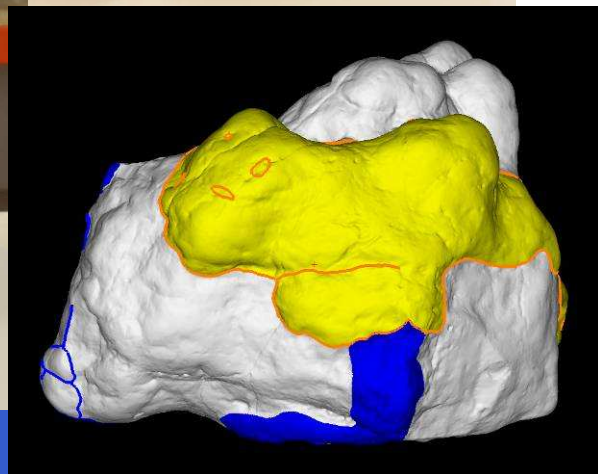


Fund M904 „Bison von Raubkatze gerissen“

3D-Dokumentation



Vermessungsbericht und
Dokumentation

ArcTron 3D

ArcTron 3D GmbH - Ringstrasse 8 - 93177 Altenthann (Germany)
Tel: +49 (0) 9408 8501 0 – Fax: +49 (0) 9408 850121 – E-Mail: info@arctron.de

Inhaltsverzeichnis

1	Übersicht	3
2	Zielsetzung	4
3	3D-Vermessung	4
3.1	Eingesetzte Messtechnik: Streifenprojektionssystem QT Sculptor.....	4
3.2	3D-Erfassung mit Streifenlichtscanner	4
3.3	Aufnahme digitaler Bilder des Fundes.....	5
4	Auswertung	6
4.1	Grundlegender Arbeitsablauf.....	6
4.2	Registrierung der Einzelaufnahmen und 3D-Modellierung.....	7
5	Analyse des Fundes M904.....	9
6	Ergebnisse	9
6.2	Dateiformate.....	9
Anlagen	11
A	Inhalt der DVD.....	11

1 Übersicht

Vermessung

3D-Scanning mit Streifenlichtscanner:

13. Juli 2010

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. (FH) C. Bühler
Alexander Vogel

Dokumentationsnachbearbeitung

3D-Datenverarbeitung und Modellierung:

Juli/August 2010

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. (FH) C. Bühler

Koordination und Leitung

Martin Schaich M.A.

Abgabe der Dokumentation:

09.08.2010

Übergabe an:

Ruf aus der
Altsteinzeit - Stiftung
Herrn Hans Grams
Bergerend 32
41068 Mönchengladbach

2 Zielsetzung

Das Ziel des Projektes „3D-Dokumentation Fund M904 - Bison von Raubkatze gerissen“ war die detaillierte dreidimensionale Erfassung und digitale 3D-Dokumentation des Fundes, mithilfe modernster 3D-Vermessungsverfahren, sowie die Erstellung eines hoch detaillierten 3D-Computermodells zur weiteren interaktive Zerlegung und Kartierung.

3 3D-Vermessung

3.1 Eingesetzte Messtechnik: Streifenprojektionssystem QT Sculptor

Zur Erfassung des Objektes kam das Streifenprojektionssystem PT-M 1280 in Verbindung mit der Software QT Sculptor zum Einsatz. Der Arbeitsbereich des Systems liegt zwischen 0,5 - 3 m, seine Genauigkeit bei max. 0,1 mm. Das Gerät arbeitet dabei standardmäßig mit Hochgeschwindigkeitskameras mit einer Auflösung von 1280 x 960 Pixel.

Aufgrund seiner hohen Genauigkeit, der Möglichkeit komplexe Objekte aus wahlfreien Aufnahmeerichtungen zu erfassen und die erfassten Messdaten in ein photorealistisches waserdichtes 3D-Modell zu überführen, ist das System besonders für die Aufnahme von Befunden aus den Bereichen der Archäologie geeignet.



Abb. 1: Das Messsystem QT Sculptor PT-M 1280

3.2 3D-Erfassung mit Streifenlichtscanner

Die Vermessung des Fundes M904 erfolgte bei der Firma ArcTron 3D GmbH in Altenthann. Hierzu wurde das Objekt auf einem Drehteller platziert und der Scanner zur Aufnahme der Einzelscans flexibel in die verschiedenen Positionen bewegt.

Die zu erfassenden Bereiche wurden dabei jeweils mit strukturiertem Licht beleuchtet und mit Hochgeschwindigkeitskameras aufgezeichnet. Aus der bekannten Aufnahmekonfiguration des Messsystems und den Messbildern lassen sich in Echtzeit 3D-Koordinaten der Objekte ableiten.

Aufnahmeparameter

Messentfernung:	0.49 – 0.74 m
Max. Aufnahme Fenster:	0.3 m x 0.3 m
Auflösung:	0.1 mm
Mittlere Messgenauigkeit:	0.08 mm
Anzahl der Aufnahmen:	58

Um eine lückenlose Aufnahme zu gewährleisten, wurden die einzelnen Streifenprojektionsaufnahmen direkt über programminterne Berechnungsalgorithmen in eine Punktwolke registriert, d.h. die Einzelscans wurden vorläufig in ein gemeinsames Bezugssystem ausgerichtet. Somit konnten Aufnahmelücken weitestgehend ausgeschlossen werden.

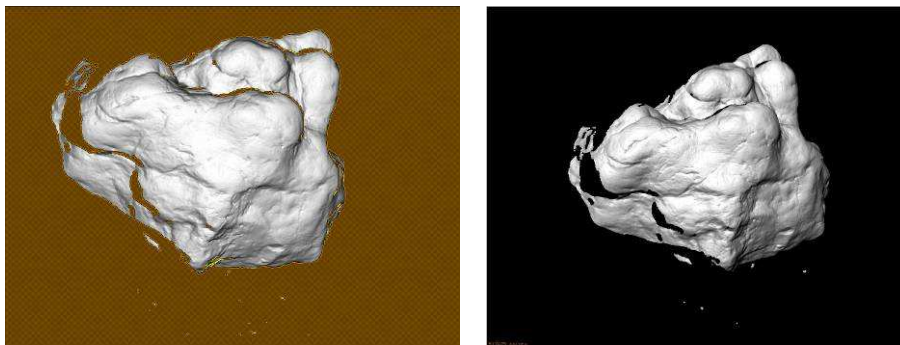


Abb. 2: Tiefenbild einer Scanposition (2D) und 3D-Punktwolke

3.3 Aufnahme digitaler Bilder des Fundes

Um nachträglich ein fotorealistisch texturiertes 3D-Modell erzeugen zu können (nicht Auftragsbestandteil), war eine besonders sorgfältige Aufnahme digitaler Bilder notwendig. Die Aufnahme erfolgte dabei mit der hochauflösenden Digitalkamera Nikon D90 (Auflösung 12,3 Megapixel).

Voraussetzung für die Aufnahme von Texturbildern sind gleich bleibende Beleuchtungsverhältnisse. Um diese Situation am Tag der Aufnahmen herzustellen, kam eine professionelle Fotoausrüstung zum Einsatz.

Zur weiteren Analyse wie z.B. der Kartierung des Befundes wurden ebenfalls Digitalaufnahmen eines Duplikates mit eingezeichneter Befundssituation durchgeführt.

Anzahl der aufgenommenen Bilder: ca. 111

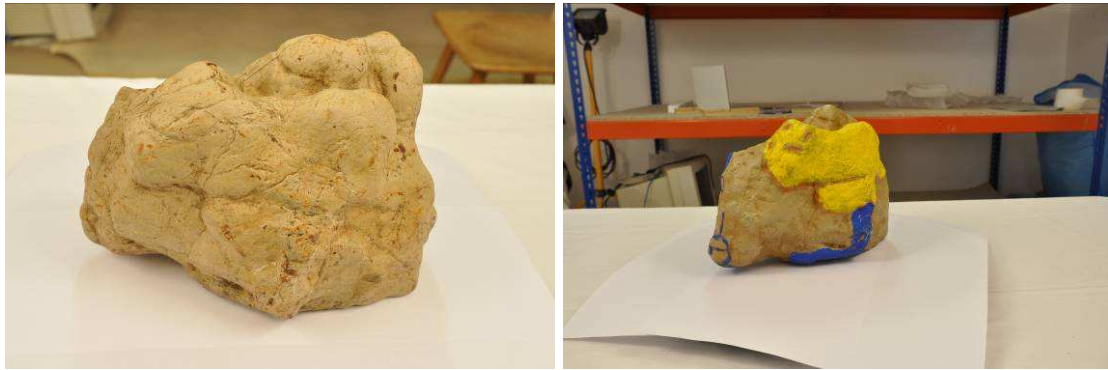


Abb. 3: Aufgenommene Digitalbilder (links: Original, rechts: Duplikat)

4 Auswertung

4.1 Grundlegender Arbeitsablauf

Von den aufgenommenen Messdaten bis zum fotorealistisch texturierten 3D-Modell ist ein komplexer Arbeitsablauf zu absolvieren, der die reine Messzeit vor Ort um ein Vielfaches übersteigen kann. Im Rahmen des Verarbeitungsprozesses werden dabei die erfassten Einzelscans in ein einheitliches Bezugssystem ausgerichtet, überflüssige Überlappungsbereiche eliminiert und in ein 3D-Modell zusammengefasst. Danach sind vielseitige Visualisierungs- und Darstellungsmethoden möglich.

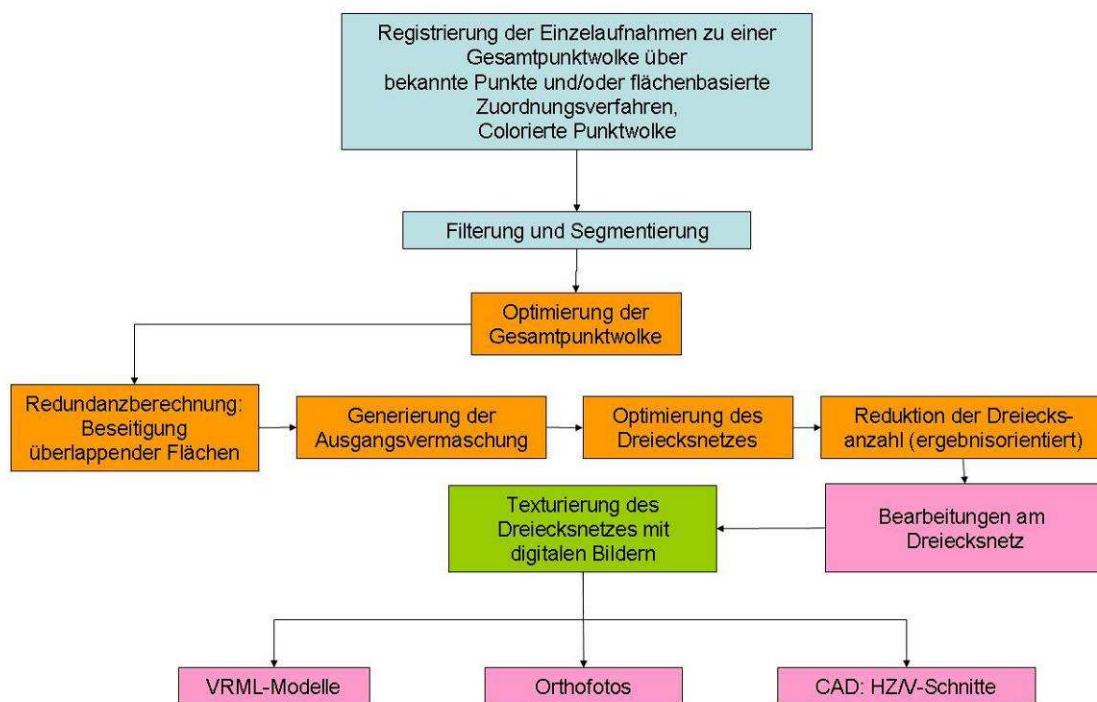


Abb. 4: Schematisierter Arbeitsablauf

4.2 Registrierung der Einzelaufnahmen und 3D-Modellierung

Zur Nachbearbeitung der gewonnenen Messdaten zu hochauflösenden 3D-Modellen kam die Software QT-Scultor zum Einsatz.

Zur Erstellung dreidimensionaler Modelle müssen die vor Ort vorläufig ausgerichteten Einzelscans in ein Gesamtmodell überführt werden. Hierzu werden die Scans nochmals zueinander ausgerichtet, nicht benötigte Bereiche aussegmentiert und insgesamt über den programminternen Best-Fit-Algorithmus fein registriert, d.h. optimal zueinander ausgerichtet. Dadurch entstandene Überlappungsbereiche konnten im Folgeprozess beseitigt werden, sodass eine eindeutig definierte Oberfläche bestimmt wurde. Über diese Objektfläche wurde eine hochauflösende Dreiecksvermaschung berechnet, die sich an der Auflösung und Genauigkeit des verwendeten Messsystems orientiert.

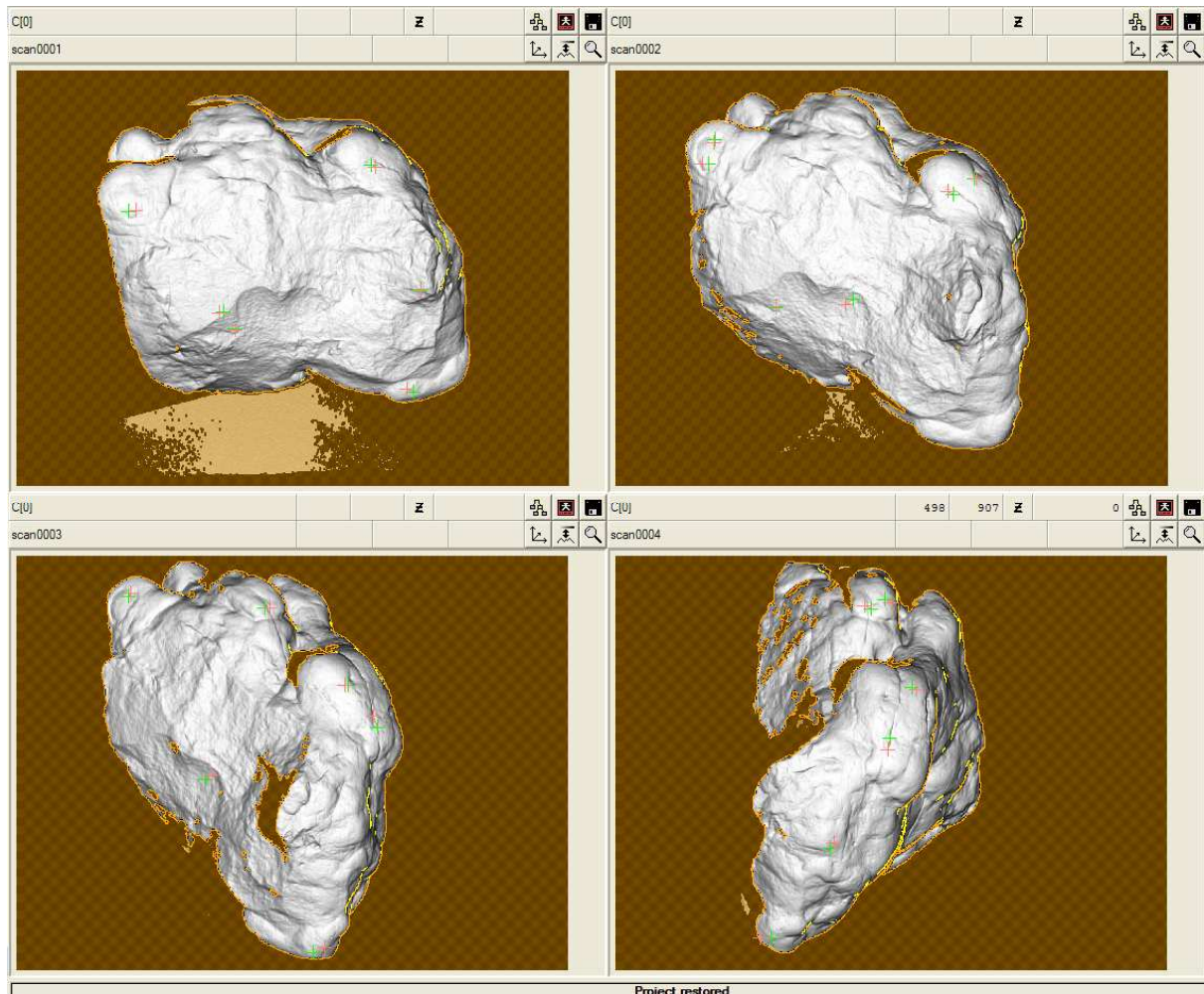


Abb. 5: Beispiel für die Registrierung von 4 benachbarten Streifenlichtscans

Genauigkeiten der Registrierung

Registrierungsgenauigkeit eines Einzelscans:	0,02 - 0,05 mm
Registrierungsgenauigkeit Global:	0,04 mm
Auflösung der Dreiecksvermaschung:	0,4 mm

Die erzeugten Dreiecksmodelle wurden in einem Optimierungsprozess an die Ausgangsdaten angepasst und insbesondere in weniger strukturierten Bereichen reduziert, um eine op-

timale Handhabung der Daten zu ermöglichen. Außerdem wurden nicht messbare Bereiche (Hinterschnidungen) durch spezielle Algorithmen mit Hilfe einer 3D-Modellierungsoftware rekonstruiert.

Für die Weiterverarbeitung im Texturierungsprozess sowie die Verwendung in gängigen 3D-Programmen, liegen die 3D-Modelle in zwei unterschiedlichen Detailstufen im Standardausgabeformat STL und VRML vor.

Dreiecksanzahl der 3D-Modelle

Detailstufe 1 (LOD1):

1 044 184 Millionen

Detailstufe 2 (LOD2):

592 022 Millionen

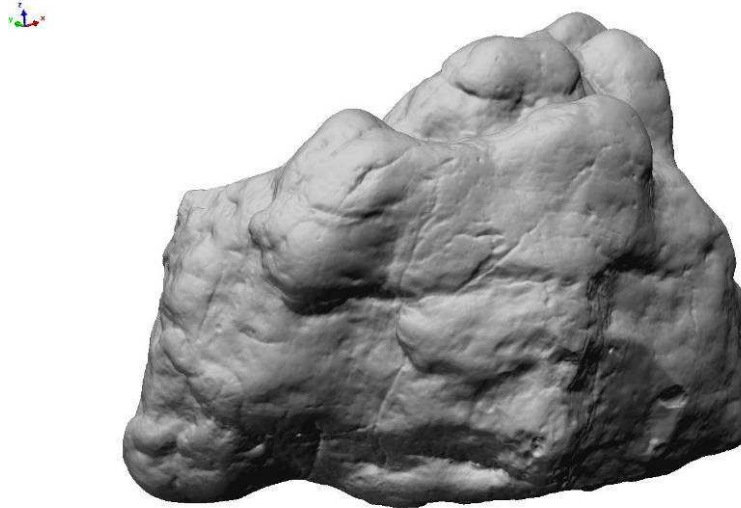


Abb. 6: Ansichten des 3D-Modells

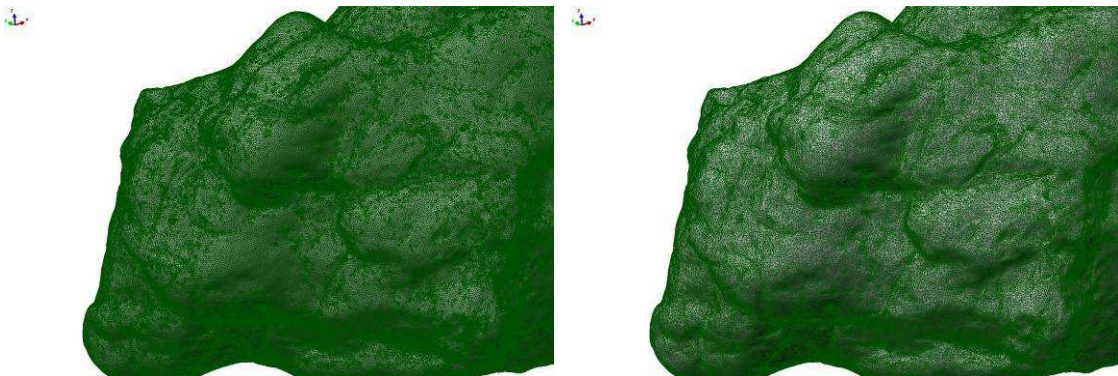


Abb. 7: Detailansicht des 3D-Modells mit Dreiecksvermaschung in zwei unterschiedlichen Detailstufen

5 Analyse des Fundes M904

Zur Analyse des Befundes M904 kam die Software **aSPECT3D** zum Einsatz. Als Grundlage dienten hierbei die erhobenen Digitalfotos des Duplikates mit eingezeichneter Befundsituation. Nach dieser Grundlage wurde der Befund analysiert und in Einzelteile zerlegt. Diese sind in **aSPECT3D** auf einzelnen Layern abgelegt und individuell schaltbar.

Zur Betrachtung der Daten stellen wir Ihnen die Daten auch in den Formaten *.wrl und *.alo zur Verwendung mit der Software **aSPECT3D** zur Verfügung. Die notwendige Software ist als kostenfreie Betrachterversion auf der beiliegenden DVD enthalten. Des Weiteren liegen im Ordner 00_Abgabe\02_Software ein „Installationshinweis zu aSPECT3D“ sowie eine „aSPECT3D-Kurzanleitung“ im pdf-Format.

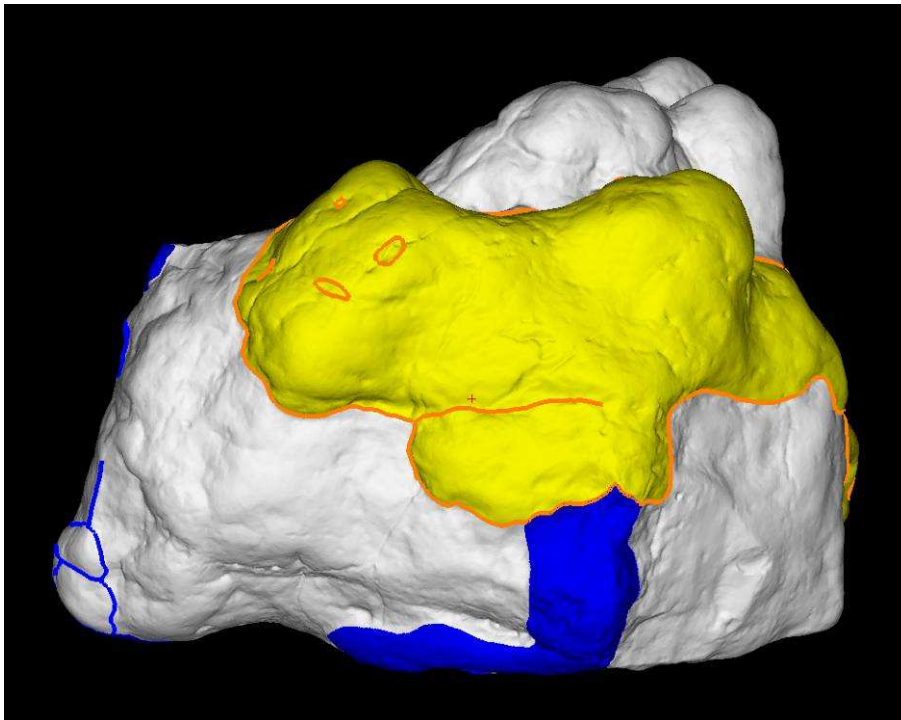


Abb. 8: Ansichten des kartierten 3D-Modells

6 Ergebnisse

6.1 3D-Modelle:

Fund M904 (Formate: wrl/ alo/ stl)

Fund M904 kartiert (Format: alo)

6.2 Dateiformate

Die 3D-Modelle sind in den 3 oben genannten Formaten auf dem beiliegenden Datenträger enthalten:

- **Format STL:**

Standardformat STL zum Datenaustausch für untexturierte 3D-Modelle

- **Format VRML:**

Das Standardformat VRML mit den beiliegenden Fototexturen im Format JPEG kann mit jedem gängigen 3D-Programm (3D-Studio, Cinema 4D, aSPECT3D) geöffnet werden.

– **aSPECT3D-Viewer-Version:**

Der **aSPECT3D-Viewer** ist eine freie Version der **Software aSPECT3D**, dem **leistungsstarken 3D-Dokumentationssystem** speziell für Denkmalpfleger, Restauratoren und Archäologen, das bei uns im Hause entwickelt wird. Diese Software liegt nunmehr in einer neuen Version vor und kann auf 32-BIT und 64-BIT-Betriebssystemen installiert werden. Um den vollen Funktionsumfang nutzen zu können, empfehlen wir Ihnen die Installation der Software DOTNet, die auf dem beiliegenden Datenträger im Ordner Software enthalten ist.

Mit dem aSPECT3D-Viewer können sie ihre 3D-Modelle betrachten und einfache Messungen durchführen. Die Vollversion der Software aSPECT3D, die Sie bei uns bestellen können, bietet ihnen unter anderem folgende Möglichkeiten:

- photorealistische dreidimensionale Daten schnell und intuitiv bearbeiten
- texturierte, polygonal vermaschte 3D-Modelle strukturieren, klassifizieren, in Einzellelemente zerlegen und für wissenschaftliche Analysen oder Schadenskartierungen aufbereiten
- mit großen 3D-Punktwolken arbeiten und dabei eine Vielfalt an Funktionen verwenden
- eine PostgreSQL basierende Datenbank individuell nach Ihren Bedürfnissen anpassen
- ein leistungsstarkes Orthofotomodul

Die 3D-Modelle und Punktwolken im Format ALO lassen sich nach der Installation der Viewer-Version einfach öffnen und betrachten.

Anlagen

A Inhalt der DVD

Ordner	Name/Inhalt
01_3D-Modelle\	
01_Fund M904\ Detailstufe_1\ STL	- 3D-Modell in Detailstufe 1 (untexturiert) im Standardaustauschformat STL
VRML	- 3D-Modell Detailstufe 1 (texturiert) im Standardformat WRL
ALO	- 3D-Modell Detailstufe 1 (untexturiert) im spezifischen aspect3D-Format
Detailstufe_2\ STL	- 3D-Modell Detailstufe 2 (untexturiert) im Standardaustauschformat STL
VRML	- 3D-Modell Detailstufe 2 (texturiert) im Standardformat WRL
ALO	- 3D-Modell Detailstufe 2 (texturiert) im spezifischen aspect3D-Format
02_Fund M904_kartiert\ Detailstufe_2\ ALO	- 3D-Modell Detailstufe 2 (untexturiert) im spezifischen aspect3D-Format mit Kartierungen
02_Bericht	Vermessungs- und Dokumentationsbericht Kurzanleitung zum aSPECT3D -Viewer
03_Software	
VRML-Viewer	- Betrachtungsprogramm für VRML-Dateien
aspect3D_Viewer	- Betrachtungsprogramm aSPECT3D für *alo-Dateien
DOTNet	- Installation zur Unterstützung der Software aspect3D