PC und im Internet sowie regt anhand ablaufender Demonstrationen zur Dikussion an.

Ein Tutorial am Vortag der Konferenz führt in den Einsatz der Multimediatechniken in Kunst und Kultur ein und verweist auf sich ergebende Perspektiven. Ein zweites Tutorial zum Umgang mit Bildern und Daten vermittelt den Besuchern Grundwissen zu den Konferenzschwerpunkten. Es soll somit das Verständnis für die Fachvorträge stützen.

In einem abschließenden von VASARI ENTERPRISES organisierten 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 im EU-Rahmen angesprochen sowie Ideen und Ansätze für weitere Projekte gesucht. Fallstudien bilden die Grundlage dafür.

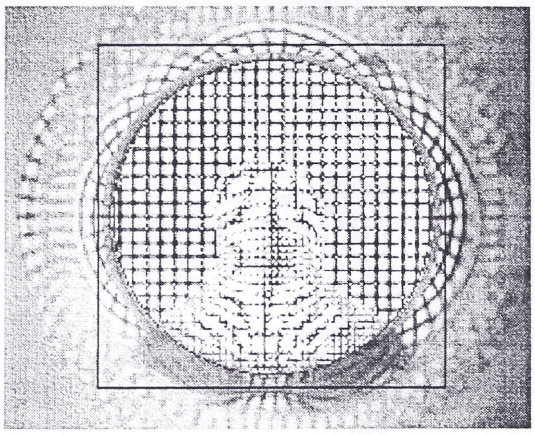
Mit dem Kunstgewerbemuseum am Kulturforum der Stadt Berlin wurde wieder ein passender würdiger Ort für die Konferenz gefunden. Dafür sei den Staatlichen Museen zu Berlin - Preußischer Kulturbesitz und persönlich Herrn Dr. Bienert als handelnder Person gedankt. Dank geht auch an Herrn Prof. Knaut, Fachhochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, sowie Herrn Harald Krämer, Institut für Kulturwissenschaft Wien. Darüber hinaus hat die EVA '97 Berlin merkbare Unterstützung erfahren durch das „EVA-Cluster II" Projekt der EC DG III und „2000: In Berlin" / Berliner Festspiele GmbH. Nichts wäre so entstanden ohne das engagierte Wirken von Frau Kerstin Geißler sowie weiterer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der GFaI.

In diesem Konferenzband sind die Fassungen der Beiträge der Referenten und Aussteller der diesjährigen Konferenz EVA '97 Berlin zusammengestellt. Für deren Bereitstellung danken wir allen Autoren. Neu aufgenommen sind die Übersichten anderer EVA-Veranstaltungen zur schnellen Orientierung über Neues auf einzelnen Spezialgebieten.

Gerd Stanke

James Hemsley

Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e.V.



Die Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e.V. (GFaI) wurde am 01.06.1990 in Berlin gegründet und verfolgt gemeinnützige forschungsfördernde Zwecke. Mit ihren ca. 60 Mitarbeitern ist sie insbesondere in den Bereichen Bildverarbeitung, Multimedia und Informationssysteme tätig. Darüber hinaus kommen moderne Techniken wissensbasierter Informationssysteme des Fuzzy, der Neuronalen Netze sowie Evolutionsstrategien zum Einsatz.

Ausgehend von der erfolgreichen Mitarbeit der GFaI im VASARI-Projekt (1992) sowie in Fortsetzung der Inhalte des durch die GFaI koordinierten MUSA-Projekts (1994) engagiert sich die GFaI seit (1994) verantwortlich für die jährliche Gestaltung der EVA-Reihe in Berlin. Die Kooperation mit der FHTW und den SMPK war eine fördernde Begleitung. Die GFaI hat selbst vielfältige Aktivitäten auf dem Gebiet Kunst, Kultur, Historie entwickelt, eine Auswahl finden Sie nebenstehend.

Abgeschlossene Projekte (Auswahl):

VASARI
Einstiegsstudie zur Anwendung des algorithmischen Potentials der Bildverarbeitung in Kunst, Kultur und Historie

MUSA
Untersuchungen zum bildinhaltsgesteuerten Zugriff auf Bilddatenbanken

VAMP
Herstellung personenbezogener Kataloge für Museen und Galerien

Puzzle
Bildverarbeitungsgestütztes automatisiertes Puzzlen von 2- und 3-dimensionalen archäologischen Fragmenten

Die Schätze der Ostgoten
Multimediale Präsentation der Schätze der Ostgoten auf Schloß Bevern

Derzeit in Arbeit (Auswahl):

Der Berlin Style Guide
Ein Regelwerk zur Erstellung einheitlicher Benutzeroberflächen für Berliner Informationsanbieter auch auf kulturellem Gebiet

3D-Erfassung
Rechnergestützte 3D-Erfassung, Modellierung und Dokumentation für Kultur, Kunst, Geschichte und Medizin

SpuBiTo
Rekonstruktion von Toninformationen aus Negativen von Edisonzylindern auf bildanalytischem Weg

Stadtplan
Entwicklung eines Multimedialen Planungssystems für Städtebau und Architektur mit dem Ziel der automatisierten Generierung von Ansichten des zukünftigen Aussehens der zu gestaltenden Stadtlandschaften

Ergebnisse auf weiteren Gebieten, wie Visualisierung, Dokumentation, Informationssysteme, Intelligente Zeichenerkennung etc., sind für einen späteren Einsatz auch in Kunst, Kultur und Historie prädestiniert.

Weitere Informationen finden Sie auf der GFaI-Homepage: http://www.gfai.de

VASARI ENTERPRISES

VASARI - The Visual Arts System Archiving, Retrieval & Imaging Project was named in honour of the famous Italian Father of Art History.



The *VASARI* Project was the first EC ESPRIT project in the ARTS field with a primary aim of obtaining a leading position for Europe by stimulating the interest and involvement of the European IT industry.

The *VASARI* Project was completed in March 1992, with all major R & D objectives achieved. Two particular achievements of the project were two Research Laboratory systems for conservation support at the National Gallery London and The Doerner Institute Munich. They are both still operational, producing valuable scientific results and a third was established at the Uffizi in early in 1995 and a fourth in Athens in 1996 at the Byzantine Museum.

The *VASARI* Project was regarded so positively by the EC that a number of follow-up projects were initiated and others are anticipated.

VASARI Enterprises was established in 1993 to promote the application of Electronic Imaging in the Visual Arts.

Its main activity is the organisation of EVA London each July at the National Gallery. Other smaller events also take place throughout Europe; EVA Thessaloniki, EVA Berlin, EVA Brussels, EVA Florence & EVA Paris.

VASARI is also engaged in research work especially the VAN EYCK project of the EC Libraries project, and the special EVA Cluster Initiative of DGIII.

For further information, please contact:

http://www.brameur.co.uk/vasari

Verzeichnis der Vorträge

3D-Aufnahmetechniken, -Modellierungsverfahren, -Präsentations- und -Animationssysteme in der Anwendung

Moderation: Prof. Dr. Alfred Iwainsky, Vorstandsvorsitzender der GFaI Berlin
Co-chair: Lothar Paul, Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik (GFaI)

Schnelle 3D-Vermessung mit Multisensorsystemen auf Lichtschnittbasis V1
Dipl.-Ing. Bernhard Minge (VITRONIC, Wiesbaden)

Einsatz der optischen 3D-Digitalisierung im Denkmalschutz und der Archäologie V2
Dr.-Ing. habil. Bruno Lull (ITW, Chemnitz)

Displaying 3D Real-Objects Using 2D View Extrapolation for Virtual Museums V3
Dr. Václav Hlavác, Tomáš Werner, Tomaš Pajdla (Czech Technical University, Prague)

Nutzungsmöglichkeiten rechnergestützter Visualisierungs- und Kommunikationstechniken im Rekonstruktions- und Museumsbereich V4
Anne Griepentrog, Dr. Mathias Pleßow (GFaI, Berlin)

Autostereoskopische Bildschirme - 3D ohne Brille V5
Reinhard Börner (Heinrich-Hertz-Institut für Nachrichtentechnik Berlin)

Digitale Bestandserfassung von Kulturgut mittels *SASTA*metric V6
Thomas Stautmeister (INNOTECH Holztechnologien, Berlin)

Untersuchung archäologischer Objekte ausgehend von Tomographiedaten auf Personalcomputern in Echtzeit V7
Dr. Michael Weber, S. Beyer (Deuretzbacher Research, Berlin)

Vom Bild zum Ton - Die Wiedergewinnung historischer Tondokumente durch Bildverarbeitung V8
Tim Wöhrle (GFaI, Berlin)

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

Moderation: Dr. Andreas Bienert, Staatliche Museen zu Berlin - Preußischer Kulturbesitz

Computerised Inventory Evidence in Historical Buildings V9
Zdenek Kouba, Petr Mikšovský (The Gerstner Laboratory for Intelligent Decision Making and Control, Prague)

FORTVNA - Ein multimediales Geographisch-Archäologisches Informationssystem GIS[A] am Beispiel der Adelspaläste im antiken Rom. Erste Anwendungsbeispiele V10
Dr. Chrystina Häuber, Franz Xaver Schütz (Universität Bonn, Geographische Institute)

Zeitreisen in virtuellen Online-Landschaften am Beispiel des Stadtviertels Friedrichswerder in Berlin-Mitte V11
Leonie Schäfer (TU Berlin, Forschungsgruppe KIT)

Das Besucher-Computerinformationssystem der Gemäldegalerie (BIGG) anhand ausgewählter Beispiele V12
Prof. Arthur Engelbert, Martin Mißfeld (mib, Berlin)

LuraWave - ein neues Verfahren zur effizienten Bildkompression für INTERNET/INTRANET-Anwendungen V13
Michael Thierschmann (LuRaTech, Berlin)

Retrieval of Images from a Library of Watermarks for Ancient Paper Identification V14
Christian Rauber, Thierry Pun (Department of Computer Science, University of Geneva), Peter Tschudin (Schweizerisches Papiermuseum & Museum für Schrift und Druck Basel)

Immersive virtuelle Umgebungen: Technologie und Anwendungen V15
Dr. Martin Göbel (GMD, Sankt Augustin)

Image retrieval und visuelles Wissen V16
Stefan Heidenreich, Dr. Wolfgang Ernst (Kunsthochschule für Medien Köln)

Verzeichnis der Präsentationen

Ausstellung

LuraWave - ein neues Verfahren zur effizienten Bildkompression für INTERNET/INTRANET-Anwendungen A1*
(LuRaTech GmbH, Berlin)

Lebendiges virtuelles Museum Online - LeMO A2.1
(Deutsches Historisches Museum, Berlin; Haus der Geschichte der Bundesrepublik Deutschland, Bonn; Fraunhofer Institut Software- und Systemtechnik, Berlin)

Das Internet-Angebot am Deutschen Historischen Museum in Berlin / Das Online-Angebot des Deutschen Historischen Museums A2.2
(Deutsches Historisches Museum, Berlin)

Nutzungsmöglichkeiten rechnergestützter Visualisierungs- und Kommunikationstechniken im Rekonstruktions- und Museumsbereich A3*
(GFaI, Berlin)

Zugriff auf Internetdarstellungen bedeutender britischer Museen und Galerien A4
(präsentiert von: VASARI ENTERPRISES)

Konsultations- und Diskussionspunkt: Bildinhaltsgesteuerter Zugriff zu Bilddatenbanken am Beispiel öffentlich zugänglicher Bilddatenbanken A5
(präsentiert von: GFaI)

CD-ROM „Medieval Ukrainian Icon" A6
(Kyiv-Pechersk Lavra National Historical-Cultural Reserve, Information department, Kiew)

[in*f*os] Ein multimedialer Kulturatlas A7
(TU Braunschweig, Institut für Empirische Pädagogik und Instruktionspsychologie)

PC-Bildmanager Version 3.0 A8
(Systemhaus Dr. Maye, Frankfurt/Oder)

The Innocent Eye-Test A9*
(mib GmbH, Berlin)

Melencolia I von Dürer A10*
(mib GmbH, Berlin)

MUSYS, das integrierte Präsentations- und Dokumentationssystem A11
(Dynix / MDIS GmbH, Hamburg)

Digitale Bestandserfassung von Kulturgut mittels *SASTA*metric A12*
(INNOTECH Holztechnologien GmbH, Berlin)

Dokumentieren, Archivieren, Präsentieren A13
(AVI - Ingenieurgesellschaft für audio-visuelle Informationssysteme mbH, Dresden)

Ein neues Bildaufnahme- und Darstellungssystem für die konventionelle Lichtmikroskopie A14
(Tympel Ingenieurbüro für medizinische und technische Bildverarbeitung, Jena)

Zeitreisen in virtuellen Online-Landschaften A15*
(TU Berlin, FB Informatik, Forschungsgruppe KIT)

Photo CD A16
(Kodak Professional, Stuttgart)

Trainings- und Kommunikationscenter für High-End Computergrafik und digitale Medien A17
(Silicon Studio Berlin)

Poster

Digitale Langzeitarchivierung von Photographien P1
(Bilderbank AG, Basel)

Ein Neandertaler-Innenohr als Ohrgehänge P2
(Universität Zürich-Irchel, MultiMedia Laboratorium; SMPK, Museum für Vor- und Frühgeschichte)

Kreatives Gestalten beim Goldschmieden unter Nutzung dreidimensionaler bildgebender Verfahren P3
(GFE Gesellschaft für Fertigungstechnik und Entwicklung e.V., Chemnitz)

Computer lernt Kunstgeschichte. Modellbasierte Klassifikation von Portraitminiaturen P4
(TU Wien, Institut für Automation, Abt. für Mustererkennung und Bildverarbeitung)

Schnelle 3D-Vermessung mit Multisensorsystemen auf Lichtschnittbasis

Dipl.-Ing. Bernhard Minge
Leiter 3D-Systeme
VITRONIC GmbH
Hasengartenstr. 14a
65189 Wiesbaden
Tel.: 0611/71520
Fax.:0611/715233

1. Einleitung

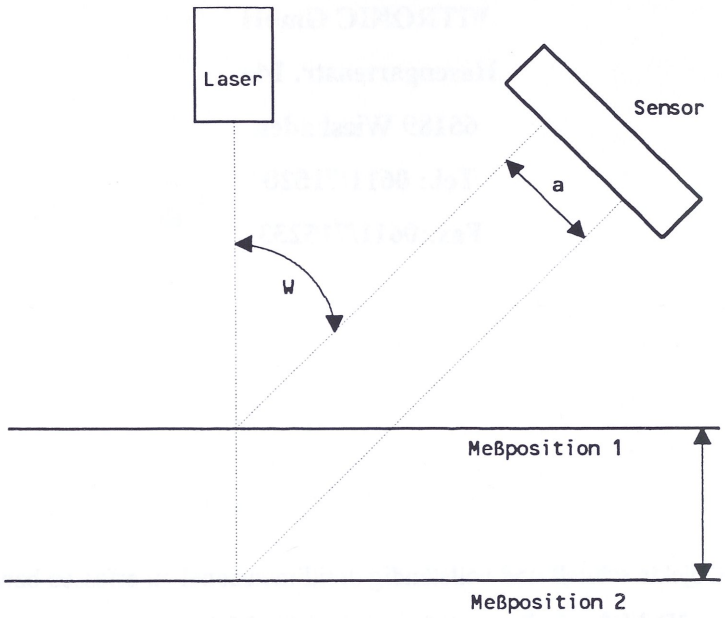
Menschen und/oder andere Objekte schnell und vollständig dreidimensional zu erfassen bzw. zu vermessen, ist häufig eine Aufgabe die bei der 3D-Meßtechnik gestellt wird. Mit Multisensorsystemen kann diese Aufgabe in Lichtschnitttechnik gelöst werden. In wenigen Sekunden werden Menschen und andere Objekte dreidimensional vermessen.

2. Meßprinzipien

Zur Erzeugung von dreidimensionalen Meßdaten sind in der Technik eine Reihe von Verfahren eingeführt. Am weitesten verbreitet sind *mechanische 3D-Koordinatenmeßmaschinen*. Hier führt eine Präzisionsmechanik einen Meßtaster an das Objekt. Sobald der Taster das zu vermessende Objekt berührt, wird die Koordinatenstellung der Meßmaschinenarme abgefragt, woraus sich die Koordinate des Berührpunktes bestimmen läßt. Eine Variante hiervon ist die Ausführung mittels optischem Taster (Lasertriangulation), mit dem berührungslos gearbeitet werden kann.

Diese, mit sehr hoher Präzision arbeitenden Systeme benötigen allerdings eine lange Gesamtmeßzeit und ein nicht bewegtes Meßobjekt.

Bei der *Photogrammetrie* werden Bilder aus unterschiedlichen Betrachtungswinkeln erzeugt. Die Tiefeninformation wird dabei über zusätzlich aufgebrachte Paßmarken oder eindeutig identifizierbaren Kanten und Ecken gewonnen. Andere optische Verfahren, die auf der Erzeugung spezieller Lichtmuster (Streifenprojektion etc.) beruhen (*Phasenshiftverfahren*, *codierter Lichtansatz*), sind sehr stark von der Oberflächenbeschaffenheit (Reflexion) abhängig und benötigen für eine Messung mehrere in zeitlicher Folge aufgenommene Bilder, zwischen denen keine Bewegung des Objektes zulässig ist. Daher sind alle bisher genannten Verfahren zur Vermessung von bewegten Objekten nicht so gut geeignet.



W = Beobachtungstwinkel
b = Höhendifferenz
a = f(b,W,Sensorauflösung)

Bild 1 : Entfernungs- und Höhenmessung mit Lasersensor

Grundlage des hier angewandten Meßprinzips ist daher das *Lichtschnittverfahren* zur dreidimensionalen Profilvermessung, das besonders bei bewegten Prozessen geeignet ist

3. Lichtschnittverfahren

Bei diesem Verfahren wird als Lichtquelle üblicherweise eine Laserlichtquelle mit vorgesetzter Zylinderlinse eingesetzt. Unter einem definierten Winkel zur Lichtquelle ist eine Videokamera angeordnet, in deren Bildfeld sich die auf dem Objekt abbildende Lichtlinie befindet. Entsprechend der Objekthöhen an der Linienposition erscheint die Lichtlinie im Kamerabildfeld verschoben und gekrümmt. Dabei bestimmt der Winkel zwischen Kamera und Lichtquelle (Lichtschnittwinkel) die Verstärkung der Verschiebung und Krümmung in Höhenrichtung. Es gilt, je größer der Winkel, desto größer die Verstärkung. Da der Winkel bekannt ist, kann die Objektform anhand der Lichtlinie durch einfaches Vermessen ermittelt und ein Profilschnitt des Objektes bestimmt werden. Jeder einzelne Lichtschnittsensor besteht somit aus einer Linienlichtquelle (Diodenlaser mit vorgeschalteter Zylinderoptik) und einer CCD-Matrix-Kamera ggf. mit einem auf den Linienlaser angepaßten Bandpaßfilter.

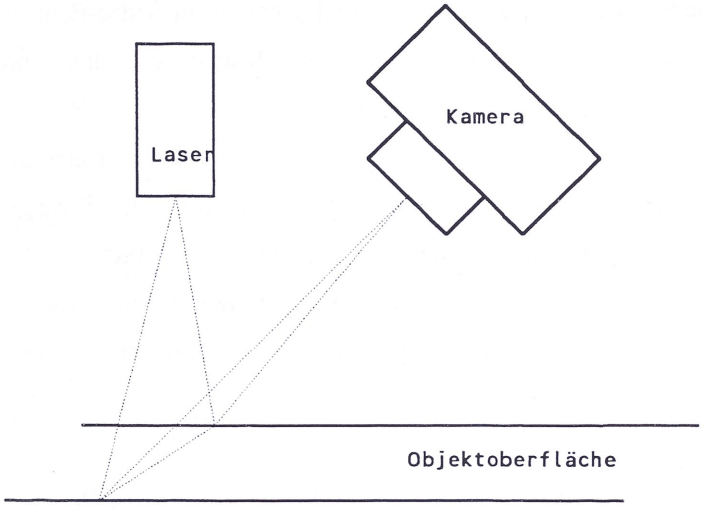


Bild 2: Meßaufbau Lichtschnitt

Wird nun der Sensor, bestehend aus der Lichtlinie und der aufnehmenden Kamera über das Objekt gefahren und werden gleichzeitig Profilschnitte erzeugt, die anschließend entsprechend dem Schnittabstand aneinandergereiht werden, entsteht ein 3D-Abbild der dem Sensor zugewandten Außenkontur des Objektes. Die so gewonnenen Meßdaten kodieren die Raumkoordinaten x,y,z der Auftreff-Linie des Laserlichts auf den Objekten. Der minimal mögliche Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Profilschnitten bei gegebener Fahrgeschwindigkeit des Sensors wird erreicht, wenn die Höhenprofile im Takt der Bildaufnahme (Videoechtzeit) aufgenommen werden. Dies ist bei den der europäischen Fernsehnorm genügenden CCD-Kameras ein 20 ms-Takt. Somit können pro Sekunden 50 Profilschnitte erzeugt werden.

Um ein 360°-Objekt vollständig aufnehmen zu können, reicht selbstverständlich ein Sensor nicht aus, da er nur die Teile des Objektes erfassen kann, die ihm zugewandt sind. Es müssen deshalb mehrere Sensoren miteinander kombiniert werden, die das Objekt aus unterschiedlichen Raumrichtungen anvisieren. Je nach geforderter Meßauflösung und Objektgröße kann es zusätzlich nötig sein, den Meßbereich in mehrere Kamerabildfelder zu unterteilen. All diese Sensoren müssen für eine erfolgreiche Messung aufeinander eingemessen werden, um die Meßwerte zusammenfügen zu können.

4. Auswertehard- und Software

An die Auswerteeinheit müssen zur Erzeugung unterschiedlicher Meßvolumen und Auflösungen nahezu beliebig viele der oben beschriebenen Sensoren parallel angeschlossen und betrieben werden können (Multisensor-System). Um dieses zu erreichen, werden leistungsstarke Prozessoren zur Datenverarbeitung zusammen mit eigens für dieses System entwickelten Echtzeit-Bildrechnerbausteinen verwendet. Diese Bildrechnerbausteine ermöglichen es, die Bilddaten nahezu beliebig vieler Sensoren parallel und synchron in Video-Echtzeit aufzunehmen und auszuwerten. Als Ergebnis liefern sie die 3D-Rohdaten für jeden Sensor, die dann im Arbeitsspeicher des Rechners zwischengespeichert und von den Prozessoren weiterverarbeitet werden. Bei der Weiterverarbeitung werden die 3D-Rohdaten der einzelnen Sensoren aus der Maßeinheit "Pixel" in metrische Maße transformiert und einer mathematischen Regressionsanalyse objektabhängiger Ordnung zur Erzeugung eines stetigen, geglätteten Signalverlaufs unterzogen. Im Anschluß werden alle Meßdaten der Schnittebenen zu einem 3D-Modell des Objektes verrechnet, wobei aplikationsabhängig eine zusätzliche Glättung oder ein Bewegungsausgleich, durchgeführt werden kann. Die so gewonnene Punktewolke kann dann in CAD-oder Fräsdateien sowie in unterschiedliche 3D-Darstellungen überführt werden.

Die verschiedenen Scannergrößen unterscheiden sich dabei im prinzipiellen Aufbau und der Funktionsweise nicht voneinander, sondern stellen lediglich eine Variante bezüglich der Auflösung oder des Meßvolumens dar.

5. Mechanischer Aufbau

Voraussetzung für die vollständige 360°-Erfassung der Meßobjekte ist eine in einer Richtung verfahrbare 360°-Sensoranordnung.

Grundsätzlich sind drei Fahrtrichtungen vorstellbar. Dies sind lineare Verfahreinheiten, die sich vertikal, horizontal oder rotatorisch bewegen lassen. Die Drehtellersysteme haben dabei die geringsten Kosten, aber bei Relativbewegung zwischen Sensoren und Meßobjekt in einer anderen als die Vorschubrichtung, jedoch auch den größten Meßfehler. Da

die Bewegung zu Fehlmessungen innerhalb jeder einzelnen Meßebene führt, ist im Extremfall das Ergebnis unbrauchbar. Deshalb wurde für eine Vielzahl von Scannern ein Linearvorschub gewählt, bei dem evtl. Bewegungen den geringsten Einfluß haben und vor allem detektiert und aus den Meßdaten herausgerechnet werden können.
Um ein große Meßvolumen zu erfassen, sind konsequenterweise entsprechend große Verfahrwege der Sensoren und damit stabile und große Mechaniken nötig. Die erforderliche Antriebsregelung wird dabei durch einen Synchronlauf sichergestellt.

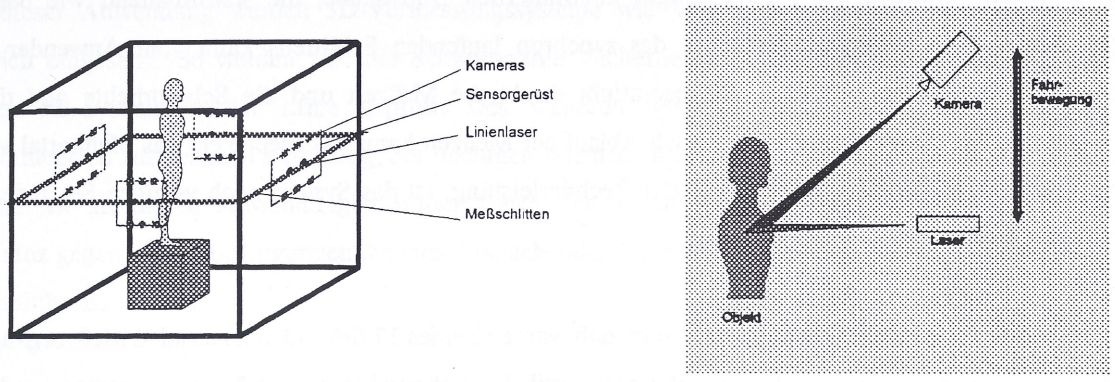


Bild 3: Scanneraufbau

Die Linienlaser sind auf in allen Freiheitsgraden justierbaren Sensorplattformen auf den Sensorgerüsten montiert. Sie werden beim Justieren der Anlage exakt waagerecht ausgerichtet, so daß die Schnittebenen plan liegen. Die gewählte Anordnung der waagerecht ausgerichteten Laserlinie und der dazu im Winkel stehenden Kameras garantieren "Ortstreue". Unabhängig von der Tiefe wird immer an der gleichen Bezugsposition in Vorschubrichtung gemessen. Ebenso wie die Laser sind auch die zugehörigen Kameras auf Justageelementen montiert.

Um die für die Meßauflösung erforderliche Linienqualität sicherzustellen, kann der jeweiligen Meßbereich mit unterschiedlichen Linienlasern in Beleuchtungsbereiche eingeteilt werden. Damit die geforderte Auflösung bei einem gegebenen Meßbereich erreicht wird, werden außerdem mehrere Kameras zur Aufteilung des Meßbereichs verwendet. Sie befinden sich oberhalb der Laser und spannen einen festgelegten Lichtschnittwinkel auf. Sind Hinterschnitte zu erwarten, werden weitere Kameras unterhalb der Laser angeordnet, die einen vergleichbaren Meßbereich abdecken. Selbstverständlich kann jede Kamera nur jene Objektbereiche vermessen, die in ihrem Bildfeld nicht verdeckt sind. Würden die unteren Kameras weggelassen, wären alle von den oberen Kameras abgewandten Bereiche nicht meßbar.

6. Meßablauf

Mit Beginn des Meßvorganges werden die Laserlichtquellen eingeschaltet. Während des Meßvorgangs fährt der Verfahrschlitten in Nenngeschwindigkeit nahezu vibrationsfrei in eine vom Benutzer vogegebene Richtung.. Ein Drehwinkelgeber liefert der Auswerteeinheit Taktsignale zur Berechnung der Sensorposition für jede individuelle Schnittmessung.

Die Kameras liefern während des Meßvorganges kontinuierlich Bildsignale, die schritthaltend wie beschrieben ausgewertet werden. Die Fahrgeschwindigkeit des synchron laufenden Schlittens kann vom Anwender für jede Messung individuell eingestellt werden. Sie beeinflußt direkt die Meßzeit und die Schnittdichte und damit die Systemauflösung in der Bewegungsrichtung. Nach Ablauf der Meßzeit kann das Meßobjekt das Meßportal verlassen, je nach gewünschter Datenmenge und eingesetzter Rechnerleistung, ist das System nach wenigen Sekunden für die nächste Messung bereit.

So gilt z.B bei einem realisierten Ganzkörperscanner, daß während eines 17 Sekunden dauernden Meßvorganges eines 1,7 m großen Objektes 850 '360° -Schnitte' mit einem vertikalen Schnittabstand von 2 mm vermessen werden. Jeder Schnitt besteht aus fast 7000 Einzelmessungen, so daß in diesen 17 Sekunden ca. 6 Mio. 3D- Meßpunkte generiert werden, die zu einem 3D-Model von typischerweise 0,7-1 Mio. 3D-Konturpunkten zusammengefaßt werden. Die 6 Mio. 3D-Meßpunkte werden aus einem Rohdatensatz von 4,5 Mrd. Bildpunkten (4,5 GByte) generiert. Diese Datenmenge führt den Rechenaufwand vor Augen, der vom System in Video-Echtzeit bewältigt werden muß. Die 3D-Daten können nun ggf. nachbearbeitet werden (Schließen von Lücken an Hinterschneidungen oder Löchern; Manuelle Veränderungen einzelner Meßpunkte etc.).

7. Sensorjustage und -kalibrierung

Nach dem mechanischen Aufbau der Anlage müssen die Sensoren bei der Erstinbetriebnahme eingemessen werden. So kann es z.B. notwendig sein, 8 Linienlaser und 24 Kameras mechanisch exakt in allen Freiheitgraden aufeinander einzujustieren. Dazu wurde ein Verfahren entwickelt, bei dem lediglich die Lichtlinien optisch mit einer elektronischen Justagehilfe aufeinander eingestellt und die Kameras grob auf ihren Meßbereich ausgerichtet werden müssen. Die Kamera-Bildfelder dürfen nach diesem groben Ausrichten zueinander in allen Achsen verschoben und gekippt sein; Es ist keine weitere Feinjustage nötig. Selbst unterschiedliche Brennweiten der Kameraobjektive sind zulässig. Das restliche Einrichten bzw. Einmessen geht anschließend vollautomatisch vonstatten.

8. Einsatzbereiche von Lichtschnittscannern

Zur Rohlingsgenerierung wird das Objekt im Scanner innerhalb von wenigen Sekunden dreidimensional vermessen. Die Meßdaten werden nach Sichtung und ggf. Aufbereitung mit der Möglichkeit interaktiver Änderungen der 3D-Daten in ein für CNC-Fräsmaschinen geeignetes Datenformat gewandelt. Auf der Fräsmaschine wird nun ein Modell gefräst, das wiederum als Ausgangsmaterial für einen Rohling dienen kann.

Neben dieser Anwendung werden 3D-Vermessungssysteme wie VIRO-3D in vielen industriellen Applikationen erfolgreich eingesetzt. So werden z.B. die Schweißnähte, Sicherheitsteile von Gurtschlußstraffern etc. mit diesem schnellen 3D-System in der Linie geprüft. Des weiteren wird es zur hochgenauen 3D-Vermessung von Aluminiumbarren zur genauen Befräsung, der flächigen Vermessung von Streugut zur Regelung von Streumühlen etc. eingesetzt. In all diesen Anwendungen waren neben der hohen Meßauflösung die extreme Schnelligkeit und Störtoleranz gegen Umfeldbedingungen die ausschlaggebenden Kriterien für den Einsatz von Multisensorsystemen auf Lichtschnittbasis.

Nicht beliebig lange stillhaltende Objekte (z.B.Menschen) schnell und vollständig dreidimensional erfassen bzw. vermessen. An Anwendungsmöglichkeiten für ein solches System gibt es keinen Mangel. In der Medizin könnten in der Orthopädie Verlaufskontrollen bei Rückgratverkrümmungen schnell und mit hoher Präzision durchgeführt werden. Die Meßdaten für maßgeschneiderte orthopädische Schuhe könnten ebenso einfach und genau ermittelt werden, wie für Stützkorsetts oder für medizinische Maßverbände von Brandopfern, bei denen diese Daten zusätzlich noch schonend, da berührungslos gewonnen würden. Die plastische Chirurgie wäre ein weiteres der vielen Anwendungsfelder in der Medizin. Maßkonfektion aus der Fabrik: In Verbindung mit automatischer Schnittgenerierung ist die Herstellung von Maßkonfektion nach automatischer 3D-Erfassung der Außenkontur des Kunden möglich. Für Bewegungsstudien, z.B. in der Medizin oder im Leistungssport, bieten sich Einsatzfälle, sofern die 3D-Erfassung schnell genug möglich ist. Plastische Darstellung eines 3D-Ganzkörper- Scans

Auch Kunst und Fotografie erhielten mit solchen Systemen völlig neue Impulse: Skulpturen und Büsten, die automatisch hergestellt werden können, und 3D-Fotografien würden neue Möglichkeiten der Portraitierungen schaffen. Im Film werden bereits jetzt Schauspieler mit viel Aufwand in "virtuellen Welten" nachgebildet und animiert. Hier können Datenbanken von Schauspielern geschaffen werden, wodurch der Übergang zwischen Realität und Animation wird noch fließender wird.

V2

EINSATZ DER OPTISCHEN 3D-DIGITALISIERTUNG IM DENKMALSSCHUTZ UND DER ARCHÄOLOGIE

Dr.-Ing. habil. Bruno Lull
Projektleiter
Institut für innovative Technologien und Technologietransfer e.V.
Neefestraße 80 a
09119 Chemnitz
Telefon: 0371/38252-41, FAX: 0371/38252-10

Für eine Reihe von Anwendungen sind die taktilen 3D-Meßverfahren nicht mehr sinnvoll einsetzbar. Deshalb werden seit einiger Zeit auch optoelektronische Meßsysteme eingesetzt. Neben den interferometrischen Meßverfahren hat vor allem die Topometrie sowohl durch ihren an die interferometrischen Verfahren nahtlos anschließenden Meßbereich von wenigen µm bis einige mm als auch durch ihre einfache Handhabbarkeit und größere Mobilität an Bedeutung gewonnen. Die Topometrie bestimmt generell die aktuelle 3D-Form eines Meßobjektes. Für den Einsatz der topometrischen 3D-Meßtechnik stehen heute moderne Bildverarbeitungssysteme, hochauflösende CCD-Kameras sowie die Adaption der aus der Interferometrie bekannten Verfahren der Streifenanalyse zur Verfügung.

Meßtechnik

Am Institut für innovative Technologien und Technologietransfer Chemnitz wurde ein leistungsfähiger optischer 3D-Digitalisierplatz aufgebaut, der neben dem Einsatz auf technischen Gebieten wie im Formen- und Werkzeugbau für die Automobilindustrie auch im Denkmalschutz und in der Archäologie eingesetzt wird.

Der optische 3D-Digitalisierarbeitsplatz besteht aus 3 Komponenten (siehe Bild 1):

- 3D-Koordinatenmeßmaschine mit einem analogen Rundtisch
  Meßvolumen brutto: 2500x1500x1800 mm³, Tragfähigkeit des Drehtisches: 2500 kg
- Topometrischer 3D-Sensor, bestehend aus einer CCD-Kamera und einem Streifenprojektor mit entsprechender Bildverarbeitungssoftware, Meßvolumen: 230x160x160 mm³
- Bildverarbeitungssoftware zur Weiterverarbeitung der Meßpunktewolke

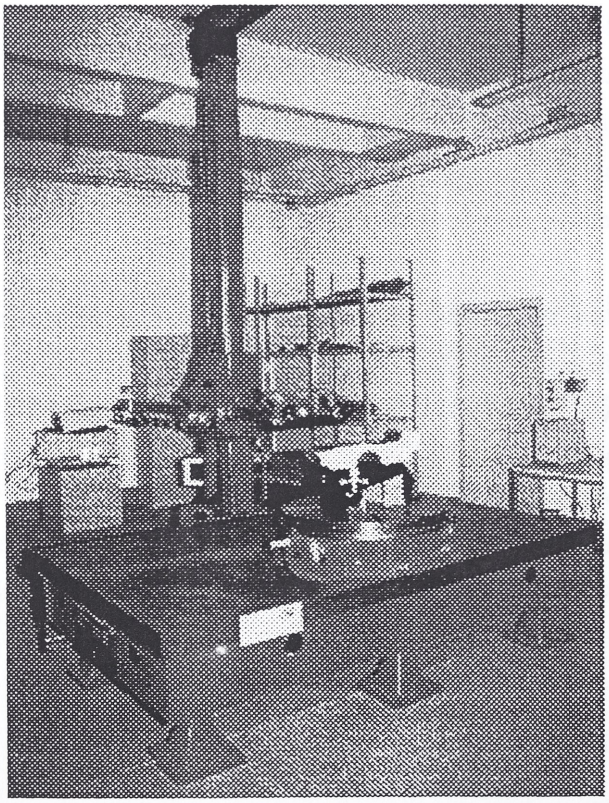


Bild 1: 3D-Koordinatenmeßmaschine mit Rundtisch und optischem Sensor

Die Bildverarbeitungssoftware des optischen Sensors stellt in der Funktionsgruppe 3D-Meßtechik Funktionen zur 3D-Absolutvermessung von Meßobjekten zur Verfügung während die Software zur Weiterverarbeitung der Meßpunktewolke die Vorverarbeitung und anschließend die Archivierung von Meßpunktewolken,die Durchführung des Soll-Ist-Vergleiches, die Flächenrückführung, die NC-Programmierung und die Erstellung von FEM-Modellen erlaubt. Die beiden sind vernetzt und besitzen ISDN- Anschluß, um die massenhaft produzierten Daten effektiv verarbeitewn und übertrageen zu können.

Der optischr Sensor wird vor dem ersten Einsatz und dann in Intervallen mit Hilfe einer Kalibrierplatte kalibriert. Beim Einsatz auf der Koordinatenmeßmaschine erfolgt anschließend die Einmessung des Sensor-Koordinatensystems auf das Koordinatensystem der Meßmaschine sowie das Einmessen des Drehtisches mit speziellen Einmeßkörpern (Vielkugelobjekt mit 16 Kugeln bzw. 1 Einmeßkugel).

Die erzielbare Genauigkeit bei topometrischen 3D-Meßverfahren ist von der Präzision der Systemeichung abhängig bzw. inwieweit systematische Abbildungs- und Gitterfehler erfaßt und korrigiert werden können. Die Meßgenauigkeit für die Objekttiefe liegt bei 1/4000 x Bildfenstergröße. Bei einer Bildfenstergröße des eingesetzten optischen Sensors von 230x160 mm² ist eine Meßgenauigkeit von ca. 40 ... 60 µm. Das Verfahren der bildhaften Topometrie besitzt einige verfahrensbedingten Grenzen und Fehlermöglichkeiten, die der Nutzer wissen sollte:

- Eine Hauptkenngröße des Verfahrens der Topometrie ist der Triangulationswinkel ϑ zwischen Beleuchtungs- und Beobachtungsrichtung. Dieser Winkel hat Abschattungen am Meßobjekt zur Folge d.h. Bereiche, wo eine Meßwertaufnahme und Auswertung nicht möglich ist, z.B. Bohrungen, Hinterschneidungen, enge Spalte.
- Das Auflösungsvermögen, d.h. welche Unterschiede in einzelnen Merkmalen noch auflösbar sind, steigt mit größer werdendem Triangulationswinkel und höherer Liniendichte. Wie bereits genannt, bedingen aber größere Triangulationswinkel Abschattungen und damit nicht vermeßbare Objektbereiche.

Wie bei allen optischen Verfahren stellen das Reflexions- und Streuverhalten der Objektoberflächen ein wesentliches Kriterium für die Möglichkeit und Güte der Meßwertaufnahme dar. Reflektierende und dunkle bzw. überstrahlte und unterbelichtete Oberflächen liefern keine auswertbaren Meßinformationen

Vorverarbeitung der Meßpunktewolke

Das Verfahren zur optischen 3D-Vermessung/Digitalisierung liefert umfangreiche Datenmengen in der Größenordnung von bis zu mehreren Millionen Meßpunkten. Die Meßdaten liegen bei dem Verfahren der bildhaften Triangulation teilstrukturiert vor. Die erzeugten Rohpunktewolken weisen solche Eigenschaften wie Positionsrauschen, Dopplungspunkte, Fehlstellen, Überschwinger und Ausreißer auf. Die praktischen Anforderungen für die Weiterverarbeitung von 3D-Meßpunktedatem ergeben sich einerseits aus den Eigenschaften der erzeugten Meßpunktewolke und andererseits aus dem Anliegen der 3D-Formerfassung. Bild 2 zeigt die Verarbeitungsetappen der 3D-Meßpunktewolken.

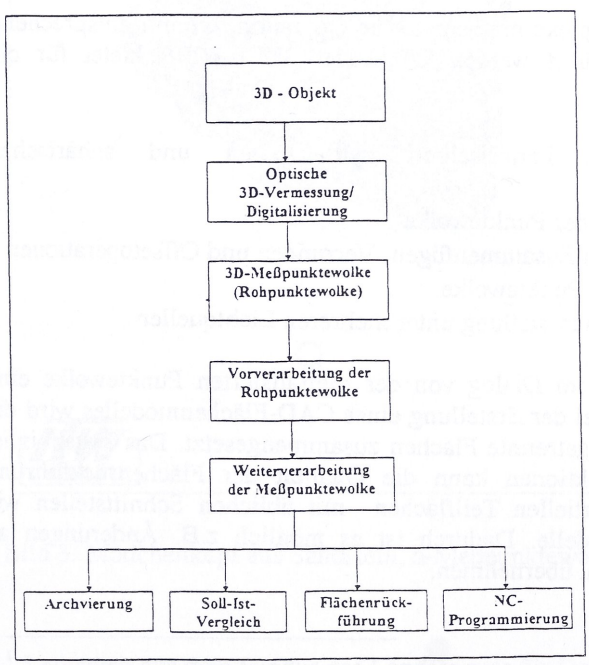


Bild 2: Verarbeitungsetappen der Meßpunktewolke

Als erster Schritt nach der Vermessung/Digitalisierung erfolgt die Vorverarbeitung der Rohpunktewolke als Vorausetzung für eine effektive Weiterverarbeitung der Meßpunktewolken zur Archvierung, zum Soll-Ist-Vergleich, zur Flächenrückführung und zur NC-Programmierung.

Die Vorverarbeitung der Rohpunktewolke erfolgt mit der auch zur Flächenrückführung eingesetzten Software SURFACER. Ziel der Vorverarbeitung der bei der Vermessung bzw. Digitalisierung erzeugten Rohpunktewolke ist die Korrektur unerwünschter meist verfahrensspezifischer Eigenschaften der Punktewolken bzw. Schaffung von Voraussetzungen und Anforderungen an die Punktewolken bezüglich der Weiterverarbeitung.

Folgende Teilaufgaben sind bei der Vorverarbeitung zu lösen:

- Zusammenfügen der Teilbilder zum 3D-Objekt
- Beseitigung von Ausreißern
- Ergänzung von fehlenden Daten
- Regularisierung
- Minderung oder Beseitigung von Redundanz, Ausdünnung

Nach der Vorverarbeitung der Rohpunktewolke sind eine Reihe von Manipulationen möglich, mit deren Hilfe

- beliebige räumliche Ansichten des Objektes,
- beliebige Details des Objektes als separate Meßpunktewolken,
- beliebige Schnitte in beliebiger Richtung als einzelne Punktemengen oder als 3D-Kurven,
- polygonisierte Punktewolken und
- (bedingt) beliebige Flächen

aus den Meßpunkten erzeugt werden können.

Weiterverarbeitung der Meßpunktewolke

❑ **Archivierung von Meßpunktewolken**

Die optische 3D-Digitalisierung kann vorteilhaft zur Erfassung, Digitalisierung und anschließender Archivierung von kulturhistorisch wertvollen Objekten im Denkmalsschutz und in der Archäologie eingesetzt werden . Die so archivierten Objekte stehen so jederzeit in Form von Dateien auf unterschiedlichen Datenträgern z.B. als CD-ROM manipulierbar zur Rekonstruktion zu Verfügung.

❑ Flächenrückführung

Die Flächenrückführung von 3D-Digitalisierdaten ist eine komplexe mathematische Operation, die mit entsprechend intelligenter Software (hier der SURFACER) aber durchgeführt werden kann. Der SURFACER bietet für die Flächenrückführung folgende Möglichkeiten

- Flächenerstellung direkt auf der Punktewolke im kartesischen, zylindrischen und sphärischen Koordinatensystem
- Kombinierte Flächenerstellung mit Begrenzungskurven und der Punktewolke
- Flächenerzeugung mit vorhandenen Flächenelementen durch Zusammenfügen, Verrunden und Offsetoperationen
- Flächenanalyse; Darstellung der Abweichung der Fläche zur Punktewolke,
- Punkteabweichung zur Fläche, Krümmungsplot und Flächendarstellung unter mehreren Lichtquellen

Mit den von der Software angebotenen Möglichkeiten kann im Dialog von der digitalisierten Punktewolke eine strukturierte geglättete Flächenbeschreibung erzeugt werden. Bei der Erstellung eines CAD-Flächenmodelles wird die komplexe räumliche Struktur aus einzelnen durch Formlinien getrennte Flächen zusammengesetzt. Das Ergebnis ist eine Flächenbeschreibung als VDA-File. Durch Analysefunktionen kann die Qualität der Flächenrückführung überprüft werden Insbesondere bietet die Erzeugung von partiellen Teilflächen mit üblichen Schnittstellen wie VDAFS, IGES die Möglichkeit der Einfügung in CAD-Modelle. Dadurch ist es möglich z.B. Änderungen an vorhandenen Formen bzw. Objekten in CAD-Beschreibungen zu übernehmen.

3D-Digitalisierung im Denkmalsschutz und in der Archäologie

❑ Denkmalspflege

Die Denkmalspflege widmet sich der Erhaltung und Pflege kulturhistorisch wertvoller Denkmale. Dabei sind zwei Aufgaben von besonderer Bedeutung:

- Archivierung von Denkmalen wie z.B. Skulpturen aus Holz oder Stein mit dem Ziel die Unikate reproduzierbar für die unterschiedlichsten Zwecke zur Verfügung zu haben und
- Restaurierung von zerstörten oder beschädigten Denkmalen

Für beide Einsatzfälle ist die berührungslose optische 3D-Digitalisierung besonders gut geeignet. Für die Archivierung werden Informationen digital gespeichert, um damit ein elektronisches Archiv kulturhistorischer wertvoller Denkmale anzulegen, die mit einer leistungsfähigen 3D-Bildverarbeitungssoftware alle üblichen Manipulationen im Raum zu läßt und z.B. für Dokumentationszwecke reproduziert werden können. Andererseits dient das elektronische Archiv der originalgetreuen Reproduktion von nicht mehr zur Verfügung stehenden Unikaten. Sowohl die originalgetreue Reproduktion von Unikaten als auch die Restaurierung von zerstörten oder beschädigten Denkmalen wie Skulpturen ist mit Hilfe der modernen NC-Technik möglich. Denkbar ist z.B. die NC-Fertigung von Skulpturen mit einem entsprechenden Aufmaß, so daß der Bildhauer seine Intentionen und Vorstellungen noch verwirklichen kann.

Bild 3 zeigt das Original, die Meßpunktewolke und die polygonisierte Meßpunktewolke eines Mädchenkopfes aus dem 19.Jahrhunderts[1] aus Sandstein. Diese Meßpunktewolke des Mädchenkopfes wurde aus 26 Einzelaufnahmen zusammen gesetzt und besteht in der exakten Darstellung aus ca. 2.5 Mill. Meßpunkten. Mit Hilfe der Bildverarbeitungssoftware läßt sich diese Meßpunktewolke beliebig ausdünnen. Damit steht dieses digital gespeicherte Objekt für die Reproduktion und Dokumentation beliebig manipulierbar, z.B. in unterschiedlichen Ansichten, zur Verfügung. Im Bild der polygonisierten Meßpunktewolke kennzeichnen die weißen Stellen fehlende Informationen, d.h. aus dieser Sensorstellung konnten keine verwertbaren Meßinformationen erhalten werden.

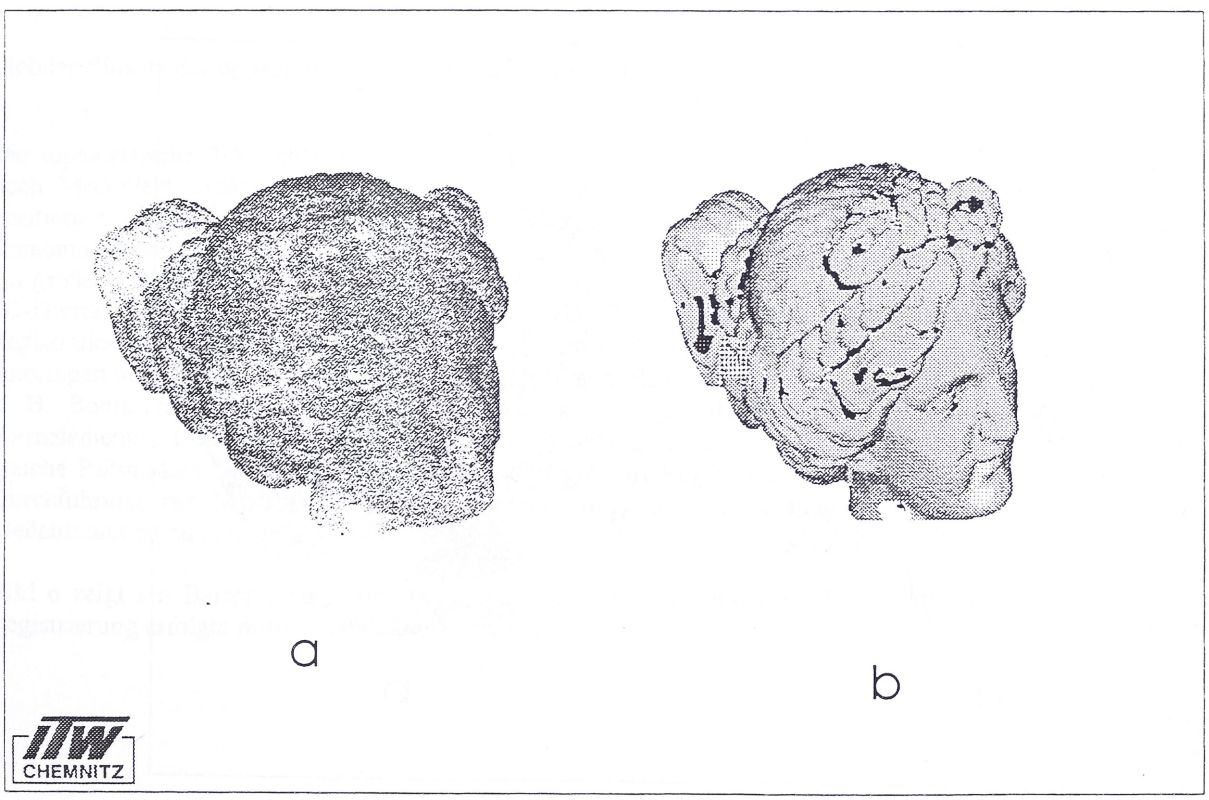


Bild 3: Mädchenkopf aus Sandstein, a-Meßpunktewolke,b-polygonisierte Meßpunktewolke

[1] Leihstück aus dem Fundus des Landesamtes für Denkmalspflege , Dresden

❑ Archäologie

In der Archäologie sind folgende Aufgaben mit Hilfe der optischen 3D-Meßtechnik realisierbar:

- Aufbau eines elektronischen Archivs der archäologischen Fundstücke zur Weiterverarbeitung mit 3D-Bildverarbeitungssoftware z.B. zur Erstellung von Profil- und Schnittzeichnungen von historischen Gefäßen
- Zusammensetzen von Objekten z.B. Gefäßen aus den Fundstücken mit Hilfe der 3D-Bildverarbeitungssoftware
- Aufbau eines elektronischen Archivs für museale Unikate

Aus den vorhandenen Bruchstücken eines Objektes (Bild 4a, Terrine mit Leichenbrand [2]) wurde mit Hilfe der 3D-Bildverarbeitungssoftware das Objekt rechnerunterstützt rekonstruiert (Bild 4b). Durch die berührungslose Digitalisierung erfolgt eine schonende Behandlung der Fundstücke. Die Digitalisierung der Bruchstücke mit Hilfe des optischen Sensors ist zeitlich sehr effektiv möglich. Mehrere kleine Bruchstücke können mit einer Meßaufnahme digitalisiert und später mit der 3D-Bildverarbeitungssoftware wieder vereinzelt werden. Bruchstücke, für die mehrere Meßaufnahmen erforderlich sind, wenn die Abmessungen das Meßfeld des Sensors übersteigen bzw. wenn das Bruchstück starke Krümmungen oder Hinterschneidungen aufweist, werden mit Hilfe der Software automatisch zum Gesamtobjekt zusammen gefügt. Bemerkt werden soll an dieser Stelle, daß auf Grund der 6 Freiheitsgrade im Raum (3 tranlatorische und 3 rotatorische Freiheitsgrade) der Prozeß des Zusammensetzens relativ zeitaufwendig ist. Handelt es sich um Regelgeometrien wie Kugel, Kreis, Zylinder, Kegel u.a. erfolgt eine Unterstützung durch die Bildverarbeitungssoftware. Um das Zusammensetzen der einzelnen als Meßpunktewolken vorliegenden Bruchstücke zu erleichtern, können die vorhandenen softwareseitigen Hilsmittel jedoch effektiv eingesetzt werden. So ist z. B. das Anbringen von Linien an markanten Bruchkanten zu empfehlen, um mit deren Hilfe das räumliche Anordnen zeiteffektiver durchführen zu können. Gleichermaßen können Bruchkanten auch mit 3D-Kurven "nachgezeichnet" werden, da dadurch ebenfalls ein leichteres Zusammenfügen ermöglicht wird. Das zeitweise Ausblenden (z. B. Darstellung nur jedes 5. oder 10. Punktes der Meßpunktewolke) bringt auch erhebliche zeitliche Vorteile. Die so rekonstruierten Objekte stehen damit für beliebige Auswertungen und Dokumentationen zur Verfügung z.B für die Anfertigung von Profilschnitten, Querschnitten. Bild 5 zeigt die Meßpunktewolke eines rekonstruierten altertümlichen Kruges [3] mit Profil- und Querschnitten sowie die aus der Meßpunktewolke durch Flächenrückführung erzeugte Ansicht.

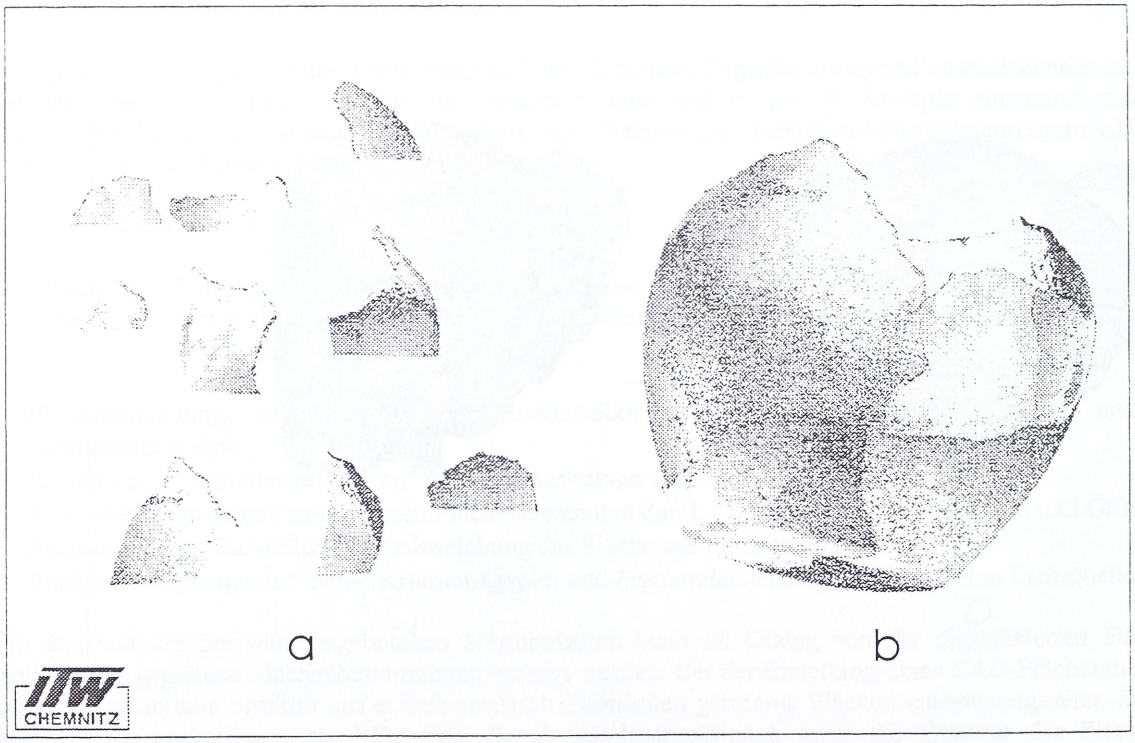


Bild 4: Rekonstruktion von Objekten aus Fundstücken, a-Fundstücke, b-Rekonstruiertes Teilobjekt (Terrine)

[2] Leihstück aus dem Fundus des Landesamtes für Archäologie, Dresden
[3] Leihstück aus dem Fundus des Amtes für Archäologie, Dresden

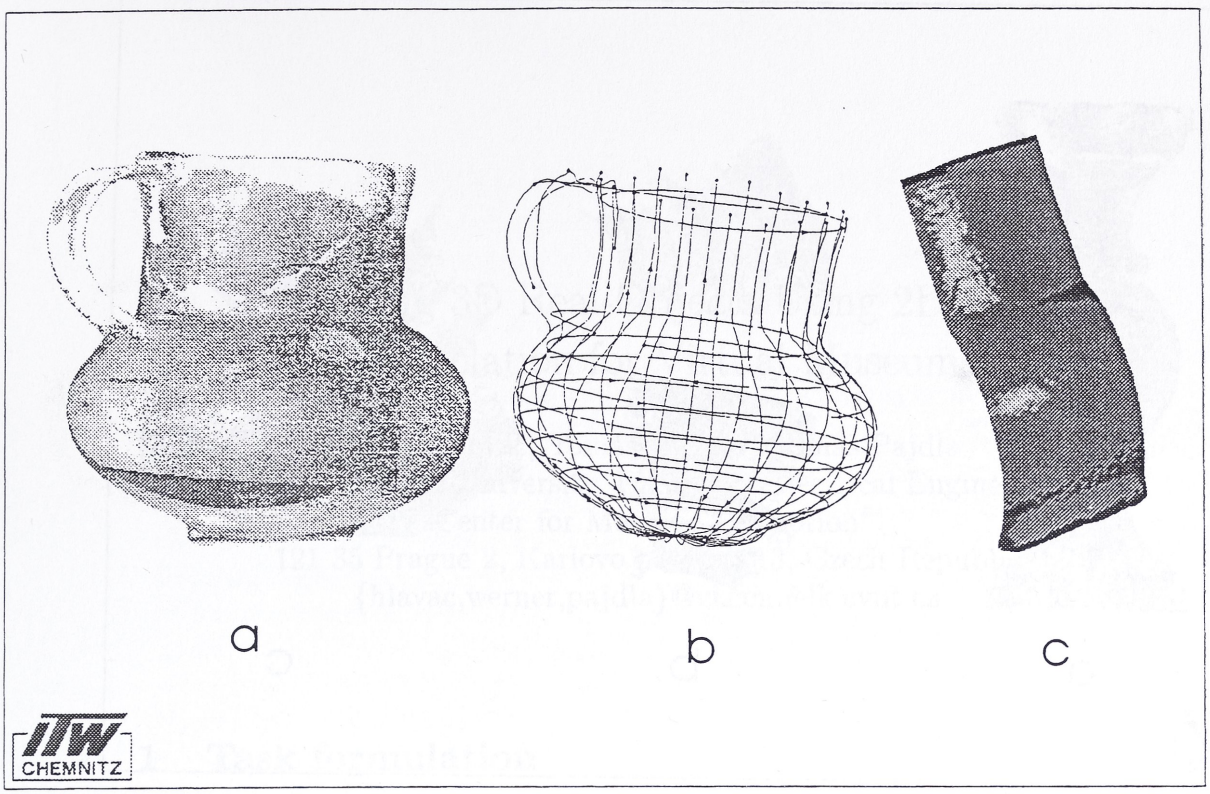


Bild 5: Meßpunktewolke eines vollständig rekonstruierten altertümlichen Kruges
a-Meßpunktewolke, b-Profil- und Querschitt, c-Flächenrückführung aus der Meßpunktewolke

Mobiler Einsatz des optischen Sensors zur 3D-Objektvermessung

Die topometrische 3D-Meßtechnik ermöglicht auch dann eine Objektdigitalisierung, wenn weder optischer Sensor noch Meßobjekt exakt, wie bei der oben beschriebenen Konfiguration auf einer 3D-Koordinatenmeßmaschine, positioniert werden können. Das kann aus Gründen der Größe und des Gewichts des Objektes, der nicht möglichen Demontage oder einfach weil das Objekt nicht auf die Meßmaschine gebracht werden kann erforderlich sein, wie z. B. ein größere Skulptur aus Sandstein oder ein schweres nicht demontierbares Maschinenteil. In diesem Fall erfolgt die 3D-Digitalisierung nach dem Paßpunktverfahren. Das Zusammenfügen der einzelnen Meßaufnahmen, die sogenannte Registration, die von räumlich unterschiedlichen Standpunkten gemacht wurden, erfolgt entweder durch das Anbringen von Paßmarken an dem Meßobjekt oder anhand markanter am Meßobjekt vorhandener Formelemente wie z. B. Bohrungen, Kanten, Zylinder u.a. Beim Anbringen der Paßmarken bzw. bei der Auswahl relevanter Formelemente ist darauf zu achten, daß in den Einzelmeßaufnahmen aus den unterschiedlichen Ansichten jeweils 3 gleiche Paßmarken bzw. entsprechende Formelemente zur Registration erkennbar und identifizierbar sind . Bei der Durchführung der Meßaufnahmen insbesondere im Freien ist auf geeignete Beleuchtungsverhältnisse bei den Meßaufnahmen zu achten.

Bild 6 zeigt am Beispiel eines Baluster[4] aus Sandstein den mobilen Einsatz der optischen 3D-Meßtechnik. Die Registrierung erfolgte mittels aufgeklebter Paßmarken.

[4] breitgestellt von der Zwingerbauhütte Dresden

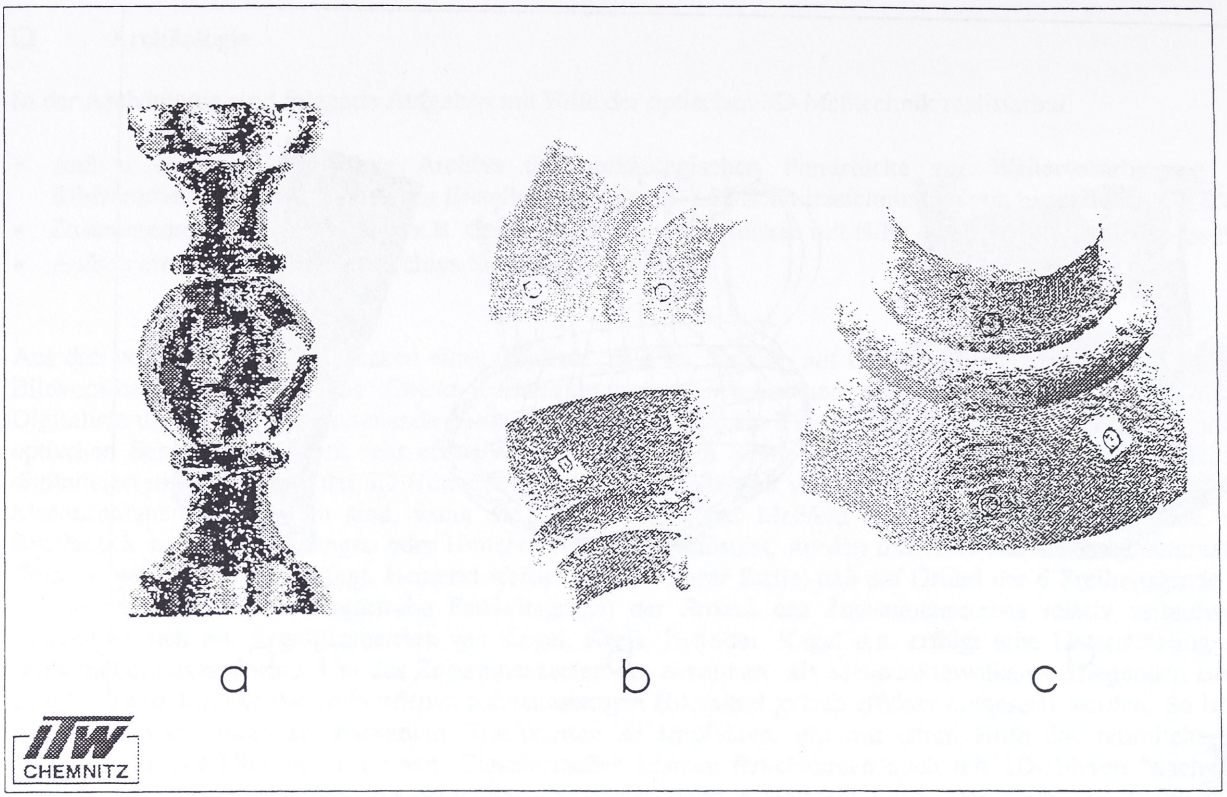


Bild 6: Meßpunktewolke eines Baluster, a-gesamter Baluster, b-Ausschnitt mit Paßmarken, c-Registration der beiden Meßpunktewolken

Literatur

/1/ Lull, B., Mierisch,R.; 3D-Laserscannen komplizierter Körper; Sachbericht zum FuE- Vorhaben, gefördert durch das BMWi, Registrier-Nr. 504/95

/2/ Breukmann, B.; Bildverarbeitung und optische Meßtechnik in der industriellen Praxis, Franzis- Verlag München 1989

/3/ VDI-Technologiezentrum Physikalische Grundlagen: 3D-Objektvermessung auf kleinere Entfernungen, Broschüre zur Abschlußpräsentation des vom BMBF geförderten Verbundprojektes "3D-Objektvermessung auf kleinere Entfernungen" am 21. und 22.6.1995 München

/4/ VDI-Technologiezentrum Physikalische Grundlagen: 3D-Objektvermessung auf größere Entfernungen, Broschüre zur Abschlußpräsentation des vom BMBF geförderten Verbundprojektes "3D-Objektvermessung auf größere Entfernungen" am 21. und 22.6.1995 München

Displaying 3D Real-Objects Using 2D View Extrapolation for Virtual Museums

Václav Hlaváč, Tomáš Werner, Tomáš Pajdla
Czech Technical University, Faculty of Electrical Engineering
Center for Machine Perception*
121 35 Prague 2, Karlovo naměstí 13, Czech Republic
{hlavac,werner,pajdla}@vision.felk.cvut.cz

1 Task formulation

This contribution informs about the recent computer vision technology for displaying an 3D object from any viewpoint on computer screen without creating its full 3D model. We believe that this our approach has high potential in museums.

The technology is the following. The object of interest for a virtual museum visitor (e.g. a small sculpture, an old jewel) is placed on the turntable. A set of 2D intensity or colour images that covers the range of needed views is captured. Then the computational procedure—to be sketched in this paper—is run. The outcome is the object representation that allows the user to look at the object on the computer screen from varying viewing directions. She or he can interactively control from where he looks. This approach can run remotely via Internet and thus fits into the concept of a virtual museum.

This is just one application of more general approach called *telepresence*. It allows to give the remote person the feeling he is in a different place. Let us demonstrate this idea on application in medicine. An expert can give advices to the operating team from a distant place. The input is several dozens of cameras placed around the patient in the remote operating room.

Authors of this contribution come from a university research team. They are interested in the research issues to the approach and had some success in this respect. The purpose of this contribution is to inform people from the museums about the recent and relatively simple technology. We believe that such systems will be on the market very soon.

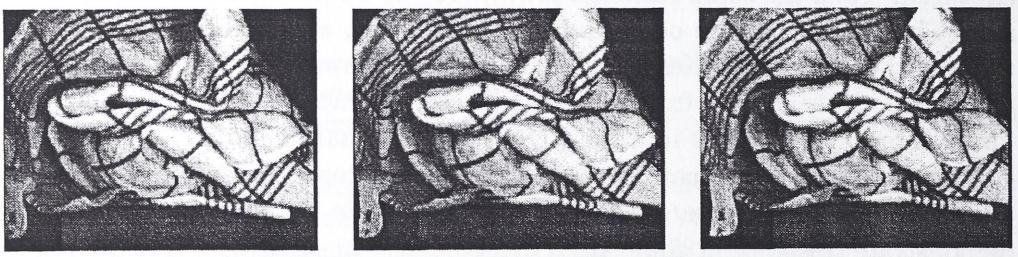
*This research was supported by the Czech Ministry of Education grant VS96049, the Grant agency of the Czech Republic grant 102/97/0855, the EU Copernicus grant CP941068.

2 Images instead of a traditional rendering of a 3D model

Methods which are able to capture a real object and render it from an arbitrary viewpoint usually use a 3D geometric model of the object. The computer graphics has attacked this problem for three decades with considerable success. The bottleneck of these methods is the 3D reconstruction of a model, which is a non-trivial problem, often failing for objects of more complex shapes. Therefore the approach is not used in museums.

Alternatively, *image-based scene representation paradigm* proposes to display a real 3D scene from any viewing direction without using its 3D model. The scene is represented by a collection of 2D *reference views* instead of a full 3D model. The actual image to be displayed is called a *virtual view* and is created by interpolation from the reference views using correspondences among them. The new bottleneck becomes the correspondence problem, being simpler than 3D reconstruction. The aim of such procedure is to avoid the difficult problem of consistent 3D model reconstruction. Thus, more complex objects can be handled. In addition, faster access to a view can be achieved than by rendering the 3D model.

The image-based approach copes with complicated free-form surfaces as is demonstrated in Fig. 1. Notice the mistake in the interpolated image in the middle. One of the lines in the top, centre is doubled. This is due to mismatch in correspondences. This error is likely to be overlooked. This shows how human understanding of the image content is not sensitive to such errors.



(a) (b) (c)

Figure 1: Left and right are two reference views of a linen towel. View directions are 10° apart. The virtual image in the middle was obtained using interpolation.

3 The partial tasks to be solved

To succeed, the following problems must be solved:

Correspondence problem. How to find the correspondences between almost all points reference views? This issue is a difficult evergreen in computer vision. Our case allows when we can put the object (e.g. a small sculpture) on the turn table under our control makes the task much easier.

We proposed to capture dense sequence of images. The correspondence problem becomes almost trivial as we can track the important features on the object surface using a modification of an edge detector. Its input is an one-dimensional signal only as the epipolar geometry constraints the task.

View selection. How to find the optimal set of necessary reference views? We proposed a solution in [WHLP96]. The natural criterion of optimality is minimal number of views allowing synthesis of an image that looks similar as that would be seen when looking from the same viewpoint. It is not an easy task to come with a good measure of image similarity that will be close to human understanding of image similarity.

Image interpolation/extrapolation and geometry. How to predict the position and the intensity of a point in the new view if the positions and the intensities of corresponding points in the reference views are known?

It was thought [LF94, SD95, WHH95] that displaying a 3D scene from stored 2D images is quite different from rendering a 3D model. The difference seemed to follow from the observation of Ullman [UB91] who have proposed that the objects could be recognized just on the basis of linear combination of corresponding points in their orthographic images. We shall show in the sequel that knowledge of geometry is needed.

4 Knowledge of depth is needed to display properly

Ullman's approach has attracted new attention since Shasua showed that a trilinear function replaces the linear one [Sha93] for a perspective camera; since Laveau and Faugeras [LF94] and Hartley [Har95] have made clear that for the visualization itself any projective reconstruction of the scene suffices. Tedious calibration of the camera has been thus avoided in the case of visualization.

Seitz and Dyer [SD95] have stressed that visualizing an object by interpolating close views is a well posed process and therefore perfect correspondence algorithm are not ultimately needed for certain limited tasks. Other works have demonstrated that even quite complicated scenes can be shown by interpolating between the reference views [WHH95].

Yet, to display the scene by a camera revolving around it on a view circle, quite many reference images were needed in [WHH95] to make visual effect enough realistic. This is caused by the principal deficiency of image interpolation, namely in its *inability to show a general object from an arbitrary viewing angle using the images and the correspondences obtained from a sparse set of views*. Surprisingly, no object, not even a convex polyhedron, can be completely viewed by interpolating between finite number of reference views.

Consider the situation when reference views are located around a simple polyhedron as illustrated in Fig. 2. The images from the virtual camera C lying in the segment B_1C_4 cannot be constructed by interpolating reference views C_2 and C_3 since the camera C_2 does not see both sides of the polyhedron which are seen by the camera C. It will not help to move one of the reference cameras,

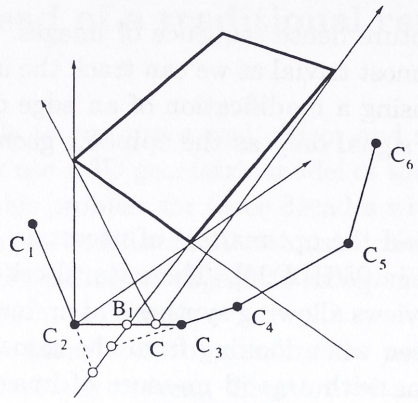


Figure 2: Virtual view C cannot be constructed by interpolation from the views C_2 and C_4 but can be extrapolated from C_3 and C_4.

e.g. C_3, closer to B_1 in hope to avoid malfunction of the view synthesis. By moving C_3 to B_1, the same problem appears on the segment C_3C_4. The only solution would be to increase the density of views near B_1 to infinity. Indeed, the algorithm for finding the best sparse set of reference views [WHLP96] has tended to select many reference views in places where aspect changed. Point B_1 is such a place in Fig. 2.

The above argument shows that the views cannot be constructed by interpolating the reference views from different aspects. On the other hand, it is certainly possible to construct view C from the views C_3 and C_4 by the *extrapolation of views*. Deep difference between the interpolation and the extrapolation manifests itself on the border between aspects where virtual camera has to switch from the views C_1, C_2 to the views C_3, C_4. Unlike in the interpolation case, where switching has been done at the centers of the reference cameras, here it is not clear where to switch between the reference views until the aspect of the object is not known. But finding the changes in aspect is equivalent to *finding depth discontinuities*. Moreover, for the reference views in general positions, it is not possible to move smoothly along the object just by linear extrapolation and switching on the borders between aspects as the line C_1C_2 need not to intersect the line C_3C_4 on the change of the aspect. When crossing the boundary of an aspect, it is also necessary to solve the *visibility of the points* because not all the points have to disappear at the same time.

Finding the discontinuities and resolving the visibility are problems known from 3D surface reconstruction and visualization of a 3D model. In order to synthesize the images from a virtual camera smoothly moving around the object, one has to step back from pure image based scene representation and interpolation mechanism to a partial projective reconstructions of the shape and their correct visualization.

5 Proposed technology and experiment

We developed a method for constructing virtual views outside of the aspect of the reference views [WPH97]. A *practically usable technology* that allows to build an image-based representation of a 3D scene routinely without human aid is proposed. The novel contribution is in the following topics:

- The key step towards view extrapolation is to solve the *correspondence problem.* The solution we propose is to employ *tracking of edge features in a dense sequence of images.*
- The *visibility of points in virtual views* is an important issue. Oriented projective geometry is used to formulate and solve the problem.
- It is shown that it is not needed to transfer each point from reference views when creating the virtual image. Instead, we propose *to triangulate the correspondences in reference images, to transfer exactly only their vertices, and to fill triangle interiors.*

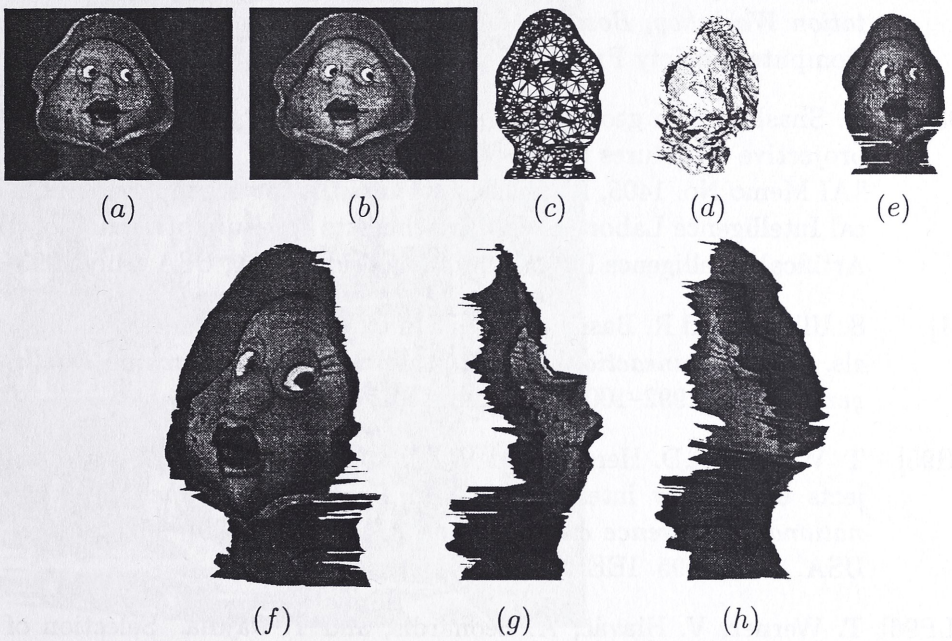


Figure 3: The results for the second object. (a) and (b) show the reference views, (c) the triangulation in the first reference view, (d) the projective model. (e) shows the virtual view from the same viewpoint as reference view, (f) and (g) other virtual views. (h) shows the incorrectly solved visibility in (g).

Let us demonstrate the displaying of a 3D object on a a ceramic doll, are in Fig. 3. The input are just two reference images that are captured from two view directions 10° apart.

The Fig. 3e shows a virtual view from the same direction as the one of the reference views. It can be seen that the rendering of the triangulated

surface gives very similar results. Fig. 3f, g demonstrates that virtual views can be extrapolated quite far from the couple of original reference views. The limit of this range of views is the viewing directions where there is not enough information in reference images to solve the visibility. This is demonstrated in Fig. 3h.

References

[Har95] R. I. Hartley. A linear method for reconstruction from lines and points. In *Proceedings of the 5th International Conference on Computer Vision*, pages 882–887, Boston USA, June 1995. IEEE Computer Society Press.

[LF94] S. Laveau and O. Faugeras. 3-D scene representation as a collection of images. In *Proc. of 12th International Conf. on Pattern Recognition, Jerusalem, Israel*, pages 689–691, October 9–13 1994.

[SD95] S. M. Seitz and C. R. Dyer. Physically-valid view synthesis by image interpolation. In *Proceedings of the Visual Scene Representation Workshop, Boston, MA., USA, June 24*, pages 18–27. IEEE Computer Society Press, 1995.

[Sha93] A. Shashua. On geometric and algebraic aspects of 3D affine and projective structures from perspective 2D views. Technical Report "AI Memo No. 1405, Massachusetts Institute of Technology, Artifical Intelligence Laboratory, Massachusetts Institute of Technology, Artifical Intelligence Laboratory, Cambridge, MA, USA, July 1993.

[UB91] S. Ullman and R. Basri. Recognition by linear combination of models. *IEEE Transactions of Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 13(10):992–1005, October 1991.

[WHH95] T. Werner, R.D. Hersch, and V. Hlaváč. Rendering real-world objects using view interpolation. In *Proceedings of the 5th International Conference on Computer Vision*, pages 957–962, Boston, USA, June 1995. IEEE Computer Society Press.

[WHLP96] T. Werner, V. Hlaváč, A. Leonardis, and T. Pajdla. Selection of reference views for image-based representation. In *Proceedings of the 13th International Conference on Pattern Recognition*, volume I – Track A: Computer Vision, pages 73–77, Vienna, Austria, August 1996. IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, CA., USA.

[WPH97] T. Werner, T. Pajdla, and V. Hlaváč. Visualizing 3-D real-world scenes using view extrapolation. Technical Report K335-CMP-1997-137, Czech Technical University, Dept. of Control, Faculty of Electrical Engineering, Czech Technical University, Karlovo náměstí 13, 12135 Praha, Czech Republic, June 1997.

Nutzungsmöglichkeiten rechnergestützter Visualisierungs- und Kommunikationstechniken im Rekonstruktions- und Museumsbereich

Anne Griepentrog, Dr. Matthias Pleßow

Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik (GFaI) e.V.
Rudower Chaussee 5, Geb. 13.7
12484 Berlin
Telefon: 030/6719 8957, Telefax: 030/6392 1602
E-mail: griepen@gfai.de

Einleitung

Untersuchungen zeigen, daß gerade im Bereich der Kunst und Kultur die Erzeugung von historisch relevanten Ansichten, die in dieser Form nicht mehr existieren, eine wesentliche Rolle spielt. Wünschenswert sind häufig auch solche Visualisierungen, die dem Auftraggeber beispielsweise schon vor der Fertigstellung einer Rekonstruktion zeigen, wie diese aussehen und sich in ihre zukünftige Umgebung einordnen wird.



Abbildung 1 Foto eines Berliner Altbaus vor der Rekonstruktion (Foto UrbanPlan)

Dazu müssen Planungen der Rekonstruktion in unterschiedlichen Varianten, z.B. in verschiedenen Farben, mit unterschiedlichen Materialien oder Fassadenelementen, visualisiert werden. Eine weitere Aufgabe besteht in der perspektivgerechten Verbindung von digitalisierten Fotos der Architektur- oder Innenräume mit den 3D-Modellen der zu rekonstruierenden Objekte. Solche Visualisierungsaufgaben sind mit sehr viel Handarbeit bei der Anpassung des Modells an das Hintergrundbild verbunden. Außerdem sind sie mit der in kleineren Unternehmen meist vorhandenen PC-Technik nicht in einer für den Anwender vertretbaren Zeit zu lösen. Erfahrungen im Architekturbereich zeigen, daß es sich bei der Erzeugung der zukünftigen Ansichten um sehr rechenintensive Aufgaben handelt. So wurden beispielsweise für die photorealistische Visualisierung **einer** Ansicht der künftigen Gestalt eines wieder aufzubauenden Gebäudes am

Pariser Platz in Berlin auf einem Pentium-PC eine Rechenzeit von mehr als 24 Stunden benötigt. Der Entwurf der 3D-Modelle kann folglich von den Architekten, o.ä. weiterhin auf der in kleineren Unternehmen üblichen Technik erfolgen, der zweite Arbeitsschritt der Visualisierung der Modelle, das Rendering, sollte dann auf leistungsfähigerer Rechentechnik (Grafikworkstation, Parallelrechner) ausgelagert werden. Diese Technik übersteigt jedoch meist das Budget von öffentlichen Einrichtungen oder kleinen Unternehmen. Sie kann von mehreren Einrichtungen und Unternehmen gemeinsam angeschafft und genutzt werden oder die notwendige Rechenleistung kann von einem Dienstleistungsanbieter erworben werden. Die gemeinsame Nutzung setzt das Vorhandensein einer modernen Kommunikationsinfrastruktur zwischen den Unternehmen voraus.

In diesem Beitrag wird über ein System zur Visualisierung von 3D-Modellen in einer verteilten heterogenen Entwicklungsumgebung, das im Rahmen eines geförderten Projektes[1] entwickelt wurde, berichtet. In dem Projekt arbeiteten, neben der GFaI, die folgenden Partner zusammen:

- UrbanPlan, Berlin,
- Gruppe 4Plus, Karlsruhe,
- GMD Forschungsinstitut für Rechnerarchitektur und Softwaretechnik, Berlin,
- Innotech Holztechnologien GmbH, Berlin.

Anforderungen an das Gesamtsystem

Die beiden Architektur- und Stadtplanungsbüros, UrbanPlan und Gruppe 4Plus, entwarfen die zu visualisierenden 3D-Modelle im Rahmen des Projektes. Mit dem entwickelten Planungssystem sollten Unternehmen, die natürlich nicht nur aus der Architekturbranche kommen müssen, in die Lage versetzt werden, virtuelle (noch nicht existierende) Objekte darzustellen und zu modifizieren. Die Generierung von Ansichten des zukünftigen Aussehens der zu rekonstruierenden Gebäude und Innenräume sollte weitgehend automatisiert werden. Dazu müssen aus den digitalisierten Fotos dieser Räume interaktiv die für die Erkennung der Perspektive benötigten Parameter bestimmt werden, um dann eine maßstabsgerechte Plazierung eines 3D-Modells in einem Foto seiner zukünftigen Umgebung vornehmen zu können.

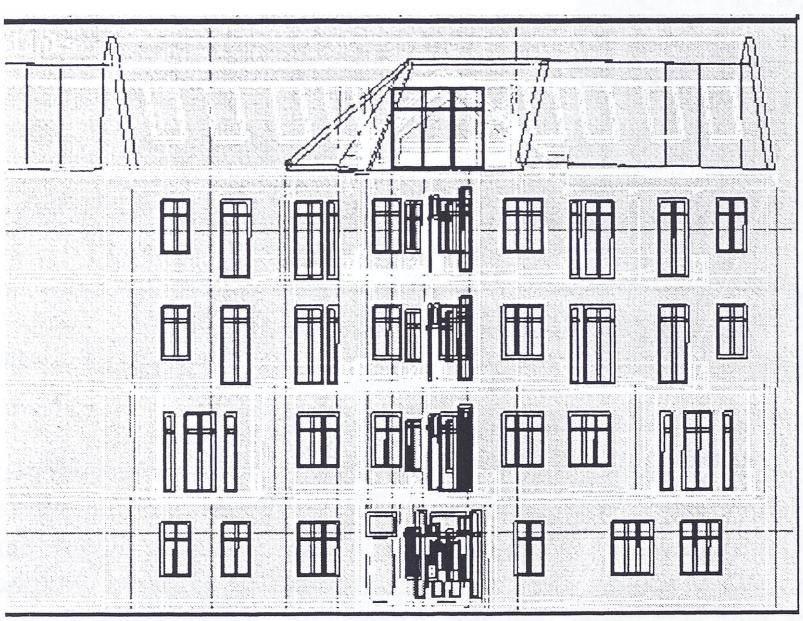


Abbildung 2 3D-Modell des zu rekonstruierenden Altbaus (Entwurf UrbanPlan)

[1] Gefördert im Rahmen des IKT-Programms der Senatsverwaltung für Wirtschaft und Betriebe Berlin, Kennzeichen:VB1-7.6-6.07

Die Entwicklung und Installation eines Labormusters einer verteilten, heterogenen Entwicklungsumgebung unter Nutzung von ISDN-Verbindungen, inklusive aller notwendigen Hard- und Softwarekomponenten war eine Schwerpunktaufgabe des Projektes. Dazu sollte untersucht werden, welche Hard- und Software den Anforderungen entspricht, diese sollte beschafft, installiert und angepaßt werden. Die einzelnen Komponenten, die das System beinhaltet und die Schnittstellen zwischen den Komponenten sollten analysiert und in Absprache mit allen Projektpartnern festgelegt werden. Außerdem war unter dem Aspekt der Rechenzeitreduzierung und Effektivität zu untersuchen, welche Software zur Visualisierung auf den Workstations genutzt und wie die Datenkonvertierung realisiert werden kann. Dabei war darauf zu achten, daß das entfernte Visualisieren für die Architekten leicht handhabbar, ohne zusätzliche Programmierkenntnisse vorauszusetzen, gestaltet wird. Die Nutzung der verteilten Visualisierungsumgebung sollte sich problemlos in ihre gewohnte Konstruktions- und Entwicklungsumgebung integrieren lassen.

Entwicklungsergebnisse und Realisierung

Ausgehend von den Anforderungen, die die Architekturbüros Urban-Plan/Gruppe 4Plus an die Visualisierung ihrer Modelle stellten, wurden von der GFaI die Schnittstellen der in den Büros verwendeten Entwurfssoftware untersucht, um die zur verteilten Visualisierung auf den Workstations einzusetzende Software zu bestimmen und geeignete Datenübergabeformate festzulegen. Im Anschluß daran wurde definiert, wie die vorhandenen Standardschnittstellen für den Austausch der Architekturmodelle durch eigene Softwareentwicklungen erweitert werden müssen.

Verteilte Visualisierung

Für den Entwurf der 3D-Modelle wurden in den Architekturbüros AutoCAD basierte Architektursysteme auf PC-Technik eingesetzt. Die Visualisierung der Modelle und die Erzeugung der animierten Durchgangssimulationen erfolgt mit 3D-Studio MAX der Firma AutoDesk. Ausgehend von der eingesetzten Software und den vorhandenen Standardschnittstellen für die Übergabe der 3D- oder Bilddaten wurden verschiedene Varianten der für die zu Visualisierung auf den Workstations zu verwendenden Renderingsoftware auf ihren Leistungsumfang und die Visualisierungsgeschwindigkeit getestet. Die Entscheidung fiel auf *Mental Ray (*Mental Images GmbH & Co. KG), da es sowohl schnell als auch extrem flexibel ist. *Mental Ray* und *3D Studio MAX* bieten außerdem vergleichbare Leistungen. Ein großer Vorteil von Mental Ray ist die Unterstützung des parallelen Renderings auf mehreren Rechnern, dadurch kann eine skalierbare Beschleuigung des Renderings erreicht werden. Für den Austausch der Daten zwischen *Mental Ray* und *3D Studio MAX* kommt nur ein Format in Frage, welches zusätzlich zu den üblichen Geometriedaten auch die für eine photorealistische Visualisierung wichtigen Zusatzinformationen, wie optische Eigenschaften von Materialien, speichern kann. Bei keinem der etablierten CAD-Austauschformate ist das der Fall, auch VRML genügt den Ansprüchen für eine verteilte photorealistische Visualisierung nicht, da es die detailierte Beschreibung von Materialeigenschaften nicht unterstützt. Deshalb wurde für den Datenaustausch das Format der Visualisierungssoftware *Mental Ray* gewählt, das hat zusätzlich den Vorteil, daß im Verlauf der verteilten Visualisierung einer Szene nur **eine** Konvertierung von Modelldaten notwendig ist. Für diese Konvertierung wurde von der GFaI ein sogenanntes *Render-Plugin* für *3D Studio MAX* realisiert, das von der Oberfläche dieser Software aus aktivierbar ist. Dieses Plugin übernimmt auch, für den Nutzer unsichtbar, die vorherige Kompression der zu übertragenden Daten und den Transport der konvertierten Szenenbeschreibungsdaten zum Renderingserver. Dort verwaltet ein Serverskript, *renderserver*, die unterschiedlichen Clients und führt die vom Client gesendeten Befehle aus. Im Anschluß an das Rendering schickt er das erzeugte und anschließend komprimierte Bild an den Clientrechner zurück. Für den Austausch von Bilddaten fand das JPEG Format Verwendung, da es maximale Kompressionsraten mit guter Skalierbarkeit der Bildqualität verbindet. Die Benutzerschnittstelle des

verteilten Visualisierungssystems ist vollständig in *3D Studio MAX* integriert, es unterscheidet sich vom *3D-StudioMAX*-Renderer nur durch zusätzliche Konfigurationsmöglichkeiten. Dadurch ist eine Nutzung des Systems ohne zusätzliche Programmier- und ISDN-Kenntnisse möglich.

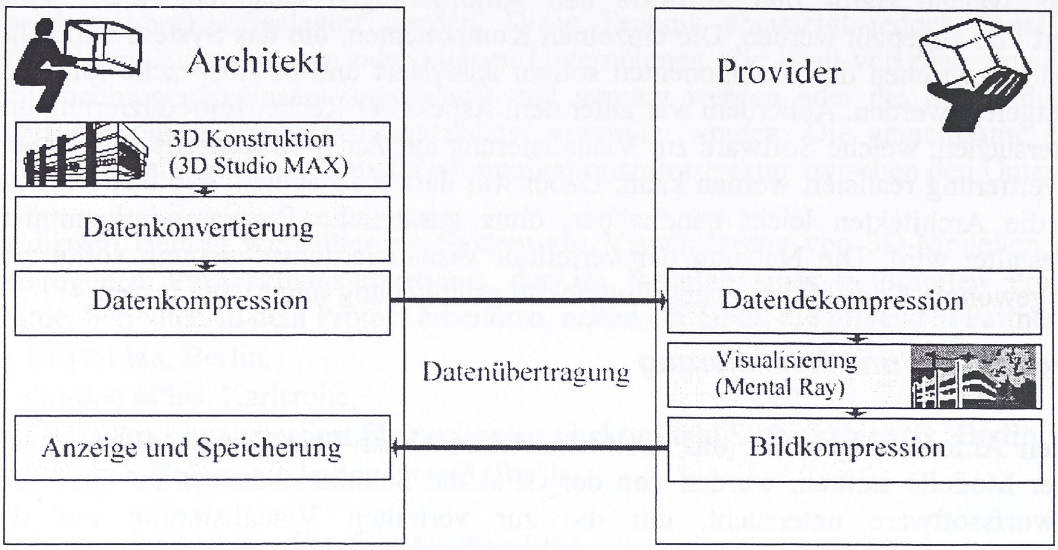


Abbildung 3 Schematische Darstellung der verteilten Visualisierung

Mental Ray unterstützt außerdem das parallele Rendering von Einzelbildern auf mehreren vernetzten Workstations, in *3D Studio MAX* dagegen können nur die Bilder einer Animation parallel berechnet werden. Für die Tests wurden deshalb bis zu 3 *Silicon Graphics* Workstations für die Visualisierung eingesetzt. Dadurch konnte eine deutliche, linear ansteigende Geschwindigkeitserhöhung bei der Visualisierung erreicht werden.

ISDN-Kommunikationsumgebung

Um nun die für die Visualisierung erforderlichen Rechenzeiten zu minimieren, wurde von der GFaI eine verteilte, heterogene Entwicklungsumgebung unter Nutzung von ISDN-Verbindungen exemplarisch aufgebaut, die es mehreren Unternehmen gemeinsam ermöglicht, die bisher verwendeten computergestützten Entwurfssysteme weiter einzusetzen und gleichzeitig die in der GFaI vorhandenen Hochleistungsrechner parallel für die Visualisierung zu nutzen.

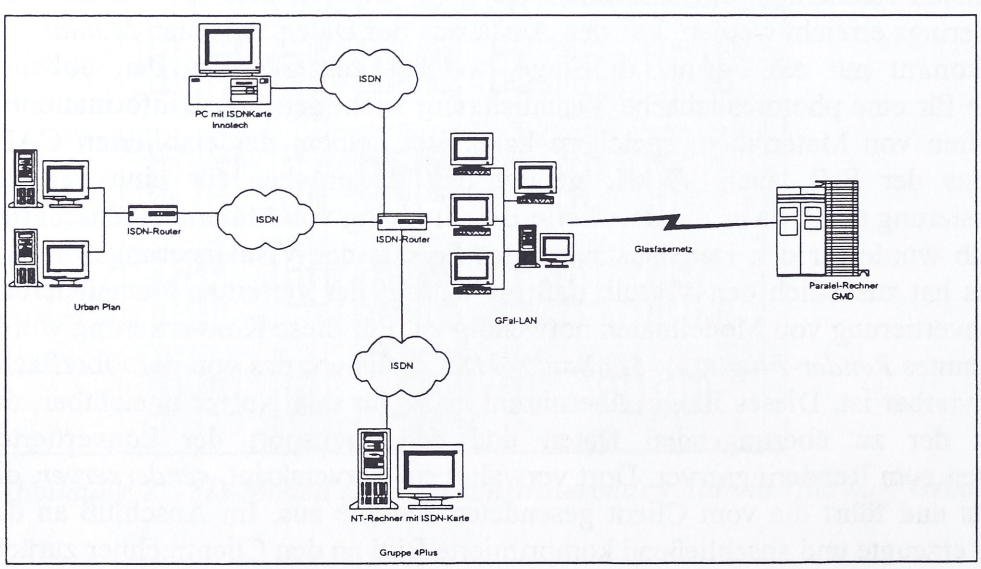


Abbildung 4 ISDN-Entwicklungsumgebung im Projekt

Basierend auf einer Analyse der in den Architekturbüros vorhandenen Infrastruktur und den Anforderungen der Projektpartner wurde von der GFaI eine Konzeption für die in Abbildung 4 gezeigte Kommunikationsumgebung auf ISDN-Basis erarbeitet und getestet. Dabei wurde berücksichtigt, daß auf Seiten der Architekturbüros lediglich lokal vernetzte oder stand-alone Windows NT-Rechner-PCs eingesetzt werden. Im Rahmen des Projekts wurde die in Abbildung 4 gezeigte Kommunikationsumgebung realisiert. Die durchgeführten Tests haben jedoch auch gezeigt, daß die Wahl von ISDN als preisgünstiges Übertragungsmedium eine eher negative Auswirkung auf die Gesamtperformance des Systems hat. Der Einsatz von Breitband ISDN oder ATM als Übertragungsmedium würde hier bessere Ergebnisse liefern.

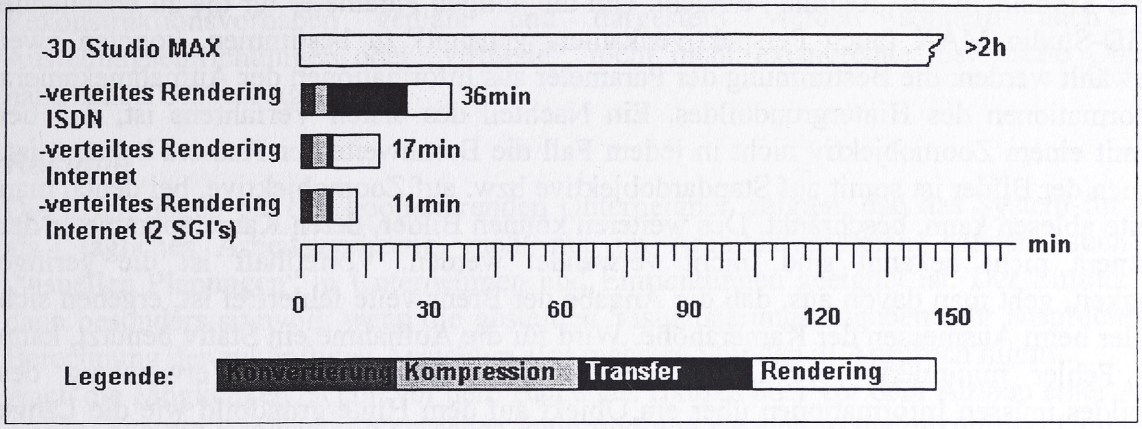


Abbildung 5 Vergleich der Rechenzeiten bei verschiedenen Visualisierungsmethoden

Perspektivgerechte Verbindung von 3D-Modellen mit der zukünftigen Umgebung

Um auch vorhandene Objekte zu erfassen und in Planungen berücksichtigen zu können, wurde von der Firma INNOTECH GmbH im Rahmen des Projektes ein photogrammetrisches Meßsystems entwickelt und eingesetzt, das die automatische Vermessung aus Panoramabildern heraus ermöglicht und so eine schnelle Erstellung von 3D-Modellen garantiert.

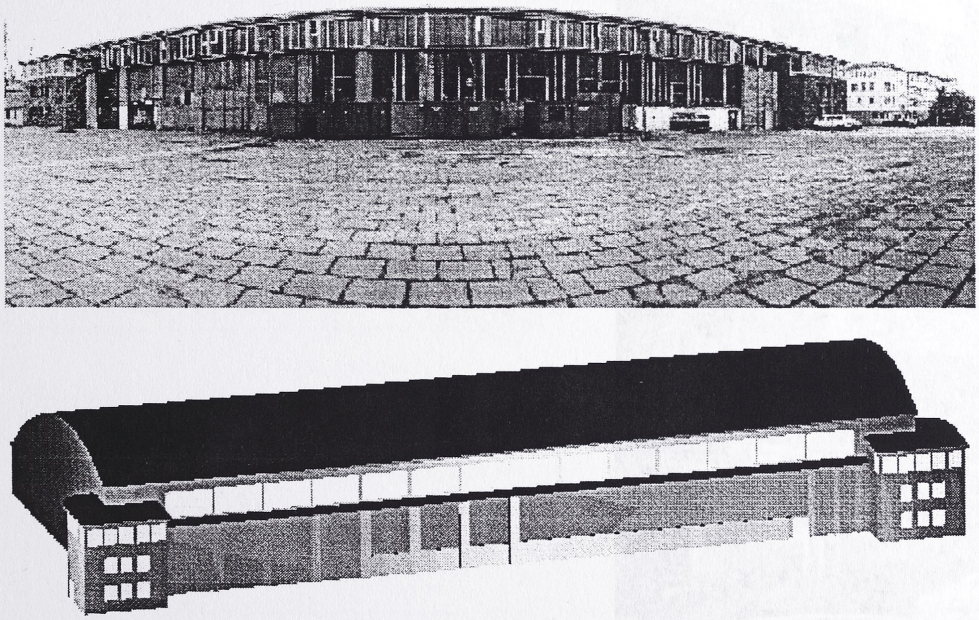


Abbildung 6 Panoramabild und 3D-Modell des Hangars (INNOTECH GmbH)

So konnten die in Abbildung 6 gezeigten, unter Denkmalschutz stehenden Hangars des ehemaligen Johannisthaler Flughafengeländes, in die Planungsvisualisierungen einbezogen werden.
Eine weitere Möglichkeit der Einbeziehung vorhandener Umgebungen in die Planung wurde von der GFaI realisiert: Sie besteht in der perspektivgerechten Verbindung von 3D-Modellen mit 2D-Hintergrundbildern, digitalisierten Fotos. Werden Objekte mit einer Kamera fotografiert, so ist deren Darstellung auf dem Foto abhängig von dem Standort der Kamera (der Kamerastandhöhe), deren Brennweite oder Blickwinkel. Man kann nun in *3D-Studio MAX* eine Kamera erzeugen und diese vor der 3D-Szene positionieren. Wenn diese Kamera die gleiche Kamerahöhe und Brennweite wie die Aufnahmekamera besitzt, so erscheint beim Blick durch die Kamera die 3D-Szene in der gleichen Perspektive relativ zu den Objekten auf dem Hintergrundbild. Damit ist eine exakte Integration des Modells in die „Realität" erreicht. Um die nötigen Parameter für die zu erstellende Kamera in 3D-Studio MAX (auch Perspektivenkamera genannt) zu bestimmen, konnten zwei Verfahren gewählt werden: die Bestimmung der Parameter aus Informationen der Aufnahmekamera oder aus Informationen des Hintergrundbildes. Ein Nachteil des ersten Verfahrens ist, daß bei Aufnahmen mit einem Zoomobjektiv nicht in jedem Fall die Brennweite der Kamera bekannt ist. Das Aufnehmen der Bilder ist somit auf Standardobjektive bzw. auf Zoomobjektive, bei denen man die Brennweite ablesen kann, beschränkt. Des weiteren können Bilder, deren Kameraparameter der Aufnahmekamera nicht bekannt sind, nicht verwendet werden. Vorteilhaft ist die geringe Fehleranfälligkeit, geht man davon aus, daß die Angabe der Brennweite fehlerfrei ist, ergeben sich lediglich Fehler beim Ausmessen der Kamerahöhe. Wird für die Aufnahme ein Stativ benutzt, kann auch dieser Fehler minimiert werden. Bei der zweiten Methode unter Verwendung des Hintergrundbildes müssen Informationen über ein Objekt auf dem Hintergrundbild wie die Länge einer Kante eines Objektes, deren Abstand zur Aufnahmekamera und die Standhöhe der Aufnahmekamera bekannt sein. Aus diesen Informationen lassen sich die Parameter zur Berechnung der Perspektive herleiten. Die bekannte Kante des Objekts muß mit der Maus an beiden Enden angeklickt werden, diese kann also nur näherungsweise markiert werden und die Genauigkeit hängt stark von der Bildschirmauflösung ab. Berechnet man mit diesen Daten die Blickwinkel und die Brennweite der Aufnahmekamera, so treten deutliche Abweichungen gegenüber der tatsächlichen Brennweite und dadurch deutlich sichtbare Fehler bei der perspektivgerechten Verbindung auf.



Abbildung 7 Verbindung des 3D-Modells mit dem Hintergrundfoto (Realisierung UrbanPlan)

Aus diesem Grund entschieden wir uns für die Nutzung der Informationen der Aufnahmekamera, dabei konnten wir, die in Abbildung 7 sichtbaren, guten Ergebnisse erzielen. Probleme treten jedoch auf, wenn das Gelände im Hintergrundbild unterschiedliche Höhenniveaus hat oder wenn die Fotos von erhöhten Standpunkten aus (z.B. Hochhäuser, Helikopter) aufgenommen werden, hier mußte eine Erhöhung bzw. Senkung der Standhöhe der erstellten Perspektivenkamera um den Unterschied im Höhenniveau (Gefälle) oder ein Ankippen der Perspektivenkamera um den gleichen Winkel wie die Aufnahmekamera realisiert werden.
Die gesamte Lösung ist ebenfalls in die *3D Studio MAX-Oberfläche* integriert, so daß der Nutzer in gewohnter Weise mit dem Programm arbeiten kann.
Auf diese Art und Weise können nicht nur zukünftige Stadtlandschaften und Rekonstruktionsvorhaben geplant und dargestellt werden sondern auch Innen- und Austellungseinrichtungen oder „virtuelle", nicht mehr existierende historische Objekte in ihrer natürlichen Umgebung.

Resume

Die Erfahrungen bei den kooperierenden Unternehmen zeigten, daß das System für einen Einsatz als tägliches Arbeitswerkzeug, nicht nur im Architekturbereich, sondern auch bei anderen „visuellen Planungen" in Unternehmen und Einrichtungen geeignet ist. Der Einsatz ist vor allem dann besonders sinnvoll, wenn die gestellten Visualisierungsaufgaben sehr anspruchsvoll sind, die Berechnung der zukünftigen Ansichten also mehrere Stunden in Anspruch nimmt.
Auch die Möglichkeit, schon vor dem Bau eines Hauses oder vor dem Aufbau einer Ausstellung zu zeigen, wie die Realisierung aussehen kann und wie sie sich in die zukünftige Umgebung einfügt, also einen realitätsnahen Gesamteindruck zu vermitteln, führt zu deutlichen Wettbewerbsvorteilen bei Auftragsvergaben.

Einige für den Einsatz in der Praxis wichtige Probleme bleiben allerdings noch zu lösen. So müssen jetzt weitere Visualisierungsverfahren implementiert, ein Sicherheitskonzept und ein akzeptables Kostenmodell für die Integration einer Abrechnungssoftware entworfen und integriert werden.

V5

Autostereoskopische Bildschirme - 3D ohne Brille

Reinhard Börner
Heinrich-Hertz-Institut für Nachrichtentechnik Berlin GmbH Einsteinufer 37, D-10587 Berlin
Tel.: (030) 310 02-0, FAX.: (030) 310 02-213, E-mail.: boerner@HHI.DE

Dieser Bericht ist eine kurze Übersicht zu autostereoskopischen Linsen- und Streifenraster-Verfahren und deren technischer Anwendung auf Bildschirme, die im Heinrich-Hertz-Institut für Nachrichtentechnik Berlin GmbH (HHI) realisiert worden sind. Thorie, Berechnungskonzepte sowie meßtechnische Auswertungen sind in weiteren wissenschaftlichen Berichten des Autors zu finden (siehe Kapitel 7 unter [1] bis [11]).

1. Aufnahme- und Wiedergabe von Raumbildern

Zur Erzeugung stereoskopischer Bildern werden zwei perspektivisch unterschiedliche Ansichten von einer Szene benötigt, die bei Wiedergabe von dem linken und rechten Auge *getrennt* gesehen werden müssen. Die Bilder werden entweder fotografisch oder elektronisch mit einer Stereokamera oder einem Computer erzeugt. Arbeiten hierzu sind unter zu finden [1],[3],[4]. Zur Wiedergabe der Raumbilder sind Betrachtungsgeräte wie optische Hilfen, Monitore oder Projektionssysteme erforderlich. In den **Tabellen 1 und 2** sind die verbreitetsten fotografischen und elektronischen Aufnahme- und Wiedergabeverfahren aufgelistet.

Aufnahmeseite	1 Fotoapparat auf optischer Bank für Stereobild Panoramabild fotografische Stereokamera Spezielle Panoramakamera viele Einzelperspektiven Panorama-Stereogramm
Wiedergabe durch Fotografie (Druck)	2 Stereoteilbilder für Stereobetrachtungsgerät (Linsen, Keile) gemeinsames Rotgrün-Bild für spezielle Farbfilterbrille Rasterbild hinter Linsenraster eine Stereoansicht stereoskopisches Panorama
Wiedergabe durch Projektion	Rotgrün-Brille (Schwarzweiß-Bilder) Polfilterbrille (auch Farbbilder)

Tabelle 1: *Die wichtigsten fotografischen Stereo-Aufnahme und -Wiedergabeverfahren*

Aufnahmeseite	2 separate Kameras Stereokamera viele Einzelkameras im Array für Panorama (Multikanalsystem)	
Wiedergabe auf Monitoren	gemeinsames Rotgrün-Bild für spezielle Farbfilterbrille auf Monitor umschaltbare Polfilter vor Monitor bei Polfilterbrille Zeimultiplex-Bilder mit Shutterbrille auf Monitor elektronisch gerasterte Stereoteilbilder hinter Linsen- oder Streifenrastern Stereoteilbildtrennung durch richtungsselektive Beleuchtungssysteme im Monitor	
Wiedergabe bei Front- oder Rückprojektion	Rotgrün-Brille Polfilterbrille Shutterbrille Linsenraster-Bildschirme Streifenraster-Bildschirme	(Schwarzweiß) (Farbe) (Farbe) (Farbe) (Farbe)

Tabelle 2: *Elektronische Stereo-Aufnahme- und Wiedergabeverfahren*

2. Rasterverfahren

Räumliche Bildwiedergabe in zukünftigen Übertragungssystemen - wie z.B. bei einem zukünftigen Multimediasystem - wird eines Tages Standard sein, und die gegenwärtigen Stereobrillen werden dann nicht mehr akzeptiert werden.. Bei dem von uns favorisierten Bildtrennungsverfahren Stereobilder mit Linsen- oder Streifenraster-Bildschirmen wiedergegeben **(Bild 1).** Ein Nachteil dieses brillenfreien Verfahrens ist, daß die Betrachtung nur in kleinen Betrachtungszonen möglich ist. Diese Zonen sind trapezoid in horizontaler Ausrichtung **(Bild 2).** Außerhalb dieser Bereiche treten im Bildschirm Störungen auf. Bei vertikalen Bewegung treten keine Bildstörungen auf. Der Linsenraster erweist sich dennoch durch spezielle technische Lösungen und bei speziellen Anwendungen als ein durchaus geeignetes optisches Verfahren, um eine für das rechte und linke Auge ausreichende Bildtrennung der mit einer Stereokamera aufgenommenen oder vom Computer erzeugten Stereoteilbilder zu erreichen.

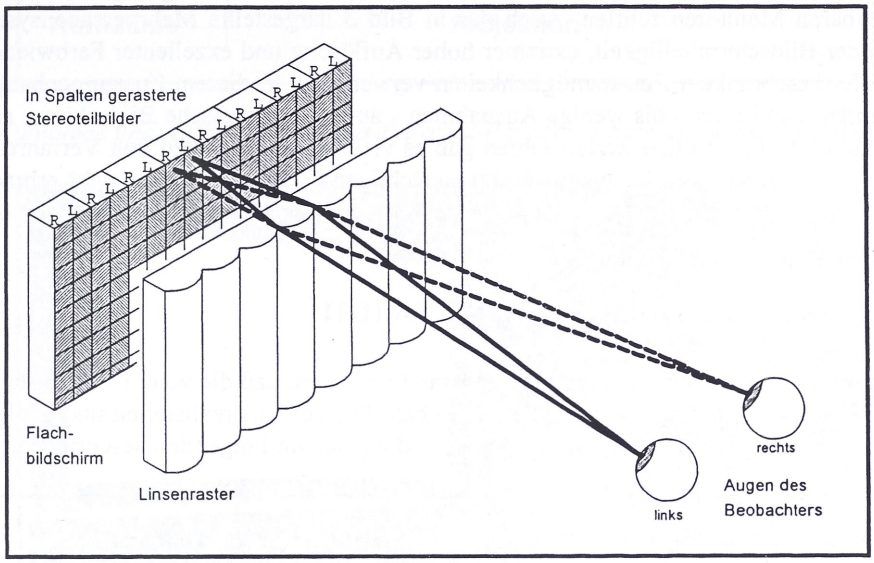


Bild 1: *Bildtrennung durch Linsenraster*

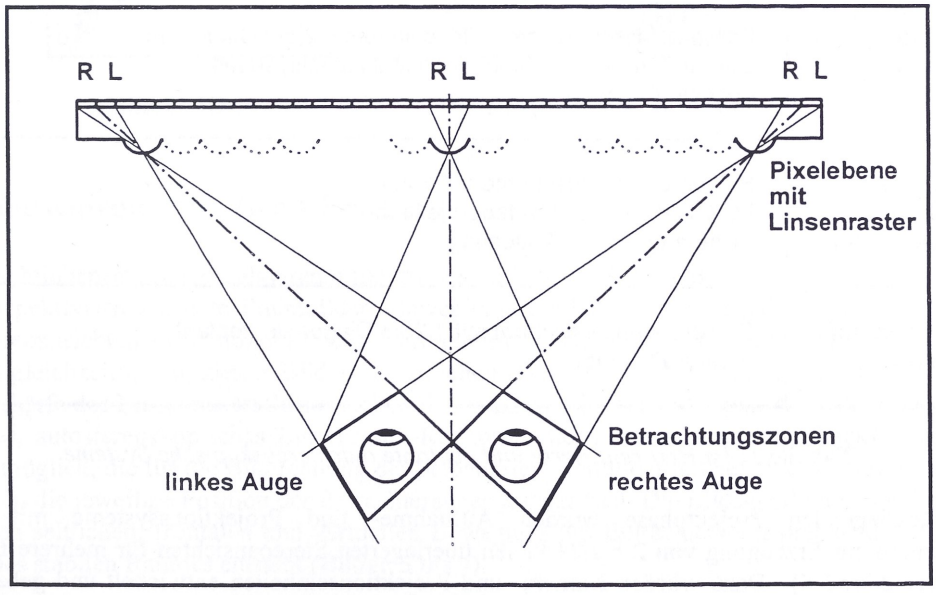


Bild 2: *Betrachtungsbereiche für ungestörte Stereobilder beim Linsenraster*

Das Hauptaugenmerk der Forschung im HHI richtet sich auf die Entwicklung von Rasterbildschirmen mit hoher Bildauflösung, guter Farbwiedergabe und hohem Kontrast, hoher und gleichmäßiger Bildschirmhelligkeit und geringem Übersprechen zwischen den optischen Stereokanälen (Auswirkungen von Übersprechen sind Doppelbilder). Zur Bildwiedergabe lassen sich konventionelle Display-Techniken verwenden. Einpersonen-Bildschirme für kleine bis mittlere Bilddarstellung auf Flachbildgerät lassen sich mit LC-Displays, Plasma-Displays und Elektrolumineszenz-Displays realisieren. Großbilddarstellung durch Front- und Rückprojektionsverfahren sollten Ein- und Mehrpersonen-Bildschirme sein und lassen sich mit CRT-, LC-und DMD-Videoprojektoren und LC-Overheadauflegern aufbauen. Bei Einpersonenbildschirmen läßt sich durch die in **Kapitel 4** beschriebenen Trackingverfahren der Bewegungsspielraum vor dem Bildschirm erweitern, bei mehrehren Betrachtern müssen sogenannte Multikanalsysteme aufgebaut werden, technisch und von der Datenmenge her sehr aufwendige Systeme. Da zusätzlich die die Auflösung der Projektorpanels für Multikanalverfahren unzureichend sind, sind derartige Systeme nur in der Fotografie sinnvoll.

Als Mehrpersonenbildschirme wurden schon vor Jahren das sogennannte Moving Slid und das Varifokal Mirror Verfahren vorgestellt, die mit Zeitmultiplexen hoher Bildraten arbeiten, aber wegen gravierender Mängel bisher zu keinen brauchbaren Monitoren führten. Auch das in **Bild 3** dargestellte Mehrpersonensystem des HHI ist trotz hervorragender Bildschirmhelligkeit, extremer hoher Auflösung und exzellenter Farbwiedergabe wohl nur für Fotografie unter beschränkten Einsatzmöglichkeiten verwendbar. In diesem Zusammenhang kann wohl generell gesagt werden, daß bisher - bis wenige Ausnahmen - autostereoskopische Bildschirme nur für *einen* Betrachter geeignet sind. Gerade in den letzten Jahren gab es viele Ankündigungen von Verfahren zu Mehrpersonen-Bildschirmen, aber der Beweis zu einem funktionstüchtigen Modell ist bisher nicht erbracht worden. Bedauerlicherweise ist bei kritischer Analyse aller vorgestellter Konzepte auch in Zukunft keine Lösung in Sicht.

3. Entwicklung von Raster-Bildschirmtypen im HHI

Das HHI hat in seinen Arbeiten nun eine Entwicklungstand erarbeitet, daß die von uns vorgestellten Bildschirme und Monitore den Stand von Industrie-Prototypen erreichen. Die von uns realisierten und geplanten autostereoskopischen Systeme sind in **Tabelle 3** zusammengefaßt und werden im Folgenden beschrieben.

Flachbildschirme	Einpersonen-Flachbildschirme mit 35cm - 45cm Diagonale LC- und Elektrolumineszenz-Bildschirme Plasmabildschirm mit 50cm - 75cm Diagonale geplant mittlere und hohe Auflösung
Frontprojektionen in Großbildschirme	Ein- und Mehrpersonen-Bildschirme mit 2,5m Diagonale Dia- und Videoprojektion; auch Multikanalsysteme höchste Auflösung
Rückprojektionen auf Einfach- und Doppellinsenraster	Einpersonen-Bildschirme mit 1,25m LC-Overhead- und Videoprojektion mittlere und hohe Auflösung
Rückprojektion auf Streifenraster	Einpersonen-Bildschirm mit 1,25m Diagonale geplant hohe Auflösung

Tabelle 3: *Im HHI realisierte und geplante autostereoskopische Systeme*

In der zurückliegenden Projektphase wurden Aufnahme- und Projektionssysteme mit Linsenraster-Großbildschirmen zur Erzeugung von 2 bis 24 vielen überlagerten Stereoansichten für mehrere Betrachter entwickelt **(Bilder 3 und 4)**.. Dazu wurden Kamera- und Projektionseinheiten entwickelt und gebaut **[2],[3]**. Im letzteren nehmen viele nebeneinanderliegende Kameras simultan eine Szene auf und alle Ansichten werden gleichzeitig über viele Projektoren in den Bildschirm projiziert und vom Raster-Bildschirm in den Zuschauerraum örtlich exakt verteilt.. Der Zuschauer ist dann in der Lage, bei seitlicher Bewegung im Raumbild "herumzuwandern" und "um die Ecke zu schauen" **[5],[6],[7],[8]**.

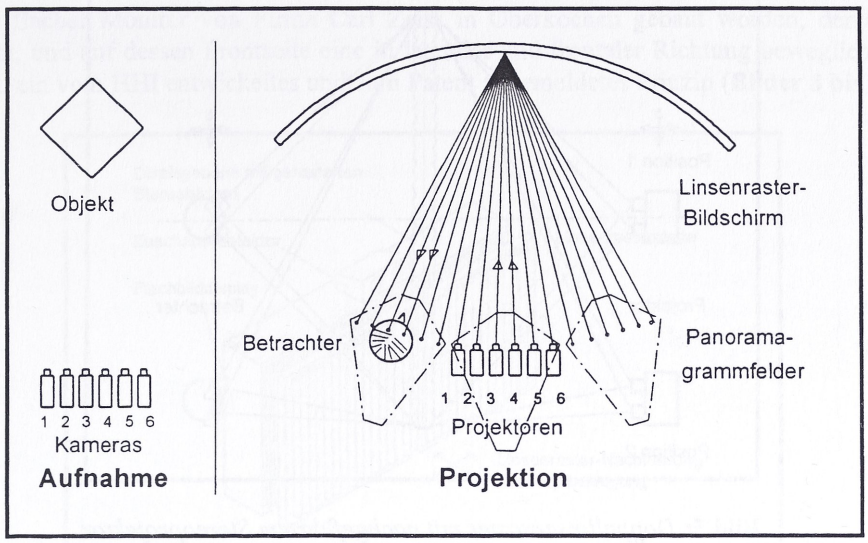


Bild 3: *Aufnahme und Aufprojektion eines Parallax-Panorama-Stereogramms (Multikanalsystem)*

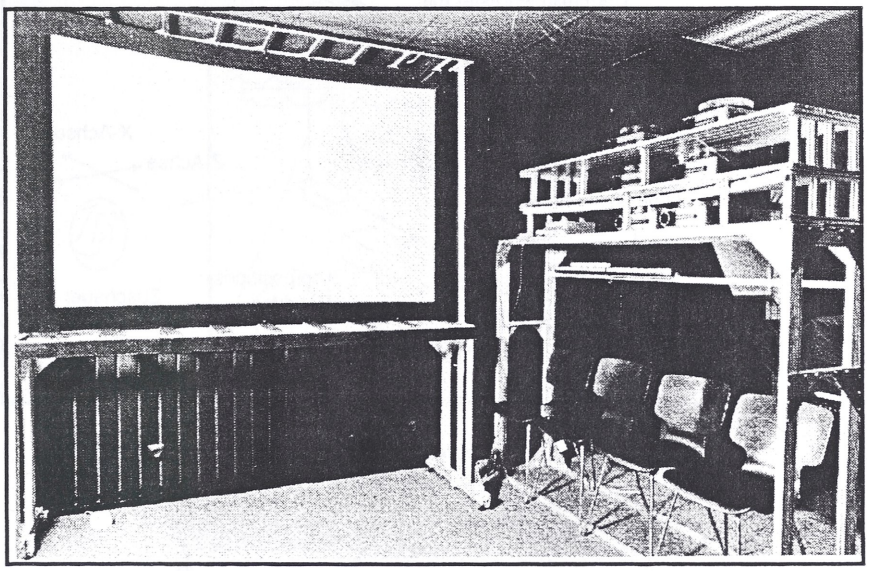


Bild 4: 3D-*Frontprojektion (2,5m Diagonale) als Multikanalsystem*

4. Rasterbildschirme mit "Head Tracker"

Die oben beschriebenen Multikanalsysteme liefern bei seitlicher und frontaler Kopfbewegung innerhalb großer Bereiche perspektivisch korrekte Raumbilder (Bewegungsparallaxe), die sich jedoch sprungförmig verändern (diskrete Stereoansichten im Panorama). Eine kontinuierliche Bewegungsparallaxe wäre nur mit einer extrem großen Zahl gleichzeitig projizierter Bilder zu erreichen. Der Aufwand an Projektoren und die erforderliche hohe Trennschärfe des Linsenrasterschirms stehen dieser Lösung jedoch entgegen. Als Alternative haben wir ein zweikanaliges, autostereoskopisches Linsenraster-Rückprojektionssystem durch ein Trackingsystem erweitert. Damit ist es möglich, die für die Bildtrennung der beiden Stereoteilbilder notwendige, selektive Abstrahlung des Bildschirms an die jeweilige Position der Betrachteraugen anzupassen. Die Bildsignalquelle muß die veränderten Ansichten den seitlichen, frontalen und vertikalen Bewegung des Betrachters entsprechend liefern, so daß der Eindruck eines stabilen Raumes entsteht **(Bilder 5 bis 7).**

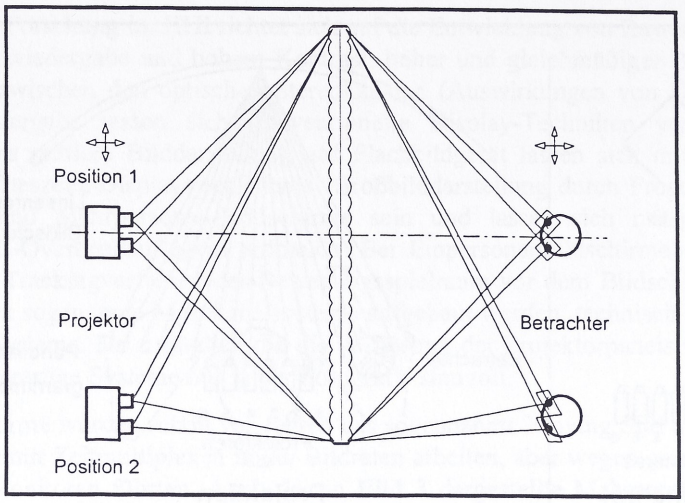


Bild 5: *Doppellinsenraster mit nachgeführtem Stereoprojektor*

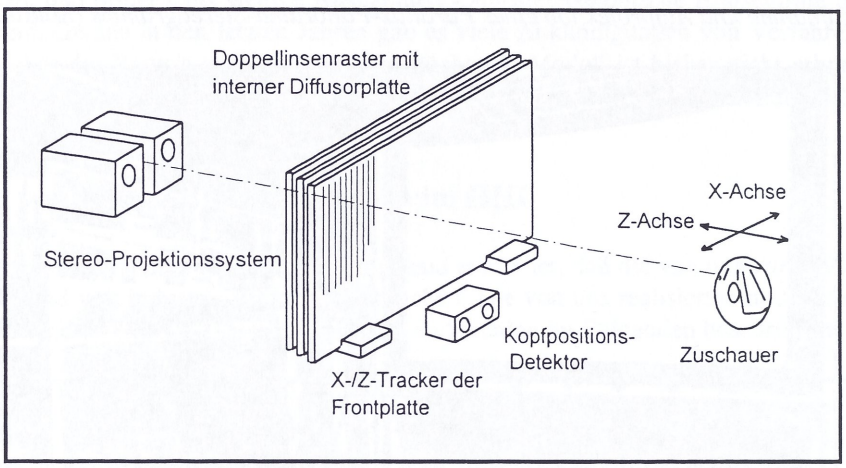


Bild 6 *Doppellinsenraster mit Rasterplatten-Tracking*

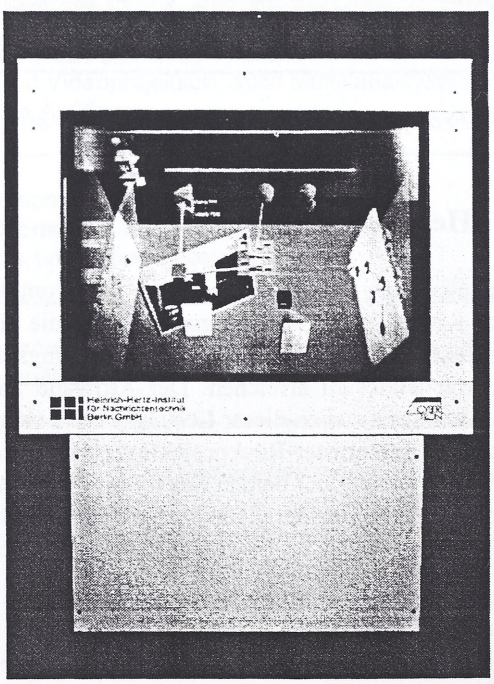


Bild 7: *Aufbau eines 3D-Doppellinsenraster-Bildschirms für Rückprojektion mit 1,25m Diagonale*

Weiterhin ist ein flacher Monitor von Firma Carl Zeiss in Oberkochen gebaut worden, der aus einem LC-Bildschirm besteht, und auf dessen Frontseite eine in lateraler und frontaler Richtung bewegliche Linsenrasterplatte befestigt ist, ein vom HHI entwickeltes und zum Patent angemeldetes Prinzip **(Bilder 8 bis 10).**

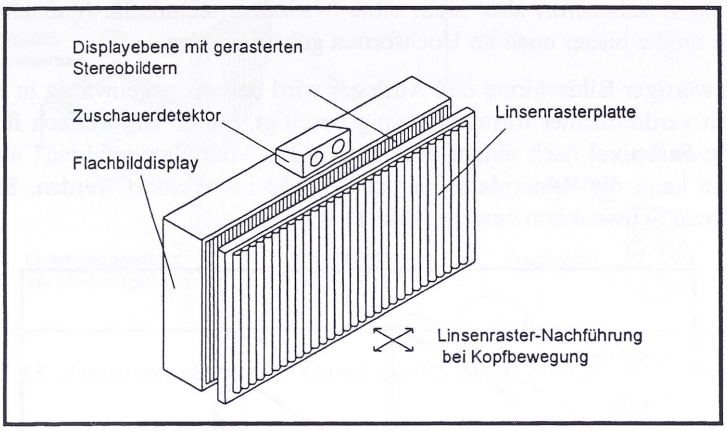


Bild 8: *Autostereoskopischer Flachbildschirm mit Linsenraster-Tracking*

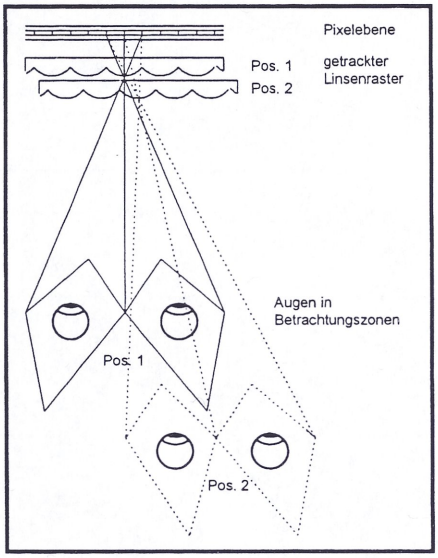


Bild 9: *Bewegliche Linsenrasterplatte zur Bildstrahlennachführung*

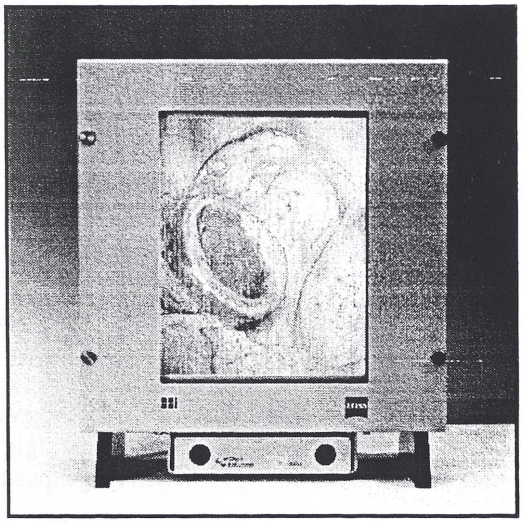


Bild 10: *3D-Flachbildschirm (14in Diagonale) mit Rasterplatten-Tracking für Medizintechnik von Carl Zeiss in Oberkochen*

Diese Platte wird von einem auf dem Bildschirm installierten Detektionssystem zur Erfassung der Kopfposition angesteuert und bewegt. Dadurch werden bei Kopfbewegungen alle Bildpunkte (Pixel) der gerasterten Stereoteilbilder - getrennt für des linke und das rechte Auge - nur im Bereich der Augenpupillen sichtbar **[10].** Wegen der in Flachbildschirmen und Overhead-Auflegern üblicherweise horizontal angeordneten Farbtripel können mit Rastern die 3 Farben am Zuschauerort aber nicht ohne besondere technische Maßnahmen vereint abgebildet werden. Der Bildschirm mußte bisher noch im Hochformat gebaut werden.

Dieses Handikap gegenwärtiger Bildschirme und Aufleger wird bei uns gegenwärtig in einem nun querformatigen Flachbildschirm mit verdreifachter Rasterauflösung beseitigt, indem ein dreifach feinerer Linsenraster fest aufgesetzt wird und die Farbpixel nach einem speziellen "Orts-Multiplexverfahren" angesteuert werden. Aus Gründen der Toleranzen kann die Rasterplatte hier nicht mehr nachgeführt werden. Es wird statt dessen der gesamte Monitor auf einem Schwenkarm bewegt **(Bild 11 und 12).**

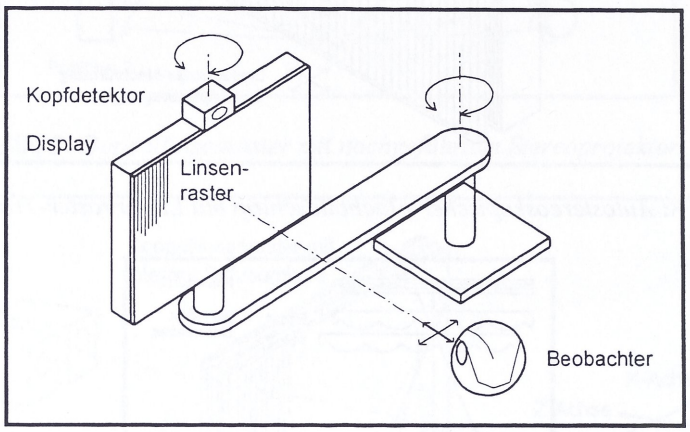


Bild 11: *Autostereoskopischer Flachbildschirm auf Robotarm mit Display-Nachführung*

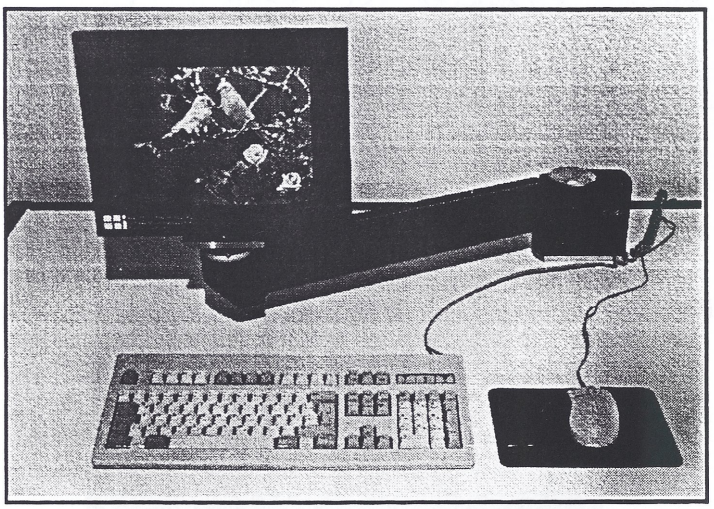


Bild 12: *Aufbau eines querformatigen 3D-Bildschirms (14in Diagonale) auf einem Robotarm*

Eine weiterer Großbildschirm ist entstanden, bei dem die Komponenten der Rückprojektion in ein großes, geschlossenes Monitorgehäuse eingebaut sind. Ein Overhead-Projektor mit aufgesetztem LC-Farbaufleger projiziert die gerasterten Bildern auf eine Diffusorscheibe und bildet diese vergrößert ab. Vor der Diffusorscheibe ist ein Linsenraster angeordnet, der die gesamte Bildinformation in die Betrachteraugen getrennt richtet. Das Nachführen der Bildstrahlen wird hier durch Verschieben des Projektionsobjektives erreicht, welches ebenfalls von einem Detektionssystem zur Kopfpositionserfassung angesteuert wird. Und zwar wird das Objektiv bei seitlicher Kopfbewegung seitlich, bei frontaler Betrachterbewegung axial geringfügig verfahren. Dadurch verschieben sich die Pixelraster hinter den Linsen und ihre Abbildung kann den Augenpositionen folgen **(Bild 13 und 14).**

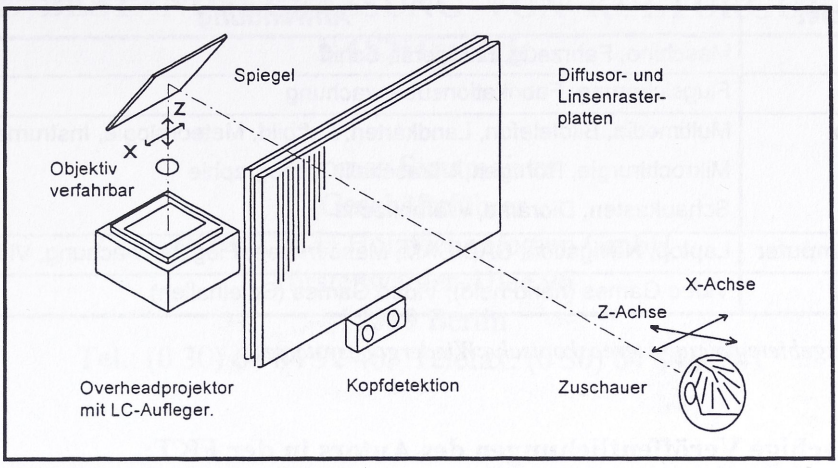


Bild 13: *Autostereoskopischer Overhead-Projektor mit Objektiv-Tracking*

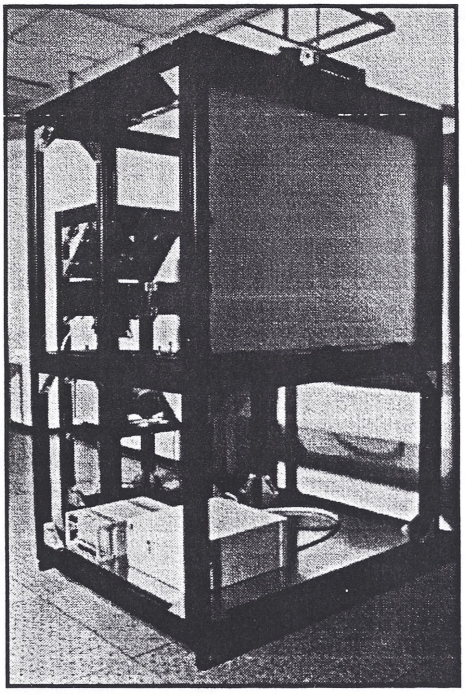


Bild 13: 3D-*Großmonitor (1,25m Diagonale) mit Overhead-Aufleger und Rückprojektion (geöffnet)*

5. Anwendungen von 3D-Bildschirmen

In **Tabelle 4** ist die ganze Bandbreite der Anwendungsmöglichkeiten aufgelistet. Darüber hinaus soll die Forschung und Entwicklung von 3D-Geräten im HHI aber auch als ein Beitrag zum nächsten Evolutionsschritt in der Entwicklung des Fernsehens verstanden werden, selbst wenn wir das autostereoskopische Fernsehgerät im Heim noch in ferner Zukunft sehen.

Einsatzgebiet	*Anwendung*
Simulator	Maschine, Fahrzeug, Fluggerät, Schiff
Leitwarte	Flugsicherung, Fabrikationsüberwachung
Kommunikation,	Multimedia, Bildtelefon, Landkarten, Luftbild, Meteorologie, Instrumentenanzeige
Medizin,	Mikrochirurgie, Röntgen, Ultraschall, Tomographie
Werbung	Schaukasten, Diorama, Werbefläche
Arbeitsplatz-Computer	Laptop, Navigation, CAD/CAM, Manövrieren, Flugüberwachung, Video Conferencing
Game Machines	Video Games (hand held), Video Games (Spielhallen)

Tabelle 4: *Einsatzgebiete für autostereoskopische Wiedergabesysteme*

7. Deutschsprachige Veröffentlichungen des Autors in der FKT:

[1] Börner,R.: 3D-Bildprojektion in Linsenrasterbildschirmen
Teil 1. Die photographischen Aufnahme- und Wiedergabeverfahren von Stereogrammen
FERNSEH- UND KINO-TECHNIK, 39. Jahrgang, Nr 8/1985, S. 383-387

[2] Börner,R.: 3D-Bildprojektion in Linsenrasterbildschirmen
Teil2. Der Linsenrasterschirm
FERNSEH- UND KINO-TECHNIK, 39 Jahrgang, Nr 9/1985, S. 431-435

[3] Börner, R.: 3D-Aufnahme- und Wiedergabeverfahren in Theorie und praktischer Anwendung, Teil 1
FERNSEH- UND KINO-TECHNIK, 41. Jahrgang, 3/1987, S. 81-95

[4] Börner, R.: 3D-Aufnahme- und Wiedergabeverfahren in Theorie und praktischer Anwendung, Teil 2
FERNSEH- UND KINO-TECHNIK, 41. Jahrgang, 4/1987, S. 145-149

[5] Börner, R. und Dippel, U.: Optische Untersuchungen an Linsenrasterschirmen für 3D-Projektion
Teil 1. Allgemeine Untersuchungen
FERNSEH- UND KINO-TECHNIK, 42 Jahrgang, Nr. 8/1988, S. 371-376

[6] Börner, R. und Dippel, U.: Optische Untersuchungen an Linsenrasterschirmen für 3D-Projektion
Teil2. Verbesserung der Selektivität von Rasterschirmen für projizierte Parallaxpanoramagramme durch optische Korrektur
FERNSEH- UND KINO-TECHNIK, 42 Jahrgang, Nr. 9/1988, S. 428-434

[7] Börner, R.: Autostereoskopische 3D-Systeme mit Zwischenbildern
Teil 1: Linsenrasterbildschirm und Aufnahme- und Projektionsgerät für autostereoskopische (brillenlose) 3D-Bildwiedergabe
FERNSEH- UND KINO-TECHNIK, 44. Jahrgang, Nr. 10/1990, S. 556-564

[8] Börner, R.: Autostereoskopische 3D-Systeme mit Zwischenbildern
Teil 2: Interokulare Zwischenbilder und das Springen diskreter Stereoperspektiven ("flipping") in Parallax-Panoramastereogrammen
FERNSEH- UND KINO-TECHNIK, 44. Jahrgang, Nr. 11/1990, S. 628-639

[9] Börner, R.: Autostereoskopisches 3DTV nach dem Linsenrasterverfahren
FERNSEH- UND KINO-TECHNIK, 45. Jahrgang, Nr. 9/1991, S. 453-455

[10] Börner, R.: Autostereoskopische Rückprojektions- und Flachbildschirme
FERNSEH- UND KINO-TECHNIK, 48. Jahrgang, Nr. 11/1994, S. 594-600

[11] Börner, R.: Autostereoskopischer Doppellinsenraster-Bildschirm mit getrackten Projektoren
FERNSEH- UND KINO-TECHNIK, 51. Jahrgang, Nr. 4/1997, S. 249-255

Der Autor bedankt sich hier bei seinen Mitarbeitern B. Duckstein, O. Machui, H. Roeder, T. Sinnig für die erfolgreiche Zusammenarbeit. Besonderer Dank gilt dem BMBF (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie), ohne dessen finanzielle Unterstützung die gesamte Projektarbeit nicht möglich gewesen wäre. Für die Veröffentlichung ist der Autor allein verantwortlich.

DIGITALE BESTANDSERFASSUNG VON KULTURGUT MITTELS *SASTA*metric

Thomas Stautmeister
Geschäftsführer
INNOTECH Holztechnologien GmbH
Fürstenwalder Allee 96
12589 Berlin
Tel.: (0 30) 64 84 92 40, Telefax: (0 30) 64 84 92 41

Stellen Sie sich bitte einmal vor, im fernen Japan möchte jemand eine Urlaubsreise nach Europa antreten. Wie die meisten Japaner interessiert sich auch unser potentieller Gast besonders für solche Orte, an denen europäische Geschichte geschrieben wurde, an denen man meint, man könne noch die Stimme von Regenten und Prinzenpaaren vernehmen und die Gäste am Hofe sich zu den Klängen eines Menuetts in Bewegung setzen sehen.
In seinem Tokyoter Reisebüro erhält er u.a. eine CD über die Region Berlin/Brandenburg. Zu Hause, am Monitor seines PC, „betritt" er durch`s „Grüne Gitter" den 290 ha großen Park Sanssouci, spaziert zur 250 Jahre alten Sommerresidenz Friedrichs des Großen, dem berümten Schloß Sanssouci, vorbei am Chinesischen Teehaus, jahrhundertealten Buchen und Eichen weiter zum Neuen Palaise. Ein Abstecher in die Gemächer des Königs, die Besichtigung seiner Bildergalerie ... üben eine magische Anziehungskraft auf unseren Gast aus.

Ein anderes Szenarium.
Präsentation eines Ausschreibungsangebotes für eine Lückenbebauung auf dem Marktplatz einer Kreisstadt. Die vorgezogenen Balkons Ihres neuen Warenhausprojekts kommen auf der großen Leinwand, die den Monitor Ihres Notebooks wiedergibt, in ihrer Harmonie zum Jugendstil der angrenzenden Gebäude repräsentativ zur Geltung. Auf eine Frage einer der anwesenden Gutachter, wie sich denn das neue Gebäude im Vergleich zur Bebauung auf der gegenüberliegenden Seite des Marktplatzes darstellt, greifen sie zur „Maus" und lassen den Blick unter den erstaunten Augen der Anwesenden in die gewünschte Richtung schweifen.

Phantasie? Keineswegs - 3-D Animationen dieser Art sind in vielen Bereichen der Industrie, der Architektur, des Films etc. schon längst keine Seltenheit mehr. Was sie in anderen Bereichen so selten macht, sind vor allem die langen Erstellungszeiten und damit verbundenen hohen Herstellungskosten. Neue Projekte werden heute schon oft in CAD-Programmen dreidimensional entwickelt und projektiert. Wie sieht es aber mit existierender Bebauung, vorhandenem Inventar aus? Dies zu erfassen, zu vermessen und zu modellieren erfordert einen beachtlichen Aufwand.

Touristen aus Nah und Fern die Schätze unserer Kultur näherzubringen, war seit eh und je ein Anliegen von allgemeinem Interesse. Es hinterläßt bei unseren Besuchern bleibende Eindrücke und sorgt für touristischen „Nachschub", wovon ganze Regionen profitieren können.

Bebauungsprojekte anschaulich und eindrucksvoll dem Fachpublikum und der Öffentlichkeit vorstellen zu können, erhöht die Chance, Ausschreibungsunterlagen nicht umsonst erstellt zu haben.

Wie kommen Sie aber möglichst schnell und preiswert an ein Modell der vorhandenen Architektur, des vorhandenen Inventars heran?

Eine Lösung sehen wir im Einsatz des von der Firma INNOTECH entwickelten digitalen Panoramascanners zur Bestandserfassung und Modellierung. Was macht den Einsatz dieser Technologie so vorteilhaft?
Vor allem sind dies die digitale Erfassung von über 29 Millionen Punkten in einer Vollkreispanoramaaufnahme innerhalb weniger Minuten. Die digital vorliegenden Bilder können am Computermonitor sofort betrachtet, die Auswahl des günstigsten Kamerastandortes an Hand der Aufnahme unmittelbar vorgenommen werden. In Verbindung mit einer speziell entwickelten Photogrammetriesoftware werden Panoramabildpaare ausgewertet und miteinander

verknüpft. Für alle im Bildpaar erkennbaren Bildpunkte können die Raumkoordinaten ermittelt und Strecken gezeichnet werden. Dafür ist es nicht erforderlich, wie in der Photogrammetrie allgemein üblich, viele Punkte einzumessen, Paßstrecken zu markieren und auszumessen. Jeweils ein Maß pro Panoramabildpaar - der Abstand zwischen den beiden Aufnahmestandorten - ist ausreichend. Die so entstandenen dreidimensionalen Drahtgittermodelle gelangen über die dxf-Schnittstelle in ein CAD-Programm zur Weiterbearbeitung in ein 3-D-Flächen- bzw. Volumenmodell. Mit der Panoramabildtechnologie ist eine exakte räumliche Verknüpfung der aufzunehmenden und darzustellenden Objekte mit wenigen Bildern auf einfache Art und Weise möglich.

Damit Sie einen Eindruck davon bekommen, wie rationell dieses Verfahren einsetzbar ist, möchte ich Ihnen das an einem Beispiel demonstrieren.

Im Rahmen der Entwicklung und Erprobung des Panoramascanners stand die Aufgabe, vier Gebäude auf dem Gelände des Wissenschafts- und Wirtschaftsstandortes Berlin-Adlershof in ihrem äußeren Erscheinungsbild zu erfassen und als Computermodell im Rechner zu hinterlegen.
Dazu nahmen wir diese Gebäude von unterschiedlichen Standorten aus auf neun Panoramabildpaaren auf (Bild 1). In den Bildpaaren wurden am Computer die Konturen der Gebäude gezeichnet (Bild 2), diese im dxf-Format in das CAD-Programm AutoCAD eingelesen (Bild 3), dort mit Flächen versehen (Bild 4), miteinander verknüpft und gerendert (Bild 5).

Gebäude- und Objektformationen können so maßstabsgerecht und in gewünschter Detailliertheit im CAD-System dargestellt werden. Außerdem stehen bei dieser Aufnahmetechnik hochaufgelöste digitale 360°-Panoramaaufnahmen für Visualisierungs- und Präsentationszwecke zur Verfügung, die den Blick nicht nur „zurück", sondern auch nach „vorn" gestatten.

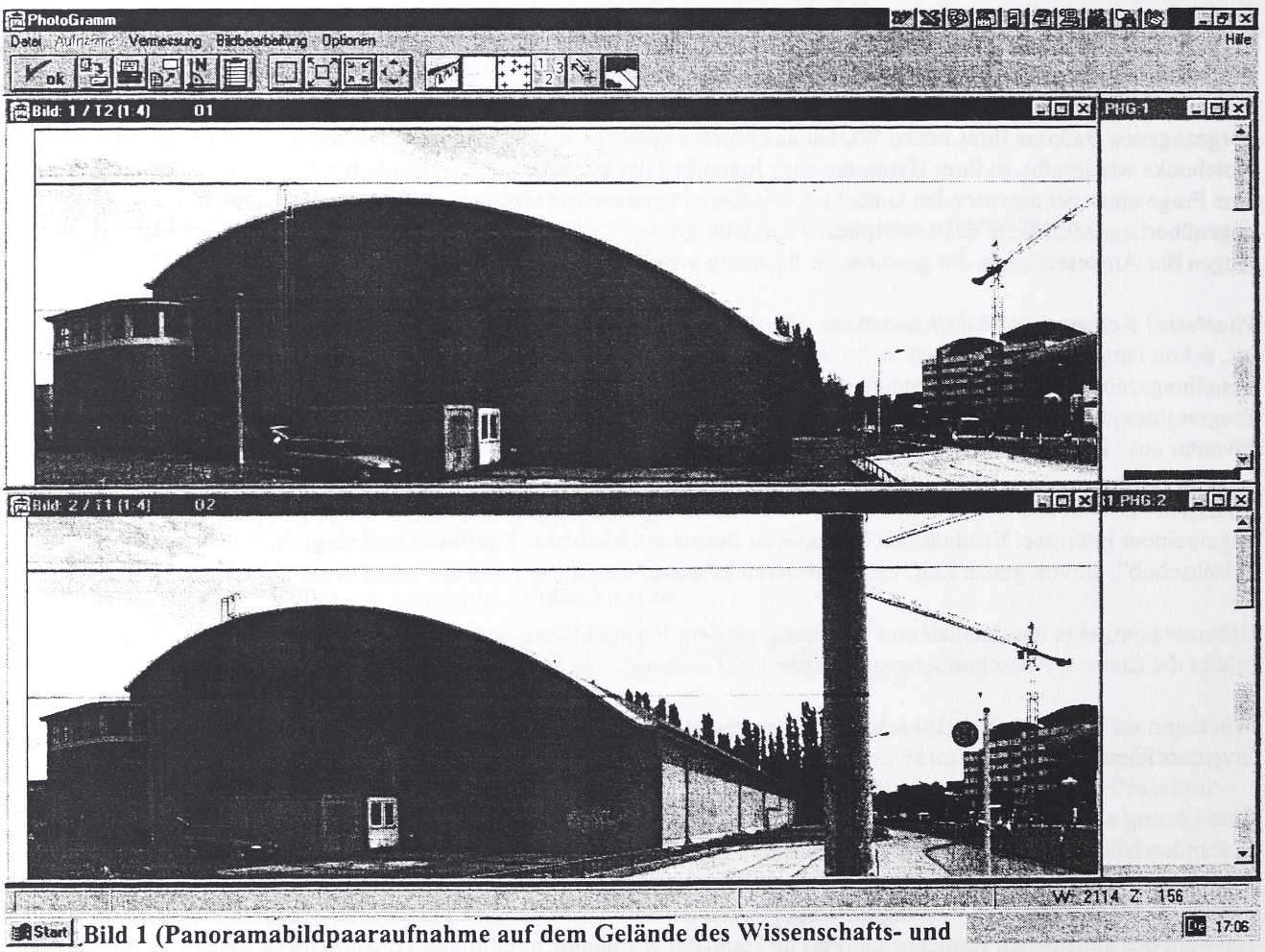


Bild 1 (Panoramabildpaaraufnahme auf dem Gelände des Wissenschafts- und Wirtschaftsstandortes Berlin-Adlershof [Ausschnitt])

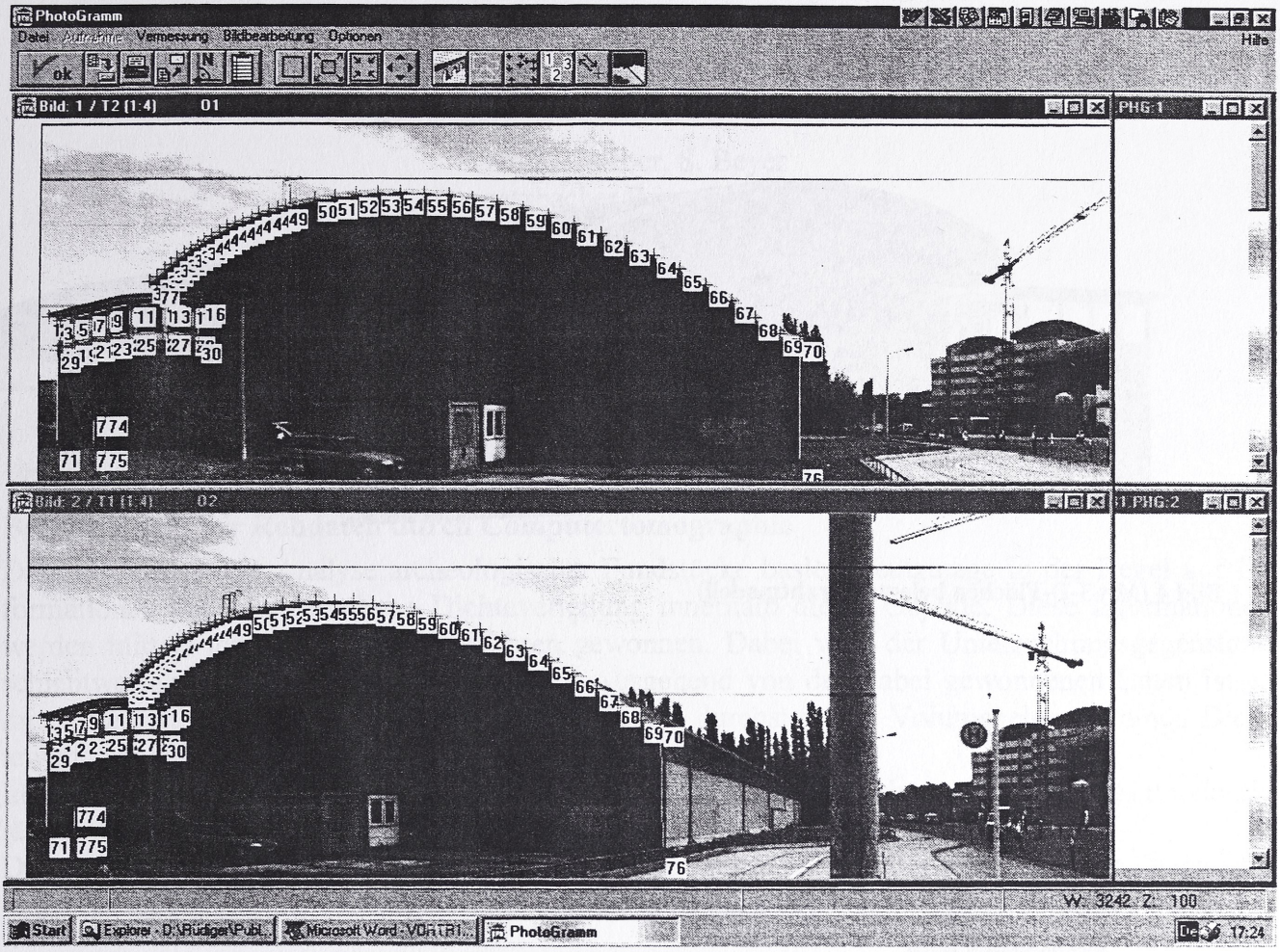


Bild 2 (markierte Gebäudekonturen)

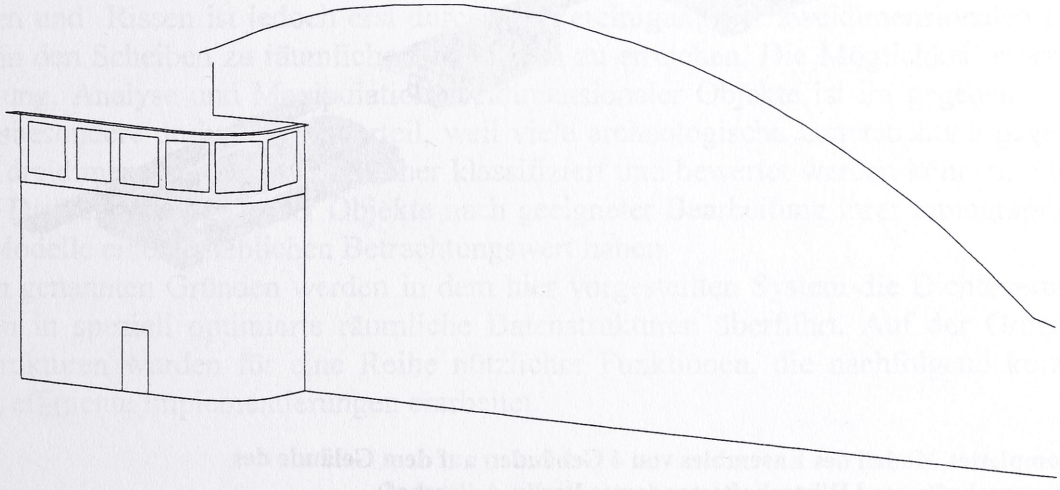


Bild 3 (Aus einem Bildpaar entwickeltes Drahtmodell)

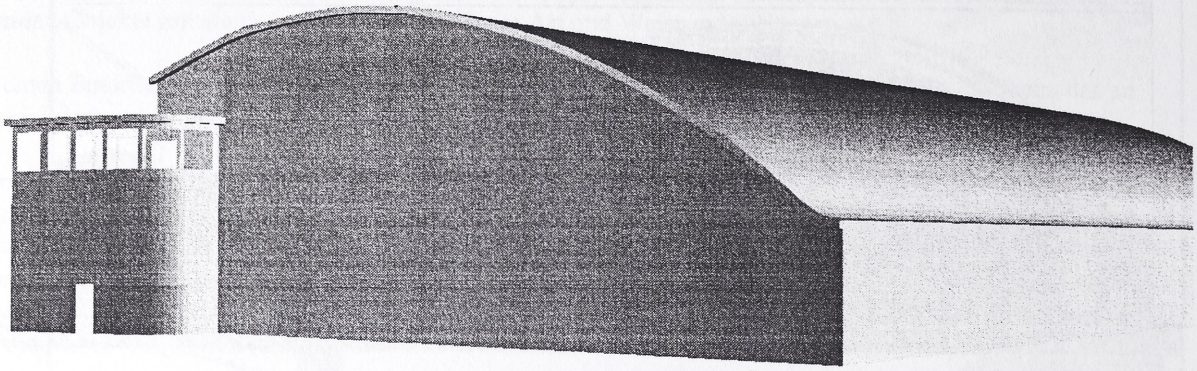


Bild 4 (Mit 3-D-Flächen belegtes Drahtmodell)

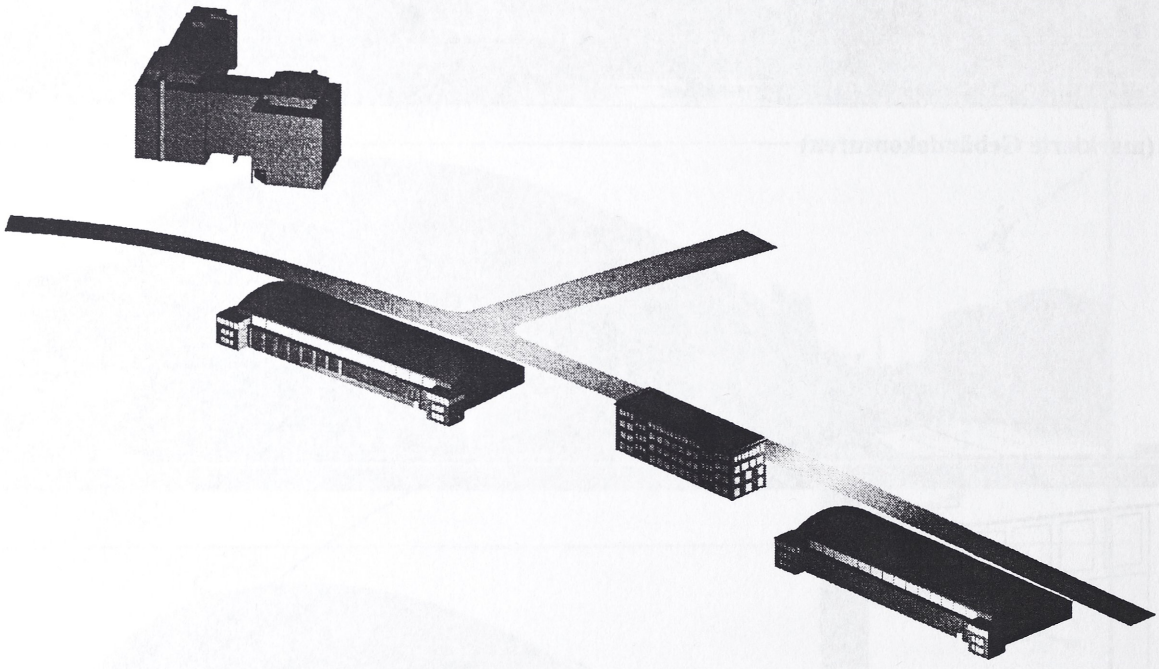


Bild 5 (komplettes Modell des Ensembles von 4 Gebäuden auf dem Gelände des Wissenschafts- und Wirtschaftsstandortes Berlin-Adlershof)

UNTERSUCHUNG ARCHÄOLOGISCHER OBJEKTE AUSGEHEND VON TOMOGRAPHIEDATEN AUF PERSONALCOMPUTERN IN ECHTZEIT

Dr. M. Weber, S. Beyer
Deuretzbacher Research GmbH
Schkopauer Ring 5
12681 Berlin
Telefon: ++49 30 93644220, Telefax: ++49 30 93644 249

Bereitstellung der Rohdaten durch Computertomographie

Die zerstörungsfreie Analyse archeologischer Fundstücke basiert heutzutage in der Regel auf Informationen über die räumliche Dichteverteilung innerhalb dieser Objekte. Diese Informationen werden mittels tomographischer Verfahren gewonnen. Dabei wird der Untersuchungsgegenstand schichtweise von allen Seiten durchleuchtet. Ausgehend von den dabei gewonnenen Daten ist es mit Hilfe mathematischer Verfahren möglich, jedem durchstrahlten Volumenelement einen Dichtewert zuzuordnen.
Indem man dieses Verfahren für mehrere aneinander grenzende Schichten anwendet, erhält man die räumliche Dichteverteilung im interessierenden Volumenabschnitt des Objektes.
Das soeben skizzierte Verfahren findet seit längerem Anwendung in der medizinischen Diagnostik und ist unter dem Begriff „Computertomographie“ (CT) bekannt.

3d–Modellierung und –Visualisierung

Nach der tomographischen Datenerfassung ist man im Besitz der Dichteinformationen mehrerer benachbarter Scheiben des zu untersuchenden Objekts. Bereits durch die Analyse der Dichteverteilung einzelner Scheiben lassen sich Aussagen über die Art der Materialien sowie über deren Beschaffenheit, über Korrosion und Oxydation, Hohlräume, Risse etc. machen.
Eine ausreichende Unterstützung bei der räumlichen Orientierung und Navigation, beim Erkennen und Klassifizieren von Formen, bei der Lokalisierung und topologischen Zuordnung von Einschlüssen und Rissen ist jedoch erst durch die Vereinigung der zweidimensionalen Dichteverteilungen in den Scheiben zu räumlichen Strukturen zu erreichen. Die Möglichkeit einer räumlichen Darstellung, Analyse und Manipulation dreidimensionaler Objekte ist im gegebenen Zusammenhang insbesondere deshalb von Vorteil, weil viele archeologische Untersuchungsgegenstände erst in ihrer dreidimensionalen Gestalt sicher klassifiziert und bewertet werden können. Hinzu kommt, daß die Darstellungen gewisser Objekte nach geeigneter Bearbeitung ihrer tomographisch gewonnenen Modelle einen erheblichen Betrachtungswert haben.
Aus den genannten Gründen werden in dem hier vorgestellten System die Dichteverteilungen der Scheiben in speziell optimierte räumliche Datenstrukturen überführt. Auf der Grundlage dieser Datenstrukturen wurden für eine Reihe nützlicher Funktionen, die nachfolgend kurz dargestellt werden, effiziente Implementierungen erarbeitet.

Hauptfunktionen des Systems

Visualisierung

Für eine Visualisierung mit konkreten Parametern wird das 3d–Modell einer Vorverarbeitung unterzogen, bei der diejenigen Dichtewerte oder –Intervalle, die bei der Visualisierung nicht berücksichtigt werden sollen, aus dem Modell entfernt werden. Dadurch wird in der Regel eine erhebliche Reduktion der auszuwertenden Daten erreicht. Den übrigen Dichtewerten, d.h. denjenigen Dichten, die Einfluß auf die Visualisierung haben sollen, werden jeweils spezifische, frei wählbare Farb– und Opazitätswerte zugeordnet.

Navigation

Um eine komfortable Navigation im 3d–Modell zu ermöglichen, stehen bei Bedarf gleichzeitig drei Ansichten des Objektes zur Verfügung. Die drei Ansichten zeigen das Objekt in Grund–, Auf– und Seitenriß, wobei diese Ansichten Schnitte durch das Objekt an wählbaren Koordinaten darstellen. Während der Navigation ist jeweils eine frei wählbare Ansicht aktiv. In dieser Ansicht wird durch eine entsprechende Bewegung des Cursors die dargestellte Schnittebene verändert. In den anderen beiden Ansichten wird die aktuelle Cursorposition durch ein Fadenkreuz markiert.
In einem speziellen anderen Modus, der langsamer ist, werden die Schnittdarstellungen aller Ansichten entsprechend der Cursorbewegung aktualisiert.
Um die Inspektion interessierender Objektbereiche relativ zum Objektkontext zu erleichtern, wurde ein spezieller Cursor–Mode entwickelt: bei Cursorbewegungen bleibt die Schnittdarstellung in der aktiven Ansicht unverändert. Lediglich in einem kleinen quadratischen Bereich um die Cursorposition herum wird die der aktuellen Cursorposition entsprechende Schnittebene dargestellt.

3d–Bildverarbeitung

Für die gezielte Manipulation der Dichtewerte stellt das System eine Reihe von 3d–Bildverarbeitungsfunktionen bereit.

Modell–Verbesserung

Spezielle Bildverarbeitungsoperationen gestatten unter bestimmten Umständen eine Verbesserung des Modells. So lassen sich die Auswirkungen von Korrosion und Erosion durch Glättungsoperationen partiell rückgängig machen.

Modifikation

Zur gezielten manuellen Veränderung der Modelle stehen 3d–Editier–Funktionen zur Verfügung, die in der ersten Ausbaustufe das An– bzw. Abtragen von Material einer bestimmten Dichte mit einem „Pinsel“ wählbarer Größe, das Fluten von Volumenbereichen mit einer vorgegebenen Dichte und das Glätten oder Diskretisieren von Dichteverläufen ermöglichen.

Oberflächenextraktion

Es kann von Interesse sein, Oberflächen, die durch bestimmte Materialien bzw. Dichtesprünge definiert werden, hochwertig zu visualisieren. Dazu ist es erforderlich, diese Oberflächen in einer für Ray–tracing geeigneten Weise bereitzustellen. In unserem System erfolgt das Ray–tracing auf der Basis spezieller Volumenmodelle, s.g. Octrees, in denen für jedes Voxel eine Oberflächennormale gespeichert ist. Für hohe räumliche Auflösungen liegt der Zeitbedarf für diese Oberflächenextraktion und Transformation in einen Octree im Bereich einiger Sekunden bis zu wenigen Minuten.

Raytracing

Ray–tracing ist ein verbreitetes hochwertiges aber i.a. auch sehr rechenzeitaufwendiges Verfahren zur Visualisierung von 3d–Modellen. Dabei wird für jeden Punkt der Darstellungsfläche (Bildschirm, Druckraster etc.) ein Strahl *Auge – zu berechnendes Pixel – Modell* ausgewertet. Der Oberflächenpunkt des Modells, den der Strahl zuerst trifft, wird unter Beachtung des Materials, der Farbe, der lokalen Beleuchtungsverhältnisse etc. dargestellt.

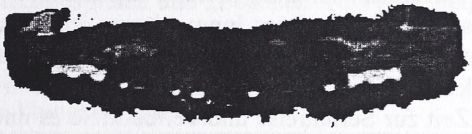
Für die oben genannte Octree–Datenstruktur haben wir einen hochwertigen Raytracer implementiert, der innerhalb weniger Sekunden Visualisierungen mit mehreren, frei positionierbaren Lichtquellen, frei wählbarer Betrachterposition, Schatten und Spiegelungen berechnet.

Die Darstellungsqualität von auf diese Weise gewonnenen Visualisierungen macht diese als Druckvorlage und die Modelle als virtuelle Exponate geeignet.

Bisherige Untersuchungsobjekte

Bis zum Redaktionsschluß für diesen Beitrag verfügten wir erst über einen Tomographie–Datensatz, der die Dichteverteilung einer Gürtelschnalle aus der Merowingerzeit beinhaltet, bei der insbesondere die Silber– und Bronze–Einschlüsse von Interesse sind. Zwei zugehörige Ansichten sind unten abgebildet.

Wir hoffen, neben diesem Datensatz, der uns freundlicherweise von der Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung (BAM) zur Verfügung gestellt wurde, auf der EVA '97 weitere interessante und auch komplexere Untersuchungsobjekte aus dem Museum für Vor– und Frühgeschichte präsentieren zu können.



Gesamtansicht des Objektes, wobei Silber– und Bronze–Einschlüsse als helle Flecken erscheinen



Isolierte Darstellung der Silber– und Bronze–Einschlüsse, durch Beschränkung der Darstellung auf die zugehörigen Dichtebereiche

Zusammenfassung

Mit unserer Software haben wir eine Möglichkeit geschaffen, durch Computer–Tomographie gewonnene Daten in einem interaktiven Arbeitsprozeß an einem PC zu analysieren, gegebenenfalls zu modifizieren und anschließend als hochwertige Graphiken zu präsentieren, also ohne dafür auf die Nutzung eines Tomographen angewiesen zu sein. Dadurch werden die Kosten für derartige Untersuchungen drastisch reduziert und zugleich wird ihr breiter Einsatz ermöglicht.

Vom Bild zum Ton - Die Wiedergewinnung historischer Tondokumente durch Bildverarbeitung

Tim Wöhrle
Arbeitsgruppe Bildverarbeitung
GFaI e.V. Berlin
Rudower Chaussee 5, Geb. 13.7
12484 Berlin
Telefon 030/6392-1643 Telefax 030/6392-1602
eMail: woehrle@gfai.de, Internet: http://www.gfai.de/projekte/spubito

Zusammenfassung

Der Edison-Phonograph ist das erste tonaufzeichnende Verfahren, mit dem Anfang dieses Jahrhunderts große Bestände an Tondokumenten auf Wachswalzen gewonnen wurden. Eine umfangreiche Sammlung von Abgüssen dieser Wachswalzen befindet sich im Berliner Völkerkundemuseum. Der Inhalt dieser sog. Galvanos soll möglichst berührungslos abgespielt werden. Zu diesem Zweck entwickelt die GFaI ein bildverarbeitungsgestütztes System, das mit Methoden der Bildanalyse und der 3D-Rekonstruktion die Höhe der Tonspuren vermißt. Aus dieser Spurhöhe werden die aktustischen Signale rekonstruiert, und die wiedergewonnenen Klänge können direkt auf moderne Tonträger überspielt werden.

Einleitung

Das Ende des vergangenen Jahrhunderts wurde unter anderem durch einen raschen Fortschritt auf den Gebieten der Naturwissenschaft und Technik in den westlichen Industrienationen gekennzeichnet. Zahlreiche Erfindungen wie die Telegraphie, das Automobil und das Telefon prägten die Gesellschaft. Im Zuge dieser Innovationen entwickelte der Erfinder Thomas Edison in Großbritannien das erste Aufnahme- und Abspielgerät für akustische Signale, das in der Lage war, Klänge aus der natürlichen Umwelt, also Sprache, Musik oder Gesang, aufnehmen und mehrfach wieder abspielen zu können. Edison entwickelte das Gerät innerhalb kurzer Zeit zur Serienreife und vermarktete es unter dem Namen Edison-Phonograph (Abb. 1). Der Erfolg und das öffentliche Aufsehen waren zunächst beachtlich, aber der wirtschaftliche Erfolg ließ nach kurzer Zeit nach [EXNER97], da das Verfahren noch nicht ausgereift war und nur eine unbefriedigende Tonqualität erlaubte. 1886 brachte Edison ein deutlich verbessertes System auf den Markt, bei dem erstmals auch wachsbeschichtete Walzen als Tonträgermaterial verwendet wurden (die Phonographen der ersten Generation verwendeten mit Zinnfolie bespannte Spindeln).

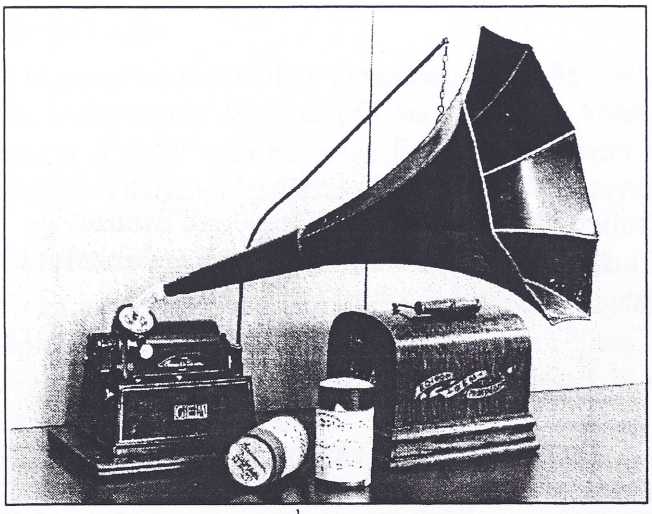


Abb. 1: Edison-Phonograph [1]

Das System erwies sich als wirtschaftlicher Erfolg, wurde noch mehrfach weiterentwickelt und verbessert (allerdings später nicht mehr von Edison selbst, der sich anderen Erfindungen wie der Glühlampe zuwandte) und befand sich noch bis in die 30er im Einsatz. Außer von Edison wurde es von einer Reihe von Konkurrenzunternehmen vertrieben. In dieser Spanne von 4 Jahrzehnten entstand weltweit ein großer Fundus von

[1] Abbildung mit freundlicher Genehmigung des Museums für Völkerkunde, Abt. Musikethnologie

Aufnahmen sehr unterschiedlicher Intention und Qualität. Neben sehr vielen Aufnahmen mit zeitgenössischer Unterhaltungsmusik entstanden auch rare oder musikwissenschaftlich interessante Aufnahmen. Die Rekonstruktion dieser Aufnahmen mit Hilfe von Bildanalyse und -bearbeitung ist das Ziel des Projektes SpuBiTo, das im folgenden vorgestellt werden soll.

Zum Aufbau der Edisonwalzen

Der Edison-Phonograph ist heutzutage weit weniger bekannt als seine kurze Zeit später entwickelte Konkurrenz, das Grammophon. Einer der Gründe ist sicherlich in der unterschiedlichen technischen Realisierung der beiden Systeme zu suchen. Bei Grammophonen wurde die Toninformation durch horizontale Modulation auf Scheiben aufgebracht, eine Technik, die sich über die Schellackplatten bis zu den Langspielplatten durchsetzte, bis sie schließlich durch digitale Codierung der Compact Disks abgelöst wurde. Insofern kann man das Grammophon durchaus als „Großvater" der modernen Schallplatte bezeichnen.

Beim Edison-Phonographen dagegen werden die Töne durch vertikale Modulation auf walzenförmige Tonträger aufgebracht. Diese innen hohlen Walzen werden auf einer angetriebenen Spindel bewegt, wobei die Bewegung der Nadel durch einen Voschub mit konstanter Geschwindigkeit entlang der Rotationsachse der Walzen erfolgt. Da die Tonspuren mit einer geeigneten Nadel geschnitten werden, muß ein entsprechend weiches Material zu ihrer Herstellung verwendet werden (zunächst verschiedene Wachse, später auch „Blue Amberol", ein Cellolidmaterial). Die Verwendung dieser Materialien bedingt eine begrenzte Abspielbarkeit der Walzen, bis die Abspielnadel das Wachs soweit abgetragen hat, daß die Klangqualität erheblich nachläßt.

Vor allem dieser Nachteil sowie die Tatsache, daß sich Edison-Walzen im Gegensatz zu Grammophon-Platten nicht einfach und in großem Maße kopieren ließen, führten schließlich in den 20er und 30er Jahren zur Durchsetzung der Grammophon-Technologie.

In folgender Tabelle sind die Eigenschaften von Phonograph und Grammophon gegenübergestellt.

Edison-Phonograph	Grammophon
Aufnahme und Abspielen mit einem Gerät möglich	Nur Abspielen möglich; Aufnahme erfordert ein anderes (und viel komplizierteres) Gerät
Mehrfachbespielen und „Löschen" (durch Abtragen der Tonspuren) von Walzen möglich	Nur einmaliges Bespielen möglich
Einführung 1877 (dadurch 10-jähriger Entwicklungsvorsprung)	Einführung 1887
Relativ geringe Klangqualität	Höhere Klangqualität durch geringeren Auflagedruck
Empfindliches und sich abnutzendes Wachsmaterial durch Schneidverfahren	Robustes Material (Schellack) durch Gußverfahren
Zunächst ganz fehlendes und später unbefriedigendes Kopierverfahren	Effektives Kopierverfahren und damit Möglichkeit der Massenverbreitung
Platzaufwendiges Format der Walzen	Platzsparendes Format der Platten

Tab.1: Gegenüberstellung Edison-Phonograph - Grammophon

Das Berliner Phonogramm-Archiv

Unter dem Einfluß der neuen Technologie der Tonaufnahme und -archivierung wurde Anfang des 20. Jahrhunderts das Berliner Phonogramm-Archiv gegründet, mit dem Ziel, ein Archiv von musikethnologisch interessanten Tondokumenten mit Musik von Völkern aus aller Welt zusammenzustellen. In den folgenden Jahren bat man gezielt Wissenschaftler, die eine Exkursion zu anderen Kontinenten planten, um Kooperation, und gab ihnen für ihre Reisen einen Phonographen sowie unbespielte Walzen mit.

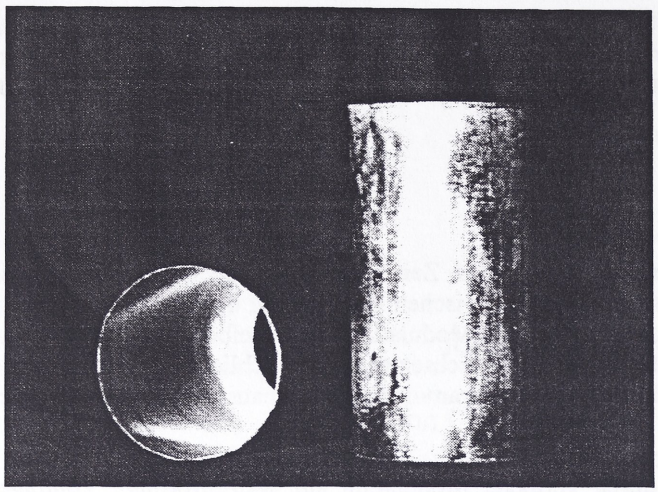


Abb. 2: Ansicht zweier Galvanos

Auf diese Weise kam in den folgenden Jahren eine umfangreiche Sammlung von Tondokumenten zustande [ZIEGLER95]. Da man sich der begrenzten Abspielbarkeit der Wachswalzen, die jede für sich ein nicht wiederbeschaffbares Unikat darstellt, bewußt war, wurde ein Kopierverfahren für die Originale entwickelt. Durch Galvanisierung wurde von jeder Walze ein Kupfernegativ (Galvano) angefertigt, aus dem dann durch Abgußverfahren neue Wachskopien gezogen werden können. Bei dem Galvano befinden sich die Abdrücke der Tonspuren auf der Innenseite (Abb. 2), wodurch die Galvanos selbst mit herkömmlichen Verfahren nicht abspielbar sind, sondern erneut abgegossen werden müssen.

Nach dem 2. Weltkrieg wurde der größte Teil des Phonogrammarchives (90% des Bestandes) von der Sowjetunion eingezogen und nach Leningrad geschafft. 1960 wurde der Bestand an die DDR übergeben und gelangte erst nach der Wiedervereinigung 1991 zu seinen Ursprungsort, der Musikethnologischen Abteilung des Völkerkundemuseums Berlin, die aus dem Phonogrammarchiv hervorgegangen war.

Die originalen Wachswalzen haben die lange Odyssee und die unsachgemäße Lagerung gar nicht oder in zum Teil schlechter Qualität überstanden, so daß sich der Bestand heute zum größten Teil aus Galvanos zusammensetzt. Die Sammlung umfaßt laut [EXNER97] heute:

- 2.747 originale Wachswalzen
- ca. 14.000 Galvanos
- ca. 13.000 Kopien aus Hartwachs

Wegen des schlechten Zustandes der Hartwachskopien erhofft man sich nun eine Rekonstruktion der historischen Tonaufnahmen direkt aus den Galvanos, die die lange Zeit aufgrund ihrer Materialeigenschaften deutlich besser überstanden haben. Ein erneutes Abgießen wird von Fachleuten wegen der Einmaligkeit der Walzen als zu riskant erachtet, und man strebt nach einer möglichst schonenden, berührungslosen Lösung. Im Rahmen des Projektes SpuBiTo entwickelt die GFaI ein berührungsloses, optisch abtastendes Verfahren, das auf Methoden der Bildverarbeitung und -analyse basiert. Das System besteht aus einem Tubus mit angeschlossener Kamera, der über eine ansteuerbare Achse in den Galvano gefahren werden kann und Bilder von der Innenseite ermöglicht. Der Galvano wird auf einem Mehrachsentisch gedreht und ggf. verfahren und gekippt, um vorhandene Geometriefehler auszugleichen.

Die Vermessung der Tonspuren

Die genaue und robuste Vermessung des Höhenprofils der Tonspuren ist entscheidend für die Qualität der gewonnenen Klänge und stellt somit den zentralen Part von SpuBiTo dar. Aus den abgetasteten Spurhöhen ergibt sich durch direkte Umrechnung die Toninformation. Die Höhenabtastung durch bildanalytische Verfahren entpricht mit ihren Ergebnissen der Wirkungsweise der Abtastnadel in konventionellen Abspielgeräten und bedurfte deshalb einer sorgfältigen Planung und Implementierung. Qualitative Mängel, die an dieser Stelle entstehen, können nachträglich nicht mehr oder nur unvollständig korrigiert werden.

Abb. 3 zeigt ein Bild von mehreren Tonspuren in Draufsicht. Die Tonspuren, die bei den originalen Wachswalzen die Form von Rillen aufweisen, haben bei den Galvanos das negative Erscheinungsbild, sind also erhaben. Ihre Spurhöhe wird durch die schwingende Aufnahmenadel gebildet und macht die Amplitude und damit die Lautstärke eines Tons aus. Je lauter ein Ton in der Aufnahme, desto höher ist das Auf und Ab der Spuren.

Die Tonhöhe (Frequenz) eines Tons ergibt sich aus den Abständen der „Kämme" einer Tonspur zueinander; je dichter also Berg und Tal beisammen sind, desto schneller schwingt die Nadel und desto höher erscheint einem Zuhörer der Ton. Abb. 3 zeigt Spuren verschiedener Frequenzen. Im Falle eines reinen Klanges (z.B. Kammerton A, 440 Hz) haben die Spurhöhen einen sinusförmigen Verlauf, was jedoch in der Praxis nur selten vorkommt.

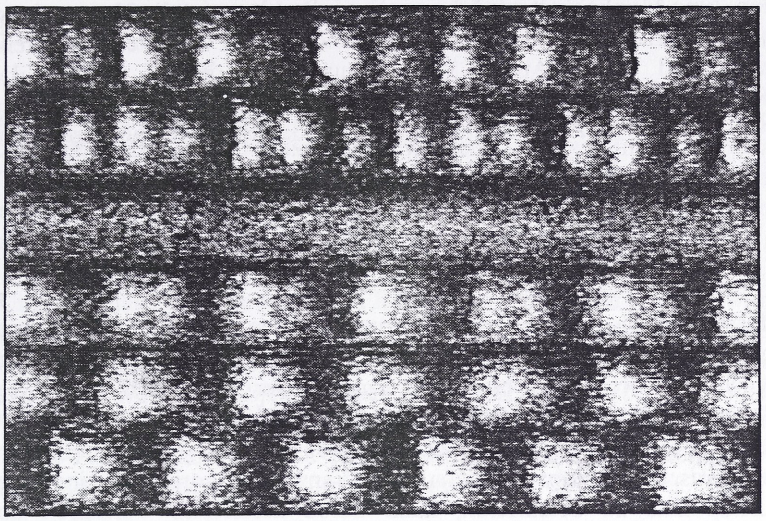


Abb. 3: Draufsicht auf die Tonspuren auf der Innenseite der Galvanos

Zur berührungslosen Vermessung der Höhenprofile gibt es verschiedene Ansätze aus dem Bereich der 3D-Vermessung, die sich durch unterschiedliche Genauigkeiten, Objektgrößen und Anforderungen an die Objektoberfläche auszeichnen. Im Rahmen der Entwicklungsarbeit von SpuBiTo wurden drei verschiedene Ansätze implementiert und getestet, die von ihren Eigenschaften in die engere Wahl kamen. Die drei Ansätze mit ihren Vor- und Nachteilen werden im folgenden vorgestellt.

Passive Stereoanalyse

Die Verfahren der *Passiven Stereoanalyse* ermitteln die räumliche Struktur von Objekten ebenso wie der Mensch: durch Betrachten einer Szene aus zwei verschiedenen Richtungen. Mathematisch läßt sich dies über den aus der Photogrammetrie bekannten Kollinearitätsansatz beschreiben [SASSE94]. Der Ansatz beruht auf der Annahme, daß ein zu messender 3D-Punkt von 2 oder mehr Kameras, die eine bekannte geometrische Anordnung zueinander aufweisen, wahrgenommen wird. Die Kollinearitätsbedingung besagt, daß Objektpunkt, Bildpunkt und Kamerabrennpunkt für jede Kamera auf einer Gerade liegen müssen. Diese Gerade wird durch 2 Ebenen beschrieben, die parallel zur x- und zur y-Richtung der Bildebene liegen. Wird nur eine Kamera verwendet, so läßt sich nicht bestimmen, an welcher Stelle der Geraden sich der Objektpunkt befindet. Werden zwei Kameras verwendet,

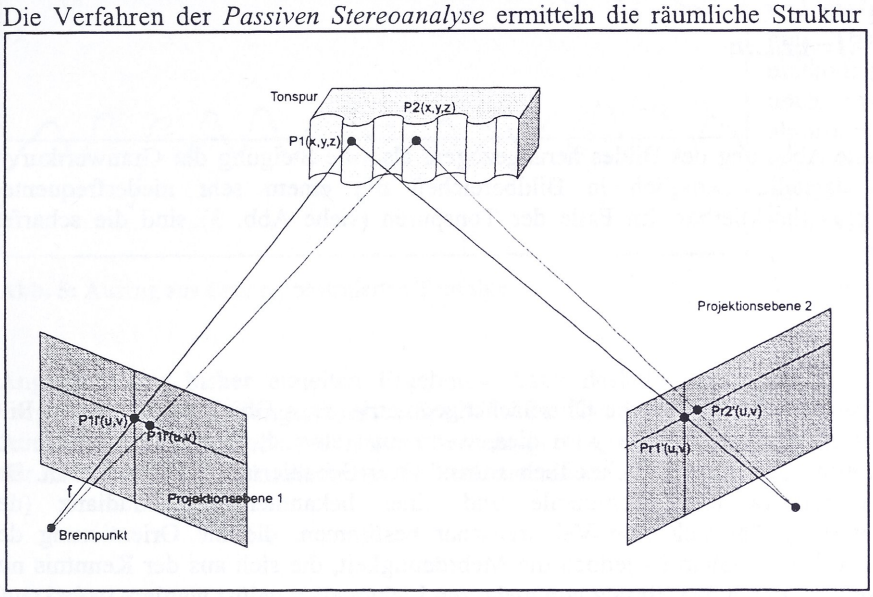


Abb. 4: Prinzip der passiven Stereoanalyse

ergibt sich das Gleichungssystem

$$
\begin{aligned}
&I)\ (a_{11} - x_l \cdot a_{41}) \cdot x_{3D} + (a_{12} - x_l \cdot a_{42}) \cdot y_{3D} + (a_{13} - x_l \cdot a_{43}) \cdot z_{3D} + (a_{14} - x_l \cdot a_{44}) = 0 \\
&II)\ (a_{21} - y_l \cdot a_{41}) \cdot x_{3D} + (a_{22} - y_l \cdot a_{42}) \cdot y_{3D} + (a_{23} - y_l \cdot a_{43}) \cdot z_{3D} + (a_{24} - y_l \cdot a_{44}) = 0 \\
&III)\ (b_{11} - x_r \cdot b_{41}) \cdot x_{3D} + (b_{12} - x_r \cdot b_{42}) \cdot y_{3D} + (b_{13} - x_r \cdot b_{43}) \cdot z_{3D} + (b_{14} - x_r \cdot b_{44}) = 0 \\
&IV)\ (b_{21} - y_r \cdot b_{41}) \cdot x_{3D} + (b_{22} - y_r \cdot b_{42}) \cdot y_{3D} + (b_{23} - y_r \cdot b_{43}) \cdot z_{3D} + (b_{24} - y_r \cdot b_{44}) = 0
\end{aligned}
\qquad (1)
$$

wobei x_{3D}, y_{3D} und z_{3D} die Koordinaten des gesuchten Punktes sind und x_l, y_l bzw. x_r, y_r die Bildpunktkoordinaten der beiden Kameras. Der 3D-Punkt wird also durch ein überbestimmtes lineares Gleichungssystem beschrieben, das durch ein geeignetes numerisches Verfahren wie den Householder-Algorithmus fehlerminimierend gelöst werden kann.

Ein Problem dieses Verfahrens ist jedoch die eindeutige Zuordnung der Bildpunkte zueinander. Die 3D-Koordinaten eines Punktes können nur zuverlässig berechnet werden, wenn die verwendeten 2D-Koordinaten der Punkte in den

Bildern auch wirklich denselben Punkt beschreiben. Eine Möglichkeit zur Lösung dieses Problems ist die Verwendung von Lichtquellen, die zur Identifizierung der Objektbereiche ein strukturiertes Lichtmuster auf die Objekte projizieren. Aufgund der vorliegenden Größenverhältnisse schied dieser Ansatz jedoch aus. Statt dessen werden die korrespondierenden Bildbereiche durch ein in [KLETTE94] beschriebenes Block-Matching-Verfahren gefunden. Das Verfahren stützt sich auf eine akkumulierte Grauwertkorrelation. Als übereinstimmend werden Bildbereiche angesehen, die den höchsten Korrelationswert aufweisen.

Shape From Defocus

Ein weiterer vielversprechender Ansatz ist die Messung durch gezielte Defocussierung, das sog. *Shape From Defocus*. Hier nutzt man einen Umstand aus, der normalerweise als eher lästig empfunden wird: die geringe Schärfentiefe von Mikroskopobjektiven. Es ist im allgemeinen nicht möglich, ein Objekt mit signifikanter Tiefenausdehnung im Mikroskop komplett scharf zu erkennen, da die Schärfentiefe des Objektives gegenüber der Objektausdehnung klein ist. Bei bekannten Eigenschaften des Objektives weisen die scharfgestellten Punkte im Bild einen definierten Abstand zum Aufnahmesystem auf und ergeben damit einen rechnerisch auswertbaren Tiefenwert. Wenn ein Algorithmus eingesetzt wird, der in der Lage ist, scharf gestellte Bildpunkte zu detektieren, kann durch definiertes Verfahren der Aufnahmeeinrichtung in z-Richtung eine Tiefenkarte berechnet werden. Da die Unschärfe in Bildbereichen die gleichen Eigenschaften aufweist wie eine Tiefpaßfilterung, können die scharf gestellten Bereiche durch eine Hochpaßfilterung detektiert werden. Nach [MÜLLER96] ergibt sich ein Tiefenwert T(x,y) durch

$$T(x,y)=k,\ wenn\ \frac{|\Gamma_{zk}(x,y)|^2}{I_{zk}(x,y)}>\frac{|\Gamma_{zi}(x,y)|^2}{I_{zi}(x,y)},i=1,2,...,n \tag{2}$$

Als Hochpaßkriterium wird hier die erste Ableitung des Bildes herangezogen, also die Steigung der Grauwertkurve, was ein hinreichend genaues Maß darstellt. Lediglich in Bildbereichen mit einem sehr niederfrequenten Grauwertverlauf ist die Tiefe nicht sicher detektierbar. Im Falle der Tonspuren (siehe Abb. 3) sind die scharfen Bildbereiche jedoch gut detektierbar.

Shape From Shading

Der Ansatz des *Shape From Shading* beruht auf der Idee, die Oberflächengeometrie eines Objektes aus der im Bild sichtbaren Schattierung zu rekonstruieren. Nachvollziehbar wird dies, wenn man etwa das Foto einer Gipsbüste betrachtet, bei dem man die räuliche Gestalt der Büste ausschließlich anhand ihrer Schattierung erkennen kann. Bei einem bekannten Winkel zwischen Kamera und Lichtquelle und einer bekannten Objektradianz (der Rückstrahlungsfähigkeit des Objektmaterials) läßt sich eine Vektorenschar bestimmen, die die Orientierung der Oberfläche in einem Bildpunkt beinhaltet. Das Problem ist jedoch die Mehrdeutigkeit, die sich aus der Kenntnis nur einer Beleuchtungsrichtung ergibt. Diese kann durch den Einsatz von mehreren Lichtquellen gelöst werden, wobei auch die Abhängigkeit von der Objektradianz vermieden wird. Die Orientierung eines Oberflächenpunktes ergibt sich nach [KLETTE96] dann durch

$$\vec{n}=\left(\frac{E_{01}}{E_{03}}\cdot E_2\|s_2\|s_1-\frac{E_{02}}{E_{03}}\cdot E_1\|s_1\|s_2\right)\times\left(\frac{E_{01}}{E_{03}}\cdot E_3\|s_3\|s_1-E_1\|s_1\|s_3\right) \tag{3}$$

wobei $E_{01}..E_{03}$ die Grauwerte der Aufnahmen, $E_1..E_3$ die Beleuchtungsstärken und $s_1..s_3$ die Beleuchtungsrichtungen der Lichtquellen sind. Es gibt neben diesem Ansatz in der Literatur noch zahlreiche verschiedene Shape-From-Shading-Ansätze, die unterschiedliche Objekteigenschaften berücksichtigen und unterschiedliche Einschränkungen haben, aber der vorgestellte Ansatz wird als der momentan aussichtsreichste zur Rekonstruktion der Spurhöhen angesehen.

Ergebnisse und Ausblick

Während der Entwicklungsphase konnten zahlreiche Probleme, die in optisch abtastenden Verfahren auftreten, wie z.B. die automatische Nachführung der Spuren und die Kompensation der vorhandenen Geometriefehler der Galvanos, zufriedenstellen und robust gelöst werden. Dies eröffnete die Chance, die oben beschriebenen Alogrithmen zur Tiefenvermessung zu implementieren und auf realen Bildern zu testen. Es wurde dabei Wert auf die Austauschbarkeit der verschiedenen Verfahren nach dem Baukastensystem gelegt, um ein Verfahren einfach durch ein geeigneteres austauschen zu können und so eine hohe Wartbarkeit der Software zu gewährleisten.

Um die Qualität der gewonnenen Klänge vergleichen zu können, wurde ein Galvano gewählt, für den ein abspielbares Positiv zur Verfügung stand, und daraus eine konventionell abgespielte Referenz-Tonfolge gewonnen. Der Vergleich des konventionell Abgespielten mit dem durch SpuBiTo Gewonnenen erbrachte den Nachweis der Äquivalenz, sowohl analytisch wie auch subjektiv durch den Menschen. Das bedeutet, daß das System in der Lage ist, auf optischem Wege Tonfolgen zu gewinnen, die mit den echten übereinstimmen. Abb. 5 zeigt beispielhaft einen Auszug aus einer nach dem Shape-From-Shading-Ansatz gewonnenen Klangkurve. Außerdem wird der Autor im Rahmen des EVA-Vortrages Auszüge aus beiden Tondokumenten zum Vergleich abspielen.

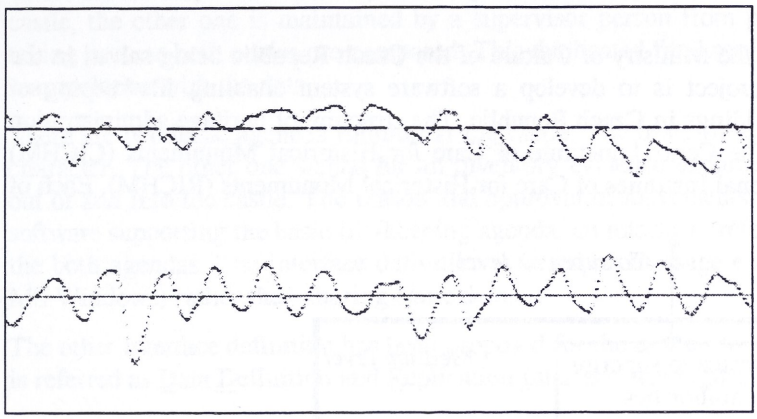


Abb. 5: Auszug aus einer rekonstruierten Tonfolge

Die zum jetzigen Zeitpunkt gewonnenen Klänge erreichen in ihrer Dynamik und ihrem Kurvenverlauf noch nicht die Qualität der konventionell gewonnenen Aufnahmen. Bemerkbar wird dies über einen verwaschenen Klang und ein starkes Hintergrundrauschen. Für eine gute Abtastung, die die Qualität der Originalmethode erreicht oder sogar überschreitet, muß noch mehr Entwicklungsarbeit in die Abtastalgorithmen gesteckt werden. Voraussichtlich wird das endgültige System auf ein Verfahren gestützt sein, das eine Kombination von mehreren der vorgestellten Ansätzen darstellt. Hier steckt noch ein Entwicklungspotential, das 1998 ausgeschöpft werden wird.

Angesichts der bisher erzielten Ergebnisse kann deshalb davon ausgegangen werden, daß am Schluß des hier vorgestellten Entwicklungsprojektes SpuBiTo ein System zur Verfügung steht, mit dem die bisher unzugänglichen Aufnahmen auf den Galvanos in guter bis sehr guter Qualität abgespielt werden können. Die Wieder-Nutzbarmachung der historischen Tondokumente des Völkerkundemuseums ist damit in greifbare Nähe gerutscht.

Literatur

[EXNER97] Exner, Nicolai: „Phonographenwalzen: Probleme bei der Restaurierung, Informationssicherung und -übertragung von Tonträgern aus Wachs", Diplomarbeit an der Fachhochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, 1997

[STANKE97] Stanke, Gerd, Wöhrle, Tim: „Bildanalytische Gewinnung von Tonsignalen aus alten Tonträgern - Kupfernegative von Edisonwalzen", Band „Einsatz neuer Technologien in den Geisteswissenschaften" S.48-50, Forschungszentrum Jülich 1997

[ZIEGLER95] Ziegler, Susanne: „Die Walzensammlungen des ehemaligen Berliner Phonogramm-Archives" In: Baessler-Archiv, Beiträge zur Völkerkunde, Band XLIII, Sonderdruck aus Heft 1, Berlin 1995

[SASSE94] Sasse, Ralph: „Bestimmung von Entfernungsbildern durch aktive stereoskopische Verfahren", Vieweg Verlag Braunschweig, 1994

[MÜLLER96] Müller, R.: „Dreidimensionale Bildrekonstruktion aus Serien lichtmikroskopischer Aufnahmen", International Journal for Light and Electron Optics, Stuttgart 1996

[KLETTE96] Klette, Reinhard et.al.: „Computer Vision-räumliche Information aus digitalen Bildern", Vieweg Verlag, Braunschweig 1996

V9

COMPUTERISED INVENTORY EVIDENCE IN HISTORICAL BUILDINGS

Zdeněk Kouba, Petr Mikšovský
The Gerstner Laboratory
for Intelligent Decision Making and Control,
Faculty of Electrical Engineering,
Czech Technical University,
Technická 2
166 27 Prague 6
Phone : +420 2 24357379, Fax: +420 2 24357224, E-mail: {kouba, xmiksovs}@labe.felk.cvut.cz

1. Motivation

The paper describes a particular project funded by the Ministry of Culture of the Czech Republic being solved in the Gerstner Laboratory currently. The aim of the project is to develop a software system enabling file-keeping of movables located in castles and other historical buildings in Czech Republic. The structure of heritage administration consists of three levels in the Czech Republic. The Central Institute of Care for Historical Monuments (CICHM) stands on the supreme level. It controls seven Regional Institutes of Care for Historical Monuments (RICHM). Each of

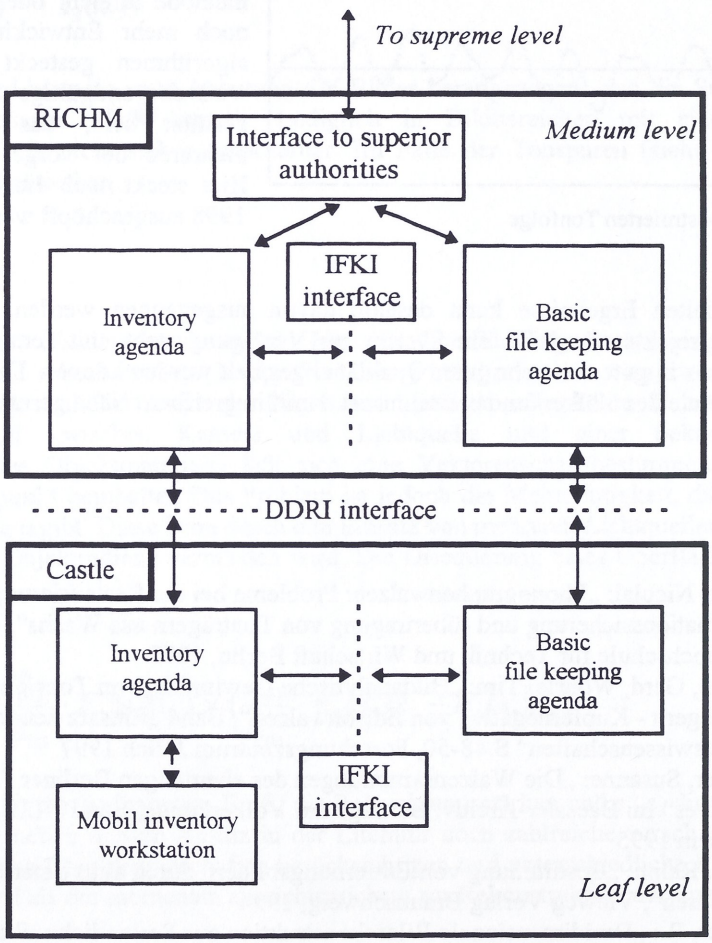


Figure 1. Data flow structure

them supervises heritage caretakers (castellans) administrating particular castles or other historical buildings.

There is a complex data flow within this hierarchical system.

The project aims to analyse those data flows which are handled mostly in a "paper and stamp" way. The major goal is to propose their efficient replacement by electronic data flows.

Current state of the art incorporates running development of the system's lower two levels - see Figure 1 . There already exist several software tools making the file-keeping. This makes the above mentioned process not straightforward. As there exist obligatory guidelines of the CICHM defining which data are to be kept, the structure of the data collected by particular systems in use is similar. However, the integration of those systems into a overall information system requires precisely defined interfaces in order to connect those systems into designed data flow structure. The pilot project is being applied to the heritage region supervised by the South Bohemian Institute for the Care of Historical Monuments located in České Budějovice.

There is a relatively intensive traffic of the movables between various castles and other institutions. The particular pieces of historical movables are taking part in various exhibitions outside of their home castle. The items on inventory record are borrowed to movie producers, they are subject of maintenance in conservators' workshops, etc. All these movements of movables are supervised by the suggested system.

There are two copies of inventory files kept for each castle. The first one is maintained by the castellan directly at the castle, the other one is maintained by a supervisor person from particular RICHM. At the beginning of the stock-taking process both copies are compared. This duplicated file-keeping should eliminate the possibility of unauthorised manipulation with the data.

There are two basic agendas running at the castle. The basic file-keeping agenda maintains the data of art historical character. The other one stands for an inventory evidence documenting the movements of items of particular items out of and into the castle. The reason and approval of movements are also stored there. As there are several types of software supporting the basic file-keeping agenda, an interface (referred as IFKI in Figure 1) has been defined between the both agendas. The interface definition is based on message exchange derived from DDE principal (known from MS Windows) rather then sharing static data.

The other interface definition has been proposed for the castle - to - regional institute bi-directional communication. It is referred as Data Definition and Replication Interface (see Figure 1).

2. The stock-taking (inventory) process

The inventory process incorporates following steps:

1. The director of the RICHM authorises the inventory commission at the beginning of the inventory process. The inventory commission compares files from the RICHM to those from the castle. Without complete and successful matching those files the physical stock-taking process can not be launched.
2. The commission visits all rooms in the building and checks the physical presence of all the items on record during the inventory process. This work is very time extensive because of huge size of inventory files. A commission member has to take every piece of inventory into his hands, read the inventory number, and verify it with the record.
3. The possible absence of some items must be approved by a record in the corresponding RICHM director's instruction.
4. The inventory report is created at the end. The report keeps track of differences found during the inventory process.

3. Computerised inventory

The proposed computerised inventory process is based on the following elements:

- *Inventory Agenda* is a computational process running on a PC. It keeps records of all director's instructions to enabling particular items to leave the castle. Moreover, it keeps track of all physical movements of inventory items out of - and into - the castle. There must exist director's approval for each movement. This agenda communicates also with the mobile terminal.
- *Mobile Terminal* is a hand-held computer equipped with laser bar code reader. Its memory capacity is sufficient for medium-sized castles. In the case of larger castles, it is necessary to split the inventory process into several stages. This limitation is no restriction in fact, as the daily progress of inventory is much smaller then the size of the record in the mobile terminal's memory.

The proposed solution assumes that all the items of inventory file are physically equipped with a sticker containing a unique bar code. Besides the bar code the original identification number is printed in a human-readable way on the sticker. This allows to work even in the case of a scanner malfunction or unreadable bar code. The way of sticking the label onto the surface of valuable exhibits is still considered as subject for discussion. The fixation of the label must be stout enough. On the other hand the surface of the exhibit must not be damaged. There exist special substances recommended by the conservators which create the desired, smooth, and protective layer between the surface and the sticker.

Even if the CCD scanners are cheaper, the laser-based device has been chosen. The reason is that it is able to read the bar code even from longer distances (up to 30 cm). As the direct contact with the label is not necessary, the sticker may be located outside the directly visible part of an exhibit. Moreover, the relatively large triggering distance allows to fix the sticker on cylindrical surfaces with diameter at least 18 mm. The relatively large triggering distance decreases the risk of damage of exhibits during the stock-taking because it is not necessary to pick up each item by hands (china cups).

There are cases when the exhibit is located out of the human's reach (e.g. at the ceiling of high halls). The alternative method of exhibit identification has been proposed. The commission has a photograph of the arrangement of such unreachable exhibits. Each exhibit has a substitute bar code introduced on the photograph. If the commission is convinced that all exhibits are on their places as shown on the photograph, they can scan the substitute bar codes from the photo. All such cases are registered and introduced in the final inventory report. The process may be moderated by assignment of a logical attribute to each item stating if the substitute bar code scanning is allowed or not.

The proposed scenario of the computerised inventory process is very similar to the classical one. It makes easier to accept the new way of work by the people involved in the process. The new features are the following:

1. In the morning the commission loads the data from the stationary computer in the hand held data terminal.
2. At the room's door the commission registers the room number by scanning the room's identification bar code located near the door. Since this moment the hand computer assigns all found items of the inventory to the registered room until the new room is registered.
3. After reading the bar code from the sticker, a short description of the item will be shown on the terminal display. If it does not match the real shape of the exhibit or if the commission is not convinced about the identity of the exhibit, they can reject the registration of the exhibit. The date and time of registration are kept for documentation purposes. In any moment the inventory commission can display the list of all insofar not registered items which should be found in the room.
4. After the return of the commission back to the building office the results of the inventory are downloaded to the computer and the new data can be prepared. If a commission member created some notice about the item this notice will be displayed on the stationary computer and the commission can correct the data on the inventory list.

To eliminate the possibility of unauthorised manipulation with data in the inventory agenda, the security of the data is ensured by a hardware key. The presence of the hardware key is a necessary but not sufficient condition for inventory data manipulation. The hardware key contains a EEPROM memory with the commission's members, assess rights and password description.

4. Conclusion

The classical stock-taking process takes half a year in average. Our solution can rapidly decrease the time demand and also improve precision and objectivity of the inventory process. The mobile inventory workstation together with software of the stationary computer has been developed and it is under testing on the Rožmberk nad Vltavou castle. The dynamic interconnection with the most frequently used software tool for basic file-keeping agenda called Monumis (developed and distributed by the UnicSoft v.o.s. company) is under development.

The software developed in the frame of above mentioned project is implemented in the Delphi 1.0 environment, the hand held data terminal is Psion Workabout equipped with the Blackrock L200 laser scanner.

References

Kouba Z.: "Mobile inventory workplace - a solution proposal" (in Czech), The Gerstner Lab research report No. GLČ-01/96, Czech Technical University, Prague, 1996

FORTVNA

(**F**ormulating outlines of a ge**O**graphic **R**ome data bank: **T**exts, **V**isual and computer- **N**etworks in **A**rchaeology)
EIN MULTIMEDIALES GEOGRAPHISCH-ARCHÄOLOGISCHES INFORMATIONSSYSTEM GIS[A]
AM BEISPIEL DER ADELSPALÄSTE IM ANTIKEN ROM
ERSTE ANWENDUNGSBEISPIELE

Dr. Chrystina Häuber, Klassische Archäologin
und Franz Xaver Schütz, cand. geogr.
Universität Bonn, Geographische Institute
Meckenheimer Allee 166
53115 Bonn
Email: UZS54F@uni-bonn.de

Wenn wir hier "erste Anwendungsbeispiele" eines noch zu entwickelnden Informationssystems zum Thema "Adelspaläste im antiken Rom" vorstellen möchten, dann ist zunächst das ihnen zugrundeliegende Gedankengerüst darzulegen. Weshalb umrissen werden soll, welche Probleme die Erforschung der antiken stadtrömischen Topographie kennzeichnen, auf deren Erkenntnissen Themen wie die der aristokratischen Wohnbauten innerhalb der Stadt aufbauen. Die Erforschung der stadtrömische Topographie stellt ein Spezialgebiet der Altertumswissenschaften dar, in dem die Disziplinen Klassische Archäologie, Altphilologie und Alte Geschichte interdisziplinär und international zusammenarbeiten (siehe I). Zweitens soll skizziert werden, welche Erwartungen von Seiten der Erforschung der antiken stadtrömischen Topographie theoretisch an ein GIS (ein Geographisches Informationssystem) gestellt werden können (siehe II). Erst als dritter Schritt sind erste Anwendungen möglich (siehe III).

Uns ist bewußt, daß verschiedene andere Disziplinen, die sich historisch aus der Klassischen Archäologie entwickelt haben, und die in Deutschland Ur- und Frühgeschichte, Provinzialrömische Archäologie, Vorderasiatische Altertumskunde usw., im Englischen z.B. aber alle *Archaeology* (mit entsprechendem Zusatz) heißen, seit geraumer Zeit Teile ihrer jeweiligen Fachprobleme unter Einsatz von einem GIS zu lösen versuchen. Eine Übersicht zum Stand dieser Forschungen ist an anderem Ort vorgesehen und kann nicht Gegenstand des vorliegenden Beitrages sein. Im speziellen Fall der Erforschung der stadtrömischen Topographie wurde ein GIS bislang noch nicht eingesetzt.

I. Die Erforschung der stadtrömischen Topographie

Die Erforschung der stadtrömischen Topographie gilt innerhalb der Klassischen Archäologie als sehr schwieriges wissenschaftliches Terrain, was zu einem Teil daran liegen mag, daß der sich darin bewegende Forscher permanent die `Realitätsebenen' wechseln muß. Drei große Felder stehen ihm dabei zur Verfügung:

1. Die antiken, noch (teilweise) erhaltenen Architekturen.
2. Die antiken Texte, die unter anderem Architekturen, Personen, Zusammenhänge beschreiben. [Wobei nur wenige dieser Architekturen (in Resten) erhalten sind und die Meinungen darüber, um welche der aus antiken Quellen bekannten es sich dabei handelt, auseinandergehen].
3. Die Forschungsgeschichte zu den Punkten 1 und 2.

Die Zeiträume, in denen sich dieser Forscher bewegt, sind, im Unterschied zur Situation anderer Archäologen, die sich (in Europa) mit "Stadtarchäologie" beschäftigen, sehr viel größer, die Fund- und Datenmengen ebenfalls. Denn sowohl der antike Zeitraum, als auch der nachantike zeichnen sich in Rom im Unterschied zu anderen Orten dadurch aus, daß bereits zahlreiche Beziehungen der antiken aristokratischen Bauherren/neuzeitlichen fürstlichen Sammler (und selbstverständlich auch der modernen Kommentatoren) untereinander erforscht sind, die für ein jeweils gewähltes Thema von Bedeutung sein können.

Das Thema "Die antiken Adelspaläste" kann daher nur ein Beispiel für das zu entwickelnde Informationssystem darstellen, das dazu dienen soll, seine Forschungstauglichkeit zu prüfen. Die Standorte dieser Wohnbauten wurden im Laufe der langen antiken Geschichte der Stadt in den meisten Fällen sehr unterschiedlich genutzt. Uns geht es (unter anderem) darum, exemplarisch alle verfügbaren Daten zu allen Standorten zu sammeln, von denen wir wissen, daß dort auch einmal ein antiker, aristokratischer Wohnbau gestanden hat.

Der Wunsch, als Beispiel die antiken Adelspaläste in Rom herauszugreifen, hat mit der Prämisse zu tun, daß sich an diesem Thema exemplarisch die Probleme stadtrömischer Topographie ablesen lassen. Begründen läßt sich diese Prämisse wie folgt:

1. Diese Bauten (*domus* und *horti*, `Stadtpaläste' und `Gärten') sind sowohl für den gesamten Zeitraum des Bestehens der antiken Stadt, als auch für das gesamte antike Stadtgebiet belegt.
2. Ihre Erbauer und Bewohner haben auch alle übrigen öffentlichen und sakralen Bauten der Stadt gestiftet.
3. Für das Untersuchungsgebiet in Rom (siehe Abbildung 3-4) liegt fundierte Grundlagenforschung vor, die die Voraussetzung für derartige Untersuchungen darstellt (siehe HÄUBER in Literatur).

Wenn es uns gelingt, ein zugleich qualitätvolles und leicht bedienbares, interaktives Informationssystem zum Thema zu entwickeln, könnte einem interessierten Benutzer, ohne daß dieser selbst Fachwissenschaftler sein muß, auf diese Weise gleichzeitig die Methodik topographischer Forschung `transparent' gemacht werden. Unser vorrangiges Ziel ist es jedoch, jedem an der antiken Stadt Rom Interessierten schnell und zuverlässig Auskünfte zu geben.

Die Erforschung der antiken Adelspaläste in Rom gliedert sich in vier Felder:

1. Die römischen Adelsfamilien und die (wechselnde) Anzahl der Mitglieder des römischen Senats sind gut erforscht. Bei diesem Personenkreis handelt es sich um die Gründer der untersuchten Wohnbauten. Von diesen *domus* aus regierten die römischen Senatoren das Römische Weltreich, denn die Römer errichteten nicht eigens diesem Zweck dienende `Regierungsgebäude'.
2. Schriftliche Nachrichten seit dem Mittelalter und archäologische Funde seit der Renaissance bestätigen das Vorhandensein antiker Adelspaläste in Rom.
3. Die über 1000jährige Forschungsgeschichte der Stadt Rom beschäftigt sich unter anderem mit den antiken Adelspalästen der Stadt und mit ihren Bauherren, wobei unterschiedliche Kombinationen der in den Punkten 1, 2 und 4 genannten Daten vorgeschlagen werden..
4. Seit dem Mittelalter, und auf kartographisch wissenschaftlichem Niveau seit der Renaissance, gibt es für die Stadt Rom eine unvergleichliche Fülle von historischen Karten, Katastern und Veduten, auf denen unter anderem (Überreste) der antiken Adelspaläste sichtbar sind.

Bis zum Ende des 19. Jahrhunderts konnten Forscher, die sich der stadtrömischen Topographie widmeten, das für dieses Fachgebiet relevante Material komplett überschauen. Danach wurden in den Jahren von 1870 bis ungefähr 1910 zahlreiche Neubauviertel errichtet, wobei ungeahnte Fundmengen und zahlreiche neue antike Architekturen ans Licht traten. Die Aufarbeitung dieser Entdeckungen kann zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch längst nicht als abgeschlossen gelten. Es liegt offenbar in der Natur menschlicher Erkenntnismöglichkeit, daß Neues nicht immer gleich verstanden wird. Vielleicht verfuhren die Mitglieder der Städtischen und der Staatlichen Bodendenkmalpflege der Stadt Rom während der genannten Ausgrabungsphase deshalb etwa folgendermaßen: Neu entdeckte antike Architekturen, für die die topographische Forschung der Zeit eine Erklärung bereithielt, hatten eher die Chance, erhalten zu bleiben als solche, die als "unbekannt/unbenannt" galten. Es hat seither geraume Zeit gedauert, bis, anhand der von diesen Ausgräbern vorgelegten und zumeist unpubliziert gebliebenen Dokumentationen, in einigen Fällen geklärt werden konnte, was damals entdeckt und unter Zeitdruck beschrieben worden ist. Inzwischen gibt es auch für viele dieser seither zerstörten antiken Architekturen Deutungen ihrer Funktion, bzw. Vorschläge, sie mit aus antiken Schriftquellen oder antiken Inschriften und Münzbildern bekannten Gebäuden zu identifizieren, wobei diese neuen Erkenntnisse zur Folge haben, daß alte Identifizierungen ebenfalls einer Neubewertung unterzogen werden.

Die aktuelle stadtrömische topographische Forschung seit ca. 1980 wird in dem soeben erscheinenden LEXICON TOPOGRAPHICUM URBIS ROMAE sichtbar. Die Herausgeberin, E. M. Steinby, und ihr wissenschaftlicher Beirat hatten den hervorragenden Gedanken, die ganze Breite der Forschung darstellen zu wollen. Die Idee, mittels Computereinsatz Probleme der stadtrömischen Topographie lösen zu wollen, kam uns beim ersten Kennenlernen der Vielfalt der *verschiedenen Beiträge zu einem Sachverhalt*, die in diesem Lexikon enthalten sind.

Überblickt man die Forschung zur stadtrömischen Topographie als Ganzes, dann kommt es nicht selten vor, daß dieselbe antike Schriftquelle auf verschiedene überlieferte/noch in Resten vorhandene antike Architekturen bezogen wird. Nimmt man die komplette Diskussion der archäologischen Funde hinzu, dann werden diese - ganz analog - nicht selten verschiedenen Fundkomplexen oder Fundorten zugeordnet. Wobei zu letzterem Punkt nicht vergessen werden darf, daß die gegenüber der Klassischen Archäologie viel ältere Disziplin der Kunstgeschichte traditionsgemäß Bedeutendes zur Sammlungsgeschichte der antiken Funde in der Stadt Rom leistet, Erkenntnisse, die ebensowenig komplett den Vertretern der drei an der Erforschung der stadtrömischen Topographie beteiligten Disziplinen der Altertumswissenschaften präsent sind, wie umgekehrt deren Erkenntnisse den an Rom interessierten Kunsthistorikern.

Computereinsatz im Fach der stadtrömischen Topographie am Beispiel der antiken Adelspaläste ist also nicht allein wegen der Fülle der zu verarbeitenden Daten nötig, sondern, und das ist unserer Ansicht nach viel wichtiger: Es sind Überlegungen anzustellen, wie aus diesen Daten Informationen gewonnen werden können, die sich darstellen und miteinander vergleichen lassen. Ein weiteres Desiderat wäre die computergestützte Darstellung der jeweiligen Grundlagen, auf die sich eine in der Forschung vorgetragene Hypothese stützt - damit sich diese bequemer miteinander vergleichen lassen.

Auf dem Gebiet der technischen Verwirklichung der hier skizzierten Fragen stehen wir noch ganz am Anfang, denn bislang beschäftigte uns vorrangig die Frage, mit welchen Partnern wir dieses Thema bearbeiten möchten. So sind auf

dem Gebiet der Erforschung der stadtrömischen Topographie die bereits erwähnte Frau Prof. E. M. Steinby vom Institute of Archaeology der Universität Oxford und Herr Prof. T.P. Wiseman, Leiter des Institutes für Altphilologie und Alte Geschichte der Universität Exeter, sowie Klassische Archäologen in Rom unsere Partner. Als Grund für dieses breit angelegte altertumswissenschaftliche `Fundament´ läßt sich anführen, daß jedes Detail der stadtrömischen topographischen Forschung vor dem Hintergrund der gesamten Stadt gesehen werden muß. Denn die Bauherren - um im Beispiel der Adelspaläste zu bleiben - begegnen, wie erwähnt, auch andernorts in Rom als Stifter von öffentlichen und sakralen Bauten (von Architekturen außerhalb Roms ganz zu schweigen). Zur Beurteilung der antiken Texte, die z. B. von Klassischen Archäologen häufig unkritisch `übernommen´ werden, empfiehlt es sich, diese in ihrem jeweiligen Kontext zu diskutieren und zu kommentieren. So soll das GIS[A] FORTVNA alle antiken Texte zur stadtrömischen Topographie in kommentierter Form enthalten/im WWW (World Wide Web) bereitstellen, sowie im Falle der Adelspaläste die Verknüpfungen jener antiken Texte mit noch erhaltenen/zu früheren Zeiten beobachteten antiken Architekturen in Rom aufzeigen, die in der Forschung vorgeschlagen worden sind.
Das Beispiel der auf dem Oppius ehemals befindlichen antiken Architekturen, die untereinander in Beziehung standen, wurde wegen seiner topographischen Komplexität, der enormen Fundmenge aus dieser Gegend, sowie wegen seiner selbst für Rom sehr langen antiken `Lebensdauer' gewählt. Weshalb vermutet werden darf, daß die anderen, bislang längst nicht immer so gut dokumentierten antiken Adelspaläste der Stadt Rom in der von uns geplanten Datenbank ebenfalls Platz hätten, wobei wir betonen möchten, daß der Wert eines solches GIS[A] sich darin ablesen lassen wird, welche Verknüpfungs- und Analysemöglichkeiten es bietet. Die Tatsache, daß die letztgenannten Eigenschaften Charakteristika von Geographischen Informationssystemen sind, führte dazu, die oben skizzierten Problemstellungen der stadtrömischen Topographie mit einem GIS lösen zu wollen (siehe II). Weitere Gründe betreffen den Wunsch, historische Karten blattschnittfrei und georeferenziert zur Verfügung zu stellen, diese mit aktuellen Katastern, geologischen Karten und Daten aus archäologischen und sonstigen Bodeneingriffen in Beziehung zu setzen und dreidimensional darzustellen. Wobei vor dem Beginn der diesbezüglichen Arbeiten zu klären ist, welche Bibliotheken und Archive bereit und in der Lage sind, das gewünschte Material in digitaler Form zur Verfügung zu stellen. Ziel dieser für das GIS[A] FORTVNA geplanten Operationsmöglichkeiten soll es sein, alle zu einem antiken Wohnbau verfügbaren, aber sehr heterogen dokumentierten Daten integrierbar zu machen. An dieser Stelle berührt sich die stadtrömische Topographie ganz offensichtlich mit den Zielen und Aufgaben der Bodendenkmalpflege anderer Orte, weshalb wir unser geplantes Informationssystem GIS"[A]", GIS für "Archäologie", und nicht GIS"[KLA]", GIS für "Klassische Archäologie", genannt haben.

Die *Feld*-Inhalte der archäologischen Datenbank (aus HÄUBER, SCHÜTZ 1997)
Jeder *Feld*-Inhalt wird datiert und gegebenenfalls wird auf Bezugsquellen hingewiesen (z.B. Datenbanken für Literatur, antike Schriftquellen, Inschriften, Münzen, Photos, Archivalien, Internet-links). Name des Hauses (hier im Sinne von Domizil gemeint). Eigennamen von stadtrömischen Häusern sind selten überliefert, daher werden die Häuser meistens nach einem Eigentümer benannt. Mit welchem Begriff(en) wird das Haus bezeichnet? z.B. *aedes, domus, horti, palatium, villa.* Wer benutzt diesen Begriff? (Datierung der Quelle). Datierung des Hauses (Phasen). Worauf gründet sich die Datierung? Sicher oder erschlossen? Topographische Lage: Antik: *regio*, Hügel, Straße oder Umschreibung des Ortes, im Wortlaut zitiert. Ist der Standort auf dem severischen Marmorplan sichtbar? Alle nachantiken Bezeichnungen des Standortes, aktuelle Adresse (falls lokalisierbar), Angabe der geographischen Koordinaten. Höhenangaben, absolut und relativ (z.B. auch aus antiken und nachantiken Beschreibungen). Kartenmaterial, Grundrisse. Antike Schriftquellen und Schriftzeugnisse (im Wortlaut zitiert und, wenn möglich, datiert. Stadtrömische Wasserzuleitungen und Inschriften gegebenenfalls mit Fundorten). Sind diese zeitgenössisch oder später entstanden? Ist die Zuschreibung der Quellen sicher? Wird die Zuschreibung der Quellen lediglich vorgeschlagen? Sind diese (Schrift)quellen auch schon auf andere Bauten bezogen worden? Wer gründete das Haus, wer wohnte später darin? Wird im Zusammenhang dieser Gründung von weiteren Ereignissen gesprochen? z.B. von der Bekleidung einer Magistratur, einem Triumph? Geschichte dieser Leute (*cognomina* beachten). Woher stammen sie? Zu welcher *ordo* gehört der/die Eigentümer? *Cursus honorum, cursus militare* und Priesterkollegien, denen diese Personen angehörten. (Vom Senat beschlossene) Ehren und Vorrechte dieser Personen. Auf welche seiner Ehrungen/Vorrechte war er (waren sie) besonders stolz? Schutzgottheit(en) der Person/Familie. Besitzen wir Texte, die von ihnen verfaßt wurden? Besitzen wir Selbstzeugnisse von ihnen? (z.B. Autobiographie, selbst verfaßte Grabinschrift, `letzte Worte', Münzeditionen). Kennen wir das Testament(e)? Besitzen wir Bildnisse von ihnen? (Münzen, Skulpturen usw.). Tempel, öffentliche Bauten, Spiele, Spenden, die der Eigentümer oder Mitglieder seiner Familie finanziert haben. Wo haben sie weiteren Besitz? Wo befindet sich die Familiengrablege? Wo sind ihre Sklaven und Freigelassenen bestattet? Sind Freunde, Feinde, Erzieher, Klienten dieser Personen bekannt? Warum wurde das Haus an dieser Stelle erbaut? Wurde es in *privato solo* errichtet? Geschichte des Hauses: Was befand sich hier vorher und nachher? Handelt es sich beim Standort des Anwesens (bzw. den gestalteten Aussichten von dort) um echte/behauptete Schauplätze mythischer/historischer Vorgänge? Nachbarschaft: Bedeutende Persönlichkeiten, Heiligtümer. Wurde das Haus zerstört? Wenn ja: Wann, wie, warum und von wem? Ereignisse, die in diesem Haus

stattfanden, oder die vergeblich für dieses Gebäude geplant worden sind. Beschreibungen des Hauses: Orientierung, Ausblicke. Werden Teile des Hauses erwähnt? (Terminologie). Gibt es einen Garten? Bezeichnung der einzelnen Räume, ihre Funktion. Erschlossene Räume (z.B. Waffenkammern). Ausstattung des Hauses, einzelner Räume (`schlicht', `Luxus', Kunst). Werden Wege durch das Haus beschrieben? Werden Formen der Etikette beschrieben? Werden sakrale Handlungen im Haus beschrieben? Nachantike Besitzer der Parzelle. Sind es Sammler von Antiken? Haben sie Studien/Bauaufnahmen bezüglich antiker Funde/Gebäude dieser Parzelle in Auftrag gegeben? Entdeckungen auf der Parzelle des Hauses, archäologische Funde. Wurden einzelne dieser Funde (bzw. der gesamte Fundkomplex) auch schon auf eine andere Architektur(en) bezogen? Forschungsgeschichte (listenförmig, Kennzeichnung verschiedener Meinungen). Aktueller Forschungsstand. Kommentar zum Ganzen: Zum Haus oder zur Forschungsgeschichte, z.B.: Seit S. B. PLATNER, T. ASHBY (1929, A Topographical Dictionary of Ancient Rome, Oxford) keine neuen Erkenntnisse. Querverweise in den topographischen Lexika. Zusätzliche eigene Querverweise. Probleme, Fragen, Widersprüche (dieses letzte Feld soll als `Zettelkasten' dienen).

II. Eigenschaften Geographischer Informationssysteme (GIS)

Folgende konstituierende Eigenschaften von Geographischen Informationsystemen lassen sie als optimales Instrumentarium für die Erforschung der stadtrömischen Topographie erscheinen. Siehe zum folgenden GREVE, 1996.

1. Das einem GIS zugrunde liegende Datenmodell ist geeignet, räumliche Beziehungen und Konsistenzbedingungen abzubilden. Die sachliche Konsistenz der Datenbasis ist automatisiert abzuprüfen.
2. Es existieren gemeinsame Aggregations-, Selektions- und Transformationsverfahren für sachliche und räumliche Eigenschaften der dargestellten Objekte. Auch bei Veränderungen in der Datenbasis durch Löschung, Teilung oder Verschmelzung von Objekten bleiben die Konsistenzregeln gültig.
3. Im GIS sind räumliche Analyseverfahren verfügbar.
4. Die Informationen aus der Datenbasis und Ergebnisse von Analysen können in Kartenform ausgegeben werden.

Bei der Bezeichnung des GIS[A] als "multimedial", folgen wir einer Definition von BILL, 1996:
Ein Multi-Media-Geo-Informationssystem ist ein rechnergestütztes System, das aus Hardware, Software, Daten und den Anwendungen besteht. Mit ihm können unabhängige raumbezogene Daten mehrerer zeitabhängiger und zeitunabhängiger Medien integriert, digital erfaßt und redigiert, gespeichert und reorganisiert, modelliert und analysiert, sowie alphanumerisch und graphisch präsentiert werden.

III. Erste Anwendungsbeispiele

Die Inhalte der für das GIS[A] FORTVNA geplanten Datenbank (siehe oben) sind sowohl aus den Texten im LEXICON TOPOGRAPHICUM URBIS ROMAE zu den Wohnbauten der Aristokratie entwickelt, als auch aus den Beispielen der ehemals im Untersuchungsgebiet befindlichen Wohnbauten auf dem Mons Oppius (Esquilin) in Rom (siehe Abbildung 3-4). Dort haben ununterbrochen vom 6. Jahrhundert v. Chr. bis zum 5. Jahrhundert n. Chr. Heiligtümer existiert, die, als öffentliche Kulte gegründet, zeitweilig in verschiedene aristokratische Wohnbauten integriert waren. Dabei handelte es sich unter anderem um die `Gärten' des Maecenas, den `Stadtpalast' des Sejan und die Domus Aurea Kaiser Neros. Die antiken Texte nennen diese Heiligtümer und Wohnbauten zusammen mit weiteren topographischen Anhaltspunkten, die, wie die Abbildung 3-4 demonstrieren soll, in der Forschung von verschiedenen Autoren unterschiedlich lokalisiert werden. Diese Abbildung ist mit Methoden der digitalen Bildverarbeitung hergestellt und versucht eine der graphischen Möglichkeiten des GIS[A] FORTVNA vorwegzunehmen. So sollen im GIS[A] FORTVNA durch Anklicken der mit Ziffern gekennzeichneten Architekturen/Objekte mittels `Hot Links' alle Materialien erschlossen werden, die das Informationssystem diesbezüglich bereithält.

Eine weitere Anwendung (siehe Abbildungen 1 und 2) stellt das Gelände des `Esquiline Wing' der Domus Aurea Kaiser Neros auf dem Oppius in den Mittelpunkt. Über ein Luftbild vom 19. Februar 1919 (siehe COMUNE DI ROMA, Abb. 24), auf dem, westlich der Via Mecenate, zwischen den Straßen Via G. Pascoli und Via R. Bonghi, eine unbekannte Architektur (?) sichtbar wird, wurde, um dieses `Muster' exakt zu verorten, eine Katasterzeichnung aus dem Photoarchiv der Stadt Rom im Palazzo Braschi (Inv.Nr. C 2948, ohne Datum, Zwanziger Jahre ?) gelegt, die wir hier freundlicherweise abdrucken dürfen. Sie zeigt, daß das gesuchte Areal zu einer Parzelle gehörte, die in den Zwanziger Jahren (?) überbaut wurde [was sich der Tatsache entnehmen läßt, daß die ehemalige Via Buonarroti und heutige Via A. Poliziano auf dieser Zeichnung Via Leonardo da Vinci heißt]. Falls es sich bei diesem `Muster' um eine antike Architektur handeln sollte, wäre damit die Rekonstruktion des `Esquiline Wing' der Domus Aurea seitens L. Fabbrini (vergleiche Abb. 3-4) in Frage gestellt, wie unsere Integration zeigt (siehe Abbildung 2), auf der sich das erwähnte `Muster' und der ergänzte Teil des `Esquiline Wing' der Domus Aurea überschneiden.

Literatur

BILL, R. (1996): Grundlagen der Geo-Informationssysteme. Band 2: Analysen, Anwendungen und neue Entwicklungen. Heidelberg.

COMUNE DI ROMA (1991): Atlante di Roma. La forma del centro storico in scala 1:1000 nel fotopiano e nella carta numerica. Venezia. Seconda edizione.

FRUTAZ, A.P. (1962): Le Piante di Roma I-III. Roma.

GREVE, K. (1996): Geo-Informationssystem oder Geographisches Informationssystem? Die Bedeutung von GIS für die Geographie oder „Was bedeuted das G in GIS?". In: Karlsruher Geoinformatik Report 1/96, 10. Jahrgang, Heft 18, (Sonderheft zur Variasitzung des Arbeitskreises GIS, 50. Deutscher Geographentag) S. 18-21.

HÄUBER, C. (1990): Zur Topographie der Horti Maecenatis und der Horti Lamiani auf dem Esquilin in Rom. In: Kölner Jahrbuch für Vor- und Frühgeschichte 23. Köln. S. 11-107; dies. (im Druck): `Art as a Weapon'. Von Scipio Africanus maior bis Lucullus. Domus, Horti und Heiligtümer auf dem Esquilin. Rom. In: E. TALAMO (ed.): Horti romani, Ideologia e autorappresentazione, 6. Suppl. BullCom; dies., (im Druck): ... et in lucos silentia ipsa adoramus (Pliny, *HN* 12.3). The horti Romani: Amidst forest, sacred grove and arbor, In: Jashemski, W.F. (ed.), Gardens of the Roman Empire I.

HÄUBER, C., SCHÜTZ, F. X. (1997): FORTVNA. Ein multimediales Geographisch-Archäologisches Informationssystem GIS[A] am Beispiel der Adelspaläste im antiken Rom. In: Angewandte Geographische Informationsverarbeitung IX. Beiträge zum GIS-Symposium 2.-4. Juli 1997, hrsg.v. F. Dollinger u. J. Strobl, Salzburg. Salzburger Geographische Materialien Heft 26, S. 263-268.

STEINBY, E.M. (ed.) (1993, 1995, 1996): Lexicon Topographicum Urbis Romae I-III. Roma.

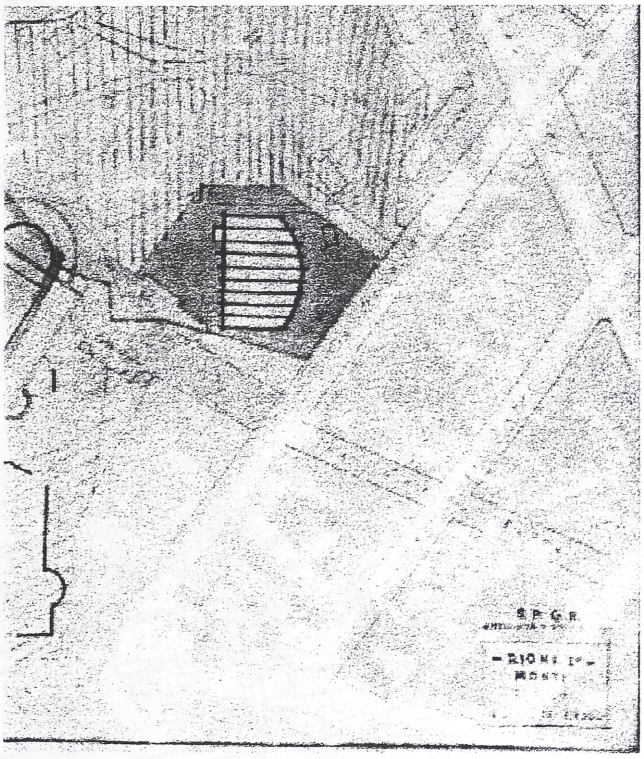


Abbildung 1. Eine unbekannte Architektur (?) innerhalb des Geländes der Domus Aurea auf dem Mons Oppius, westlich der Via Mecenate, zwischen den Straßen Via G. Pascoli und Via R. Bonghi. Integration unter Verwendung eines Luftbildes vom 19.2.1919 und einer Katasterzeichnung im Photoarchiv der Stadt Rom im Palazzo Braschi.

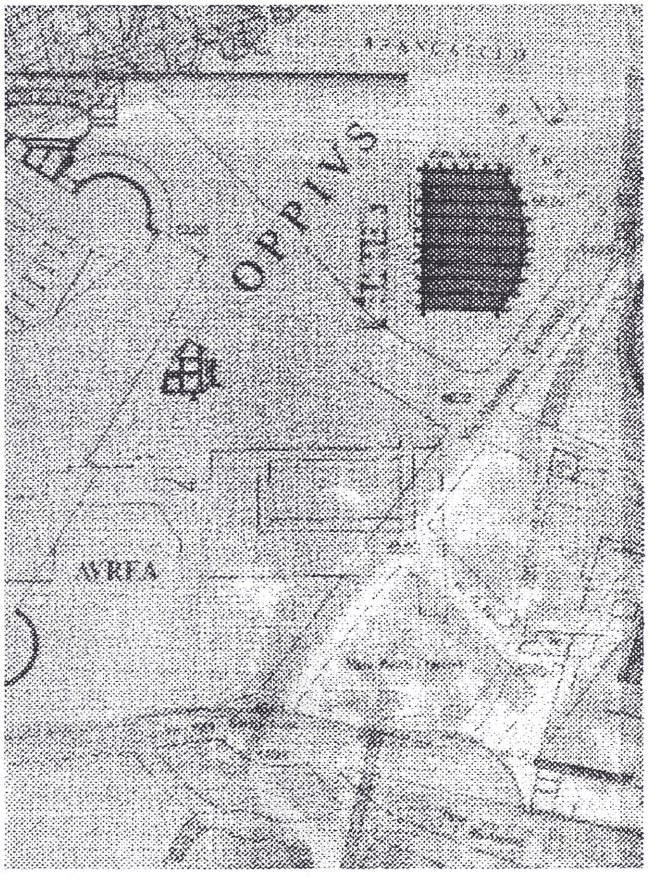


Abbildung 2. Dieselbe Architektur (?) wie auf Abbildung 1. Integration der auf Abbildung 3-4 sichtbaren Karte mit dem Luftbild vom 19.2.1919.

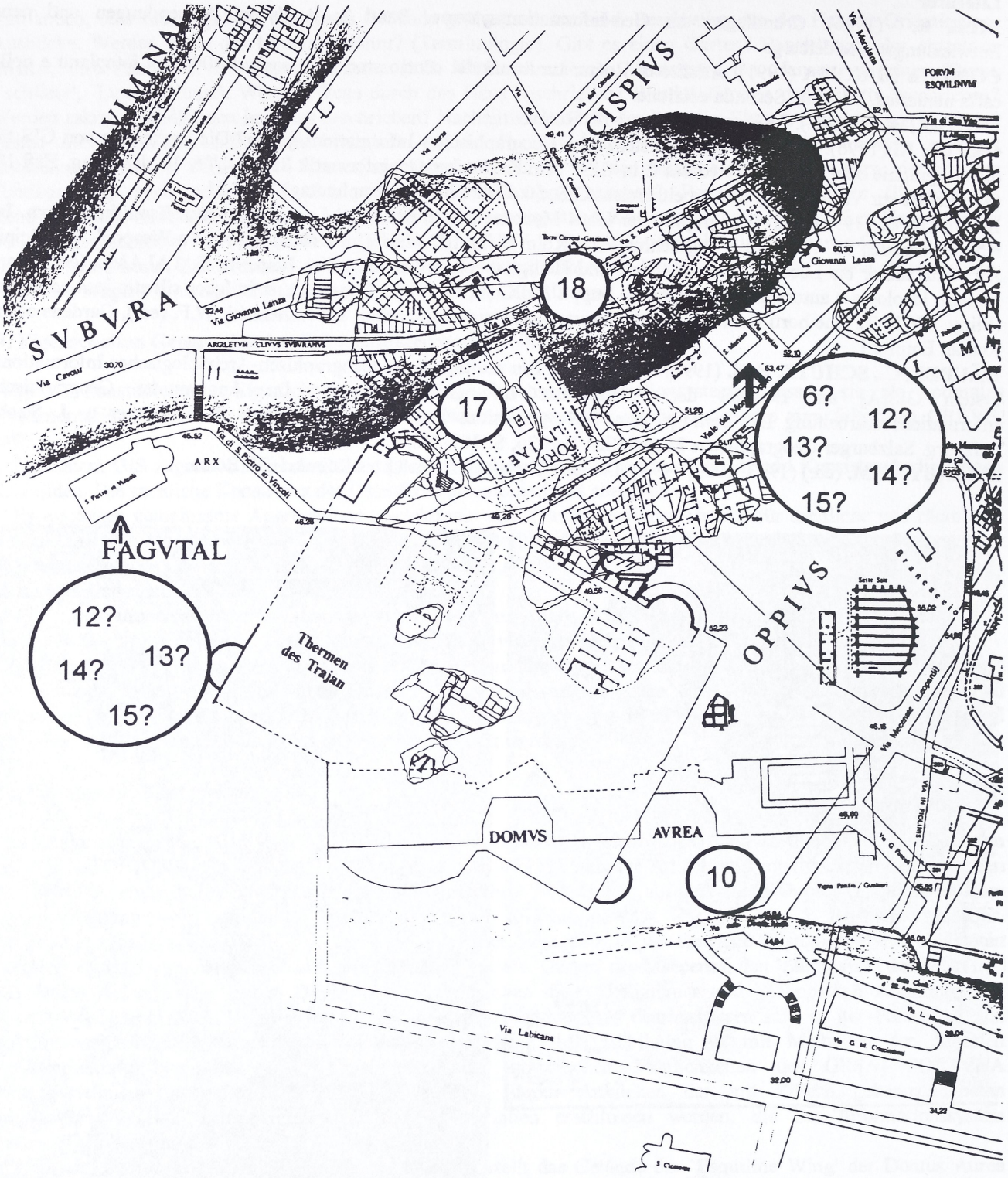
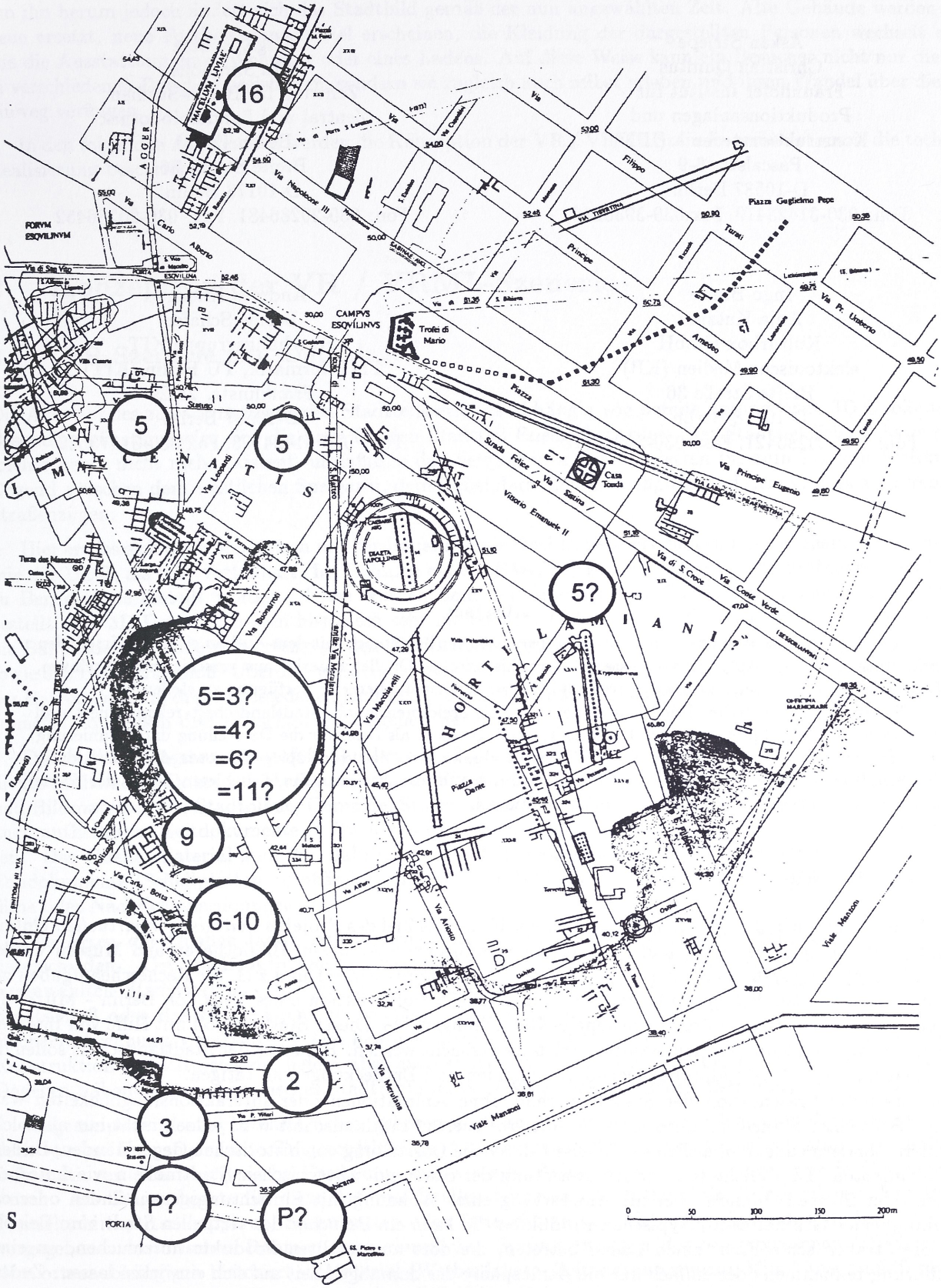


Abbildung 3-4. Aus: LEXICON TOPOGRAPHICUM URBIS ROMAE III, Abbildung 42 (verändert), nach Kölner Jahrbuch 23, 1990. Copyright: Römisch-Germanisches Museum Köln. C. Häuber, Kartographie: H. Stöcker. Der Esquilin mit dem Mons Oppius in Rom. Das aktuelle Kataster, in das Fragmente des severischen Marmorplans und antike Architekturen integriert sind. 1. Die Porticus mit Piscina: Die öffentliche Gartenanlage *Porticus Liviae* des Augustus (Regio III). 2. Das Heiligtum *Isis et Serapis* der Regio III. 3. Der heilige Hain der Nymphen *Querquetulanae virae*. 4. Der Heilige Hain der *Lares Querquetulanae* auf dem Esquilin. 5. Die `Gärten' des Maecenas. 6. Der Heilige Hain des *Mons Oppius*. 7. Der Tempel der `*Minerva Medica*'. 8. Der Tempel der *Fortuna Virgo*. 9. Der `Palast' der Familie der *Seii*. 10. Die Domus Aurea Kaiser Neros. 11. Der Heilige Hain *lucus Esquilinus*. 12. Der Heilige Hain des *Iuppiter Fagutalis*. 13. Die Kapelle 1. *sacrarium* der *Argei* auf dem Esquilin. 14. Der `Palast' des Königs Tarquinius Superbus. 15. Der `Palast' des Königs Servius Tullius. 16. Der Heilige Hain der *Libitina*. 17. Die "*Porticus Liviae*" des severischen Marmorplans: Der Markt *Macellum Liviae*, erbaut von Kaiser Tiberius (Regio V). 18. Der Brunnen *Lacus Orphei* (Regio V). P. Das Stadttor *Porta Querquetulana*.


16
5
5
5?
5=3?
=4?
=6?
=11?
9
6-10
1
2
3
P?
P?
CAMPVS ESQVILINVS
FORVM ESQVILINVM
Trofei di Mario
Piazza Guglielmo Pepe
Via Principe Eugenio
Via Cavour
Via Merulana
Viale Manzoni
Via Labicana
Via di S. Croce
Via Carlo Alberto
Via Napoleone III
Via Giovanni Lanza
Via Urbana
Via Viminale
Via Agostino Depretis
Via Nazionale
Via Quattro Novembre
Via Torino
Via Cavour
Via Principe Amedeo
Via Pietro Micca
Via Gioberti
Via Boncompagni
Via Lucullo
Via Sistina
Via Marche
Via Piemonte
Via Veneto
Via Ludovisi
Via Bissolati
Via Mercadante
Via Flavia
Via Salaria
Via Piave
Via Volturno
Via Palermo
Via Goito
Via Solferino
Via Milazzo
Via Castelfidardo
Via Turati
Via Filippo
Via Principe
Via Amedeo
Via Pietro Ulderico
Via Costa Verde
Via Tiburtina
Via Labicana
Via Merulana
Via Manzoni
Via Ariosto
Via Tasso
Via Fillungo
Via Mamiani
Via Cavour
Via Nazionale
Via Quattro Novembre
Via Torino

Zeitreisen in virtuellen Online-Landschaften

Askan Striepe
Christian Quintus
Fraunhofer Institut für
Produktionsanlagen und
Konstruktionstechnik (IPK)
Pascalstr. 8-9
D-10587 Berlin
Fon: 030-31425419, Fax:030-3930246

Birgit Böhme
Uta Simmons
Zentrum für Berlin-Studien
Zentral und Landesbibliothek
Berlin (ZBS)
Breite Straße 36
D-10178 Berlin
Fon: 030-20286481, Fax: 030-20286452

Ingo Braun
Anja Kutzner
Kulturbox GmbH
elektonische Medien (KB)
Breite Straße 36
D-10178 Berlin
Fon: 030-20286421, Fax: 030-20286420

Andreas Knoche
Leonie Schäfer
Forschungsgruppe KIT
FB Informatik, TU Berlin (KIT)
Franklinstr. 28-29
D-10587 Berlin
Fon: 030-31424108, Fax:030-31473622

Abstract

Das Projekt *Zeitreisen in virtuellen Online Landschaften* befaßt sich mit dem Aufbau eines multimedialen Informationssytems. Aufgabe des Systems ist es, historisches Quellenmaterial aus verschiedenen Archiven, Bibliotheken und Museen zu präsentieren und für Rechercheaufgaben zur Verfügung zu stellen.

Ein Stadtteil von Berlin, Friedrichswerder, wird als dreidimensionale Stadtlandschaft rekonstruiert und zu verschiedenen Zeiten dargestellt. Internet-Technologie dient als Basis für die Darstellung und Animierung der Stadtlandschaft. Die Szenerie soll den Geist der gewählten Zeit widerspiegeln, sowie die Entwicklung des Stadtbildes von Anfang des 19.Jahrhunderts bis heute visualisieren. Zugleich bieten die in der Szene integrierten Quellen Zugang zu weiteren Informationen.

1 Einleitung

Der Aufbau eines multimedialen Informationssystems bildet das Ziel des Projekts *Zeitreisen in virtuellen Online-Landschaften*[1]. Historische Daten und Objekte aus verschiedenen Archiven, Bibliotheken und Museen werden in einem Informationssystem auf einer gemeinsamen Plattform präsentiert und z.B. für Rechercheaufgaben zur Verfügung gestellt. Zur Präsentation der Daten dient die Rekonstruktion eines Teils von Berlin - Mitte, des Stadtteils Friedrichswerder, in dreidimensionaler Darstellungsweise. Dieser Stadtteil soll mit Hilfe von Internet-Technologie dargestellt und für den Besucher erlebbar gemacht werden. Besucher der Stadtlandschaft sollen die Möglichkeit haben, selbstständig die Gegend zu erkunden und Entdeckungen zu tätigen.

Eine statische Präsentation der Stadtlandschaft ohne Animationen oder Interaktionsmöglichkeiten wäre für einen Betrachter schnell uninteressant. Die hier realisierte Stadtlandschaft wird jedoch nicht nur als solche präsentiert, sondern zudem inhaltlich angereichert durch die Darstellung von historischen Gegenständen, Bildern und Dokumenten. Dies reicht von der Ausgestaltung der Stadt mit zeittypischen Stadtmöbeln wie Laternen, Brunnen oder Straßenschildern über die Ausstattung einer Wohnung mit Einrichtungsgegenständen oder der Darstellung eines Geschäftes mit typischen Produkten. So kann ein Besucher der virtuellen Stadt zum Beispiel durch die Straßen schlendern, einen Laden betreten, die dort ausgestellten Produkte untersuchen, an einer Stadtführung teilnehmen oder einfach nur die Atmosphäre der damaligen Zeit auf sich einwirken lassen. Zudem hat er die Möglichkeit, über die ausgestellten Gegenstände weitere Informationen abzufragen oder zu bestimmten Themengebieten weitergehende Recherchen zu betreiben.

[1]Das Projekt wir vom DFN e.V. mit Mitteln der DeTeBerkom gefördert.

Hat der Besucher der Stadt nun die zunächst angewählte Zeit genügend erforscht, besteht mit Hilfe eines Zeitreglers die Möglichkeit, in eine andere Zeit zu wechseln. Er verbleibt an einem geographisch festen Ort, um ihn herum jedoch ändert sich das Stadtbild gemäß der nun angewählten Zeit. Alte Gebäude werden durch neue ersetzt, neue Fortbewegungsmittel erscheinen, die Kleidung der dargestellten Personen wechselt ebenso wie die Ausstattung einer Wohnung oder eines Ladens. Auf diese Weise kann ein Besucher nicht nur die Stadt in verschiedenen Epochen besichtigen, sondern sie zugleich auch selbst erleben und ihren Wandel über die Jahre hinweg verfolgen.

In den folgenden Abschnitten werden die Konzeption der VR / VRML-Szenerie erläutert sowie die technische Realisierung beschrieben.

2 Konzeption der VR / VRML-Szenerie

2.1 VR-Szenerie und Datenlage

Die Auswahl des zu rekonstruierenden Stadtteils erfolgte abhängig von bereits vorhandenen 3D Gebäudedaten. Besonders günstig erwies sich die Lage für den Stadtteil Friedrichswerder. Der Stadtteil Friedrichswerder, als solcher heute nicht mehr existent, umfaßte in den vergangenen Jahrhunderten bis zum Zweiten Weltkrieg die Gegend zwischen dem westlichen Spreearm, dem Bebelplatz, dem Schloßplatz und den an diesen angrenzenden Straßenzügen.

Hier erwies sich die Kooperation mit der Bauakademie GmbH, hervorgegangen aus der ehemaligen Bauakademie der DDR, als sehr vorteilhaft. Im Rahmen eines ABM-Projektes sind hier bereits umfangreiche 3D-Daten zu Berlin-Mitte erstellt worden. Diese wurden dem Zeitreisen-Projekt für Forschungszwecke zur Verfügung gestellt. Die 3D-Daten enthalten historisch sehr interessante Gebäude, wie die Friedrichwerdersche Kirche und die Bauakademie, beide entworfen von dem Berliner Architekten Karl-Friedrich Schinkel, die ehemalige Münze sowie das Berliner Schloß. Überdies wurden bereits mehrere Versionen des Stadtteilmodells Friedrichswerder von der Bauakademie in drei verschiedenen Epochen (1850, 1928 und 1996) erstellt, so daß wir für die Quellenauswahl zunächst von diesen drei Zeitschnitten ausgehen werden.

Die zeitliche Eingrenzung umfaßt Quellen des 19./20. Jahrhunderts, da nur für diesen Zeitraum hinreichend dichte Multimedia-Daten zur Verfügung stehen. Für das 19. Jahrhundert handelt es sich vorwiegend um Text- und Bildmaterial, wie Stadtpläne, Gemälde, Stiche, Fotos, Plakate, Postkarten, Zeitungen, Literaturzitate aber auch authentische Zeitdokumente in Form von dreidimensionalen Architekturdenkmälern und Museumsobjekten. Das Quellenmaterial zum 20. Jahrhundert enthält neben den genannten Medien außerdem historische Tondokumente (Schallplatten, Tonbänder) und bewegte Bilddokumente (Kinofilme, Wochenschauen, Fernsehfilme oder Nachrichtensendungen).

Die Arten der Quellen lassen sich zwischen ortsabhängigen und allgemeinen zeitgeschichtlichen Quellen unterscheiden. Ortsabhängigen Quellen beziehen sich auf Gebäude, Objekte und Ereignisse innerhalb des ausgewählten Stadtviertels. Hier wären die Schinkelsche Bauakademie, die Friedrichwerdersche Kirche, das Stadtschloß oder das Ribbeckhaus zu nennen. Auch Ereignisse, die vor Ort stattgefunden haben, wie die Bücherverbrennung von 1933 auf dem heutigen Bebelplatz, fallen in diese Kategorie. Sie dienen teilweise der Konstruktion der VR-Szenerie, liefern aber auch zusätzliche Informationen über das ausgewählte Stadtviertel. Dagegen haben Bäume, historisches Stadtmobiliar oder Verkehrsmittel einen eher illustrativen Charakter.

Allgemeine zeitgeschichtliche Quellen gehören nicht zu den konstruktiven Elementen der VR-Szenerie, sondern werden über sogenannte Trägerobjekte den Nutzern zugänglich gemacht. Sie enthalten ortsunabhängige Informationen über zeittypische Erscheinungen, wie z.B. Reklameschilder, die nicht nur in Berlin zu sehen waren. Als Trägerobjekte für diese Art von Quellen kommen z.B. Litfaßsäule, Zeitungskiosk, Kinoleinwand, Fernsehschirm, Radioapparat, Schaufenster oder Innenräume von virtuellen Gebäuden in Betracht, die im vorgegebenen historischen Rahmen einen räumlichen Sprung zwischen der ortsgebundenen VR-Szenerie und dem ortsunabhängigen historischen Material (Werbeplakate, Zeitungsausschnitte, Kinofilme, Rundfunksendungen, Schaufensterauslagen, Gegenstände des alltäglichen Gebrauchs etc.) ermöglichen.

Darüber hinaus gibt es aber auch Objekte, die eine Doppelfunktion haben, d.h. einerseits zu den ortsgebundenen historischen Quellen gehören und gleichzeitig als Trägerobjekt für die allgemeinen zeitgeschichtlichen Quellen fungieren, beispielsweise die erste Litfaßsäule in der Adlerstraße von 1855.

3 Technische Realisierung

3.1 Konstruktion der Szene

Die VR-Szenerie des Berliner Stadtviertels Friedrichswerder wird als realitätsnahe VRML2.0-Abbildung konstruiert. VRML, die Abkürzung für Virtual Reality Modelling Language, ist eine Beschreibungssprache für dreidimensionale Gegenstände, Räume und interaktive Umgebungen und inzwischen als Standard im WWW anerkannt.

Als einzelne Elemente der VR-Szenerie können unter anderem beliebige Objekte, Lichtquellen, Kamerapositionen generiert werden, durch die in ihrer Gesamtheit eine atmosphärische, virtuelle Welt entsteht. Die zentrale VR-Szenerie zur Erkundung historischer Landschaften soll dem Benutzer außerdem die Möglichkeit geben, gezielt auf einzelne multimediale Informationen zuzugreifen. Dies können in der VR-Landschaft eingebettete Multimedia-Komponenten oder zusätzliche Player[2] für Texte, Bilder, Audio- und Videosequenzen sowie dreidimensionale Objekte sein.

Neben der technischen Realisierung einer realitätsnahen, virtuellen Stadtlandschaft hängt die Attraktivität der Szenerie auch davon ab, inwieweit die Informationsstruktur intuitiv zu erfassen ist. Hilfreich ist dabei die Ausnutzung räumlicher Wahrnehmungsmuster zur Strukturierung von Informationen und eine pädagogisch durchdachte Wahl von Medien und räumlichen Metaphern. Da eine dreidimensionale Szenerie meist hohe Speicherkapazitäten voraussetzt, die nicht immer gegeben sind, soll sie möglichst variabel gehalten werden, so daß eine Anpassung der Szenerie durch den Benutzer möglich ist und beispielsweise einzelne Teile oder multimediale Komponenten ausgeblendet werden können.

3.2 Interaktionskomponenten

Mit dem Begriff Navigation ist die Fähigkeiten zur Fortbewegung innerhalb der dreidimensionalen Szenerie gemeint. Sie sollen von den Bewegungsabläufen einer realen Begehung abgeleitet und in Echtzeit möglich sein, so daß das scheinbare Wandern durch die Straßenzüge der Stadtlandschaft flüssig und ohne sichtbare Verzögerungen erfahren wird. Der Benutzer kann dabei unabhängig von seiner Position sogenannte Interaktionsmethoden zur Steuerung des Blickfeldes, der Blickrichtung und des Blickwinkels nutzen. Auch soll die Möglichkeit bestehen, bestimmte Gebäude der Szenerie zu begehen, so daß neben den genannten Navigationsmethoden Kollisionsüberprüfungen realisiert werden und somit ein unnatürliches Durchdringen von Wänden ausgeschlossen wird. Neben der örtlichen Navigation besteht für den Benutzer auch die Möglichkeit Zeitsprünge zu machen. Durch die Bedienung eines Zeitreisereglers verändert sich einerseits die VR-Szenerie entsprechend der baulichen Gegebenheiten zu einer bestimmten Zeit, zum anderen werden zeittypische Objekte an die Szenerie angepaßt.

3.3 Kommunikationsstruktur

Für die Navigation durch eine virtuelle Berliner Stadtlandschaft mittels herkömmlicher WWW-Technologie sind hohe Anforderungen an die einzusetzende Hardware und die zugrundegelegte Netz-Infrastruktur, also die Vernetzung der einzelnen Projektpartner, zu erwarten. Das Format der VR-Szenerie ist VRML2.0, momentan Standardtechnologie für die Darstellung von dreidimensionalen Objekten auf dem Internet. Der Zugriff auf die einzelnen VRML-Objekte sollte auf einem spezifischen HTTP-Server, der die gesamte VR-Szenerie verwaltet, beschränkt werden. Diese Einschränkung erscheint sinnvoll, da die Konsistenz und Eindeutigkeit der Stadtlandschaft nur auf diese Weise zufriedenstellend sichergestellt werden kann. Zusätzliche Objekte, die die Szene beleben, aber selbst nicht Bestandteil der grundlegenden Struktur sind, könnten auch von anderen HTTP-Servern geladen werden.

3.4 Interface für Zeitreisende

Abbildung 1 zeigt einen ersten Entwurf eines Interfaces, der auf gegenwärtiger Standard-Browser-Technologie basiert[3]. Die wesentlichen Interface-Komponenten bilden:

- ein VRML2-Viewer zur Darstellung der aktuellen dreidimensionalen VR-Szenerie mit örtlichen Navigationshilfen,

[2] Programme zum Abspielen von Multimedia-Daten.

[3] Bei dem dargestellten Gebäude handelt es sich um die Bauakademie, von einem Spreearm aus gesehen. Die Bauakademie wurde im Zweiten Weltkrieg beschädigt und trotz umfangreicher Restaurierungsarbeiten im Jahre 1962 im Zusammenhang mit dem Bau des DDR-Außenministeriums abgerissen.

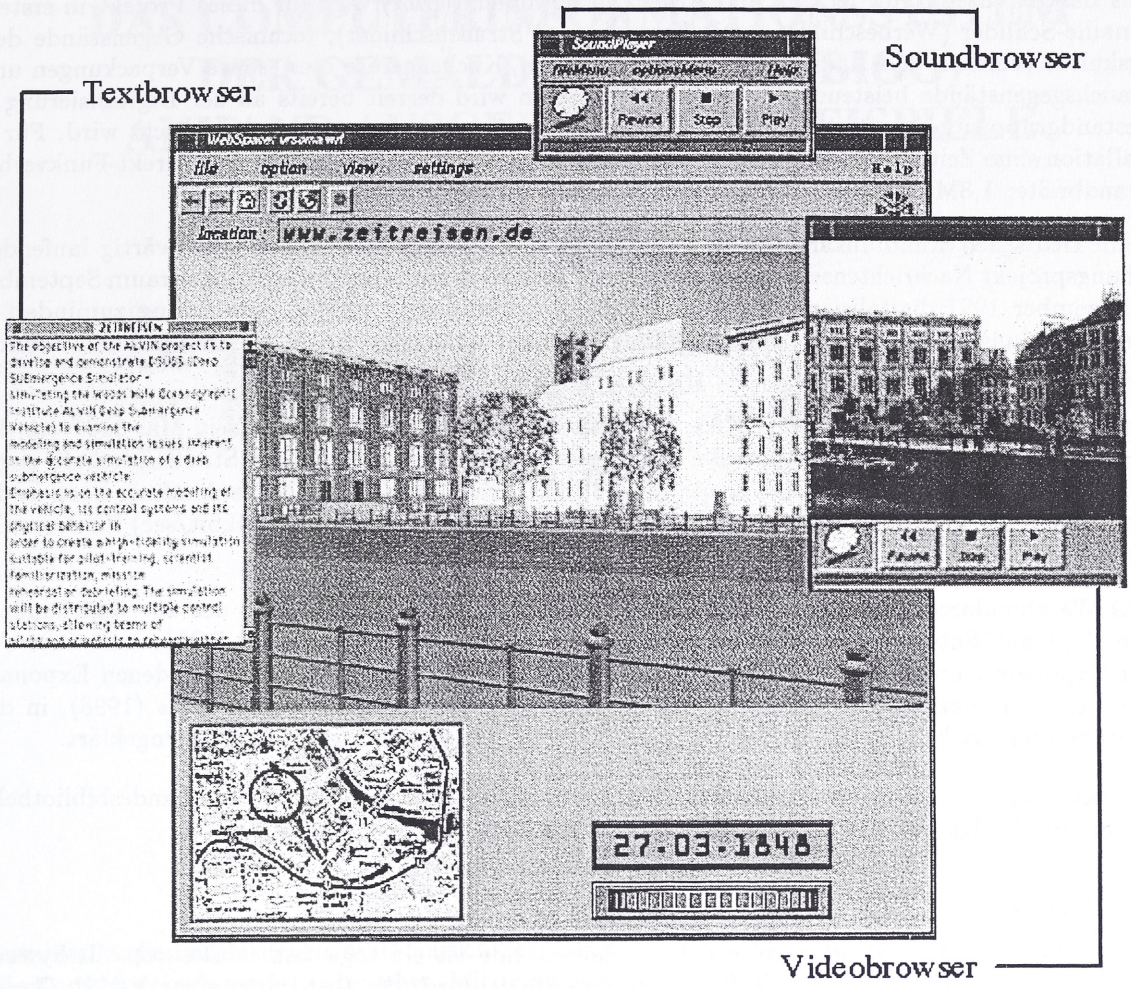


Figure 1: Das Zeitreisen-Interface

- ein Zeitregler und eine Zeitanzeige mit kontinuierlichem Verlauf,
- und ein interaktiver 2D-Stadtplan, der zur Übersicht und als Navigationshilfe dient.

Zusätzlich sind in dem Entwurf drei verschiedene Typen von Fokusfenstern zur Darstellung von Multimedia-Informationen vorgesehen:

- ein Textbrowser, z.B. für Zeitungstexte,
- ein Soundbrowser, z.B. für Hörfunksendungen,
- ein Videobrowser, z.B. für Filmdokumente

Die angebotenen Browserkomponenten ermöglichen dem Benutzer eine zeit- und ortsabhängige Navigation. Durch den Zeitregler, hier realisiert als einfaches *Thumb-Wheel*, läßt sich die Zeit kontinuierlich vor- und zurückdrehen. Alternativ hierzu kann der Benutzer über ein Texteingabefeld den Zeitpunkt exakt auswählen. Um den Standort zu wählen oder zu verändern, kann der Benutzer die vordefinierten VRML *Viewer-Navigations-Features* des Browsers oder das Stadtplan *Click-And-Point-Feature* verwenden. Letzteres ermöglicht allerdings nur eine grobe örtliche Navigation.

3.5 Projektpartner

Grundlage für die im Projekt zu entwerfende virtuelle Stadtlandschaft sind digital aufbereitete historische Quellen, die uns aus den Beständen der assoziierten Projektpartner zur Verfügung gestellt und wenn erforderlich durch Material von anderen Archiven, Bibliotheken und Museen ergänzt werden. Außerdem soll die Stadtlandschaft auf sog. "Zeitreisen-Terminals" bei den unten genannten Projektpartnern einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden.

- Das Landesmuseum für Technik und Arbeit in Mannheim (LTA) wird für dieses Projekt in erster Linie Emaille-Schilder (Werbeschilder sowie Hinweis- und Straßenschilder), technische Gegenstände der Alltagskultur (Fernseh und Radioapparate, auch Lampen, Küchengeräte etc.) sowie Verpackungen und Verbrauchsgegenstände beisteueren. An diesem Museum wird derzeit bereits an der Digitalisierung einiger Bestandgruppen gearbeitet, so daß die Integration der Exponate wesentlich vereinfacht wird. Für die Installation eines Zeitreisen-Terminals ist die erforderliche Netzanbindung durch eine Direkt-Funkverbindung (Bandbreite: 1,8Mbit/sec) zur Universität Mannheim) bereits vorhanden.

- Beim Deutschen Rundfunkarchiv (DRA), Standort Berlin, werden in einem gegenwärtig laufenden Forschungsprojekt Nachrichtensendungen des ehemaligen DDR-Fernsehens aus dem Zeitraum September 1952 – Dezember 1991 digitalisiert. Für die virtuelle Stadtlandschaft ist die Verwendung zumindest einiger dieser Sendungen geplant. Die Installation der Netzanbindung für die Zeitreisen-Terminals befindet sich derzeit noch in der Planung.

- Das Deutsche Rundfunkarchiv (DRA), Standort Frankfurt am Main, baut seit Mai 1997 ein digitales Archiv für historische Tondokumente auf, die zum Teil in der virtuellen Stadtlandschaft zugänglich gemacht werden sollen. Auch bei dieser Institution ist die erforderliche Netzanbindung noch in der Planungphase, die Verwendung eines Standard-ISDN-Anschlusses (Bandbreite 64kbit/sec) für dieses Projekt erscheint aber bereits sichergestellt.

- Das Werkbundarchiv besitzt eine Sammlung an Objekten der Alltagskultur des 20. Jahrhunderts, die zum Teil auf Entwürfe von Werkbund-Mitgliedern zurückgehen. Zwei CD-ROMs mit einer Auswahl der Exponate wurden bereits herausgegeben. Weitere Digitalisierungen der vorhandenen Exponate auch für dieses Projekt werden zur Zeit geplant. Durch den Umbau des Gropius-Baus (1998), in dem das Werkbundarchiv beheimatet ist, ist die Installation der Zeitreisen-Terminals noch ungeklärt.

Weitere Text- und Bilddokumente werden vor allem aus den Beständen der Zentral- und Landesbibliothek Berlin entnommen und im Rahmen dieses Projektes digitalisiert.

3.6 Ausblick

Das in dem Pilotprojekt realisierte Interface für Zeitreisende ist ein sogenanntes Desktop-VR-System. Die Navigation des Benutzers durch den virtuellen Raum erfolgt durch die Bedienung eines VRML-Dashboards, eine Art virtuelles Cockpit, ausgestattet mit dreidimensionalen Navigationsinstrumenten. Die visuelle Ausgabe der VR-Szenerie ist bislang auf die zweidimensionale Repräsentation herkömmlicher Displays beschränkt.

Wünschenswert für eine intuitivere räumliche Wahrnehmung wäre eine dreidimensionale Ausgabe. Eine weitere Ausbaustufe des Systems wäre daher die Integration dreidimensionale Ein- und Ausgabegeräte. Beispielsweise könnten zur dreidimensionalen Ausgabe 3D-Stereo-Brillen, sogenannte Shutter-Glasses, eingesetzt werden. Sie simulieren auf Betrachterseite ein dreidimensionales Sehempfinden. Die Arbeitsumgebung bleibt hierbei immer im Sichtfeld, der Betrachter behält seinen Bezug zur Realität und taucht nicht völlig in die virtuelle Welt ein.

Als Interaktionsgeräte können analog dazu eine 3D-Spacemaus oder ein 3D-Trackingsystem in das System eingebunden werden. Diese sogenannten VR-Devices können im Gegensatz zu der konventionellen 2D-Maus frei im Raum bewegt werden, so daß die Motorik des Benutzers dem tatsächlichen Agieren im virtuellen Raum entspricht.

Ein inhaltliches Ziel besteht darin, den Zeitstrahl zu komplettieren. D.h. nicht nur drei Zeitabschnitte darzustellen, sondern die Möglichkeit einer lückenlose Reise durch die Zeit zu realisieren. Ebenfalls wünschenswert wäre, neben der weiteren Ausgestaltung der Landschaft mit digitalisierten Exponaten, die Aufnahme zusätzlicher Themenschwerpunkte in die virtuelle Ausstellungslandschaft. Denkbar wäre z.B. die Anbindung der Stadtlandschaft an ähnliche bereits existierende Präsentationen im WWW.

V12

DAS COMPUTERINFORMATIONSSYSTEM DER GEMÄLDEGALERIE (BIGG) ANHAND AUSGEWÄHLTER BEISPIELE

Prof. Dr. Arthur Engelbert
Martin Mißfeldt

mib GmbH
Chausseestr. 123
10115 Berlin
Tel.: 030-2826650, Fax: 030-2826183
e-mail: mib@contrib.de
internet: http://www.is.in-berlin.de/~mib/

Das Team des Medieninstituts/mib GmbH hat sich ganz allgemein zur Aufgabe gestellt, kulturelle Inhalte und technologische Kompetenz aufeinander zu beziehen. Mit dieser über Jahre hinweg praktisch und theoretisch erfüllten Zielsetzung hat sich eine unternehmerische, prozeßorientierte Betriebsform herausgebildet. Zuerst war es die kommunikative, dann die unternehmerische Phase, an die sich eine dritte anschließt, die das kritsche Potential einsetzt. Getragen wird diese Betriebsform von einer teamübergreifenden Zweckgemeinschaft. Ergebnisse dieser Zusammenarbeit sind Multimedia-Anwendungen, die einfach zu bedienen und inhaltlich strukturiert sind. Die Produktionen vermitteln aber nur einen Ausschnitt der Fähigkeiten und Interessen der in dieser Zweckgemeinschaft Verbundenen.
Zur Zeit entstehen zunehmend freie künstlerische Arbeiten.

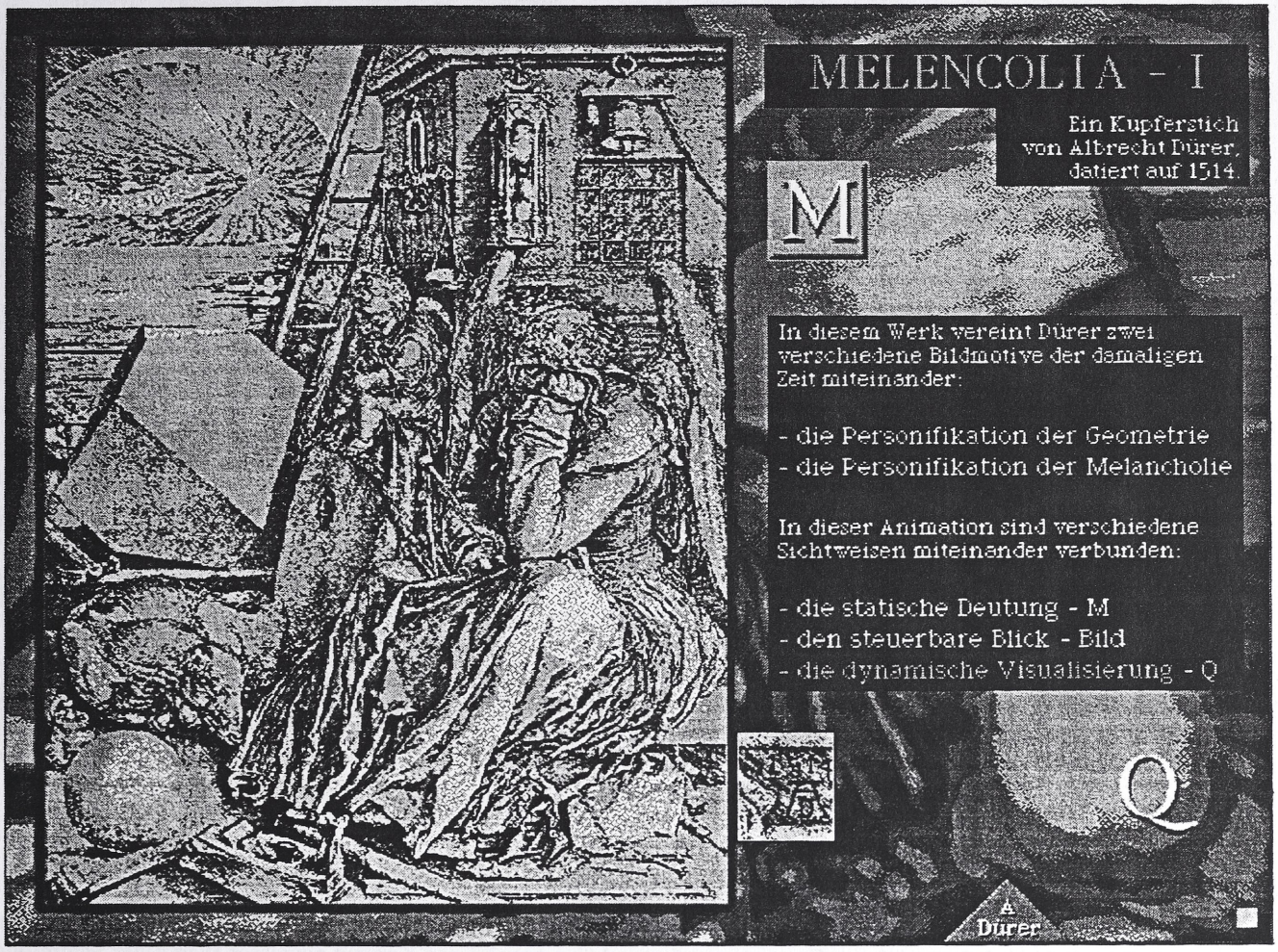
In der Ausstellung stellt die mib anhand von drei Beispielen ihre Arbeitsweise vor.

1. „Schneller Sehen"
Eine Animation über Mark Tanseys Ölbild „The Innocent Eye Test" (1981)
Konzept und Realisation: Martin Mißfeldt 1994



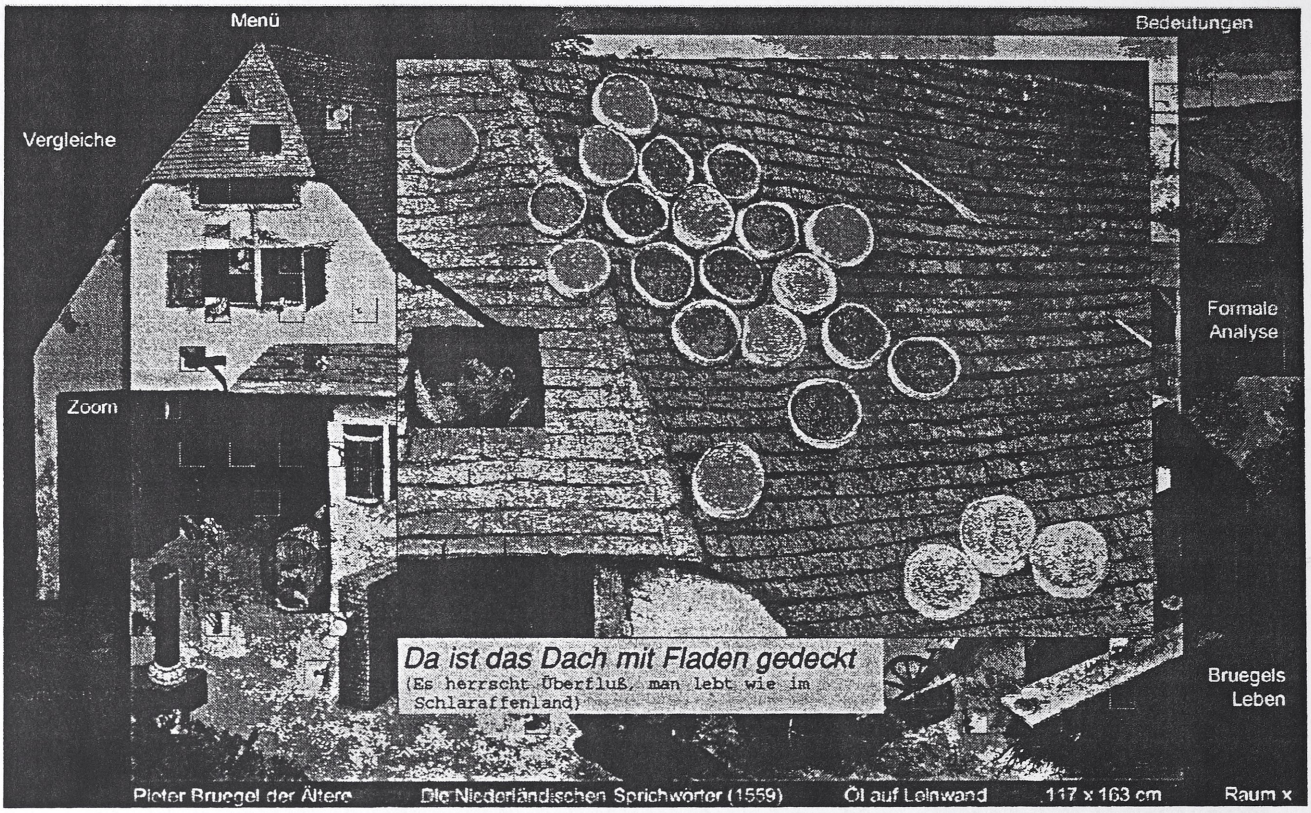
Tansey's Bild kritisiert auf humoristische Weise das kunsttheoretische Dogma der 50er und 60er Jahre, nach dem das Sehen unschuldig sei und das Auge mehr sieht als das, was zu sehen ist. Er beschreibt in seinem Bild einen scheinbar historisch realen, wichtigen Versuch, bei dem, in einem Museum, vor einer Kuh das überaus realistische Gemälde „Der junge Bulle" (1647) von Paulus Potter enthüllt wird. Die anwesenden Kunsttheoretiker, Wissenschaftler und Ärzte warten nun gespannt auf Reaktionen der Kuh...
Die Animation über dieses Werk problematisiert dieses Thema mit den Mitteln des Mediums Computer. Inwieweit läßt sich Tanseys These vom erkennenden, wissenden, weitersehenden Auge vor einer nicht statischen und unvorhersehbaren Arbeit aufrechterhalten? Das „steuerbare Chaos" der Animation, bestehend aus nicht berechenbarer Information, kann nicht gelesen, sondern nur gesehen werden.

2. Melencolia I von Dürer
Konzept und Realisation: Martin Mißfeldt 1996



Die Grundfrage in diesem bekannten Blatt ist bis heute akuell: Wie begründet der Künstler seine Arbeit? Gegenüber sich selbst? Gegenüber der Gesellschaft? Gegenüber der (künstlerischen) Tradition? Gegenüber den Anforderungen, die die Gegenwart oder gar die Zukunft stellt?
Neben den interpretatorischen Gesichtspunkten und der Rezeptionsgeschichte von Melancolia I ist es die künstlerische Selbstbefragung, die beispielhaft auf das Bild vom Künstler bis in unsere Zeit wirkt und die auch den Ausschlag für die Auseinandersetzung mit diesem Kupferstich von Dürer gab. Vereinfacht gesagt ist das künstlerische Vertrauen auf Wissen keine ungebrochene Macht mehr, denn man kann an Wissen weder glauben noch zweifeln. Melancolia I erscheint uns zwar rätselhaft, aber sie grübelt nicht. Ins Grübeln kommt heute eher der Künstler, der nach seiner Rolle fragt, die technischen und technologischen Möglichkeiten dabei ins Auge faßt und sich bei aller Bejahung zurückhält. Er hält Abstand von dem Versprechen, daß er einlösen könnte, würde er auf Versprechen, die auch immer sich selbst verratende Versprecher sind, hören. Der sich heute selbst befragende Künstler übt Distanz in der Beherrschung der Technik, die er anwendet, im Know How der Programme, die er benutzt und in den Anleitungen der Tradition, die er vorfindet. Kurz: Man muß sich Melancholia II humorvoller denken.

3. Das Computerinformationssystem der Gemäldegalerie BIGG
Eine interaktive Besucherinformation zum Sammlungsschwerpunkt Altniederländische Malerei
Konzept und Realisation: mib GmbH 1997



Screenshot aus der Werkanalyse zu Pieter Brueghels Bild „Die niederländischen Sprichwörter" von 1559.

Im neuen Domizil der Berliner Gemäldegalerie Alter Meister (Eröffnung Frühsommer 1998) werden Museums-besucher die Möglichkeit haben, sich am Computer umfassend über Inhalte und Kontext einzelner Werke der Sammlung zu informieren. Zunächst ist das Informationssystem auf den Sammlungsschwerpunkt „Altniederländische Malerei" beschränkt. Es bietet kunst- und kulturhistorische Daten zu den Altniederländern sowie Querverweise in andere Epochen der Malerei an. Den Kernpunkt bilden jedoch zehn exemplarisch ausgewählte Werke des Sammlungs-schwerpunkts: sie werden in sog. Werkanalysen detailliert vorgestellt. Der Benutzer ist aufgefordert, diese Werke auf interaktive, spielerische Weise für sich erforschen.

„LuraWave“ - ein neues Verfahren zur effizienten Bildkompression für INTERNET / INTRANET - Anwendungen

M. Thierschmann, U. Martin

LuRaTech GmbH, Berlin

Einleitung

In allen Bereichen der Kultur und Wissenschaft werden zunehmend digitale Bilddaten eingesetzt. Diese müssen archiviert und effizient verwaltet werden, um einen schnellen Zugriff über vernetzte Systeme zu gewährleisten.

Schnell stoßen Archivierungs- und Datenübertragungssysteme dabei an ihre Leistungsgrenzen.Vor allem in Netzen mit variablen und geringen Übertragungsraten, wie z.B. das INTERNET, ist der Bildaufbau ein mühsames Unterfangen. Die Bildersuche ist oft langwierig, der Bildaufbau sehr träge. Außerdem treten aufgrund der für Bilddaten typisch hohen Dateigrößen nicht zu vernachlässigende Übertragungskosten auf.

Abhilfe verschafft die Kompression der Bilddaten. Dabei treten jedoch nicht mehr rekonstruierbare Fehler im Bild auf, die - bei Verwendung bisher gängiger Verfahren, wie z.B. JPEG - schon bei mittleren Kompressionsraten sichtbar werden.

Unter Verwendung des neuen - im Auftrag der Deutschen Raumfahrtagentur (DARA) entwickelten- LuraWave - Verfahrens sind Bildfehler selbst bei hohen Kompressionsraten kaum sichtbar. Das Verfahren ist darüberhinaus auch in der Lage, Bilder „pixelidentisch“ verlustfrei zu komprimieren.

Übersicht gebräuchlicher Bild-Kompressionsverfahren

Die heute verwendeten Bildkompressionsverfahren lassen sich prinzipiell in zwei Gruppen einteilen: *verlustfreie* und *verlustbehaftete* Kompressionsverfahren. *Verlustfreie* Kompressonsverfahren erlauben die identische Rekonstruktion des Originalbildes aus den komprimierten Daten, während bei *verlustbehafteter* Kompression zugunsten höherer Kompressionsraten eine gewisse Abweichung des rekonstruierten Bildes vom Originalbild zugelassen wird.

Die mit verlustfreien Verfahren erreichbaren Kompressionsraten für natürliche Bilder sind gering: von 1:1 (nicht komprimierbar) bis 1:3, ein typischer Wert ist 1:1,5 (Bsp.: TIF-LZW-Kodierung).

Bei verlustbehafteter Kompression wird zugunsten höherer Kompressionsraten eine gewisse Abweichung des rekonstruierten Bildes vom Originalbild zugelassen. So sind Kompressionsraten von 1:5 - 1:30 mit Standardverfahren (JPG), Kompressionsraten bis 1:300 mit neueren Verfahren (Wavelet LWF,WV; Fraktale FIF) erreichbar. Die verlustbehafteten Verfahren basieren meist auf zweidimensionalen Transformationen, gefolgt von einer Quantisierung und Kodierung der transformierten Bilddaten. Der Verlust an Information entsteht (neben eventuellen Rundungsfehlern in der Transformation) durch die Quantisierung, die bewußt wenig relevante Bildinformationen verwirft.

Für künstliche Bilder existieren an die Bildcharakteristik angepaßte Verfahren, die verlustfrei hohe Kompressionsraten erreichen. Diese basieren auf Run-Length-Codierung, z.T. gefolgt von einer Entropiekodierung. Dazu zählen z.B. die Fax-Kodierung und die Bildformate PCX und RLE.

	Verlustfrei	**Verlustbehaftet**
Methoden	• Entropiecoder (LZW,Huffman) • Run-Length-Koderierung	• Transformation DCT, DWT, Fraktaltransformationen • Quantisierung „einfache“ Quantisierung (linear, uniform, Kennlinien) Bit-Plane-Quantisierung, sukkzessive Approx.-qu. • Kodierung Entropiecoder, Quadtree-Kodierung
	Erreichbare Kompressionsraten	
Natürl. Bilder (Fotos, Scans)	1:1,5 - 1:2	• 1:1,5 - 1:15 visuell verlustfrei • 1:10 - 1:200 verlustbehaftet
künstliche Bilder (Strichzeichnungen, “Comics“)	1:1,5 - 1:20	• 1:1,5 - 1:10
Bildformate	• TIFF-LZW • Fax, BMP(RLE), PCX	• JPG • LWF,WV • FIF

Tab. 1: Übersicht gebräuchlicher Bildkompressionsverfahren

Die für den potentiellen Anwender teilweise verwirrende Vielfalt an Kompressionsverfahren hemmt deren praktischen Einsatz. Wünschenswert sind Verfahren und Formate, die ein breiteres Spektrum unterschiedlicher Anforderungen an die Kompression abdecken.

Ein Versuch, ein solches Verfahren für natürliche Bilder zur Verfügung zu stellen, stellt das JPEG-Verfahren dar. Dieser integriert eine Anzahl von Kompressionsverfahren in einem gemeinsamen Standard. Seine Funktionsweise wird im folgenden Abschnitt kurz vorgestellt.

Neuere Methoden, basierend auf der Wavelet-Transformation bieten die Möglichkeit, die verschiedenen, im JPEG-Standard mit unterschiedlichen Betriebsmodi realisierte Funktionsvielfalt in einem einzigen Verfahren zu integrieren und dabei alle Vorteile der verschiedenen Verfahren *gleichzeitig* zu nutzen. Dies soll im weiteren bei der Erläuterung des Funktionsprinzips der Wavelet-Bildkompressionsverfahren verdeutlicht werden. Daneben bieten die neuen Kompressions-Methoden eine gesteigerte Kompressionsqualität.

Beschreibung der Wavelet-Kompression

Wavelet-Kompressionsverfahren benutzen -wie JPEG und fraktale Kompressionsverfahren- zweidimensionale Transformationen, um die Bildinformationen zu dekorrelieren. Die Kompression mit Wavelet-Kompressionsverfahren läuft in den folgenden Schritten ab:

1. Bildvorbereitung
2. Transformation

3.a Quantisierung

3.b Kodierung

Die Schritte Quantisierung und Kodierung sind bei modernen Verfahren in einem Schritt zusammengefaßt und ermöglichen so das sog. *embedded coding*, worauf später näher eingegangen wird.

Bildvorbereitung:

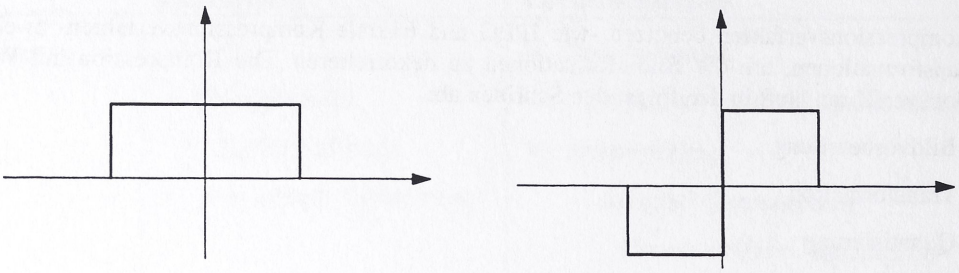
Die Wavelet-Transformation läuft rekursiv über mehrere Stufen (*level*), wobei die Originalbildmatrix stets in zwei x zwei transformierte Bildmatrizen der halben Spalten und Zeilenzahl transformiert wird. Um diese Zweiteilung in jeder Transformationsstufe zu ermöglichen, wird das Bild vor der Transformation derart erweitert, daß seine Kantenlängen 2^level Bildpunkte betragen.

Eine Zerlegung des Bildes in Blöcke, wie sie JPEG und fraktale Kompressionsverfahren benutzen, ist für die diskrete Wavelet-Transformation nicht erforderlich, kann jedoch im Sinne einer effektiven Speichernutzung durchgeführt werden. Die Transformation wird in diesem Falle über die Blockgrenzen überlappend ausgeführt, so daß diese keinerlei Einfluß auf das transformierte Bild ausüben.

Transformation:

Die diskrete Wavelet-Transformation ist der Diskreten Fourier-Transformation (DFT) sehr ähnlich, benutzt aber nicht die örtlich unbegrenzten Sinus- und Kosinusfunktionen zur Analyse des Bildmaterials. Die Basisfunktionen sind die Scaling-Funktionen und die Wavelets. Diese Funktionen verbinden die grundlegende Eigenschaft der Orthogonalität, die eine Transformation und eine identische Rekonstruktion erst ermöglicht, mit der Eigenschaft des „compact support", d.h., sie besitzen eine endliche Ausdehnung. Dies erlaubt die Analyse von Bilddaten ohne Fenstereffekte, die aus der Anwendung unendlicher Funktionen auf endliche Bildbereiche resultieren. Daher ist auch keine Blockzerlehung des Bildes notwendig.

Die einfachste Wavelet-Funktion, das Haar-Wavelet, soll die Wavelet-Transformation im diskreten Fall erläutern :



Haar - Scalingfunktion -> Tiefpaß Haar - Wavelet -> Hochpaß

Ein Transformationskoeffizient ist ...

Mittelwert Differenz

... zweier benachbarter Pixel

Abb 1: Das Haar-Wavelet

In diesem einfachen Fall bedeutet eine Analyse (eine Faltung) mit den Haar-Funktionen die Berechnung des Mittelwertes und der Differenz zwischen zwei benachbarten Pixelwerten. Die Ergebnisse werden unterabgetastet und als Tiefpaß und Hochpaßanteile gespeichert. Der Tiefpaßanteil wird mit den Haar-Wavelet- und Scalingfunktionen weiter analysiert.

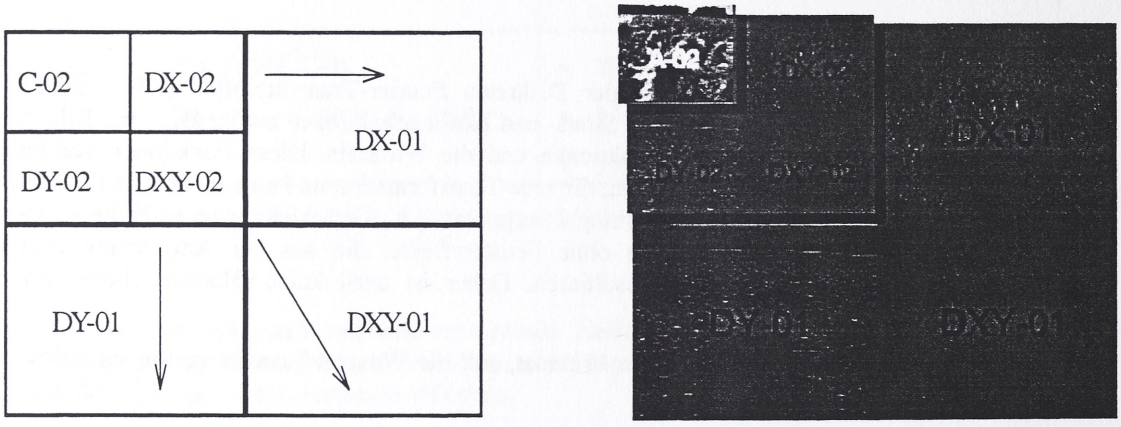


Abb 2: Schema und Beispiel einer 2stufigen, 2dimensionalen Wavelet-Transformation

Zuletzt ist das wavelet-transformierte Bild durch eine Anzahl kleiner werdender Hochpaßanteile und einen einzigen Tiefpaßanteil gekennzeichnet. In Abb 2, links ist das Prinzip der Wavelet-Transformation vereinfacht erläutert. Die Ursprungsmatrix wird in der ersten Transformationsstufe in drei Hochpaßanteile (Dx01, Dy01, Dxy01) sowie einen Tiefpaßanteil (C01) zerlegt. In einer weiteren Transformationsstufe wird nur noch der erste Tiefpaßanteil (C01) wiederum in drei Hochpaßanteile (Dx02, Dy02, Dxy02) sowie einen neuen Tiefpaßanteil (C02) zerlegt. Die Hochpaßanteile der ersten Transformationsstufe bleiben erhalten. Auf diese Weise können nun weitere Transformationsstufen durchlaufen werden. Das Ursprungsbild wird so hierarchisch zerlegt. In den Hochpaßanteilen der ersten Transformationsstufe werden die feinen Bildstrukturen erfaßt, in den Hochpaßanteilen der folgenden Transformationsstufen werden zunehmend gröbere Bildstrukturen erfaßt.

Ein praktisches Beispiel zeigt der rechte Teil von Abb 2. Das Ursprungsbild ist in zwei Transformationsstufen zerlegt worden. Das kleine Bild in der linken oberen Ecke im transformierten Abbild stellt den Tiefpaßanteil der zweiten Transformationsstufe dar. Alle übrigen Bildbereiche sind Hochpaßanteile.

Normalerweise wird die Transformation mit anderen Funktionspaaren durchgeführt. Diese spezielleren Funktionen, wie Daubechies Wavelets oder biorthogonale Wavelets, führen zu gegenüber JPEG überlegenen Resultaten.

Die Transformation kann mit Fließkomma- oder Integerarithmetik durchgeführt werden. Für Fließkommaarithmetik spricht die größere Anzahl unterschiedlicher verwendbarer Wavelet-Filter sowie die hohe Qualität bei verlustbehafteter Kompression. Dem steht jedoch der Nachteil der aufwendigen Elimination von auftretenden Rundungsfehlern sowie die meist höhere Rechenzeit entgegen. Soll auch verlustfrei komprimiert werden, so darf bei während der Transformation keinerlei Rundungsfehler auftreten, dies wird mit Hilfe einer speziellen, auf Integerarithmetik basierenden Transformationsvorschrift erreicht.

Quantisierung und Kodierung:

Die Quantisierung und Kodierung sorgen für die Auswahl und die Anordung der Informationen im Datenstrom. Dabei verwirft zunächst die Quantisierung die bei der geforderten Kompressionsqualität irrelevanten Informationen und leitet nur die wichtigsten an den nachfolgenden Entropiekodierer weiter.

Durch die Kombination der Quantisierung mit der Kodierung in einer Stufe ergibt sich jedoch die Möglichkeit einer genauen Steuerung der Kompressionsqualität (Bildqualität vs. Kompressionsrate). Die Länge des erzeugten Datenstromes kann so exakt vorherbestimmt werden.

Die Quantisierung der Bildinformation findet dabei erst während der Kodierung statt.

Zu Beginn wird grob quantisiert, nur die größten und daher wichtigsten Transformationskoeffizienten liefern einen Beitrag zum entstehenden Datenstrom. Anschließend werden die zu Beginn verwendeten Quantisierungsintervalle weiter aufgeteilt, dabei werden weitere Koeffizienten signifikant, die im ersten Durchlauf nicht berücksichtigt wurden. Die Werte derjenigen Koeffizienten, die schon im ersten Durchlauf signifikant waren, werden durch zusätzliche Informationen genauer eingegrenzt. Dieser Vorgang wird fortgesetzt, bis entweder die gewünschte Datenmenge erreicht ist oder die gesamte Information übertragen ist, d.h., wenn die Größe des Quantisierungsintervalles der digitalen Auflösung der Koeffizienten entspricht. Angewandt auf Binärzahlen und jeweils halbierte Intervalle werden so die einzelnen Bitebenen der Binärzahlen in separaten Kodiererzyklen ausgegeben, man spricht vom Bitplane-Coding, der entstehende Datenstrom ist embedded, d.h. die Bildinformation ist nach ihrer Wichtigkeit angeordnet. Praktisch ermöglicht dies, den Datenstrom an jeder beliebigen Stelle unterbrechen zu können und dennoch aus den zuvor empfangenen Daten ein vollständiges Bild rekonstruieren zu können, mit gegenüber dem Original entsprechend der abgeschnittenen Datenmenge verminderter Qualität.

Damit verfügt man über ein Kompressionsverfahren, welches verlustfreie und verlustbehaftete Kompression in sich vereint. Aus verlustfrei komprimierten Daten kann jede beliebige höhere Kompressionsrate durch simples Abschneiden des Datenstromes nach der gewünschten Datenmenge erzeugt werden. Gleichzeitig entsteht eine bessere Bildqualität als mit der entsprechenden verlustbehafteten JPEG-Kompression.

Dies ist ein Vorteil des Verfahrens, welcher völlig neue Anwendungsmöglichkeiten eröffnet.

Das Wavelet-Kompressionsverfahren LuraWave

Dieser Abschnitt soll die Funktionalitäten moderner Bilddatenkompressionsmethoden am Beispiel des Wavelet-Bilddatenkompressionsverfahrens „LuraWave" erläutern.

Ein wesentliches Merkmal des Bilddatenkompressionsverfahrens „LuraWave" stellt die gegenüber bisherigen Verfahren **deutlich gesteigerte Bildqualität** dar. Abbildung 1 stellt die Kompressionscharakteristik des waveletbasierten Verfahrens, dem bisherigen Standardverfahren JPEG gegenüber. Als statistische Bewertungsgröße wurde das Maß des Spitzen-Signal-Rauschabstandes (PSNR) verwendet. Es zeigt sich, daß sich mit dem modernen LuraWave-Verfahren bei jeder Kompressionsrate eine bessere Bildqualität erzielen läßt.

Besonders deutlich wird die gesteigerte Bildqualität bei hohen bis extrem hochen Kompressionsraten, wie sie bei Anwendungen im Internet erforderlich sind.

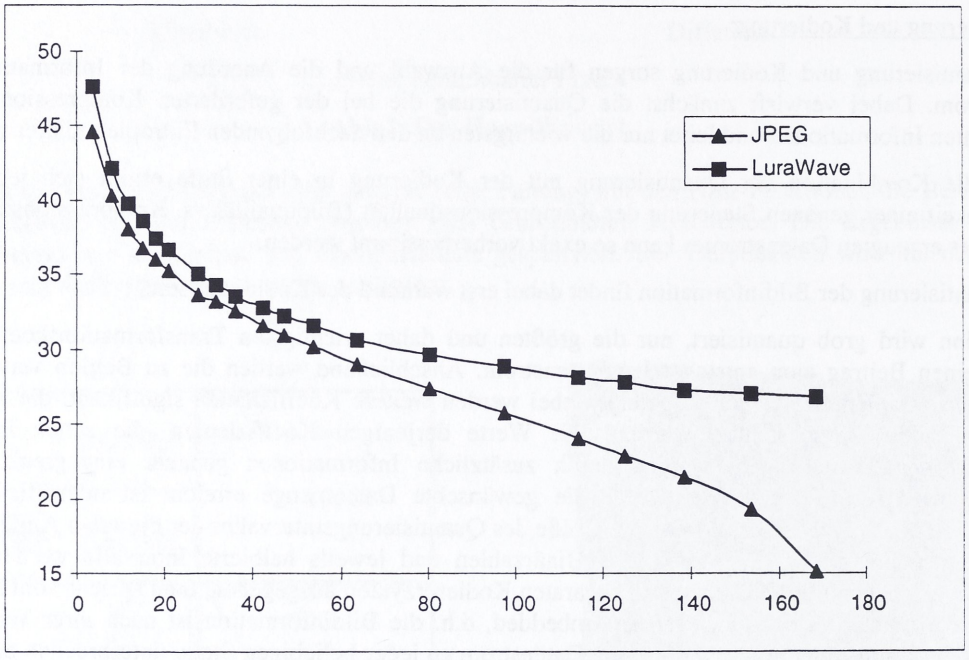


Abbildung 1: statistische Qualität (PSNR) LuraWave vs. JPEG am Bild „Butterfly"

Der visuelle Vergleich zwischen LuraWave und JPEG (siehe Tabelle 1) macht die unterschiedliche Arbeitsweise zwischen dem Standardverfahren JPEG und LuraWave deutlich. Während bei JPEG das originale Bild in einzelne, voneinander unabhängige Blöcke zerlegt wird, die dann anschließend unabhängig voneinander weiterverarbeitet werden, wird bei waveletbasierten Verfahren das Bild als Gesamtheit betrachtet und auch als Gesamtheit verarbeitet. Bei hohen Kompressionsraten zeigt sich die blockbasierte Arbeitsweise von JPEG anhand der Blockartefacte. Waveletbasierte Verfahren zeigen keine Blockartefacte. Die rekonstruierten Bilder weisen bei LuraWave Glättungseffekte auf.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil ist die Möglichkeit der **verlustlosen Kompression**. Die verlustlose Kompression stellt den Grenzfall der verlustbehafteten Kompression dar. Bei einer verlustlosen Kompression werden die nach der Wavelet-Transformation entstandenen Koeffizienten solange immer feiner werdend quantisiert, bis die Quantisierungsintervalle eine Breite von nur noch einem Bit besitzen und dadurch eine vollständige, verlustlose Übertragung der ganzzahligen Transformationskoeffizienten möglich ist.

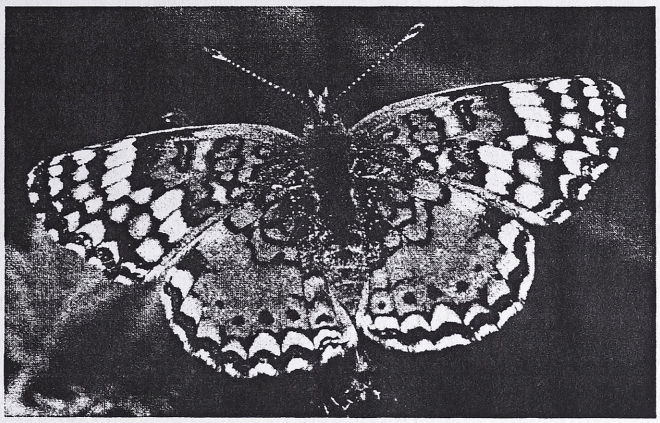
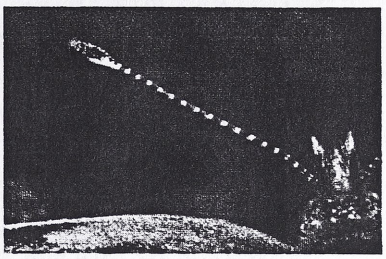
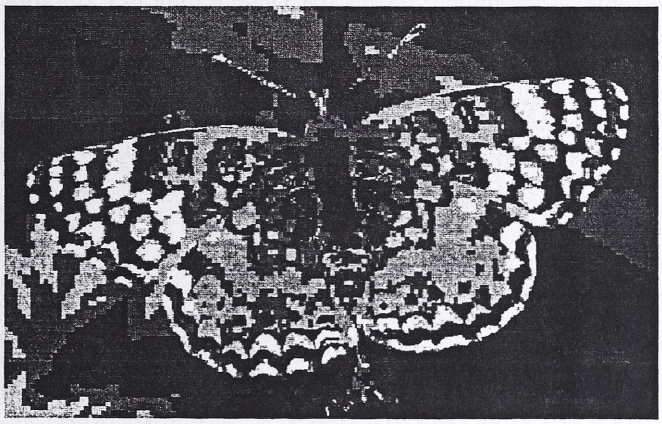
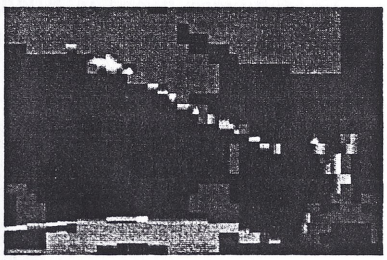
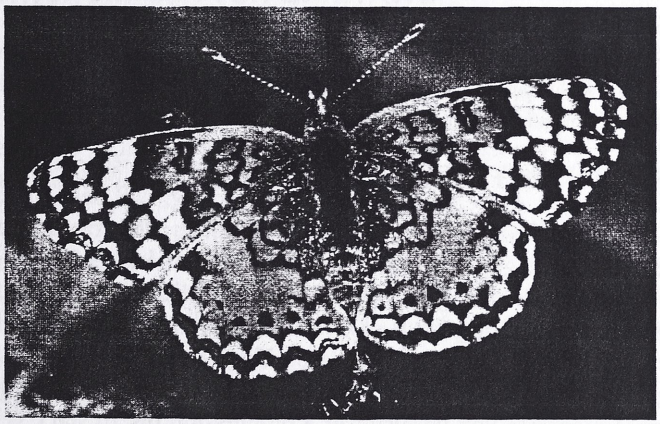
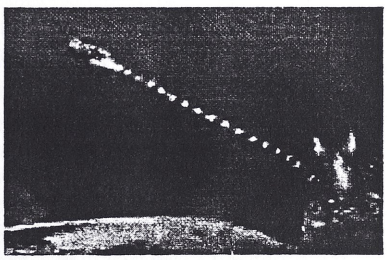
	Gesamtansicht	Ausschnittvergrößerung
Original	 (2,7 MByte)	
JPEG 1:150	 (17,5 kBytes)	
LuraWave 1:150	 (17,5 kBytes)	

Tabelle 1: visueller Vergleich zwischen JPEG und LuraWave bei hohen Kompressionsraten

Aus verlustfrei abgelegten Daten können aber dennoch jederzeit Bilder mit jeder beliebigen höheren (verlustbehafteten) Kompressionsrate erzeugt werden. Dabei wird nur ein Bruchteil der gespeicherten Daten benötigt, die ihrerseits wiederum nur einen Teil der Originalbilddatenmenge ausmachen. Für Anwendungen, in denen Bilder in verschiedenen Qualitäts- oder Auflösungsstufen benötigt werden, ergibt sich mit herkömmlichen Kompressionsverfahren ein erhöhter Aufwand sowohl in der Verwaltung der Bilder als auch im Speicherbedarf, da jedes Motiv in den verschiedenen Auflösungen generiert und separat gespeichert werden muß.

Aus einem LuraWave komprimiert gespeicherten Bild, welches mit der höchsten geforderten Qualität komprimiert wurde, kann dagegen jede der anderen, niedrigeren Auflösungen ausgelesen werden. Diese Möglichkeit der flexiblen Bildbehandlung wird **Skalierbarkeit in Größe und Qualität** bezeichnet.

Die Skalierbarkeit findet ihre Anwendung beispielsweise in Vorschauseiten von Bilddatenbanken. Dabei wird berücksichtigt, daß die Wiedergabemedien (beispielsweise Computerbildschirme) nur eine gewisse physikalische Auflösung besitzen. Es ist bei einer verkleinerten Bilddarstellung nicht notwendig, die gesamte Bildinformation zu übertragen. In einer verkleinerten Darstellung werden Bilder mit deutlich höherer Kompressionsrate visuell einwandfrei wiedergegeben.

Abbildung 2 illustriert diese Eigenschaft anhand einer Bilderreihe in verschiedenen Auflösungsstufen. Für die Darstellung der unterschiedlichen Bilder in unterschiedlicher Größe wurden nur soviele Daten eingesetzt, wie sie für die entsprechende Bildgröße benötigt werden. Dadurch reduziert sich der Verwaltungsaufwand in Bilddatenbanken wesentlich, da für die Generierung der Überblicksdarstellung und für die Darstellung der besten Auflösungsstufe nur eine einzige Datei verwendet werden kann.

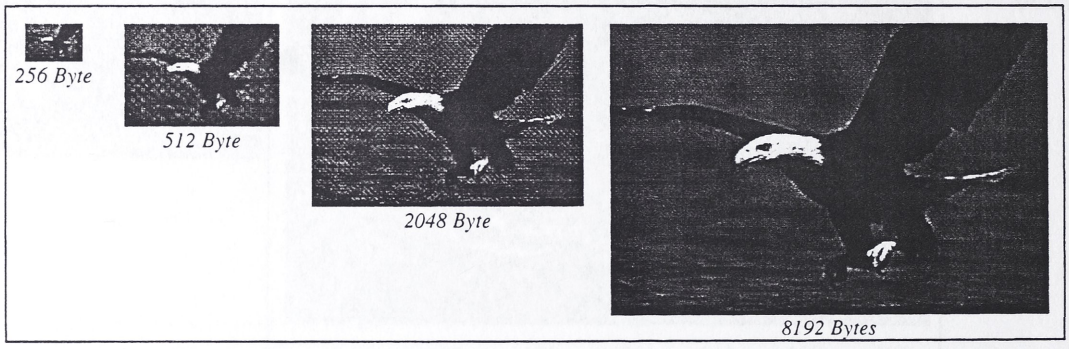
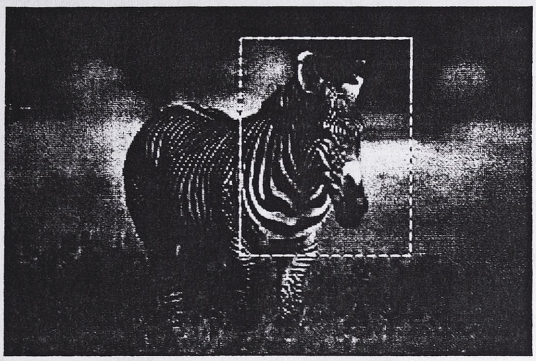


Abbildung 2: Skalierbarkeit in Größe und Qualität

Die **Komplexität und somit Rechengeschwindigkeit** der Waveletkompression ist trotz der größeren Funktionalität und Flexibilität mit der JPEG-Kompression vergleichbar. Im Gegensatz zu fraktalen Kompressionsverfahren mit ihren sehr langen Kompressionszeiten hat die Wavelet-Kompression einen symmetrischen Rechenaufwand für Kompression und Dekompression.

Eine weitere Besonderheit von LuraWave besteht in der Möglichkeit einer Inhaltsadaptiven Kompression, in **verbesserten Bildbereichen**. In einigen Anwendungsfällen ist es wichtig, daß bestimmte Bildbereiche eines Bildes von wesentlicher Bedeutung sind, die evt. sogar verlustlos übertragen werden müssen. Andere Bereiche desselben Bildes dürfen dagegen verlustbehaftet sein. Dies ist bei bisherigen Verfahren nur durch eine verlustlose Kompression des gesamten Bildes möglich. Die dabei erreichbaren Kompressionsraten fallen dementsprechend gering aus. LuraWave ermöglicht hingegen die Definition von mehreren verbesserten Bildbereichen, die im Gegensatz zu deren Umgebung mit einer besseren Qualität übertragen werden. Abbildung 3 zeigt diese Möglichkeit. Mit LuraWave ist es erstmals möglich, **innerhalb** eines Bildes die Kompressionsrate von verlustloser Kompression bis zu stark verlustbehafteter Kompression individuell zu steuern.



Die Definition der verbesserten Bildbereiche erfolgt manuell



Im rekonstruierten Bild wird der verbesserte Bereich deutlich besser dargestellt

Abbildung 3: Verbesserte Bildbereiche

Der **Passwortschutz** erlaubt einen beschränkten Zugriff auf die Bilddaten. Im Gegensatz zu anderen Schutzmechanismen erlaubt LuraWave den unbegrenzten Zugriff auf eine vorher definierte „freie Qualität". Erst durch die Eingabe des korrekten Passwortes ist eine Betrachtung in voller Auflösung möglich.

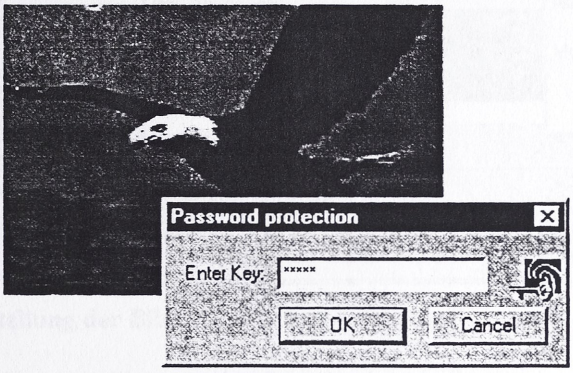


Abbildung 4: Passwortschutz von LuraWave-Bildern

Beispielanwendungen von LuraWave

LuraWave stellt in seiner aktuell vorliegenden Version 2.0 eine Reihe von Softwarekomponenten zur Verfügung, die die oben angesprochene Funktionalität in existierende Standardsoftware integrieren: Netscape - Plugin (Macintosh, MS-Windows) , PhotoShop - Plugin (Macintosh, MS-Windows), Commandline-Tools (UNIX, MS-Windows), MS-Windows-OCX-Control, LuraWave für Windows, LuraWave-Quicktime PlugIn (Macintosh, MS-Windows), LuraWave-C-SDK (MS-Windows).

Ein Haupteinsatzfeld für die Kompression von Bilddaten stellt das Internet, darin wiederum speziell das World Wide Web dar, welches zunehmend für kommerzielle Anwendungen genutzt wird. Die heute im Internet verfügbare Bandbreite reicht jedoch zur Übertragung großer, hochaufgelöster Bilder oft nicht aus, die Bilder müssen komprimiert werden, um zeit- und kostensparend übertragen werden zu können.

Anbieter von Bilddatenbanken bieten im WWW Bilder verschiedener Auflösungen an. Der Aufwand für Verwaltung, Speicherung und Vertrieb kann durch Verwendung wavelet-komprimierter Bilder erheblich gesenkt werden. Die LuraWave-Kompression bietet neben der oben erwähnten Funktionalität die Option, Bilder ab einer gewissen Qualität mit einem Paßwortschutz zu versehen. Das ermöglicht, daß nur autorisierte Nutzer auf die volle Bildqualität zugreifen können, ohne das Paßwort wird das Bild mit der geringeren, freien Qualität dargestellt. Die Darstellung mit dieser Funktionalität realisiert das LuraWave-Netscape-PlugIn. Der Anbieter einer Internet-Seite hat die Möglichkeit, die Datenmenge, die der Benutzer zunächst zur Darstellung des Bildes erhält vorzugeben. Der Benutzer kann nun aber seinerseits Daten nachladen, um die Qualität der Darstellung zu erhöhen.



Abbildung 5: Listendarstellung der Bilddatenbank „LuraImage“

Diese Vorteile kommen selbverständlich auch bei Datenbankanwendungen im Intranet zum Tragen, dabei können mit Hilfe des OCX- oder C-SDK's auch eigene anwenderspezifische Programme um die Funktionalität der LuraWave-Kompression ergänzt werden.

Zusammenfassung

Mit der Wavelet-Kompression steht ein neues hochleistungsfähiges Verfahren zur Bildkompression zur Verfügung, welches eine gegen JPEG gesteigerte Funktionalität mit einer wesentlich höheren Kompressionsqualität verbindet. Verlustfreie und verlustbehaftete Kompression natürlicher Bilder sind in einem Kompressionsverfahren übergangslos integriert. Weitere Funktionalitäten, die besonders auf die Anwendung von Bilddatenkompressionsverfahren im Internet abgestimmt sind, ergänzen die Vorteile waveletbasierter Verfahren.

Das Softwarepaket LuraWave stellt die Funktionalität der Wavelet-Bildkompression für praktische Anwendungen zur Verfügung. Neben der gesteigerten Bildqualität stellt LuraWave zusätzliche Möglichkeiten der Skalierbarkeit, Verbesserung von Bildbereichen und des Schutzes des Bildmaterials vor unberechtigtem Zugriff.

Retrieval of Images from a Library of Watermarks for Ancient Paper Identification

Christian Rauber[1], Peter Tschudin[2], Thierry Pun[1]

1. Department of Computer Science, University of Geneva, 1211 Geneva 4, Switzerland
e-mail: Christian.Rauber@cui.unige.ch
http://cuiwww.unige.ch/~rauber

Telefon: (+41 22) 705 76 33, Telefax: (+41 22) 705 77 80

2. Schweizerisches Papiermuseum & Museum für Schrift und Druck,
St. Alban-Tal 37, CH-4052 Basel
e-mail: chbpm@datacomm.ch

1. Introduction

The importance of electronic publishing, storage and distribution of documents is increasing and will have profound implications for our economy, culture and society. The multimedia digitalisation of libraries and the distribution of the contents of museums is revolutionising these organisations and will make these resources available to a much wider audience than was previously possible.

The main goal of our project is to develop a system for the archival, retrieval, and distribution of electronic documents [1]. Information is accessed via the World Wide Web with a search mechanism that allows the retrieval of text and images according to their content [2].

This system was applied to an existing library. The internationally known Swiss Paper Museum in Basel houses thousands of images of historical papers as well as ancient watermarks [3]. The difficulty for historians is to determine the origin and date of creation of an unknown paper. For this purpose, an efficient method consists of comparing the watermark present inside the paper with another similar known watermark. It is then possible to determine whether this unknown paper comes from the same region and approximately same period as the reference watermark.

The objective of this project is to create an electronic database of known watermarks. This database contains an image of each watermark and a short description of each. The watermark's description consists of the textual characterisation of the paper containing the watermark, the origin, the date of creation, etc. More generally, a paper is described by approximately 150 different parameters [4].

The database is built from images of watermarks directly digitalised from the ancient original documents or from an encyclopedia. A specific digital image processing algorithm is used in order to extract the binary image of the watermark from the original scan.

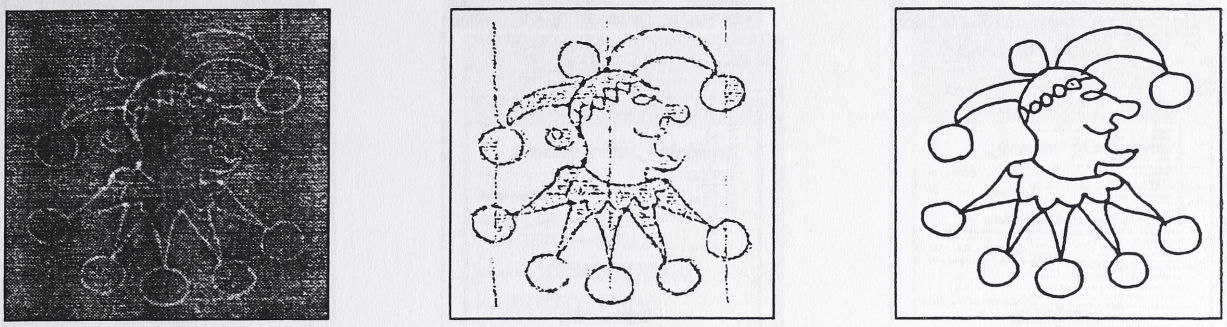
In order to be accessed by a large number of people around the world, this database is accessible via the Internet [5] by using a common browser (such as Netscape or IE from Microsoft). There exists the possibility of adding, removing or correcting a watermark (the image or the attached textual description) and of retrieving watermarks by different means. A watermark can be retrieved in six different ways: retrieval by using the class, the IPH code, specifying global features, comparing similar images, drawing a sketch or using a small pattern.

2. Images acquisition

To create the digital library of ancient watermarked papers, we need to digitise old documents. Each of the documents is scanned at 150 dpi by transparency. Different techniques have previously been used and tested to extract in an efficient way the watermarks from the ancient documents [6][7]. In our case, by using a scanner with a specific light and by using specific imaging processing algorithms, the watermark is extracted from the document in a better manner, see Figure 1.b. Some useless information is still present: the chain lines, the laid lines or some small spots. Some parts of the watermark can be missing too. For these various reasons, preprocessing algorithms are applied in order to remove useless information and to add small missing parts of the watermark.

There exists another way to add watermarks to our digital library. Some authors have traced by hand thousands images of watermarks and published in encyclopedia [8][9]. For example, Briquet has printed in four volumes more than 16'000 im-

ages of watermarks [8]. By scanning these images and by applying image pre-processing algorithms, watermarks can be easily added to the database. See [10] for details on techniques used to extract the laid lines, chain lines and other information from the images.



(a) (b) (c)

Figure 1 : Original input image of an ancient paper. (b) After the digitalisation by transparency. (c) After the pre-processing steps, the image is enhanced.

3. Retrieval by using the class

The first method of accessing a watermark is by taking the original classification as presented by Briquet in his encyclopedia [8]. He has classified his 16'000 watermarks into more than 200 different classes. For example, the first two classes are *Agnus Dei* and *Eagle of St-John*. Our digital library of watermarks is composed of approximately 4'000 images of watermarks and is classified into 107 different classes. They can be accessed by using two different pages: the first one consists of selecting textual signification of the desired class (Figure 2.a) and the second way is by selecting the iconic representation of the class (Figure 2.b).

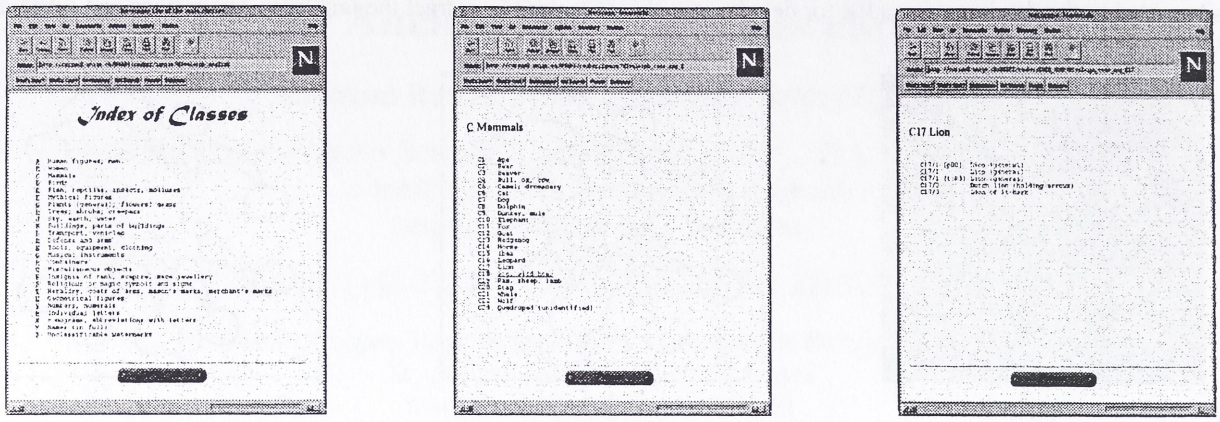


(a) (b) (c)

Figure 2 : Internet main page to access watermarks by using the class as the retrieval mechanism. (a) Textual list of classes. (b) Iconic representation of the classes. (c) Main page for the class Eagle (in French).

4. Retrieval by using the IPH Code

The second way to access watermarks consists of using the IPH code [4]. This code, which was proposed by the International Association of Paper Historians, defines each watermark by a unique textual description and index (such as E8 for the *snake*). One can retrieve watermarks by browsing through the HyperLink Web pages. These different codes are arranged into a tree structure (e.g. Birds→Eagle→double-headed). The retrieval module accepts the supposed description (or code) of the watermark (for example M6 for "crossbow") and the system responds automatically by listing all watermarks corresponding to the IPH code and the verbal description mentioned. The advantage of this second method is the fact that this textual classification is accepted by the international community of historians and there should be no more confusion between different terms representing the same watermark (or the same term used for two different watermarks); for example, by describing precisely the difference between a watermark representing a *dragon* and an other representing a *griffin*. The different pages can be accessed in three different languages: French, German and English. The Spanish language will be added in the next revision of the IPH-code revue by the end of 1997, while Italian is planned for future releases.



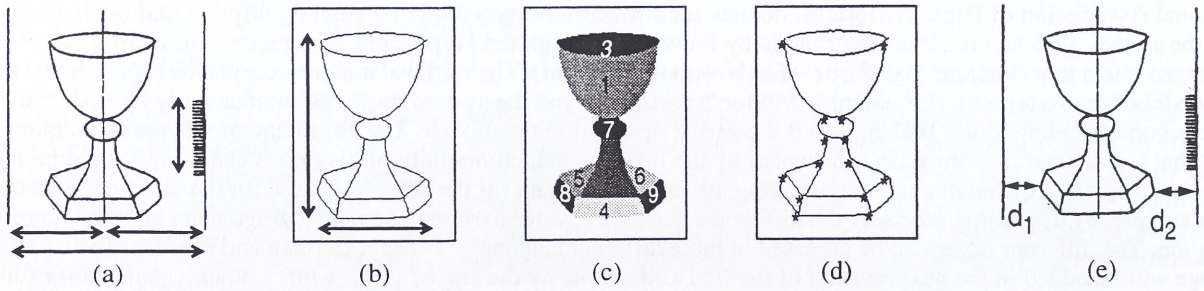
(a) (b) (c)

Figure 3 : Main pages for accessing watermarks by using the IPH code. (a) Main index in French. (b) Sub-class Mammals. (c) Sub-Sub class Lion.

5. Retrieval by specifying global features

A list of morphological characteristics has been set and for each of them an automatic algorithm has been developed to extract these features from the input images. There presently exist about twelve different features [10]:

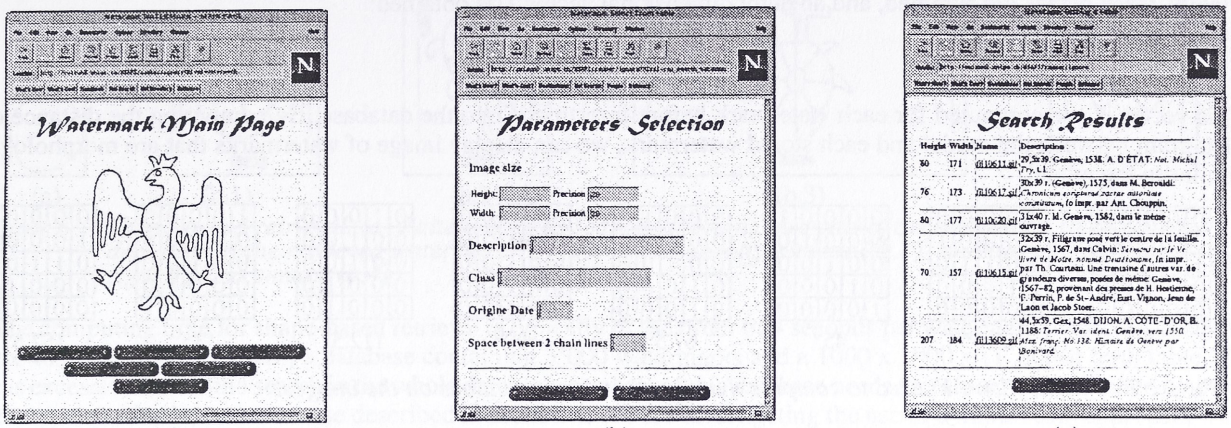
- the size of the watermarks. The height and the width is computed (Figure 4.b).
- the position on the paper. The distance between the left and right side of the watermark and the nearest chain line is given as two measures (Figure 4.e).
- the distance between two chain lines. Each distance is determined automatically (Figure 4.a).
- the number of regions. This feature is very sensitive of the fact that the contours should be closed. For this reason, a mechanism that completes some small missing part of the contour of the watermark is applied before to extract the regions (Figure 4.c).
- the respective location of the regions. The centres of gravity of the three main regions are selected to build a new normalised coordinate frame. The largest region is the origin of the new coordinate frame and the two other regions form the two independent coordinate axes. The remaining regions from the watermark are then described in this new frame by the means of two cardinals. This description provides a morphological representation of the watermark and is invariant to rotation, translation and scaling.
- the number and the position of the junctions. Cross-junctions and T-junctions are extracted from the input image (Figure 4.d).
- the density of laid lines per unit length. This information is related to the quality of the paper (Figure 4.a).
- the percentage of black pixels present in the bounding box defined by the watermark extent. This value allows to assess the complexity of the watermark: older (more ancient) watermarks have less black pixels because they contain less details than recents ones.
- the shape of individual regions, described by the invariant moments as proposed in [11];



(a) (b) (c) (d) (e)

Figure 4 : Global features on watermarks. (a) Space between chain lines and density of laid lines per unit length. (b) Height and width of the watermark. (c) Number of regions. (d) Number and position of junctions. (e) Position of the watermark depending on the chain lines.

The users are prompted to enter values corresponding to the watermark they wish to retrieve (Figure 5.a). This method is very useful for simple primitives such as the width between two chain lines or the size of the watermark. But for more complex features, the parameters to set are nor simple nor intuitive to choose. For these reasons, other approaches have been retained and developed.



(a) (b) (c)

Figure 5 : (a) Main page. (b) Page that allows the setting of the different values. (c) Result page returned by a query.

6. Retrieval by comparing similar images

For historians, the greatest utility of this database is to retrieve watermarks that are similar to a model. For this purpose, we have developed a similarity task processing algorithm. The user is only required to present a watermark normalised with respect to size and the system retrieves similar watermarks by comparing the watermarks' similarities in shape. There are two different algorithms and they can be constrainted by size or by IPH class.

Circular histogram algorithm:

The first algorithm used to retrieve a similar image of a watermark model consists of computing a circular histogram around the centre of gravity of the watermark (Figure 6.a). In Figure 6.b, each bar corresponds to the number of pixels present inside a quadrant. We have chosen to split the circle into 16 equal parts. The histograms are computed once for each existing watermark and stored inside the database. Two watermarks are globally similar if their respective histograms are similar. The resemblance $d(H_1,H_2)$ between two histograms is computed as following:

$$d(H_1, H_2) = \sum_{i=1}^{16} |H_1[i] - H_2[j]|$$

The result of the similarity retrieval is the first n watermarks where the distance $d(H_1,H_2)$ with the model H_1 is the smallest.



(a) (b)

Figure 6 : Graphical representation of the circular histogram. (a) The centre of gravity of the watermark is used as the middle point to compute the circular histogram. (b) Representation of the histogram computed from the figure (a).

Directional algorithm:

The second algorithm consists of filtering the input image by height directional filters:

$$G_j(x, y) = I(x, y) \cdot F_j \qquad j = 1..8$$

Figure 7 displays the eight filters F_j used to computed G_j. After this first operation, eight new planes are obtained. We compute the eight $K(x,y)_j$ planes by taking the highest value from these last planes.

$$K_j(x, y) = \begin{cases} G_j(x, y) & \text{if} \quad G_j(x, y) = max_j(G_j(x, y)) > 1 \\ 0 & otherwise \end{cases}$$

Finally, these planes are summed, and an eight dimensional vector T_j is obtained:

$$T(j) = \sum_{x, y} K_j(x, y)$$

This vector is pre-computed for each watermark before inserting it into the database. By computing the distance of the histogram between the model and each stored watermark, we can display image of watermarks that are morphologically similar to the model.

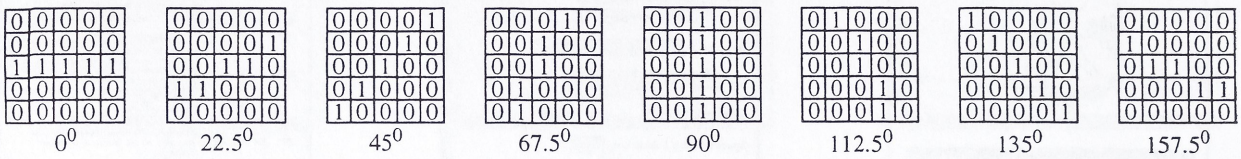
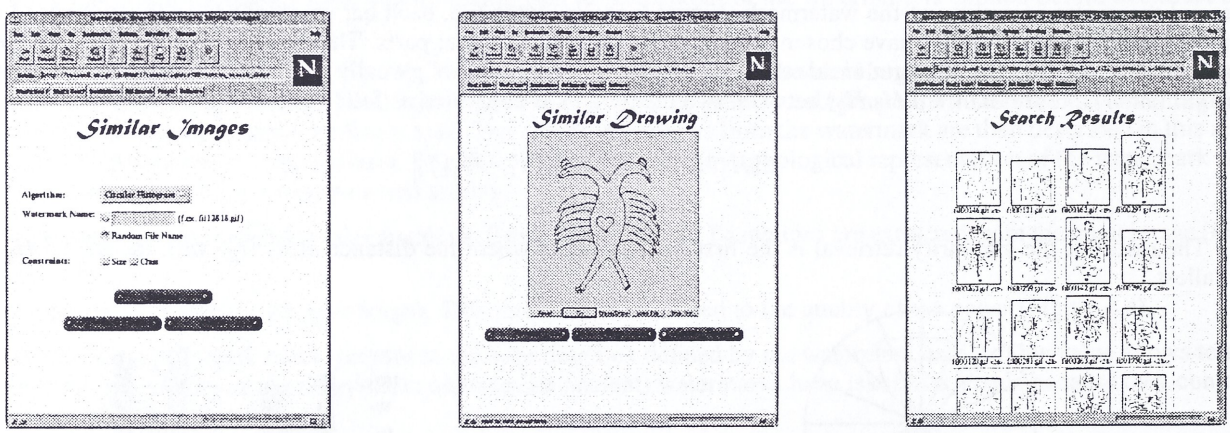


Figure 7 : Eight filters F_j used to compute the directional informations on the images.

7. Retrieval by drawing an approximate shape

If a historian does not have access to an image of the watermark to retrieve, the possibility exists of manually drawing an approximate shape of the watermark. This approximate shape is then used as the model for retrieval by similarity. A Java-drawing interface is provided to allow the sketching of the contour directly from the browser (Figure 8.b). With this interface, it is possible to load a local image of watermark and to apply some image pre-processing algorithms. Erosion, dilation with connectivity four or eight can be applied. A thinning algorithm is present and a module to add small missing parts of the contour of the watermark can be used. Finally, small spots or noise can be automatically removed.

After having drawn the model, the same distance algorithm is used in order to compute the shape representation of the hand-drawn sketch image. The histogram is calculated localy and the time complexity depends on the computer used. For a Pentium 200 computer, and an image of size 400 by 400 pixels, the algorithm takes about 30 seconds to extract features and 15 seconds to transfer data.



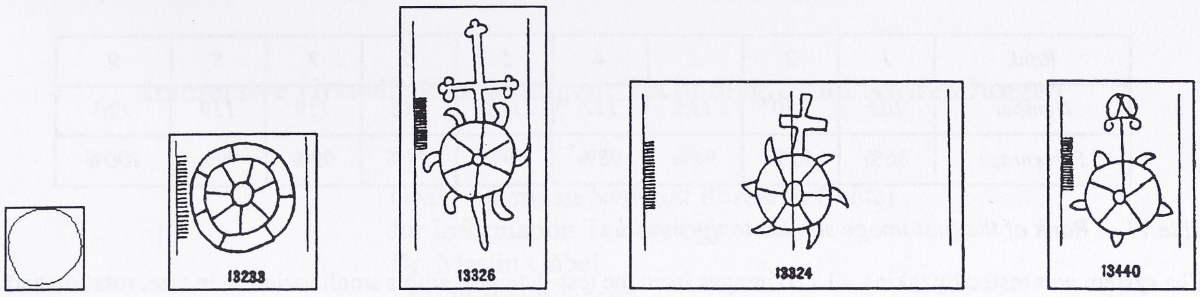
(a) (b) (c)

Figure 8 : (a) Main page of the similarity retrieval module. (b) Drawing applet interface to draw a similar shape. (c) Result of similar images.

8. Retrieval by using a small pattern

It was shown that the whole shape of a watermark is a very important information for accessing and retrieving a given watermark. In some cases, the watermark is not complete or only a small part of the watermark can be distinguished. For these reasons, our system offers the possibility of accessing watermarks by means of patterns corresponding to a small part of a watermark. Rather than using a correlation type approach, which would be prohibitive in terms of computing time, a hashing mechanism has been developed where all watermarks are indexed via a bi-directional table whose access points are the watermarks themselves. In order to retrieve a similar watermark, a sort of "convolution" is applied on the hash table with the search pattern.

This matching algorithm yields an ordered list of the most similar watermarks, and includes the possibility of retrieving watermarks having only a part of a pattern in common with the one specified at query time (Figure 9). Shape and size variations are therefore allowed with respect to the model.



(a) (b.1) (b.2) (b.3) (b.4)

Figure 9 : Shape-based retrieval. (a) Pattern used as search criterion, here part of the watermark (b.1). (b) Ordered list of the retrieved watermarks: on the left is the most similar ((b.1), similarity 100%), on the right the less similar (b.4).

The computing time for shape-based retrieval is typically of the order of 4 seconds per watermark inspected, assuming a 42 x 48 pixels search pattern, a database containing 3'000 watermarks and a 1000 x 1000 x [1..3000] hash table. This time is excessive for a blind search in the whole database; a subset of this database needs therefore to be specified by means of other query criteria, such as those described in section 4. We are investigating the use of a multi-scale approach, where the initial search would be performed at the largest scale only; only the most promising candidates would be inspected at the finest scale.

This matching algorithm has been implemented on a parallel computer (IBM 9076 Scalable POWERparallel System, SP 2, with 14 processors). Assuming the same size as previously (42 x 48 pixels) for the search pattern with a database containing 3'000 watermarks, a computing time is obtained of the order of 13 ms per watermark (speed-up factor of 300)[12]. This last algorithm is not yet accessible through Internet due to the fact that a local specific transputer is used.

9. Results

In order to test our system and algorithms, twelve different classes have been chosen from our data base and each of them contains ten similar watermarks. Before computing performances and robustness of the retrieval mechanism, we need to define five terms:

S :Total number of images in the database.
I :Total number of images that the system should return ($I \leq S$).
P :Number of images returned by the system ($P \leq S$).
R :Number of correct images returned ($R \leq I$ et $R \leq P$).

A retrieval result can then be characterised by these five values:

Correct match : the number of images returned that are similar to the model by the total number of images returned by the system: R/I.
False match : the number of image classified as similar to the model but that are in reality not similar: $P-R\,/\,(S-I)$.
Correct non match : the number of images that are not similar to the model and that are not returned: $S-I-(P-R)\,/\,(S-I)$.
Missed match : the number of similar image that are not returned by the system: $I-R/I$.

Figure 10 displays these four measures for the two algorithms used to retrieve similar images. Each image of this test-database is used as a model (i.e. 120 models) in order to compute the average number of images retrieved for a given model and a given P. With these measures, we can conclude that in average, if the system returns thirteen images, there are eight images that are really similar to the model (for the circular algorithm).

	Circular algorithm		*Directional algorithm*	
	P=10	***P=13***	***P=10***	***P=13***
Average R	*6.9*	*8.0*	*7.9*	*8.3*
Correct match	*57.5%*	*80%*	*65.8%*	*83%*
False match	*2.8%*	*4.5%*	*1.9%*	*4.3%*
Correct non match	*97.2%*	*95.5%*	*98%*	*95.7%*
Missed match	*31%*	*20%*	*21%*	*17%*

Table 10 : Estimation of the results for P=10 and P=13.

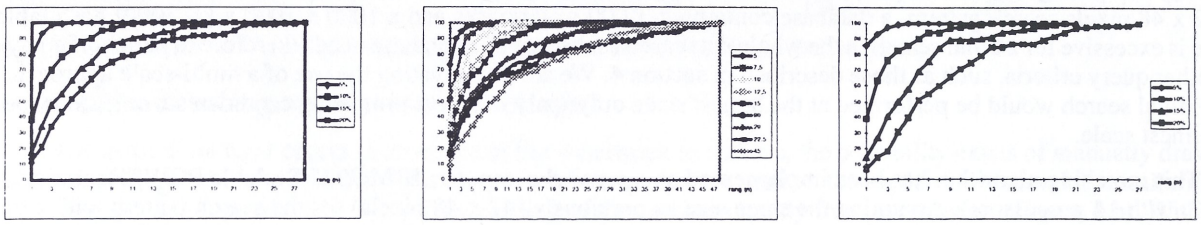
The system was tested by computing the rank of the first image that belongs to the same class as the model (see Figure 11). We can conclude that on an 86% basis, an image is retrieved that is similar to the model in the first position, i.e. that the distance between the two images is minimal. If the system returns nine images, then it is certain that, at the minimum,

there is one image similar to the model.

Rank	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
Number	*103*	*110*	*113*	*117*	*118*	*118*	*119*	*119*	*120*
Percentage	*86%*	*91%*	*94%*	*98%*	*99%*	*99%*	*99%*	*99%*	*100%*

Table 11 : Rank of the first image similar to the model.

The system was tested by taking all 120 images from the test-database with a small variation in size, rotation and SNR. The goal was to retrieve the original model without transformation. The Figure 12 displays the number of images the system should return in order to find the original model depending on the variation. We can see (Figure 12.a), that if the image is scaled by a factor of 10%, then 40% of the original models are still found in the first position (all models are found in the first 12 images). If 20% of the pixels that compose the watermark are removed (Figure 12.c) then 85% of the models are found in the first 13 images.



(a) (b) (c)

Figure 12 Test of the robustness in (a) size, (b) rotation and (c) SNR for the directional algorithm.

10. Conclusion

A global system for distributing documents containing textual and pictorial data has been created. Textual and visual information is accessible using a complete and efficient system available via the global network Internet.

The current database, that contains approximately 4,000 images of historical watermarks allows the searching and retrieving of a specific document on the basis of global features, textual criteria and/or morphological measures. The next goal of this project is to integrate a digital watermarking algorithm and a security module of our system. A payment module should complete the system that will allow the Swiss Paper Museum to benefit from this work. Ultimately, the whole system associated with an european project should manage a database of approximately 600,000 different watermarks (images, descriptions and features).

11. References

[1] C. Rauber, J. O. Ruanaidh, T. Pun, "Secure Distribution of Watermarked Images for a Digital Library of Ancient Papers", ACM DL97, Second ACM International Conference on Digital Libraries, Philadelphia, july 23-27, 1997.

[2] C. Rauber, P. Tschudin, S. Startchik and T. Pun, "Archival and retrieval of historical watermark", IEEE Signal Processing Society, ICIP 1996 International Conference on Image Processing, Lausanne, Switzerland, Sept. 16-19, 1996.

[3] P. Tschudin, "Papiergeschischte als Hilfswissenschaft", Sonderdruck aus "Das Papier", 37, Jahrgang, Heft 7, pp. 285-295, 1983.

[4] International Association of Papers Historians - IPH, International Standard for the Registration of Watermarks, Provisional Ed., P.F. Tschudin, Ed., Riehen, Switzerland, 1992.

[5] Address for accessing the digital library of watermarks: `http://cuisun8.unige.ch/NSAPI/rauber/watermark`. Enter with the login: `guest_watermark` and with the password `guest_watermark`.

[6] D. Stewart, R. A. Scharf, J. S. Arney, "Techniques for Digital Image Capture of Watermarks", Journal of Imaging Science and Technology, N. 30, pp. 261-267, 1995.

[7] P. Zamperoni, "Wasserzeichenextraktion aus digitalisierten Bildern mit Methoden der digitalen Bildsignalverarbeitung", Das Papier, 43, Jahrgang, Heft 4, pp. 133-143, 1989.

[8] C. M. Briquet, "Les filigranes", Dictionnaire historique des marques de papier dès leur apparition vers 1282 jusqu'en 1600, Tome I à IV, Deuxième édition, Verlag Von Karl W. Hiersemann, Leipzig, 1923.

[9] F. Del Marmol, "Dictionnaire des filigranes classés en groupes alphabétique et chronologiques", Namur : J. Godenne, 1900. - XIV, 192 p., 1987.

[10] C. Rauber, P. Tschudin, S. Startchik and T. Pun, "Archivage et recherche d'images de filigranes", CNED'96, 4ème Colloque National sur l'Ecrit et le Document, Nantes, 3 juillet 1996.

[11] M. F. Zakaria, L. J. Vroomen, P. J. A. Zsombor-Murray, J. M. H. M. Van Kessel, "Fast algorithm for the computation of moment invariants", Pattern Recognition, Vol. 20, No 6, pp. 639-643, 1987.

[12] J. Raki, "Parallélisation de la recherche de filigranes", Mémoire de licence, Université de Genève, Faculté des Sciences, Département d'Informatique, 90 pages, Février 1997.

Immersive virtuelle Umgebungen: Technologie und Anwendungen

GMD - German National Research Center
for Information Technology
Dr. Martin Göbel
Schloß Birlinghoven
53574 Sankt Augustin
Tel.: 02241 142367
Fax: 02241 142040
E-mail: goebel@gmd.de

Dieser Beitrag lag bei Drucklegung des Konferenzbandes leider nicht vor.
Wenden Sie sich bitte an den Autor.

V16

IMAGE RETRIEVAL UND VISUELLES WISSEN

Wolfgang Ernst
Kunsthochschule für Medien
Peter Welter Platz 2
50674 Köln
Tel.: 0221/20189-245
Fax: 0221/20189-17
E-mail: ernst@khm.de

Stefan Heidenreich

Alte Schönhauser Str. 29
10119 Berlin
Tel.: 030/282 77 54

E-mail: stefan.heidenreich@rz.hu-berlin.de

Bildarchive

In jüngster Zeit haben Bildarchive einen Schritt gemacht, dessen Tragweite noch nicht ganz überschaut werden kann. Durch inhalts- und ähnlichkeitsbezogene Bildsuche (Content- oder Similarity-based Image Retrieval) verweisen Bilder zum ersten Mal wieder auf Bilder. Der Umweg über Schrift und Sprache entfällt.

Mit dem Kurzschluß der Zeiger innerhalb von Bildermengen könnte ein Grundstein gelegt werden für eine Art von bildlichem Wissen, die zuvor schlicht aus technischen Gründen nicht zu denken war. Bisher konnten Bilder nur über eine verschriftete Suche und damit eine begrenzte Anzahl von Entscheidungen in einem auf den Kanal der Buchstaben beschränkten Feld ausgewählt werden. Die Auswahl hat auf die Art des abbildbaren Wissens einen enormen Einfluß. Man kann soweit gehen zu sagen, daß die Adressierung eines Archivs dessen Wissen bestimmt. Es ist immer nur das verfügbar, was tatsächlich abgefragt oder ausgewählt werden kann. Bildarchive, die über Sprache abgefragt werden, bleiben sprachliche Archive, so viele Bilder sie auch enthalten. Das läßt sich an den Archiven der Kunstgeschichte (Foto Marburg, Iconclass) genausogut nachvollziehen wie an den meisten der neueren, auf sprachlich fixierbaren Inhalten aufgebauten Datenbanken. Mit der Programmierung von Datenbanken, in denen Bilder wieder auf Bilder verweisen, wird eine neue Art von Auswahl möglich. Erst unter diesen Bedingungen könnte tatsächlich visuelles Wissen abfragbar werden. Wenn dieses Wissen über buchstäbliches Wissen hinausgeht, dann hätten bislang schriftbezogene Abfrageformulare diesen Überhang aus den Archiven hinausgefiltert. Erst unter der Bedingung visueller Adressierbarkeit könnte das Wissen eines Bildarchivs wirklich gewußt werden.

Bildinhalt, Ähnlichkeit

Dem stehen noch immer einige Hindernisse im Weg. Die Begriffe Content oder Similarity bergen Reste von Schrift, selbst dort, wo nicht mehr geschrieben wird. Content, der Inhalt eines Bildes, tut so als sei der Inhalt eines Bildes etwas anderes als das Bild selbst (Picard 1996). Damit fällt der Inhalt in das Modell der Semiotik zurück, das zwischen einer Anwesenheit (dem Zeichen) und dem notwendig Abwesenden (seiner Referenz) differenziert. Similarity, die Ähnlichkeit zwischen Bildern, vermeidet diesen Fehler, um an einer anderen Stelle in die Falle zu gehen. Das Problem ist hier subtiler. Ähnlichkeit tendiert dazu, etwas zu setzen, worin sich Bilder ähnlich sind. Sobald versucht wird, dieses Etwas der Ähnlichkeit der menschlichen Wahrnehmung anzupassen - und das ist die Regel -, produziert auch ein Konzept der Ähnlichkeit eine "bedeutsame" Aussage, das heißt ein Verhältnis, in dem das Bild etwas bedeutet und darüber erreichbar wird. Üblicherweise wird Ähnlichkeit über einen Kriterienkatalog, oft nach statistischen oder psychologischen Untersuchungen, definiert (Jain/Santini 1996). Dadurch werden Bezüge zwischen Bildern immer wieder von vorneherein auf einen bestimmten, nämlich einen "sinnvollen" Anschluß festgezurrt. Dagegen stellt sich die Frage, ob eine Ordnungsrelation innerhalb der Bildermenge nicht desto eher erfolgreich sein wird, je mehr sie auf einen bestimmten Anschluß und einen bestimmten Sinn verzichtet. Man kann zur Begründung dieser Hypothese auf einen vergleichbaren Fall im Medium der Schrift verweisen. Gegenüber beiden Strategien sollte ein Zugriff auf Bilder diskutiert werden, der von jeglicher Sinnbildung, sei es durch Ähnlichkeit oder Inhalt, absieht und "Sinn" nicht als Bedeutung, sondern im Sinne der etymologischen Ableitung durch die Gebrüder Grimm als Deuten auf etwas, als vektorielle Bestimmung, mithin also als Zeiger auf Daten liest. Das bedingt ein Sich-Einlassen auf den genuin "archäologischen", d. h. kalten, von Einbildungskräften freien Blick des Computers, der Signifikanten rein signifikant, also (im Sinne der Hermeneutik) deutungsfrei liest. Der Unterschied ist dem zwischen Scanning, also dem einfachen Einlesen von Daten, und OCR als Deutung der Daten, also tatsächlichem Lesen, vergleichbar.

Das Alphabet als Beispiel

Der angestrebte Effekt könnte dem ähneln, den die Übernahme des phönizischen Alphabets in Griechenland hatte. Erst als (analog zum Schicksal von Archiven in Umbruchsituationen) der Inhalt der Ordnung, nämlich die ursprünglich buchhalterische Funktionalität der einzelnen, auf Bildersprachen zurückweisenden Buchstaben, nicht mehr gewußt wurde und der bloße Konsonantenzeichensatz übriggeblieben war (Goody 1986; Hafemann 1996: 13f.), konnte das Alphabet phonetisch aufgeladen zu dem Kanal des Wissens werden, als den wir es heute kennen: eine Schrift, welche diskrete Lautstrukturen wiedergibt (Phonographie) und die Zeichen nicht mehr ideographisch an Wortbedeutungen koppelt (Logographie, in welcher das Zeichen immer noch strukturanalog zur Welt des Bezeichneten steht). Wo ein Zeichensatz inhaltsleer, also als rein externes Zeichenmaterial ansehbar und damit zur Aufzeichnung rein differentieller Phoneme einsetzbar wird, gerät er in die Abhängigkeit konkreter Sprachen und verliert als universaler Kode (womit der griechische Begriff "barbarisch" für Fremdsprachen ganz zutreffend ist, die damit vom Klang her benannt sind) (Havelock 1990:95).

Bildordnungen

Wenn aber (im schriftarchäologischen Sinne) Zahlen und Buchstaben eine gemeinsame Matrix als Informationsspeicher haben, ist der Anschluß an einen Bildbegriff, der als Kalkül gerechnet wird, denkbar, und damit die Befreiung des Bildarchivs von seiner logozentristischen Unterwerfung unter die schlagwortartige Adressierung. Es kann nicht darum gehen, analog zur Sprache ein Alphabet, also eine Reihe von Bildern anzustreben. Dem steht die Mehrdimensionalität des Bildkanals entgegen. Was aber an der Errungenschaft des Alphabets abzulesen und auf den Kanal der Bilder übertragbar sein könnte, ist folgendes:

1. Erst durch eine Ordnung, die in dem Sinn allgemein ist, daß sie nicht eine bestimmte Bedeutung impliziert, kann Information sortiert und gefunden, also zu Wissen werden. Die Ordnung der Bilder ist in einer im Vergleich zum Alphabet komplexen Relation von Bilder zu suchen, mit der ein visuelles Interface korrespondiert.

2. Erst unter den Bedingungen dieser Ordnung kann visuelle Information tatsächlich über ihre sprachliche Eingrenzung hinaus wieder auf weitere Bilder verweisen. Damit kann die noch immer bestehende Bindung des Bildes an Sprache und deren Informationsfluß entfallen. Es stellt sich die Frage, welche Anschlüsse, welches Wissen und welche Kommunikationsformen ein derartiger Bildkanal hervorbringen könnte.

Das Programm "Suchbild"

Das Programm beläßt Bilder zur Archivierung in dem Format, das sie ohnehin haben, also als zweidimensionale Flächen von Farbwerten. Die Suchfunktion ist so einfach wie möglich. Jeder Versuch, über Datenkompression oder Extraktion von Merkmalenbereits Entscheidungen über Bilder zu treffen würde die Suche mit einer Intelligenz ausstatten, die es, wie oben ausgeführt, gerade zu vermeiden gilt. Eine Suchfunktion, die in einer dem Alphabet vergleichbaren Einfachheit läuft, kann allgemein eingesetzt werden. Sie läuft über Suchbilder, die die Originalbilder auf eine Größe von 32x32 Pixel verkleinern. Als Maß der Ähnlichkeit gilt die durchschnittliche Abweichung pro Pixel. Mit diesem "rohen" Begriff der Ähnlichkeit wird keine bildliche Übereinstimmung in irgendeinem sinnvollen Bezug garantiert. Das ist von vorneherein auch nicht die Absicht des Programms, dem es nur darum geht, eine bildlich vorstellbare Verbindung zwischen Bildern wiederzugeben. Im Sinne einer quasi "gedankenlosen" Nutzung der Suche wird sowohl dem Nutzer als auch dem Programm eine Analyse des Bildes in Hinsicht auf etwas, das es zeigt, erspart. Eine erfolgreiche Suche setzt immer voraus, daß der Nutzer gemäß derselben Struktur denkt, die das Archiv vorgibt. Der Entschluß, auf eine möglichst simple bildliche Relation zurückzugreifen, geht davon aus, daß Sehgewohnheiten sich weit eher einer formalen Ordnung anpassen als umgekehrt.
Neben der einfachen Verkleinerung der Bilder auf Suchicons werden weitere Möglichkeiten der Vorverarbeitung erprobt. Eine komplexe Vorsortierung der Bilder auf der Basis von Bildpyramiden und Octrees hat sich als sehr speicherintensiv und nur unwesentlich schneller erwiesen (vgl. Samet 1990:23). Auch eine Analyse der Bilder auf Texturenergie oder Konturen führt nicht zu einer höheren Anschaulichkeit der Suchergebnisse. Die Verarbeitung der Suchbilder durch eine Fourier-Transformation befindet sich in der Erprobung. Eine Suche auf der Grundlage von ortsinvariant transformierten Bildern ermöglicht es, von der Position visueller Einheiten im Bildrahmen zu abstrahieren.

Anwendungen

Daß Verfahren zur Archivierung von Bildern und zum Image Retrieval auf ein Vielzahl von Anwendungen hoffen lassen, wird allgemein vorausgesetzt. (vgl. etwa für einen Überblick die Ausgabe der Zeitschrift COMPUTER 9/95)

nahliegend sind sowohl Anwendungen im Internet (Demos laufen z.Zt. unter http://wwwqbic.almaden.ibm.com/~qbic/qbic.html; www-white.media.mit.edu/~tpminka/photobook/; www.ctr.columbia.edu/~jrsmith/visualSEEk/visualSEEk.html/; www.virage.com/), wie auch der Einsatz in bildverarbeitenden Berufen, etwa beim Videoschnitt oder bei Grafikern. Voraussetzung ist selbstverständlich die vollständige Digitalisierung der Bildermengen. Das Programm "Suchbild" wird zur Zeit in Zusammenarbeit mit der Kunsthochschule für Medien, Köln, für den Einsatz auf einer CD-ROM der Plakatsammlung des Museums für Gestaltung, Zürich eingerichtet.

Es wäre aber kurzsichtig, die Perspektiven des "Image retrieval" in gerade naheliegenden Anwendungen zu suchen. Da die gegenwärtige wissenschaftliche wie kulturelle Praxis schriftfixiert ist, werden Verfahren der Bildsuche allzuoft als Anhängsel einer wie auch immer funktionierenden schriftlichen Datanverarbeitung gedacht. Erst wenn sich zu Bildermengen ein schriftunabhängiger Zugriff etabliert hat, können Bilderarchive tatsächlich visuelles Wissen bilden. Dann spielen die Suchmöglichkeiten des "Image retrieval" ein zentrale Rolle, da sie bestimmen, was tatsächlich in einem Bildarchiv gewußt, und das heißt hier: eingegeben und wiedergefunden werden kann.

Auf dem Weg zu diesem Ziel wird vielleicht weit weniger die komplexe Modellierung der menschlichen Bildverarbeitung im Vordergrund stehen, auf die augenblicklich das Hauptaugenmerk der Forschung gerichtet ist, sondern eher einfache und schnelle Suchverfahren sowie das Design einer anschaulichen Schnittstelle. So vorteilhaft sich die Maus zur Erhöhung von Kontrolle und Redundanz erwiesen hat, so sehr könnte sie sich bei der Bildsuche als Hindernis erweisen. Durch ihre Bindung des Blicks verstellt sie den Bildschirm als optische Aktionsfläche. Bildsuche der Zukunft könnte aussehen wie Computerspiele von heute. Die Durchquerung der Bilderflut (man müßte die Metapher ins Positive wenden und von einem "Bilderbad" sprechen) wird sich nicht den ans Auge rückgekoppelten und deshalb vergleichsweise langsamen Zeigeoperationen bemessen, sondern an der Geschwindigkeit des Blickwechsels.

Jack Goody 1986: The Logic of Writing and the Organization of Society, Cambridge

Ingelore Hafemann 1996: Ägyptens Beziehungen zum Sinai in pharaonischer Zeit, in: ARCUS - Berichte aus Archäologie, Baugeschichte und Nachbargebieten, Heft 3 / 1996: Antiker Orient, 1-14, Potsdam

Eric A. Havelock 1990: Schriftlichkeit: das griechische Alphabet als kulturelle Revolution, Weinheim

Ramesh Jain / Simone Santini 1996: Similarity Queries in Image Databases. Proc. IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, San Francisco, S.646-650.

Rosalind Picard 1996: A Society of Models for Video an Image Libraries. MIT Media Laboratory Perceputal Computing Section Technical Report No.360. http://www.media.mit.edu/~picard/

Hanan Samet 1990: Applications of Spatial Data Structures, Reading (Mass)

Lebendiges virtuelles Museum Online - LeMO[1]

Dr. Burkhard Asmuss[2], Lutz Nentwig[4], Wolfgang Röhrig[2], Thomas Schneemelcher[3]

[2]Deutsches Historisches Museum
Zeughaus
Unter den Linden 2, D-10117 Berlin
Telefon: 030 / 21502-360, Telefax: 030 / 21502-402

[3]Haus der Geschichte der Bundesrepublik Deutschland
Adenauer-Allee 250, D-53113 Bonn
Telefon: 0228 / 9165-128, Telefax: 0228/9165-302

[4]Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST
Kurstr. 33, D-10117 Berlin
Telefon: 030 / 20224-774, Telefax: 030 / 20224-799

1 Einleitung

Das Internet-Angebot von zwei großen historischen Museen erhält eine neue Dimension. Gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST erarbeiten das Deutsche Historische Museum (DHM) in Berlin und das Haus der Geschichte der Bundesrepublik Deutschland (HdG) in Bonn breitbandige multimediale Anwendungen für das Internet: Beim virtuellen Gang durch das 20. Jahrhundert werden 3-D-Animationen sowie Film- und Tondokumente mit den musealen Objektbeständen verknüpft und vermitteln so ein umfassendes Bild von Geschichte.

Dafür entwickelt das Fraunhofer ISST im Projekt LeMO - Lebendiges virtuelles Museum Online -einen verteilten Online-Museumsdienst. Das Vorhaben geht über derzeit bereits übliche Präsentationsformen - gescannte Fotos der Ausstellungsobjekte mit Begleittext - weit hinaus: Zusätzlich zu den Exponaten (Bilder, Grafiken, Fotos, zeitgenössische Gegenstände) sollen Videos, Tonaufzeichnungen sowie 3-D-Animationen integriert werden. Damit auch der virtuelle Museumsbesuch Erlebnischarakter bekommt, werden Bilder aus den Ausstellungsräumen mit einer Kamera live übertragen (Bild 1). Die Besonderheit: Der »Museumsgast« am PC kann diese Kamera mit einem Navigator nach Belieben steuern und damit ähnlich wie die realen Besucher durch die einzelnen Ausstellungsbereiche »wandeln«. Alle Funktionalitäten des Navigators werden unter einer einheitlichen grafischen Benutzungsoberfläche zusammengefaßt und sind über einen WWW-Browser aufrufbar.

1 Das LeMO-Projekt wird gefördert vom Verein zur Förderung eines deutschen Forschungsnetzes e.V. (DFN-Verein) mit Mitteln der Deutschen Telekom AG.
Ansprechpartner: Lutz Nentwig, Fraunhofer ISST, Kurstr. 33, D-10117 Berlin; e-mail: Lutz.Nentwig@isst.fhg.de

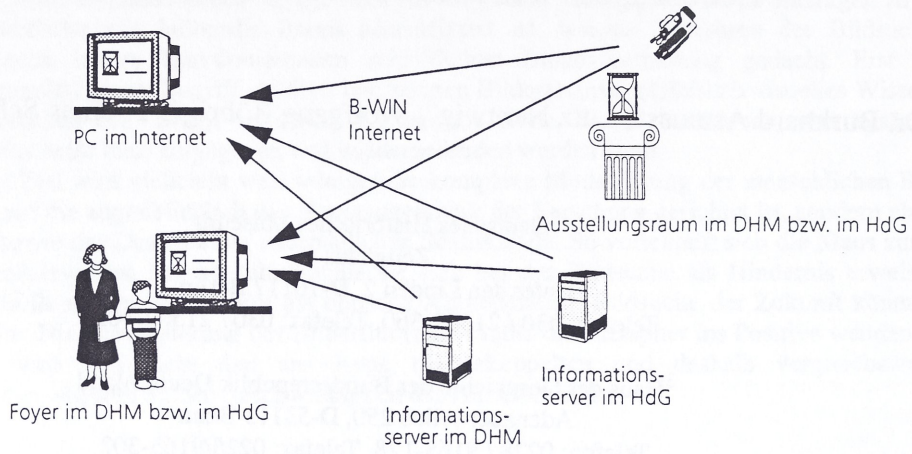


Bild 1 Anwendungsszenario

Das LeMO-Projekt ist ein Gemeinschaftsprojekt von Informatikern, Designern, Museumsfachleuten und Historikern. Daraus folgt, daß die Anforderungen an das LeMO-System nicht nur durch die Technik bestimmt werden, sondern sich auch aus den Inhalten, dem Konzept und dem Design der Ausstellung ergeben (Bild 2). Die Zusammenarbeit der unterschiedlichen Fachrichtungen stellt eine Besonderheit des Projekts dar.

Bereits jetzt verfügen das Deutsche Historische Museum und das Haus der Geschichte über WWW-Angebote im Internet[1]. So sind im DHM bereits über 1500 Web-Seiten abrufbar. Auch auf die Objektdatenbank des DHM kann online zugegriffen werden. Diese bereits verfügbaren WWW-Server werden mit dem LeMO-System verknüpft.

Im folgenden wird kurz auf die technischen Konzepte und Lösungen des LeMO-Systems und auf die Projektplanung eingegangen.

2 Konzepte und Lösungen

Das LeMO-System zeichnet sich durch die Benutzung von Internet-Technologien aus. Damit wird gewährleistet, daß jeder Anwender, der Zugang zum Internet hat, einen virtuellen Gang durch die Geschichte machen kann.

Die Basis der LeMO-Infrastruktur ist das Breitband-Wissenschaftsnetz (B-WiN) des DFN-Vereins. Es basiert auf der ATM-Technologie (Asynchronous Transfer Mode) mit einer Übertragungskapazität von bis zu 34 MBit/s. Vom B-WiN gibt es einen Übergang in das (noch) schmalbandige Internet.

Der Zugang zur virtuellen Ausstellung erfolgt über das World Wide Web mit einem WWW-Browser. Der Besucher startet seinen Rundgang in einer dreidimensionalen Welt, in der er interaktiv zahlreiche Informationen zur Geschichte abrufen kann. Diese 3-D-Welt wird mit der Virtual Reality Modeling Language (VRML) erstellt.

1 www.dhm.de, www.hdg.de

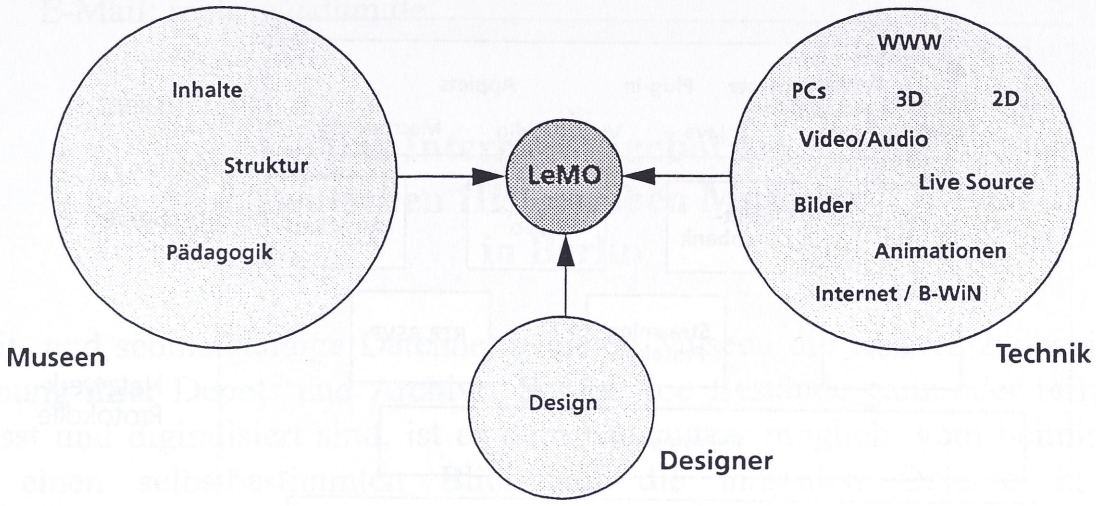


Bild 2 Anforderungen an das LeMO-System

VRML ist eine Beschreibungssprache für 3-D-Welten im WWW. Diese 3-D-Welten lassen sich über spezielle VRML-Browser, die als Plug-In in einen WWW-Browser integriert werden, anschauen.

Die verschiedenen Informationsseiten (WWW-Seiten) beinhalten unterschiedliche multimediale Elemente (u.a. Bilder, Grafiken, Video, Audio). Für das Design dieser Seiten werden unterschiedliche Technologien (HTML, VRML, Java, Photoshop, Macromedia, Premiere etc.) benutzt.

Für das Abspielen von Videos über das Internet wird die Streaming Video Technologie in das LeMO-System integriert. Damit ist es möglich, Videos online abzuspielen. Der Datenstrom wird dabei automatisch an die vorhandene Bandbreite angepaßt, so daß auch noch in schmalbandigen Netzen eine gute Qualität erzielt wird. Der Video-Player wird ebenfalls als Plug-In in den WWW-Browser integriert.

Die interaktive Steuerung der Kameras wird über die Internet-Programmierumgebung Java realisiert und läßt sich als Applet direkt in den WWW-Browser laden. Da die Streaming Video Verfahren direkt auf das IP-Protokoll aufsetzen, soll für die Übertragung von Live-Bildern auf ein Hochgeschwindigkeitsprotokoll (z.B. Real Time Transport Protocol (RTP) oder Resource Reservation Protocol (RSVP)) aufgesetzt werden, das die Qualität des B-WiN (ATM-Technologie) direkt ausnutzt. Damit lassen sich bis zu 30 Frames eines Bildes pro Sekunde übertragen.

Die Informations- und Kommunikationsinfrastruktur sieht Anschlüsse an das B-WiN und Server-Rechner sowohl im DHM als auch im Haus der Geschichte vor. Auf diesen Rechnern werden die WWW-Server, die Video-Server und die Kamera-Server für die Steuerung und die Live-Übertragung installiert.

In Bild 3 ist die Architektur des LeMO-Systems als Schichtenmodell dargestellt.

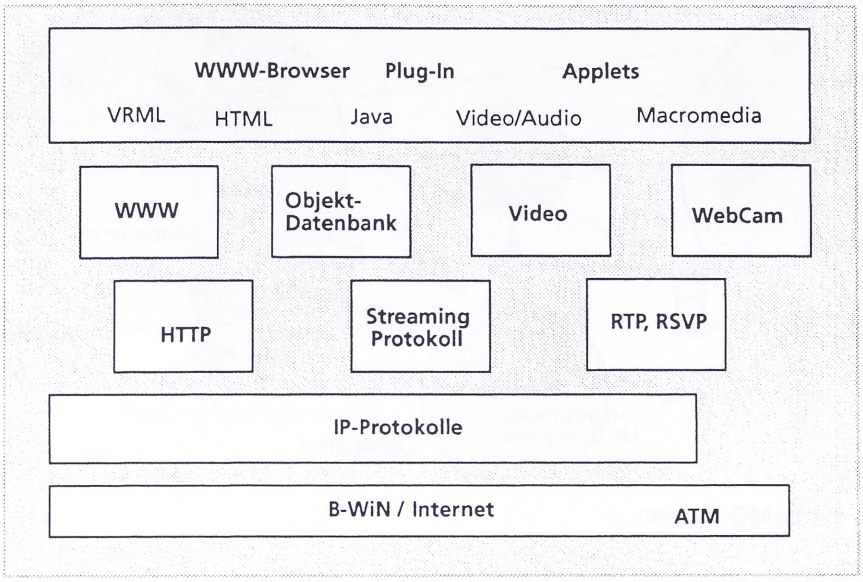


Bild 3 Architektur des LeMO-Systems

3 Status und Ausblick

Im Rahmen des LeMO-Projekts werden bis Mitte 1998 die technischen Voraussetzungen für einen Super-Daten-Highway durch die deutsche Geschichte des 20. Jahrhunderts geschaffen. Das System wird sukzessive entwickelt. Ein erster Prototyp liegt bis Ende 1997 vor und wird im internen Laborbetrieb erprobt[1].

Parallel zur technischen Entwicklung des Systems werden von Mitarbeitern beider Museen Informationen und Objekte für die virtuelle Ausstellung des LeMO-Projekts gesichtet und digital aufbereitet.

Darüber hinaus wird erwogen, den Museumsdienst zu einem späteren Zeitpunkt um die Historischen Museen auch anderer europäischer Länder zu erweitern - als Ausgangspunkt für die Etablierung einer internationalen telematischen Kultur.

1 Weitere Informationen zum Projekt und zum Projektfortschritt sind unter „www.isst.fhg.de/~lemo" zu finden.

Deutsches Historisches Museum
Wolfgang Röhrig
(IT-Referent)
E-Mail: roehrig@dhm.de

Das Internet-Angebot am Deutschen Historischen Museum in Berlin

Breit- und schmalbandige Datennetze bieten Museen die Chance zur weiteren Öffnung ihrer Depots und Archive. Sofern ihre Bestände ganz oder teilweise erfasst und digitalisiert sind, ist es dem Netznutzer möglich, vom heimischen PC einen selbstbestimmten Blick auf die musealen Objekte in den Ausstellungen und in den Depots zu werfen. Der Internetsurfer erhält die Chance, sich umfassend zu informieren, bevor er den Orginalen gegenüber tritt.

Hier haben Museen zunächst eine große Aufgabe zu bewältigen: die wenigsten sind bisher in der Lage, ihre Bestände multimedial im Netz zu präsentieren. Es fehlt an Personal und Sachmitteln, um die skizzierte Vision zu realisieren. Entsprechende Hinweise an Politiker sind formuliert, so wurde z. B. auf der internationalen Konferenz „Politik und Internet" im Februar 1997 in München eine Abschlußerklärung verabschiedet, in welcher gefordert wird:

„Die neuen Kommunikationsmedien sollen als Mittel genutzt werden, das nationale und europäische Kulturerbe dauerhaft zu bewahren und für alle zugänglich zu machen. Ziel ist die Einrichtung eines ortsungebundenen elektronischen Museums, das die erhöhte Speicher- und Archivierungskapazität der neuen Kommunikationsmedien für die Digitalisierung der Bestände nutzt und für informationelle Kontinuität sorgt."
(http://akademie3000.de/overview/conf/politics/declaration/munch2.html)
Die Realisierung dieses Vorhabens wird aber noch viele Jahre in Anspruch nehmen.

Erste Anfänge dieser großen Aufgabe sind bereits im Netz zu besichtigen. Viele Museen sind im WWW schon vertreten. Das umfangreichste Verzeichnis von Online-Museen in Deutschland wird unter der URL http://webmuseen.de/ angeboten. Die Mehrzahl dieser Museen ist bisher allerdings nur mit einigen

wenigen WWW-Seiten vertreten, einige aber auch mit umfangreichen Präsentationen.

So bietet das Deutsche Historische Museum in Berlin (**http://www.dhm.de/**) z. B. gegenwärtig (Mai 1997) auf einem eigenen Web-Server und über eine 1-MB-Anbindung an das Deutsche Forschungsnetz auf über 3.000 WWW-Seiten Informationen zu seinen Sammlungen und Ausstellungen.

Die DHM-Online-Datenbank (http://www.dhm.de/datenbank/) bietet bisher Zugang zu über 40.000 Objekten aus den DHM-Sammlungen. (Fast) jedes dieser Sammlungsstücke ist in der Datenbank auch mit einer Abbildung vertreten. Ein rascher weiterer Ausbau ist geplant, das DHM verfügt über ca. 600.000 Objekte zur deutschen Geschichte, die alle im Netz recherchierbar sein sollen.

Die E-Mail-Liste „demuseum" (http://www.dhm.de/~roehrig/demuseum/) mit mittlerweile ca. 250 Subscribern bietet der deutschen Online-Museumsszene schnellen Informationsaustausch und Diskussionsmöglichkeit.

Das DHM bietet anderen Museen an, eigene Präsentationen kostenlos auf dem DHM-WWW-Server abzulegen. Bisher machen 20 Einrichtungen davon Gebrauch (http://www.dhm.de/museen/).

Die Zugriffstatistiken des DHM-Servers sind im Netz öffentlich einsehbar (http://www.dhm.de/impressum.html#zugriff). Mehrere Statistikprogramme sind installiert. Seit August 1995 wurde die DHM-Startseite fast 200.000 mal abgerufen. Gegenwärtig erreichen wir um die 450.000 Hits pro Monat. Ca. 80 MB werden täglich vom DHM-Server ins Internet übertragen. Davon ca. 25 % nach Nordamerika, 50 % nach Deutschland und die restlichen 25 % in den Rest der Welt.

Das DHM verfügt über einen Online-Museums-Shop (http://www.dhm.de/publikationen/). Kataloge, Plakate und andere Artikel können online bestellt und bald im Rahmen des E-Cash-Pilotprojektes der Deutschen Bank auch online bezahlt werden.

Über elektronische Gästebücher (http://www.dhm.de/guestb_intro.html) und elektronische Post steht dem Internetnutzer ein Rückkanal ins DHM offen, der rege genutzt wird. Insbesondere die Möglichkeit, jeden Sammlungsleiter im

DHM über E-Mail zu erreichen, führt zu vielen Anfragen historischen Inhalts, die kaum alle in der nötigen Ausführlichkeit beantwortet werden können.

In der Eingangshalle des DHM stehen zwei vollfunktionale Internetterminals von welchem die Museumsbesucher kostenlos auf andere Onlinemuseen und weitere Angebote im Netz zugreifen können. Auch E-Mails können von den Besuchern verschickt, aber nicht empfangen werden.
In unserer Ausstellung „Bilder und Zeugnisse zur deutschen Geschichte" befindet sich in der Abteilung des 20. Jahrhunderts ein Internetterminal, welches die aktuellsten Nachrichten der Deutschen Presseagentur (dpa) in die Ausstellung einbindet.

Quicktime VR Panoramafotos (http://www.dhm.de/panoram.html) ermöglichen es dem Internetnutzer, einen fotorealistischen interaktiven Eindruck unserer Ausstellungsräume zu erhalten.

A4

Zugriff auf Internetdarstellungen bedeutender britischer Museen & Galerien

Präsentiert von:

Christina Hemsley
VASARI ENTERPRISES
Alexander House, 50 Station Road
Aldershot, Hampshire, GU11 1BG, UK
Tel: +44 (0) 1252 350780
Fax: +44 (0) 1252 342039
e-mail: jamesrhemsley@cix.compulink.co.uk

British museums, art galleries and the cultural institutions are very active on the web. There are now well over a hundred of such sites and every day more and more are being created. This presentation at the exhibition aims at giving an overview of the subject matter by presenting a small selection of sites.

Britische Museen, Kunstgalerien und kulturelle Institutionen sind sehr aktiv im Bereich des WWW. Im Moment gibt es weit über 100 solcher Web-sites, und jeden Tag entstehen neue. Diese Präsentation im Rahmen der Ausstellung soll einen Überblick über das Thema verschaffen, indem eine kleine Auswahl an Sites vorgestellt wird.

Beispiele für vorgesehene Internet-Zugriffe:

Natural History Museum	www.nhm.ac.uk/
British Museum	www.cs.ucl.ac.uk/local/museums/BritishMuseum.html
London Science Museum	www.nmsi.ac.uk/
Museum of Transport	www.colloqium.co.uk/www/glasgow/transport.html
Virtual Museum of Computing	www.comlab.ox.ac.uk/archive/other/museums/computing.html

Konsultations- und Diskussionspunkt

Bildinhaltsgesteuerter Zugriff zu Bilddatenbanken am Beispiel öffentlich zugänglicher Bilddatenbanken

Präsentiert von:

Ingo Henze
Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e.V.
Rudower Chaussee 5, Geb. 13.7
12484 Berlin

Eine ständig anwachsende Zahl an Bildern macht deren sinnvolle Verwaltung erforderlich. Hierzu bieten sich Bilddatenbanken mit inhaltsgesteuertem Zugriff an. Die Bilder werden nach Merkmalen wie Farbverteilung, Texturen oder markanten Objekten indexiert.
Am Beispiel einiger ausgewählter, öffentlich zugänglicher Bilddatenbanken aus kulturfremden Bereichen sollen Möglichkeiten aufgezeigt und zur Diskussion angeregt werden.

Vorgesehene Beispiele (Änderungen möglich):

RealTimeImage 2.0 (dimedis)	www.realtimeimage.de
QBIC Query By Image Content (IBM)	wwwqbic.almaden.ibm.com
Brillengestelle (FhG IGD)	jellyfish.egd.igd.fhg.de/CBR/winCBR/brille.html

A6

CD-ROM "MEDIEVAL UKRAINIAN ICON"

Creative group "Proportion" of information department of "Kyiv-Pechersk Lavra National Historical-Cultural Reserve"

Address:
str.Janvarskogo vosstanija 21, b.56,
Kyiv, 252015, Ukraine
tel.: 380 (44) 290-18-55
e-mail:lg@lavra.kiev.ua
e-mail:pslr@alpha.imag.pub.ro
URL:http:\\www.lavra.kiev.ua

"Atlant- 1 " LTD
Address: str.Ul'janovyh, 26À,24,
Kyiv 252005, Ukraine
tel.:380 (44) 573-91-86
fax: 380(44) 573-85-94
e-mail:vlad@atlo.kiev.ua
URL http:\\www.atlant1 .corn.ua

Creative group of various fields specialists has begin the work on the producing of number of multimedia CD-ROM deal with the world cultural heritage.

CD-ROM "Medieval Ukrainian Icon" - is the first from this series. It's not large but very important part of world's cultural heritage. In order to get acquaintance with the medieval iconic art for as many users as possible, CD will be issued on various languages: Ukrainian, Russian, English, German, Poland.

Our disk will open to you the world of Ukrainian spiritual art from the time of grand dukes of Kiev Rus up to the stormy years of Moskoviya king IV Grozny rule. For miracle. Quivering love, admiration for the Eternity. In the images of Christian saints you will reveal for yourselves a refined aesthetics of the Ukrainian Middle Ages, complemented by the music of the chorales.

The disk contains 106 full images and more 500 separate fragments of icons of XII-XVI centuries. You can easily look through the images on any selected theme and to receive the necessary information.

The disk has a glossary, in which there is a list of the text articles about saints, about church ceremonies, structure of an icon, icon board etc.

The bases of the images and glossary are connected among themselves by references, through which it is possible to pass from the images to the text and on the contrary.

You can look through icons in support of Ukrainian church music and choral singing. It is possible to choose, to switch on\off music if it's necessary.

At the bottom of the screen the line of the messages is organized, on which you can see a content of operations, executed by you.

This work is done under the guide of Lubov Geraskova and Ion Pyslaru in close cooperation with "Atlant-1" with the support of Ukrainian Orthodox Church and promoting assistance of Victor Kitasty the Director of American House under American Embassy.

The necessary equipment and programs:

IBM PC 586 and higher, RAM 4Mb and more, SVGA 256 Color, 4 Mb on HD, double speed CD drive. Sound Card 16 bit. Windows 5.1 x or Windows'95.

[in*fos*]
EIN MULTIMEDIALER KULTURATLAS

Prof. Dr. Reiner Fricke
Institut für Empirische Pädagogik und Instruktionspsychologie
Technische Universität Braunschweig
38114 Braunschweig, Wendenring 1
Tel. 0531-3912554; Fax 0531-3913115; eMail: r.fricke@tu-bs.de
Internet: www.tu-bs.de/institute/mpaed

Das [in*fos*]-Konzept für Theater

Neue Sehgewohnheiten und ein verändertes Konsumverhalten haben dazu geführt, daß auch die Kulturschaffenden nach anderen Wegen der Kommunikation von Kultur suchen. Publikumsbefragungen haben ergeben, daß nicht nur weitere Buchungs- und Zahlungsmodalitäten, sondern auch weitere Informationsformen erwünscht werden. Insbesondere sollte das Leben „hinter den Kulissen" transparent gemacht werden. Neben grafisch ambitionierten Publikationen kommen deshalb immer öfter selbstproduzierte kleine Videoclips zum Einsatz. In einigen großen Theatern findet man seit einiger Zeit Monitore, auf denen Ausschnitte aus laufenden Produktionen gezeigt werden.

Eine ganz andere Dimension stellt allerdings der Einsatz von interaktiven Informationssystemen aus dem Computer dar. Theater und Computer - eine auf den ersten Blick ungewöhnliche Kombination. Doch das technisch hochkomplexe Informationsmaterial erlaubt völlig neue Einblicke in die Produktionsprozesse des Theaters. Anders als bei Programmheften, die Informationen zum Stück und Autor enthalten, vermittelt das computergesteuerte audiovisuelle Informationssystem dem Publikum einen unmittelbaren Eindruck der aktuellen Inszenierungen.

Das [in*fos*]-System will die herkömmlichen Informationsarten nicht ersetzen, sondern sie um eine völlig neue Dimension sinnvoll ergänzen. Als Videoinformationssystem vermittelt es in ungewohnter und überraschender Weise Eindrücke von den Theaterproduktionen, denn mit einfachem Fingertipp können Videoclips mit frappierender Bildqualität in Sekundenschnelle auf den Bildschirm einer ansprechend gestalteten Informationssäule „gezaubert" und eventuell auch wieder gestoppt werden.

[in*fos*]: Realisation am Staatstheater Braunschweig

Das vom Institutsleiter Prof. Dr. Reiner Fricke initiierte Theaterprojekt läuft seit März 1994 als zusätzliches Forschungs- und Ausbildungsprojekt im Rahmen des seit 1985 bestehenden Forschungsschwerpunktes „Einsatz neuer Medien in der Aus- und Weiterbildung". Beispielsweise wurde die bislang größte Effektivitätsstudie zum computerunterstützten Lernen durchgeführt. Erstmals in Deutschland wurden auch Videolernprogramme für die Managerausbildung konzipiert und evaluiert. Wissenschaftliche Begleituntersuchungen zu Computerlernzentren in großen Wirtschaftsunternehmen (Mercedes Benz AG und Volkswagen AG) folgten. Das Institut verfügt über zwei Multimedia-Lernstudios, sowie ein analoges und ein digitales Videostudio.

Für die technische Realisation der Videoinformationssäule im Theater wurden handelsübliche Hard- und Softwarekomponenten zu einem funktionsfähigen Gesamtsystem kombiniert. Dirk Auth als Kameramann und Mitarbeiter des Instituts sind für die inhaltliche und künstlerische Gestaltung der Filme und Arnd Schröder für deren Einbindung in das Computerprogramm verantwortlich. Seit drei Jahren hat das Institut sämtliche Produktionen des Drei-Sparten-Theaters zumindest in Auszügen gefilmt und das Informationsprogramm ständig aktualisiert

Die blaue, ca. 1 Meter hohe Informationssäule steht seit März 1995 ohne Unterbrechung in der Eingangs-/Kassenhalle des Staatstheaters Braunschweig. Allen Theaterbesuchern und Kassenkunden fällt sie ins Auge. Eine hohe Plakatsäule weist zusätzlich auf die neue Informationsmöglichkeit hin und ein Animationsprogramm läuft automatisch ab, wenn keine Personen auf den Bildschirm tippen.

[in*f*os]: Presseresonanz und Auszeichnungen

Die [in*f*os]-Säule fand bereits ein beachtliches Medienecho. Vor allem die „simple Bedienbarkeit" und die „Qualität der kurzen kommentierten Filme" wurden dabei hervorgehoben. „Ein nachahmenswertes Experiment" urteilte der Fernsehsender N3 in seinem Kulturjournal „Arena" im März 1995. „Per Fingertipp ins Theater" lautet die Überschrift eines Artikels in „Musik & Theater" (Nov./96). Lob kam zudem nicht nur von der Fachpresse und Theaterfreunden, auch an der Technik interessierte Benutzer zollen Anerkennung

Folgende Auszeichnungen wurden für das System vergeben:

- Förderpreis der Industrie- und Handelskammer Braunschweig im Jahre 1995
- Bronzene Pyramide des Internationalen Verbandes der TV- und Videoanwender (ITVA) in der Kategorie „Multimedia" auf der Photokina 1996 in Köln.
- Einladung zur Präsentation von [in*f*os] auf der Internationalen Funkausstellung Berlin im Sept. 97 (Gemeinschaftsstand „Hochschulen interaktiv" im Technisch-Wissenschaftlichen-Forum der IFA'97)

[in*f*os]: Ergebnisse erster Akzeptanzstudien

Durch eine wissenschaftliche Studie können erste Ergebnisse zur Akzeptanz von [in*f*os] vorgelegt werden. Auch zum Benutzerverhalten lassen sich vielfältige Aussagen treffen, da vom Rechner jeder Fingertipp mit Zeitangabe registriert wird. Durch zeitweise Präsentation des Theaterprogramms in einer belebten Fußgängerpassage der Stadt Braunschweig konnte ein Vergleich gezogen werden.

- Über 90% der Befragten beurteilen den Einsatz von [in*f*os] als zusätzliches Informationsmedium positiv bzw. sehr positiv. Ca. 70% würden [in*f*os] in Zukunft benutzen, um sich über das Theaterprogramm zu informieren.
- Obwohl jüngere Personen mit höherer Schulbildung häufiger das System bedienen, interessieren sich auch ältere Personen für das Programmangebot und haben dank der leichtverständlichen Benutzerführung keine Probleme bei der Bedienung von [in*f*os].
- Ca. 5 Minuten verweilt jeder Interessent unabhängig vom Standort vor der [in*f*os]-Säule, ruft währenddessen etwa drei Video-Filme auf und schaut sich jeden einzelnen im Durchschnitt etwa eine Minute lang an. Die Hälfte der Zuschauer schauen sich jedoch die Videoclips, die in der Regel 90 Sekunden und maximal 3 Minuten lang sind, bis zum Schluß an. Inhalte und Aufmachung werden überwiegend positiv beurteilt.
- In der Fußgängerpassage wurden gegenüber dem Theaterstandort doppelt soviele Interessenten gezählt. Der Auslastungsgrad des System , d.h. die Relation von Aktionszeit zu Einschaltzeit konnte verdreifacht werden.

[in*f*os]: Ein multimedialer Kulturatlas

Die Erweiterung des [in*f*os]-Theater-Systems zu einem multimedialen Kulturatlas der Region wurde vom Förderverein EXPOOL 2000 in Hinblick auf die EXPO 2000 beschlossen. Der Kulturatlas umfaßt derzeit neben dem Staatstheater das Braunschweigische Landesmuseum und das Herzog Anton Ulrich-Museum. Der Betrachter des Systems kann nicht nur die lokal gespeicherten hochwertigen digitalen Videofilme betrachten, sondern auch mit einem Fingertipp einen Einblick in das kulturelle Internetangebot der Region nehmen. Der Benutzer kann somit sowohl hochwertige Videoclips als auch ständig aktualisierte Informationen aus dem Internet abrufen. Die Synthese von technisch /künstlerisch hochwertigen Videoclips und aktuellen Informationen, die die Attraktivität des [in*f*os]-Systems besonders erhöht, wird also nicht durch - technisch unbefriedigenden - Videoexport über Internet, sondern durch kostengünstigen Import von Internettexten in das Videosystem erreicht.

„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 Bildanlayse,
- 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 konstengünstig 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 (Ordnern) 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 providet 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 adaptibility
- 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

MUSYS, das integrierte Präsentations- und Dokumentationssystem

Martin Sylvester
Dipl. Informatiker, Teammanager Museen
Dynix / MDIS GmbH
Ruwoldtweg 15
22309 Hamburg
Telefon: 040/6390100, Telefax: 040/63901025

Das Museum als Informationsvermittler stellt immer höhere Anforderungen an ein modernes EDV-System, die durch den Anbieter marktgerecht und EDV-mäßig erbracht werden sollen.

- Effiziente Unterstützung aller Arbeitsvorgänge von der raschen Grund-/Zugangsinventarisierung über die detaillierte, wissenschaftliche Erschließung bis hin zur Produktion von alphabetischen u. systematischen Listen.
- Hohe Flexibilität mit integrierter Modellierung von Datenkatalogen, Verwaltung eines Spektrums von einigen bis zu sehr vielen Aspekten (Eigenschaften) eines Objektes.
- Verwaltung einer theoretisch unbegrenzten Anzahl von Beziehungen zwischen den Objekten/Nicht-Objekten mit der Notwendigkeit der Recherche nach vielfältigen Suchkriterien.
- Die Notwendigkeit, die Dienstleistungen des Museums sowohl publikumswirksam einer breiten Öffentlichkeit, als auch ausgewählten Nutzern oder Mitarbeitern im Intra-/Internet anzubieten.
- Offenheit und Erweiterbarkeit des Systems im Bezug auf die Einbindung multimedialer Komponenten.

Mit MUSYS, dem integrierten Präsentations- und Dokumentationssystem für Museen, werden die gestellten Anforderungen erfüllt. Die nachfolgenden Funktionen sind realisiert und stehen Ihnen mit MUSYS zur Verfügung:

Die auf dem Client/Server Prinzip basierende EDV-Anwendung für den Museumsbereich ermöglicht die Teilnahme verschiedener Einrichtungen (Museen) in Verbund- oder Lokalsystemen. MUSYS zeichnet sich durch folgende Vorteile aus:

Die komplette Anwendungssoftware (Client) befindet sich auf den Arbeitsplatzrechnern, während die Serversoftware im wesentlichen die relationale Datenbank auf dem zentralen Hostrechner und das Netzwerk zu verwalten hat. Die strikte Unterscheidung zwischen Elementen der graphischen Oberfläche und der eigentlichen Datenhaltung bedeutet für das Museum eine hohe Verwaltungseffizienz, Flexibilität, Datenkonsistenz und nicht zuletzt auch eine große Anwenderfreundlichkeit.

Umfangreiche Recherchemöglichkeiten für strukturierte und volltextmäßig erschlossene Informationen, die von einer leistungsstarken „Indexierungs- und Suchmaschine" unterstützt werden, lassen keine Wünsche offen und führen zu Ergebnissen, die bediener-, institut-, datei- und datenfeldunabhängig ermittelt werden können. Virtuelle Suchoptionen können frei konfiguriert werden, wodurch dem MUSYS - Anwender gewissermaßen ein „intuitiver Zugang" zu der i.a. recht komplexen und heterogenen Datenwelt der Museen geboten wird.

Als MUSYS Highlights sind zu nennen: Datenbankweite Navigation mit der Möglichkeit, zwischen Datensätzen desselben Typs und insbesondere auch dokumenttypübergreifend durch die Datenbank zu navigieren; Registerblättern ohne Kenntnisse von SQL in allen Dateiarten und Aspekten; Multilingualität für den mehrsprachigen Zugang zum System; der Einsatz mehrsprachiger Thesauri und Normdateien; umfangreiche Zugriffsregularien, Einbindung von Inventar- und Verwaltungsdateien; Historizität über die Fortschreibungsaktivitäten aller Dokumente in zeitlicher und inhaltlicher Hinsicht.

Mit jedem MUSYS-Dokument können Sie beliebig viele Bild-, Text-, Ton- und Videodateien verbinden. Mittels Hypertext-Verknüpfungen als Technik zur Verdichtung der Informationen in Dokumenten, werden die Suchergebnisse im Präsentationsmodul dargestellt. Der MUSYS Media-Pool (digitalisierte Bilder, Videos...) unterstützt alle gängigen Formate und stellt die wesentlichen Verwaltungsfunktionen zum komfortablen Speichern, Verknüpfen und Wiederauffinden der Multimedia - Dateien zur Verfügung. Damit entfällt ein erhöhter Administrations- und Beschaffungsaufwand für ein spezielles Bilddaten - Managementsystem. Die Flexibilität von MUSYS gewährleistet jedoch stets die Anbindungsmöglichkeit an eine ggf. in einer späteren Ausbauphase anzuschaffende Bilddatenbank.

Die Anbindung an Bibliothekssysteme ist möglich, ebenso wie die Integration von Textverarbeitungssystemen. Hilfsprogramme zur retrospektiven Konversion ergänzen das Konzept.

Mit dem Datenaustausch im strukturierten ASCII-Format, dem Einsatz von Negativ- und Positivfiltern, zeigt sich MUSYS offen für jede Möglichkeit des Datentransfers. Ebenso kann der Datenaustausch im DISKUS-Verbund und auch mit PC-Programmen vorgenommen werden. Die Integration von CD-ROM Applikationen, wie z.B. das allgemeine Künstlerlexikon (AKL), oder auch der ICON-Browser, ist berücksichtigt.

Mit dem MUSYS - WebPAC können Sie festzulegende Teilbereiche Ihrer Sammlungsbestände oder allgemeine Informationen über Ihr Museum im Internet darstellen. Der Internet-Server von MUSYS versorgt im Prinzip jeden Interessierten, der die Sprache des Web versteht, mit dynamisch erstellten HTML - Seiten. Der „Frischegrad" der angebotenen Information kann je nach Anforderung des Services vom Betreiber bis hin zur „Online-Aktualtät" eingerichtet werden. Die Anzeige von verknüpften Bildern, Dokumenten, etc., ist selbstverständlich auch im Internet gewährleistet. Aus sicherheitstechnischer Sicht sei angemerkt, daß der Server auch „hinter einem Firewall" betrieben werden kann. Clientseitig ist jeder marktübliche Browser (z.B. Netscape, Microsoft) eingesetzbar, so daß dem Endanwender keine zusätzlichen Softwarekosten entstehen.

Das EDV-System MUSYS bietet voll integrierte Funktionen mit Möglichkeiten, die immer weiter anwachsenden Ansprüche an das Objekt-Management zufriedenzustellen. Stets an den Bedürfnissen der Kunden orientiert, wird sich MUSYS auch in Zukunft behutsam und marktgerecht weiterentwickeln.

DOKUMENTIEREN, ARCHIVIEREN, PRÄSENTIEREN

Gerd Schicker
Geschäftsführer
AVI - Ingenieurgesellschaft für audio-visuelle Informationssysteme mbH
C.-D.-Friedrich-Straße 47
01217 Dresden
Telefon: 0351/478760, Telefax: 0351/4787620

Entscheidend ist das Ergebnis

digital

- fotografieren
- dokumentieren
- archivieren
- analysieren
- publizieren

Sehen Sie selbst, was wir damit meinen. Fragen Sie, was Sie schon immer darüber wissen wollen. - Besuchen Sie unseren Stand auf der Ausstellung während der EVA'97.

Seit mehr als 5 Jahren beschäftigen wir uns mit folgenden Schwerpunkten der digitalen Bildverarbeitung.

Digitale Fotografie - Vom professionellen Studiobereich bis zum Fotojournalismus
Präsentationstechnik und digitale Videobearbeitung - Werbung und Animation
Katalogwesen - durchgängig digitaler Prozeß von der Aufnahme, Datenübertragung bis zum Druck der Bilder
Vermessungswesen - digitale Aufnahmen und Fotogrammetrie-Software
Bildanalyse - wissenschaftliche Dokumentationen, Analyse von mikro- und makroskopischen Proben
Archivierung - komplexe Bild-Text-Datenbanken und Archivierungslösungen.

Unsere interessantesten Projekte seien hier kurz umrissen:

Frauenkirche zu Dresden - Archäologische Fundstückserfassung

Erarbeitung der Technologie zur Erfassung, Archivierung und Auswertung der bei der archäologischen Enttrümmerung der Dresdener Frauenkirche anfallenden Fundstücke. Mittels digitaler Kamerasysteme, Datenbanken, Fotogrammetriesoftware und Datenspeicherung auf CD-ROM erfolgte die umfassende Beweissicherung und direkte Vorbereitung des Wiedereinbaus der Fundstücke.

Hervorzuheben ist die Neuartigkeit des Verfahrens, die hohe Produktivität, die starke Kostensenkung, die gute Verfügbarkeit der Daten und Umweltfreundlichkeit gegenüber herkömmlichen archäologischen Arbeitsweisen. Anwendungsgebiete sind Archäologie, Denkmalpflege, Vermessungswesen, Architektur, industrielle Archivierung und Katalogwesen

Freiburger Münster

In enger Zusammenarbeit mit den Nutzern entsteht ein speziell zugeschnittenes System zur Archivierung und Katalogisierung der Sammlung des Freiburger Münsterbauvereins im Zusammenspiel von digitaler Fotografie und moderner Datenbanktechnologie. Im weiteren werden neuartige Verfahren zur Schadenskartierung und zut Aufarbeitung alter Pläne in die Nutzung überführt.

Kontakte zur Zusammenarbeit bestehen zu den Technische Sammlungen Dresden, zum Verkehrsmuseum Dresden, zum Mathematisch-physikalischen Salon und zu mehreren wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen.

A14

EIN NEUES BILDAUFNAHME- UND DARSTELLUNGSSYSTEM FÜR DIE KONVENTIONELLE LICHTMIKROSKOPIE

Dipl.-Phys. Volker Tympel
Tympel Ingenieurbüro für medizinische und technische Bildverarbeitung
Konrad Zuse Str. 3, D-07745 Jena, BRD
Tel.: 03641 606011 Fax: 03641 215135 eMail: One.Magic@t-online.de
http://home.t-online.de/home/One.Magic

Zusammenfassung. Seit der Einführung der konfokalen Mikroskopie hat sich in der Entwicklung der optischen Mikroskopie wenig getan. Doch durch die Verbindung von konventioneller Lichtmikroskopie, Video- und Computertechnik können neue interessante Applikationsfelder eröffnet werden. So können zum Beispiel die physikalischen Grenzen der Schärfentiefe, die durch die Numerische Apertur gegeben sind, durchbrochen werden, und Bilder können erzeugt werden, die so im Okular nicht sichtbar sind. Auch ist es möglich, durch digitale Kontrastverstärkung Objekte mit schwachem Kontrast darzustellen. Durch Langzeitintegration können Farbfluoreszenz (für z.B. fluorescence in situ hybridization, FISH) und Wachstumsprozesse durch Zeitsteuerungen sichtbar gemacht werden. Durch Bildbearbeitung und automatische Montage können sehr hochauflösende Bilder aus kleineren Einzelbildern erzeugt werden. Mathematische Projektionen erlauben die Erzeugung von Bewegungssequenzen und Stereobildern.

Schlüsselwörter. Lichtmikroskopie, Schärfentiefe, Farbfluoreszenz, digitale Kontrastverstärkung, Bewegungsanalyse, hochauflösende Bilder, Stereobilder

1. Einige Probleme der Lichtmikroskopie

Die Entwicklung der konfokalen Mikroskopie war ein großer Schritt in der Entwicklung der Mikroskopie. Der Computer wurde zum integralen Bestandteil des Mikroskopsystems, die z-Achse nahm an Bedeutung zu und wird vom Rechner gesteuert. Konfokalen Mikroskope haben aber auch Einschränkungen bezüglich der Mikroskopierverfahren und der Objekte. Ein häufiges Problem der konventionellen Lichtmikroskopie ist die physikalisch begrenzte Schärfentiefe. Oft sind die Objekte höher als die Schärfentiefe. Solche Objekte sind nicht vollständig mit hoher Auflösung im Okular sichtbar. Die Schärfentiefe ist im wesentlichen durch die Numerische Apertur (NA) bestimmt[1]. Zwei Terme bestimmen die Schärfentiefe. Dies sind der geometrisch-optische Anteil und der wellenoptische Anteil [2,3]. Für inkohärentes grünes Licht können folgende Schärfentiefen berechnet werden:

Objektiv Vergrößerung	Numerische Apertur NA	Schärfentiefe 2b [µm]
x2,5	0,07	224
x4	0,1	110
x10	0,25	17,6
x10	0,45	5,4
x40	0,65	2,6
x40	1,3	0,65
x100	1,4	0,56

Eine hohe laterale Auflösung des Mikroskops ist mit einer hohen Numerischen Apertur linear verbunden, aber die Numerischen Apertur ist mit einer Verringerung der Schärfentiefe quadratisch verbunden. Hohe laterale Auflösung und eine große Schärfentiefe schließen sich also physikalisch aus. Wenig Licht ist gleichfalls ein Problem besonders für die Farb- Mikrophotographie. Undefinierte Farben und lange Belichtungszeiten sind typisch. Auch geringer Kontrast stellt oft ein Problem dar. Gleichfalls ist es schwierig, langsame Wachstumsprozesse im Okular zu beobachten. Durch die Verbindung von konventioneller Mikroskopie, Videotechnik und Computer können solche Probleme gelöst werden, und das mit relativ zur konfokalen Mikroskopie geringen Kosten. Es ist dann möglich Bilder zu erhalten, die eine Schärfentiefe ähnlich der von Scanning Electron Microscopes (SEM) besitzen, aber in Farbe.

2. Die Verbindung von Mikroskopie, Video und Computer

Ein normaler High-End Computer ist die Basis des Systems (Abb. 1). Der Computer steuert die z-Achse des Mikroskops und die 3chip CCD- Kamera. Diese Kamera erzeugt ein RGB Videosignal für einen professionellen RGB-Farb Frame Grabber mit 24bit Auflösung.

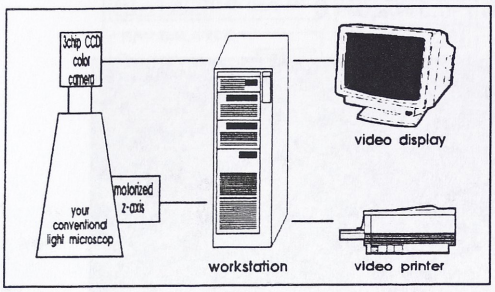


Abb. 1
High-End Computer ist Zentrum des Systems;
Eingabe: von Farbkamera;
Ausgabe: Steuerung der z-Achse,
Video Display;
Digital Video Printer;

Ein großer RAM- Bereich ermöglicht die Speicherung von 3D- Bilddaten und Bildserien. Alle Bildverarbeitungsoperationen werden durch die CPU des Rechners vorgenommen, somit wächst die Verarbeitungsgeschwindigkeit mit der jeweiligen Prozessorleistung. Ein schnelles PCI-Bussystem ermöglicht die Darstellung von 3D-Animationen mit bis zu 15 Bildern pro Sekunde.

2. Die Erweiterung der Schärfentiefe

Die Schärfentiefe ist eine physische Beschränkung des Mikroskops bei einem einzelnen Bild. Das System nimmt nun eine Serie von Einzelbildern von verschiedenen z- Positionen auf. (Abb. 2). Ein wichtiges Problem ist, die fokussierten Bereiche jetzt in jedem Einzelbild zu finden und zu einem Bild mit erweiterter Schärfentiefe zusammen zusetzen. Der Rekonstruktionsmodus hängt stark vom aktiven Mikroskopierverfahren ab. Hell- und Dunkelfeld, Durchlicht und Auflicht oder Fluoreszenz - besitzen verschiedene Funktionen für die Rekonstruktion. Die statistischen Momente von Bilddaten in lokalen Bereichen, besonders die Varianzen sind sehr nützlich, fokussierte Bereiche zu finden.

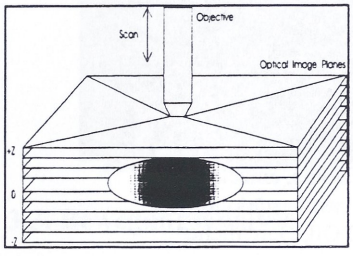


Abb. 2
Ein PC-gestützter Scan durch das Objekt;
Jede Schicht bzw. jedes Bild wird vom Frame Grabber aufgenommen und im RAM gespeichert.

Abb. 3 zeigt eines von 30 Bildern einer Serie, nur eine dünne Schicht ist fokussiert. Abb. 4 ist das Ergebnis der Rekonstruktion. Die verwendete Funktion kann wie folgt beschrieben werden:

$$V_{ext}(x,y,z) = (\mathrm{Sum}((V_m(x,y,z) - V(x+i,y+j,z))^2) / V_m^2(x,y,z)$$
$$V_m(x,y,z) = \mathrm{Sum}(x+i,y+j,z) \qquad -2 <= i,j <= +2$$

wobei V(x,y,z) der Voxelwert am Ort x,y,z für Rot, Grün oder Blau ist; $V_{ext}(x,y,z)$ läuft von z = 0 bis z = sizeZ-1 (sizeZ ist die Anzahl der Schnitte). Der maximale Wert von $V_{ext}(x,y,z)$ legt die z- Position des Fokus fest.



Abb. 3 Bein einer Hummel, einzelne Schicht;
Nur ein kleiner Bereich ist fokussiert;
Objektiv x10/0.25; Auflicht und etwas Durchlicht;



Abb. 4 Bein einer Hummel, 30 Schichten
Das gesamte Objekt ist fokussiert;

3. Option des Bildeinzuges
3.1 Digitale Kontrastverstärkung

Mit Tiefpaß- und Nachbarschaftsoperationen ist es möglich, den Kontrast durch schnelle lineare Operation zu verstärken, ohne Fourier- Transformationen zu verwenden[4,5]. Eine einfache, aber schnelle Funktion ist folgende:[6]

$$V_{out}(x,y,z) = V(x,y,z) + a * V'(x,y,z+1) + b * V'(x,y,z-1) \text{ mit}$$
$$V'(x,y,z) = \text{Sum}(x+i,y+j,z) \quad -1 <= i,j <= +1 \quad -0.5 < a,b < 0$$



Abb. 5 Zuckerkristall, einzelnes Bild,
normale Aufnahme
Objektiv x10/0.25; Auflicht

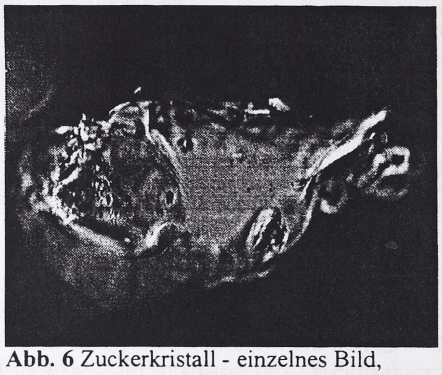


Abb. 6 Zuckerkristall - einzelnes Bild,
mit digitaler Kontrastverstärkung
Objektiv x10/0.25; Auflicht

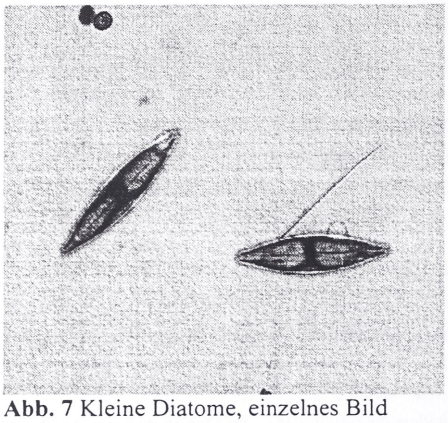


Abb. 7 Kleine Diatome, einzelnes Bild
normale Aufnahme
Objektive 40x/1,3 Oil, Durchlicht;

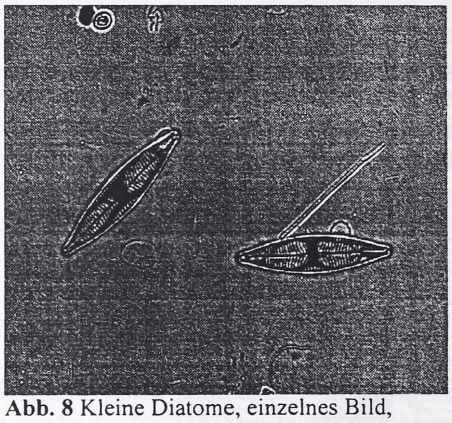


Abb. 8 Kleine Diatome, einzelnes Bild,
mit digitaler Kontrastverstärkung
Objektive 40x/1,3 Oil, Durchlicht;

Die Kontrastverstärkung kann als eine Option für jeden Bildeinzugsvorgang gesetzt werden.

3.2. Modus für geringe Lichtintensitäten

Eine andere Option für den Bildeinzug ist die Verwendung des Trigger- Signals der Kamera. Die Farbkamera kann die Zeit der Integration des CCD Chips bis zu 5 oder 10 Sekunden modifizieren. Die Empfindlichkeit kann so bis zu 256mal vergrößert werden, wobei eine zusätzliche analoge Verstärkung von 18dB auch möglich ist. Drei Arten von Sony 3 Kameras werden unterstützt: DXC-930/950 und XC-003. Eine spezielle PC- Karte steuert die Kamerafunktionen über ein Softwareprogramm (Abb. 9). Es ist sehr leicht, die Integrationszeit im Integrationsmodus umzuschalten und zu ändern. So ist es einfach, Farbvideodrucke von Fluoreszenzobjekten zu machen, wie z.B. für FISH.

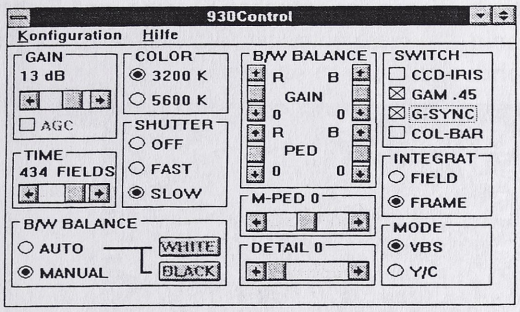


Abb. 9
Das Steuerprogramm für die Sony Kamera DXC-930
Leicht zu ändern:
* die Integrationszeit bis zu 512 Halbbildern (10 s. bis 1/10.000 s);
* die Farbabstimmung;
* die Verstärkung bis zu 18dB



Abb. 10 Pollen einer Lilie - Einzelbild
Objektiv x40/1,3 Oil; Auflicht Fluoreszenz
200msec Integration (5 Vollbilder) und 4-fache Mittelung

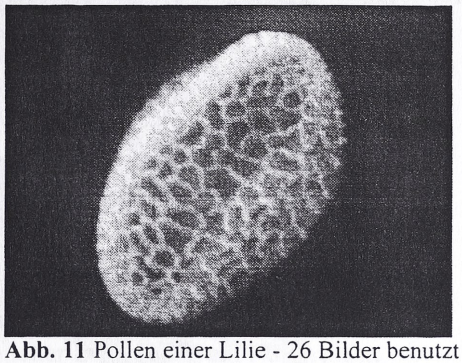


Abb. 11 Pollen einer Lilie - 26 Bilder benutzt
Objektiv x40/1,3 Oil; Auflicht Fluoreszenz

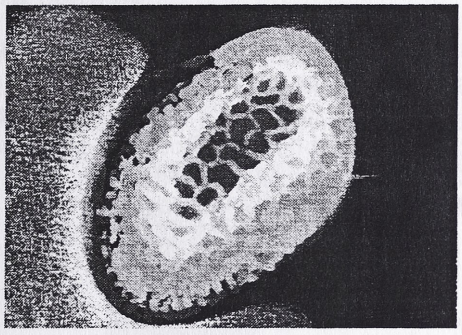


Abb. 12
Falschfarbendarstellung der Z-Position;
nutzbar für:
* Messungen der Höhe
* Berechnung von Stereo Projektionen
* Berechnung von Animationen
* Manuelle Manipulationen

3.3. Bewegungsanalyse

Die Unterschiede zwischen Bildern von verschiedenen Zeiten werden als ein neues Bild der Bewegungen oder des Wachstumsprozesses zeigt. Diese Funktion ist über einen Zeitgeber gesteuert. Der erweiterte Fokus macht diese Operation unabhängig von mechanischen Drifts des Mikroskops.

3.4. Patchwork Mode

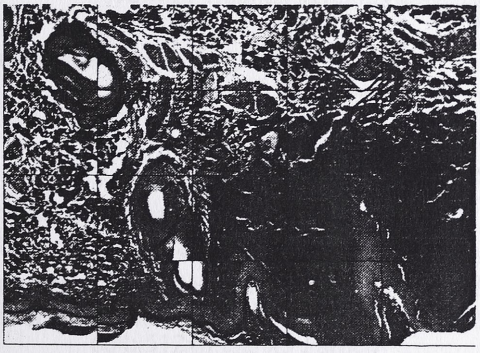


Abb. 13 Menschliche Haut als Mosaik von überlappenden Bildern;
* 5x4 Einzelbilder mit 16-fach erweiterter Schärfentiefe,
* Die Festlegung der Nachbarn wird von Hand vorgenommen;

Bis zu 7x7 überlappende einzelne Farbabbildungen generieren ein Bild mit hoher Auflösung von bis zu 4500x3500 Pixeln. Die einzelnen Bilder können Bilder mit erweitertem Fokus, verbessertem Kontrast oder niedrigem Licht sein. Der Modus beginnt mit der Festlegung der Nachbarn von Hand (Abb. 13). Dann findet das System die überlappten

Bereiche und die richtigen Positionen der Einzelbilder automatisch. Wegen des optischen Shading- und Farbeffekten ist eine spezielle Operation in den überlappten Bereichen notwendig, um diese optischen Wirkungen zu reduzieren. Auf diese Art ist es möglich, digitale Abbildungen mit einer sehr hohen Auflösung zu schaffen.

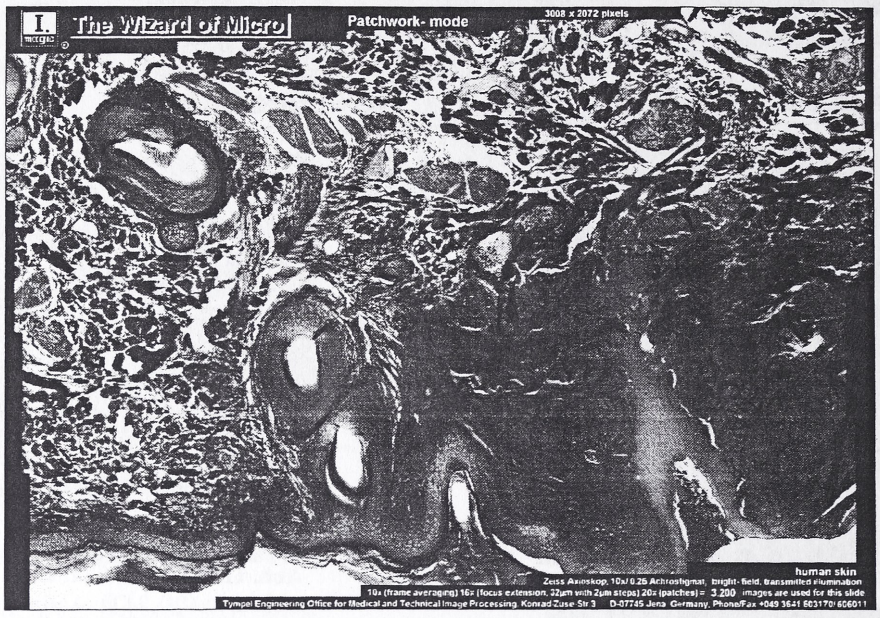


Abb. 14 Menschliche Haut aus 20 einzelnen Farbbildern (insgesamt 3200 Kamerabilder);

4. Erzeugung von Bildsequenzen und Stereobildern

Durch Berechnung von Projektionen mit verschiedenen Winkeln durch den 3D- Datenwürfel werden unterschiedliche 2D-Bilder erzeugt. Mit einer Folge von kleinen Winkeländerungen können Filme erstellt werden, die dann mit bis zu 15 Bildern pro Sekunde in voller Auflösung von 664x512 Pixel und Echtfarbe auf dem PC dargestellt werden können. Mit einem größeren Winkel können Stereobilder berechnet werden, die als Graubilder mit Rot-Grün-Brille auf dem PC darstellbar sind. Eine Erzeugung von Farb- Stereo- Dias ist mit einem Diabelichter gleichfalls möglich.

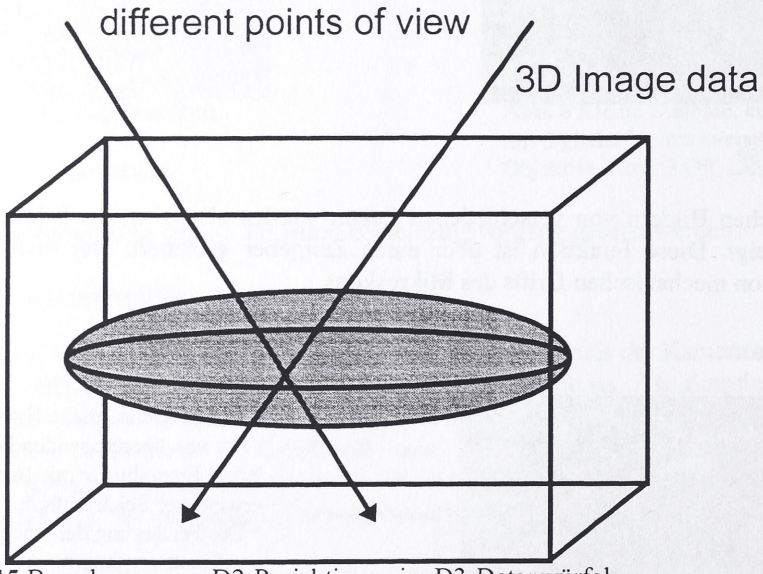


Abb.15 Berechnung von D2-Projektionen im D3-Datenwürfel

Durch die Benutzung eines zweiten speziell für die Darstellung von Stereobilder ausgerüsteten PC mit LCD-Shutterbrillen ist es möglich, vollständige interaktive Bildpräsentationen mit Bildbeschriftungen und synchronem Ton zu erstellen. Diese Form der multimedialen Präsentation eignet sich besonders für Lehr- und Demonstratrions-Programme über räumliche Strukturen.

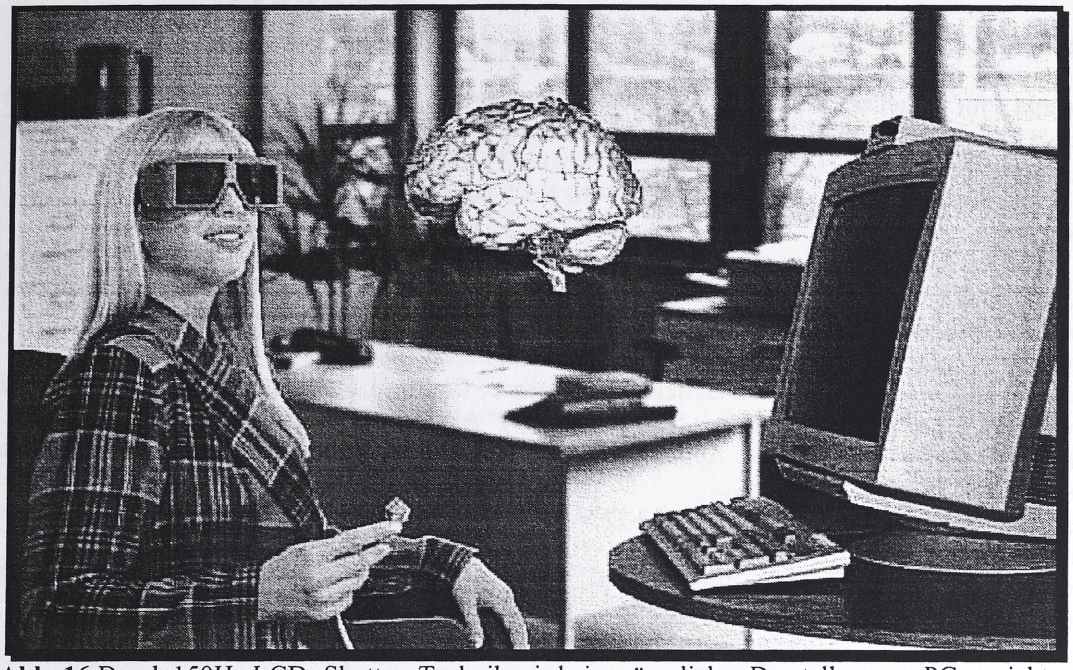


Abb. 16 Durch 150Hz LCD- Shutter- Technik wird eine räumlicher Darstellung am PC erreicht.
(Bildmontage - die Bilder bleiben natürlich real auf dem Monitor)

4. Benutzte Software

Die Software wurde mit MS-Windows 3.11 und MS-Visual C++ Version 1.52 mit /G3 Option für schnellen 32-Bit i386 Code entwickelt. Für die Programmierung des Frame Grabbers wurde das Entwicklungspaket (SDK) vol. 1.32 von IMAGRAPH Inc. benutzt. Für PC- Diashow wurde ein Entwicklungspaket der Firma Neotek benutzt.

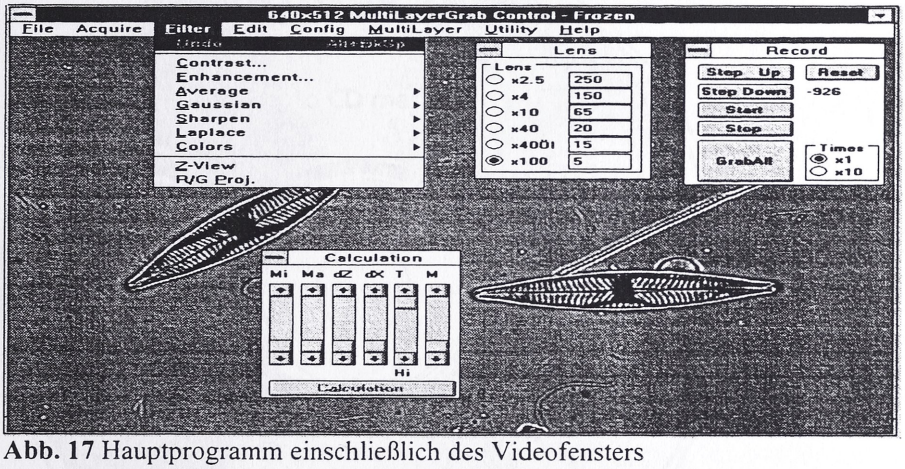


Abb. 17 Hauptprogramm einschließlich des Videofensters

6. Benutzte Hardware

Workstation:	Jentech Pentium 200 MHz PCI; 64 MByte RAM; 17" Display;
Kamera:	3chip Sony DXC-930/950; 768 x 494 Pixels; 1/2-Zoll Bayonet
	3chip Sony XC-003; 768 x 494 pixels; C mount
Frame Grabber:	Imascan Precision/ RGB true color frame grabber with S-VGA
Z-Control:	via RS232C for CZ- MCU26 and Leica DM
	Märzhäuser Schrittmotor direkt über PC-Karte
Video Printer:	Sony UP-D1500CNE, Digital Sublimation Heat Transfer;
	664x512x8 bits x3 Farben
Mikroskope:	Carl Zeiss Jena, JENATECH inspection
	Carl Zeiss Jena, AXIOSKOP 20 + FL-9
	Leica DM-RXE
	Askania RML 5

7 . Danksagung

Der Autor dankt Prof. Mueller, Technische Fachhochschule Berlin, für die hilfreichen Diskussionen. Der Test des Systems wurde durch die Firmen Carl Zeiss Jena, Leica (Mikroskope) und JENTECH GmbH (Workstation) unterstützt.

8. Literatur

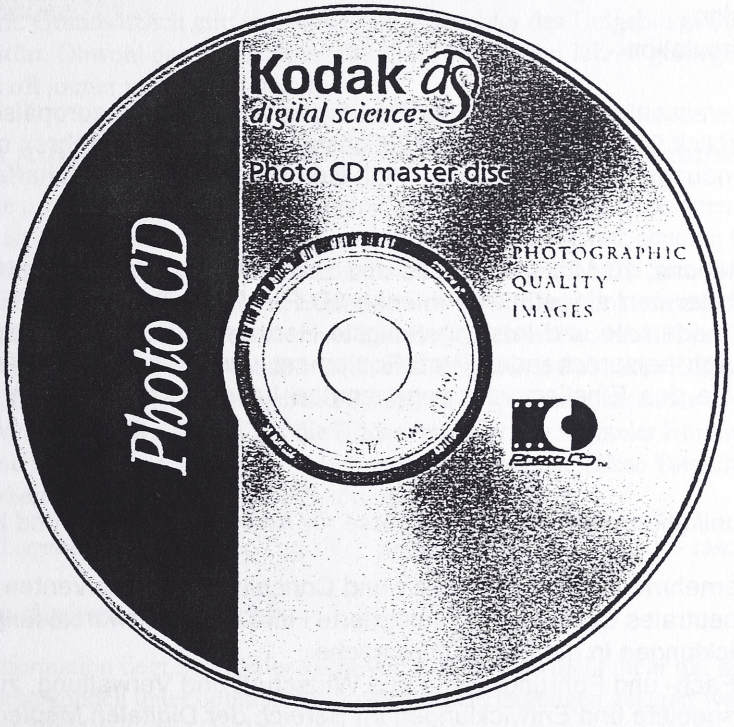
1. G.Rosenthal, "Bemerkungen zur Tiefeneinstellgenauigkeit des Mikroskops", Optik Vol.9 pp.435, Stuttgart 1952
2. E. Grimsehl, "Lehrbuch der Physik" Vol.3 pp.184-185 Leipzig 1985
3. H. Riesenberg, "Handbuch der Mikroskopie" Vol.3 pp.52-54, Berlin 1988
4. T.Holmes, "Blind Deconvolution in Widefield Fluorescence, Confocal Fluorescence and Transmitted Brightfield Microscopy", Conference "Confocal and Near-field Microscopy" Abstracts, Munich 1994
5. D.G.Weiss, "Principles, Practice, and Applications of Video-Enhanced Contrast Microscopy", Electronic Light Microscopy, pp. 106-136, New York 1992
6. V.Tympel, "Generation and Deconvolution of 3-D Voxel Cubes with Leica DM and Optimas", Zoological Studies 34, pp. 15-16, 1995 Taipei
7. J.T.Holmes,"Image Restoration for 2-D and 3-D Fluorescence Microscopy", Visualization in Biomedical Microscopy, Kriete, pp.283-327, Weihnheim 1992

Kodak AG
Kodak Professional

Herr Hofmann
70323 Stuttgart
Tel: 07 11 4 06-53 01
Fax 07 11 4 06-26 23

Professionelle Dienstleistung
rund um's Bild.

Das digitale Original



- Medienneutraler Farbraum
- Internationaler Standard
- Optimale Datenstruktur und Datenmenge
- Image-Pac Architektur

Silicon Studio/Berlin
Trainings- und Kommunikationscenter für High-End Computergrafik und digitale Medien

Seit rund zwei Jahren bietet das Studio im High-End-Bereich ein breites Spektrum an Vollzeit-, berufsbegleitenden- und Compact-Trainings an. Mit seiner breiten Palette, vom Einsteigerkurs Multimedia bis zu den Profikursen für 3D Modelling und Animation, hat sich das Studio in der kreativen Szene bundesweit einen Namen gemacht. Das aktuelle Programm beinhaltet:

- **Intensiv-Trainings** im Bereich 3D Modelling & Animation mit 3D Studio MAX, Softimage|3D und PowerAnimator
- **Projektorientierte Trainings** wie z.B. die Qualifizierung zum 3D Operator/Designer Softimage oder Max
- **Special Offers** wie die berufsbegleitende Qualifizierung zum Game Designer in Kooperation mit der Firma Terratools GmbH.
- **Vollzeit Qualifizierungen** zum Multimedia-Producer
- **Kompakt-Trainings** in den Bereichen Multimedia-Authoring, Digitale Bildbearbeitung sowie World Wide Web & Internet
- **Spezialisierte Fachkurse und Firmenschulungen** in den Bereichen Architektur, CAD und Bühnentechnik

Teilnehmer
Die Teilnehmer der Studiotrainings kommen aus den Bereichen:

- Film-, Video- & TV- Production
- Postproduction
- Werbung
- Multimedia / World Wide Web
- Architektur & Design
- Visualisation & Simulation

Silicon Studio / Berlin
am ITW

Zunehmend werden auch Interessenten verschiedener Berufsgruppen aus dem europäischen Ausland geschult, die sich einen Überblick über Multimediaproduktionstechniken und -verfahren oder die Leistungsfähigkeit und Anwendungsmöglichkeiten von High-End Programmen verschaffen wollen.

Studiotechnik
Mit 10 High-End SGI-Workstations, 10 Multimedia-PCs und zusätzlich, ab November 1997, 21 Intergraph Workstations, die bereits mit der neu eingeführten Intense 3D Pro 2200 T- Grafikkarte ausgestattet sind, verfügt das Studio über die modernste und leistungsfähigste Hardwareplattform im Trainingsbereich. Die installierte Hardware wird durch entsprechendes Profi-Equipment und Software für alle relevanten High-End-Applikationen ergänzt, die den Einstieg vom sogenannten Low-End bis hin zum Projekttraining im High-End-Bereich abdecken.

Weitere Studioaktivitäten:

- Medientreffpunkt, Kommunikationszentrum und Jobbörse für Anwender, Trainer und Kreative der digitalen Welt
- Trainingszentrum für Unternehmensgründer, Support und Consulting für Absolventen
- Benchmarking, herstellerneutrales Consulting für integrierte Hard- und Softwarelösungen
- Events zu aktuellen Entwicklungen in der Computerbranche
- Studiopräsentationen für Fach- und Führungskräfte aus Wirtschaft und Verwaltung, zur Information über aktuelle Anwendungsgebiete und Entwicklungen im Bereich der Digitalen Medien.
- Durchführung oder Sponsoring von Wettbewerben wie z.B Join Multimedia von Siemens-Nixdorf für Schüler
- Entwicklung von mediendidaktischen Unterrichtskonzepten für Lehrer, im Rahmen des T.I.M.E. for Future Projekts
- Multimedia-Ferienkurse für Kids

Autorisierungen/Partner
Das Silicon Studio/Berlin ist autorisiertes Trainingscenter von Silicon Studio Inc., Mountain View/Kalifornien und Autodesk GmbH Deutschland.
Seit August 1997 existiert die Partnerschaft für Kooperation und Joint Marketing mit Intergraph Deutschland

DIGITALE LANGZEITARCHIVIERUNG VON PHOTOGRAPHIEN

Bilderbank AG
Sägestrasse 5
CH - 4104 Oberwil / BL
SCHWEIZ
Telefon: + 41 61 / 403 04 70, Telefax: + 41 61 / 403 04 74

Photographien in Museen, Sammlungen und Archiven

Seit etwa 1900 ist die Photographie ein kommerzielles Massenprodukt, daher haben sich bis heute riesige Bestände angesammelt. Obwohl die Photographie als künstlerisches Medium eine große Bedeutung erlangt hat, sind die meisten Aufnahmen rein dokumentarischer Art. Die Photographie gilt als visuelles Dokumentationsmedium des 20. Jahrhunderts. In ihr spiegeln sich alle Ebenen und Entwicklungen unserer Gesellschaft während der letzten 100 Jahre wieder. Damit ist die Photographie selbst zu einem wesentlichen Bestandteil unserer Kultur geworden.
Photographien besitzen, verglichen mit anderen kulturellen Dokumenten (z.B. Büchern oder Gemälden), eine relativ geringe Stabilität. Typische Schäden bei Schwarzweißbildern sind neben dem Aussilbern und Vergilben das Essigsäure-Syndrom sowie Schäden durch saure Trägermaterialien. Bei Farbphotographien führt die Zerstörung der Farbstoffe (durch Licht und Wärme) zum Ausbleichen der Bilder. Hinzu kommen biologische und mechanische Schäden wie Pilzbefall, Kratzer oder Glasbruch.
Allen chemischen Zerfallsprozessen ist eine unangenehme Eigenschaft gemeinsam: sie lassen sich nicht verhindern, höchstens verzögern. Grundsätzlich gilt: je wärmer und je feuchter das Umgebungsklima ist, desto schneller werden Photographien zerstört. Obwohl das Problembewußtsein in den letzten Jahren gestiegen ist, wird der langfristige Zerfall von Photographien oft immer noch unterschätzt.

Die klassischen Aufgaben eines Museums führen zu einem Dilemma

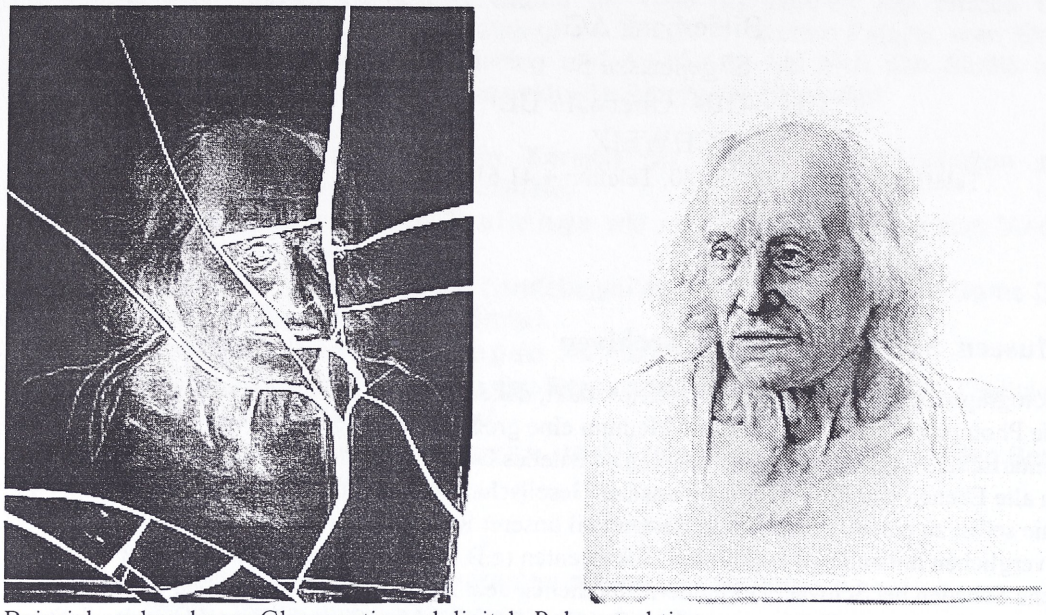
Die große kulturelle und wissenschaftliche Bedeutung photographischer Sammlungen ist oft genug hervorgehoben worden. Ihr Erhalt ist aber nicht nur die Aufgabe von Museen und Archiven, sondern sollte für unsere gesamte Gesellschaft eine Selbstverständlichkeit sein. Doch wem nützt eine photographische Sammlung, wenn sie nicht betrachtet werden kann ? Im Idealfall sind die gesamten Bestände einer Sammlung dokumentiert und katalogisiert, um den Zugriff auf die gewünschten Bilder einfach und schnell zu ermöglichen. Photoarchive sollten aber nicht nur einzelnen Historikern und Forschern offenstehen, sondern auch einem breiteren Publikum Zugang zu ihren Schätzen gewähren. Um Photographien möglichst gut vor möglichen Schäden zu bewahren, müssen sie dunkel, kühl und trocken gelagert werden. Dadurch wird jedoch der Zugriff auf die Bilder erschwert. In normaler Büroumgebung sind die klimatischen Verhältnisse für eine korrekte Lagerung von Photographien ungeeignet. Diese Tatsache und die mechanische Beanspruchung beim Arbeiten beschleunigen die Zerstörung der Aufnahmen.

Optimale Lagerung - erschwerter Zugriff ←→ Optimaler Zugriff - rascher Zerfall

Die Lösung: ein digitales Bildarchiv

Die gesamte Bildinformation liegt in digitaler Form vor, es muß also nicht mehr mit den gefährdeten Originalen gearbeitet werden. Diese können unter optimalen klimatischen Bedingungen gelagert werden (*preventive preservation*). Da sich die digitalen Bilddaten ohne Qualitätsverlust kopieren lassen, besitzen sie eine unbegrenzte Lebensdauer (kein Generationsverlust). Sowohl die Beschlagwortung und Katalogisierung einer Photosammlung als auch die Bildrecherche lassen sich wesentlich komfortabler und schneller durchführen, wenn die Bilder bereits digitalisiert sind. Darüber hinaus gestalten sich auch viele nachfolgenden Dienstleistungen einfacher, z.B. die Bildausleihe oder das Anfertigen von Abzügen.
Photographische Sammlungen können erst effizient genutzt werden, wenn der Zugriff auf ihre Inhalte schnell und einfach möglich ist. Hierzu gehören nicht nur die komplexen Suchmöglichkeiten moderner Datenbanken, sondern auch die interne und externe Vernetzung. Erst der Kontakt mit anderen Institutionen ermöglicht eine sinnvolle Forschungstätigkeit. Zu den weiteren Vorteilen eines digitalen Bildarchivs zählt auch die Möglichkeit, beschädigte Bilder am Computer

zu rekonstruieren. Dabei können die wertvollen Originale nicht versehentlich zerstört werden, denn alle Schritte lassen sich problemlos rückgängig machen. Bei der Veröffentlichung von Photographien ist es ebenfalls von Vorteil, wenn diese bereits in digitaler Form vorliegen. Dies gilt nicht nur für die neuen elektronischen Medien wie CD-ROM oder Internet, sondern zunehmend auch für konventionelle Publikationsformen wie Bücher, Kataloge, Poster und Postkarten.



Beispiel: zerbrochenes Glasnegativ und digitale Rekonstruktion

Welche Anforderungen müssen erfüllt sein ?

Digitales Faksimile. Die Investition in ein digitales Bildarchiv ist langfristig nur sinnvoll, wenn die gesamte relevante Bildinformation, die in einer Photographie gespeichert ist, in die digitale Form übertragen wird. Dies erfordert einerseits eine gute Kenntnis photographischer Materialien und Verfahren, andererseits aber auch viel Erfahrung im Bereich des Electronic Imaging. Grundsätzlich sollten Photographien nur ein einziges Mal gescannt werden. Jede zusätzliche Digitalisierung verursacht nicht nur weitere Kosten, sie birgt auch immer die Gefahr einer Beschädigung der Originale.

Kontinuierlicher Datenzugriff. Der Betrieb eines digitalen Langzeitarchivs erfordert eine aktive Kontrolle. Die Datenträger müssen regelmäßig geprüft und rechtzeitig umkopiert werden, um die gespeicherte Information nicht plötzlich zu verlieren (Transkription). Auch müssen die Geräte immer wieder ersetzt und dem neuesten Stand der Technik angepaßt werden (Migration).

Die Bilderbank AG

Effizientes Digitalisieren. Die Digitalisierung großer photographischer Bestände erfordert ein hohes Maß an interdisziplinärem Know-How. Die Bilderbank AG entwickelt für ihre Kunden Konzepte, bei denen die gleichzeitige Optimierung von Qualität und Geschwindigkeit im Vordergrund stehen. Dies ist nur zu erreichen, wenn manuelle Tätigkeiten von automatischen Vorgängen getrennt werden. So muß zwar das Wechseln von Glasnegativen auf einem Scanner (wegen Bruchgefahr) immer von Hand erfolgen, doch können viele andere Operationen, etwa die Kalibrierung der Daten oder die Erstellung von Thumbnails, genausogut zu einem späteren Zeitpunkt (beispielsweise nachts) automatisch erfolgen. Aufwendige Arbeiten wie Retuschen, Rekonstruktionen oder Farbkorrekturen werden aus Kostengründen erst dann ausgeführt, wenn ein digitales Bild wirklich benötigt wird.

Digitales Langzeitarchiv. Die Bilderbank AG betreibt im Auftrag ihrer Kunden ein Langzeitarchiv für digitalisierte Bilder. Im Gegensatz zu einer Bildagentur erwirbt die Bilderbank AG aber keinerlei Rechte an den gespeicherten Bildern, diese werden lediglich treuhänderisch verwaltet. Der Zugriff auf die Bilder ist nur dem jeweiligen Auftraggeber gestattet, der die Bilddaten bei Bedarf jederzeit anfordern kann. So können die Kunden der Bilderbank AG alle Vorteile eines digitalen Bildarchivs nutzen, ohne sich um die komplexe Technologie „dahinter" kümmern zu müssen.

Kompetenzzentrum. Die Bilderbank AG ist Generalunternehmer in allen Fragen rund um digitalisierte Bilder. Der enge Kontakt zu Wissenschaft und Forschung garantiert das notwendige Know-How, hinzu kommt eine langjährige Erfahrung auf dem Gebiet der digitalen Rekonstruktion beschädigter Photographien. Die Bilderbank AG leistet ihren Kunden außerdem Hilfestellung bei weiteren Problemen wie der Auswahl geeigneter Datenbanksysteme, Registrierung und Copyrightschutz, Bildausgabe und Publikation sowie Schulung und Weiterbildung.

EIN NEANDERTALER-INNENOHR ALS OHRGEHÄNGE

Marcia S. Ponce de León und Christoph P.E. Zollikofer
Anthropologisches Institut und Institut für Informatik, MultiMedia Laboratorium
Universität Zürich-Irchel
Winterthurerstrasse 190
CH-8057 Zürich, Schweiz
Telefon: +41-1-635-6745, Telefax +41-1-635-6809

Almut Hoffmann
Staatliche Museen zu Berlin , Museum für Vor- und Frühgeschichte
Schloss Charlottenburg, Langhans-Bau
D- 14059 Berlin
Telefon: +49-30-320-91-319, Telefax +49-30-322-6422

Die Rekonstruktion der menschlichen Evolutionsgeschichte beruht hauptsächlich auf der vergleichend-anatomischen Untersuchung von Skelettmerkmalen fossiler und moderner Menschen. Anatomische Innenstrukturen sind dabei oft von besonderer evolutiver Bedeutung; sie können heute mit bildgebenden Verfahren zerstörungsfrei untersucht werden. Dazu gehört z.B. das Hohlraumsystem des Innenohrs, das strukturelle Unterschiede zwischen dem modernen Menschen und Neandertalern aufweist. Wir berichten über die Analyse und dreidimensionale Rekonstruktion dieses Systems beim Neandertalerschädel von Le Moustier, der zum Bestand der Staatlichen Museen zu Berlin gehört.

Mittels Mikro-Computertomographie wurden hochauflösende Serieschnitte der linken und rechten Innenohrregion hergestellt und die Daten auf eine Graphik-Workstation übertragen, wo sie mit eigens dafür entwickelter Software weiterbearbeitet wurden. Nach gründlicher elektronischer "Reinigung" des verstopften Hohlraumsystems auf dem Bildschirm konnte ein dreidimensionales graphisches Modell erzeugt werden. Die dabei zutage tretenden Strukturen - die Hörschnecke und die drei senkrecht zueinander stehenden halbkreisförmigen Bogengänge - bestechen durch eine eigentümliche Aesthetik, die eine künstleriche Reproduktion als Schmuckstück herausfordert. In einem nächsten Arbeitsschritt wurden deshalb stereolithographische Ausgusspräparate in natürlicher Grösse (15x7x7mm) hergestellt (beim Stereolithographie-Verfahren werden Computergraphik-Daten in Kunststoffmodelle umgesetzt: mit einem UV-Laser wird ein photosensitiver Acrylharz Schicht auf Schicht polymerisiert). Anschliessend wurden die stereolithographischen Modelle in Gips eingegossen, zur Erzeugung einer Hohlform ausgebrannt und in Silber repliziert. Ausgehend von diesem Modell wurden im Casting-Verfahren Replikate in Gold- und Silberlegierung gegossen. - Die fertiggestellten Ohrgehänge schaffen für ihre Trägerin ein interessantes Bezugssystem, einerseits zur Evolutionsgeschichte, andererseits zur eigenen Anatomie, die dem Schmuckstück unmittelbar benachbart ist.

Diese Arbeit ist aus einem Forschungsprojekt zur nicht-invasiven Rekonstruktion von menschlichen Fossilien hervorgegangen. Sie zeigt, dass die Kombination von naturwissenschaftlichen Fragestellungen mit modernen technischen Verfahren zu künstlerischen Anwendungen führt. Die Kombination von Computertomographie, Computergraphik und Stereolithographie ist überdies auch bei der berührungsfreien Rekonstruktion von Kulturgütern erfolgversprechend.

P3

Kreatives Gestalten beim Goldschmieden unter Nutzung dreidimensionaler bildgebender Verfahren und der Prototypenfertigung

GFE e.V.
Dr.-Ing. habil. Jürgen Leopold
Lassallestraße 14
09117 Chemnitz

GPA
Dr. rer. nat. Lothar Fleischer
Am Eichenwald 15
09350 Lichtenstein

Goldschmiede
Garcia Greno
Brüderstraße 18
08371 Glauchau

Zur Unterstützung der künstlerischen Gestaltung neuer Produkte auf dem Gebiete der Goldschmiedekunst als auch analoger kreativer Berufsgruppen wird im Beitrag ein Verfahren vorgestellt, daß die künstlerische Entfaltung des Menschen mit der Produktivität der Herstellung verbinden hilft.

Ausgangspunkt sind Vorlagen, die nicht in Form von Computerfiles vorhanden sind.

Im ersten Schritt werden diese Vorlagen je nach ihrer Größe entweder mit Hilfe eines scannenden Verfahrens oder bei mikroskopischen Vorlagen mit einem advanced grey-code Verfahren dreidimensional vermessen.

Zur Generierung geschlossener Flächen werden Flächenrückführungsverfahren genutzt. Sie dienen zum einen der Korrektur von fehlerhaften Stellen im gescannten Bild als auch als Basis für eine rechnerbasierte kreative Motivgestaltung. Es wird gezeigt, wie dreidimensionale Einzelobjekte zu neuen Formen und Gegenständen verbunden werden.

Im Anschluß können aus den auf dieser Weise erzeugten Objekten geklonte Prototypen hergestellt und für die weitere Anregung der künstlerischen Arbeit zur Verfügung gestellt werden. Ebenso ist es möglich, daraus Werkzeuge für die Serienfertigung herzustellen.

Die Durchgängigkeit des Verfahrens wird an Hand von Beispielen sowohl aus dem Bereich der Goldschmiedekunst als auch der Figurengenerierung beliebiger Objekte dargelegt.

Computer lernt Kunstgeschichte

Modellbasierte Klassifikation von Portraitminiaturen*

Ernestine Zolda und Paul Kammerer
zolda@prip.tuwien.ac.at, paul@prip.tuwien.ac.at
www.prip.tuwien.ac.at

Technische Universität Wien,
Institut für Automation,
Abteilung für Mustererkennung
und Bildverarbeitung
Tel +43(1)58801 8161
Fax +43(1)5054668

Zusammenfassung: Die Zuschreibung von Kunstwerken aus den verschiedensten Epochen an bestimmte Künstler ist manchmal ungeklärt oder umstritten. Trotz neu erschlossener Technologien ist eine Zuordnung auf Grund einer individuellen Stilphysiognomie durch subjektive Interpretation schwierig. In einem interdisziplinärem Projekt zwischen Technik und Kunstgeschichte wird an der Erstellung eines Werkzeuges gearbeitet, das hilft, durch unvoreingenommene Rechenarbeit kunsthistorische Einordnungen zu stützen.

Modellbasierte - Klassifikation

Farbeindruck

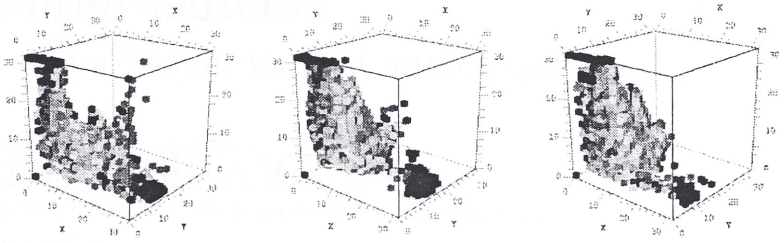
- Ein wesentliches Kriterium bei der kunsthistorischen Zuordnung der Portraitminiaturen ist der ganzheitliche Farbeindruck des Portraits.


Alphen


Ströhly


Erzherzoginnen -Meister ?

⇒ Farbklassifikation: z.B: Vorkommen einzelner Farbklassen im HLS Farbraum



Form der Gesichtspartien

- signifikante Augen- und Mundform bei einem bestimmten Künstler unabhängig vom Geschlecht der dargestellten Person

⇒ Erfassung der Form der Gesichtspartien und Bestimmung von künstlerspezifische Features z.B. Augenform, relative Abstände zwischen Gesichtspartien

Signifikanz der Pinselstriche Arbeitsweise des Künstlers

Pinselstrichdetektion
- Pinselstrichmodell
- modellbasierte Detektion

unter Berücksichtigung von
- Arbeitsweise (Aquarelltechnik)
- Malgrund Elfenbein (Schleifspuren, Maserung)

Ergebnis der Pinselstrichdetektion


(d) (e) (f)

* Diese Arbeit wurde vom Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung unter der Projektnummer P12028-MAT unterstützt.

EVA Conferences in Europe

Electronic Imaging & the Visual Arts

Conference Proceedings Now Available
&
Order form

- EVA '96 Berlin
- EVA '97 London
- EVA '96 London
- EVA '95 London
- EVA '94 London
- EVA '97 Florence
- EVA '97 Paris
- EVA '97 Thessaloniki

Elektronische Bildverarbeitung & Kunst, Kultur, Historie

EVA '96 Berlin

11.-13. November 1996

Konferenzunterlagen

Inhaltsverzeichnis

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

V1 Optische 3D-Vermessung von musealen Gegenständen mit mikroskopischen und makroskopischen Streifenprojektionsverfahren
Dr. Gottfried Frankowski (OMECA Meßtechnik GmbH, Berlin)

V2 Zeichenerkennung an Keilschrifttexten. Kohärent-optische Experimente und Ergebnisse
Dr. Günther Wernicke, Dr. Nazif Demoli[1], Hartmut Gruber, Dr. Uwe Dahms (Humboldt-Universität Berlin, Institut für Physik, Labor für Koherenzoptik), ([1] Universität Zagreb, Kroatien)

V3 Transportable Einrichtung zur 3D-Aufnahme von Skulpturen auch unter Freiluftbedingungen
Lothar Paul (Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e.V., Berlin)

V4 Optische 3D-Vermessung und Visualisierung einer lebensgroßen Metallfigur
Martin Mach, Dr. Peter Mottner, Christian Kremer und Rolf Snethlage (Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege, München)

V5 Dreidimensionale Erfassung von Denkmälern mit der Methode des kodierten Lichtansatzes
Dr. Rainer Blum (Laboratorium für Dynamik und Optik, Leonberg)

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

V6 AMUSE: 3-D Colour Imaging, Remote Access and Display
John Taylor, George Forester (National Research Council of Canada), Forrest Livingstone (Hymarc Ltd.), Réjean Baribeau (Canadian Conservation Institute)

V7 MAGIC MANSION - Der virtuelle Sommersitz
Robert Birker (TERRATOOLS Software- und Filmproduktions GmbH & Co. KG, Potsdam)

V8 Erfahrungen in der multimedialen Präsentation der Schätze der Ostgoten auf Schloß Bevern
Anne Griepentrog, Dr. Matthias Pleßow (Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e.V., Berlin)

V9 Das VideoFest im zehnten Jahr: Transmediale Präsentation elektronischer Kunst
Bea Wölfling (Mediopolis e.V., transMedia, Berlin)

V10 From Visitor Information System to CD-ROM :A challenging Journey
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)

V11 Strukturanalyse von Abläufen in Museen/Bibliotheken mit dem Ziel nachfolgender Computerisierung
Harald Krämer (Institut für Kulturwissenschaften, Wien)

V12 Werkzeuge für Bildinventarisierung, -katalogisierung und -nutzung
Dr. Alexander Geschke (CompART GmbH, Berlin)

V13 Luther Digital - Die digitale Bibliothek
Leonhard Rau (IBM Deutschland Informationssysteme GmbH, Hamburg)

V14 RealTimeImage - der erste digitale Bildkatalog im Internet
Wilhelm Halling (dimedis GmbH, Köln)

V15 Rechnergestützte Präklassifizierung von Portraitminiaturen
Robert Sablatnig, Ernestine Zolda (TU Wien, Institut für Automation, Abt. für Mustererkennung und Bildverarbeitung)

V16 Zur zerstörungsfreien Analyse von Kunstwerken mit bildgebenden Verfahren
Dr. B. Illerhaus, D. Meinel (Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin)

Präsentationen

P1 Virtuelle Tempel - Der Löwentempel von Musawwarat es Sufra
Steffen Kirchner (Humboldt-Universität Berlin, Institut für Sudanarchäologie und Ägyptologie)

P2 Multimedia-Informationssystem Pergamonmuseum
Lothar Becker (CompART GmbH, Berlin)

P3 PC-Bildmanager
Dr. Hans-Werner Maye, Margit Schmidt (Systemhaus Dr. Maye GmbH, Frankfurt/Oder)

P4 Multimedia & Design
Jaroslav Piálek (COMPAL Datenverarbeitung GmbH, Berlin)

P5 Präsentation der Schätze der Ostgoten auf Schloß Bevern
Anne Griepentrog, Dr. Matthias Pleßow (Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e.V., Berlin)

P6 Multimedia-Präsentation zum Aktionskünstler Joseph Beuys
Michael Thierschmann (LuRaTech GmbH, Berlin)

P7 CD-ROM „Martin Luther 1483-1546"
Dr. Arthur Engelbert (Gesellschaft für Multimediaproduktionen in Berlin mbH, Medienlabor für kommunikative Strategien e.V.)

P8 CD-ROM „Bauen im Licht. Das Glashaus von Bruno Taut"
Dr. Arthur Engelbert (Gesellschaft für Multimediaproduktionen in Berlin mbH, Medienlabor für kommunikative Strategien e.V.)

P9 DISKUS - Digitales Informations-System für Kunst- und Sozialgeschichte. CD-ROM-Edition 1995-1996
Dr. Andreas Bienert (Staatliche Museen zu Berlin - Preußischer Kulturbesitz)

P10 Das Museums-Inventarisierungs-System „MUSYS"
Sven Kreutzhagen (DYNIX/MDIS GmbH, Hamburg)

P11 EDV-Anwendungen in der Restaurierung
Roger Kossann, Restaurator, Bremen

P12 Chemical Mapping - Die Methode flächenhafter Darstellung von Elementverteilungen an Beispielen frischer und verwitterter Gesteine
Prof. Gerd F. Tietz, Wiebke Hachmann, Janio Victor (Universität Hamburg, Geologisch-Paläontologisches Institut und Museum)

P13 Anwendung von 3D-Studio MAX
Kurt Jankowski-Tepe, CAD-Systeme, Berlin

P14 Präsentation der 3D-Computertomographie-Daten
D. Meinel, Dr. B. Illerhaus (Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin)

P15 3D-Aufnahmesystem für den Freilufteinsatz, 3D-Vermessung von Artefakten
Lothar Paul (Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e.V., Berlin)

P16 Optische 3D-Vermessung im Mikrobereich
Dr. Gottfried Frankowski, (OMECA Meßtechnik GmbH, Berlin)

P17 grafiLAP - Feldrechner für Archäologen
Mario Wunder (Institut für Informatik in Entwurf und Fertigung zu Berlin GmbH)

P18 Computergestützte 3D-Modellierung und 3D-Präsentation am Beispiel des großen Altars von Pergamon
Joachim Schulze (Institut für Informatik in Entwurf und Fertigung zu Berlin GmbH)

P19 Präsentation einer CD-ROM-Sammlung
Dr. James Hemsley (VASARI Enterprises, Aldershot)

P20 Image Finder Cultura - Die komplette Software für effizientes Bild-Management in Wissenschaft und Kultur
Barbara Kopf (Universität Wien, Institut für Klassische Archäologie)

Diesen Konferenzband können Sie zum Preis von 30,- DM + Versandkosten bestellen bei:

GFaI e.V., Kerstin Geißler
Rudower Chaussee 5, Geb. 13.7, 12484 Berlin

Tel.: +49 (0) 30 6392 1643 Fax: +49 (0) 30 6392 1602
eMail: geissler@gfai.de

EVA'97 London

MAJOR CULTURAL INITIATIVES

♦ Arts & Technology in California	♦ Gloria Woodlock, Californian Arts Council
♦ Arts & Technology in Tuscany	♦ Guiliano Bianchi & Walter Ferrara Tuscany Hi-Tech Network
♦ Digital Imaging: a Scottish Project, SCRAN	♦ Bruce Royan Scottish Cultural Resources, Access Network, SCRAN
♦ Development of the Oslo Area as an International Focal Point of the Global Information Society	♦ George Mihaies, NIGHT AS

LEADING BRITISH INSTITUTIONAL CASE STUDIES

♦ Digital Photography in the British Library	♦ John Fletcher, British Library
♦ Achieving Consistency in Object Description	♦ Vince Freeman Metropolitan Police Service, London

INTERNET & WEB PRACTICE

♦ Finding the MUSE: Lessons from Partnering with University Students to Build a Museum Educational Web Site	♦ James Devine, Hunterian Museum University of Glasgow
♦ Standards and Quality for Art on the Internet	♦ Tony Gill, Surrey Institute of Art & Design

PUBLISHING & RESOURCE BASE MANAGEMENT

♦ Art Theorists of the Italian Renaissance	♦ Tony O'Rourke, Chadwick Healey
♦ Digital Media Asset Management for the 21st Century	♦ Peter MacGregor i-Base Image Systems
♦ IT, Art & Mental Health	♦ Sally McKeown, National Council of Education Technology NCET & Roger Bates, Inclusive Technology

EVA'97 London

CASE STUDIES AT THE LEADING EDGE

♦ The British Museum's COMPASS Project	♦ Peter Main, British Museum & Ian Henghes, Diverse Interactive
♦ Between the Past & the Future: Creating Context in the Digital Realm	♦ Tony Hushion & Kathryn Saunders Royal Ontario Museum
♦ The Virtual Endeavour Experiment	♦ James Johnson Natural History Museum
♦ Sicily from the Air	♦ Mario Bucolo, ABIS Multimedia
♦ The Virtual Dig - A Problem Solving Interactive	♦ Mark Leslie Martello Multimedia
♦ Publishing Multimedia in Archaeology	♦ Alan Vince Internet Archaeology
♦ The Development of an Integrated Public Access System to Libraries and Heritage Multimedia Collections	♦ Andrew Coggins Oxfordshire County Council

SPECIAL NEW TECHNOLOGY TOPICS

♦ Using Visual Techniques for Retrieval in Networked Art Image Databases & Design	♦ Catherine Grout, Surrey Institute of Art & Will Vaughan, Birkbeck College
♦ Pictorial Content Based Indexing & Search of Heraldic Images	♦ Alexandra Psarrou University of Westminster
♦ A Vision of the Future for the Broadband World: The Case of Aerospace Museums	♦ Michael Fopp Royal Air Force Museum
♦ Modelling the Future City	♦ Robert Tavernor & A Day University of Bath
♦ Evaluation of Virtual Reality in Archaeology	♦ Paulette McManus University College London

EVA'96 London

CASE STUDIES

♦ The Karlsruhe Media Complex	♦ Lothar Spree Staatliche Hochshule für Gestaltung
♦ Upon Every Person There is a Name	♦ Ora Haikin Jerusalem, Israel
♦ The Art of Design for Art	♦ Rory Matthews Cognitive Applications, UK
♦ The Development of an Automatic Colour Correction System for the National	♦ Paul Glenshaw, The National Gallery of Art Gallery of Art's Micro Gallery, Washington DC, USA
♦ Lead, Follow or Get Out of the Way	♦ Susan Edwards & Anne Buddle National Galleries of Scotland
♦ VIDEOMUSEUM	♦ Catherine Mueller Videomuseum, France
♦ Multimedia & Telecommunications in Russian Museums (1980s -1996)	♦ Lev Noll, Pushkin State Museum of Fine Arts, Moscow, Russia
♦ CHIP: A Case Study in Developing a Hypermedia Program for the Detroit	♦ T Robinson, A Kambouris, M Sikora, The Detroit Institute Institute of Arts
♦ Acquiring & Printing High Resolution Colormetric Digital Images of Flemish Masterpieces: Presentation of the MARC Book	♦ Andreas Burmester, Lars Raffelt Bayerische Staatsgemäldesammlungen Germany
♦ Information Management Techniques for Art Publications, Production & Delivery	♦ Andrew Brasher, Roberto Minio PIRA International, UK
♦ The Magic Lantern Art Gallery: Opportunity for a Paradigm Shift:	♦ Peter Young P Young & Partner, Switzerland
♦ Electronic Imaging & Modern History: Use & Embedding of Interactive Media in a Museum of Contemporary History	♦ Hermann Schäfer Haus der Geschichte, Germany
♦ Picturing Guildhall's Treasures	♦ Oliver Vicars-Harris The Corporation of London

EVA'96 London

WEB PUBLISHING & COPYRIGHT

- Virtual Museums and the Experience of History: A Case Study in the History of Electronics — B James, R Burns, J Beavis & J Stodd, School of Conservation Sciences, Bournemouth University
- Artistic Licence in the Digital World — Anna C H Booy, Dallas Brett Solicitors, Oxford, UK
- The IMAGE-IN Project: Service and Technical Specification — Lewis Orr, Bridgeman Art Library; Niall Fallon, Circuits

EDUCATION & THE ARTS

- The Museum Educational Site Licensing - Project: Technical Issues in the Distribution of Museum Images & Textual Data to Universities — Howard Besser, University of California; Christie Stephenson, University of Virginia
- Extending the Art Curriculum Using New Technologies — Kevin Mathieson, National Council for Education & Technology
- A Journey Into the Picture Plane — Peter Maloney, Chelsea College of Art & Design

New Developments - 3D

- The New Development of Hi-Vision Museum — Tadoru Kato, Tokyo Hi-Vision; Kunihiko Hontani, Panasonic, Japan
- AMUSE: 3D Colour Imaging, Remote Access and Display — J Taylor, R Baribeau, F Livingstone, G Forester, Canadian Conservation Institute
- Creating 3D Virtual Museum Exhibits Using Data Creator — Stuart Hamilton, 3D Scanners, UK
- Virtual Lowry: A World Within a World — Bob Stone, Centre for Virtual Environments, University of Salford
- Virtual Reality Systems: Museums — David Shapiro, Institute for Libraries Problems of Computers Technology & Informatization, Moscow

EVA'96 London

NEW TECHNICAL DEVELOPMENTS

♦ From 'Virtual Librarian' to 'Virtual Curator'	♦ Catherine Grout, Birkbeck College University of London
♦ Document Engineering: A Generic Approach and its Application in the Context of a Major French Museum	♦ Luc Sonké, Société des Technologies et Systèmes d'Information, STSI
♦ Beyond HyperText: Adaptive Interfaces for Virtual Museums	♦ Douglas MacKenzie, DMC Ltd Glasgow
♦ Narrative, Technologies, and Cultural Change	♦ Alan Peacock, School of Art & Design, University of Hertfordshire
♦ New Approaches to Working with Images in Large-Scale Multimedia Archives	♦ W Hall, F Colson, H Davis & P Lewis, University of Southampton
♦ Recent Results in High Resolution Image Compression Using Wavelets	♦ Reiner Creutzburg Fachhochscule Brandenburg
♦ Flexible Access to Multimedia Museum Collections	♦ Douglas Tudhope & Carl Taylor University of Glamorgan, Wales

FUTURE STRATEGIES & VISIONS

♦ Sums & Summa	♦ Kim H Veltman, Toronto University
♦ Hype & Reality in the Virtual Museum: Some Initial Problems	♦ Terry Hemmings, D Francis & Dave Randall, Manchester Metropolitan University
♦ New Information Technologies in the Sphere of Culture & Art in Russia	♦ E Kovalenko, N Brakker & L Kujbyshev, Ministry of Culture, Moscow
♦ Metropolitan & Regional Strategies in the Visual Arts & New Technologies	♦ Prof. Vito Cappellini Florence University Dr David Clarke National Museums of Scotland
♦ Some EC Initiatives in the Cultural Area	♦ B Smith, DGXIII, European Commission
♦ UK Department of Trade & Industry Initiatives	♦ G Mogg & J Thompson, DTI Enterprises
♦ The EVA CLUSTER and MAGNETS Projects	♦ James Hemsley, EVA Chairman BRAMEUR & VASARI

EVA'95 London

CASE STUDIES

♦ The new VASARI Museum Laboratory System at the Uffizi Gallery	♦ Prof. Vito Cappellini, Florence University Bruno Brunelli, Sidac
♦ The Story of Glass	♦ Oliver Watson, V&A, David Whitehouse & Donna Yeaman, Corning Museum of Glass
♦ A Digital art-Image database using Borland Paradox	♦ G T Kekkiris, Domocritus University of Thrace Greece
♦ The IMAGE Project at the San Diego Museum of Art	♦ Holly Witchey, San Diego Museum of Art
♦ The Potential of the Electronic Image within a Commercial Picture Library	♦ Harriet Bridgeman, Caroline Rodgers, Bridgeman Art Library
♦ The Flying Dutchman: An Interactive Journey into Maritime History	♦ Sjoerd de Meer Maritime Museum, Rotterdam
♦ The Brazilian Contemporary Art Project	♦ Charles Watson, Rio de Janeiro
♦ Museum of Cycladic Art and Information Technology Applications	♦ Kiki Birtacha, Goulandris Cycladic Museum Nico Dessipris, Athens Technology Centre
♦ Putting European Cartoons in front of a World Audience	♦ David Edgar Booth, Cartoon Art Network, Brighton
♦ The JASON Project: a Video Broadband System	♦ Philip Philips, National Museums & Galleries on Merseyside, Liverpool
♦ Virtually the 19th Century: the Digital Archives of Regency Brighton	♦ Nick Tyson, The Regency Project, Brighton
♦ Alinari Archive: an Interactive Example of an Historic Archive Entering into the Future	♦ Andrea de Polo, Fratelli Alinari
♦ 3-D Measurement and Modelling in Cultural Applications	♦ Gerd Stenke, GFaI, Berlin
♦ Virtual Reconstruction of Cultural Objects	♦ Alfred Iwainsky & Joachim Schule, IIEF, Berlin
♦ MUSY: a multimedia planning & design system	♦ Juergen Sieck, FHTW, Berlin Michael Pocher, GFaI, Berlin

EVA '95 London

FUTURE APPLICATION, TECHNOLOGIES, STANDARDS & STRATEGIES

♦ The International art Line Project & AXIS National Arts Register for England	♦ Yvonne Deane, AXIS Leeds Metropolitan University
♦ Making Irish Art History Accessible Remotely	♦ Philip Macedvansoneya, Trinity College, Dublin
♦ Users & Usage of Multimedia in the New Museum of Scotland	♦ Mike Spearman, National Museums of Scotland
♦ The Information Revolution: a Strategic Issue for Museums	♦ Wendy Sudbury, Museum Documentation Association, Cambridge
♦ Making the Most of the web: Information and Interactivity	♦ Trish Cashen CTI Centre for Archaeology & History
♦ CHIN and the World Wide Web Virtual Library of Museums	♦ Jonathan Bowen, Oxford University
♦ Portable digital Assistant for Museum Visitors: the VAMP Project	♦ Alex Geschke, CompART, Berlin
♦ Information Technology as the Servant of Art	♦ David Clark, i-Media
♦ A System Approach to the Management of Photographs and Other Information Sources Within the Conservation Field	♦ Bosse Lagerqvist & J Rosvall Gottenburg University
♦ Metaphors we Design by: Language, the Visual Arts & Electronic Document Design	♦ Jabe G Wilson The London College of Printing
♦ A Needle in a Haystack? Accessing Intellectual Content in a Digital World	♦ Norman Desmarais CD-ROM World USA
♦ The Getty AHIP Imaging Initiative	♦ Jennifer Trant, Getty AHIP USA
♦ Still Picture Interchange	♦ Jean Barda, AVELEM
♦ Preserving and Maintaining Electronic Resources in the Visual Arts for the Next Century	♦ Seamus Ross The British Academy, London
♦ The Hidden Dangers of Electronic Publishing	♦ Paul Doering, CoOpportunities USA

EVA'94 London

CASE STUDIES

♦ La Gestion des Collections au Musée du Louvre	♦ Marie-Lucie Dequier
♦ SOFIA: An Electronic Library on Byzantine	♦ Gorge Tsakarissianos, Lambrakis Research Foundation, Greece
♦ The Baroque in Sicily	♦ Mario Bucolo
♦ Catching the Trains: an Application of High Resolution Technology at the National Railway Museum	♦ Ben Booth, Science Museum, London Dieter Hopkin, National Railway Museum, York
♦ The Mount OLYMPUS Project	♦ Nicos Dessipris & Evi Varsou Athens Technology Center
♦ Article Classification and Identification system	♦ Jill McTigue New Scotland Yard, London
♦ The Reader's Digest Corporate Art Project	♦ Linda Serenson Colet, Reader's Digest, USA
♦ The EmbARK Trilogy	♦ Katherine M Pfaff, Digital Collections Inc., Scott Bell, Californian State University, Andrea Notman, Harvard University Art Museums
♦ Multimedia at the Amparo Museum	♦ Angeles Espinosa Yglesias, Museo Ampora
♦ Artequin Museum, an Interactive Approach to Art	♦ Carmen Vergara, Artequin Museum
♦ SPIRO, a Visual On-Line Public Access Catalogue	♦ Maryly Snow, Berkeley University California

IMAGE & MULTIMEDIA TELECOMMS

♦ CIMI: Developing standards for Open Interchange of Multimedia	♦ John Perkins, Consortium for the Computer Interchange of Museum Information, Canada
♦ The RAMA Project	♦ Guillermo Cisneros, UPM Madrid Ana Luisa Declaux, MAN Madrid
♦ The LACE Project - Greek Archaeology by Super High Speed Telecomms	♦ Bill Bunn, BT Research Labs Donna Kurtz, Ashmolean Museum, Oxford

Electronic Imaging & The Visual Arts

EVA '97 Florence

19-24 March 1997

Conference Proceedings

Contents

1 Interactive Multimedia Applications Development for Enhancing the Technology Museum of Thessaloniki Exhibits
N. Pachtas, L. Makris, P. Tsarchopoulos, M.G. Strintzis, G. Provataris, N. Economu

2 Wavelet-Based Image Watermaking
Marco Corvi, Roberto Maccio and Gianluca Nicchiotti

3 Image Databases: Content & Connectivity
Marilyn Deegan

4 Automatic Surface Reconstruction of 3D Works of Art
Federico Pedersini, Augusto Sarti, Stefano Tubaro

5 A New Computer Assisted Diagnosis for the Safe of Ancient Monuments
L. Appolonia, D. Marini, L. Moltedo, P. Salonia, O. Salvetti

6 Classification and Informational Restoration of Historical Archives
Sara Calabrò, Giorgio Menzio, Edoardo Rovida

7 Advanced Technologies for Cultural Heritage Preservation: „The Mummy Of Similaun" (a Case Study)
Alessandro Mecocci

8 VAN EYCK
Telematics for Libraries Project 4-1054 Workpackage 4B (3rd Operational Prototype)
Martyn Simpson

9 AQUARELLE and Hypermuseum Project. The Finsiel Experience
Bruno Brunelli

10 Textile Collections On-Line: The *Tissus* Project
Sergio Copelli

11 The MultiSpace Project on Multimedia Systems Quality
Adrian Cowderoy and John Donaldson

12 Les Images des Musées Comme Supports de l'Enseignement des Langues sur Internet
Laura Garcia Vitoria

13 Digitisation - a New Educational Opportunity
W H T Vaughan

14 Education & Training: Ulisse per la Didattica
Irene Gattuso

15 Pour une Révolution du Savoir: Les Musées Européens seront-ils aux Côtés des Université?
André Jean-Marc Loechel

Published in England by VASARI Ltd.
Alexander House, 50 Station Road, Aldershot, Hants GU11 1 BG
Tel.: +44(0)1252 350780 Fax: +44(0)1252 342039

Electronic Imaging & The Visual Arts

EVA '97 Paris

Images Numériques Appliquées aux Arts Visuels

2 Septembre 1997

'Proceedings' des conférences

Contents

Quality of Imaging & Content

1 The Gifu Hi-Vision Museum Experience
Tsuneo Morimoto, GIFU Prefectural Government

2a Colour Correction & Electronic Marking for Image Distribution
M. Barni, V. Cappellini and A. Piva, Dipartimento di Ingegneria Elettronica, Università di Firenze

2b The Breadth and Depth of Multimedia Quality
A. J. C. Cowderoy, AC\Europe

3 Digitising Photographic Collections:
a Case Study at the Museum of Modern Arts in New York
Linda Serenson Colet, Kate Keller and Erik Landsberg, The Museum of Modern Art New York

4 DIAD: Digitisation in Art and Design
Pat Batley, Dr. Gordon Selley, Mark Gaved, DIAD Project, London College of Printing and Distributive Trades

5 The Princeton Index of Christian Art - Facing the Millenium
Colum Hourihane, Index of Christian Art, Department of Art & Archaelogy

6 Stained Glass: The Medieval Multimedia Experience
Lindsay W. MacDonald, Cheltenham & Gloucester College of Higher Education

7 Textile Collections On-Line: The *Tissus* Project
Sergio Copelli, R&S Informatica

8 The Aesthetic Experience with a Virtual Environment Work of Art
Dena Elisabeth Eber, Computer Artist School of Art

9 Création d'un Facsimilé Interactif pour un Bible Enluminée du XIIIème siècle
Danielle Mincio, Bibliothèque cantonale et universitaire de Lausanne

3D Imaging & Display

10 The Third Dimension - A New Way of Seeing in Cyberspace
Forrest Livingstone and Ken Evans, Hymarc Ltd.
John Taylor and Marc Rioux, Institute for Information Technology, National Research Council of Canada
Hélène Arsenault-Desfossés, Canadian Museum of Civilization

11 VRMLing 3D Objects for Virtual Museums
G. Nicchiotti, Elsag Bailey R&D

Technical Issues in Web Systems

12 A Comparison of Retrieval Problems for Digital Images in a Distributed Network versus a Closed System
Samantha K. Hastings, School of Library and Information Science, University of North Texas

Market & User Issues

13 The World Wide Market for Museum Information
Suzanne Keene, Science Museum London

14 Tell Me What You Want, What You Really, Really Want: A Look At Internet User Needs
Katherine Futers, The Museum Documentation Association

Published in England by VASARI Ltd.
Alexander House, 50 Station Road, Aldershot, Hants GU11 1 BG
Tel.: +44(0)1252 350780 Fax: +44(0)1252 342039

Electronic Imaging & The Visual Arts

EVA '97 Thessaloniki

9 October 1997

Conference Proceedings

Contents

Case Studies & Experiences

1 COMPASS - The British Museum Public Access System

2 The History of Telecommunications, Interactive Multimedia Applications Development for the Telecomunications Museum in Athens

3 Case studies from Cologne to Europe - INKA - EUROCOM's Gambit - Chaos in Action - Different Worlds

4 Surfing the Greek Art Sites of the Internet

5 Pushing a Mountain: The Implementation of IT Projects in a Museum

6 CD-ROM Presentation

New Developments

7 Museum Visitor Digital Audio Guides: The GUIDE Project

9 Virtual Reality for Museums: Imagery Knowledge & Creative Processes

10 3 Dimensional Approaches The ACOHIR Project

11 'What could the Internet offer me for 10 ECUs per month? On-Line Museum Visits, Government Direct, Medical & other services?'

12 From the IVth to the Vth EC Framework Programme: the Role of Culture

Appendices

i EVA Cluster Newsletter 2

Published in England by VASARI Ltd.
Alexander House, 50 Station Road, Aldershot, Hants GU11 1 BG
Tel.: +44(0)1252 350780 Fax: +44(0)1252 342039

Order Form

World Wide Web information available: http//:www.brameur.co.uk/vasari/eva

Name: .....

Organisation: .....

Address: .....

Post Code: ..... Country: .....

Tel: ..... Fax: .....

Email: ..... Signature: .....

Please supply

- ❑ I copy of the EVA'97 London @ £45.00 + p&p
- ❑ I copy of the EVA'96 London @ £39.00 + p&p
- ❑ 1 double copy of EVA'97 & EVA'96 London @ £55.00 + p&p
- ❑ 1 triple copy of EVA'97 & EVA'96 & EVA'95 London @ £65.00 + p&p
- ❑ I copy of the EVA'97 Florence @ £25.00 + p&p
- ❑ I copy of the EVA'96 Florence @ £25.00 + p&p
- ❑ I copy of the EVA'96 Paris @ £25.00 + p&p

Postal rates as follows:

	UK		Overseas
❑	1 copy of the Proceedings ~ £5.00	❑	1 copy of the Proceedings ~ £7.50
❑	2 copies of the Proceedings ~ £6.25	❑	2 copies of the Proceedings ~ £14.00
❑	3 copies of the Proceedings ~ £7.50	❑	3 copies of the Proceedings ~ £21.00

Payment may be made by cheque or credit card and in GB Pounds Sterling only PLEASE:

Please charge my Credit Card: VISA / MASTERCARD / AMERICAN EXPRESS

Credit Card number: ❑❑❑❑ ❑❑❑❑ ❑❑❑❑

Expiry date: ❑❑ / ❑❑ / ❑❑

Total Amount: £ .....

Cardholders Name: .....

Card billing address (if different from above): .....

.....

... for further details and quotations please contact Marianne Mitchell

VASARI, Alexander House, 50 Station Road, Aldershot, Hampshire GU11 1BG

Tel: + 44 (0) 1252 350780 Fax: + 44 (0) 1252 342039 Email: jamesrhemsley@cix.compulink.co.uk

Die Profis
Binden & Verstärken
02 61 / 7 16 08
KBUBIKU@AOL.COM