

Abschlussbericht zum Förderprogramm 2016

Digitalisierungsprojekt des Museums für
Naturkunde Berlin: Die Dinosaurier des
Sauriersaals

(Stand: Februar 2017)

Inhalt

1.	Allgemeines	3
1.1.	Ausgangssituation und Projektziele	3
1.2.	Projektorganisation	3
2.	Projektverlauf und Ergebnisse	4
2.1.	Projektverlauf	4
2.2.	Ergebnisse des Projekts aus fachlicher und technischer Sicht	4
2.3.	Gesamtergebnis des Projekts und Einschätzung	5
3.	Ausblick	6
4.	Anhang	7

1. Allgemeines

Im Sauriersaal des Museum für Naturkunde Berlin sind einige der berühmtesten Dinosaurierskelette der Welt aufgebaut. Diese sollten mittels photogrammetrischer 3D-Modellierung virtualisiert werden. Die resultierenden Modelle sollten online verfügbar gemacht werden, wobei Detailmodelle einzelner Knochen über eine Webseite mit Übersichtsbildern verlinkt werden sollten.

1.1. Ausgangssituation und Projektziele

Ausgangssituation

Der Sauriersaal ist für aufwändige Datenaufnahmen, vor allem mit Hebebühnen, nur an Montagen zugänglich. Die meisten Montage der Monate Januar bis März 2016 waren am Tag der Projektgenehmigung bereits belegt mit externen Einmietungen und MfN-Veranstaltungen. Wegen dieser Belegung fiel elider auch die Grundreinigung der Dinosaurier in diesem Quartal aus.

Die Dinosaurier sind auf Podesten montiert, die nur auf Socken betreten werden dürfen, und auf denen Leitern und anderes Gerät nur auf speziellen Polstern aufgestellt werden können. Dies macht es praktisch unmöglich, mit hohen Leitern zu arbeiten, und auch kurze Leitern müssen von mindestens einer Person stabilisiert werden.

Die am MfN verfügbaren Rechenkapazitäten wurden durch nicht im Projekt verursachte Faktoren gegenüber dem Planungszeitraum stark reduziert.

Projektziele

Das Projekt hatte zwei Hauptziele: die 3D-Erfassung der aufgebauten Dinosaurierskelette und ihre Verfügbarmachung, sowie die Entwicklung und Optimierung von Methoden und Workflows für eine derartige Erfassung, die möglichst flexibel weltweit einsetzbar sind.

1.2. Projektorganisation

Institution, Abteilung	MfN, FB3
Projektleitung	Dr. Heinrich Mallison
Projektmitarbeiter	Dr. Matteo Belvedere, Bernhard Schurian
Externe Beteiligte	keine
Gesamte Projektlaufzeit	01.01.2016 – ca. 6.2017 (ausstehende Modellberechnungen werden noch beendet)

2. Projektverlauf und Ergebnisse

2.1. Projektverlauf

Arbeitspakete	Zeitraum	Aufgabe	Personal
Personal	Ab 1.7.2016	Projektleitung ohne Beschäftigungsverhältnis am MfN → Datenbearbeitung massiv behindert.	Dr. Mallison
Datenaufnahme	01/2016-01/2017	Erfassung der Rohdaten (Bilder)	alle
Datenberechnung	01/2016-03/2017	Berechnung der 3D-Modelle	Dr. Mallison
Modellbearbeitung	01/2016-06/2017	Zuschneiden und Säubern der Modelle; Vorbereitung für DAM-System	Dr. Mallison
Veröffentlichung	06/2016	Planung Integration in DAM und Zugangs-Webseite	Dr. Mallison
Methodenentwicklung	01/2016-09/2016	Planung und Test diverser Methoden zur Datenerfassung	Dr. Mallison, Dr. Belvedere

2.2. Ergebnisse des Projekts aus fachlicher und technischer Sicht

Umfang der erzielten Ergebnisse

Die Datenaufnahme verlief im Großen und Ganzen methodisch wie geplant, allerdings konnte nur ein Mal mit einer Hebebühne gearbeitet werden. Dadurch fehlte die Möglichkeit, unzureichende Datenaufnahmen bei einem zweitem Hebebühnen-Einsatz zu ergänzen. Deshalb sind viele Teil-Modelle (z.B. Gruppen von Rippen von *Giraffatitan*) nicht so vollständig, wie erhofft. Es wurden Daten für Übersichtsmodelle aller montierten Skelette erhoben, sowie für Einzelknochen- oder Knochengruppen-Modelle (Beine, Schulter und Hüftgürtel, Hals, Schwanz) von *Giraffatitan*, *Dicraeosaurus* und *Dysalotosaurus*, sowie von den Beinen, des Schulter- und des Hüftgürtels, und einer Halsseite von *Diplodocus*, da letzteres Skelett nur ein Gipsabdruck ist, die Daten aber für wissenschaftliche Arbeiten benötigt wurden. Beispiele s. letzte Seite.

Etwa die Hälfte dieser Daten ist fertig berechnet. Der Rest erfordert weitere Bearbeitung, vor allem durch Neuberechnung (die wiederum teilweise eine Neusortierung der Bilder in kleinere Gruppen voraussetzt), und – deutlich zeitaufwändiger – die Reinigung von errechneten dichten Punktwolken. Letztere sind deutlich weniger „sauber“ als in früheren Versionen der Software errechnete Modelle, und daher sehr viel aufwändiger zu bearbeiten.

Außerdem wurden von *Giraffatitan* ein sehr großer Halswirbel und ein Rückenwirbel im Knochenkeller digitalisiert, damit das Modell des Originals jeweils an passender Stelle in das Modell des montierten Skeletts eingesetzt werden kann. Weitere Wirbel konnten leider aufgrund des schwierigen Zugangs im Knochenkeller des MfN nicht digitalisiert werden.

Versuche an *Dysalotosaurus* zur Verwendung von Spiegeln waren erfolgreich, lieferten aber keinen nennenswerten Gewinn gegenüber der Datenaufnahme ohne Spiegel. Dies liegt daran, dass das Skelett trotz der Glasschutzwand davor und dem Podest dahinter recht gut zugänglich ist. Der erzielte Wissensgewinn hinsichtlich einer Aufnahmemethode für beengte Verhältnisse ist jedoch als wichtig zu bewerten, da viele Skelette weltweit weniger gut zugänglich sind.

Die Qualität der einzelnen Modelle ist im Großen und Ganzen hinreichend, aber grundlegende methodische Grenzen führen zu Abstrichen im Vergleich zu den im Knochenkeller erzielten Ergebnissen: auch da, wo mit bloßem Auge in engen Spalten zwischen Knochen die Oberflächen noch gut sichtbar sind, werden sie in hochauflösenden Modellen nicht mehr dargestellt, weil die lokale Genauigkeit aufgrund der flachen Aufnahmewinkel nicht hinreichend ist. Dies gilt insbesondere auch für die Modelle der Rippen, von denen bislang aufgrund von Mangel an Rechenzeit keine hochauflösenden Einzelmodelle berechnet werden konnten.

Technische Parameter

Die Übersichtsmodelle wurden mit Auflösungen um ca. 3 mm bis 5 mm berechnet. Die Detailmodelle können theoretisch mit Auflösungen bis zu ca. 0.1 mm errechnet werden, wurden aber zur Reduktion der Rechenzeiten auf ca. 1 mm beschränkt. Insgesamt wurden ca. 74 GB Daten aufgenommen.

Für die Speicherung, Verwaltung und Darstellung der 3D-Daten wurde eine Datenformat für easyDB entwickelt, auf der Basis der für die zuvor erhobenen Daten aus dem digiS 2015 Projekt. Zudem wurde eine Struktur für eine Webseite entwickelt, über die alle Daten für Laien verständlich und in Relation zueinander gesetzt zugänglich gemacht werden sollten.

Rechteklärung

Das MfN hat sich bislang noch nicht auf eine einheitliche Handhabung der Rechte geeinigt.

Intern festgelegt wurde, dass die digiS 3D Daten für Forschungszwecke jederzeit auf Anfrage voll zugänglich gemacht werden. Die Metadaten, die zum Auffinden der Daten notwendig und sinnvoll sind (Preview als animated GIF, Dateiformat, Dateigröße, etc.) sollen jederzeit und frei zugänglich sein. Aussagekräftige Previews sollen wie geplant für die Öffentlichkeit auf MfN-Webseiten frei zugänglich gemacht werden (z.B. drehbare Ansichten) und in den entsprechenden Kontext, insbesondere der Grabungsskizzen, gestellt werden. (Stand Winter 2016, mdl. Absprache mit Dr. Hoffmann, Leitung FB3)

Zur Zeit läuft ein Verwertungsprojekt, in dessen Rahmen alle offenen Fragen geklärt werden sollen. Dies betrifft u.a. die zu vergebenden Lizenzen und den Grad, bis zu dem Nutzer sich für die Nutzung jeweiliger Daten registrieren müssen.

2.3. Gesamtergebnis des Projekts und Einschätzung

Die Projektergebnisse blieben leider aus mehreren Gründen hinter den Erwartungen zurück. Von *Giraffatitan* wurden zwar gute Übersichtsmodelle (gesamt, Rumpf, Extremitäten, Schwanz) erstellt, sowie hinreichende Modelle der Einzelknochen der Extremitäten und des Schwanzes. Allerdings zeigen besonders die Modelle der Beinknochen die Grenzen der photogrammetrischen Erfassung deutlich auf.

Die Übersichtsmodelle von *Kentrosaurus*, *Dicraeosaurus* und *Dysalotosaurus* sind ebenfalls als Erfolg zu werten, auch wenn die dünne Schwanzspitze von *Dicraeosaurus* nicht aufgelöst werden konnte. Hier, wie auch bei den fehlgeschlagenen Übersichtsmodellen von *Elaphrosaurus*, müssten deutlich aufwändigere Verfahren angewandt werden, um Erfolg zu garantieren.

Im Gegensatz zur photogrammetrischen Erfassung von Einzelknochen, die sich mit relativ unaufwändigen Standard-Protokollen durchführen lässt (s. digiS 2015 Projekt), erfordern montierte Skelette deutlich flexiblere Arbeitsweisen. Die erwarteten Optimierungen von Workflows sind daher nicht im erhofften Umfang ausgefallen. Vor allem ist es nicht gelungen, die notwendige Anzahl von Aufnahmen so einzugrenzen, dass die resultierenden Modelle in erträglichen Zeiten berechenbar sind, und dennoch keine Probleme mit dem Alignment über notwendige Lücken hinweg (verursacht durch andere Knochen oder Stützstrukturen) zuverlässig zu gewährleisten.

Des Weiteren stellte sich die hohe Zahl der notwendigen Bilder auch bei recht kleinräumiger Aufteilung der Skelette als massives Hindernis heraus, da die benötigten Rechendauern oft bei mehreren hundert Stunden lagen, und die Projekte meist nur mit RAM-Volumina von mehr als 64 GB (d.h. nur auf Rechnern mit Server-Architektur; diese hatten am MfN bis 3/2017 keine separaten Grafikkarten) durchführbar waren. Vielfach führten dann Rechnerabstürze zu massiven Verzögerungen.

Bei vielen Modellen kam es wegen der Oberflächeneigenschaften der montierten Skeletten zu unerwarteten Problemen. Einerseits sind viele Knochen auf ihren Oberseiten stark mit Staub bedeckt, was das Alignment oft verschlechtert, andererseits sind sie fast alle stark lackiert oder durch Tränkung mit Klebern glänzend. Dies führt zu Highlight auf den Bildern, die wiederum das Alignment massiv stören.

Der späte Versuch, in einer neuen Software (Reality Capture) Modelle zu rechnen, war nur begrenzt erfolgreich, da diese sehr viel höhere Ansprüche an die Datenaufnahme stellt, als Agisoft Photoscan. Diesen Ansprüchen wurden die Bildserien meist nicht gerecht. Da keine neue Datenaufnahme mit Hebebühne möglich war, konnte hier auch kaum nachgebessert werden. Somit stellt sich als zentrales Ergebnis auch heraus, dass gerade bei großen Skeletten die Strukturierung des Datenaufnahmeprozesses besonders wichtig ist, und mehrere Aufnahme-Termine eingeplant werden müssen.

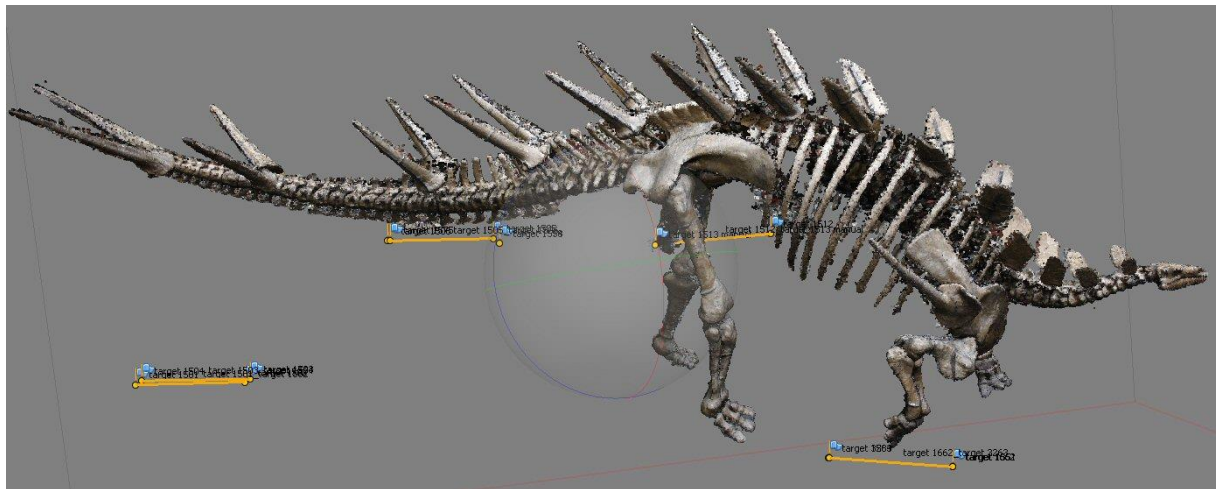
3. Ausblick

Die photogrammetrische Erfassung ganzer Skelette bleibt eine Notlösung, die in der Qualität der Ergebnisse immer hinter der separaten Aufnahme der einzelnen Elemente zurückstehen wird. Unser Versuch, die Methoden zu verbessern, zeigt Wege auf, mit denen teilweise jetzt schon akzeptable Resultate erreicht werden können. Weitere Verbesserungen sowohl in der Aufnahmemethode wie auch in der Software können schnell zu einem auch mit geringen Mitteln erreichbaren Niveau führen, das für die Zwecke der öffentlichen Darstellung (virtuelle Ausstellung, etc.) vollkommen ausreichend ist, und vielen wissenschaftlichen Zwecken genügt.

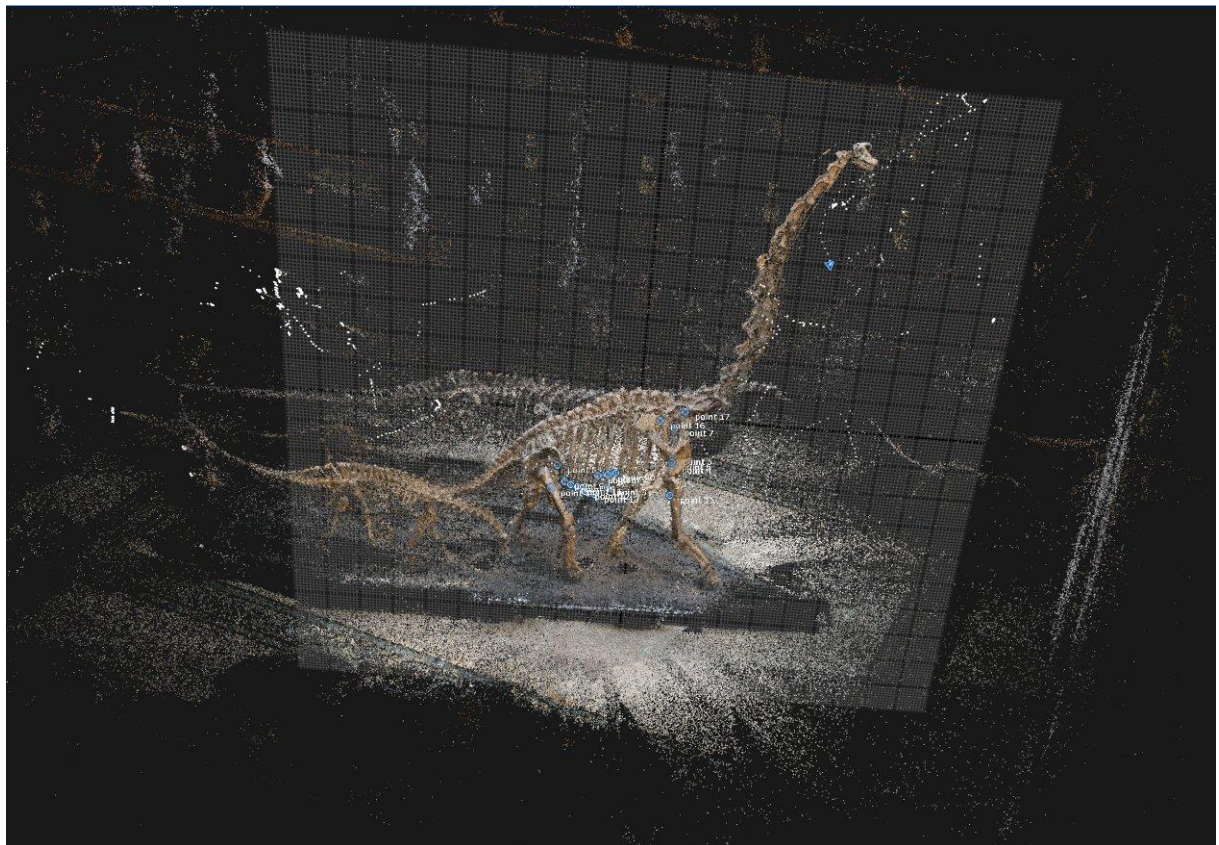
Wenn die Bearbeitung unsere Daten abgeschlossen ist, sollte das Hauptziel erreicht sein, die Saurier des Sauriersaals der breiten Öffentlichkeit zugänglich zu machen.

4. Anhang

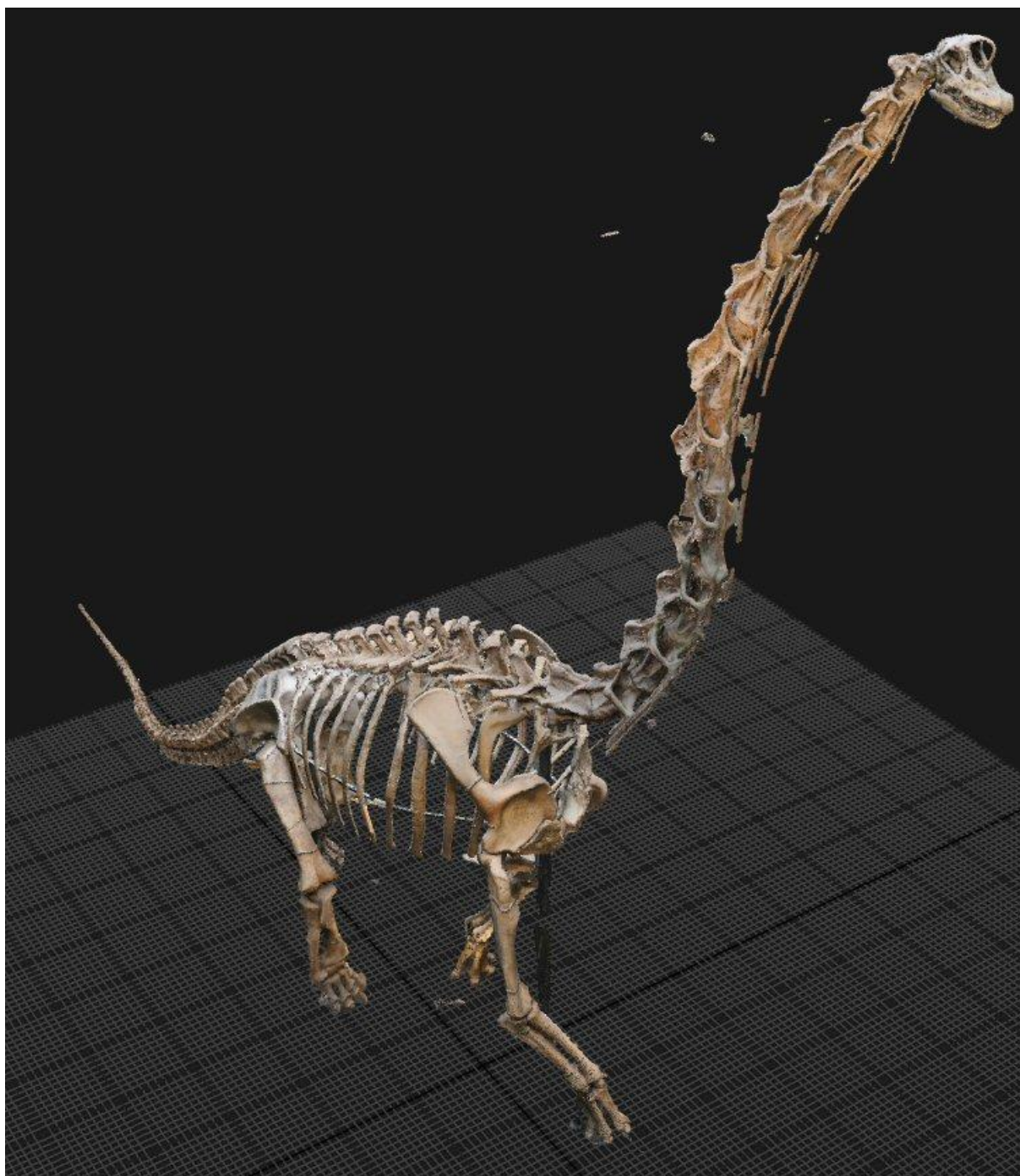
Beispiele für erfolgreiche und fehlgeschlagene Modelle:



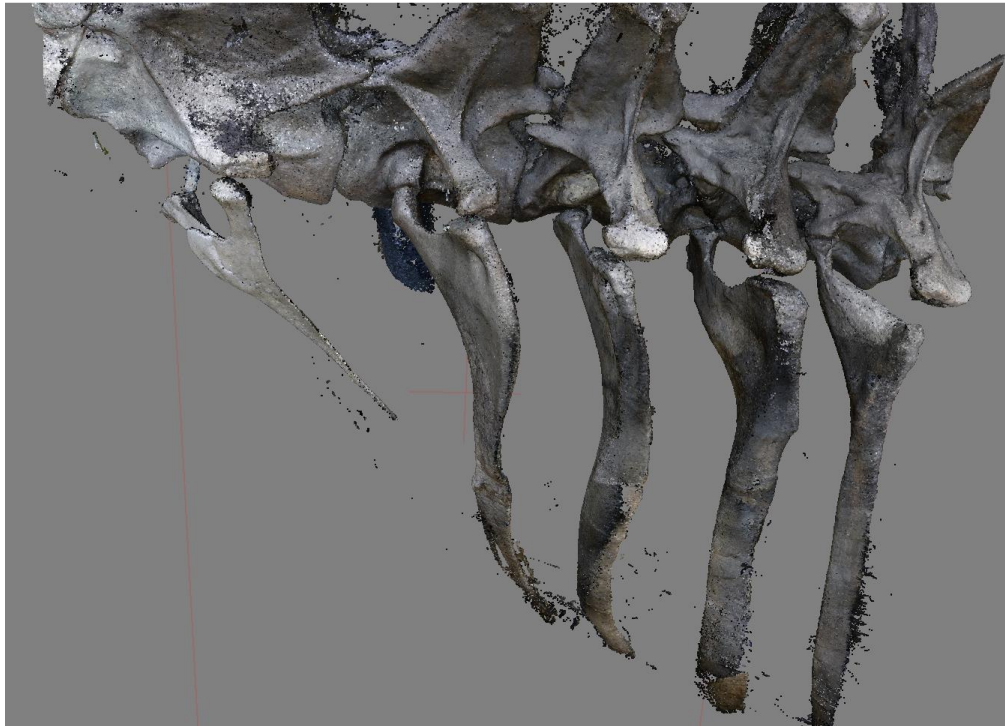
Übersichtsmodell von *Kentrosaurus*.



Übersichtsmodell (grob) von *Giraffatitan* (Ansicht als Tie Point Cloud).



Übersichtsmodell von *Giraffatitan* als Dense Point Cloud.



***Giraffatitan*, vordere linke Rippen und Dorsalwirbel. Deutlich sichtbar sind Probleme mit der Auflösung der Enden der Rippen und Fehler in der Auflösung der 3. Rippe, die mit ihrer Seite sehr eng am (hier entfernten) Schulterblatt liegt.**



***Giraffatitan*, rechtes Vorderbein (Oberarm und Unterarm), hochauflösendes Modell (~40 Millionen Polygone)**



***Dicraeosaurus*, Übersichtsmodell in hoher Auflösung.**