

Dieter Kapff Der Löwenmensch vom Lonetal im Computertomograf vermessen

Die Politiker in Berlin haben ein neues Schlagwort entdeckt: Innovation. In Württemberg wird das schon lange praktiziert. Der deutsche Südwesten, das rohstoffarme Land der Tüftler, ist auf seinen Erfindungsreichtum angewiesen, wenn es sich behaupten will. Technische Neuerungen helfen der exportorientierten heimischen Wirtschaft, an der Spitze des Fortschritts zu marschieren. Ein Beispiel von der Fachhochschule Aalen mag dies zeigen.

Produkte müssen immer rascher auf den Markt, die Modell- und Herstellungszyklen werden immer kürzer. Zugleich werden die Maschinen und Teile immer komplizierter und teurer in der Herstellung. Produktdifferenzierung mit wachsender Vielfalt von Teilen und damit geringeren Stückzahlen erhöht den Kostendruck. Wenn das dann auf Kosten der Qualität geht, ist der Schaden oft kaum mehr zu beheben.

Zeit ist Geld, lautet das eiserne Gesetz in der Wirtschaft. So hat man sich in Aalen überlegt, wie man die Entwicklungszeiten für neue Produktvarianten verkürzen kann, um damit einem Hersteller einen zeitlichen Vorsprung vor der Konkurrenz zu ermög-

lichen. «Rapid Prototyping», die rasche Entwicklung von Prototypen, und «Rapid Product-Development», also ein Verfahren der raschen Produktentwicklung, heißen die Lösung. Denglisch muss es halt schon sein, denn den technischen Fortschritt verbindet heute manch einer nicht mehr mit altdeutschen Begriffen.

Ein kosten- und zeitsparendes Verfahren, schon in der Ideen- und Planungsphase ein gegenständliches Modell zu haben, bei dem die Computerzeichnung als digitale Daten einem Stereolithografen eingegeben und von ihm in ein plastisches Modell aus Epoxidharz umgewandelt wird, ist ein Schritt. Die Erprobung und Verbesserung der Funktionsfähigkeit des neuen Produkts der nächste. Dann können auf dieser Grundlage die nötigen Werkzeuge und Formen angefertigt werden. Und schließlich ist eine Qualitätskontrolle bis in den innersten, unsichtbaren Bereich des neuen Produkts hinein möglich. Gleiches gilt auch für die Einhaltung exakter Maße, denn das Untersuchungsobjekt wird auf den Zehntelmillimeter genau berührungsfrei vermessen.

Rapid Prototyping in der zerstörungsfreien Archäologie – Kooperationsprojekt von Archäologen und FH Aalen

Das berührungsfreie Vermessen von Körpern, das bei der Damenmode zum Bestimmen der Konfektionsgrößen schon seit Jahren – allerdings nicht mit dieser Präzision – praktiziert wird, das Hineinblicken in einen Körper, das im Krankenhaus mit dem Computertomografen erfolgt, und die detailgetreue plastische Nachbildung des Objekts, das sind Funktionen, die nicht nur einen Industriemanager interessieren. Auch die Archäologen des Landes waren fasziniert, als sie das erste Mal davon erfuhren. Wer stumme Zeugen der Vergangenheit zum Reden bringen will, muss viele Sprachen verstehen. Und dass da Jahrtausende die Vorgeschichtsforschung und das moderne Hightech voneinander trennen, gehört schon lange ins Reich der Fabel.

So ist 2003 ein auf zwei Jahre angelegtes Kooperationsprojekt zwischen Archäologen vom Württembergischen Landesmuseum in Stuttgart (Erwin Keefer) und dem Ulmer Museum (Kurt Wehrberger) sowie von der Fachhochschule Aalen (Professoren Uwe Berger, Friedrich Klein und Dietmar Schmid) ins Leben gerufen worden, das vom Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Würt-



Der Löwenmensch vom Hohlestein-Stadel im Lonetal, im Original Mammut-Elfenbein knapp 30 cm hoch.

temberg als besonders innovatives Projekt finanziell unterstützt wird. Der Projekttitle ist «Rapid Prototyping in der zerstörungsfreien Archäologie».

Als eines der ersten archäologischen Objekte hat der berühmte Löwenmensch vom Lonetal, der im Museum in Ulm ausgestellt ist, erhalten müssen. Die Wissenschaftler in Aalen haben ihn mit dem Computertomografen untersucht. Bei Professor Klein in Aalen stehe, so rühmt sich die Fachhochschule, der einzige Röntgen-Computertomograf zur zerstörungsfreien Bauteilprüfung an einer deutschen Hochschule. Der Ulmer Patient ist in Aalen aber nicht, wie im Krankenhaus üblich, liegend in die Röhre geschoben worden. Er musste stehen. Auf einem Drehteller, wo bis zu 60 mal 150 Zentimeter große Probanden Platz haben. 600 Mal, jeweils um rund ein halbes Grad gedreht, hat man ihn vermessen und Schicht um Schicht durchleuchtet.

Die Daten hat ein Hochleistungsdigitalisierungssystem gespeichert und verarbeitet. Auf dem Bildschirm ist die eingescannte und durchleuchtete Figur dann dreidimensional von allen Seiten und in allen Einzelheiten zu betrachten, wie wenn sie wirklich wäre. Modern heißt dies «Virtual Reality».

29 cm hohe Figur aus Mammutfelßenbein wird außen und innen digital genau vermessen

Der Löwenmensch vom Lonetal hat schon rund 32 000 Jahre auf dem Buckel. Es ist eines der ältesten Kunstwerke der Menschheit und stellt, wie der Name sagt, ein Wesen mit einem Löwenkopf auf einem Menschenkörper dar. Die etwa 29 Zentimeter hohe Figur war wenige Tage vor Kriegsausbruch 1939 von dem Archäologen Rudolf Wetzel bei seinen Grabungen in der Höhle Hohlestein-Stadel in Asselfingen (Alb-Donau-Kreis) geborgen worden – allerdings als Ansammlung zahlreicher Splitter aus Mammutfelßenbein.



Auf dem Bildschirm kann man die Figur des Löwenmenschen dreidimensional betrachten.

In einer Schachtel verpackt landete der Höhlenfund aus der jungpaläolithischen Aurignacien-Schicht im Ulmer Museum. Erst nach dem Krieg erkannte der früh verstorbene Tübinger Archäologe Joachim Hahn den sensationellen Fund. 1988 ist die Figur im Württembergischen Landesmuseum restauriert worden. Dabei wurden die Splitter neu zusammengesetzt. Heftig stritten Fachleute und Laien damals, ob die Figur ein Männlein oder ein Weiblein sei. Da dies weiterhin offen bleiben muss, ist nur vom (geschlechtsneutralen) Löwenmenschen die Rede.

Auf drei Zehntelmmillimeter genau sind nun in Aalen die Größe der Figur aus Mammutfelßenbein und die Details ihrer Oberfläche «eingescannt», also ermittelt, und als digitale Daten festgehalten worden. Und nicht nur das. Auch Einzelheiten im Inne-

Glanzpunkte entlang Baden-Württembergs Autobahnen

55 Ausflugsziele und Sehenswürdigkeiten

Armin Dieter

Der Autor gibt Tipps und Anregungen über ausgewählte Ausflugsziele und Sehenswürdigkeiten entlang Baden-Württembergs Autobahnen. Dabei gibt es eine Vielzahl von abwechslungsreichen Landschaften und prächtigen Kulturgütern zu entdecken, an denen man meistens achtlos vorbeifährt.

128 Seiten, 92 Farbfotos
Verkaufspreis 13,50 €
ISBN 3-933916-13-5

Verlag Tübinger Chronik

August-Bebel-Straße 9
72072 Tübingen
Telefon (0 70 71) 13 09-0
Telefax (0 70 71) 13 0990

ren der Figur sind nun dreidimensional auf einem Bildschirm zu sehen. So können die Wachstumsringe des Mammutzahns abgelesen werden. Fehlstellen und Hohlräume sind zu erkennen, Materialveränderungen und auch der Plexiglasstab, der der Elfenbeinplastik zur Stabilisierung eingezogen wurde.

Die digitalen Messdaten gehen dann weiter an eine Stereolithografieanlage, wo die maßstäbliche Nachbildung des Löwenmenschen mit allen feinen Oberflächenstrukturen erfolgt. In einer Wanne voll flüssigem Epoxidharz befindet sich eine höhenverstellbare Plattform, auf der die altsteinzeitliche Figur entsteht. Auf dieser durchlocherten Blechplatte werden zunächst nadelförmige Stützkonstruktionen für die Figur aufgebaut. Dann härtet ein Ultraviolett-Laser entsprechend den digitalen Daten Punkt um Punkt und Schicht um Schicht das lichtempfindliche Harz auf der Arbeitsplattform.

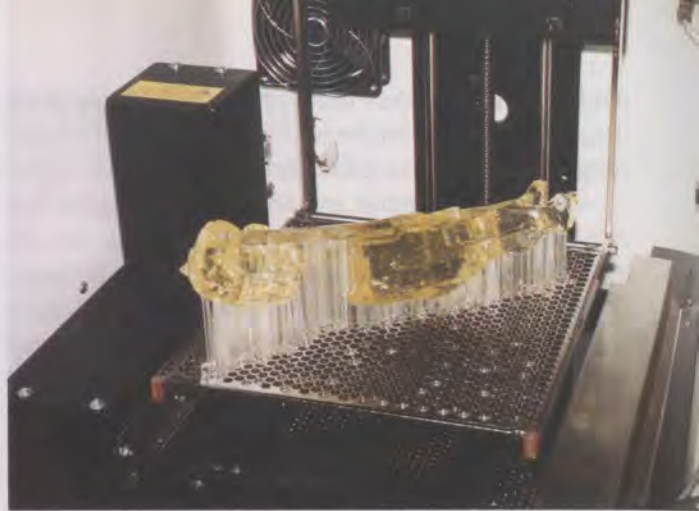
Kopie aus Epoxidharz wird Schicht um Schicht aufgebaut, gehärtet, abgeschliffen und koloriert

Ist eine ultradünne Schicht komplett, senkt sich die Plattform um Bruchteile eines Millimeters in die Wanne. Eine neue Schicht flüssigen Harzes liegt nun über der Figur und wird auf gleiche Weise gehärtet. So geht es immer weiter, bis schließlich die Figur fertig aufgebaut ist. Anschließend werden die Nadelstützen abgebrochen. Die Figur wird als Ganzes noch einmal gehärtet, und schließlich werden die treppenstufenförmigen Rasterungen an den Rundungen abgeschliffen.

Professor Berger nennt dieses generative und zeitsparende Verfahren ein «Gießen ohne Gussform». Bei kleineren Objekten ist der «Guss» in Minuten oder Stunden erledigt. Beim Jahrtausende alten Löwenmenschen aus dem Lonetal hat es etwas mehr als einen Tag gedauert, bis die Figur fertig war. So schnell hat der Künstler damals gar nicht schnitzen können. Aber der hatte es, anders als unsere schnelllebige Zeit, ja noch nicht so eilig gehabt.

Die gelbliche Kunstharzfigur wurde nun noch dem Original entsprechend von einer Tübinger Präparatorin koloriert. Die täuschend ähnliche Figur, sozusagen der geklonte Löwenmensch, ist für den Fachmann, auch das ist wichtig, anhand von Material und Gewicht stets als Kopie zu erkennen. Betrügereien sind daher leicht zu entlarven.

Dem Ulmer Museum war es darum gegangen, von der weltweit Aufsehen erregenden Figur möglichst gute Kopien anzufertigen. Das Abnehmen eines Abgusses mit Gummimilch, wie man das früher machte, lehnt Kurt Wehrberger ab, weil dabei eine Beschädigung der Oberfläche bei dieser uner-



Wie ein Fakir auf dem Nagelbrett liegt der Löwenmensch auf feinen Kunststoffnadeln in der Stereolithografieanlage.

setzlichen Figur nicht auszuschließen ist. Das berührungsfreie dreidimensionale Abtasten und Abformen lässt dies dagegen nicht befürchten.

Original bleibt in Ulm, Kopien bis nach Japan – Auch Holz «durchschaubar» und zu datieren

Die bis ins kleinste Detail exakte Kopie kann dann anstelle des Originals zu Ausstellungen oder auf Dauer an andere Museen verliehen werden. Die Ausleihe ist immer ein heikler Punkt, denn die Exponate nehmen beim Transport oft Schaden. Trotz sorgfältigen Umgangs und eigens geschulter Spezialfirmen wird in der Branche mit fünf Prozent «Unfällen» gerechnet. Selbst wenn die Versicherung eine Reparatur bezahlt, verliert dadurch das Original von Mal zu Mal an Substanz. Von den hohen Transport- und Versicherungskosten einmal ganz abgesehen.

Vom Löwenmenschen existieren laut Kurt Wehrberger inzwischen fünf Kopien, eine ist nach Luxemburg, eine sogar nach Japan gegangen. Die Museen wollten sie in ihre Dauerausstellung aufnehmen. Das war ihnen einige tausend Euro wert. An einen Verkauf der Figur im Museumshop denkt man in Ulm nicht. Dabei ließe sich der Löwenmensch problemlos auf ein handliches Format verkleinern, die digitalen Daten können maßstabsgetreu der gewünschten Größe angepasst werden.

In Stuttgart, beim Württembergischen Landesmuseum, denkt man da anders. Der Archäologe Erwin Keefer hat den Hirsch von Fellbach-Schmidlen (Rems-Murr-Kreis), ein einzigartiges keltisches Kunstwerk, in Aalen nachbilden lassen. Die 2100 Jahre alte Holzskulptur, die vor mehr als 20 Jahren auf dem Grund eines Brunnens beim Abbau in einer Lehmgrube zum Vorschein gekommen war, ist aus Eichenholz und etwa 90 Zentimeter hoch. Sie stellt

den Gott Cernunnos dar. Der Brunnen gehörte zum Gehöft eines keltischen Adligen, in dem sich auch ein Heiligtum befunden hat. Die Hirsch-Figur soll im Museumsshop in verkleinerter Form zu kaufen sein.

Uraltfunde aus Holz, wie der Hirsch von Schmiden, sind schwierig zu konservieren. Häufig müssen sie nachrestauriert werden. Kopien sind da fast zeitlos beständig und für Ausstellungsmacher problemlos. Mit dem neuen Verfahren kann man zudem ins Holz hineinblicken und den Erhaltungszustand erforschen, um gegebenenfalls entsprechende Maßnahmen zu ergreifen. Zerstörungsfrei, ohne einen Bohrkern zu nehmen, kann der Wissenschaftler auch die Jahresringe eines Baumes und der daraus gefertigten Geräte ablesen. So wird eine dendrochronologische, also jahrgenaue Datierung historischer Hölzer möglich.

Tatsächliche und virtuelle Realität – Holz, Knochen und Elfenbein als technischer Härtestest

Auch der Aufbau von fossilen Knochen kann untersucht werden, ergänzt Professor Uwe Berger. Und Kurt Wehrberger weist darauf hin, dass, da die Formen von Elfenbein- und sogar Gesteinssplintern berührungslos und dreidimensional ermittelt werden können, es auch möglich sein wird, passende Teile, die an ganz verschiedenen Orten gefunden wurden, erst am Bildschirm und dann in natura wieder zu einem Ganzen zusammenzufügen. Es gibt schon Beispiele, die die Archäologen zu neuen Erkenntnissen führten.

Schließlich ermöglicht es die Computertomografie in der Archäologie, exzeptionelle und unersetzliche Objekte als Datensatz für die Zukunft zu erhalten, wenn das Original einmal verloren geht, zerfällt oder nicht mehr konservierbar ist. Viel genauer als ein Foto oder eine Zeichnung oder gar nur eine Beschreibung mit Worten. Die virtuelle Realität muss dann die tatsächliche ersetzen. Doch da ist Professor Uwe Berger skeptisch. Die Datenträger, glaubt er, sind der Schwachpunkt, sie könnten keine sichere Speicherung für mehr als 20 Jahre garantieren.

Der Aalener Professor ist von dem neuen Verfahren in Sachen Archäologie sichtlich fasziniert. Aber er bleibt nüchterner Techniker. Was bringt einen Nichtarchäologen dennoch dazu, modernste industrielle Schlüsseltechniken in der Altertumswissenschaft anzuwenden? Die archäologischen Untersuchungsobjekte aus Holz, Elfenbein oder Knochen gehören vom Material und der Geometrie her zum Kompliziertesten, urteilt Berger. Sie sind deshalb ein hervorragender Härtestest und eignen sich zur



Größere Figuren wie hier der Hirsch von Schmiden können auf dem Bildschirm nur in Abschnitten gezeigt werden.

Weiterentwicklung und Optimierung des kommerziellen Verfahrens für technisch-industrielle Aufgabenstellungen. Und so gibt die Prähistorie der Zukunftstechnik neue Impulse. Zudem muss man sich eben in Württemberg von den Berlinern nicht erst sagen lassen, was Innovation bedeutet.



Jürgen Meyer

Im Schatten der Vergangenheit

Sagenumwobene Stätten zwischen Neckar und Alb

208 Seiten, zahlreiche Farbabbildungen, 14,8 × 21 cm, gebunden

EUR 19,90

ISBN 3-88627-270-2

Es gibt wohl kaum eine andere Gegend, die so viele bedeutende, aber zugleich auch geschichtlich rätselhafte Orte vorzuweisen hat wie die Region Neckar-Alb. Wenige der vorgestellten Plätze sind bekannt – sie liegen im Radius von Rottenburg über Römerstein und Riedlingen bis Rottweil und umfassen grob die Landkreise Reutlingen, Tübingen und Zollernalb.



Die Württembergische Philharmonie kocht

144 Seiten, zahlreiche Abbildungen, 21 × 20 cm, gebunden

EUR 24,90

ISBN 3-88627-284-2

Sie wollten schon immer ein „Probespiel-Trösterchen“ versuchen? Dieses außergewöhnliche Kochbuch bietet alles zwischen Ouvertüren (Vorspeisen), sinfonischen Variationen (Hauptspeisen) und spritzigen Zugaben (Desserts). Die Rezepte sind so vielfältig, kreativ und bunt, wie Musikerinnen und Musiker eben sind.

Oertel + Spörer
Verlags-GmbH + Co.
Postfach 16 42
72706 Reutlingen
www.oertel-spoerer.de

