



1. Das Doliche-Projekt



Geographische Lage des Untersuchungsgebietes

Seit 2001 untersucht die Forschungsstelle Asia Minor, Universität Münster, den Gipfelbereich des Dülük Baba Tepesi in der Nähe der Südosttürkischen Metropole Gaziantep. Durch die seitdem von einem internationalen Forscherteam durchgeführten archäologischen, geophysikalischen und vermessungstechnischen Arbeiten konnte die Existenz des Hauptheiligtums des Iuppiter Dolichenus auf diesem Berg zweifelsfrei nachgewiesen werden. Dies belegen neben den bislang entdeckten umfangreichen baulichen Strukturen römischer Zeit, die dem Heiligtum zugeordnet werden können, Weihungen an „den erhöhenden Gott von Doliche“ in griechischer und lateinischer Sprache und auch Darstellungen des Iuppiter Dolichenus.

Unerwartet reiche Funde aus römischer Zeit wie vor allem auch aus früheren Epochen erlauben es, sowohl unser Wissen über den Kult des Iuppiter Dolichenus als auch über die Frühgeschichte des Kultplatzes zu erweitern. Hervorzuheben sind viele hundert Perlen, Roll- und Stempelsiegel, die mehrheitlich aus dem 6./5. Jh. v. Chr. stammen. Es handelt sich beim Dülük Baba Tepesi offensichtlich um einen der wenigen Orte im südostanatolischen Raum, an dem sich Kulthandlungen vom frühen 1. Jt. v. Chr. bis in die christlich geprägte Spätantike hinein kontinuierlich nachweisen lassen.



Blick auf den Dülük Baba Tepesi bei Gaziantep

Dass unterhalb des hellenistischen Horizonts noch Zeugnisse früherer Phasen des Heiligtums anzutreffen sind, ist sicherlich ein Glücksfall nicht nur für die Erforschung des Heiligtums eines der wichtigsten Götter des römischen Imperiums, sondern auch allgemein für Fragen zur Kultkontinuität und Religionsgeschichte des gesamten antiken Vorderen Orients.

2. Bisherige Dokumentation

Seit 2004 ist das Grabungsgelände in ein georeferenziertes Rasterystem unterteilt und wird seither tachymetrisch aufgenommen. Somit ist es möglich, Funde und Befunde genau zu lokalisieren und mittels CAD-Software in einem Gesamtplan des Grabungsareals darzustellen. Durch die Verknüpfung des Gesamtplans mit der Grabungsdatenbank, sind die Ergebnisse der Vermessung für jeden Arbeitsbereich und für jedes Teilprojekt der Grabung unmittelbar verfügbar.



Tachymetrische Vermessung

Die Vermessungsarbeiten dienen somit der genaueren Dokumentation der Grabung und der anschließenden Auswertung. So können beispielsweise mittels der Fundkartierung wichtige Aussagen über die Fundverteilung und somit über die unterschiedlichen Ausbauphasen des Heiligtums getroffen werden. In Kombination mit den Erkenntnissen der Bauforschung kann so ein Phasenplan erstellt werden.

Bis 2012 wurden die Endpläne ausschließlich mittels Handaufmaß in Kombination mit tachymetrischen Daten im Maßstab von 1:20 aufgenommen. Eine—wie jeder Feldarchäologe weiß— sehr wichtige aber eben auch zeit- und arbeitsaufwändige Aufgabe.



„traditionelle“ Bauaufnahme per Handaufmaß

2012 wurde in ausgewählten Teilbereichen das Structure-From-Motion-Verfahren mit Hilfe von open-source-Software (123D-Catch, Virtual SfM) getestet, um die üblichen Dokumentationsverfahren ohne Qualitätsverlust zu beschleunigen. Die Ergebnisse waren hierbei so überzeugend, dass man für die Kampagne 2013 auf eine kommerzielle Lösung umstieg (Agisoft Photoscan) und die Erstellung von georeferenzierten 3D-Modellen und Orthophotos somit zum festen Bestandteil der Dokumentation von Bodenfunden wurde.

3. Flächen- und Bauaufnahme unter Anwendung der structure-from-motion-Methode (SfM)



Der Quadrocopter im Einsatz

Seit 2013 werden für die zeichnerische Dokumentation von Plana georeferenzierte Orthofotos erstellt. Die Fotos werden aus 3D-Modellen gewonnen, die mittels der SfM-Software Agisoft-Photoscan erstellt werden. Durch die tachymetrische Einmessung der zu dokumentierenden Befunde lassen sich die Orthofotos punktgenau in den digitalen Grabungsplan einfügen.

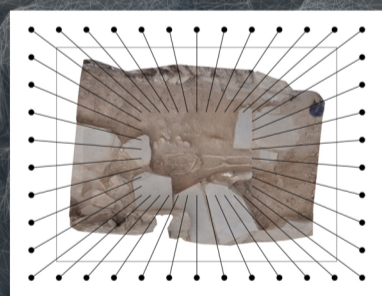
Zudem ist seit der Kampagne 2012 ein Quadrocopter des Instituts für Geoinformatik (Münster) im Einsatz und liefert unterstützend Luftbilder.

Das zu dokumentierende Areal (max. 5 x 5 m) wird zunächst mit Messpunkten versehen. Auf einer Fläche von 25 m² werden ca. 15-20 Marker gesetzt, die anschließend tachymetrisch eingemessen werden. Um eine möglichst hohe Genauigkeit zu erreichen werden die Punkte in der Nähe signifikanter Befunde gesetzt. So empfiehlt es sich bspw. bei Mauerzügen auf beiden Seiten und auf der Mauerkrone jeweils einen Marker zu setzen.

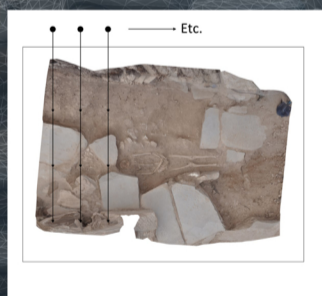
Anschließend wird das zu dokumentierende Areal fotografiert. Wenn möglich sollte der Arbeitsbereich in einer ersten Fotoserie vollständig umschritten werden. Es empfiehlt sich im Abstand von 1 m jeweils 1 Foto zu schießen. Bei dieser ersten Serie von Bildern sollte die Kamera auf das Zentrum des zu dokumentierenden Areals fokussiert sein.



Das Setzen von Markern zur Aufnahme einer Mauer



1. Fotoserie: Umrunden der Fläche

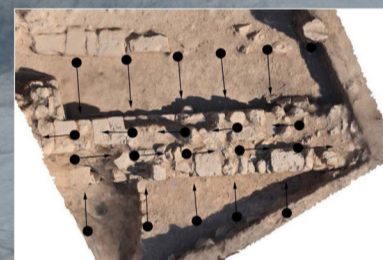


2. Fotoserie: Aufnahme des Schnittes in der kompletten Breite

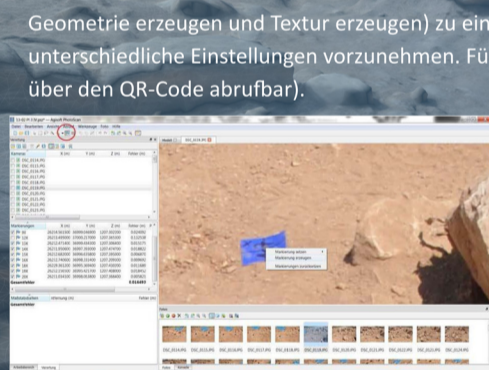


3. Fotoserie: Befunde einzeln aufnehmen

Die zweite Serie von Bildern wird ebenfalls von der Schnittkante aus angefertigt und zwar so, dass die volle Breite des Schnittes erfasst wird. Anschließend werden die Befunde innerhalb des Areals umrundet und im Detail fotografiert. Mauern sollten in der Ansicht und der Draufsicht fotografiert werden.



Das Fotografieren von Mauern in Ansicht und Draufsicht



Das Setzen von Markern in Agisoft Photoscan

Es hat sich gezeigt, dass für ein Areal von 25 m² ca. 100-130 Fotos benötigt werden. Für die Anzahl der Fotos gilt: je mehr desto besser, jedoch muss beachtet werden, dass aufgrund des Arbeitsprozesses der Software mit jedem Foto die Rechendauer exponentiell steigt. Für ein Modell mit rund 100 Fotos benötigt der von uns verwendete Rechner ca. 2 Stunden (mehr Infos zur Hardware über den QR-Code abrufbar).

Bei Flächen von mehr als 25 m² wurde das Areal daher in mehrere Abschnitte und somit in unterschiedliche Modelle unterteilt.

Die Bilder werden nun von Photoscan in drei Arbeitsschritten (Fotos ausrichten, Geometrie erzeugen und Textur erzeugen) zu einem 3D-Modell umgerechnet. Für jeden einzelnen Arbeitsschritt sind unterschiedliche Einstellungen vorzunehmen. Für unser Projekt galt hier „learning by doing“ (weitere Informationen sind über den QR-Code abrufbar).

Ist das Modell fertig gerechnet, können über die „Verortung“ Marker gesetzt werden. Diese entsprechen natürlich den zuvor tachymetrisch eingemessenen Punkten. Es erwies sich als äußerst hilfreich, verschiedenfarbige und durchnummerierte Messpunkte zu verwenden. Anschließend kann die Liste der zugehörigen Koordinaten eingesehen werden. Die Software orientiert das Modell dann anhand der Messpunkte. Abweichungen werden kenntlich gemacht und können entweder manuell korrigiert oder – sollte evtl. ein Messfehler vorliegen – entfernt werden.



Einfügen der Orthofotos in den digitalen Grabungsplan

4. Ergebnisse

Die Zeit für die Dokumentation von Flächen kann teilweise halbiert werden

Im Schnitt bleiben die Abweichungen unter 2 cm

Ein Vergleich zwischen „traditioneller“ Bauaufnahme und SfM zeigt, dass hier die Ergebnisse um max. 0,9 cm abweichen

Die 3D-Modelle können für die weitere Visualisierung von Grabungsergebnissen verwendet werden

Relativ geringe Kosten

Teilweise sehr lange Rechenzeiten

Das konkrete Ergebnis ist nicht immer vorhersehbar (Übung macht den Meister!)

In einigen Bereichen (bes. bei hochstehenden Mauern) Verzerrungen, die allerdings teilw. durch die Copterbilder korrigiert werden konnten

VERWENDETES SYSTEM

System	
Hersteller:	Dell
Klassifikation:	Windows-Leistungsklasse
Prozessor:	Intel(R) Core(TM) i7-3630QM CPU @ 2,40GHz 2,40 GHz
Installierter Arbeitsspeicher (RAM):	8,00 GB (7,86 GB verwendbar)
Systemtyp:	64 Bit-Betriebssystem

EMPFOHLENE EINSTELLUNGEN

Aufgabe:	Wert
Job hinzufügen	
Aufgabe:	Fotos ausrichten
Anwenden auf:	Alle Gruppen
Einstellungen:	
Eigenschaft:	Wert
Objektart:	Frei
Zielqualität:	Mittel
Geometrieart:	Glatte
Fächerszahl:	200000
Filterschwelle:	0,5
Schwelle für Lochgröße:	0,1
Texturbilder wiederverwenden:	Nein
Job hinzufügen	
Aufgabe:	Geometrie erzeugen
Anwenden auf:	Alle Gruppen
Einstellungen:	
Eigenschaft:	Wert
Objektart:	Frei
Zielqualität:	Mittel
Geometrieart:	Glatte
Fächerszahl:	200000
Filterschwelle:	0,5
Schwelle für Lochgröße:	0,1
Texturbilder wiederverwenden:	Nein
Job hinzufügen	
Aufgabe:	Textur erzeugen
Anwenden auf:	Alle Gruppen
Einstellungen:	
Eigenschaft:	Wert
Abbildungsmodus:	Angewandtes Orthofoto
Textur aus:	Alle Kameras
Überlagerungsmodus:	Mosaik
Abtastweite:	5000
Abtasthöhe:	5000
Farbtiefe:	Standard (24 bit)
Locher schließen:	Ja