

Restaurierung einer Deichselzier, 3D-Formerfassung und Herstellung von Stützplatten für eine Deichselzier

Restoration of a pole ornament, 3D digitisation and fabrication of supporting plates for a pole ornament

Iris Hertel, Freiberufliche Restauratorin, Schivelbeiner Straße 48, 10439 Berlin
Tel.: 030/23271320, iris.hertel@web.de

Dr. Lutz Martin, Vorderasiatisches Museum Berlin, Bodestraße 1-3, Museumsinsel
Tel:030/ 2090 5633, Fax: 030/2090 5302

Lothar Paul, Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik, Rudower Chaussee 30
12489 Berlin, Tel.: 030/ 6392 1625, Fax: 030/ 6392 1602, paul@gfai.de

Christine Schöne, TU Dresden, Institut für Produktionstechnik, 01062 Dresden
Tel.: 0351 4633 2798, Fax: 0351 4633 7159, schoene@mciron.mw.tu-dresden.de

Zusammenfassung

Das Vorderasiatischen Museums Berlin stellte für eine Diplomarbeit im Studiengang Restaurierung/Grabungstechnik an der Fachhochschule für Technik und Wirtschaft (FHTW) Berlin ein Bronzeobjekt aus der Zincirli-Sammlung zur Verfügung, das es zu restaurieren galt. Es handelt sich dabei um die Deichselzier eines assyrischen Streitwagens aus dem letzten Drittel des 8. Jahrhunderts vor Christus. Während der restauratorischen und konservatorischen Neubearbeitung dieser Deichselzier wurden annähernd 400 Fragmente freigelegt und anschließend zum größten Teil geklebt. Da das Objekt für eine Dauerausstellung vorgesehen ist, wurde ein Konzept zur Präsentation erstellt. Die Fragilität der Substanz erfordert einen formschlüssigen Untergrund. Eine riskante Abformung der fragilen Fragmentgruppen konnte hierbei nicht zur Anwendung kommen. Die Rückseite der Fragmente wurde zu diesem Zweck mittels eines bei der GFal Berlin entwickelten mobilen optischen Digitalisiergerätes erfasst. Die Digitalisierdaten wurden anschließend an der TU Dresden für die fertigungstechnischen Belange aufbereitet. Die Fräsbearbeitung der Stützplatten erfolgt im Versuchsfeld der TU Dresden. Die Ergebnisse der Fräsarbeiten zeigen die exakte Formschlüssigkeit zwischen restauriertem Objekt und Stützplatte.

Abstract

The Middle Eastern Museum of Berlin made available an issue of bronze which belongs to the Zincirli collection for a of a diploma project. This object ought to be restored in the course of studies "Restoration/ Excavation technology" which is taught at the Advanced College of Economics and Technology - FHTW Berlin. It is a pole ornament of an Assyrian fighting carrier dated the latest third of the 8th century BC.

During the period of restoring and conserving the pole ornament, approximately 400 fragments were set free and in the main glued afterwards. Since the issue is planned to be shown in the permanent exhibition, a presentation concept was elaborated. The material is very fragile, so a positive underground has to be foreseen. Here, it was impossible to take any risk in molding the fragile fragment parts. For this purpose, the backplane of the fragments was recorded with a mobile optical digitising unit developed at the GFal Berlin. Afterwards, the digitising data were processed and analysed against the background of manufacturing technology at the TU Dresden. The supporting plates were milled in the laboratory of the Dresden University of Technology. The milling results demonstrated that the restored issue and the supporting plate were exactly positive.

1. Einleitung und Objektbeschreibung

Während eines Surveys im Jahre 1883 besuchten Felix von Luschan und Otto Puchstein den von Hamdy Bey (Direktor der Kaiserlich Türkischen Museen) entdeckten Siedlungshügel Zincirli. Auf Grund ihrer Empfehlung begannen im Jahre 1888, nach der Gründung des Orient-Comités, an diesem Ort archäologische Ausgrabungen. Diese standen unter der Leitung von Carl Humann und Felix von Luschan [4,5]. Innerhalb von fünf Grabungskampagnen, die mit Unterbrechungen bis 1902 andauerten, wurde eine Stadtanlage mit etwa 720 m Durchmesser und einem umgebenden Doppelmauerring freigelegt. Auf dem Burgberg entstand zwischen 830 v. Chr. und 730 v. Chr. ein Ensemble repräsentativer Bauten, sogenannte Hilani, welche eine charakteristische Architekturform im nordsyrischen Raum darstellten. Nach einer Fundteilung kamen verschiedene Objekte aus dieser Grabung in die Königlichen Museen zu Berlin, darunter Säulenbasen, Orthostaten und Kleinfunde.

Für die Diplomarbeit im Studiengang Restaurierung/Grabungstechnik an der FHTW Berlin [3] wurde vom Vorderasiatischen Museums Berlin ein Bronzeobjekt aus der Zincirli-Sammlung zur Verfügung gestellt. Es handelt sich dabei um die Deichselzier eines assyrischen Streitwagens aus dem letzten Drittel des 8. Jahrhunderts vor Christus.

Deichselzierden gehörten zur Ausstattung von Streitwagen höherer Würdenträger. Daher sind nur sehr wenige Objekte dieser Art überliefert.

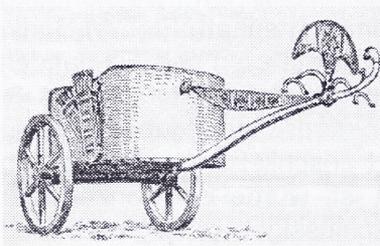


Abbildung 1: Rekonstruktionszeichnung eines Streitwagens mit Deichselzier (Felix von Luschan 1943, [5])

Diese Deichselzier zeigt äußerlich die Form eines Halbmondes, mit einem an der hohlen Seite der Sichel nach unten gerade abschließenden Lappen. Zwischen den drei umlaufenden und die das Mittelteil flankierenden getriebenen Stegen befinden sich ziselierte Ornamente, die als rechts- und linksläufiges Spiralband und Flechtbandmuster bezeichnet werden. Das Relief in der Mitte stellt eine Göttin dar, die auf einem Löwen steht und rechts und links jeweils einen Löwen an den Hinterläufen nach oben hält. Bohrungen begleiten den äußeren Rand der Deichselzier, welche auf die Verbindung mit einem Trägermaterial hinweisen.

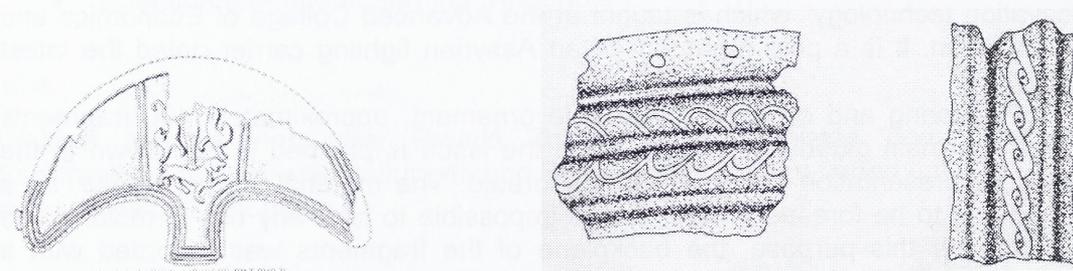


Abbildung 2: Rekonstruktionszeichnung der Deichselzier S2314 (Felix von Luschan 1943 [5]), Zeichnung Flechtbandmuster, Spiralmuster (I. Hertel)

2. Die Problemstellung und das sich daraus ergebende Konzept

Die Originalfragmente lagen eingebettet in einen Lack und waren zum einen nicht für wissenschaftliche Untersuchungen zugänglich. Weiterhin kam es zu fortschreitenden Korrosionsreaktionen, die nicht kontrolliert werden konnten.



Abbildung 3: Deichselzier Vorzustand Vorderseite

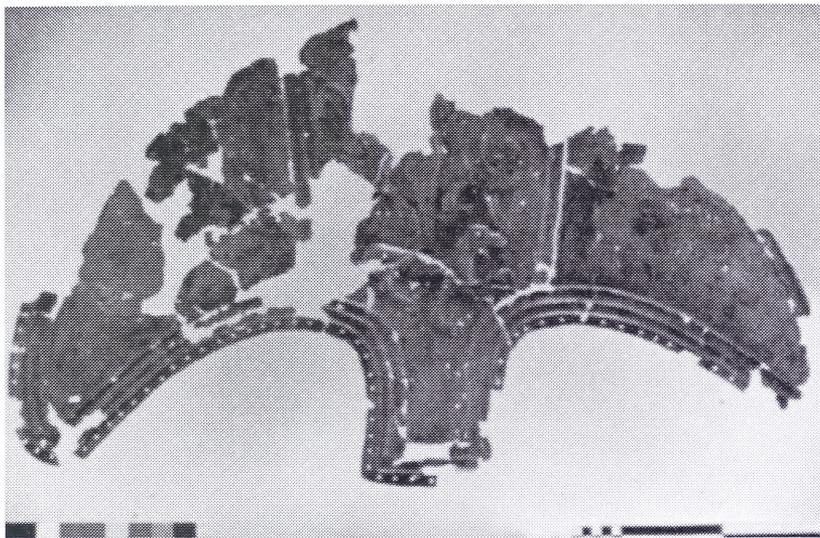


Abbildung 4: Deichselzier nach der Restaurierung
(Foto: Olaf Teßmer)

Während der restauratorischen und konservatorischen Neubearbeitung dieser Deichselzier wurden annähernd 400 Fragmente freigelegt und anschließend zum größten Teil geklebt. So entstanden sieben größere Fragmentgruppen, die aneinandergelegt das fragmentarische Gesamtbild der Deichselzier wiedergeben.

Da das Objekt für eine Dauer Ausstellung im Rahmen des Zincirli-Komplexes vorgesehen ist, wurde ein Konzept zur Präsentation erstellt.

Die Fragilität der Substanz erfordert einen formschlüssigen Untergrund, der anschließend auf einen Träger aufgebracht werden soll.

Um eine riskante Abformung der fragilen Fragmentgruppen nicht durchführen zu müssen, sollten Möglichkeiten der 3D-Technologien genutzt werden. Dabei wurden die Rückseiten der Fragmentgruppen berührungsfrei dreidimensional vermessen.

3. 3D-Datenerfassung der Rückseiten der Fragmentgruppen

Die berührungslose 3D-Vermessung erfolgte mit einem in der GFal Berlin entwickelten mobilen Geräteprototyp (Abb. 5) und mittels strukturierter Weißlichtprojektion (Kodiertes Licht, Triangulationsverfahren, Näheres siehe [6]).

Die Objekte wurden vorsichtig auf einer geneigten Ebene vor dunklem Hintergrund positioniert. Eine Erfassung aus mehreren Positionen war wegen der gegebenen Hinterschnittsfreiheit nicht erforderlich (eine Messung pro Objekt).

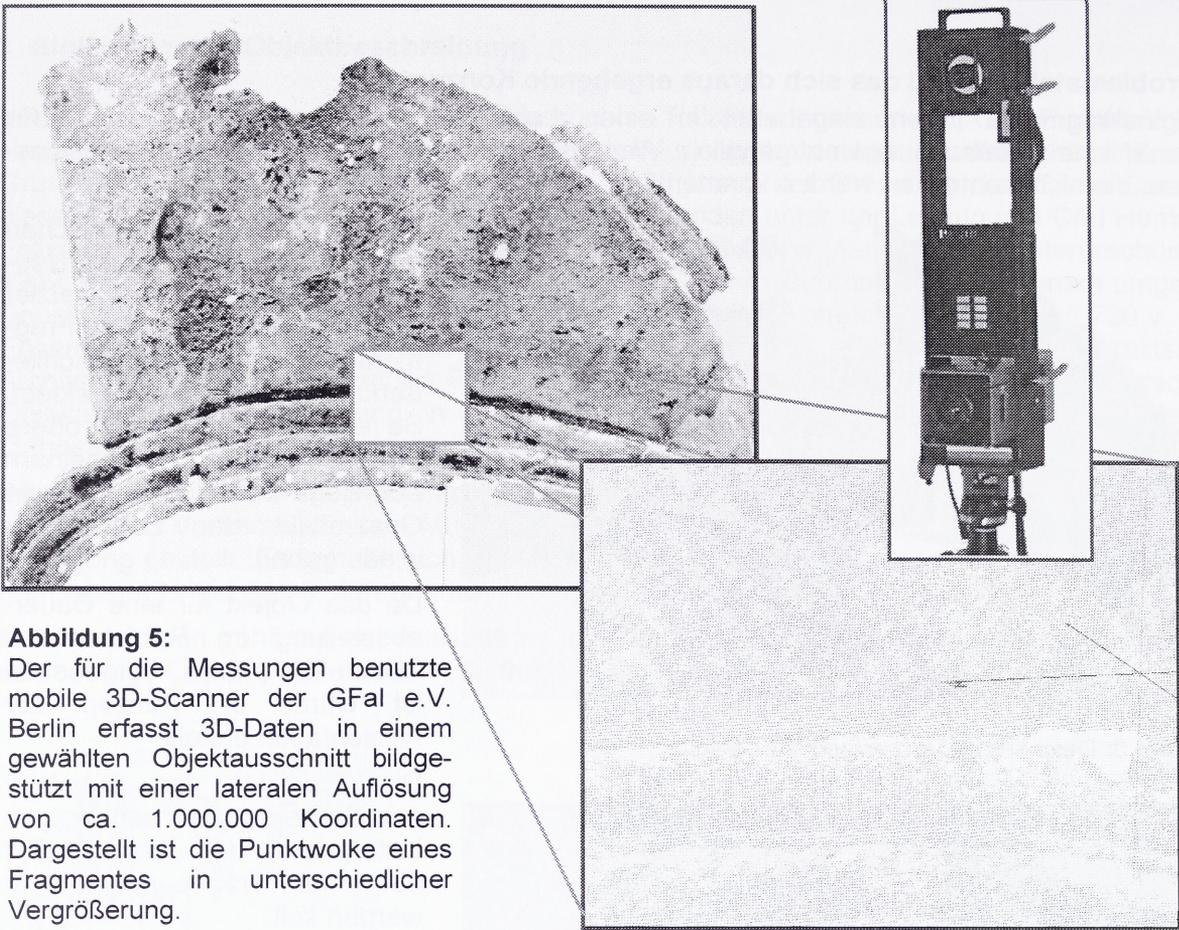


Abbildung 5:

Der für die Messungen benutzte mobile 3D-Scanner der GFal e.V. Berlin erfasst 3D-Daten in einem gewählten Objektausschnitt bildgestützt mit einer lateralen Auflösung von ca. 1.000.000 Koordinaten. Dargestellt ist die Punktwolke eines Fragmentes in unterschiedlicher Vergrößerung.

4. Rechnergestützte Datenaufbereitung und CNC-Fräsbearbeitung der formschlüssigen Auflage

Die Aufbereitung der Daten für eine Fräsbearbeitung umfasst mehrere Schritte, deren Umfang hauptsächlich von den Eigenschaften des Objektes abhängen.

1. Im Ergebnis der 3D-Datenerfassung liegen zunächst Punktwolken der Rückseiten der einzelnen Fragmentgruppen vor. Überflüssige Punkte, d.h. angrenzende Bereiche des Objektes und die Auflagebereiche, die bei der Datenerfassung zwangsläufig mit erfasst werden mussten, wurden interaktiv gelöscht. Für diese und die folgenden Arbeiten wurde die Software SURFACER [1] angewendet.
2. Im nächsten Schritt wurde jede bearbeitete Punktwolke der Rückseite der einzelnen Fragmente virtuell abgeformt, d.h. in z-Richtung gespiegelt. Die herzustellende Unterlage in Form einer Stützplatte ist die Negativform des Originals.



Abbildung 6: Punktwolke der digitalisierten Rückseite einer Fragmentgruppe

3. Die weitere Datenaufbereitung hatte das Ziel ein CAD-Modell zu generieren. Das kann auf zwei Wegen erfolgen:
 - Vernetzung der Punktwolke (auch Triangulation genannt) zu einem Dreiecksnetz
 - Interpolation einer Splinefläche.

Die Vernetzung der Punktwolke lieferte keine befriedigenden Ergebnisse. Bedingt durch die geometrischen Eigenschaften des Objektes waren Löcher in der vernetzten Oberfläche zu verzeichnen. Diese Löcher führen zu Schwierigkeiten bei der Fräsbahngenerierung und bei der CNC-Fräsbearbeitung.

Aus diesem Grunde wurde die Interpolation von Splineflächen vorgenommen. Für die Interpolation der Splineflächen wurden folgende Parameter gewählt:

- Anzahl der Stützpunkte in U- und V-Richtung: 100
 - Zulässige Standardabweichung: 0.01 mm
4. Auf der generierten Splinefläche wurden nun interaktiv Berandungskurven generiert, die das eigentliche Objekt umschreiben. Diese erzeugten Randkurven dienen für das Trimmen, also für die Berandung der Flächen. Im Ergebnis dieser Arbeiten erhält man das exakt gespiegelte CAD-Modell der Rückseite einer Fragmentgruppe.
 5. Als Übergabeschnittstelle zwischen CAD und der CNC-Fräsbahngenerierung wurde IGES verwendet.
 6. Für die Fräsbahngenerierung wurde die Software Gibcam [2] angewendet. Auf der Basis der generierten CAD-Daten erfolgte eine Fräsbahngenerierung für die Grob- und die Schlichtbearbeitung. Als Fräsregime wurde das zeilenweise Tastfräsen angewendet. Die Vorbearbeitung erfolgt mit einem Werkzeug mit dem Durchmesser 6 mm. Eine nachfolgende Schlichtbearbeitung erfolgte mit einem Werkzeug vom Durchmesser 2 mm.
 7. Die Fräsbearbeitung der Stützplatten in Plexiglas erfolgte auf einer CNC-Fräsmaschine MAHO800C mit der Steuerung Andronic 400 im Versuchsfeld der TU Dresden.

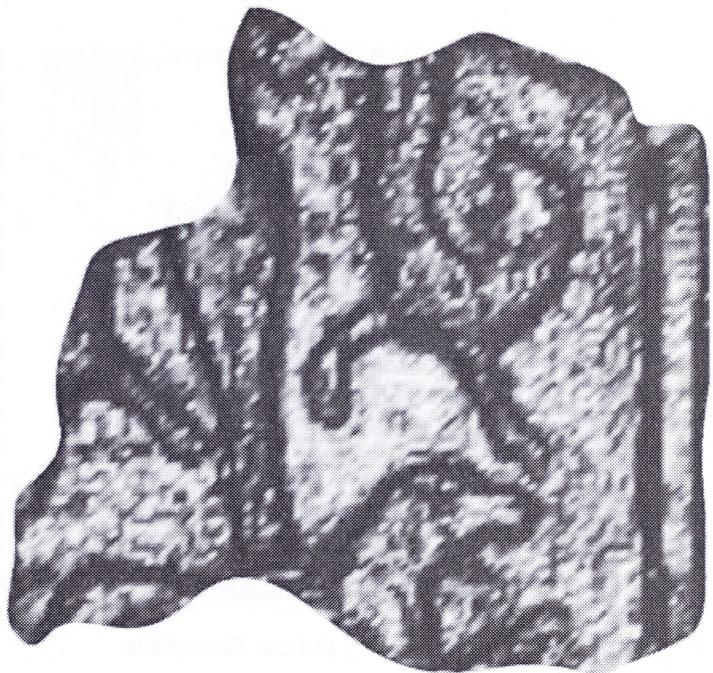


Abbildung 7: Generierte Splinefläche aus Punktwolke der Rückseite der Fragmentgruppe 5



Abbildung 8: Links: Stützplatte aus Plexiglas gefräst, rechts: Fragmentgruppe 5

5. Montage der Originalfragmente auf die formschlüssigen Platten und endgültige Präsentation des Objektes



Abbildung 9: Fragmentgruppe 5 auf der Stützplatte positioniert

Nach dem Fräsvorgang müssen die Platten in der äußeren Form nachgearbeitet, das heißt, gesägt werden. Zur Präsentation der Fragmentgruppen ist eine Plexiglasplatte in abstrakt rekonstruierter äußerer Form der Deichselzier konzipiert.

Auf diese werden die formschlüssigen gefrästen Platten so zueinander justiert, dass die darauf liegenden originalen Fragmentgruppen Anschluss untereinander haben. Durch die Form-schlüssigkeit sind diese zum einem sicher gelagert und können ohne Probleme zur Betrachtung der Rückseite abgenommen werden. Das Objekt wird im 45°-Winkel in einer Vitrine präsentiert.

Literaturverzeichnis

- [1] SURFACER V10.6. Imageware, Software zur Flächenrückführung SDRC
Schulungsunterlagen, 2001
- [2] GIBca&CAM, Software zur CNC-Fräsbahngenerierung, GIB mbH Dresden, Nutzerhandbuch,
Dresden 2002
- [3] Iris Hertel: Restauratorische und konservatorische Neubearbeitung einer Deichselzier aus
Bronze, Diplomarbeit, Fachbereich 5, Gestaltung, Studiengang Restaurierung/Grabungstechnik
der FHTW Berlin, 16.11.2001
- [4] Felix v.Luschan: In Ausgrabungen in Sendschirli, Band 1, Berlin 1893
- [5] Felix v. Luschan: Herausgegeben und ergänzt von Walter Andrew, die Kleinfunde von
Sendschirli, Berlin, 1943
- [6] Haberkorn P., Paul L.: Kombinierte 3D-Dokumentation für den Denkmalschutz, Konferenzband
EVA'98 Berlin, 11-13.11.98