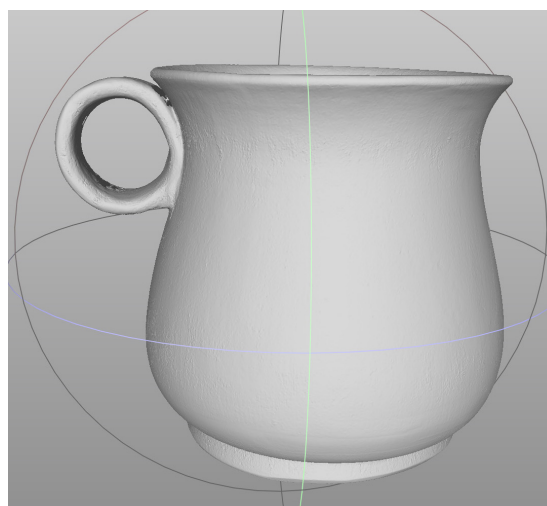
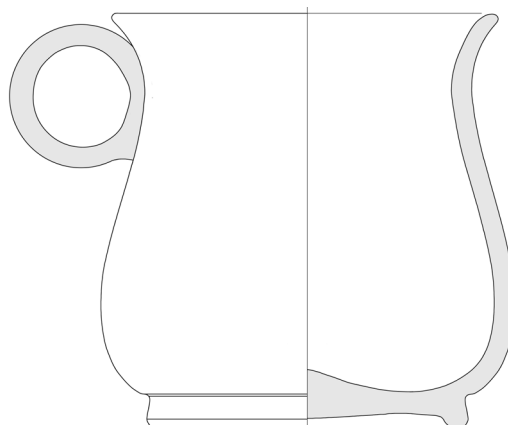


Analoge und digitale Erfassung von Sammlungsobjekten im Vergleich



Dieses Booklet können Sie unter
www.uni-goettingen.de/digitalhumanities
downloaden.



GEORG-AUGUST-UNIVERSITÄT
GÖTTINGEN
Institut für Digital Humanities

Handzeichnung

Das archäologische Zeichnen fällt in die Kategorie des technischen Zeichnens. Es geht darum, das Objekt genau auszumessen und möglichst detailgetreu wiederzugeben. Dabei ist die Zeichnung stets eine Interpretation des Objekts, in der besonders wichtige Merkmale genauer hervorgehoben werden können, wenn die BearbeiterInnen sie als wichtig empfinden. Besonders häufig kommt diese Technik bei Gefäßen und Bauteilen zum Einsatz.

Die Informationen über das Objekt, die bei einer Zeichnung besonders gut zur Geltung kommen, sind die Form und individuellen Einzelheiten, die Rückschlüsse auf das Design, den Produzenten und die Herstellungstechnik erlauben.

Vorteile:

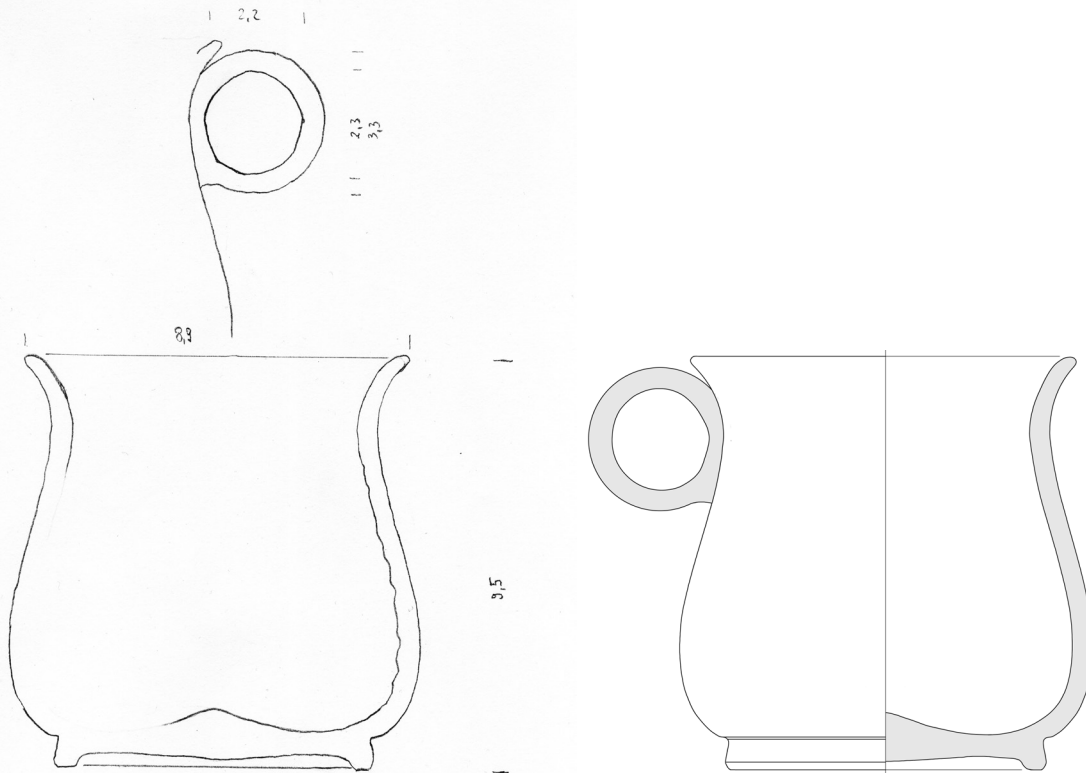
preiswert; normiert;
Details lassen sich hervorheben

Nachteile:

zweidimensional; Erfahrung
notwendig; schwer objektivierbar

Literatur:

Heide Mommsen, Zur Auswertung von Formfotos und Profilzeichnungen, in: M. Bentz (Hrsg.), Vasenforschung und Corpus Vasorum Antiquorum. Standortbestimmung und Perspektiven, Corpus Vasorum Antiquorum. Beihefte 1 (München: Beck 2002) 23–36.



Bildbearbeitungsprogramme helfen dabei, den Linienvorlauf der Handzeichnung zu glätten, und die als Pixelgrafik digitalisierte Zeichnung in eine Vektorgrafik zu verwandeln.

Computer Aided Design (CAD)

Computer Aided Design (CAD) bezeichnet die Verwendung von Computerprogrammen zur Erstellung und Ergänzung von zweidimensionalen Zeichnungen oder virtuellen, dreidimensionalen Modellen der Objekte. Als Grundlage des CAD können Zeichnungen und Fotografien dienen. Die Dateigröße eines mit CAD erstellten 3D Modells ist meist erheblich kleiner als bei anderen 3D Verfahren. Anderes als bei der archäologischen Zeichnung geht es beim CAD meist um die ideale Gestalt des Objekts und nicht um die Variation kleinster Details.

Das dreidimensionale Modell kann neben geometrischen Eigenschaften des Körpers auch Volumen und Materialeigenschaften des Objektes enthalten.

Vorteile:

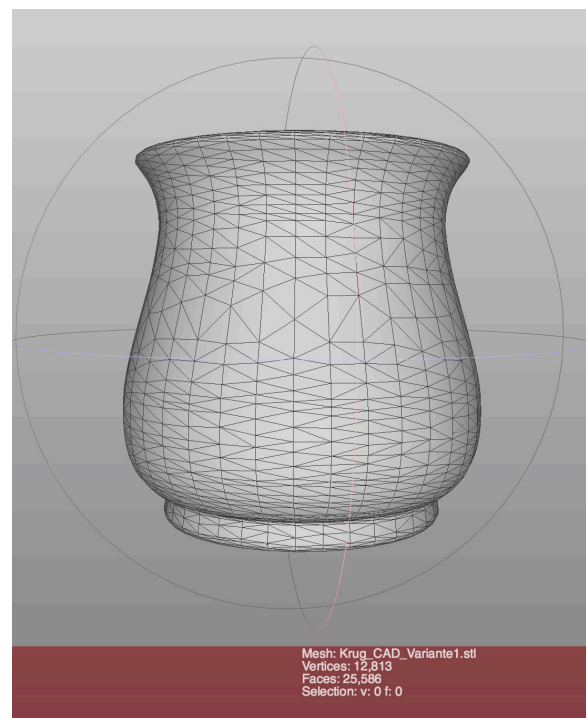
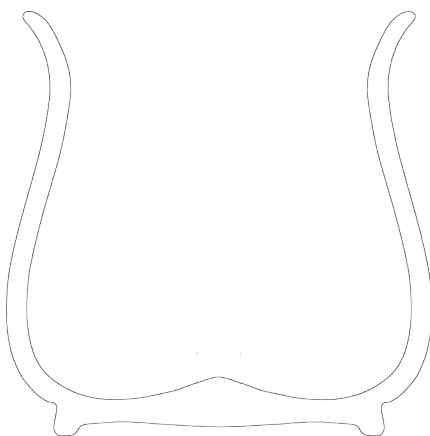
gleichmäßiges 3D Modell geringer Größe; verknüpfbar mit Metadaten

Nachteile:

keine exakte Dokumentation des Zustands

Literatur:

<https://de.wikipedia.org/wiki/CAD> (mit Nachweisen).



Ein mit CAD erstelltes Modell kann wegen seiner geringen Dateigröße leicht in Web-Datenbanken oder virtuelle Umgebungen (Computerspiele, Virtuelle Museen) eingebunden werden.

Orthofotografie

Die Orthofotografie ist ein normiertes Verfahren der Fotografie, das sich durch eine horizontal wie vertikal gerade (flächenparallele) Ausrichtung der Kamera auf das Objekt auszeichnet. Dabei entstehen die Fotografien unter gleichmäßig weichem Licht. Die Verwendung eines Teleobjektivs bei langer Belichtungszeit erzeugt eine hohe Tiefenschärfe. Auch mit der Digitalfotografie behält die Orthofotografie ihre Bedeutung als wissenschaftliche Dokumentationsmethode.

Das Ziel der Orthofotografie ist ein möglichst unverzerrtes und unverfälschtes Bild, das aufgrund dieser Eigenschaften wissenschaftlich vergleichbar und auswertbar ist.

Vorteile:

hohe Vergleichbarkeit durch Normierung

Nachteile:

Die Wiedergabe der dritten Dimension wird konsequent unterdrückt;
nicht maßstäblich

Literatur:

Heide Mommsen a.O. (s. zu Handzeichnung).



In wissenschaftlichen Publikationen sind strenge Frontal- und Profilansichten der Objekte üblich.

360° Fotoserie

Die 360° Fotoserie ist ein 2D Visualisierungsverfahren. Es werden rundum Fotografien mit einer gewissen Überlappung angefertigt, die dann am Rechner zusammengefügt werden, sodass man mit einer Computermouse oder Tastatur den Blickwinkel ändern und das Objekt in Fotografien aus verschiedenen Perspektiven betrachten kann. Es handelt sich nicht um ein 3D-Modell, sondern um Fotografien, die als Abfolge in einer Art Film so angeordnet sind, dass sie die Illusion von Dreidimensionalität erwecken.

Das Verfahren eignet sich für alle Arten von Objekten, bietet aber begrenzte Betrachtungs- Bearbeitungs- und Vergleichsmöglichkeiten.

Vorteile:

fotorealistische Wiedergabe der
Objektoberfläche

Nachteile:

nicht dreidimensional; gute Beleuchtung notwendig

Literatur:

Eberhard Schuy. Objektfotografie: Von der
Sachaufnahme zum inszenierten Produktfoto
(Dpunkt.verlag 2014)



Vor allem bei der Produktfotografie ist die 360° Fotoserie etabliert. Wenn sich die Position des Objekts während der Aufnahme leicht verschiebt oder zu wenige Fotos erstellt wurden, wird durch den Ruckeleffekt die Illusion aufgehoben.

Fotogrammetrie

Das fotogrammetrische Verfahren arbeitet mit zahlreichen Fotografien eines Objekts aus unterschiedlichen Perspektiven. Entsprechende Computerprogramme suchen dann übereinstimmende Punkte zwischen den Fotografien und berechnen damit den Abstand und die Position zur Kamera, um die Punkte exakt im Raum anordnen und daraus ein 3D Modell erzeugen zu können. Dafür müssen die Fotos immer unter gleichen Bedingungen (Beleuchtung, Verschlusszeit, Weißabgleich) gemacht werden.

Diese Methode ist besonders gut für Objekte geeignet, deren Farbigkeit und Oberflächengestaltung wichtig sind, da aus den Fotos auch eine Textur für das 3D Modell erstellt werden kann.

Vorteile:

dreidimensionale, meist foto-realistische Wiedergabe der Oberfläche

Nachteile:

nicht maßstäblich; viele, sehr gute Fotos ohne Schatten und Lichtreflexe nötig; zeitintensiv

Literatur:

Shaun Foster / David Halbstein, Integrating 3D Modeling, Photogrammetry and Design (Springer 2014).



Mit Hilfe der Fotogrammetrie lassen sich relativ genaue 3D Modelle erstellen, deren Geometrie aber meist hinter der guten fotografischen Wiedergabe der Oberfläche zurückbleibt.

Reflectance Transformation Imaging (RTI)

Reflectance Transformation Imaging (RTI) oder Polynomial texture mapping ist ein zweidimensionales Visualisierungsverfahren, bei dem eine Reihe Fotos unter wechselnden Lichtverhältnissen erstellt wird. Der Standpunkt der Kamera wird dabei nicht verändert, sie bleibt an einer festen Position. Aufgrund des wechselnden Lichtes wird die Art geändert, wie das Objekt Licht reflektiert, wodurch seine Oberfläche modelliert wird.

Mittels des RTI-Verfahrens lässt sich die Oberflächenstruktur eines Objekts im Bild sehr detailliert wiedergeben. Das Verfahren eignet sich besonders dort, wo kleine oder kleinste Niveauunterschiede an der Oberfläche sichtbar gemacht werden sollen, wie etwa bei Schrift auf Papyri, Einritzungen, Inschriften oder flachen Reliefs.

Vorteile:

kleinste Details der Objektoberfläche werden sichtbar gemacht

Nachteile:

zweidimensional; zeitintensiv;
Spezialsoftware nötig

Literatur:

<https://www.ianus-fdz.de/it-empfehlungen/rti>;
Sarah M. Duffy: Multi-light Imaging for Heritage Applications, English Heritage, 2013, online unter: https://content.historicengland.org.uk/images-books/publications/multi-light-imaging-heritage-applications/Multi-light_Imaging_FINAL_low-res.pdf



Mit Streiflicht aus verschiedenen Richtungen lässt sich auch die Pinselführung auf griechischen Vasen sichtbar machen. Mit einem Regler kann man den Verlauf am Monitor nachverfolgen.

Abguss

Zur Erstellung eines Gipsabgusses wird von dem Original oder von einem anderen, bestehenden Abguss eine Form abgenommen und dann in Gips ausgegossen. Diese Formen lassen sich mehrmals verwenden, sodass sich das Objekt weiter reproduzieren lässt. Der Abguss gibt das Objekt maßstabsgetreu wieder und eignet sich besonders für dreidimensionale Objekte wie Statuen und Reliefs, wobei Bemalung oder andere Farbspuren auf der Oberfläche händisch nachgemalt werden müssen.

Vorteile:

dreidimensional; exakt und maßhaltig; veränderbar

Nachteile:

lokal gebunden; benötigt ebenso viel Platz wie das Original; Gips ist empfindlich.

Literatur:

Christina Haak / Miguel Helfrich (Hrsg.), Casting. Ein analoger Weg ins Zeitalter der Digitalisierung?: Ein Symposium zur Gipsformerei der Staatlichen Museen zu Berlin (Heidelberg: arthistoricum.net 2016); http://viamus.uni-goettingen.de/fr/sammlung/ac_ausstellung/z_04/01



Als Abguss ist ein Objekt exakt dokumentiert, in seiner physischen Dreidimensionalität wahrnehmbar und bietet so Vergleichsmöglichkeiten von Objekten, die sich nicht vor Ort befinden.

3D Druck

Mit einem 3D Drucker lassen sich bereits bestehende digitale Modelle eines Objektes materialisieren. Er trägt Schicht für Schicht ein Material wie Kunststoff oder Metall auf und bildet so eine physische Reproduktion. Dafür müssen die 3D Modelle allerdings „wasserdicht“ sein, dürfen also keine Löcher haben.

Der Vorteil des 3D Drucks ist die einfache Reproduzierbarkeit, jedoch sind bei den Drucken die unterschiedlichen Schichten sichtbar und dementsprechend ist die Detailgenauigkeit nicht perfekt. Er ist aber wesentlich preisgünstiger und weniger aufwendig als ein Gipsabguss.

Vorteile:

berührungsfreie Reproduktion des Objekts; keine physische Nähe zum Objekt nötig

Nachteile:

z.Zt. noch etwas ungenauer als Abguss; noch relativ teuer

Literatur:

[https://de.wikipedia.org/wiki/ 3D-Druck](https://de.wikipedia.org/wiki/3D-Druck) (mit Nachweisen); <https://3faktor.com/oberflaechenqualitaet-verschiedener-3d-drucktechnologien/>.



Die Qualität des 3D Drucks hat sich in den letzten Jahren erheblich verbessert. Trotzdem sind die Linien, die beim Druck in Schichten entstehen, noch immer wahrnehmbar.

Weißlichtscan

Beim Weißlichtscan (Structured Light Scanning) handelt es sich um ein optisches Verfahren zur dreidimensionalen Vermessung von Objekten. Die Messung der Oberfläche geschieht mithilfe eines 3D-Scanners, der das Objekt von allen Seiten erfassen muss. Dabei projiziert der Scanner ein strukturiertes, raumgreifendes Streifenmuster auf das Objekt. Aus der Krümmung der Linien lässt sich mittels Triangulation die Geometrie des Körpers berechnen. Je besser die verwendeten Objektive sind, desto exakter wird die Messung. Die so erstellten 3D-Modelle sind daher in der Regel sehr genau und weisen eine hohe Auflösung auf. Lichtdurchlässige oder stark reflektierende Oberflächen können nur sehr schwer erfasst werden ebenso wie Teile, die z.B. durch Unterschneidungen verdeckt werden.

Vorteile:

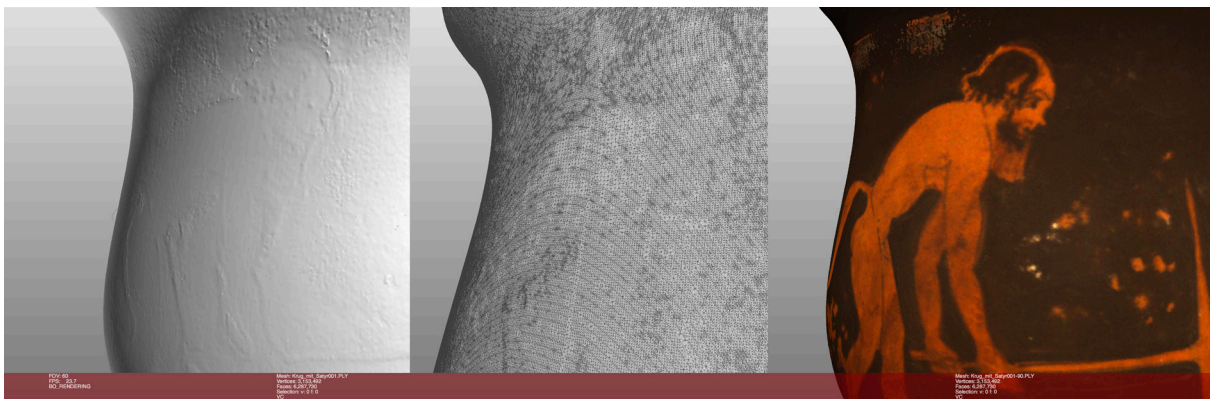
sehr exakte Vermessung der Oberfläche; Maßvergleiche möglich

Nachteile:

relativ aufwändig; sehr teuer; reflektierende oder transluzente Flächen werden nur sehr unvollständig erfasst

Literatur:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Streifenprojektion> (mit Nachweisen).



Beim hochauflösenden Weißlichtscan eines Tongefäßes ist jede Unebenheit (wie Abplatzungen oder Farbauftrag) im Relief sichtbar. Entsprechend hoch ist die Zahl der Dreiecke des 3D Modells.

Computertomografie (CT)

Die Computertomografie (CT) ist ein medizinisches, bildgebendes Verfahren, bei dem ein Computer genutzt wird, um auf Grundlage von Röntgensignalen digitale Schnittbilder physischer Objekte zu erzeugen. Dadurch ist auch ein Bild des Inneren des Objekts möglich. Notwendig ist eine große Zahl von Röntgenaufnahmen aus verschiedenen Richtungen und in verschiedenen Positionen.

In der Bild- und Objektwissenschaft sind digitale CT-Schnitte hilfreich, wenn die Sicht auf das Innere eines Objekts von außen nicht möglich ist. Dies kann z.B. bei geschlossenen Gefäßen der Fall sein. Der digitale Schnitt kann auch zum Abgleich mit analogen Profilzeichnungen genutzt werden.

Vorteile:

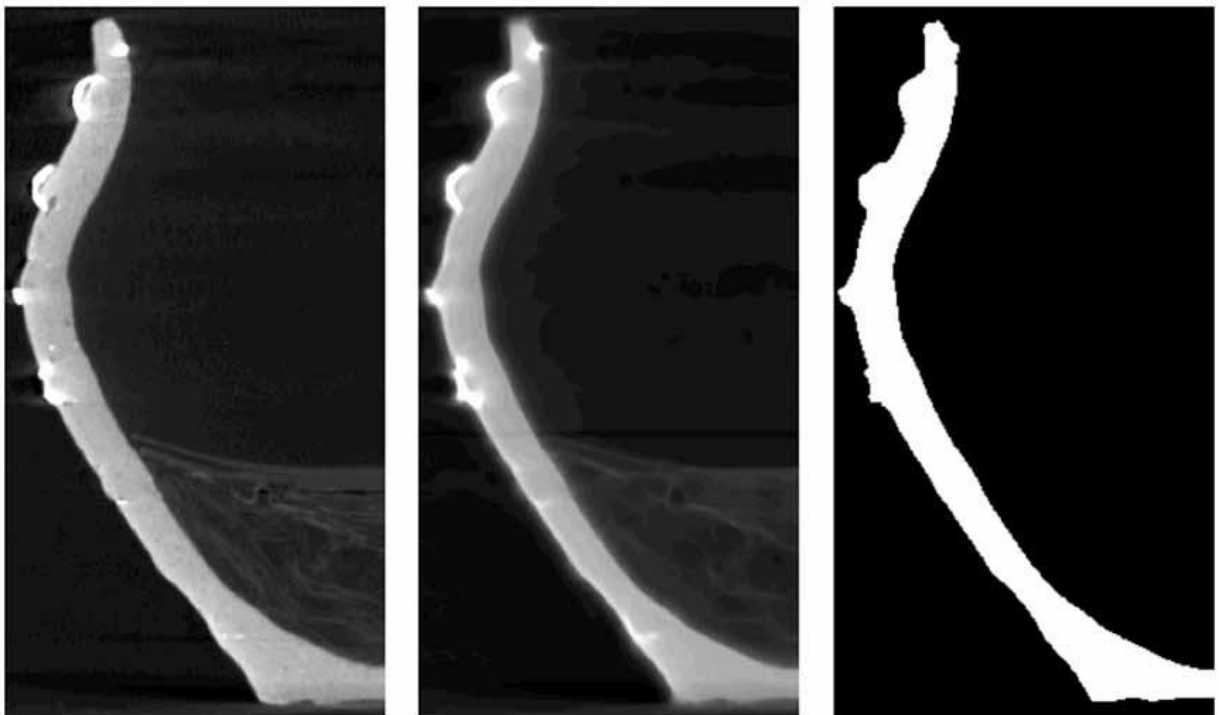
exakte Dokumentation des Ist-Zustands; Visualisierung des Inneren eines Objekts

Nachteile:

relativ aufwändig; sehr teuer

Literatur:

E. Trinkl (Hrsg.), Interdisziplinäre Dokumentations- und Visualisierungsmethoden. Corpus Vasorum Antiquorum Österreich, Beiheft 1 (Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 2013)



Röntgen-Aufnahme eines sog. Este-Bechers (Graz Inv.-Nr. 25281): (a) Querschnitt durch das Originalbild; (b) nach Rauschverminderung; (c) nach Segmentierung (Visualisierung D. Jungblut).

Fazit

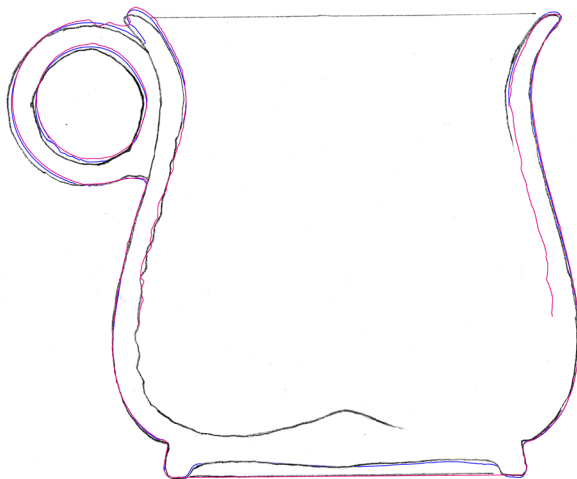
Analoge Erfassungsmöglichkeiten werden durch digitale Methoden nicht vollständig abgelöst. Die Handzeichnung von Keramik kann z.B. charakteristische Details (wie eine umlaufende Rille) besser wiedergeben als die exakte, digitale Maßefassung (s. Abb. unten). Für den Vergleich ist die Orthofotografie nach wie vor sinnvoll. Handzeichnung und Orthofotografie können aber digitale Verfahren nutzen, um die Ergebnisse zu objektivieren.

Die Form eines Objekts kann durch Fotogrammetrie gut erfasst werden. Das gilt vor allem für die fotorealistische Wiedergabe der Oberfläche des Objekts. Für genaue Maßvergleiche sind aber die hochauflösenden Scans mit Structured Light (Weißlicht) zu empfehlen, deren Auflösung von der Qualität der verwendeten Objektivs abhängt. Hiermit werden kleinste Details vermessen, die sich auch mit RTI visualisieren lassen. Das Innere eines Objekts lässt sich hingegen mit Hilfe der Computertomografie am besten wiedergeben.

Texte: Marta Kipke, Martin Langner, Max Malewski

Literatur:

DFG-Praxisregeln „Digitalisierung“, Dezember 2016, abzurufen unter: http://www.dfg.de/formulare/12_151/12_151_de.pdf; Paul Scheduling / Michael Remmy, Medium 3D. Ein archäologisches Dokumentationsmedium der Zukunft?, in: Antike Plastik 5.0:// 50 Jahre Forschungsarchiv für Antike Plastik in Köln (Berlin: Lit 2014) 212-221; Marinos Ioannides / Ewald Quak (Hrsg.), 3D Research Challenges in Cultural Heritage: A Roadmap in Digital Heritage Preservation (Springer 2014); Stefano Campana / Fabio Remondino (Hrsg.), 3D Recording and Modelling in Archaeology and Cultural Heritage: Theory and best practices (British Archaeological Reports Oxford 2014); Filippo Stanco / Sebastiano Battiato / Giovanni Gallo (Hrsg.), Digital Imaging for Cultural Heritage Preservation: Analysis, Restoration, and Reconstruction of Ancient Artworks (Taylor & Francis Ltd 2017).



Die Genauigkeit der verschiedenen Verfahren ist im Vergleich gut erkennbar
(schwarz: Handzeichnung. rot: Fotogrammetrie. blau: Weißlichtscan)