Studie zur Relevanz archäologischer Reproduktionen für Universitäten, Museen, Denkmalschutz und Forschungsvorhaben

Stephan Karl, Elisabeth Trinkl*

Ziel der vorliegenden Studie war die Evaluierung von archäologischen Reproduktionen mittels 3D-Scans und 3D-Druck bzw. Fräsverfahren für Universitäten, Museen und Forschungsvorhaben. Es galt den Fragen nachzugehen, in welchen Bereichen Bedarf an derartigen Reproduktionen in der Archäologie besteht und ob die neuen Techniken konventionelle Methoden der Abformung ersetzen können.

Inhaltsangabe

1. Geschichtlicher Überblick zu Reproduktionen in der Archäologie 2
2. Konventionelle Methoden der Abformung 7
3. Beispiele von Reproduktionen an Universitäten, in Museen, in der Denkmalpflege und in der Lehre 9
3.1. Forschung: Die sogenannte „Trauernde Penelope“ 9
3.2. Museum: Der Silberskyphos aus der römischen Villa von Grünau 9
3.3. Denkmalpflege: Die Muse *Polyhymnia* aus dem sog. Eisernen Haus in Graz 10
3.4. Universität: Einbindung von Gipsabguss-Sammlungen in die Lehre 11
4. Fallbeispiel: Satyrgruppe 11
4.1. Ausgangssituation 11
4.2. Vorgehensweise 12
4.3. Bewertung 13
4.4. Bildvergleich 16
5. Resümee 18
5.1. In der Forschung 18
5.2. Im Museumsbereich 18
5.3. In der Denkmalpflege 18
5.4. In der Lehre 19
Präsentation des Projektes auf der Monumento 2014 in Salzburg (16.–18. Januar 2014) 20

* Institut für Archäologie
Karl-Franzens-Universität Graz
Universitätsplatz III/2
8010 Graz

1. Geschichtlicher Überblick zu Reproduktionen in der Archäologie

Seit dem 18. Jahrhundert werden an Akademien und Universitäten, aber auch im bürgerlichen Bereich Gipsabgüsse von antiken aber auch mittelalterlichen Kunstwerken – Freiplastik, Reliefs, Bauornamentik, Geräte – für den Unterricht oder auch für die bloße Anschauung antiker Kunst eingesetzt.[1] So besaß u. a. Johann Wolfgang von Goethe in seinem Haus in Weimar einen Gipsabguss des kolossalen Frauenkopfes der Juno Ludovisi aus Marmor (Abb. 1), der sich im Museo Nazionale Romano in Rom befindet. Dieser Kopf genoss im späten 18. Jahrhundert höchste Verehrung, galt er als Inbegriff griechischer Idealität.

Abb. 1: Das Juno-Zimmer im Goethe-Haus in Weimar (© Goethezeitportal; http://www.goethezeitportal.de/index.php?id=4179)

Kein noch so gutes Fotomaterial kann derartige „Hardcopies“ in ihrer Aussagekraft ersetzen. Erst solche Kopien ermöglichen eine ganzheitliche Betrachtung des Kunstwerkes. Bereits in der Antike ließen Kunstliebhaber, wie u. a. *Maecenas*, bekannte Bronzestatuen in Griechenland abformen, die zunächst in Gips positiv ausgegossen und schließlich in Marmor so exakt wie möglich für den Auftraggeber reproduziert wurden. In diesem Rahmen ist darauf hinzuweisen, dass unser Wissen über die griechische Bronzeskulptur zum größten Teil auf diesen römischen Marmorkopien basiert, da die originalen Bronzen mit der Zeit eingeschmolzen wurden und verloren sind. So können auch die Gipsabguss-Sammlungen von Statuen der griechischen und römischen Antike, die es an nahezu jeder Universität im

[1] J. Bauer – W. Geominy (Hrsg.), Gips nicht mehr. Abgüsse als letzte Zeugen antiker Kunst, Sonderausstellung von Studierenden des Archäologischen Instituts der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn in Zusammenarbeit mit dem Akademischen Kunstmuseum – Antikensammlung der Universität Bonn, 14. Dezember 2000 bis 25. März 2001 (Bonn 2000); C. Schreiter (Hrsg.), Gipsabgüsse und antike Skulpturen. Präsentation und Kontext, [Tagung des Berliner Sonderforschungsbereichs 644 „Transformation der Antike“, April 2011 im Berliner Pergamonmuseum (Berlin 2012); F. M. Müller (Hrsg.), Archäologische Universitätsmuseen und -sammlungen im Spannungsfeld von Forschung, Lehre und Öffentlichkeit, Archäologie. Forschung und Wissenschaft 4, SPECTANDA 3 (Wien 2013).

deutschsprachigen Raum mit einem archäologischen Institut gibt, in dieser Tradition des römischen Kopistenwesens gesehen werden.

Auch die Karl-Franzens-Universität Graz verfügt seit der Gründung eines archäologischen Museums im Jahre 1865[2] über eine stetig gewachsene Gipsabguss-Sammlung mit einer repräsentativen Auswahl von freiplastischen Skulpturen, Reliefs und einzelnen Architekturteilen aus dem gesamten Zeitraum der griechisch-römischen Antike (Abb. 2).[3]

Abb. 2: Die Gipsabguss-Sammlung des Instituts für Archäologie der Karl-Franzens-Universität Graz (© Universität Graz, Johanna Kraschitzer)

Gerade im 19. und beginnenden 20. Jahrhundert, als das Reisen wesentlich beschwerlicher war, waren derartige Kopien aus Gips ein vielleicht nicht ganz vollwertiger, aber für das Studium antiker Kunst durchaus adäquater Ersatz. Dieselben Beweggründe gelten auch heute noch. Der jüngste Gipsabguss der Grazer Sammlung (Inv. D 439), jener der römischen Marmorkopie des *Doryphoros* des *Polyklet* im Minneapolis Institute of Art, wurde erst im Jahre 1995 von der Abgussformerei Bertolin in München angekauft und kann nun mit dem bereits im Jahre 1880 von der Formerei der königlichen Museen Berlin erworbenen Gipsabguss (Inv. D 91; alte Inv. I/51) einer weiteren römischen Kopie, die sich von diesem

[2] K. Schenkl, Das archäologische Cabinet der Universität in Graz (Separat-Abdruck aus der Tagespost, Nr. 132, 133 und Beilage zu Nr. 135 vom 10., 11. und 14. Juni 1868).

[3] Zur Sammlung des Instituts für Archäologie der Karl-Franzens-Universität unterrichten: M. Schuster-Preiner, Das „Kunsthistorische Museum“ des Instituts für Kunstgeschichte in Graz und die Entwicklung der Abgußsammlungen an den österreichischen Hochschulen, in: W. Höflechner – G. Pochat (Hrsg.), 100 Jahre Kunstgeschichte an der Universität Graz, Publikationen aus dem Archiv der Universität Graz 26, 1992, 151–159; M. Lehner, Zur Originalsammlung des Archäologischen Museums der Universität Graz, in: G. Erath – M. Lehner – G. Schwarz (Hrsg.), Komos. Festschrift für Thuri Lorenz zum 65. Geburtstag (1997) 279–285; E. Pochmarski, Streiflichter auf die Geschichte der Archäologischen Sammlung der Universität Graz, Nachrichtenblatt der Archäologischen Gesellschaft Steiermark 2000–2002, 31–37 = ders., Die Anfänge des archäologischen Instituts und der archäologischen Sammlung in Graz, in: M. Novotná (Hrsg.), Probleme und Perspektiven der klassischen und provinzialrömischen Archäologie, Anodos – Supplementum 2 (Trnava 2002) 23–34. Online-Zugänge zum Museum: http://gipsmuseum.uni-graz.at/ und http://archaeosammlungen.uni-graz.at/index.php.

verlorenen griechischen Meisterwerk im Museo Archeologico Nazionale in Neapel erhalten hat, in unmittelbarer Distanz in der Grazer Sammlung verglichen werden (Abb. 3).

Abb. 3: Die Gipsabgüsse der römischen Marmorkopien des *Doryphoros* des *Polyklet*, links jene in Neapel, rechts jene in Minneapolis (© Universität Graz, Stephan Karl)

Ein solcher Vergleich zweier römischer Kopien von derselben griechischen Bronzestatue – wesentlich für Forschungen zum römischen Kopistenwesen, zur Treue der Überlieferung, zum Künstler (*Polyklet*) u. s. w. – wird erst durch solche exakten Abformungen ermöglicht. Gipsabgüsse sind daher sowohl für den Lehrbetrieb an einer Universität aber auch für die Grundlagenforschung zur griechischen Skulptur von grundlegender Bedeutung.[4]

Heute noch können von einer bestimmten Auswahl an antiken Skulpturen Gipsabgüsse in speziellen Gipsformereien erworben werden.[5] Weiterhin bietet die Berliner Gipsformerei, ehemals die Formerei der königlichen Museen Berlin, den Gipsabguss der Neapler Kopie des *Doryphoros* des *Polyklet* zum Verkauf an.[6] Die in dieser Gipsformerei vorhandenen Negativformen oder Modelle sind zum Teil bis zu über 100 Jahre alt und bei zerstörten oder durch Witterungseinflüsse beeinträchtigen Originalen von unschätzbarem Wert. Aus universitären Gipsabguss-Sammlungen gingen mit der Zeit auch eigenständige Museen mit

[4] G. Lippold, Kopien und Umbildungen griechischer Statuen (München 1923); D. Kreikenbom, Bildwerke nach Polyklet. Kopienkritische Untersuchungen zu den männlichen statuarischen Typen nach polykletischen Vorbildern. „Diskophoros“, Hermes, Doryphoros, Herakles, Diadumenos (Berlin 1990).

[5] z. B. die Gipsformerei der Staatlichen Museen zu Berlin – Preußischer Kulturbesitz: http://ww2.smb.museum/GF/index.php.

[6] Katalog der Originalabgüsse, Heft 4: Griechenland und Rom. Freiplastik, herausgegeben von der Gipsformerei, Staatliche Museen zu Berlin – Preußischer Kulturbesitz, 11 Nr. 213 Taf. 26. In zwei Varianten zu kaufen (brutto, inklusive der ggf. anfallenden Mehrwertsteuer); weiß: € 22.900,-; bemalt: € 24.900,-. Abfrage vom 31.01.2014. Auffallend ist der Preisanstieg; die Preisliste des Katalogs 4 aus dem Jahre 2004 weist für den *Doryphoros* eine Summe von 4.650,- (weiß) bzw. 5.050,- (bemalt) aus.

einzigartigen Ausstellungsflächen hervor, in denen die Exponate in einer Weise gezeigt werden können, wie dies mit den auf verschiedenste Museen verteilten originalen Skulpturen nicht möglich ist. Am bekanntesten ist das Museum für Abgüsse klassischer Bildwerke in München, seit Jahrzehnten zentraler Ort einer intensiven Forschungstätigkeit zur antiken Skulptur.[7]

Die Gipsabgüsse werden zumeist im weißen Gips belassen, auch wenn das abgeformte Objekt eine Bronzestatue ist. Dies ist z. B. der Fall bei dem im Jahre 1872 von der Wiener Akademie der bildenden Künste angekauften Gipsabguss des Jünglings vom Magdalensberg in der Grazer Sammlung (Inv. D 101; alte Inv. I/18), dessen Original heute eines der Glanzstücke der Antikensammlung des Kunsthistorischen Museums in Wien ist. Vom Original existiert auch ein „echte" Bronzekopie, d. h. ein Bronzeguss, einer Innsbrucker Glockengießerei, die für die Außenstelle des Landesmuseums Kärnten auf dem Magdalensberg, dem Fundort der originalen Statue, hergestellt wurde (Abb. 4).

Abb. 4: Der Jüngling vom Magdalensberg, links Gipsabguss Graz; Mitte Bronzeoriginal in Wien; rechts Bronzegusskopie am Magdalensberg (© Universität Graz, Stephan Karl und Wikimedia Commons)

Es gibt jedoch auch Beispiele in „klassischen" Gipsabguss-Sammlungen, wo es durch eine Nachahmung von Material und Farbe des Originals zu einer Differenzierung des ansonsten weißen Gipses gekommen ist. So sind z. B. teilweise die alten Gipsabgüsse des Instituts für Archäologien der Universität Innsbruck dem Material entsprechend bemalt worden.

In Graz gibt es zu diesem Beispiel der Material-Nachahmung einen modernen Abguss, der jedoch nicht aus Gips besteht. Nach Abbau der Steirischen Landesausstellung „Sport – Sinn und Wahn" in Mürzzuschlag wurde die dort ausgestellte Replik der Bronzestatue eines dem *Apollonios* zugeschriebenen Faustkämpfers, die sich im Museo Nazionale Romano in Rom befindet, im Jahre 1991 erworben (Abb. 5). Diese in die Grazer Sammlung eingereihte Replik (Inv. D 435) ist die einzige in diesem Kontext, die aus einem braun eingefärbten Kunstharz besteht.

[7] http://www.abgussmuseum.de/.

Abb. 5: Eingefärbte Kunstharz-Replik der Bronzestatue eines Faustkämpfers im Museo Nazionale Romano in Rom (© Universität Graz, Stephan Karl)

Die Versuche des Nachahmens metallischer Oberflächen führten in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts dazu, dass das Verfahren des Galvanisierens, auch Elektroplattieren genannt, für die Herstellung originalgetreuer Kopien eingesetzt wurde.[8] Das galvanische Reproduzieren ist jedoch im Bereich der lebens- bzw. überlebensgroßen Bronzeskulpturen der Antike, wie sie als Gipsabgüsse in den „klassischen" Universitäts-Sammlungen gezeigt werden, eher selten geblieben. Galvanisch hergestellte Kupferfiguren, d. h. mit einem „Kupferniederschlag" überzogen, fanden jedoch zahlreich auf städtischen Friedhöfen oder auf öffentlichen Plätzen Aufstellung. Dieses Verfahren war im Gegensatz zu einem echten Bronzeguss bzw. zu Treibarbeiten wesentlich kostengünstiger. Die Objekte bestanden zumeist aus Gips oder einem anderen nicht-metallischen Material mit einer dünn galvanisch aufgetragenen Metallschicht. Wenige Beispiele belegen auch einen frühen Einsatz dieser Technik in den „Gipsabguss"-Sammlungen. Es sind jedoch besondere Ausnahmen, bei denen mehr die technische Möglichkeit der Galvanoplastik (d. h. elektrolytische Herstellung eines Metallgegenstandes) oder der Galvanostegie (d. h. elektrolytische Herstellung metallischer Überzüge) im Vordergrund stand; wie z. B. bei einer galvanischen Platte in den wissenschaftlichen Sammlungen an der Humboldt-Universität zu Berlin, die 1831/1832 hergestellt wurde. Sie stellt eine frühe Art der Galvanostegie mit einem Kupferniederschlag dar. Kunsthistorisch handelt es sich dabei um eine Kopie im Maßstab 1:10 des Frieses des Apollon-Tempels von Bassai-Phigalia, bei dem die einzelnen originalen Reliefplatten aus

[8] B. Meißner – A. Doktor – M. Mach (Hrsg.), Bronze- und Galvanoplastik. Geschichte – Materialanalyse – Restaurierung, Arbeitshefte des Landesämter für Denkmalpflege Sachsen und Sachsen-Anhalt 5 (Dresden 2000).

Stein verkleinert und in einem durchgehenden Fries in fünf Registern zusammengestellt wurden.[9]

Galvanische Kopien antiker Objekte finden in der archäologischen Landesforschung und in den Landesmuseen häufiger Verwendung. Zumeist wurden außergewöhnliche archäologische Metallfunde reproduziert, wie Münzen, Medaillen, Schmuck oder Tafelgeschirr. Besonders die optisch kaum von den Originalen zu unterscheidenden Galvanoplastiken dienten und dienen u. a. dem Vergleichsstudium, dem Leihverkehr, als Ersatz des Originals in Ausstellungsräumen oder auch zum Schutz des Originals.

Auch der bekannte Hildesheimer Silberfund, der im Jahre 1868 gefunden wurde und sich heute in der Antikensammlung der Staatlichen Museen zu Berlin befindet, wurde bereits früh in Gips und in Galvanotechnik für Museen aber auch für kunst- bzw. kulturinteressierte Bürger abgeformt.[10] Zu nennen ist hier die Württembergische Metallfabrik in Geislingen (WMF), durch die ab dem Jahre 1906 der Hildesheimer Silberfund in Galvanoplastiken große Verbreitung fand. Das Grazer Institut für Archäologie besitzt von diesem Schatzfund hingegen bereits 1869 erworbene – d. h. ein Jahr nach der Entdeckung – dunkelgrau bemalte Gipsabgüsse (Inv. D 281–299; alte Inv. IV/64–93) (Abb. 6).

Abb. 6: Bemalter Gipsabguss des Silberkraters aus dem Hildesheimer Schatzfund (© Universität Graz, Stephan Karl)

2. Konventionelle Methoden der Abformung

Das technische Verfahren zur Herstellung von Abgüssen ist seit der Antike unverändert geblieben. Vom Original mussten zuerst Matrizen, auch Negativformen genannt, abgenommen werden. Ursprünglich verwendete man für diese Matrizen Gips. Dafür musste jedoch eine zumeist ölige Kontaktschicht auf der originalen Oberfläche aufgebracht werden, um die Matrize nach Aushärtung des Gipses wieder ablösen zu können. Diverse Unterschneidungen des abzuformenden Objektes machten es zusätzlich notwendig, diese Gipsmatrizen in einzelne und wohl überlegte Abschnitte zu zerlegen, damit sie auch wieder abgenommen

[9] http://www.sammlungen.hu-berlin.de/dokumente/8639/.

[10] E. De Gennaro (Hrsg.), Der Hildesheimer Silberschatz in galvanoplastischen Nachbildungen, Begleitband zur Sonderausstellung im Römermuseum Güglingen vom 17.5.–30.11.2009, Schriftenreihe des Römermuseums Güglingen 2 (Güglingen 2009).

werden können. Diese Teile wurden schließlich für die Herstellung der endgültigen Gussform wieder zusammengesetzt.

Anschließend wird aus der Negativform ein Positiv gegossen, zumeist aus Gips. Nach Aushärtung des Abgusses wurden die Stege, die durch das Zusammensetzen der Matrizenteile entstanden sind, meistens abgearbeitet; zuweilen beließ man diese auch, wie beispielsweise am 1882 erworbenen Gipsabguss des Apollonkopfes vom Westgiebel des Zeustempels in Olympia (Inv. D 94) (Abb. 7).

Abb. 7: Gipsabguss des Apollonkopfes vom Westgiebel des Zeustempels in Olympia mit Abformungsstegen (© Universität Graz, Stephan Karl)

Heute werden Abgüsse zumeist nicht mehr mit Gips abgeformt, sondern man verwendet Silikon oder Naturkautschuk. Dieses Material wird in mehreren Lagen dickflüssig auf das Original aufgetragen (mit Spachtel, Pinsel oder Spray). Nach Aushärten dieser Masse wird eine Stützform zumeist aus Gips erstellt. Ist auch diese ausgehärtet, wird die Stützform zerlegt und das Silikon bzw. der Naturkautschuk kann aufgrund der elastischen Eigenschaft von der originalen Oberfläche abgezogen werden. Bei rundplastischen Objekten muss zuweilen diese Schicht an gewissen Stellen aufgeschnitten werden. Das Abnehmen einer dicht haftenden Schicht wie Silikon oder Naturkautschuk kann jedoch bei Restauratoren mit wenig Erfahrung zu einer Beeinträchtigung bis zur Beschädigung der originalen Oberfläche führen; vor allem gilt dies bei weichen Steinen mit nicht festen Oberflächen bzw. porösen Oberflächen. Als Material für den Abguss wird häufig ein Kunstharz oder ein Kunststein verwendet; zuweilen wird dieser beim Anmischen bereits eingefärbt oder der Abguss wird im Nachhinein dem Original entsprechend koloriert.

Silikon wird auch in der modernen Galvanoplastik bei der Herstellung von Kopien antiker Metallobjekte verwendet. Das Original wird mit Silikon abgeformt, dann jedoch mit einem speziellen Lack elektrisch leitfähig gemacht. In dieser Negativform baut sich schließlich im Galvano-Becken eine Metallschicht durch das elektrolytische Verfahren auf, die bis zur Materialstärke des Originals wachsen kann. Übrig bleibt eine „echte“ Galvanoplastik aus reinem Kupfer. Die Oberfläche dieses Rohproduktes wird z. T. noch mechanisch überarbeitet.

Größere Teile werden separat angefertigt und schließlich miteinander verlötet. Diese kupfernen Roh-Galvanoplastiken können in einem letzten Schritt veredelt werden, d. h. mit Gold- oder Silberschichten überzogen.

3. Beispiele von Reproduktionen an Universitäten, in Museen, in der Denkmalpflege und in der Lehre

3.1. Forschung: Die sogenannte „Trauernde Penelope“

Für die im Jahre 2007 in München gezeigte Ausstellung „Penelope rekonstruiert“[11] wurden alle Skulpturen vom Typus der trauernden Penelope in Gipsabguss (Abb. 8) hergestellt und nebeneinander in einem Raum präsentiert. Auf diese Weise konnten nicht nur die verschiedenen Repliken miteinander verglichen werden, sondern auch neue Vorschläge für die Rekonstruktion des Originals klassischer Zeit erarbeitet werden.

Abb. 8: Ausstellung München 2007 und die neue Rekonstruktion (© nach Penelope rekonstruiert [München 2007] 26. 71)

3.2. Museum: Der Silberskyphos aus der römischen Villa von Grünau

Im Jahre 1990 wurde bei Ausgrabungen des Instituts für Archäologie der Karl-Franzens-Universität Graz ein einzigartiger Silberskyphos in einer römischen Villa bei Groß St. Florian gefunden. Er wird in die Mitte des 1. Jahrhunderts n. Chr. datiert und stammt mit aller Wahrscheinlichkeit aus Mittelitalien. Heute befindet sich das Original im Archäologiemuseum des Universalmuseums Joanneum in Graz (Abb. 9). Eine galvanoplastische Kopie wurde 1992 für das Steirische Feuerwehrmuseum Kunst & Kultur in Groß St. Florian hergestellt.

[11] I. Kader (Hrsg.), Penelope rekonstruiert. Geschichte und Deutung einer Frauenfigur: Sonderausstellung des Museums für Abgüsse Klassischer Bildwerke München, 9. Oktober bis 15. Januar 2007 (München 2006).

Original Kopie

Abb. 9: Der Silberskyphos aus Grünau: Original im Universalmuseum Joanneum in Graz; Kopie im Steirischen Feuerwehrmuseum Kunst & Kultur in Groß St. Florian (© UMJ, Nicolas Lackner und Susanne Lamm)

3.3. Denkmalpflege: Die Muse *Polyhymnia* aus dem sog. Eisernen Haus in Graz

Im Jahre 2001 entdeckte man bei Bauarbeiten am sog. Eisernen Haus in Graz, einem frühen Gusseisenskelettbau von 1847/1848, in einer verblendeten Fassadennische eine gusseiserne Figur, die sich als Abguss einer römischen Marmorkopie der Muse *Polyhymnia* des *Philiskos* herausstellte (Abb. 10).

Original Kopie

Abb. 10: Die gusseiserne Muse *Polyhymnia* vom sog. Eisernen Haus in Graz: Original im Landeskonservatorat für Steiermark des BDA; Kopie am sog. Eisernen Haus in Graz (© BDA, Stephan Karl)

Das römische Marmorwerk, das aus der sog. Mariusvilla an der Villa Latina in Rom stammt, befindet sich heute in der Antikensammlung der Staatlichen Museen zu Berlin. Man nimmt zu Recht an, dass der wohl bauzeitlich zu datierende gusseiserne Abguss einen Gipsabguss des antiken Originals als Vorbild hatte, von dem jedoch in Graz jede Spur verloren zu sein scheint. Möglicherweise musste er als „verlorene Form“ der Herstellung der Negativform für den Eisenguss weichen. Die Muse *Polyhymnia* gehörte auf jeden Fall zum Repertoire der Gips-Formerei der königlichen Museen Berlin.[12] Die gusseiserne Statue wurde nach Beendigung der Restaurierung nicht mehr an ihren ursprünglichen Platz transferiert; anstelle des Originals wurde im Jahre 2003 eine Kopie aufgestellt. Diese Kopie wurde in konventioneller Technik mittels Negativformen aus Silikonkautschuk vom Steinrestaurator Ghadir Alizadeh Saboor angefertigt, die er mit einer dreiteiligen Stützform umgab. Der Abguss besteht aus Lafarge-Zement mit schwarzem Granitkies, um farblich dem Original zu entsprechen.

3.4. Universität: Einbindung von Gipsabguss-Sammlungen in die Lehre

Gipsabguss-Sammlungen (Abb. 11) sind seit dem Bestehen der universitären archäologischen Ausbildung sowie der Kunstakademien fester Bestandteil der Lehre. So können an einer für das Studium repräsentativen Auswahl Skulpturen und Reliefs Zeit und Raum übergreifend verglichen und erforscht werden.

Abb. 11: Abguss-Sammlung des Archäologischen Instituts der Universität Hamburg (© Universität Hamburg)

4. Fallbeispiel: Satyrgruppe

4.1. Ausgangssituation

Die unterlebensgroße Statuengruppe von drei Satyrn, die mit einer Schlange ringen (Abb. 12), im Museum des Instituts für Archäologie der Karl-Franzens-Universität Graz fungiert als Referenzobjekt für die Studie zur Relevanz archäologischer Reproduktionen für Museen und Forschungsvorhaben.

Die Skulpturengruppe gehört zumindest seit den 30er-Jahren des 20. Jahrhunderts zum Bestand der Abguss-Sammlung des Instituts für Archäologie der Karl-Franzens-Universität Graz (Inv. D 443). Sie ist die Kopie eines vor wenigen Jahren in einer Grazer Villa aufgetauchten Originals aus Marmor, das 2010 in New York versteigert wurde.[13] Das Original selbst ist wiederum als römische Kopie eines hellenistischen Vorbilds zu betrachten.

[12] Katalog der Originalabgüsse, Heft 4: Griechenland und Rom. Freiplastik, herausgegeben von der Gipsformerei, Staatliche Museen zu Berlin – Preußischer Kulturbesitz, 8 Nr. 260 Taf. 18.

[13] http://www.sothebys.com/en/auctions/ecatalogue/2010/antiquities-n08644/lot.29.html.

- Maße: Plinthe: Länge 0,81 m; Breite 0,34 m; Höhe gesamt 0,63 m.
- Material: Gips (armiert); Signatur „Schmidt“.

Abb. 12: Satyrgruppe aus Gips am Institut für Archäologie der Karl-Franzens-Universität Graz (© Universität Graz, Johanna Kraschitzer)

4.2. Vorgehensweise

Die Statuengruppe wurde in der Abguss-Sammlung des Instituts für Archäologie mittels eines Nahbereichscanners dreidimensional aufgenommen. Danach erfolgte die Verarbeitung und Aufbereitung der Daten für den Reproduktionsprozess. Auf der Basis dieses berechneten Computermodells wurden drei Reproduktionen in unterschiedlichen Materialien und in verschiedenen Reproduktionstechniken hergestellt: eine Kopie in originalgetreuer Größe in Frästechnik, eine auf ca. 40 % der ursprünglichen Größe verkleinerte Reproduktion in Gipsguss (sog. *rapid prototyping*) und eine Reproduktion einer der Figuren in etwa 140 % der originalen Größe in Fräs-Technik mit Echtmetall-Coating.

Zeitlicher Aufwand für Dokumentation und Reproduktionen	
Scanarbeiten	6 Stunden
Digitale Nachbearbeitung für die Erstellung eines digitalen 3D-Modells	5 Stunden
Herstellung einer 1:1-Replik im 3D-Fräsverfahren .) Vorarbeiten (Fräsdaten Aufbereitung) : 2 Stunden .) Fertigung (Fräsen): 40 Stunden .) Endfertigung (Überarbeiten der Oberfläche): 15 Stunden	57 Stunden
Herstellung einer verkleinerten Replik im 3D-Druck-Verfahren .) Vorarbeiten (3D Drucker Vorbereitung) : 0,5 Stunden .) Fertigung (Plotten): 10 Stunden	13,5 Stunden

.) Endfertigung (Überarbeiten der Oberfläche): 3 Stunden	
Herstellung einer vergrößerten Replik eines Teiles der Gruppe in 3D-Fräs-Technik mit Echtmetall-Coating .) Vorarbeiten (Fräsdaten Aufbereitung): 1 Stunden .) Fertigung (Fräsen): 6 Stunden .) Zwischenarbeiten (Betonkern, Metallstange einbauen): 1,5 Stunden .) Galvanisierung: 10 Stunden	18,5 Stunden

4.3. Bewertung

Die Satyrgruppe des Grazer Instituts wurde insbesondere aus zwei Gründen als Fallbeispiel ausgewählt. Es handelt sich um eine äußerst seltene Skulptur, deren genaue Dokumentation forschungsgeschichtlich interessant ist, und die starken Unterschneidungen stellen eine Herausforderung für Dokumentation und Reproduktion dar.

3D-Dokumentation

Die Aufnahme mittels 3D-Scans erfolgt kontaktfrei und ist somit völlig ungefährlich für die originale Substanz. Sie kann am Ort erfolgen, die Objekte müssen für die Dokumentation nicht mehr bewegt werden. Es muss lediglich darauf geachtet werden, dass alle Partien des Objektes für den Scanner ‚einsehbar' sind. Um das zu erreichen, müssen überlappende Scanvorgänge durchgeführt werden, um eine maximale Abdeckung zu gewährleisten.

Aus der Dokumentation wird ein digitales dreidimensionales Modell erstellt, das die Oberfläche und die Geometrie (Abb. 13) präzise wiedergibt. Die Genauigkeit des 3D-Modells hängt von der Wahl des Scanners ab.

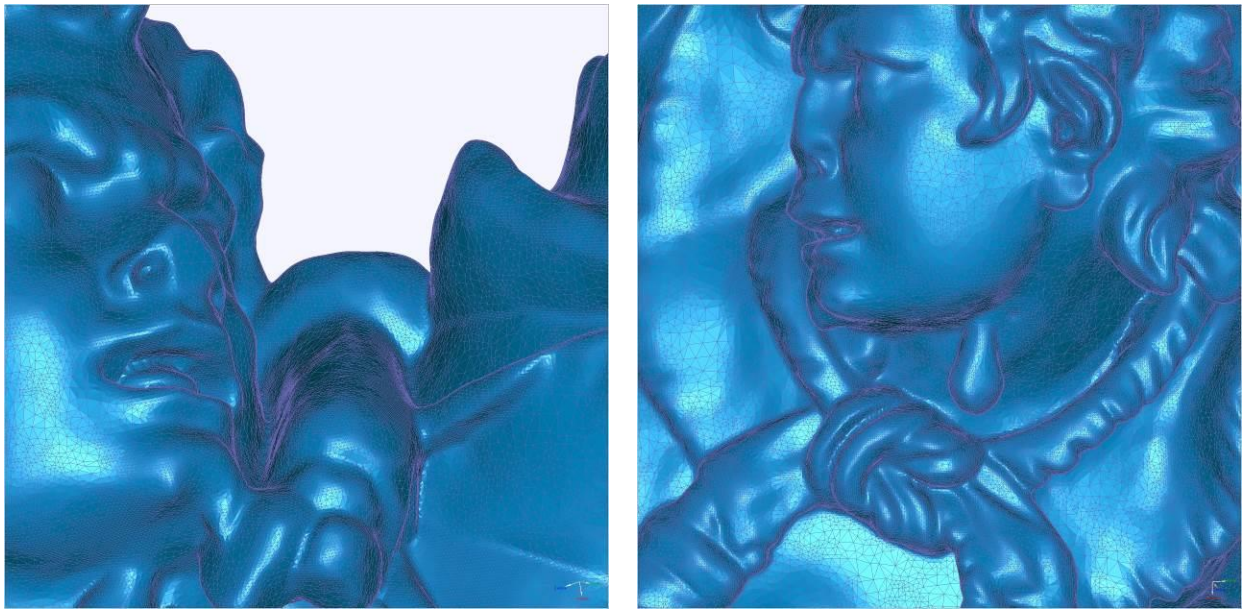


Abb. 13: Screenshots des 3D-Modells der Satyrgruppe im Drahtgittermodell, Details (© Organic Form Productions)

Für archäologische und kunsthistorische Objekte hat sich die Streifenlichttopometrie eines Nahbereichscanners in diesem und in früheren Fällen als gut geeignetes Verfahren herausgestellt. Dabei wird das zu dokumentierende Objekt zeitlich sequentiell mit Mustern von parallelen hellen und dunklen Streifen unterschiedlicher Breite bestrahlt, diese mit zwei

Kameras aufgenommen und daraus das dreidimensionale Modell berechnet. Da es sich ausschließlich um eine optische Methode handelt, wird die antike Substanz durch keine Strahlung beeinträchtigt. Gleichzeitig wird auch die Textur der Oberfläche dokumentiert, wodurch auch ein farbiges Erscheinungsbild möglich wird.

Die maßstabsgetreue Dokumentation ermöglicht nahezu jede beliebige Skalierung des 3D-Modells: Das 3D-Modell kann in kleinere und größere Formate umgerechnet werden, aber ebenso auch – falls gewünscht – digital verändert werden.

Unabhängig davon, ob anschließend eine Kopie hergestellt werden soll oder nicht, macht die relativ kurze Aufnahmezeit für die Erstellung eines 3D-Modells (inklusive Nachbearbeitung am Computer) diese Art der Dokumentation für alle kulturhistorisch wertvollen Objekte interessant, um Cultural Heritage zu erfassen und zu sichern.

Reproduktion

Während sowohl in der Forschung als auch im Museumswesen Reproduktionen traditioneller Weise in Gips hergestellt wurden, erlauben die aktuellen Techniken die Wahl des Materials betreffend viele Varianten, abhängig von der Verwendung und der Funktion der Reproduktion. Dies betrifft ebenso die Gestaltung der Oberflächen.

Die Firma Organic Form Productions stellte von der am Institut für Archäologie der Karl-Franzens-Universität Graz verwahrten Satyrgruppe drei Kopien in verschiedenen Größen und mittels verschiedener Verfahren her.

Eine Kopie gibt das Vorbild im gleichen Maßstab wieder; auch das Erscheinungsbild der Oberfläche sollte dem Vorbild aus Gips angepasst werden. Die Gruppe des Grazer Instituts ist ein Gipsguss, die gleichformatige Kopie besteht jedoch aus Polyurethan und wurde mittels einer CNC-Fräse aus einem Block herausgearbeitet. Da die stark bewegte Skulptur viele Unterschneidungen aufweist, musste zuerst die Skulptur, d. h. das 3D-Modell dieser Skulptur, virtuell in Teile (Abb. 14) zerlegt werden, um dem Kopf der Fräse genügend Platz zu geben, sämtliche Oberflächen zu erreichen.

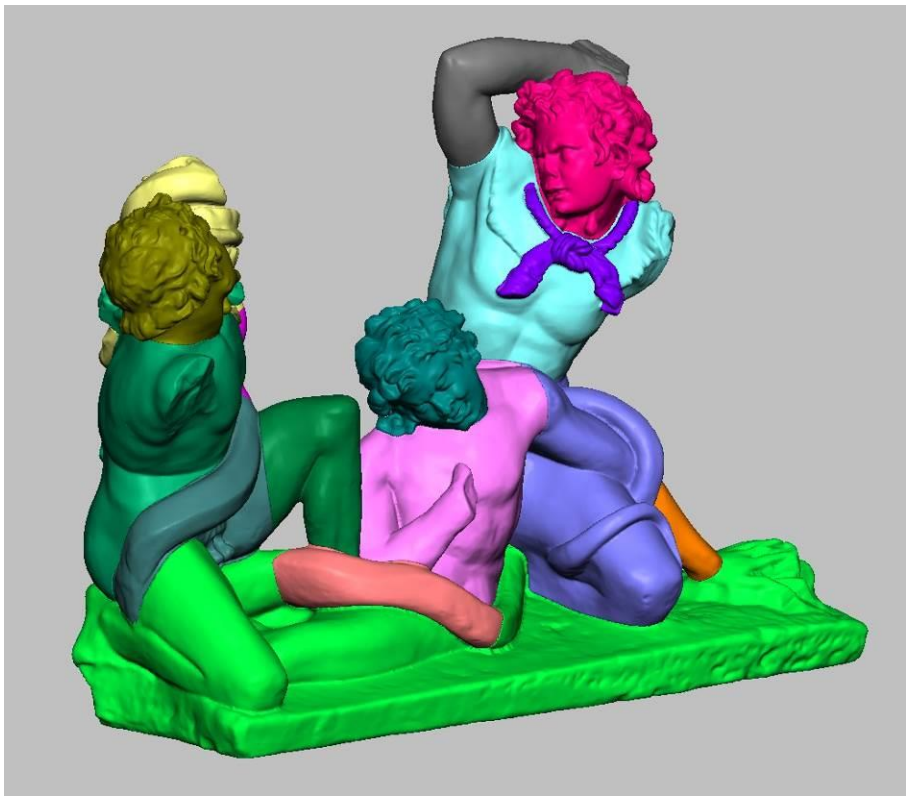


Abb. 14: Screenshot des 3D-Modells der Satyrgruppe mit farblich markierten Einzelteilen (© Organic Form Productions)

Diese durch den Fräsvorgang bedingten Einzelteile der Skulptur wurden anschließend wieder zusammengefügt (Abb. 15).

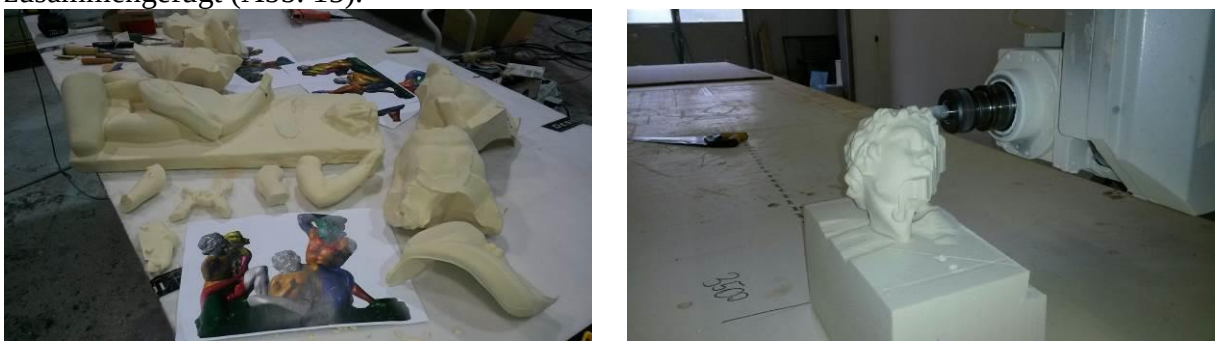


Abb. 15: Gefräste Einzelteile der Skulptur und Fräsmaschine (© Organic Form Productions)

Bei der maschinellen Produktion können an der Oberfläche gewisse Artefakte (z. B. gestufte Oberfläche) und Werkzeugspuren entstehen. Nach dem Fräsvorgang wird die Oberfläche händisch überarbeitet, ebenso allfällige Klebestellen. Dabei können – falls notwendig und gewünscht – weitere Präzisierungen an der Oberfläche (Abb. 16), in unserem Fall beispielsweise an den Haarlocken der Figuren und an den unterschnittenen Augenlidern, vorgenommen werden.

Abb. 16: Unbearbeitete Oberfläche am Kopf des linken Satyrn; Überarbeiten der Oberfläche am Arm des linken Satyrn (© Universität Graz, Johanna Kraschitzer; Organic Form Productions)

Abschließend wurde die Skulptur mit einer weißen Beschichtung im Spritzverfahren (Abb. 17) überzogen, um sich der originalen Oberfläche anzunähern.

Die zweite Reproduktion (Abb. 17) gibt die gesamte Gruppe in einem stark verkleinerten Maßstab wieder. Sie wurde mit dem sog. *rapid prototyping*-Verfahren aus Gipsstaub in einem 3D-Plotter hergestellt. Dabei wird (im Gegensatz zur Frästechnik) das Objekt in Schichten aufgebaut. Hier stellen Unterschneidungen prinzipiell kein Problem dar. Allerdings sind derzeit noch klare Grenzen bei der Größe des zu reproduzierenden Werkstückes gegeben; sie liegen bei 350 x 250 x 200 mm.

Die dritte Reproduktion (Abb. 17) gibt nur einen Teil der originalen Skulptur wieder, allerdings stark vergrößert. Für die Vergrößerung wurde der rechte Satyr der Gruppe ausgesucht. Auch diese Skulptur wurde, wie die 1:1-Kopie mittels CNC-Fräse aus Polyurethan hergestellt. Dieses Werkstück wurde hohl ausgeformt und mit einem Betonkern

samt einem darin eingelassenen Metallstab versehen. Danach wurde es mit einer leitenden Substanz und schließlich in einem Galvanobad mit einer Kupferoberfläche überzogen. Auf dem Metallstab wurde die Skulptur für die Präsentation montiert.

Abb. 18: Kopie und Reproduktionen neben der Skulpturengruppe aus Gips am Grazer Institut (© Universität Graz, Johanna Kraschitzer)

4.4. Bildvergleich

Die Qualität der maschinell hergestellten Reproduktionen ist am besten im direkten Vergleich zu beurteilen (Abb. 18).

Abb. 18: Vergleich der Satyrgruppe am Grazer Institut und die Reproduktion noch ohne weiße Beschichtung (© Universität Graz, Johanna Kraschitzer)

Die mittels Frästechnik hergestellte Kopie der Skulpturengruppe lässt manche Artefakte des Herstellungsprozesses erkennen (Abb. 19): Die Fräse kann Vertiefungen mit sehr kleinem Durchmesser nicht herstellen, da der Durchmesser des Fräskopfes die maximal erzielbare Feinheit vorgibt. Die nicht überarbeitete Oberfläche zeigt vereinzelt Riffeln, die eine Folge des Fräsprozesses sind. Unterschnittene Partien müssen separiert hergestellt werden, z. B. das umgehängte Fell; diese Klebestellen sind an der nicht überarbeiteten Skulptur noch sichtbar.

Abb. 19: Gegenüberstellung der rechten Figur der Satyrgruppe am Grazer Institut und der Reproduktion desselben Teiles der Skulptur noch ohne weiße Beschichtung (© Universität Graz, Johanna Kraschitzer)

Nach der manuellen Überarbeitung der Feinheiten wird eine weiße Beschichtung im Spritzverfahren aufgebracht, um die originale Gipsoberfläche der Grazer Skulpturengruppe zu imitieren. Die Endfertigung mit weißer Beschichtung mag manche zuvor erarbeiteten Feinheiten wieder verwischen; die Genauigkeit ist aber sehr zufriedenstellend (Abb. 20).

Abb. 20: Gegenüberstellung der mittleren Figur der Satyrgruppe am Grazer Institut und der Reproduktion desselben Teiles der Skulptur mit weißer Beschichtung (© Universität Graz, Johanna Kraschitzer)

Auch die verkleinerte Reproduktion steht in ihrer Detailgenauigkeit dem Gipsoriginal kaum nach (Abb. 21).

Abb. 21: Gegenüberstellung der mittleren Figur der Satyrgruppe am Grazer Institut und der verkleinerten Reproduktion desselben Teiles der Skulptur aus Gipsstaub (© Universität Graz, Johanna Kraschitzer)

5. Resümee

5.1. In der Forschung

Reproduktionen im Rahmen von Forschungsvorhaben sind aus verschiedenen Gründen wertvoll. Sie ermöglichen die Zusammenstellung von zusammengehörigen Objekten respektive die Überprüfung einer möglichen Zusammengehörigkeit, ohne dass mit den Originalen hantiert werden muss. Dies schont die originale Substanz, was insbesondere für Objekte wichtig wird, bei deren Zustand der physische Kontakt auf ein Minimum beschränkt bleiben soll bzw. sogar muss, beispielsweise bei fragilen oder in Klimakammern gelagerten Objekten bzw. etwa bei sehr unhandlichen oder schweren Objekten. Reproduktionen ermöglichen auch Passversuche von an unterschiedlichen Orten verwahrten Objektteilen, die aus geographischen, rechtlichen oder auch konservierungstechnischen Gründen nicht an demselben Ort zusammengebracht werden können. Reproduktionen machen schließlich auch Ergänzungsversuche möglich, deren Ziel die Erforschung des ursprünglichen, unversehrten Zustands ist. Im Falle von fehlenden Einzelteilen beispielsweise können mittels Reproduktionen verschiedene mögliche Varianten bei einer Ergänzung durchgespielt werden, bei verlorener Oberflächendekoration (z. B. farbliche Fassungen) kann anhand einer Reproduktion die ursprüngliche Farbgebung erarbeitet werden.

5.2. Im Museumsbereich

Gerade für das boomende Ausstellungswesen könnten in der Zukunft Kopien von größerer Bedeutung als bisher sein, da man sich der immanenten Gefahr bei jedem Transport zunehmend bewusst wird. Diese Risiken können mit einer perfekten Kopie minimiert bzw. sogar ausgeschlossen werden. Natürlich darf der Besucher darüber, dass er sich einer Kopie gegenüber sieht, nicht im Unklaren gelassen werden.

Kopierte Objekte können auch als fester Bestandteil eine Sammlung insofern bereichern, dass dadurch eine bestehende Sammlung besser veranschaulicht werden kann, wenn beispielsweise ein Objekt einer Reihe nicht vorhanden ist und durch diese Kopie eine Entwicklung vollständig gezeigt und didaktisch lehrreich präsentiert werden kann.

5.3. In der Denkmalpflege

Die Erstellung eines 3D-Modells dokumentiert das Aussehen eines Denkmales digital. Anhand solcher Aufnahmen können in Zukunft eventuelle Schadensfälle oder Verfallserscheinungen (sei es beispielsweise auf Grund der Witterung im Freien oder materialimmanente Verfallsprozesse) analysiert werden, indem Dokumentationen aus verschiedenen Jahren miteinander verglichen werden.

Darüber hinaus kann eine Datenbank, in der 3D-Modelle von Kunstobjekten und archäologischen Artefakten archiviert werden, einen wichtigen Beitrag zur Sicherung des Cultural Heritage leisten.

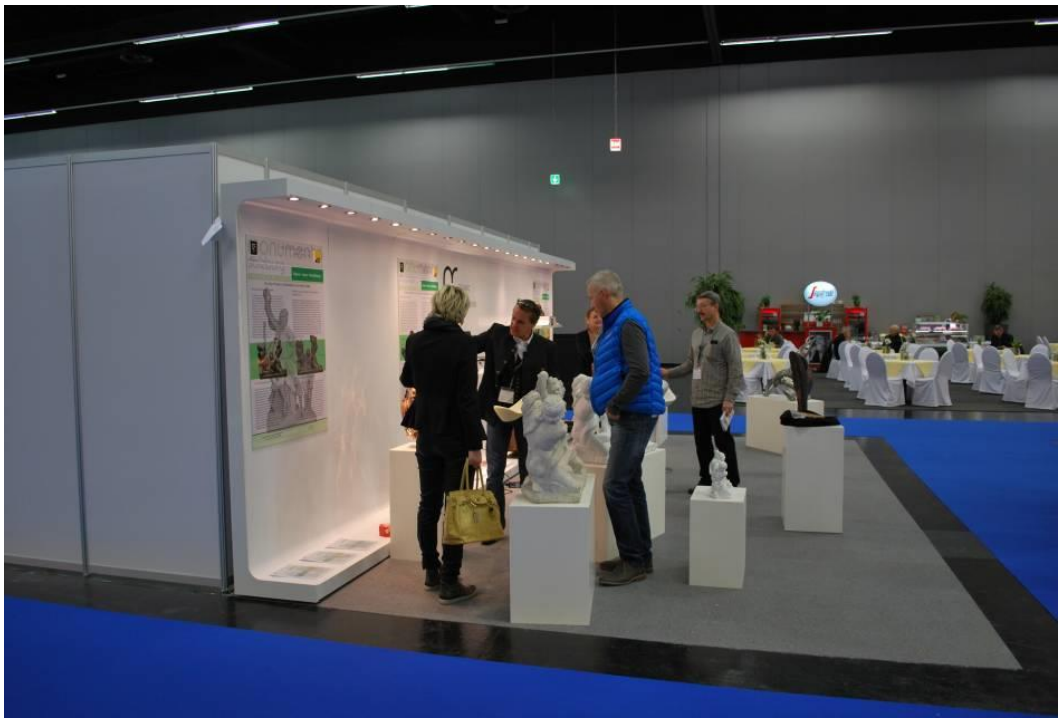
Reproduktionen dienen auch dem Denkmalschutz; gefährdete originale Skulpturen oder andere Bauteile können im Bedarfsfalle durch Reproduktionen am Ort ersetzt werden. Für den Betrachter bleibt das historisch gewachsene Ensemble dadurch bewahrt, während gleichzeitig das Original an einem geschützten Ort museal neu zur Geltung gebracht wird.

5.4. In der Lehre

Das Arbeiten mit Reproduktionen, zumeist in sog. Gipssammlungen, hat in der wissenschaftlichen Lehre bereits eine lange Tradition. Computerunterstütze Dokumentations- und Reproduktionstechniken können hier anschließen. Sie erlauben die Herstellung von preisgünstigeren Reproduktionen und können bereits bestehende Sammlungen um neue Typen oder auch Varianten bereits bestehender Typen bereichern; gerade die Analyse von Typenreihen stellt einen Grundpfeiler der wissenschaftlichen Ausbildung dar.

Präsentation des Projektes auf der Monumento 2014 in Salzburg (16.–18. Januar 2014)

Im Rahmen des Monumento 2014, der Fachmesse für Restaurierungen, stellten die Firma Organic Form Productions und das Institut für Archäologie der Karl-Franzens-Universität Graz gemeinsam die im Projekt erarbeiteten Ergebnisse vor.



SÜDTIROL
ORGANIC
FORM
PRODUCTIONS

SÜDTIROL
deffner & johann
ORGANIC
FORM
PRODUCTIONS