

MUSEUM AKTUELL

Die aktuelle Fachzeitschrift für die deutschsprachige Museumswelt
B11684 ISSN 1433-3848 Nr. 283+284

Anzeige



75 Jahre Beckerbillett
Von der Ticketdruckerei
zum Softwarehaus

Ausgabe zu MUTEK/DENKMAL 2022



Heike Ulbricht

Der gedruckte Rüssel

Ein Elefantenrüssel ist die erste gedruckte Ergänzung aus Porzellan!

3D-Druckverfahren fanden bereits Verwendung bei der Restaurierung von Keramiken – allerdings waren diese Ergänzungen bislang immer aus Kunststoff. ¹ Bei der hier vorgestellten Vogelbauervase besteht nun nicht nur die Vase aus Porzellan, sondern tatsächlich auch der rekonstruierte, neue Rüssel des seit mindestens 243 Jahren beschädigten Elefantenkopfenkels.

„Ihro Königl. Majt. in Pohlen und Churfürstl. Durchl. zu Sachsen“, August der Starke ² höchst selbst bestellte 1730 in der Meissner Porzellanmanufaktur immerhin 70 dieser ungewöhnlichen Vasen ³ für die Ausstattung seines Porzellanschlosses, des Japanischen Palais. Sie sollten den bereits ab 1717 erworbenen japanischen Vasen nachgebildet werden. ⁴ Der Auftrag wurde zwar bei weitem nicht vollständig abgearbeitet, aber immerhin haben sich bis heute sechs Meissner Kopien japanischer Vogelbauervasen in der Porzellansammlung der Staatlichen Kunstsammlungen Dresden erhalten.

Zwei grüne Drachen in Aufglasurmalerei umkreisen den inneren Rand der trompetenförmigen Vase. ⁵ Gleich den japanischen Drachen jagen sie flammenden Perlen nach, deren glückverheißende Bedeutung im Meißen des 18. Jh. sicher nicht bekannt gewesen ist. Außen ist die Vase reich mit Päonienranken dekoriert, unterbrochen von vier lanzettförmigen Feldern mit Kakie-mon-Mustern. In einem die untere Mitte umfassenden Vogelkäfig stehen auf Baumstümpfen zwei plastische, stilisierte Porzellanfasane. Über dem Vogelbauer dienen zwei Elefantenköpfe, deren Rüssel auf dem oberen Käfigrand ruhen, als Henkel der Vase.

Bei den japanischen Vorbildern ⁶ sind die lanzettförmigen Felder und die Rückwand des Käfigs äußerst prunkvoll mit vergoldetem Urushi-Lack ⁷ verziert, der auch der Befestigung der Elefantenköpfe diente, während der Käfig durch zwei Holzreifen gehalten wird. Im europäischen Klima haben diese organischen Materialien mittlerweile stark gelitten und so scheint es, daß bei den Meissner Kopien des 18. Jh. all dieses bewußt aus Porzellan hergestellt und bereits vor dem Brand an den Vasenkörper garniert wurde. Allerdings berichtet schon das zweite Inventar der Porzellansammlung von 1779 unter der historischen Nummer N 447 w über diese Vase: „ein Henckel ist abgebrochen, auch sonst defect“.

⁸

Der Rüssel eines der Elefantenköpfe fehlt also offensichtlich schon seit sehr langer Zeit, und die auserlesene schöne Vase war bisher ins Depot der Sammlung verbannt. Wenn sie nun endlich einmal restauriert werden sollte, so würde diese Fehlstelle vor allem aus ästhe-

tischen Gründen, um ein geschlossenes Zustandsbild zu zeigen, ergänzt werden. Man würde üblicherweise den noch vorhandenen Rüssel auf der gegenüberliegenden Seite mit Silikon oder ähnlichem abformen und dann mit einem Kunststoff die Ergänzung für den beschädigten Kopf herstellen. Vermutlich würde niemand versuchen, hierfür das Originalmaterial „Porzellan“ zu verwenden: Keramische Massen schwinden im Brand, d.h. sie werden erheblich kleiner, und eine Porzellanergänzung müßte etwa 15% größer hergestellt und dann auch noch genau an beide Bruchflächen angepaßt werden – ziemlich kompliziert. Gegenüber herkömmlichen Ergänzungsmassen bietet Porzellan aber einige Vorteile. So wäre beispielsweise die Alterung zu vernachlässigen und auch jedwede Schadstoffabsonderung der Ergänzung könnte ausgeschlossen werden. Warum also nicht vielleicht doch Porzellan? Vielleicht funktionieren neueste Technologien ja auch bei der Porzellanrestaurierung?

Versuche, den 3D-Druck für die Ergänzung verlorengangener Details bei der Restaurierung zu nutzen, sind auch in der Porzellansammlung schon unternommen worden. So fehlten bei zwei großen, reich verzierten, sog. Helmkanen von Johann Joachim Kaendler große Teile des Ausgusses. Da in der Sammlung insgesamt sechs gleiche Ausformungen dieser Vasen erhalten sind, war es möglich, alle relevanten Bereiche zu scannen. Die ermittelten Daten der vorhandenen und der verlorengegangenen Ausgußlippen dienten als Grundlage für den 3D-Druck beider Fehlstellen mit einem Komposit. Die Bruchflächen passen perfekt und auch die plastische Modellierung beider Ergänzungen stimmt sehr gut mit dem Original überein – aber es ist eben immer noch Kunststoff. ⁹

Eine Anfrage beim Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS) in Dresden traf erfreulicherweise auf offene Ohren. Sie hat ein Projekt in Gang gebracht, verschiedene additive und subtraktive 3D-Technologien auf ihre Tauglichkeit für „Porzellanergänzungen im Originalmaterial“ zu testen. ¹⁰ Gemeinsam mit dem Keramik-Institut in Meißen, der Manufaktur Meissen, COX 3D und der Porzellansammlung wurde zwei Jahre lang zum Thema geforscht. Herausgekommen ist ein paßgenauer Porzellanrüssel für den Elefantenkopf der Vogelbauervase.

Bis dahin war es aber ein langer Weg. Unterschiedliche Herangehensweisen bzw. unterschiedliche Testobjekte führten zu aussichtsreicheren oder auch weniger tauglichen Ergebnissen, die mit technischem Fortschritt sicher noch einmal optimiert werden können.



**Vogelbauervase aus Meißen-
er Porzellan nach abge-
schlossener Restaurierung.**

Am Keramik-Institut in Meißen wurden die Versuchsobjekte über den Zwischenschritt einer 3D-gedruckten Mutterform aus Kunststoff mit konventionellen Gipsformen hergestellt. Die Anpassung der Bruchkanten sollte nach dem Brand mit CNC-Fräsen erfolgen, was sich aber aufgrund der besonderen Härte des Materials als schwierig erwies.

Bei der Fused Filament Fabrication (FFF) werden Massestränge aus dem Extruder linienweise übereinandergelegt. Dieses Verfahren ist auch für größere Objekte

geeignet, allerdings tendierte das hier gewählte Versuchsobjekt zu Rissen und ungenügender Formstabilität beim Brand.

Der Elefantenrüssel ist letztendlich über CerAM Vat Photopolymerisation – auch CerAM VPP – entstanden, bei der das Objekt, an einer Bauplattform hängend, aus der schichtweise auszuhärtenden Suspension wächst. Derzeit steht dafür nur ein relativ kleiner Bauraum zur Verfügung – ausreichend groß aber für den Rüssel.

Grundlage für den 3D-Druck waren hier wieder Scans



Elementvase „Wasser“ aus Meißner Porzellan von Johann Joachim Kaendler, 1742. Die hier noch nicht angesetzte Ausgußlippe wurde mit einem lichthärtenden Kunststoff gedruckt.

sowohl des fragmentarischen als auch des vollständig vorhandenen Kopfes. Durch die Überlagerung der gewonnenen Daten konnten der verlorene Rüssel zunächst digital nachmodelliert und für die weitere Bearbeitung unerläßliche, sog. CAD-Files extrahiert werden.¹¹ Um die fertige Porzellanergänzung aber tatsächlich paßgenau an die Bruchfläche ansetzen zu können, mußte für diese besondere Herausforderung bereits vorhandenes Wissen zum Druck von Keramik weiterentwickelt werden.

Das Keramik-Institut in Meißen¹² modifizierte ein Porzellanpulver für die Anforderungen des Druckers. Die notwendige Stabilität während und nach dem Druckvorgang gewährleistete ein Kunststoff, in diesem Falle ein photoreaktives Polymergemisch, mit dem das Porzellanpulver zunächst versetzt wurde. Die Bestrahlung mit blauem Licht verfestigt jede einzelne der gedruckten Schichten. Damit am Ende keine Stufen sichtbar sind, erfolgte der Druck des nur etwa 10 cm langen Rüsselfragmentes in 4265 Schichten und dauerte ca. 65 Stunden.¹³

Die Abb. auf S. 47 zeigt die für den Druck freier Formen notwendige, filigrane Supportkonstruktion. Sie besteht aus demselben Material wie der Rüssel, diente auch beim Brand als Unterstützung und mußte im Anschluß abgeschliffen werden. Um den sich nach den ersten Brennversuchen zwischen einzelnen horizontalen Schichten zeigenden Rissen entgegenzuwirken, wurde eine ähnliche, stützende Gitterstruktur auch im



Elefantenrüssel an der Bauplattform des Druckers hängend und darunter die Wanne mit der lichthärtenden Suspension. Foto: Nadine Lorenz

hohlen Inneren des Formlings mitgedruckt. Dem eigentlichen Porzellanbrand bei 1250 °C vorausgehend, muß das technisch notwendige Polymer in einem thermischen Vorgang aus dem sog. Grünkörper bei niedrigerer Temperatur entfernt werden – man spricht hier von Entbinderung.

Eine besondere Herausforderung stellt die starke Veränderung während des keramischen Brandes dar. Bei den hohen Temperaturen erweicht der Rohling, er kann sich verziehen und wird zudem erheblich kleiner. Die Schwindung des Grünkörpers nach Entbinderung, Schrüh- und Glattbrand war insgesamt allerdings nur geringfügig größer als bei einem herkömmlichen Porzellanbrand. Erst wenn alle Parameter vorher genau bekannt und berechnet sind, besteht die Chance, daß die Ergänzung auch tatsächlich an das Original paßt – insgesamt ein hochkomplexer Prozeß. Letzten Endes fügte sich der neue Rüssel tatsächlich perfekt an die Bruchfläche des Kopfes und die Auflage am oberen Käfigrand. Die recht einfache Form hätte natürlich gut mit herkömmlichen Methoden hergestellt werden können, aber die attraktive Vase sollte hier eben als ganz besonderes Versuchsobjekt dienen.

Schon bei der kompletten Restaurierung¹⁴ dieser Vase zeigte sich, daß der dreidimensionale Druck herkömmliche Ergänzungen wohl kaum jemals gänzlich ablösen wird. So wurden beispielsweise kleine Absplitterungen und größere Fehlstellen am Käfigrand mit einem licht-



Links der sog. Grünkörper und daneben der fertig gebrannte, um das Schwundmaß verkleinerte Elefantenrüssel – jeweils mit der für den Druck notwendigen Stützkonstruktion.

härtenden Komposit¹⁵ ergänzt. Auch die fehlenden Vögel sind traditionell in Porzellan ergänzt, da der Bau- raum für einen 3D-Druck im Moment noch zu klein ist, und andererseits für die Restaurierung weiterer Vogel- bauervasen bereits Gipsformen vorhanden waren.

Als Vorzug gegenüber herkömmlichen Techniken sei hier das besonders bei empfindlichen Objekten vorteilhafte, berührungslose Scanverfahren von Dubletten genannt. Es ersetzt mechanische Abformungen, ermöglicht die sehr genaue, authentische Darstellung der zu ergän- zenden Fehlstelle und bietet dabei noch eine gute Do- kumentation des Vorzustandes. Der Scanner nimmt die Form etwas verfälschend lediglich von der Glasurober- fläche ab. Die unter der klaren Glasur sichtbare und oft detailreich modellierte Oberfläche des eigentlichen Porzellans ist so nicht zu erreichen. Da die Glasur im keramischen Brand erweicht und in Vertiefungen fließt, liegt sie dort dann besonders stark, auf erhabenen Stel- len dagegen dünner. Dennoch sind die Scandaten sehr nahe am Original und bieten gute Voraussetzungen für eine authentische Rekonstruktion. Das gleiche Problem tritt übrigens auch bei mechanischem Abformen auf.

Eine kürzlich erschienene, breit angelegte Studie¹⁶ be- faßte sich mit der Nutzbarkeit von 3D-Technologien für das kulturelle Erbe und berichtet in diesem Zusammen- hang auch über deren Einsatz bei der Ergänzung von Fehlstellen. Die größten Bedenken hegen die Befragten wegen der unsicheren Eignung des zur Verfügung ste- henden Druckmaterials. Dabei spielen das Alterungs-

verhalten ebenso eine Rolle wie mögliche Schadstoff- belastungen, die bei dem inertem Material Porzellan keinesfalls zu befürchten sind.

Ein paar Einschränkungen der neuen Technologie sollen allerdings auch noch benannt werden. Bei der für den Rüssel angewendeten CerAM VPP ist die im Moment verfügbare Plattform für den Druck des Objektes nur etwa so groß wie eine Visitenkarte – größere Teile kön- nen auf der verwendeten Anlage derzeit nicht herge- stellt werden. Zum Preis gibt es eine Schätzung: Alles, was auf diese Visitenkarte paßt, kostet etwa 2.000 € – also entweder ein Elefantenrüssel oder aber mehre- res Kleineres. Für den verlorengegangenen Henkel der geliebten Kaffeetasse damit wohl keine Option. Wenn allerdings eine kostbare Porzellanfigur restauriert wer- den soll: immerhin eine Überlegung wert.

Die Glasur stellt momentan eine noch nicht bewältig- te Herausforderung dar. Auf dem Elefantenrüssel dient jetzt ein klarer Acryllack als Glasurimitation, der sicher irgendwann vergilben wird. Unter Beibehaltung der Porzellanergänzung kann der Lack allerdings problem- los und schnell jederzeit erneuert werden.

Auch die exakte Farbe des Porzellanscherbens ist bisher noch unzureichend steuerbar. Da jedoch bei der Re- staurierung Ergänzungen ohnehin als solche erkennbar sein sollen, bietet sich hier eine brauchbare Ausrede. Es gilt also noch einige Probleme zu lösen. Vielleicht rech- fertigen ja zahlreiche Anfragen beim Fraunhofer-Insti-



Zwischen die zerklüftete Bruchfläche des Elefantenkopfes und die Ansatzstelle auf dem Käfigrand sollte der dreidimensional gedruckte und gebrannte Porzellanrüssel möglichst genau passen.



Der neue Rüssel des linken Elefanten mit klarem Acryllack zur Imitation der Glasur und retuschierten Stoßzähnen.

tut für Keramische Technologien und Systeme die weitere Forschung zum Thema. Bewiesen ist immerhin: Porzellanergänzungen können im Originalmaterial gedruckt und nach dem keramischen Brand paßgenau an die Bruchfläche angesetzt werden.

Wenigstens bis zum Ende dieses Jahres ist die restaurierte Vase zusammen mit den einzelnen Stationen des 3D-Druckes in der Porzellansammlung der Staatlichen Kunstsammlungen Dresden zu sehen.

Fotos außer S. 46 rechts: Heike Ulbricht

Anmerkungen

- 1 Stellvertretend sei hier auf die eindrucksvolle Restaurierung eines doppelwandigen Kännchens aus dem National Museum in Korea verwiesen, bei dem ein großer Bereich der durchbrochenen, äußeren Wandung mithilfe des 3D-Druckes ergänzt wurde. <http://www.koreascience.kr/article/JAKO201514862252452.pdf>
- 2 1670-1733
- 3 Zitiert nach Samuel Wittwer: Die Galerie der Meissener Tiere. München 2004, S. 257
- 4 Simonis, Ruth Sonja: Microstructures of global trade. Heidelberg: arthistoricum.net, 2020. <https://doi.org/10.11588/arthistoricum.499>, S. 46ff
- 5 Inv.Nr. PE 3716, Höhe 50 cm
- 6 Weiterführend siehe Heike Ulbricht: „Große vergoldete Indianische Vasen“ in der Dresdner Porzellansammlung. In: Museum Aktuell, 238, 2017, S. 17-22
- 7 Traditioneller japanischer Lack aus dem Saft des Baumes *Toxicodendron vernicifluum*
- 8 SKD Inventare, Nr. 327, 1779, Bd. II., fol. 27r
- 9 Das UV-härtende Kompositmaterial mit keramischer Füllung findet normalerweise im medizinischen Bereich Anwendung. Bericht COX 3D vom 14.10.2019
- 10 ZIM-Projekt ZF4076454AG9 „Entwicklung additiver und

subtraktiver Restaurierungsverfahren für historisch wertvolle Porzellangegegenstände – RestaurAM. Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Bundestags-Beschlusses.

- 11 COX 3D: Scanner Artec Space Spider, Punktgenauigkeit 0,05 mm, Auflösung 0,1 mm, Genauigkeit über 100 mm 0,03%, Lichtquelle Blue LED. Trotz spiegelnder Glasuroberflächen konnten damit gute Ergebnisse erreicht werden.
- 12 KI Keramik-Institut GmbH, Meißen
- 13 Verwendet wurde der Drucker CeraFab 8500, Fa. Lithoz, Wien, Baufeldgröße 102.5x64x150 mm³, Schichtdicken zwischen 5-100 µm. Schichtdicke für den Rüssel 25 µm
- 14 Restaurierung: Heike Ulbricht; Vogelrepliken: Olaf Stoy; Staffage der Vögel: Britta Fischer; fehlende Messing-Gitterstäbe und Vogelbeine aus Birnbaum: Martin Paul
- 15 MEGADENTA Dentalprodukte GmbH, Restaurit, Farbe „Sand“
- 16 Lien Acke; Kristel De Vis; Stijn Verwulgen; Jouke Verlinden, ARCHES research group: Survey and literature study to provide insights on the application of 3D technologies in objects conservation and restoration. Faculty of Design Sciences, University of Antwerp. In: Journal of Cultural Heritage, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.culher.2020.12.003>, S. 283

desmuseum für Technik und Arbeit in Mannheim (seit 2006). Nach dem Studium der Archäologie zunächst Ausgrabungen und Forschungen in Nordeuropa. Gastforscher in Norwegen. Leiter des Wikinger-Museums Haithabu. Direktor des Rheinischen Landesmuseums Bonn. Kurator der Museumsstiftung Post- und Telekommunikation. Veröffentlichungen auf dem Gebiet der Mittelalterarchäologie und zur Museologie. Vizepräsident der Deutschen UNESCO-Kommission (seit 2014).

hartwig.luedtke@technoseum.de

Dr. Christian Müller-Straten

Kunsthistoriker (LMU München), spezialisiert auf Inventarisierung und Fälschungserkennung
Näheres s. Impressum

Claudia Paul

zunächst Leiterin Öffentlichkeitsarbeit beim Börsenverein des Deutschen Buchhandels in Frankfurt/M und Journalistin bei der „Rheinpfalz“ Ludwigshafen. Seit 2016 am TECHNOSEUM – Landesmuseum für Technik und Arbeit in Mannheim, seit 2019 dort Abteilungsleiterin Öffentlichkeitsarbeit und verantwortlich für Veranstaltungen, Kommunikation, Marketing, die Bibliothek und das Archiv. Bis 2020 zusätzlich Digitalisierungsbeauftragte des Museums, 2018 Initiatorin der Digitalstrategie des TECHNOSEUM.

T. +49 (0) 621 / 42 98-875, Fax -754

claudia.paul@technoseum.de

Dana Reinhardt

Leitung Agentur & Akademie Staatsanzeiger für Baden-Württemberg GmbH & Co. KG
Breitscheidstraße 69, 70176 Stuttgart
T. 07 11.6 66 01-323 (Direktwahl)
www.staatsanzeiger.de

Dipl.-Ing. Jan Schneider

Studium der Elektrotechnik an der TU Berlin mit den Schwerpunkten Regelungstechnik sowie Hard- und Softwaretechnik. Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK; Leitung von Projekten zur biometrischen Authentifikation und automatisierten virtuellen Rekonstruktion. Seit 2020 Entwicklungsleiter in der MFB MusterFabrik Berlin GmbH

Brunnenstraße 156, 10115 Berlin

T. +49-(0)30-44319979

jan.schneider@musterfabrik-berlin.de

<https://musterfabrik-berlin.de/landingpage/>

Dr. Michael Stanic

Kunsthistoriker (LMU München)
Spezialisiert auf Architektur und Museum
Rugendas-Straße 4, 86153 Augsburg
T. +49 (0)1627363899

dr.michael.stanic@gmail.com

Dipl.-Rest. (FH) Heike Ulbricht

1979-82 Lehrausbildung zur Porzellangestalterin an der Sächsischen Porzellanmanufaktur Dresden, Sitz Freital; seit 1982 Mitarbeiterin der Staatlichen Kunstsammlungen Dresden und ab 1986 in der Restaurierungswerkstatt der Porzellansammlung tätig; 1987-1991 Studium am Museum für Deutsche Geschichte und an der TFH Berlin im Fach Restaurierung von Kulturgut aus Glas und Keramik

heike.ulbricht@skd.museum



Impressum / Imprint

Verlag Dr. Christian Müller-Straten

Kunzweg 23, 81243 München

T. +49 (0)89-839 690 – 43, Fax – 44

verlagcms@t-online.de <https://www.museumaktuell.de>

Print-Abonnements:

Jahresabonnements

rabattierte Zweijahres-Abonnements

rabattierte Bibliotheks-Abonnements

Konservatoren-Abonnements (= 4 Spezialausgaben)

Test-Abo: 3 Ausgaben

Das Online-Abonnement gibt es in zwei Varianten:

1) anstelle des Print-Abonnements

2) zusätzlich zum Print-Abonnement

jeweils inkl. kostenlose Nutzung des Online-Archivs bis

Januar 2009 (https://www.museumaktuell.de/index.php?site=register_ebook&TM=1)

jeweils auch mit Zugriff auf die neueste Ausgabe von EXPOTIME!

Nachrichtenteil und Redaktion

Dr. Adelheid Straten, München, verantwortlich;

s. Verlag adelheid.straten@museum-aktuell.de

Verlagsleiter

Dr. Christian Müller-Straten

verantwortlich auch für Anzeigen und Vertrieb

verlagcms@t-online.de

Anzeigen

Kultur-Promotion Mark Häcker

Mozarting 15, 85598 Vaterstetten/Baldham

kultur.promotion@gmail.com

mobil 0049 (0)1590 169 650 5

Druckerei

Druckerei Mühlbauer, Puchheim bei München

Die **Anzeigenpreisliste Nr. 25 vom 1.10.2021**

finden Sie auf <https://www.museumaktuell.de>

Wir verwenden aus grundsätzlichen Überlegungen eine nur leicht modifizierte **alte, in neueren Zitaten die neue Rechtschreibung**. Keine Haftung für Bilder und Manuskripte. Alle Angaben nach bestem Wissen und Gewissen, aber ohne Gewähr und Haftung. Ansichten von Autoren müssen sich nicht mit jener von Verlagsleitung und Redaktion decken.

Gerne veröffentlichen wir **Leserstatements**. Diese können auch gesammelt publiziert und ohne besondere Einverständniserklärung an geeigneter Stelle erscheinen.

Wenn Sie uns Beiträge anbieten möchten, bitten wir vorab um telefonische Kontaktaufnahme.