Oliver Bruderer

Die Auseinandersetzung mit dem Objekt bei der digitalen Fundillustration

Abstract Ongoing digitalisation is changing the way artefacts are documented in archaeology. In the field of artefact illustration, digital methods influence not only the visual appearance but also the approach to the object and, consequently, the epistemic processes involved in image creation. In today's increasingly automated world, artefact illustration remains particularly relevant as a visual and interpretative method. At the same time, digital techniques – a selection of which is presented in this article – do not contradict an in-depth study of artefacts. Far more crucial are the chosen approach, a critical awareness regarding the choice of methods, and a fundamental competence in image creation.

Zusammenfassung Die fortschreitende Digitalisierung verändert, wie in der Archäologie Artefakte dokumentiert werden. Bei der Fundillustration beeinflussen digitale Methoden nicht nur die visuelle Erscheinung, sondern die Herangehensweise ans Objekt und damit die epistemischen Prozesse bei der Bildschaffung. In der heutigen, zusehends automatisierten Welt bleibt die die Fundillustration als visuelle und interpretative Methode besonders relevant. Gleichzeitig sind digitale Verfahren, von denen eine Auswahl in diesem Artikel vorgestellt werden, kein Widerspruch zu einem intensiven Studium von Fundobjekten. Viel entscheidender sind die persönliche Herangehensweise, ein kritisches Bewusstsein hinsichtlich der Methodenwahl und eine grundlegende Bildschaffungskompetenz.

Keywords Fundillustration, visuelle Dokumentation, Laser Aided Profiler, 3D-Scan

Bruderer, Oliver (2026): Die Auseinandersetzung mit dem Objekt bei der digitalen Fundillustration, in: Bolder-Boos, Marion – Hageneuer, Sebastian – Pantelidis, Georg (Hrsg.), *Digitale Kompetenzen in den archäologischen Disziplinen. Perspektiven für die Lehre*, Heidelberg: Propylaeum, S. 37–54, [online] https://doi.org/10.11588/propylaeum.1773.c26527.

Ausgangslage

Auch wenn die Archäologie als wissenschaftliche Disziplin heutzutage hinsichtlich ihrer Wissensquellen sehr viel breiter aufgestellt ist als in ihren historischen Anfängen, so bleiben Artefakte ein zentraler Bestandteil davon. Seit jeher bediente sich die Archäologie bildschaffender Methoden, um materielle und visuelle Eigenschaften dieser Gegenstände festzuhalten und zu kommunizieren. Für konventionelle Publikationsformate hat sich die Fundillustration als wichtigstes Instrument etabliert. Die stetig voranschreitende Digitalisierung macht auch vor ihr nicht halt, und verschiedene digitale Methoden unterstützen die konventionellen Illustrationsprozesse oder ersetzen sie in Einzelfällen gänzlich. Als Folge der Veränderungen entstehen Unsicherheiten und einhergehend sehr unterschiedliche Haltungen bei Expert*innen der wissenschaftlichen Illustration wie auch der digitalen Archäologie.

Befürworter*innen des digitalen Fortschritts betonen begeistert die automatisierten Abläufe, die technische Präzision und die vermeintliche Objektivität digitaler Verfahren. Zusätzlich werden oftmals die Geschwindigkeit und Kosteneffizienz von digitalen Verfahren hochgehalten. Demgegenüber werden handgefertigte Illustrationen als zeit- und kostenaufwändige, subjektive, wirklichkeitsverzerrende Gebilde in Frage gestellt (Gilboa et al. 2013). Dieser Aspekt erinnert an die Diskussion zur „mechanischen Objektivität“ Anfang des 20. Jahrhunderts, die mit dem Aufkommen der Fotografie in den Naturwissenschaften die Gemüter erregte (Daston – Galison 2024, 121–200).

Dagegen stehen einzelne Vertreter*innen der konventionellen Illustration mit einem kritischen Vorbehalt hinsichtlich allzu digitaler Visualisierungsmethoden und einer verhaltenen Angst, dass automatisierte Verfahren nun erfahrene Gestalter*innen im Bereich der visuellen Dokumentation ablösen – Befürchtungen, die sich nicht zuletzt in aktuellen Debatten zur generativen KI widerspiegeln. Den versprochenen Vorteilen digitaler Verfahren wie Effizienz oder Objektivität wird mit dem Gegenargument begegnet, dass in den digitalen Prozessen die Auseinandersetzung mit dem Fundobjekt nicht ausreichend stattfindet und die aktive Gestaltung wichtig ist für eine gezielte Informationsvermittlung.

Als wissenschaftlicher Illustrator arbeite ich bei der visuellen Dokumentation von Fundobjekten je nach Anwendungskontext mit einer breiten Palette an Werkzeugen, vom Bleistift bis hin zu 3D-Methoden, und stehe den gegensätzlichen Positionen bisweilen etwas ratlos gegenüber.

Den nachfolgenden, auf eigenen Erfahrungen basierenden Methodenvergleich möchte ich daher dazu nutzen, wichtige Aspekte beider Positionen kritisch zu erörtern, also die technisch informationsgetreue Wiedergabe, die gestalterische Kontrolle wie auch im Besonderen die Auseinandersetzung mit dem Artefakt. Damit möchte ich die Chancen der Digitalisierung in der Fundillustration besser verstehen und für mich und andere Gestalter*innen wie auch für Archäolog*innen eigene Überlegungen zur Methodenwahl und -anwendung hervorheben.

Die visuelle Funddokumentation in der Archäologie

Das Studium von Artefakten in der Archäologie

Als mobile materielle Hinterlassenschaften liefern die Artefakte den Archäolog*innen verschiedene Hinweise zum Leben der Menschen in der Vergangenheit: wie sie über Werkzeuge mit der Welt interagiert haben, wie sie sich ernährten, aber auch, wie sie die Welt wahrgenommen und woran sie geglaubt haben. Der typologische Vergleich erlaubt Rückschlüsse zur zeitlichen oder geografischen Einordnung und die Interpretation von Handelsnetzwerken oder Personenbewegungen (Renfrew – Bahn 2016, 133–134).

Für die visuelle Funddokumentation von besonderem Interesse ist dabei die Frage nach der optischen Auseinandersetzung mit den Fundobjekten, also wie die Artefakte wissenschaftlich betrachtet und visuell studiert werden. Für diese „Forschungspraxis des Sehens" wird die visuelle Funddokumentation in Stellvertretung des Artefakts erstellt und muss die damit einhergehenden spezifischen Anforderungen erfüllen. Dabei lassen sich verschiedene Herangehensweisen definieren, wie Objekte wissenschaftlich betrachtet werden:

Das Studium des einzelnen Objekts zielt auf das Verständnis individueller Eigenschaften ab. Diese betreffen das Material des Objekts und seinen Verwitterungszustand, wie auch Herstellungs-, Nutzungs- und Zerstörungsspuren, die etwas über die direkte menschliche Interaktion mit dem Artefakt verraten. Die visuelle Dokumentation hat hierbei die Aufgabe, die entsprechenden individuellen Eigenschaften erkennbar und unterscheidbar zu machen und, wo sinnvoll, zu priorisieren.

Grundsätzlich werden Artefakte in der Archäologie stets mit anderen Artefakten verglichen. Fundobjekte werden aufgrund gemeinsamer Eigenschaften wie Material, Form und Dekoration zu Typen zusammengefasst, die wiederum innerhalb von typologischen Systemen in Relation zueinanderstehen. Dieses Vorgehen basiert auf der Idee, dass Produkte zeit- und ortsspezifischen Stilen unterliegen und sich diese über die Zeit und von Ort zu Ort (meist graduell) unterscheiden (Renfrew – Bahn 2016, 317). Der Vergleich eines Artefakts mit etablierten Typologien kann eine zeitliche oder geografische Einordnung ermöglichen. Typologierelevante Eigenschaften werden in der Fundillustration hervorgehoben, um die Vergleichbarkeit zu fördern. Unter Umständen geht eine starke, aber gezielte Informationsreduktion damit einher, wie beispielsweise bei Keramikillustrationen.

Einige Artefakte sind Bild- oder Schriftträger. Die ikonografische oder epigrafische Betrachtung eines Artefakts legt den Fokus auf die Ausgestaltung von Zeichen und die damit übermittelten Informationen. Die Fundillustration unterstützt dies, indem sie eine gesamtheitliche Betrachtung der Zeichen ermöglicht. Unter Umständen bedeutet dies eine Verformung räumlich angeordneter Zeichen auf eine zweidimensionale Ebene, um die ikonografische oder epigrafische Betrachtung und Vergleiche zu begünstigen.

Gründe für die visuelle Funddokumentation

Der Funddokumentation kommt im Kontext der Forschung und Publikation eine entscheidende Rolle zu, die sie in verschiedenen Aufgaben übernimmt. Grundsätzlich versucht sie das „einmalige Dasein" des dokumentierten Gegenstandes zu überwinden, der stets örtlich und zeitlich gebunden ist – allerdings ohne diese Ansprüche jemals vollends einlösen zu können (Benjamin 2023, 13).[1] Die Dokumentation ist also die Übersetzung des Gegenstandes und seiner Eigenschaften in mediale Formen, welche objektunabhängig verwendet werden können. Dabei kommen unterschiedliche schriftliche und visuelle Methoden zum Zuge, welche die für relevant erachteten Eigenschaften des Objekts erfassen. Die Fundillustration wird nach heutigen Standards grundsätzlich von Objektfotografien und textlichen Beschreibungen begleitet. Auf diese beiden Formen wird hier nicht weiter eingegangen, aber sie sollten hinsichtlich der Informationsvermittlung stets mitgedacht werden.

Die Übersetzung des Artefakts in die mediale Form ist ein subjektiver Eingriff und damit eine erste Interpretation. Die Funddokumentation wird damit Zeugnis des Beobachteten. Als Kommunikationsmittel soll sie raum- und zeitübergreifend verstanden werden. Die Informationsübermittlung wird vereinfacht durch wissenschaftliche Konventionen oder institutionell einheitliche Vorgaben, die Informationen anhand von wiederkehrenden oder vordefinierten Bildelementen kodieren.

Dokumentationsmethoden

Der wissenschaftlichen Fundillustration stehen verschiedene digitale Methoden unterstützend zur Verfügung, die nachfolgend diskutiert werden. Dabei werden folgende Punkte im Besonderen betrachtet und in der anschließenden Diskussion reflektiert:

1. Die verwendeten Instrumente und die Software.
2. Der Visualisierungsprozess an sich und wie dabei Informationen vom Artefakt in die Visualisierung gebracht werden.
3. Gestaltungsmöglichkeiten seitens der Zeichner*innen und wie diese für die Wissensvisualisierung genutzt werden.
4. Wie im Illustrationsprozess die Auseinandersetzung mit dem Artefakt stattfindet und wie die Betrachtung des Artefakts durch die Methode gefördert wird.

---

1 In den Worten von Walter Benjamin ist es gleichzeitig dieses „einmalige Dasein", an dem „sich die Geschichte [vollzog], der es im Laufe seines Bestehens unterworfen gewesen ist", das durch die technische Reproduktion verloren geht. Kurz, die Dokumentation ist stets als Annäherung zu verstehen und kann das Original niemals ersetzen.

Konventionelle Fundillustration

Die Fundillustration besteht in der Regel aus einer maßstäblichen, planaren Hauptansicht, die mit mindestens einer Seitenansicht oder einer Profilzeichnung ergänzt wird (Adkins – Adkins 1989, 152). Weitere orthogonale Ansichten oder Schnittzeichnungen werden ergänzt, soweit sie für das Formverständnis des Objekts nötig sind. Die Orientierung der Objekte und die Anordnung der Ansichten untereinander folgt Konventionen, die an Institutionen oftmals in einem Darstellungsleitfaden definiert werden (bspw. Czysz et al. 2007).

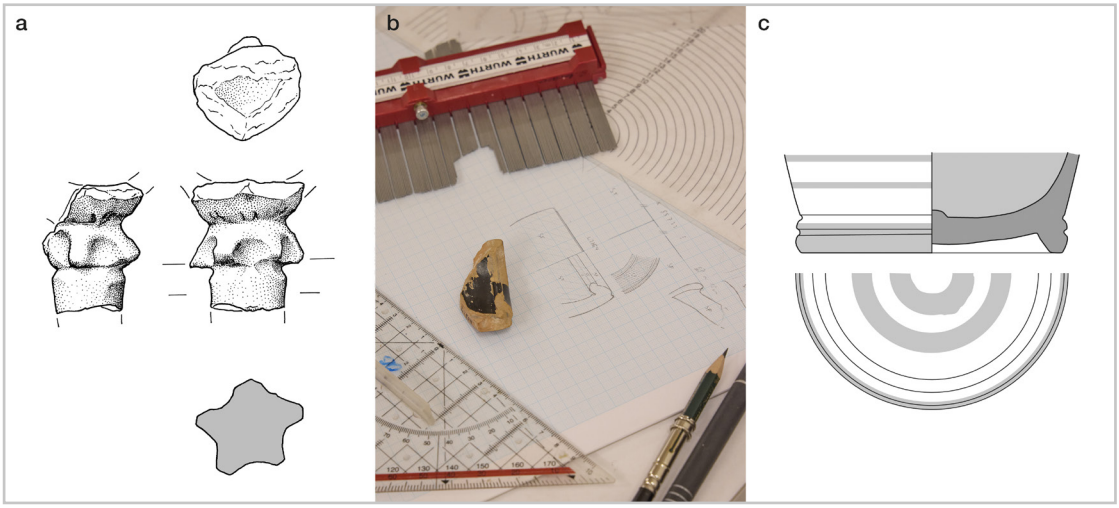

Abb. 1: Konventionelle Fundillustration. **a)** Tuschezeichnung eines Ton Objekts des Tell el-Burak Projektes, American University in Beirut/Universität Tübingen (Illustration: O. Bruderer); **b)** Fotografie des händischen Zeichnungsprozesses auf der Monte Iato Grabung der Universität Zürich (Fotografie: F. Tomio); **c)** Keramikzeichnung Inv. K33638 der Grabung Monte Iato, Universität Zürich (Illustration: O. Bruderer).

Instrumente und Software

Die konventionelle Fundillustration erfolgt in einem ersten Schritt per Handzeichnung am Original-Artefakt. Gezeichnet wird mit Bleistift oder vergleichbaren Zeichnungsstiften auf Papier, wobei Millimeterpapier die technische Zeichnung besonders unterstützt. Diverse Messinstrumente dienen der korrekten Erfassung aller Dimensionen und Proportionen, wobei eine Schieblehre, ein Konturenkamm und ein Geodreieck zur Grundausstattung gehören, ergänzt allenfalls durch einen aufrecht stellbaren rechten Winkel (Zimmermannswinkel). Als weitere Hilfsinstrumente können Zirkel, Wandstärkenmesser oder Profildraht dienen. Für das Zeichnen von Keramik bedarf es einer Radien-Tabelle oder etwas Vergleichbarem, um den Radius des Keramikfragmentes zu bestimmen.

Da der Zeichnungsprozess am Artefakt komplett analog stattfindet, ist die einzige weitere Voraussetzung ein heller Arbeitsplatz mit einer horizontalen Arbeitsfläche.

Die Reinzeichnung erfordert entweder eine Ausstattung für Tuschezeichnungen (Stifte, Folie) oder die nötige Software auf einem Computer. Die Digitalisierung der Skizze oder Reinzeichnung erfolgt über einen Flachbettscanner.

Visualisierungsprozess

Vor Zeichnungsbeginn werden die darzustellenden Ansichten bestimmt und die Zeichnungsfläche entsprechend eingeteilt. Danach wird das Objekt an Stelle der Hauptansicht platziert und mithilfe des rechten Winkels oder Geodreiecks die Kontur vom Objekt orthogonal auf die Zeichnung übertragen. In weiteren Schritten werden Details mit Schieblehre oder Zirkel eingemessen und auf die Zeichnung übertragen, Schnittansichten und Profile mithilfe des Konturenkammes abgenommen und eingezeichnet. Weitere Ansichten werden bei Bedarf in rechten Winkeln zur Hauptansicht in vergleichbarem Vorgehen ergänzt. Der Prozess wird durch die genaue Beobachtung der Zeichnenden laufend kontrolliert und Freihand ergänzt, wo die nötige Genauigkeit gewährleistet werden kann.

Die Reinzeichnung erfolgt in einem späteren Schritt, meist an einem Ort abseits der Fundobjekte. Entweder mittels Tuschestiften auf Folie, die dann eingescannt und digital bereinigt wird, oder direkt über digitale Zeichnungssoftware (z. B. als Vektorgrafik). Das Endprodukt ist bei den heutigen Publikationsprozessen immer digitaler Natur.

Gestaltungsmöglichkeiten

Das Hauptwerkzeug Bleistift erlaubt ein breites Spektrum an gestalterischen Ausdrücken, von der kräftigen Linie bis zu feinen Schraffuren. Grundsätzlich werden mit Linien die groben Formen und prägnante Details gezeichnet. Über Strichstärke, Lichtkanten oder die Art und Weise, wie die Linien zusammenfallen, wird Räumlichkeit erzeugt. Der räumliche Eindruck kann durch feine Schraffuren zusätzlich betont werden, wobei hier gewissermaßen mit dem Zeichnen der Schatten auf dem Papier modelliert wird.

Bei der Übersetzung der Bleistiftzeichnung in die Reinzeichnung mit ihren eindeutigen schwarzen Linien und Punkten werden die Darstellungsmöglichkeiten zwangsläufig reduziert. Graustufen werden über mehr oder weniger dicht gesetzte Punkte, seltener Linienschraffuren, dargestellt. Die Herausforderung besteht hier darin, mit dieser Textur in Kontrast und Wahrnehmbarkeit andere Details nicht zu überdecken. Eine kontrollierte Platzierung der Punkte vermag die Form hingegen zusätzlich zu betonen.

Die Auseinandersetzung mit dem Artefakt

Die manuelle Fundillustration basiert auf interpretierender Beobachtung. Im Zeichnungsprozess werden charakteristische Eigenschaften des Artefakts festgestellt, die dann gezielt auf das Papier gebracht werden. Dabei werden dreidimensionale Informationen auf eine zweidimensionale Ebene transformiert und in eine monochromatische linienbasierte Darstellung übersetzt. Die präzise Erfassung wird garantiert durch die Anwendung der Messwerkzeuge. Die Hervorhebung der relevanten Informationen in einem konkreten Maßstab soll die Vergleichbarkeit mit anderen Fundobjekten unterstützen.

In diesem Prozess findet eine inhaltliche Filterung statt, welche die wissenschaftlich relevanten Faktoren priorisiert und allenfalls hervorhebt, weniger wichtige Details reduziert darstellt oder ganz weglässt. Die untersuchende, beobachtende Haltung der Zeichnenden ist hier also essenziell, während sich die visuelle Interpretation in Form der Zeichnung manifestiert.

Fundfotografie

Durch den mittlerweile erschwinglichen Kostenaufwand für Farbdrucke wie auch die digitalen Veröffentlichungsmöglichkeiten werden in gewissen Publikationen maßstäbliche fotografische Ansichten von Fundobjekten, gewissermaßen als kosteneffizienter Ersatz für Fundillustrationen, veröffentlicht. Die Funde werden nach gleichen Konventionen wie bei zeichnerischen Fundillustrationen abgebildet, manchmal mit Schnitt- oder Profilzeichnungen kombiniert.

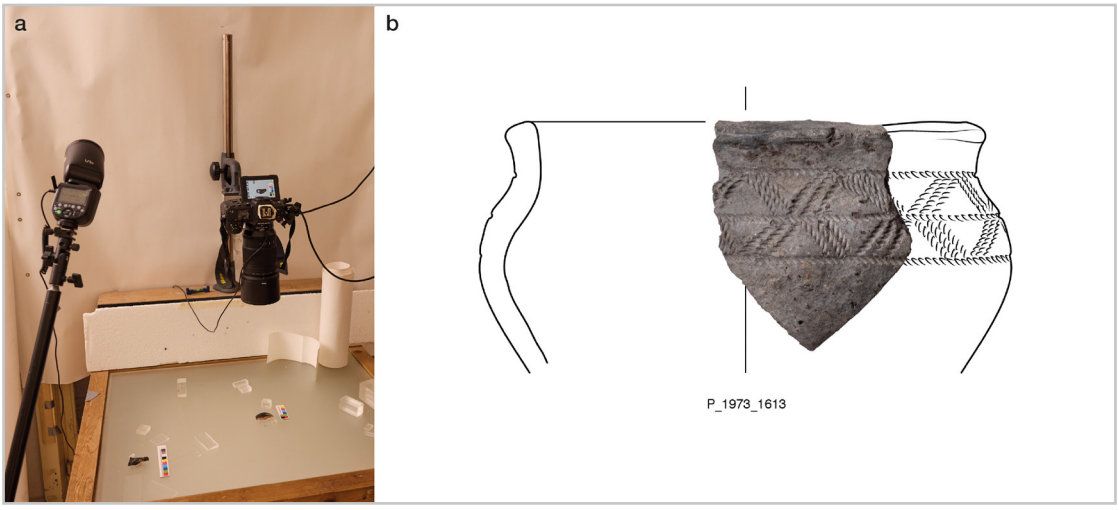

Abb. 2: Fundfotografie. **a)** mobiles Studiosetup auf der Monte Iato Grabung der Universität Zürich (Foto: F. Tomio). **b)** Keramikillustration mit Fotografie der erhaltenen Scherbe für eine Publikation zur Mottata bei Ramosch (Fotografie: G. Perissinotto, Archäologischer Dienst Graubünden/Illustration: O. Bruderer, Universität Zürich).

Instrumente und Software

Bei der Fundfotografie steht Effizienz im Vordergrund, da sie oftmals für eine große Anzahl an Fundobjekten eingesetzt wird. Entsprechend eignet sich eine Art Studio-Setup, das sehr unterschiedlich ausfallen kann – vom mobilen Setup auf Ausgrabungskampagnen im Ausland bis hin zum professionell eingerichteten Fotostudio für den täglichen Gebrauch. Ein solches Studio-Setup, wie wir es auch an der Universität Zürich pflegen, könnte wie folgt ausschauen: An einem mobilen Säulenstativ ist eine senkrecht nach unten gerichtete Digitalkamera angebracht, unter der das Objekt platziert wird. Weißer, grauer oder schwarzer Fotokarton oder eine semitransparente Oberfläche bilden den Hintergrund. Zwei Lichtquellen (Blitz mit Softbox) dienen der Ausleuchtung des Artefakts und werden, für die kontrollierte Aufhellung der Schatten, durch ein großes, aber schwächeres Licht (größere Softbox) ergänzt. Dazu kann bei Bedarf zusätzlich ein Reflektor hinzugezogen werden. Ein Maßstab, in der Höhe entsprechend dem Objekt platziert, ermöglicht die korrekte Skalierung der Fotografie.

Visualisierungsprozess

Der erwähnte Studioaufbau macht den Ablauf recht effizient. Vor Inbetriebnahme desselben sollten alle Einstellungen überprüft und allenfalls angepasst werden. Über Tethering kann die Kamera mit einem externen Computer verbunden werden und lässt sich von diesem aus steuern, was eine erhöhte Kontrolle über den Aufnahmeprozess ermöglicht, da die Resultate direkt auf dem Bildschirm betrachtet und angepasst werden können.

In einem ersten Schritt wird das Objekt in der gewünschten Ansicht unter der Kamera platziert und gerade ausgerichtet. Die Lichtquellen werden so positioniert und eingestellt, dass anhand des Schattenwurfs die Objektform möglichst klar betont wird. Bei einigen Objekten ist die Oberflächenverzierung, eine Darstellung oder eine Inschrift charakteristisch, was in der Ausleuchtung entsprechend berücksichtigt werden soll.

Mit der digitalen Fotografie ist es ein Einfaches, unterschiedliche Beleuchtungssituationen aufzunehmen und sich dann später für die Aufnahmen zu entscheiden, welche die relevanten Informationen am klarsten vermitteln. Bei der Fundfotografie werden zumindest Vorder- und Rückseite aufgenommen, besser aber alle Seiten, um das Objekt möglichst ganzheitlich abgebildet zu haben.

Die Nachbearbeitung der Fotografien und deren Aufbereitung als maßstäbliche Ansichten nach Vorbild der Fundillustration erfolgen über Bildbearbeitungssoftware. Nach einheitlichen Farb-, Helligkeits- und sonstigen Korrekturen werden die Aufnahmen anhand des mitaufgenommenen Maßstabs korrekt skaliert und die Objekte anschließend freigestellt. Danach erfolgt die Anordnung der verschiedenen Ansichten entsprechend einer Fundillustration.

Gestaltungsmöglichkeiten

Trotz der instrumentellen Bildgebung zeigen sich die Einflussmöglichkeiten der Fotografierenden auf das Bildergebnis in vielerlei Faktoren. Die Wahl des Equipments setzt den Rahmen des technisch Darstellbaren. Kameraeinstellungen beeinflussen die optische Darstellung der Inhalte, wie beispielsweise den perspektivischen Verzug anhand der Objektivwahl oder die Schärfentiefe über die Blendenöffnung. Die Komposition wird durch die Objektpositionierung gesteuert. Wichtigster Faktor ist die Belichtung, welche einen erheblichen Einfluss auf die Oberflächenwahrnehmung des Objekts hat. Dennoch bleibt man vom physikalischen Einfluss des Lichtes abhängig, und kann nur schwer wichtige Details hervorheben, wie das bei zeichnerischen Methoden der Fall ist.

Die Auseinandersetzung mit dem Artefakt

Mit der eingerichteten Studiosituation kann rasch eine größere Zahl von Fundobjekten fotografiert werden, gerade wenn sie sich sehr ähnlich sind. Dabei verbleibt den Fotografierenden wenig Zeit, sich mit den Fundobjekten auseinanderzusetzen. Bei einfachen Objekten, die den gewohnten Formen entsprechen, wird das kein Problem sein. Gerade aber bei komplexen Formen oder feinen, beinahe verborgenen Details besteht die Gefahr, dass man deren Komplexität nicht ausreichend wahrnimmt und die Detailinformationen in den finalen Fotografien nicht abgebildet werden.

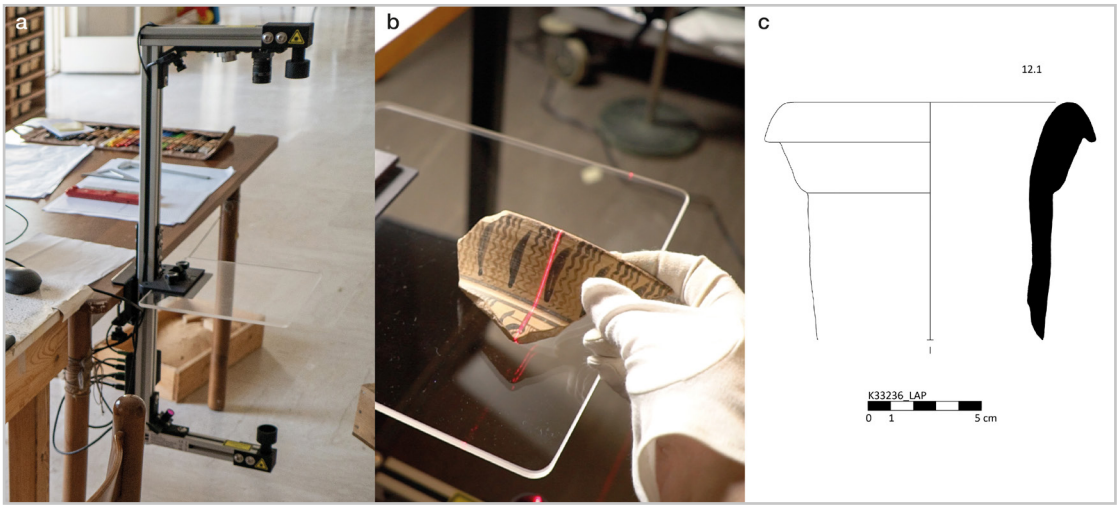

Abb. 3: *Laser Aided Profiler.* **a)** Gerät im Einsatz auf der Monte Iato Grabung der Universität Zürich. **b)** Das Profil einer Keramikscherbe (Inv. 2416) der Archäologischen Sammlung der Universität Zürich wird gemessen. **c)** Illustration direkt aus der Software des *Laser Aided Profilers*, Amphorenfragment K33236, Monte Iato Grabung der Universität Zürich (Fotografien & Illustration: O. Bruderer).

Profilzeichnungsgerät *(Laser Aided Profiler)*

Bereits vor der Digitalisierung gab es Apparate wie beispielsweise den *Profilographen*, mit dem sich auf mechanische Art und Weise die Profilkonturen eines eingespannten Artefakts auf ein Blatt Papier übertragen ließen. Mittlerweile stehen der Archäologie automatisierte Profilmessgeräte zur Verfügung, wie z. B. der *Laser Aided Profiler*, der eine rasche Dokumentation von großen Keramikmengen verspricht (Demján et al. 2023; Ritter 2022). Er ließe sich grundsätzlich auch für die Aufnahme von anderen Objektgattungen verwenden.

Instrumente und Software

Der *Laser Aided Profiler* wurde speziell für die Archäologie konzipiert. An beiden Enden des Apparates befestigte Laserlichtquellen senden von oben und unten jeweils zwei Lichtlinien. An der Objektoberfläche reflektiert, werden diese anhand zweier am Gestänge montierter, monochromer Kameras erfasst. In der Mitte dient eine Glasscheibe als Ablagefläche bzw. Ausrichtungshilfe für das Objekt, welche die optische Aufnahme kaum beeinträchtigt. Ein Pedal erleichtert die Hantierung mit dem Fundobjekt während des Aufnahmeprozesses.

Das ganze System ist mit einem Computer verbunden und wird von diesem aus über die dazugehörige Software gesteuert. Im Programm werden die gemessenen Formen dargestellt, schrittweise erweitert und bis zur fertigen Keramikillustration bearbeitet. Die Software unterstützt außerdem die datenbankbasierte Verwaltung der Zeichnungen und weiterer Informationen.

Visualisierungsprozess

Die rein digitale Fundillustration erfolgt über mehrere Schritte direkt mit der Keramikscherbe. Das Gerät erfordert jeweils eine Kalibrierung und die der Oberfläche und der Raumlichtsituation angepasste Parameter. Die grundlegende Funktion des Apparates und der erste Schritt für jede Zeichnung ist die Messung des Profils. Oftmals müssen mehrere Profilaufnahmen zusammengefügt werden, da zwischen den beiden Laserlichtstrahlen auf vertikaler Projektionsachse Lücken entstehen, die von den Kameras infolge schwacher Ausleuchtung oder ungünstigem Sichtwinkel nicht erkannt werden. Das Programm liefert hier gute Unterstützung mit verschiedenen Funktionen. Zudem lässt sich die Profilzeichnung mit Radierer und Pinselwerkzeug manuell korrigieren, was am besten mithilfe eines Zeichentabletts geschieht. Ist das Profil gezeichnet, erfolgt bei der Keramik in einem weiteren Schritt die korrekte Ausrichtung des Profils, indem das Fragment mittig auf der Glasscheibe platziert wird. Anschließend erfolgt die Messung des Durchmessers, indem die Keramikscherbe diesmal querab (an der Rotationsebene) in den Laserlichtstrahl gehalten wird und der eingemessene Durchmesser an der Profilzeichnung markiert wird. Zu guter Letzt können weitere Schnittansichten oder Henkel messend-zeichnerisch ergänzt werden.

Ebenso bietet die integrierte Farbkamera die Möglichkeit, freigestellte Fotografien der Objekte anzufertigen und der Illustration beizufügen (siehe auch Fundfotografie, S. 43).

Gestaltungsmöglichkeiten

Obwohl das Gerät und die Software seitens der Hersteller gut durchdacht sind, ist die Visualisierung des Fundobjekts durch technische Einschränkungen geprägt.

Allen voran trifft dies auf die Profilerfassung von teilweise wichtigen Details zu, beispielsweise bei den Kanten, die vom *Smooth-Filter* weggeglättet werden, der eigentlich dazu dient, Messfehler zu reduzieren. Ebenso werden gewisse Eintiefungen und Unterschneidungen vom Lichtstrahl nicht genügend ausgeleuchtet beziehungsweise von den monochromen Kameras gar nicht erst erfasst. Komplexere Formen lassen sich so kaum oder nur mit Mühe aufnehmen. Die manuelle zeichnerische Korrektur durch Radierer und Pinsel gestaltet sich in der digitalen Oberfläche deutlich schwieriger als auf Papier, da die Beobachtungen am Artefakt nicht einfach 1:1 auf die Zeichnung übertragen werden können, sondern immer in der dimensionsfreien digitalen Form gedacht werden müssen.

Entsprechend dieser Kriterien wie auch der Einschränkung des maximal erfassbaren Profilbereichs ist der *Laser Aided Profiler* aus persönlicher Sicht nur für eine gezielte Gruppe von Fundobjekten geeignet, namentlich Grob- und Gebrauchskeramik und vergleichbare Objekte ohne feine Details und Kanten. In diesem Bereich macht das Gerät seine Arbeit sehr gut und deutlich effizienter als alle anderen hier vorgestellten Methoden, was sich gerade bei großen Fundmengen auszahlt.

Die Keramikzeichnungen können aus der Software als SVG-Dateien exportiert werden und erlauben damit eine flexible Weiterbearbeitung in Vektorgrafikprogrammen wie z. B. *Adobe Illustrator* oder *Affinity*. Hierbei lässt sich die Bildsprache bei der Gestaltung der Linien oder Farbflächen nochmals deutlich präzisieren.

Die Auseinandersetzung mit dem Artefakt

Obwohl der Zeichnungsprozess rein digital stattfindet, erlaubt die direkte Hantierung mit dem Artefakt eine gründliche Auseinandersetzung. Dies ist auch durchaus nötig, um infolge der erwähnten technischen Herausforderungen das Zeichnungsergebnis mit dem Artefakt abzugleichen.

Neben der persönlichen Auseinandersetzung mit dem Artefakt wird von den Herstellern des *Laser Aided Profilers* die Anwendung für automatisierte Klassifizierungsmethoden betont (Demján et al. 2023). Die rasche Arbeitsweise bei der Profilaufnahme sowie die integrierte Datenbank bieten gute Voraussetzungen für quantitative Methoden, unter Berücksichtigung der oben erwähnten Einschränkungen.

3D-Scanning als Grundlage für Fundillustrationen

Mittlerweile darf man mit gutem Gewissen behaupten, dass dreidimensionale Aufnahmeverfahren von Fundartefakten wie *Structure from Motion* (SfM) oder *Structured Light Scanning* (SLS) in der Archäologie bei vielen Museen und Institutionen, wenn zwar noch nicht etabliert, so doch zumindest angekommen sind; ein Eindruck, der sich mit einem Blick auf *Sketchfab*, eine der größten 3D-Präsentationsplattformen im Web, zu bestätigen scheint (Sketchfab 2025).

Neben digitalen 3D-Anwendungen und der dreidimensionalen Präsentation haben sich in der Praxis verschiedene Workflows und Software-Anwendungen entwickelt, um 3D-Daten von Fundobjekten als Grundlage für zweidimensionale Illustrationen zu verwenden. Besonders im Bereich der Keramikillustration finden sich viele innovative Vorschläge hierzu (Karasik – Smilansky 2008; Fecher et al. 2020; Göttlich et al. 2021; Wimmer 2022, 122–123), aber auch die Anwendung bei komplexen Artefakten wird diskutiert (Gilboa et al. 2013).

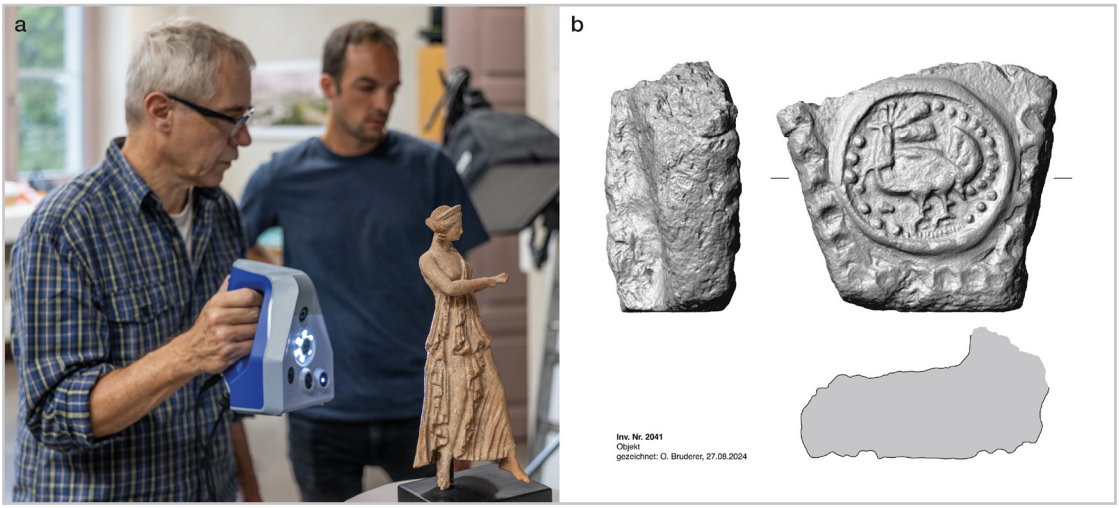

Abb. 4: Illustration ab 3D-Scans. **a)** Mitarbeitende des Instituts für Archäologie der Universität Zürich beim Scan einer Terrakotta-Figurine (Fotografie: J. Eber). **b)** Illustration eines Keramik Objekts (Archäologische Sammlung der Universität Zürich, Inv. 2041) mit 3D-Ansichten ohne Textur und einer ab dem 3D-Modell generierten Konturlinie.

Instrumente und Software

Grundsätzlich sind hier zwei Arbeitsschritte zu unterscheiden: Die Akquise der 3D-Daten des Fundobjekts, gefolgt von der Illustration ab den 3D-Daten.

1. Die Datenakquise eines Fund Objekts erfolgt je nach Methode unterschiedlich. In beiden Fällen bedarf es eines leistungsfähigen Rechners. *Structure from Motion* (SfM) erfordert eine Digitalkamera und ein Studiosetup inkl. Drehteller.

Ausgehend von den fotografischen Aufnahmen können über die entsprechende Software texturierte 3D-Modelle generiert und ausgegeben werden. Bei *Structured Light Scannern* (SLS) wie auch bei Laserscannern erfolgt die Aufnahme mit industriellen 3D-Scannern, die von verschiedensten Herstellern oftmals mit firmeneigener Scan-Software angeboten werden. An der Universität Zürich nutzen wir für SfM die Software *Agisoft Metashape* oder *RealityCapture* von *Epic Games*; bei den Scannern eine *Artec Space Spider* für kleine Objekte, eine *Artec Eva* für mittlere bis große Objekte, und die zugehörige Software *Artec Studio*.

2. Für den rein digitalen Illustrationsprozess ab den gescannten 3D-Modellen werden eigens für die Archäologie entworfene 3D-Visualisierungsprogramme verwendet, wie z. B. *TroveSketch* (Innerhofer et al. 2024) oder die Open Source Software *GigaMesh* (Mara 2012).

Visualisierungsprozess

1. Die Datenakquise eines Fund Objekts erfolgt je nach Methode unterschiedlich. Bei *Structure from Motion* (SfM) werden Fotografien von verschiedenen Seiten des Objekts in ausreichend nahem Abstand aufgenommen. Die SfM-Software erkennt in den Fotografien gemeinsame Oberflächenpunkte am Objekt, bestimmt die relativen Kamerapositionen und berechnet die dreidimensionale Form der aufgenommenen Oberfläche. Die Eigenschaften der Fotografien sind hier entscheidend für die Qualität des Berechnungsprozesses und des Endergebnisses, sprich, Schatten, Unschärfe und Oberflächenphänomene wie Reflexionen, Spiegelungen oder Transparenz müssen bestmöglich vermieden werden.
   Die Aufnahme mit Scannern erfolgt deutlich direkter über die Software, in der Regel mit einer direkten visuellen Anzeige des Scanprozesses, mit dem die Datenaufnahme gesteuert und überwacht wird. Gewisse Scanner haben eingebaute Kameras für die Aufnahme von Farbinformationen, während Programme wie *Artec Studio* auch die Kombination mit SfM-Aufnahmen erlauben.
   Als Endergebnis entstehen maßstäbliche, polygonbasierte 3D-Modelle, meist mit einer Textur für Farbinformationen in Form von Bilddateien.
2. In einem Visualisierungsprogramm wie z. B. *GigaMesh* werden die virtuellen Objekte ausgerichtet und Keramikfragmente zentriert. So können davon Profil- und Schnittzeichnungen als Vektorlinien ausgegeben werden. Des Weiteren lassen sich orthografische Ansichten der 3D-Modelle generieren und in der Illustration als Fundansicht verwenden. Die maßstäbliche Erfassung des 3D-Objekts wird beibehalten und erlaubt die unkomplizierte Verwendung für die zweidimensionale Fundillustration. Diese erfolgt in der Regel in einem Vektorgrafikprogramm wie *Affinity* oder *Adobe Illustrator*, wo die ausgegebenen Linien und Ansichten zusammengeführt und finalisiert werden.

Gestaltungsmöglichkeiten

Der 3D-Aufnahmeprozess beeinflusst die spätere Illustration auf verschiedenen Ebenen. Die Geometrie des 3D-Modells bestimmt den Detailgrad ausgegebener Linien und Ansichten, gerade auch bei einer virtuellen Beleuchtung. Zudem sind es gerade die Bildtexturen und andere Oberflächen-Farbgebungsmethoden, allen voran die Farbtextur (*Color Map* bzw. *Diffuse Map*, über fotografische Aufnahmen berechnet), die bei farbigen Ansichten stark ins Gewicht fallen.

Aus gestalterischer Sicht besonders interessant sind Texturen und Farbdarstellungen, welche basierend auf der Modellgeometrie generiert werden. Als Beispiel sei hier *Ambient Occlusion* genannt (graustufenbasierte Simulation von indirektem Licht) oder Verfahren, welche die Oberflächenkrümmung berücksichtigen: *Curvature Maps*, die über spezifische *Texturing*-Programme wie z. B. *Substance Painter* generiert werden, oder die MSII-Funktion (*Multi-Scale Integral Invariants*) in der Software *GigaMesh* (Mara 2012). Sie können die Form eines Objekts stärker betonen und Details hervorheben, als es über rein fotografische Ansichten möglich wäre – vergleichbar mit den Fundzeichnungen, aber algorithmenbasiert. Weitere Gestaltungsmöglichkeiten bieten die virtuelle Beleuchtung und programmspezifische Shader-Einstellungen.

Die Auseinandersetzung mit dem Artefakt

Abgesehen vom digitalen Dokumentationsprozess der 3D-Aufnahme erfolgt die Auseinandersetzung beim Visualisierungsprozess, also während der Erstellung der Illustration, rein an den gescannten Daten. Die Scandaten weisen meist eine hohe Informationsdichte auf und insofern ist das in den meisten Fällen nicht sonderlich problematisch. Der Erkenntnisprozess kann sogar unterstützt werden, da bei ausgeblendeter Farbtextur die Oberflächenform des Objekts ungestört studiert werden kann. Wie erwähnt, kann dieser Prozess durch die geometriebasierte, generierte Farbgebung und Texturen zusätzlich unterstützt werden.

Die Auseinandersetzung mit dem Artefakt geschieht hier also primär über ein „Datenstudium", bei dem die erfasste Geometrie und die fotobasierte Textur des Artefakts im Zentrum stehen. Der Prozess bietet als weiteren Vorteil, dass die Daten objekt- und ortsunabhängig untersucht und illustriert werden können.

Der Prozess bringt aber auch gewisse Einschränkungen und Schwierigkeiten mit sich. Zum einen ist die Datenqualität entscheidend für die Auseinandersetzung und erfordert eine gewisse *„Literacy"* der dahinterstehenden 3D-Technologie. Berechnungsfehler und Lücken müssen erkannt und in den ausgegebenen Ansichten und Profilen bestmöglich korrigiert werden. Anders als bei der Arbeit mit den Originalen geht durch die Wahrnehmung eines Objekts am Bildschirm das Gefühl für die tatsächliche Größe, das Gewicht und die haptische Materialität verloren.

Diskussion

Basierend auf den Erkenntnissen des vorherigen Kapitels wird in der Diskussion nochmals der Frage nachgegangen, wie die Digitalisierung die Auseinandersetzung mit dem Artefakt prägt und welche Rolle eine aktive Gestaltung in der zukünftigen digitalen Fundillustration einnehmen könnte.

Training/Vorkenntnisse

Die vorgestellten Methoden können grundsätzlich alle in wenigen Tagen erlernt werden. Das gilt auch für die technische Zeichnung, wenn jemand ein grundlegendes zeichnerisches Geschick besitzt. Grundkenntnisse der wissenschaftlichen Fundillustration und relevanter Konventionen sind in allen Fällen unerlässlich, da sie die eigentliche Kommunikationsbasis bilden. Gleichzeitig bedarf es eines grundlegenden Objektverständnisses, was bei Novizen im Austausch mit erfahrenen Forschenden geschehen kann.

Visualisierungsprozesse und die Auseinandersetzung mit dem Fundobjekt

Die eingangs erwähnte Binärität zwischen konventioneller Fundillustration und digitalen Instrumenten, zwischen manuellen und automatisierten Methoden, erweist sich bei genauerer Betrachtung der Methoden als irreführend. Vielmehr haben wir es mit unterschiedlichen Abstufungen von „Automation" zu tun, die stets den Einfluss der Bildermacher*innen erfordern. Die digitalen Tools unterstützen und vereinfachen die Illustrationsprozesse oder Abschnitte davon. Die wahrgenommene Einfachheit der digitalen Methoden könnte auch damit zusammenhängen, dass die verwendeten Softwarelösungen im Vergleich zur Handillustration eine geführte *„User Experience"* durch den Dokumentationsprozess anbieten.

Die Auseinandersetzung mit dem Artefakt wird eigentlich bei allen Verfahren ausreichend gewährleistet. Automatisierte Abläufe können sicherlich dazu verleiten, die Objekte unhinterfragt durchzuarbeiten. Das kann aber auch bei der manuellen Illustration geschehen. Schlussendlich liegt es in der Verantwortung der Visualisierer*innen, die Fundobjekte ausreichend zu begutachten und die relevanten Informationen abzubilden. Die Momente der Objekthandhabung sollten bewusst in den Visualisierungsprozess eingebaut werden, um als „Momente des visuellen Objektstudiums" genutzt zu werden. Es ist also vielmehr eine Ausbildungsfrage als der Technologie geschuldet, denn Beispiele wie der *Laser Aided Profiler* zeigen, dass sich die Auseinandersetzung mit dem Fundobjekt mit automatisierten Abläufen gut kombinieren lässt.

Spannend wird es bei den 3D-Dokumentationsverfahren. Hier lässt sich eine neue Art der „Auseinandersetzung mit dem Objekt" erkennen, die sich in den digitalen Raum verschiebt und vom Original auf virtuelle 3D-Daten auslagert. Die Vorteile

und Risiken werden im Unterkapitel 3.4 detailliert besprochen. Zu betonen sind insbesondere die analytischen Möglichkeiten, die sich durch besondere formbezogene Gestaltungsmöglichkeiten und Algorithmen bieten, weit über die hier besprochenen, zweidimensionalen Darstellungen hinaus.

Automatisierte analytische Verfahren sind ein weiteres Element der Digitalisierung; sie eröffnen das quantitative Möglichkeiten der Auseinandersetzung mit Artefakten. Hier sind Methoden mit einer raschen Datenerfassung von besonderer Bedeutung (Karasik – Smilansky 2008; Demján et al. 2023; Di Angelo et al. 2024).

Gestaltung gezielt anwenden

In den präsentierten Verfahren lassen sich hinsichtlich klassischer Anwendung der Illustration zwei gestaltgebende Arbeitsschritte erkennen, die sich in ihrer Funktion und hinsichtlich der Aufgabe an die Bildschaffenden unterscheiden.

Der erste Schritt betrifft die Messung, die Extraktion der Form und Proportionen eines Objekts für die Zeichnung. Dieser Schritt ist stark methodenabhängig und beeinflusst die Gestaltung im nächsten Schritt. Die technischen Spezifikationen und Einstellungsparameter, die auf die Bildformung Einfluss nehmen, müssen von den Anwender*innen verstanden und kontrolliert werden. Die Aufgabe hierbei besteht darin, die Maße exakt vom Objekt her abzuleiten und eine technische Grundlage zu schaffen.

Der zweite Schritt betrifft die Aufbereitung der Illustration als Kommunikationsmittel. Dazu gehören die Reinzeichnung ab Bleistiftskizze, die Aufbereitung generierter Vektorlinien wie auch die Kombination von verschiedenen Methoden. Anhand von gezielten gestalterischen Eingriffen werden die Informationen zur Form und Beschaffenheit eines Objekts klar verständlich aufbereitet. Darstellerische Konventionen wie Linienstärke, allfällige Farbgebung usw., idealerweise im Rahmen eines Styleguides definiert, sorgen für die einheitliche Präsentation der abgebildeten Objekte innerhalb eines Fundkomplexes, eines Fundortes oder einer Institution.

Ist keine Anwendung für ein menschliches Publikum vorgesehen, sondern dienen die Visualisierungen vielmehr automatisierten Analyseverfahren, müssen die technischen Bedingungen hierfür berücksichtigt werden.

Zukünftige Aufgaben der wissenschaftlichen Illustration – eine persönliche Einschätzung

Dank der Digitalisierung werden die Visualisierungsmöglichkeiten vielfältiger, sowohl hinsichtlich der Werkzeuge wie auch im Bereich der finalen Anwendung. Bislang gibt es keine Methode, welche die händische Zeichnung durch Automation gleichwertig ersetzen kann, selbst wenn 3D-Methoden dem recht nahekommen. Die visuelle Kommunikation bleibt für wissenschaftliche Publikationen sowie für Lehrmaterial nach wie vor bedeutend und die zweidimensionale Illustration wird ihre

Relevanz bewahren, solange zweidimensional publiziert wird. Die Methoden müssen selektiv und bewusst angewendet werden, erfordern also Personal, das die breite Werkzeugpalette beherrscht. Gleichzeitig erfordert die stetig voranschreitende technische Entwicklung Strategien, die eigene Arbeitsweise konstant zu hinterfragen und zu adaptieren. Ein Beispiel hierzu sind quantitative Methoden, welche die Illustrationen nicht als Kommunikationsmittel, sondern als Daten behandeln und verarbeiten. Die Gestaltung von Visualisierungen als Daten, also für eine rein „maschinelle Betrachtung", ist eine interessante neue Sichtweise auf das Illustrations-Handwerk.

Ein anderer Punkt sind die 3D-Dokumentationsmethoden. Sie erfassen umfangreiche Informationen eines Objekts, die für unterschiedlichste visuelle Auseinandersetzungen weit über konventionell anmutende, orthografische Ansichten hinaus gehen. Hier stellt sich nicht nur die Frage nach den Möglichkeiten für die Analyse und bei der Informationsvisualisierung, sondern auch, wie wir die Daten anderen Forschenden und Visualisierer*innen für ihre Arbeit oder zur Betrachtung zur Verfügung stellen. Klassische Publikationsformate stoßen hier an ihre Grenzen, und es besteht ein großes Potenzial für innovative Konzepte.

ORCID®

Oliver Bruderer https://orcid.org/0009-0008-9610-3069

Referenzen

Adkins, Lesley – Adkins, Roy (1989): *Archaeological Illustration*, Cambridge: Cambridge University Press.

Benjamin, Walter (2023): *Das Kunstwerk im Zeitalter seiner technischen Reproduzierbarkeit*, Berlin: Suhrkamp.

Czysz, Wolfgang – Dietrich, Hanns – Ebner, Doris – Köglmeier, Siegfried (2006): Empfehlungen zur zeichnerischen Darstellung von archäologischen Funden im Bereich des Bayerischen Landesamts für Denkmalpflege, in: *Bericht der Bayerischen Bodendenkmalpflege* 47/48, 2006/2007, S. 385–394.

Daston, Lorraine – Galison, Peter (2024): *Objektivität*, Berlin: Suhrkamp.

Demján, Peter – Pavúk, Peter – Roosevelt, Christopher H. (2023): Laser-Aided Profile Measurement and Cluster Analysis of Ceramic Shapes, in: *Journal of Field Archaeology* 48(1), S. 1–18, [online] https://doi.org/10.1080/00934690.2022.2128549.

Di Angelo, Luca – Schmitt, Aaron – Rummel, Michael – Di Stefano, Paolo (2024): Automatic analysis of pottery sherds based on structure from motion scanning: The case of the Phoenician carinated-shoulder amphorae from Tell el-Burak (Lebanon), in: *Journal of Cultural Heritage* 67, S. 336–351, [online] https://doi.org/10.1016/j.culher.2024.03.012.

Fecher, Franziska – Reindel, Markus – Fux, Peter – Gubler, Brigitte – Mara, Hubert – Bayer, Paul – Lyons, Mike (2020): The ceramic finds from Guadalupe, Honduras: Optimizing archaeological documentation with a combination of digital and analog techniques, in: *Journal of Global Archaeology*, S. 1–54, [online] https://doi.org/10.34780/JOGA.V2020I0.1009.

Gilboa, Ayelet – Tal, Ayellet – Shimshoni, Ilan – Kolomenkin, Michael (2013): Computer-based, automatic recording and illustration of complex archaeological artifacts, in: *Journal of Archaeological Science* 40(2), S. 1329–1339, [online] https://doi.org/10.1016/j.jas.2012.09.018.

Göttlich, Fanet – Schmitt, Aaron – Kilian, Andrea – Gries, Helen – Badreshany, Kamal (2021): A New Method for the Large-Scale Documentation of Pottery Sherds Through Simultaneous Multiple 3D Model Capture Using Structure from Motion: Phoenician Carinated-Shoulder Amphorae from Tell el-Burak (Lebanon) as a Case Study, in: *Open Archaeology 7(1)*, S. 256–272, [online] https://doi.org/10.1515/opar-2020-0133.

Mara, Hubert (2012): *Multi-Scale Integral Invariants for Robust Character Extraction from Irregular Polygon Mesh Data*, [online] https://doi.org/10.11588/propylaeumdok.00001645.

Innerhofer, Florian – Reuter, Thomas – Coburger, Conny (2024): More Than Just Documenting the Past: 15 Years of 3D Scanning at the Archaeological Heritage Office of Saxony, in: Hostettler, Marco – Buhlke, Anja – Drummer, Clara – Emmenegger, Lea – Reich, Johannes – Stäheli, Corinne (Hrsg.), *The 3 Dimensions of Digitalised Archaeology*, Cham: Springer, S. 27–46, [online] https://doi.org/10.1007/978-3-031-53032-6_3.

Karasik, Avshalom – Smilansky, Uzy (2008): 3D scanning technology as a standard archaeological tool for pottery analysis: practice and theory, in: *Journal of Archaeological Science* 35(5), S. 1148–1168, [online] https://doi.org/10.1016/j.jas.2007.08.008.

Renfrew, Colin – Bahn, Paul G. (2016): Archaeology: *theories, methods and practice*, London: Thames and Hudson.

Ritter, Jonathan (2022): Forschungen im Rahmen des Projektes »Shapes of Ancient Greece«. Digitales Zeichnen mit dem Laser Aided Profiler, in: *Forum for Digital Archaeology and Infrastructure*, S. 1-27, [online] https://doi.org/10.34780/f6aa-qca6.

Sketchfab (2025): *Staff picks*, https://sketchfab.com/3d-models/categories/cultural-heritage-history?features=staffpicked [zugegriffen am 17.11.2025].

Wimmer, Johannes (2022): Wenn Fibeln sprechen könnten (Text): Taphonomische und chronologische Untersuchungen anhand stratifizierter Fundinventare aus der jüngerlatènezeitlichen Siedlung Basel-Gasfabrik, in: *Materialhefte zur Archäologie in Basel 25(A)*, [online] https://doi.org/10.12685/mh.25A.2022.1-301.