



# Das Handwerk wird digital

*Digitale Techniken gewinnen bei der Steinbearbeitung immer größeren Einfluss – vor allem bei 3D-Objekten. Probst Stein & Design in Kempten und Antonius Köster in Meschede sind Schnittstelle und Plattform für die Prozesskette vom Scan bis zum Fertigerzeugnis. Naturstein gibt einen Überblick und Anleitung zum Handeln.*

**Bild 1: Michael Merz von Probst Stein & Design scannt in 10 min eine Putte ein.**  
Fotos: Dieter Gerlach, Probst GmbH

**M**it dem Steinmetz- und Steinbildhauerhandwerk verbinden noch viele schwere körperliche Arbeit mit Hammer und Meißel. Wie wir wissen, haben aber in vielen Fertigungsprozessen längst digitale Techniken wie Scannen, CAD, CAM und CNC-Steuerung Eingang gefunden. Das kann man nicht oft genug betonen, besonders wenn es darum geht, Lehrlinge und spezialisierte Facharbeiter zu gewinnen. Die im Folgenden dargestellte Prozesskette – Scannen, Scanbearbeitung, Generierung der Steuerung und Fertigung – ist ein eindrucksvolles Beispiel für die Anforderungen und Möglichkeiten der digitalen Technik in unserer Branche. Mit dem digitalen Datenaustausch stehen wir am Anfang von Industrie 4.0, einem Komplex, bei dem man die Produktion mit modernster Informations- und Kommunikationstechnik verknüpft.

## Scannen im Handumdrehen

Die Scantechnologie hat sich so weit entwickelt, dass die Objekterfassung nur noch Minutensache ist. Steinmetzmeister Michael Merz von der Probst GmbH scannt eine Putte innerhalb von zehn Minuten ein, Bild 1. Dabei verwendet er

einen Artec EVA 3D-Farbscanner. Merz läuft in angemessenem Abstand um die Putte herum und verfolgt auf dem Laptop das Ergebnis der Objekterfassung. Dabei behindert ihn keinerlei Kabelsalat, denn er trägt die Stromversorgung für den Scanner in Form eines Akkus am Gürtel (siehe auch Werkzeug im Fokus 188). Der Scanner arbeitet wie eine Videokamera mit Blitzlichtbirnen und macht bis zu 15 Bilder pro Sekunde. Das Objekt muss nicht in einem einzigen Video aufgenommen werden. Beim Scannen der Putte war das möglich, weil Merz um sie herumlaufen konnte. Wird der Standort gewechselt,

weil man vielleicht von einer Leiter oder Gerüst steigen muss, kann der Scan auch aus mehreren Videos bestehen. In diesem Fall sind Bildüberlappungen erforderlich, wobei man aber die bereits gescannten Bereiche nicht kennzeichnen muss. Die Einzelscans fügt dann die Software zusammen. Für sehr große Scanobjekte können bis zu 10.000 Bilder bzw. 20 komplette Einzelscans zusammengerechnet werden. Entscheidend ist die Rechenkapazität. Bei der im Bild 1 gescannten Putte handelt es sich übrigens um einen Auftrag aus dem dänischen Königshaus. Das Gipsmodell wurde im Maßstab 1:1 mit einer Höhe



**Bild 2: Die Nachbereitung der Scans ist anspruchsvoll. Die Artec Studio Software bietet dafür eine Vielzahl von Möglichkeiten, v.l. GF Thilo Probst, GF Antonius Köster und Steinmetzmeister Michael Merz.**



**Bild 3: Antonius Köster bearbeitet die STL-Datei des Autors mit der Software Geomagic Freeform und macht ihm ein freundlicheres Gesicht.**

von 1,10 m angeliefert. Probst fertigte die Putte zunächst mit einer Höhe von 75 %, um die Fräsausführung zu kontrollieren. Die verkleinerte Putte dient jetzt bei Probst Stein & Design als repräsentatives Ausstellungsstück. Das Original – in bester Qualität – befindet sich in Dänemark.

### **Die Scanbearbeitung ist anspruchsvoll**

Für den Artec EVA 3D-Farbscanner verwendet man die Software Artec Studio. Das ist ein für verschiedene Aufgaben entwickeltes Softwarepaket, bestehend u. a. aus Bausteinen für die Scanausführung, die Scandatenbearbeitung, die automatische Flächenergänzung, die freie Modellierung und die Qualitätskontrolle. Als der Farbscanner EVA 3D vor ca. vier Jahren auf den Markt kam, war die Artec Studio Software Version 7 aktuell. Jetzt gibt es schon die Studio Software Version 11 mit neuen Funktionen und schnelleren Prozessabläufen. Der Scanner ist unverändert geblieben und hat sich am Markt bewährt. Die am Objekt in ein oder mehreren Sequenzen erfassten Videos werden anschließend untereinander verrechnet, sodass am Ende der Berechnungsschritte eine geschlossene Darstellung der Scan-

daten als STL-Datei vorliegt. Die Nachbearbeitung der Scans erfolgt im Modus Autopilot mit kompromissloser Präzision (perfekt für Anfänger) oder im manuellen Modus. Im Modus Autopilot wendet das Programm automatisch für das entsprechende Objekt die Nachbereitungs-Algorithmen an, die das beste Resultat erzielen. Für den manuellen Modus verfügt Artec Studio 11 über eine Vielzahl von Tools, die den Arbeitsablauf verkürzen, Bild 2. Für den Fall, dass die geschlossene 3D-Darstellung des Objektes nicht erfasste Bereiche, nicht sinnvoll automatisch gefüllte Bereiche, oder bei lebenden Objekten Verwackelungen aufweist, wird nachgescannt und/oder editiert. Ist dann die STL-Datei, welche die 3D-Oberfläche mit einem Netz aus lauter kleinen Dreiecken beschreibt, perfekt, schließt sich im Bedarfsfall eine Modellierung an. Mit der Software Geomagic Freeform und Geomagic Freeform PLUS ist alles machbar. Das Objekt kann in seiner Geometrie und Textur frei verändert werden. Zum digitalen Modellieren benutzt man das Eingabegerät Touch X. Antonius Köster bewegt den Stift des Eingabegeräts und führt den Cursor am 3D-Objekt auf dem Bildschirm entlang, Bild 3. Dabei entsteht eine Kraft-

# 1/3 Anzeige hoch



**Bild 4:** Diese stark beschädigte Sandsteinskulptur wurde im Atelier Andreas Rickenbacher als Ganzes gescannt und anschließend mit der Artec Studiosoftware in Fertigungsbereiche geteilt.



**Bild 5:** Die aus OBERNKIRCHNER SANDSTEIN in drei Teilstücken gefertigte Skulptur von Bild 4; die Farbunterschiede sind feuchtigkeitsbedingt.

rückkopplung, d.h. Köster spürt, wie er sich am Objekt bewegt. Im vorliegenden Fall tastet er die Nase des gescannten Autors ab. Und da dieser sehr ernst dreinschaut, wird er anschließend zum Lächeln gebracht. Ergänzungen sind natürlich auch möglich. Da der Autor zeitweilig Brille trägt, kann Köster auch eine Brille hinzufügen. Er gibt aber zu bedenken, dass dann die Fertigung in Naturstein zu berücksichtigen ist, die man bei der Gestaltung berücksichtigen muss.

### Geteiltes Herangehen

Bei großen und stark gegliederten Objekten ist eine Fertigung in Teilstücken notwendig. So wurde beispielsweise das in Bild 4 dargestellte Objekt als Ganzes beim

Bildhauer Andreas Rickenbacher im schweizerischen Schwarzenbach gescannt. Nach der Erstellung der STL-Datei teilte man das Objekt mit der Artec-Software in Teilbereiche und exportierte diese separat. Zur Kennzeichnung der Bereiche verwendet man vor dem Scannen Aufkleber und Kreidestriche oder verlässt sich auf Farbstrukturierungen des Objekts, da diese beim Scannen mit erfasst werden. Die gefertigten Teilstücke werden anschließend zusammengesetzt, Bild 5. Da sie einer geschlossenen 3D-Datei entstammen, weisen die Fugen keine Geometrieabweichungen auf.

### Die Fertigung erfordert Erfahrung

Für die Fertigung sind Maschinen mit mindestens fünf interpolierenden Achsen notwendig, also Bearbeitungszentren mit drei Linear- und zwei Drehachsen oder Roboter. Stationäre Roboter sind für die Fertigung von 3D-Objekten sehr gut geeignet, benötigen aber eine Drehplatte, haben bei längerer starker Beanspruchung gegenüber Bearbeitungszentren Genauigkeitsnachteile und sind für die serienmäßige Herstellung plattenförmiger Erzeugnisse nur bedingt geeignet. Bearbeitungszentren in Brückenbauweise sind robust, benötigen für größere 3D-Objekte aber eine große z-Achse. Probst hat bereits 2011 ein Säge- und Bearbeitungszentrum Blad5 von Omag installiert und ist seither als Pionier

für maschinelle 3D-Arbeiten bekannt. Dass sich die gesammelten Erfahrungen rentieren, beweisen die Arbeiten für das Stadtschloss Berlin, Bild 6. Für das Steuerungsprogramm der automatischen Bearbeitung wird die STL-Datei in die CAM Software eingelesen und mit Werkzeugparametern und technologischen Daten ergänzt. Michael Merz unterscheidet den Grobabbtrag und die Feinbearbeitung. Der Grobabbtrag erfolgt mit Trennscheiben, Bohr- und Fräswerkzeugen. Moderne Bearbeitungszentren besitzen eine Werkzeugvermessung. Aber auch wenn diese nicht vorhanden ist, müssen die Werkzeuge beim Grobabbtrag nicht vermessen werden, da das Aufmaß großzügig eingegeben wird. Wichtig ist, dass die Werkzeugspezifikation auf das zu bearbeitende Material abgestimmt ist. Dann kann Merz einschätzen, wie hoch der Werkzeugverschleiß nach einer bestimmten Nutzungsdauer ist. Bei der Feinbearbeitung, die bis zu einem Aufmaß von 0,5 bis 1,5 mm erfolgen kann, wird der Werkzeugverschleiß in Zeitabständen vermessen, in die Steuerung eingegeben und maschinenseitig berücksichtigt. Die technologischen Daten Zustellung, Vorschub- und Schnittgeschwindigkeit sind material- und werkzeugabhängig und bauen größtenteils auf Erfahrungen auf. Verschiedene Bearbeitungssituationen zeigt Bild 7. Links unten wurde der Rohblock mit einer



**Bild 6:** Fünf Jahre Erfahrung hat Probst Stein & Design mit der maschinellen 3D-Fertigung. Das zählt sich aus, hier eins der vielen Objekte für das Stadtschloss Berlin.



**Bild 7: Die Skulptur zeigt die Arbeitsstufen Grobtrag und Feinbearbeitung (Trennscheibe, Stirnfräs Werkzeug, Fingerfräser)**

Trennscheibe eingeschnitten und das Material abgeschlagen. Mit einem gezahnten Stirnfräs Werkzeug  $\varnothing$  90 mm wurde etagenweise weiteres Material abgetragen. Im Gesichtsbereich der Dame ist schon eine Feinbearbeitung zu erkennen.

### Neue Absatzbereiche erschließen

Auch Künstlerarbeiten lassen sich mit Hilfe der neuen Technologie verwirklichen. So lieferte der Bildhauer Heinrich Wolf aus Bad Wörishofen ein ca. 20 cm hohes geschnittes Holzmodell. Nach dem Scannen und der Parametrisierung wurde eine 2,70 m hohe Skulptur aus dem spanischen Sandstein PIERRE DU THOR hergestellt. Bildhauer Wolf übernahm die Endbearbeitung. Die Skulptur kommt in Südfrankreich auf einen öffentlichen Platz. Die Technologie lässt sich auch für Angebote an Privatleute nutzen: Bild 8 zeigt eine Skulptur des Ehepaars Hucke aus Thüringen in CARRARA-MARMOR. Das Ehepaar saß 45 Minuten zum Scannen bei Probst und ging dann spazieren. Michael Merz erledigte während dieser Zeit die Scanbearbeitung. Nach zwei Stunden erkundigte sich das Ehepaar, ob alles in Ordnung sei. Das war es schon. Ausdrucke vom Scan dienten als Auftrag und Auftragsbestätigung. Nun ist es nicht unbedingt erforderlich, komplette Personen oder Personengruppen für private Zwecke zu scannen. Büsten in Original-



**Bild 8: Ehepaar Hucke aus Thüringen in CARRARA-MARMOR** Fotos: Probst GmbH

größe oder verkleinert in Naturstein gefertigt, sind tolle Erinnerungsstücke. Der Preis einer Büste in Originalgröße aus Naturstein liegt etwa auf dem Niveau eines Breitsteins für ein Erdgrab. Es könnten aber auch andere Erinnerungstücke sein. Beispielsweise die Hände oder Füße eines Menschen in Zeitabständen vom Säuglings- bis zum Rentenalter. Entscheidend ist, dass der Steinmetz die Möglichkeiten der digitalen Technik kennt, diese bei seinen Angeboten berücksichtigt und sich damit neue Geschäftsfelder erschließt. Außerdem hat die Prozesskette der digitalen Technik den großen Vorteil, dass Scannen, Scanbearbeitung und Fertigung nicht an einen Ort gebunden sind. Ist einmal ein Objekt in einer geschlossenen STL-Datei erfasst, bieten sich weitere Möglichkeiten. Das Negativ des Objekts kann in Schaumstoff gefertigt werden und formschlüssig als Transportverpackung dienen. Materialinhalt und Schwerpunkt des Objekts liegen sofort vor. Die STL-Datei kann für den Bilddruck und 3D-Drucker Verwendung finden.

### Digitale Technik etappenweise nutzen

Der Farbscanner Artec EVA 3D und die Softwarepakete Artec Studio sind frei zugängliche Handelsware. Es macht aber keinen Sinn, den gesamten Komplex zu kaufen und loszulegen. Eine Betreuung ist

ratsam. Die Antonius Köster GmbH ist seit Jahren mit der Prozesskette Scannen, Scanbearbeitung und Generierung von CAM Dateien vertraut. Sie bietet Beratung, Training, Individualschulung, 3D-Scandienstleistungen, 3D-Modellierungen, Fertigungsoptimierung und Online-Support an. Antonius Köster schildert die etappenweise Nutzung der digitalen Technik folgendermaßen: »Am Anfang steht die Anschaffung des Artec-Scanners EVA 3D mit zugehöriger Scansoftware. Damit kann jeder Steinmetz ein Objekt scannen und für die weiteren Arbeiten Dienstleistungen in Anspruch nehmen. Die nächste Etappe ist die Scanbearbeitung, einschließlich Modellierung, bis hin zur geschlossenen STL-Datei. Mit dieser Datei ist jede Maschine mit fünf interpolierenden Achsen nutzbar, egal ob dies im eigenen Betrieb oder als Dienstleistung erfolgt.«

Köster bietet zwei Lizenzmodelle für die Software an: Erstens kann eine Lizenz einer Version gekauft werden für die man dann lebenslang Updates erhält. Zweitens gibt es ein Mietmodell. Man zahlt eine jährliche Gebühr und hat damit das Anrecht auf die jeweils neueste Version.

*Dr.-Ing. Dieter Gerlach*

**Antonius Köster GmbH & Co. KG**  
[www.innovative-cad-cam-solutions.com](http://www.innovative-cad-cam-solutions.com)

**Probst Stein & Design GmbH**  
[www.probst-naturstein.de](http://www.probst-naturstein.de)



**Dr.-Ing. Dieter Gerlach**

arbeitete in seinem aktiven Berufsleben durchgängig in der Steinbranche, vorrangig für den Steinbearbeitungsmaschinenbau und die Diamantwerkzeugfertigung. Als Ruhestandler ist er freiberuflich tätig und Fachjournalist für den Naturstein.