

## VIRTUELLE NEUREKONSTRUKTION DES SCHÄDELS VON LE MOUSTIER MITTELS CT-DATEN

B. Illerhaus , D. Meinel  
Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung  
Projektgruppe Computertomographie  
Unter den Eichen 87  
12205 Berlin, Deutschland  
Tel.: 030/81044151, Fax: 030/81041147  
E-mail: [bernhard.illerhaus@bam.de](mailto:bernhard.illerhaus@bam.de), [dietmar.meinel@bam.de](mailto:dietmar.meinel@bam.de)  
J. L. Thompson  
University of Nevada, Las Vegas  
Dept. Of Anthropology & Ethnic Studies  
4505 Maryland Parkway  
Las Vegas, Nevada 89154-5003, USA  
E-mail: [thompsj@nevada.edu](mailto:thompsj@nevada.edu)

Einhundert Jahre nach der Entdeckung der Röntgenstrahlung verfügen die meisten größeren Museen über eigene Anlagen zur röntgenologischen Untersuchung, Röntgenstrahlen haben dabei den Vorteil, daß sie, bis auf die Aussagen der Thermolumineszens, zerstörungsfrei wirken. Ein Nachteil bleibt, daß immer nur eine zweidimensionale Projektion eines dreidimensionalen Objektes erzeugt wird. Hintereinander liegende Objekte können in ihrer Lage nicht richtig zugeordnet werden und stark schwächende Objekte können andere verdecken. Auch ist die gleichzeitige Darstellung von Einzelteilen, die eine unterschiedliche Filmbelichtungszeit benötigen, nur schwer möglich. Als Weiterführung der Röntgendurchstrahlungstechnik wurde seit 1970 (G. N. Hounsfield [1]) die Computertomographie (CT) entwickelt [2]. Sie ermöglicht die Angabe der Dichte in jedem durchstrahlten Punkt eines Körpers. Zuerst für zweidimensionale Schnitte (2D-CT) entwickelt, ist heute auch eine gleichzeitige vollständige Messung eines dreidimensionalen Körpers (3D-CT) möglich [3].

Mit Hilfe des in der BAM verwendeten, kommerziellen Bildverarbeitungsprogramms (AVS) können beliebige Schnitte in dem 3D-Datensatz als Dichteinformation zweidimensional dargestellt werden. Dadurch können verschiedene Materialien unterschieden, der innere Aufbau des Untersuchungsobjektes kann analysiert werden. Alle konventionellen Bildverarbeitungsmethoden können angewendet werden. Oftmals ist die Struktur der untersuchten Objekte aber so kompliziert, oder die Dichte zu unterscheidender Materialien so ähnlich, daß zur Herausarbeitung einzelner Strukturen die Tomogramme zunächst von Hand vorverarbeitet werden müssen, bevor automatische Routinen Anwendung finden. Hierfür sind in der Software ebenfalls Module vorhanden die ein interaktives bearbeiten ermöglichen.

Sind die Einzelteile einer Probe so gut herausgearbeitet, können sie als dreidimensionale Objekte durch Oberflächen entlang Punkten gleicher Dichte dargestellt werden. Auf dem Bildschirm entsteht eine virtuelle Rekonstruktion des Originals. Durch die Zuordnung verschiedener Farben und Transparenzen können verschiedene Ansichten, auch verborgener innerer Strukturen, dargestellt werden. Das Objekt ist von allen Seiten sichtbar.

Oft liegen archäologische Objekte nur noch in Bruchstücken oder unvollständig vor. Durch den Tomographen gemessene Bruchstücke, virtuell als Oberflächen dargestellt, können im Raum placiert und bewegt werden, bis sich die gewünschte Gesamtform des Objektes ergibt. Die Software erlaubt die Generierung symmetrisch gespiegelter Objektteile, die anstelle fehlender Originalteile eingesetzt werden. Das so erzeugte virtuelle Objekt kann erneut in Form eines tomographischen 3D-Datensatzes abgelegt werden. Dies erlaubt die direkte Kontrolle der verschobenen Geometrien auf Überschneidung, die erneute Anwendung von Bildverarbeitungsmodulen, und die Ausgabe als Datei zur Herstellung von stereolithographischen Replikaten (BAM-Modul).



Am Stand können diese Möglichkeiten auf einer UNIX Workstation (HP9000/780, 800Mbyte Hauptspeicher) anhand des mit dem 3D- $\mu$ CT Tomographen [4] der BAM vollständig vermessenen Schädels des Le Moustier 1 (z.Z. im Museum für Vor- und Frühgeschichte, SMPK, Berlin)[5] auf der Grundlage eines Rekonstruktionsvorschlages [6] direkt ausgeführt werden.

Literatur:

- [1] G. N. Hounsfield, Br. J. Radiol. 46, (1973) 1016--1022
- [2] H. Heidt, J. Goebbels, P. Reimers, A. Kettschau Development and Application of an universal CAT-Scanner 11th World Conference on NDT Las Vegas, Novembre 3 - 8, 1985, pp. 664-671
- [3] H. Riesemeier, J. Goebbels, B. Illerhaus, Y. Onel, P. Reimers 3-D Mikrocomputertomograph für die Werkstoffentwicklung und Bauteilprüfung DGZfP Berichtsband 37 (1993) S. 280-287
- [4] B. Illerhaus, Fortschritte in der Computertomographie Restauro, 5 (1995), S. 344-349.
- [5] A. Hoffmann, Zur Geschichte des Fundes von LeMoustier, Acta Praehistorica et Archaeologica, 29 (1997).
- [6] A new reconstruction of the Le Moustier 1 skull and investigation of internal structures using 3D- $\mu$ CT data. J. L. Thompson, B. Illerhaus (to be pub. in J. Human Evolution).