

bavarikon

3-D-Scannen als Dienstleistung der Bayerischen Staatsbibliothek

Kriterien für die Machbarkeit und den Zeitaufwand

Vorbemerkung

Im Rahmen von bavarikon sollen kulturelle Objekte durch eine authentische Digitalisierung als vollständiges 3-D-Modell, d. h. mit den Daten, die ihre Form und die Farbe beschreiben, digital erfasst und anschließend im WWW präsentiert werden. Um dieses Ziel zu erreichen ist ein kompletter Scan des Originals notwendig. Dies ist nicht immer möglich, als problematisch haben sich hier Objekte mit komplexen Strukturen gezeigt (siehe unten zu Punkt 1).

Das Scannen kann vor Ort mit dem Personal und dem Equipment der Bayerischen Staatsbibliothek erfolgen, wenn entsprechend Räumlichkeiten zur Verfügung stehen.

Es können derzeit Objekte mit einer Größe von ca. 50cm ohne zusätzliche Zeit-Aufwände i.d.R. in einem Arbeitsgang erfasst werden.

Es wird eine Fläche von ca. 4 qm sowie ein Tisch benötigt. Der Raum sollte verdunkelt werden können, um den Einfluss von Tageslicht auf das Aufnahmeergebnis zu minimieren.

Die folgende Darstellung beschreibt die Vorgehensweise für die Entscheidung über die Objektauswahl und die Durchführung des Verfahrens an dessen Ende ein vollständiges 3-D-Modell mit den dazugehörigen Farbdaten steht.

Die Daten werden in einer Kopie der digitalen Masterfiles nach Abschluss der Arbeiten der besitzenden Institution übergeben. Die Bayerische Staatsbibliothek übernimmt im Rahmen von bavarikon die digitale Langzeitarchivierung der so hergestellten 3-D-Daten.

Da nicht alle Objekte gleichermaßen für die 3-D-Digitalisierung geeignet sind (z. B. Größe, stark reflektierende Objekte) ist eine **Begutachtung** des Objekts **vor Beginn jeglicher Arbeiten** auf dessen **Machbarkeit** und die **Abschätzung des Zeitaufwands** zwingend erforderlich.

Die gemeinsame Begutachtung vor Ort wird in einem schriftlichen Bericht festgehalten.

Die Arbeitsschritte der farbigen 3-D-Digitalisierung vom Original

Der Prozess der 3-D-Digitalisierung erfolgt im Rahmen von bavarikon in drei Arbeitsschritten:

1. Bewertung der Machbarkeit und Schätzung des Zeitaufwandes
2. 3-D-Scan-Vorgang
3. Nachbearbeitung
4. Bereitstellung in bavarikon

1. Bewertung der Machbarkeit und Schätzung des Zeitaufwandes

Die Machbarkeit und die Zeitdauer von 3-D-Messungen (=Scannen) hängt von folgenden unterschiedlichen Faktoren ab:

- ◆ **Material:** Ausschlaggebend sind die Oberflächenbeschaffenheit und Materialart. Je nach Beschaffenheit und Material werden ,z. B. bei High Dynamic Range (HDR) Aufnahmen, unterschiedliche
 - ◆ Belichtungszeiten und
 - ◆ Scans der Oberfläche benötigt,um das Objekt vollständig zu erfassen.
- ◆ **Art des Messsystems (= 3-D-Scanner):** Die Bayerische Staatsbibliothek verfügt über einen 3-D-Scanner, der mit strukturiertem Licht arbeitet und gleichzeitig die Geometrie und die Farbinformationen des Objekts erfassen kann. Strukturiertes Licht bedeutet vereinfacht ausgedrückt, dass ein Muster auf das Messobjekt projiziert wird und dessen Verformung auf der Oberfläche vermessen wird. Auf diesem Weg kann die Geometrie des Objekts in Form einer Punktwolke berechnet werden. In Kombination mit der gleichzeitigen Aufnahme von Farbbildern lässt sich so ein 3-D-Modell zur Gänze darstellen.
- ◆ **Größe des Messobjekts:** Dies hängt vom Messbereich des 3-D-Scanners ab. Je höher aufgelöst, d. h. je detailreicher ein Objekt aufgenommen werden soll, desto mehr Aufnahmen müssen in einem relativ kurzen Abstand zum Objekt erfolgen.
- ◆ **Komplexität des Objekts:** Dies hängt mit der Größe aber auch mit der Beschaffenheit des Objekts zusammen. z. B. ist die Vermessung eines Faltenwurfs bei Skulpturen eine Herausforderung. Komplexität und Größe bestimmen i. d. R. wie viele einzelne 3-D-Scans – vergleichbar zu den Detailfotos eines Objektes –für die 3-D-Rekonstruktion erforderlich sind.
- ◆ **Gewünschte Auflösung:** Die Höhe der Auflösung d. h. die Verteilung der Messpunkte auf der Oberfläche bestimmt, wie detailliert das Messobjekt durch das 3-D-Modell wiedergegeben werden kann. Je näher sich der 3-D-Scanner bei der Aufnahme am Messobjekt befindet, desto höher wird

die Auflösung. Jedoch steigt bei niedrigem Objektabstand (= kleines Messfeld) auch die Anzahl der notwendigen Scans und die zu bearbeitenden Datenmenge. Die Anzahl der Scans und die Datenmenge haben dann wiederum direkten Einfluss auf die Dauer des Postprocessings.

- ◆ **Vollständigkeit und konkrete Ausgangslage für bavarikon:** Die 3-D-Digitalisierung für bavarikon hat das Ziel, das Messobjekt vollständig zu erfassen. Die Allansichtigkeit eines 3-D-Modells erfordert eine vollständig vermessene Oberfläche.

Der 3-D-Scan-Vorgang

Der 3-D-Scan-Vorgang selbst wird durch folgende Faktoren beeinflusst:

- ◆ **Größe der Originalvorlage und Aufwand:** Generell steigt mit der Größe eines Messobjektes der Aufwand für die 3-D-Vermessung. Dieser steigt ebenso mit der Zunahme der Auflösung, d. h. mit der Anzahl der Messpunkte auf der Oberfläche des digitalisierten Objekts (siehe oben zu Punkt 1).
- ◆ **Einsatz eines Drehtellers:** Bei der 3-D-Vermessung ist zu überlegen, ob das Messobjekt auf einen Drehteller gestellt werden kann, wodurch sich der Zeitaufwand für die Messung verringern lässt. Die BSB verfügt über einen Drehteller, der bis 200 kg belastet werden kann.
- ◆ **Keine Änderungen an den Oberflächen während der Messung:** Die Oberfläche der Originalvorlage darf sich während der Messung nicht bewegen. Bewegliche Teile sind vor der 3-D-Messung abzunehmen oder zu fixieren. Bewegliche oder verformbare Materialien wie z. B. Stoff oder Leder die frei beweglich sind, erschweren in der späteren Nachbearbeitung das Zusammensetzen der Scandaten oder machen dies sogar unmöglich.
- ◆ **Stark glänzende Oberflächen oder sich überlagernde Bestandteile** (z. B. Faltenwurf oder verschränkte Arme): die komplexe oder gleichförmige Geometrie führen
 - ◆ zu erschwerten Aufnahmebedingungen und verlängern die Aufnahmezeit
 - ◆ oder machen eine vollständige Erfassung unmöglich.

Es gilt die Faustregel: **„Was mit dem bloßen Auge nicht oder nur schwer erkennbar ist, kann auch durch die Scanner-Kameras nicht erkannt werden“.**

- ◆ **Farberfassung und -wiedergabe:** Bei stark glänzenden Oberflächen oder starkem Hell-Dunkel-Kontrast in der Farbgebung eines Objektes kann es erforderlich sein, die Farbtextur separat aufzunehmen und nach der Fertigstellung des 3-D-Modells die Textur nachträglich aufzubringen. Dies kann oft erst beim Scan-Vorgang vor Ort entschieden werden und erfordert dementsprechenden Mehraufwand.

3. Nachbearbeitung

Die manuell-intellektuelle Nachbearbeitung von 3-D-Digitalisaten ist aus folgenden Gründen immer zu leisten

- ◆ **Es sind i. d. R. viele Aufnahmen bzw. Messungen pro Objekt notwendig:** Ein Kunstwerk kann nicht durch eine einzige Messansicht erfasst werden (siehe oben Punkt 1). Vielmehr werden die 3-D-Koordinaten in Form von zahlreichen Einzelscans aufgenommen und bei der Nachbearbeitung zu einem Gesamtmodell zusammengesetzt. Dazu werden die einzelnen 3-D-Scans in ein gemeinsames Koordinatensystem überführt, zueinander ausgerichtet und passgenau zusammengesetzt. Das Aneinandersetzen der Einzelscans, auch als Registrierung bezeichnet, erfolgt i. d. R. halbautomatisch. Bei gleichmäßig geometrisch geformten Objekten (z. B. kugel- oder zylinderförmig) müssen die Einzelscans manuell aneinander registriert werden, was sehr zeitaufwändig ist.
 - ◆ **Punkte und Dreiecke bilden die Geometriedaten:** Als Ergebnis entsteht eine Gesamtpunktwolke, die durch die „Vermaschung“ (Meshing) von jeweils drei Punkten zu einem Dreieck (= Triangulierung) in ein Gitternetz überführt wird. Da 3-D-Modelle schnell aus mehr als 10 Mio. Punkten bestehen können, handelt es sich hier um einen sehr rechenintensiven Vorgang, der neben einer entsprechenden Rechner- und Softwareausstattung einen entsprechenden Zeitaufwand erforderlich macht.
 - ◆ **Fehlstellen in den Geometriedaten:** Meist lässt sich die Oberfläche durch 3-D-Scannen nicht ganz vollständig erfassen. Es entstehen kleinere Löcher im Gitternetz, die bei der Nachbearbeitung – je nach Beschaffenheit des Objekts – manuell oder automatisch geschlossen werden können. Kleinere Fehler im Gitternetz wie z. B. Löcher, doppelte oder sich durchdringende Dreiecke, nicht zum Messobjekt gehörige Daten oder Messfehler können beim Postprocessing mit entsprechendem Zeitaufwand beseitigt werden. Bei fehlerhaften Messdaten, die z. B. durch Reflexionen glänzender Materialien entstehen, steigt der Zeitbedarf nochmals für diese besondere Form der Nachbearbeitung.
- Geometrie- und Farbdaten gehören zusammen:** Bei der 3-D-Vermessung wird die räumliche Form zusammen mit der Farbigkeit des Messobjektes erfasst. Die Fehlerbeseitigung innerhalb der dreidimensionalen Form eines Modells kann es erforderlich machen, auch die Farbtextur nachzubearbeiten.