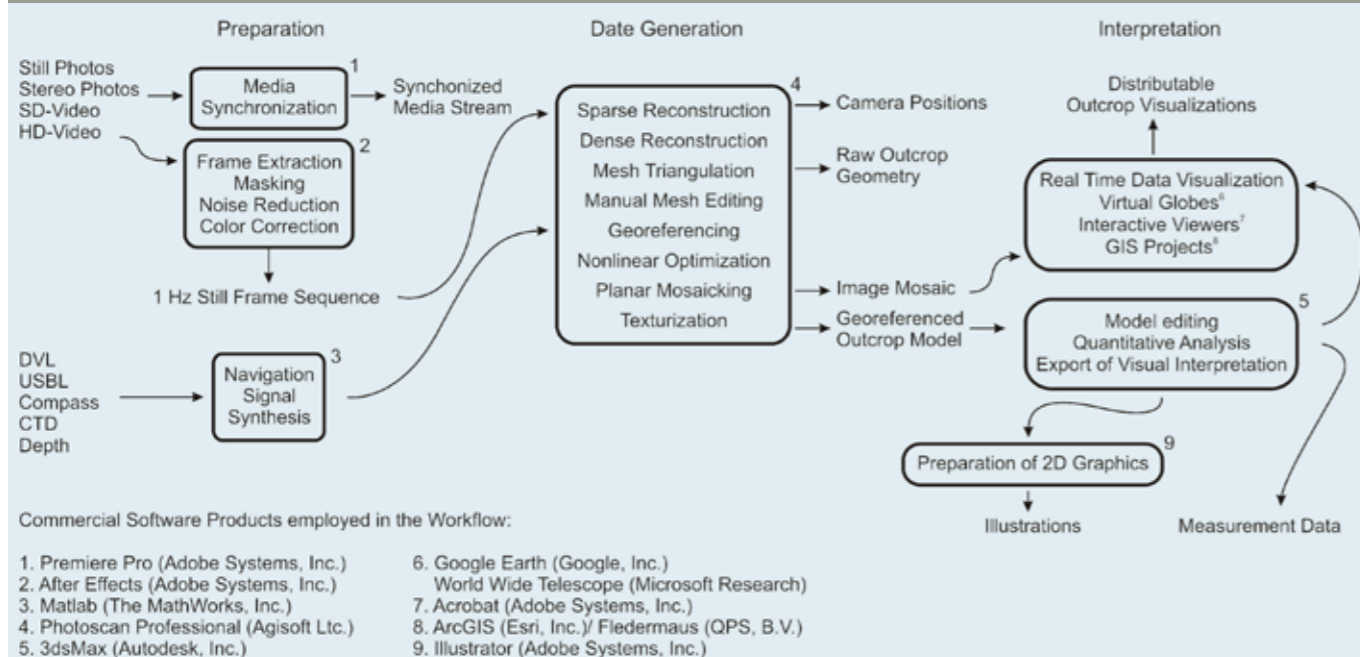




3D-Modellierung einer Bronzekanone vom Wrack der „Mars“

Dr. Florian Huber



Ablaufplan zur Entstehung des 3D-Modells.



Taucher mit Kanonen; © Christian Howe

Die Dokumentation unterwasserarchäologischer Fundplätze ist in der Regel sehr komplex, zeitintensiv und kann nur durch entsprechend ausgebildete Taucher mit viel Erfahrung erfolgen. Darüber hinaus ist auch die Visualisierung bzw. die Vermittlung eines exakten Eindrucks von der Fundstelle für „Nichttaucher“ schwierig. Üblicherweise erfolgt diese reine 2D-Dokumentation durch Zeichnungen, Fotos und Videos, die bedingt durch Wassertiefe, Sicht- und Strömungsverhältnisse in ihrer Qualität durchaus unterschiedlich ausfallen können. In den vergangenen Jahren haben Forschungstaucher der *Arbeitsgruppe für maritime und limnische Archäologie (AMLA)* der *Christian-Albrechts-Universität* zu Kiel erfolgreich dreidimensionale Modelle von ausgewählten prähistorischen und mayazeitlichen Fundstellen in Cenoten und gefluteten Höhlensystemen auf der Halbinsel Yucatán, Mexiko erstellt (siehe *Wetnotes* Ausgabe 3/1. Quartal 2011). Dies geschah in Zusammenarbeit mit dem *Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel GEOMAR* sowie der *Arbeitsgruppe für Multimediale Informationsverarbeitung am Institut für Informatik* der CAU Kiel.

Das Verfahren beruht auf der sog. Photogrammetrie, also der Rekonstruktion dreidimensionaler, räumlicher Beziehungen aus zweidimensionalen Bildinhalten. Dabei werden aus einer Vielzahl sich überlappender

Fotos aus unterschiedlichen Blickwinkeln die Bilder am Computer zu einem dreidimensionalen digitalen Model verrechnet. Dadurch können in kurzer Zeit räumliche Messgrößen und Farbinformationen festgehalten werden, während die exakte Auswertung später an Land und zeitlich unabhängig von der Ausgrabung erfolgt. Durch dieses Verfahren können zwei Hauptprobleme der Arbeit unter Wasser (mangelnde Zeit und Überprüfbarkeit der Messungen) deutlich reduziert werden.

Das Wrack der „Mars“

Die *Mars*, auch bekannt als *Makalös* (schwedisch: Makellose) war ein schwedisches Segelkriegsschiff aus dem 16. Jahrhundert. Sie war das Flaggschiff und der Stolz der Flotte von König Erik XIV. Mit einer Länge von ca. 55 Metern, einer Breite von ungefähr 13 Metern und über 100 Kanonen an Bord stellte sie seinerzeit das größte Kriegsschiff in Europa dar. Sie sank im Mai 1564 in einer Seeschlacht zwischen den Inseln Öland und Gotland im Rahmen des Dreikronenkriegs, der auch als Nordischer Siebenjähriger Krieg bekannt ist. Während dieses Krieges kämpfte Schweden gegen Dänemark, das mit der Hansestadt Lübeck und Polen eine Allianz bildete, um die Vorherrschaft im Ostseeraum zu erlangen; ein Motiv, dass in der Geschichte als Motor von kriegerischen Auseinandersetzungen und Allianzen zwischen unterschiedlichen

Parteien häufige Wiederholungen erlebte. Zum Zeitpunkt des Untergangs – sie wurde zuvor geentert – befanden sich vermutlich über 800 Schweden, Dänen und Lübecker auf dem Schiff. Heute liegt das Wrack in 75 m Wassertiefe. 2011 fanden es die Brüder Richard und Ingemar Lundgren zusammen mit Fredrik Skogh nach jahrelanger, zielgerichteter Suche. Seitdem wird das Wrack unter Leitung von Prof. Johan Rönby der *Södertörn Universität* umfangreich erforscht. Aufgrund niedriger Salinität, geringem Sauerstoffgehalt sowie der Abwesenheit der Schiffsbohrmuschel *Teredo navalis* hat sich das Wrack außerordentlich gut erhalten und bietet der Archäologie einzigartige Einblicke in ein komplettes Kriegsschiff samt Interieur des 16. Jhs. Im Juli 2013 wurde dabei erstmalig versucht, mit 3D-Technik eine Bronzekanone am Wrack der *Mars* zu dokumentieren. Dabei wurden sowohl eine handelsübliche Foto- als auch eine Videokamera verwendet.

Bronzekanone

Bei der dokumentierten Bronzekanone handelt es sich um eine sogenannte Kartaune, ein Vorderladergeschütz. Sie ist 408 cm lang und hat einen Innendurchmesser von 16 cm, was einem Kaliber von 30 Pfund entspricht. Im 15. Und 16. Jh. konnte eine Kartaune bis zu 2 Tonnen wiegen und musste an Land mit der Hilfe von 12 Pferden bewegt werden.

Beide 3D-Modelle sind verwendbar und lassen sich beispielsweise als PDF Datei öffnen und darin drehen, zoomen und bewegen.



Dokumentation

Sowohl das Modell aus der Fotokamera als auch das Modell aus der Videokamera sind jeweils während eines Tauchgangs mit 25 Minuten Grundzeit (unter Verwendung von Tx 15/55) entstanden. Während Taucher 1 fotografierte, wurde er von Taucher 2 abgesichert und umgekehrt. Diese vergleichsweise kurze Zeit am Arbeitsplatz reichte aus, um alle relevanten Daten für das spätere 3D-Modell zu erheben.

Die Kanone wurde zunächst in 77 Einzelbildern aus allen erreichbaren Seiten fotografiert. Dazu kam eine Nikon D 800 (mit Nikon FX 16 mm Fisheye) in Kombination mit einem Unterwassergehäuse von Hugyfot sowie zwei Z-240 Blitzen von Inon zum Einsatz. Aus diesen Bildern entstand anschließend das digitale 3D Modell. Vergleichsweise wurde auch ein 3D Modell aus einer Videosequenz erstellt. Dazu wurde eine handelsübliche Go Pro Hero 3 (Black Edition) in Kombination mit einem Unterwassergehäuse von UK Germany sowie zwei Videolampen von Light & Motion (Sola 2000) verwendet. Das so entstandene Modell ist durchaus brauchbar, jedoch bleibt die Qualität hinter der des Modells der Spiegelreflexkamera zurück.

Verfahren

Der am *Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel GEOMAR* angesiedelte Forschungsbereich 4: Dynamik des Ozeanbodens entwickelte einen neuen Prozess, basierend auf gewerblich-kommerzieller Software, der es erlaubt, dreidimensionale Modelle zu generieren, in denen unter anderem quantitative Messungen durchgeführt werden können. Die so erzeugten qualitativ hochwer-

tigen Modelle sind sehr realistisch und ohne Störeffekte, die durch das Wassers erzeugt werden. Die Methode ist stabil, jederzeit reproduzierbar, angemessen schnell und gleichzeitig einfach in der Handhabung. Der Ablauf ist offen, folgt Industriestandards und ist mit anderen Informationsverarbeitungsprogrammen kompatibel.

Nach einer in situ Kamerakalibrierung wer-

den die Daten der Foto- oder Videokamera in *Adobe Premiere* synchronisiert und zusammengebracht. Es folgt eine Reihe von unterschiedlichen Arbeitsschritten, wobei für die photogrammetrische Rekonstruktion die Software *Agisoft Photoscan Professional* verwendet wird. *Agisoft* hat seine Ursprünge in der Luftbild Photogrammetrie und bietet integrierte und standardisierte Arbeitsabläufe wie Georeferenzierung



Aus dutzenden von Einzelbildern wurde das 3D-Modell errechnet.

sowie diverse Weiterverarbeitungsmöglichkeiten (zum Beispiel in Autodesk 3ds Max und PDF). Der Einsatz dieser Softwarekomponenten ermöglicht eine virtuelle und detailgetreue Rekonstruktion von morphologischen, geologischen, biologischen und archäologischen Objekten, akkurat genug, um sie wissenschaftlich auszuwerten. Dabei ist die Qualität der erzeugten Modelle abhängig von der verwendeten Kameratechnik; das optische System sollte unter Verwendung von Weitwinkel und Fixfokus, abgestimmt mit kleiner Blende, so einfach wie möglich sein.

Fazit

Durch die 3D-Modellierung eröffnen sich völlig neue Möglichkeiten für Dokumentation und Visualisierung unter Wasser liegender Funde und Befunde. Die fertigen Modelle stehen somit für die wissenschaftliche Dokumentationsarbeit zur Verfügung und können für Präsentations- und Visualisierungszwecke für Vorträge, Publikationen oder Museen verwendet werden. Längen, Durchmesser und Entfernungen können gemessen werden und sind auch noch nach einer möglichen „Beseitigung“ des realen Befundes für die Vermessung vorhanden. Für die Erstellung der Modelle sind Computer mit umfangreichen Softwarepaketen und leistungsstarker Hardware nötig. Des Weiteren sind die erforderliche Bearbeitungszeit und der finanzielle Aufwand, der sich durch die einmalige Anschaffung der Geräte und Software ergibt, nicht unerheblich. Darüber hinaus muss sich der ausführende Taucher sicher austarieren um das Objekt bewegen können, die verwendete Kamera samt Beleuchtung beherrschen sowie das allgemeine Verfahren der 3D-Modellierung verinnerlicht haben. Dennoch ist es künftig vorstellbar, dass diese Art der Dokumentation mittelfristig zum Standardrepertoire der modernen Unterwasserarchäologie und anderen aquatischen Wissenschaften gehören wird. Seit 2014 versucht das internationale Tauchteam der Mars das gesamte Wrack im 3D-Verfahren zu dokumentieren.

Dr. Florian Huber ist Unterwasserarchäologe und Forschungstaucher. Er hat mehrere Jahre als wissenschaftlicher Mitarbeiter und Dozent für Unterwasserarchäologie am Institut für Ur- und Frühgeschichte der Christian-Albrechts-Universität Kiel gearbeitet. Mittlerweile ist er bei Submaris, einem Unternehmen, das sich auf Forschungstaucheinsätze für Wissenschaft und Medien spezialisiert hat, tätig. Info: www.submaris.com



Weiterführende Literatur zum Thema:

- Huber 2014: F. Huber, Tauchgang in die Totenwelt. Prospektions- und Dokumentationsmethoden zur archäologischen Erforschung gefluteter Höhlensysteme auf der Halbinsel Yucatán, Mexiko. In: F. Huber/S. Kleingärtner (Hrsg.), Gestrandet – Versenkt – Versunken: Faszination Unterwasserarchäologie (Neumünster 2014), 366-393.
- Kwasnitschka u. Jordt 2014: T. Kwasnitschka u. A. Jordt, Ein digitaler Abguss der Welt: 3-D-Rekonstruktion unter Wasser. In: F. Huber/S. Kleingärtner (Hrsg.), Gestrandet – Versenkt – Versunken: Faszination Unterwasserarchäologie (Neumünster 2014), 356-365.
- Sedlazeck u.a. 2010: A. Sedlazeck/K. Röser/R. Koch, Supporting Underwater Archaeology by 3D Reconstruction from Underwater Images. *Skyllis* 10.2, 2010, 179-186.
- Verhoeven 2011: G. Verhoeven, Taking computer vision aloft – archaeological threedimensional reconstructions from aerial photographs with Photoscan. *Archaeological Prospection* 18, 2011, 67-73.

TV-Dokumentation: Am 22. August 2015 überträgt der Fernsehsender ARTE um 21:05 eine Dokumentation über die „Mars“ unter dem Titel „Das Jahrhundert-Wrack“. Zur Drucklegung ist noch nicht bekannt, ob der Beitrag in der ARTE-Mediathek verfügbar sein wird.

festcenter SANTI
 Hollis X DEEP EUROPEAN MADE
 HALCYON
 OMS
 DUJ
 SCUBA FORCE
 Dein Dive-Center im Rhein-Main-Gebiet!
 ANDI International Safe Air ANDI
 aquanaut tauchzentrum SANTI TESTCENTER
 www.aquanaut.de