



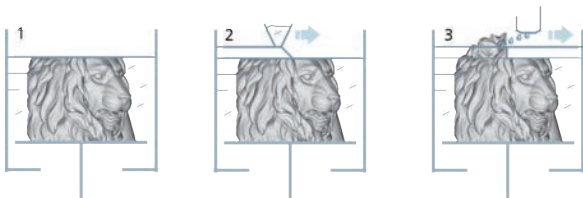
3D-Druck in der Gießerei: Powder-Binder-Jetting

**Der Formbau zum Guß der Bavaria wurde
mittels Powder-Binder-Jetting – einem
3D-Druckverfahren – realisiert.**

Bei der indirekten Additiven Fertigung werden
Gussformen schichtweise aufgebaut.

Das Powder-Binder-Jetting wiederholt dabei die Schritte:

- 1 | Schicht absenken
- 2 | Beschichten mit Partikelmaterial wie Sand
- 3 | Bedrucken mit einem Bindemittel



Das Powder-Binder-Jetting Verfahren zeichnet sich
durch seine hohe Produktivität und Wirtschaftlichkeit
aus. Mit dieser Technik ist es möglich, von Stück-
zahl »Eins« bis hin zur Serienproduktion Bauteile zu
produzieren.

Produktionsvideo der Bavaria 2.0



<https://s.fhg.de/bavaria>

Hier erfahren Sie mehr über den Gießprozess und können
die Entstehung der Bavaria 2.0 in einem Stop-Motion-
Video mitverfolgen.

Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Wolfram Volk
Dr.-Ing. Steffen Klan

Fraunhofer IGCV
Lichtenbergstraße 15
85748 Garching

steffen.klan@igcv.fraunhofer.de
www.igcv.fraunhofer.de



Fraunhofer
IGCV



Bavaria im Voxelguss

**Eine Replik der bronzenen Kolossalstatue
hergestellt durch eine innovative
Kombination von Produktionstechniken:
Gießerei und 3D-Druck**



1850

Bronzeguss

2002

Digitales Modell

2021

Voxelguss



© Bayerische Verwaltung der staatlichen Schlösser, Gärten und Seen

Statue der Bavaria auf der Theresienwiese in München

Nach einem Entwurf von Ludwig Schwanthaler wurde die Bavaria in mehreren Schritten aus Bronze gegossen. Zu ihrer Einweihung 1850 galt die gut 18 Meter hohe Bronzestatue als technische Meisterleistung.

Als ersten Schritt gab es 1840 ein nur vier Meter hohes Hilfsmodell. Es folgte das 1:1 Gipsmodell, das für den Guss zersägt wurde. Am 11. September 1844 wurde der Kopf der Bavaria aus der Bronze türkischer Kanonen gegossen, die 1827 im griechischen Befreiungskrieg in der Schlacht von Navarino mit der ägyptisch-türkischen Flotte untergegangen waren und unter dem griechischen König Otto, ein Sohn Ludwigs I., gehoben und nach Europa verkauft worden waren. Es folgten 1845 der Guss der Arme und des Bruststückes. Im darauffolgenden Jahr wurde das Hüftstück gegossen und im Juli 1848 war das gesamte Oberteil der Statue fertiggestellt. Der letzte größere Gussabschnitt für das Unterteil fand am 1. Dezember 1849 statt (www.muenchenwiki.de).

Die Bavaria ist bis heute die einzig begehbare Großbronze in Deutschland und misst vom Fuß bis zum Eichenkranz 18,52 Meter.

Mehr als 150 Jahre später wurde im Rahmen notwendiger Restaurationsarbeiten eine fotorealistische 3D-Vermessung angefertigt. Dank eines spezifisch konzipierten Datenerfassungs- und Datenverarbeitungskonzepts, kann die Bavaria heute am Rechner in allen Details dreidimensional studiert werden.

Im ersten Schritt wurde unter Einsatz modernster Messtechnik mit 3D-Laser- und Streifenlichtscannern ein hochpräzises Modell der Großbronze mit Genauigkeiten im Millimeterbereich erarbeitet. In einem aufwendigen zweiten Arbeitsschritt, der auch auf Grund der Datenmengen von fast 12 Milliarden 3D-Messpunkten als Pionierarbeit gelten darf, errechneten die Ingenieurbüros »ArcTron« (Regensburg) und »Dr. König« (Potsdam) das 3D-Modell der Monumentalstatue. Die am Fraunhofer IGD in Darmstadt entwickelte Software musste dabei in der Lage sein, ein sehr genaues und optimiertes 3D-Netz mit fotorealistischer Texturierung zu erstellen.



Digitales, skalierbares Modell der Bavaria © Fraunhofer IGCv

Diverse Technologien (z. B. das Powder-Binder-Jetting) erlauben es, aus diesen 3D-Daten präzise maßstabgerechte Kopien der Bavaria zu reproduzieren – So auch bei dem 2021 durchgeführten Projekt des Fraunhofer IGCv:

Die Bavaria der Gießereitechnik München ist aus Aluminium gegossen und nur knapp einen Meter hoch. Trotz einiger fehlender Meter bis zur Originalgröße stellt sie einen Meilenstein in der Weiterentwicklung gießereitechnischer Verfahren dar.

Der Formenbau erfolgte nach dem sogenannten Voxelguss-Prinzip. Hierbei wird die Negativform der Gussteils in Blöcke - 53 Stück im Fall der Bavaria - unterteilt und im 3D-Druck (Powder-Binder-Jetting) hergestellt. Der Unterschied zu einem konventionellen Kernpaket-Verfahren liegt in der vielfachen Teilung, die Dank der Gestaltungsfreiheit im 3D-Druck keine aufwändige Konstruktion erfordert.

Vor dem Abguss wurden die Blöcke Stück für Stück aufeinander gesetzt und untereinander verspannt, was die Handhabung der rund 400 kg schweren Form deutlich vereinfacht. Nach ca. drei Stunden Abkühlzeit konnte die Bavaria Block für Block ausgepackt werden. Bei einer Endbearbeitung wurden noch die Grate sowie das Angusssystem entfernt. Der filigrane, nicht durchgängig verbundene Kranz wurde mittels Additiver Fertigung (Selective-Laser-Melting) hergestellt.



Das Auspacken erfolgte Block für Block © Fraunhofer IGCv