

4.2 Digitale Rekonstruktion eines römischen Patrouillenschiffes – Eine Kooperation der Hochschule Trier und der Universität Trier

Michael Hoffmann

Untersuchungen zu Möglichkeiten und Grenzen der digitalen Rekonstruktion, dem Einsatz virtueller Simulationsmodelle und der Nutzung von 3D-Drucktechnologien in der experimentellen Archäologie.



3D-CAD Rekonstruktion

Digitale Produktentwicklung

Bei der Digitalen Produktentwicklung entsteht während des Produktentstehungsprozesses im 3D-CAD System ein sogenannter Digitaler Prototyp (Digital Mock-Up – DMU), womit Änderungen während der Entwicklung in kürzester Zeit unter Vermeidung von Fehlern realisierbar sind.

Virtuelle Produktentwicklung

Mit der Nutzung des digitalen Prototyps in Rechnermodellen sind neben der Visualisierung der Gestalt auch Berechnungen und Simulationen zu Aspekten wie z.B. Kinematik, Ergonomie, Dynamik, Festigkeit möglich, womit also bereits vor der kosten- und zeitintensiven Versuchsphase an realen Prototypen realistische Aussagen zur Funktion und dem Verhalten des Produktes möglich sind.

Digitale Fertigung und 3D-Druck

Die Daten aus dem Digitalen Prototyp sind Grundvoraussetzung für den darauffolgenden digitalen Fertigungsprozess auf deren Basis Fertigungsinformationen für klassische Fertigungsverfahren wie z.B. Fräs-, Dreh- oder Laserschneidanlagen

entstehen. Sowohl in der Prototypenfertigung als auch der Kleinserienproduktion gewinnt dabei die sogenannte 3D-Drucktechnologie einen enormen Zuwachs.

Hochschulkooperation: Hochschule Trier und Universität Trier

In der Fachrichtung Maschinenbau im Fachbereich Technik an der Hochschule Trier werden die o.g. Technologien in Forschung, Lehre und interdisziplinären Industriekooperationen seit Jahren intensiviert und finden oft Anwendung in interdisziplinären Projekten, auch mit anderen Fachgebieten (z.B. Architektur, Innenarchitektur). Als stellvertretendes Anwendungsbeispiel dafür steht eine Hochschulkooperation mit Prof. Dr. Christoph

Schäfer im Fachbereich „Alte Geschichte“ an der Universität Trier.

Vorgeschichte

Im Rahmen eines groß angelegten Projektes entstand in den vergangenen Jahren aus der Rekonstruktion eines römischen Militärschiffes aus dem 4./5. Jh.n.Chr. in Gernersheim der originalgetreue Nachbau eines Mainzer Flusskriegsschiffes mit experimentalarchäologischen Mitteln. Der Bau des 18 Meter langen und 5 Tonnen schweren Schiffes dauerte zehn Monate und kostete 250.000 €. Nach der wissenschaftlichen Erprobung wird dieses Schiff inzwischen in Gernersheim touristisch zu Erlebnisfahrten eingesetzt.



Innenausbau der Originalrekonstruktion.

Ziel der Kooperation

Ziel der Kooperation ist eine Untersuchung über die Möglichkeiten und Grenzen der digitalen Rekonstruktion durch Einsatz virtueller Simulationsmodelle und der Nutzung von 3D-Drucktechnologien in der experimentellen Archäologie.



4.1 Konzeption eines rekonstruierten Schiffes
 Informatik, Operations Research
 Hochschule Trier und der Universität

Mini-Programm aus einem Medienprojekt der Hochschule Trier

Projektlauf

*Digitale Rekonstruktion/
 Reverse Engineering*

Nach Sichtung der Bestandspläne und Dokumentationen in Form von zweidimensionalen Zeichnungen und der Dokumentation aus den archäologischen Funden, entstanden durch Einsatz verschiedener Reverse Engineering Verfahren im Rahmen einer studentischen Projektarbeit im Fachgebiet Computerunterstützte Kon-

Marktführer und Anbieter von Product Lifecycle-Management-Softwarelösungen, die in der Automobil-, Luftfahrt- und Schiffbauindustrie angewendet werden.

Von großer Bedeutung war dabei ein hohes Maß an Genauigkeit und Detailtreue, um später an dem digitalen Modell realistische Simulationsaussagen treffen zu können.



Ergonomie-Untersuchung mit einem virtuellen Menschmodell.



3D-Scan der Bugfigur

struktion, methodisch strukturierte und parametrisch assoziative 3D-Daten der gesamten Schiffsstruktur.

Zum Einsatz kam eine PLM-Software von Dassault Systemès, einem weltweiten

Dabei wurde u. a. ein mobiler 3D-Scanner verwendet. Der hier eingesetzte Structured-Light 3D Scanner projiziert ein Linienmuster auf das Objekt. Eine integrierte Kamera vermisst die Deformation des Gitters und über einen mathematischen

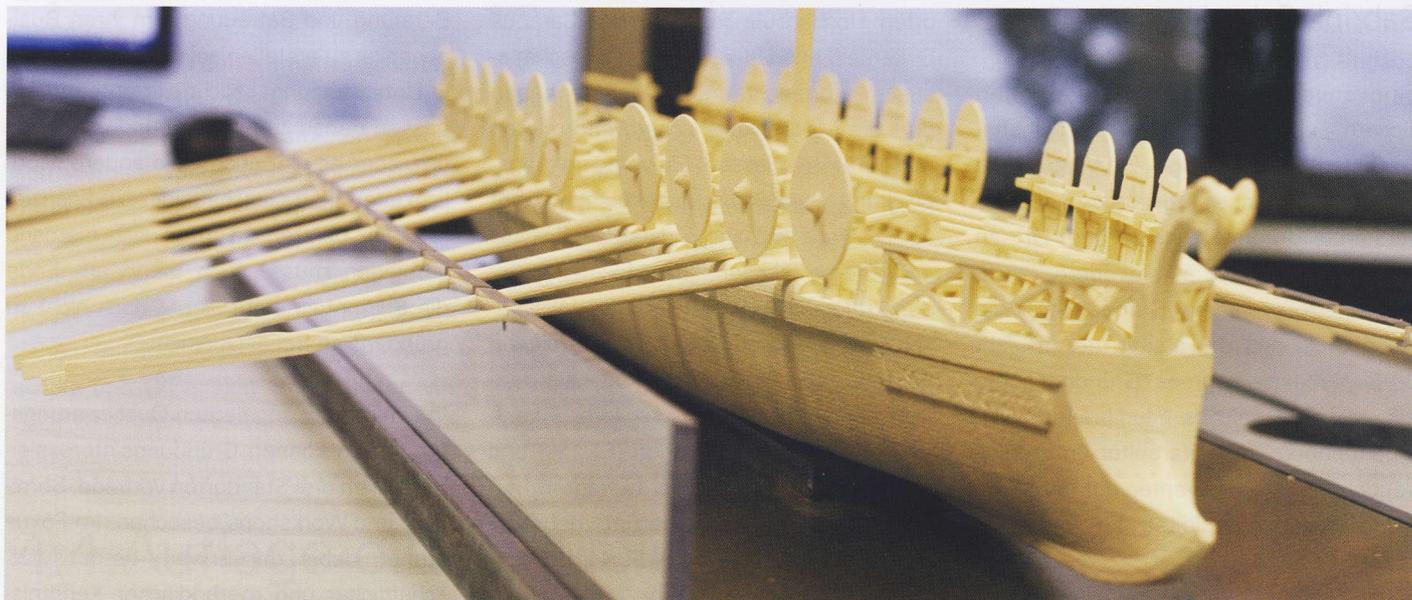
Algorithmus (Triangulation) wird die Distanz jedes Messpunktes in diesem Gitter berechnet. Dabei entsteht eine Punktwolke, die im 3D-CAD System importiert und über eine Flächenrückführung in ein 3D-Geometriemodell überführt werden kann.

Die Geometriebeschreibung entsteht dabei über den gezielten Einsatz von booleschen Operationen nach Methoden der Konstruktiven Festkörpergeometrie (CSG).

In der weiteren Detailkonstruktion wurde der Innenausbau des Schiffes, bestehend aus Duchtstützen, Längsbrettern und Fußrasten erstellt und abschließend wurden weitere Details wie Mast, Riemen, Schilder, etc. ausgearbeitet.

Analyse und Simulation

Bereits in dieser Phase konnte in dem Digitalen Modell auf der Grundlage einer Materialdefinition das Gewicht des Schiffes bestimmt werden. Weiterhin konnten der Schwerpunkt, die Trägheitsachsen, der Verdrängungsschwerpunkt und der Völligkeitsgrad des Schiffes berechnet werden.



Modell aus dem 3D-Drucker.

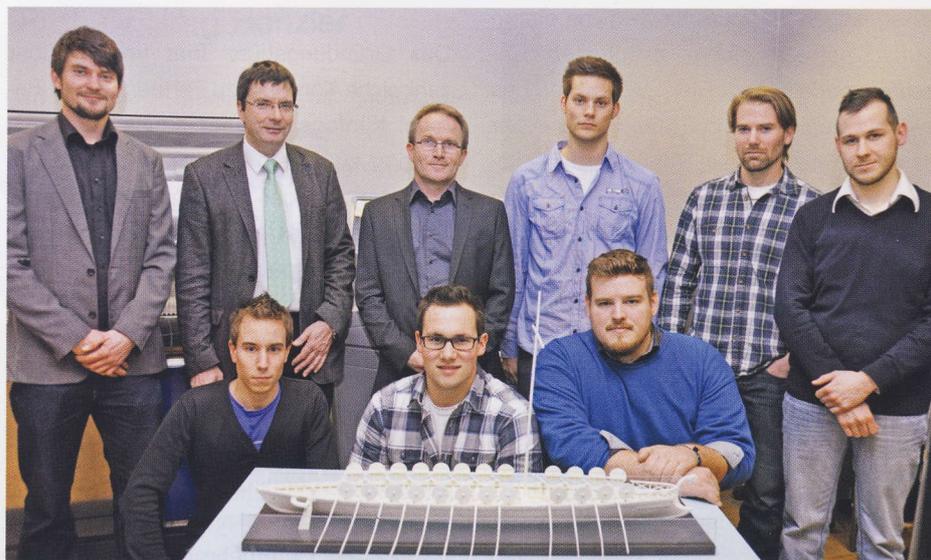
In weiteren Projektschritten wurden inzwischen erste exemplarische Strömungsrechnungen im Fachgebiet Finite Elementen Methoden (Torsten Hartkorn, Assistent

FR Maschinenbau) durchgeführt und mit Versuchen der Schiffbau-Versuchsanstalt Potsdam an einem realen Modell im Maßstab 1:3 verglichen.

Außerdem soll eine Untersuchung zur Simulation der Ruderbewegung in einem Kinematik- oder mit Hilfe eines virtuellen Menschmodells durchgeführt werden, um daraus ggf. Aussagen zur Leistungsfähigkeit des Schiffes treffen zu können, die wiederum mit bereits durchgeführten Belastungsversuchen an Probanden verglichen werden können. Auch auf diesem Gebiet sollen die Möglichkeiten virtueller Simulation im Vergleich zu realer Erprobung ausgelotet werden.

Schließlich wurde aus den Daten des digitalen Prototyps in einem 3D-Druckverfahren im Labor für Digitale Produktentwicklung und Fertigung (LDPF) an der Hochschule Trier ein detailgetreues Schiffsmodell im Maßstab 1:20 gefertigt.

Weitere Informationen finden Sie unter:
<http://fh-trier.de/~hoffmann>
und: <http://3DDruck.fh-trier.de>



Übergabe des Schiffsmodells im 3D-Druck; Vorne v.l.: Sebastian Traut, Stefan Höhner, Josia Höfig; Hinten v.l.: Arne Döpke, Prof. Dr. Christoph Schäfer, M. Hoffmann, Markus Wagner, Wolfgang Ewen, Jens Eberhard.