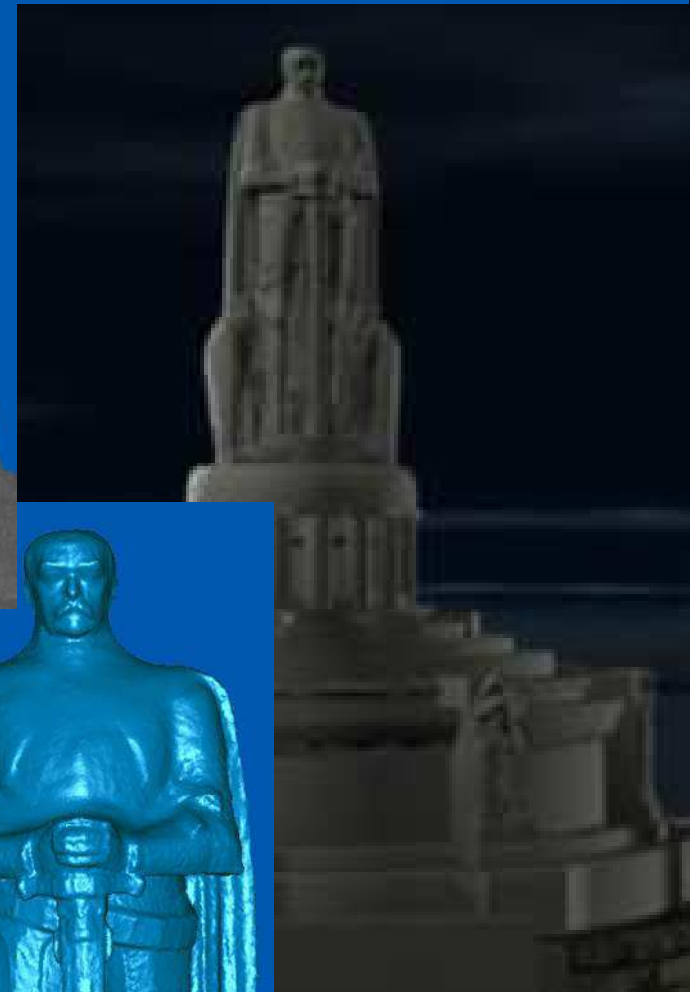
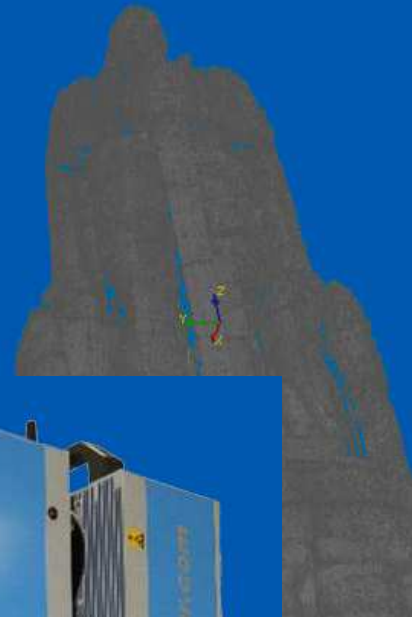
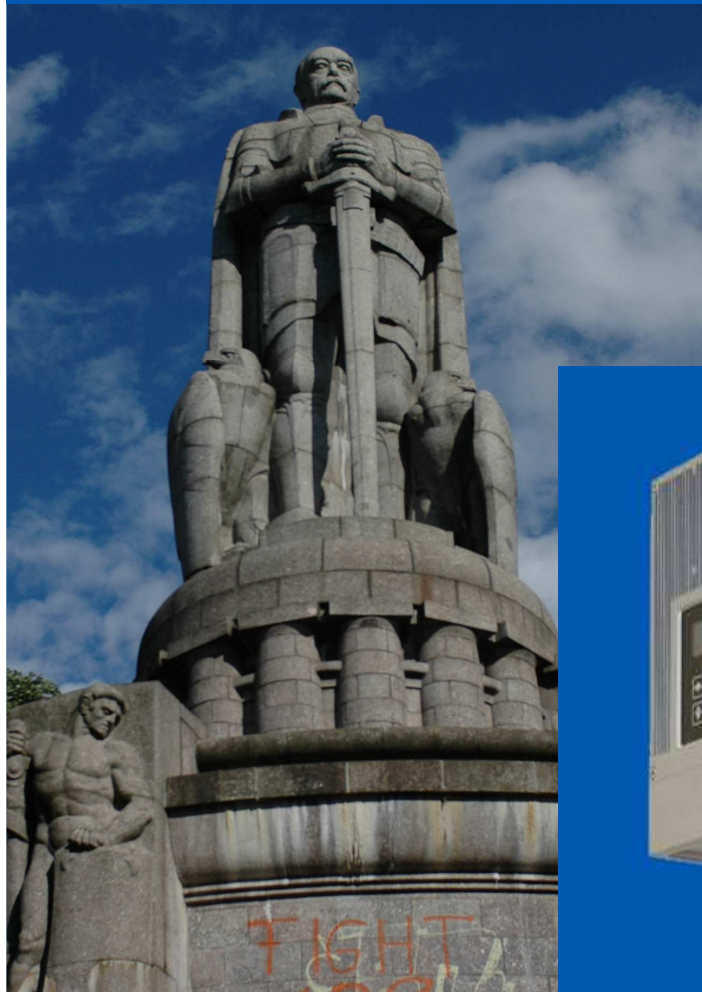


3D Erfassung und Modellierung des Hamburger Bismarck-Denkmals



HCU | Hafencity Universität
Hamburg

Geoinformation
Vermessung



3. Hamburger Anwenderforum TLS 2009

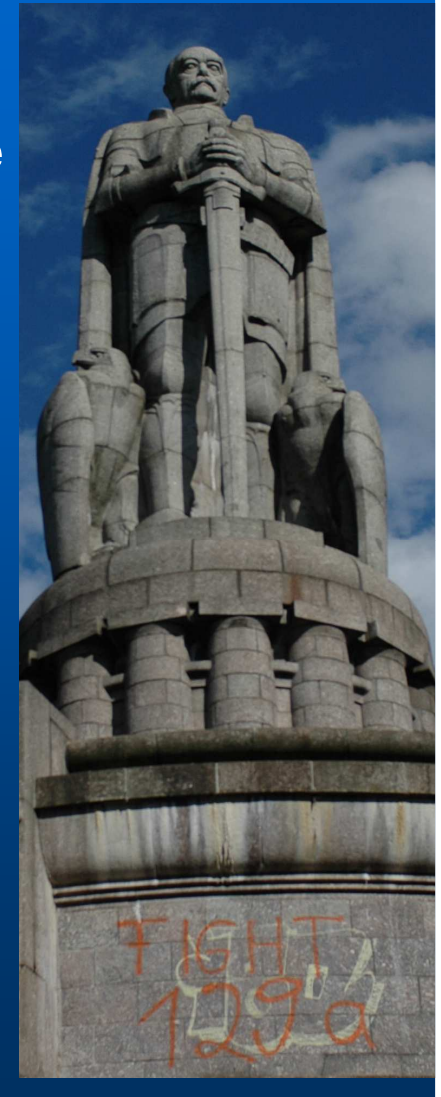
Antje Tilsner, B.Sc.

Gliederung

- Einleitung
- Datenerfassung
- Modellierung
- Texturierung und Visualisierung
- Datenreduktion
- Genauigkeitsanalyse
- Aussagen zur Wirtschaftlichkeit
- Fazit und Ausblick

Einleitung

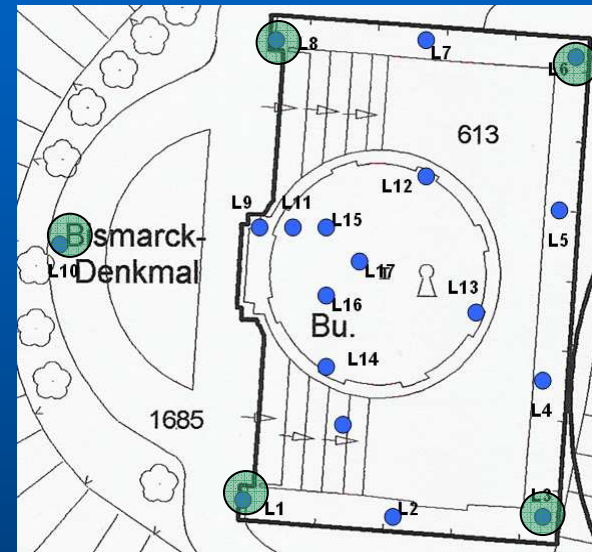
- Markante Denkmäler prägen ihre Umgebung
- Für städtebauliche Planungen spielen sie oft eine Rolle
- Aus diesem Grunde ist es auch sinnvoll Monumente dieser Art wie dem Bismarck-Denkmal in einem 3D-Stadtmodell wie dem von Hamburg zu repräsentieren
- Die komplexen Objekte können durch das terrestrische Laserscanning geometrisch erfasst werden
- Bei der Modellierung sollte das Hauptmerkmal auf:
 - eine kleine Datenmenge
 - mit einem hohen Wiedererkennungswert gelegt werden
 - ebenso wie auf eine wirtschaftliche Durchführbarkeit



- Die Aufnahme des Bismarck-Denkmals erfolgte an zwei Messtagen

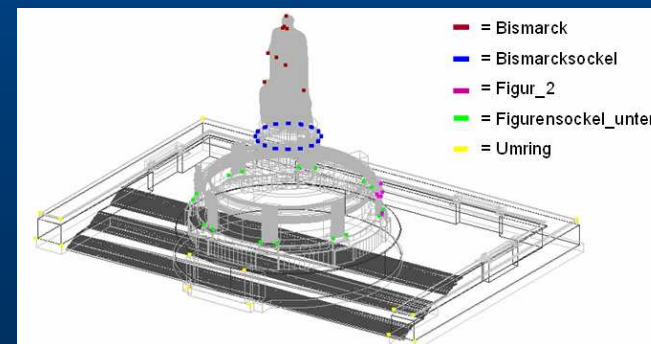
- 1. Messtag:

- Terrestrisches Laserscanning
- Netzverdichtung über GPS
- Targetbestimmung über Tachymetrie

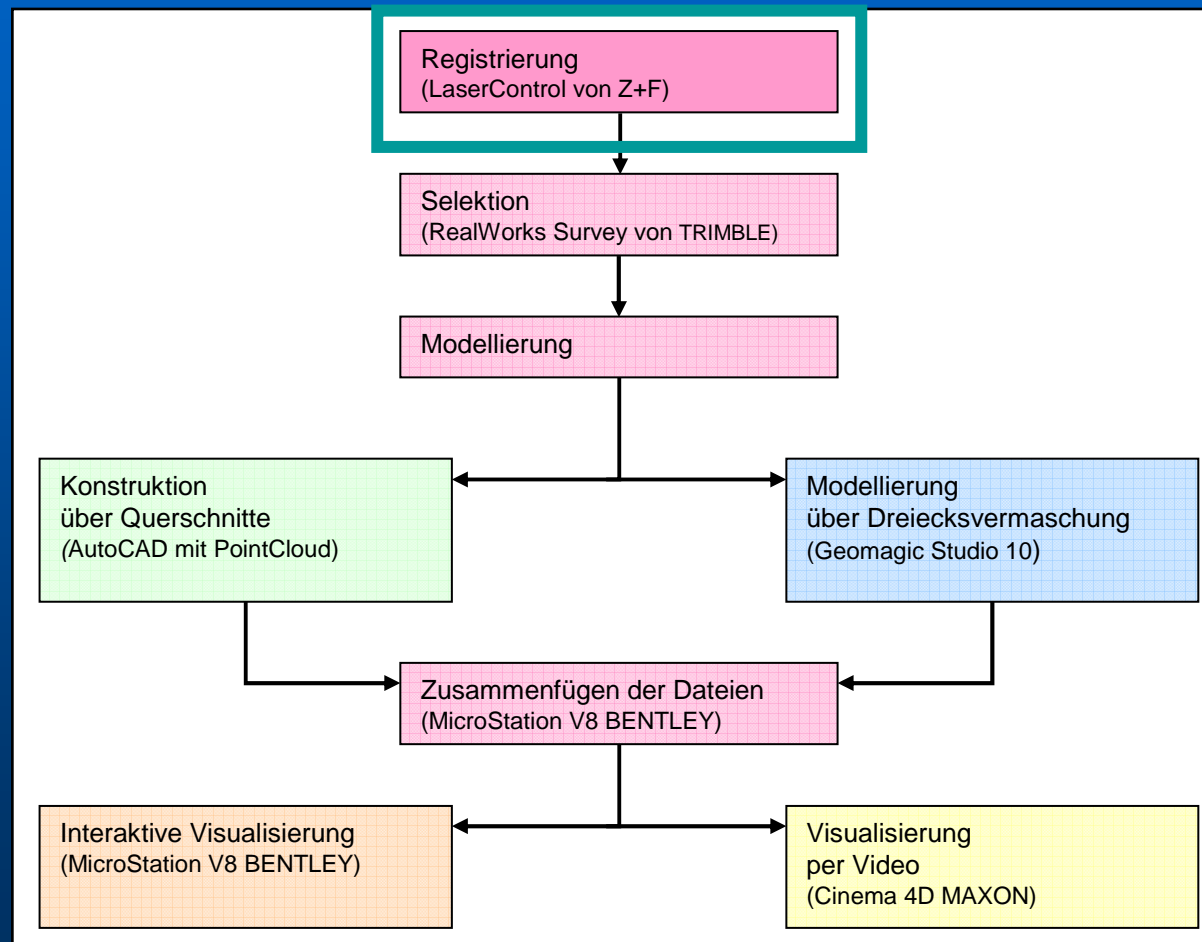


- 2. Messtag:

- Tachymetermessung für die Genauigkeitsanalyse



- Übersicht der einzelnen Arbeitsschritte zur Erstellung des 3D-Modells



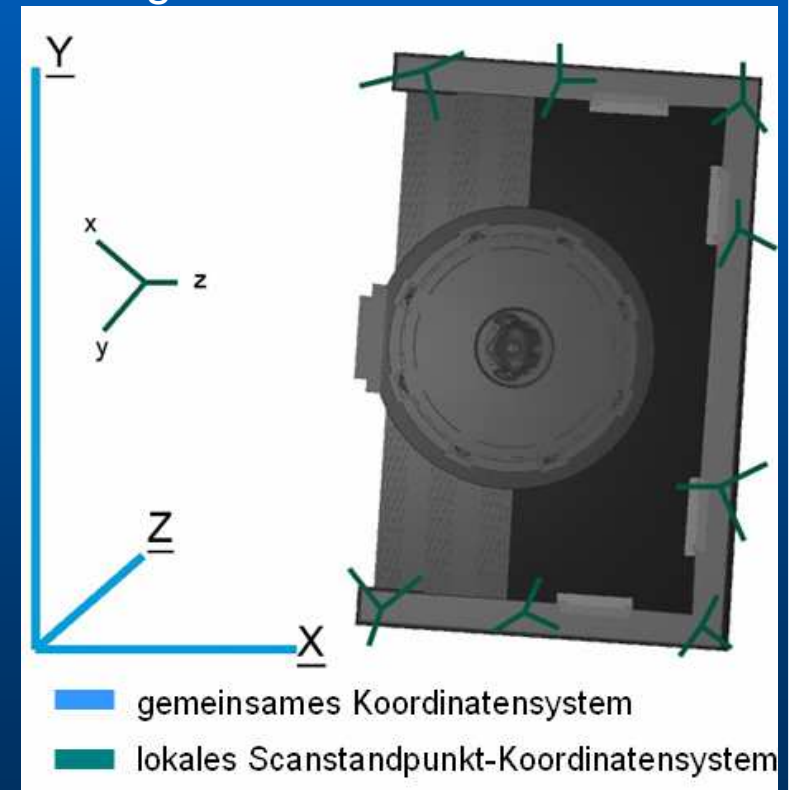
- Registrierung

Durch die Verknüpfung über identische Passpunkte in den Scans werden die einzelnen Laserscanstandpunkte in ein gemeinsames Koordinatensystem transformiert

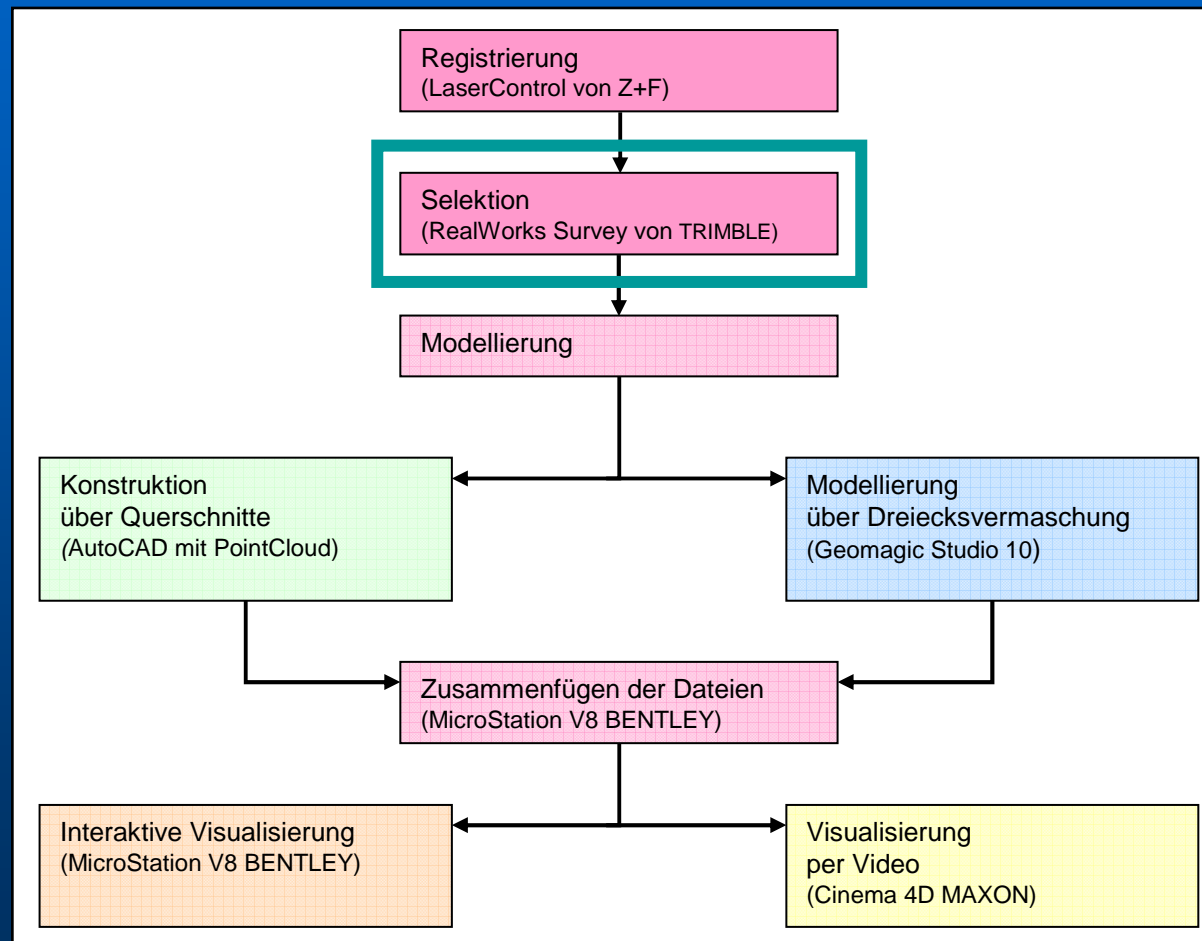
- Georeferenzierung

Transformation des gemeinsamen Koordinatensystems in das übergeordnete Landessystem

➔ Lage- und Höhenanschluss
über Passpunkte

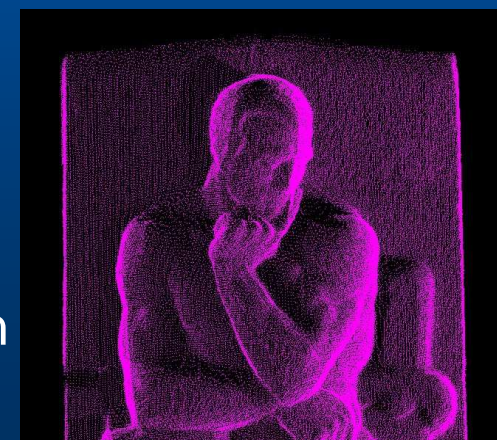
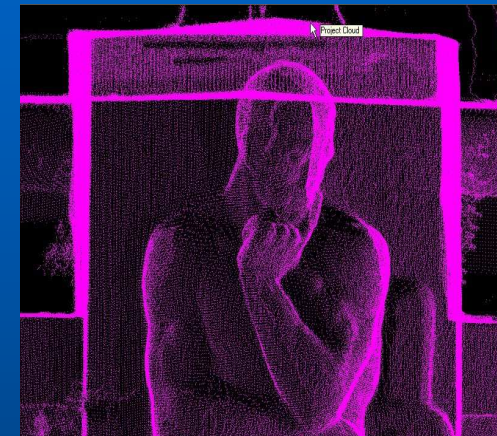


- Übersicht der einzelnen Arbeitsschritte zur Erstellung des 3D-Modells

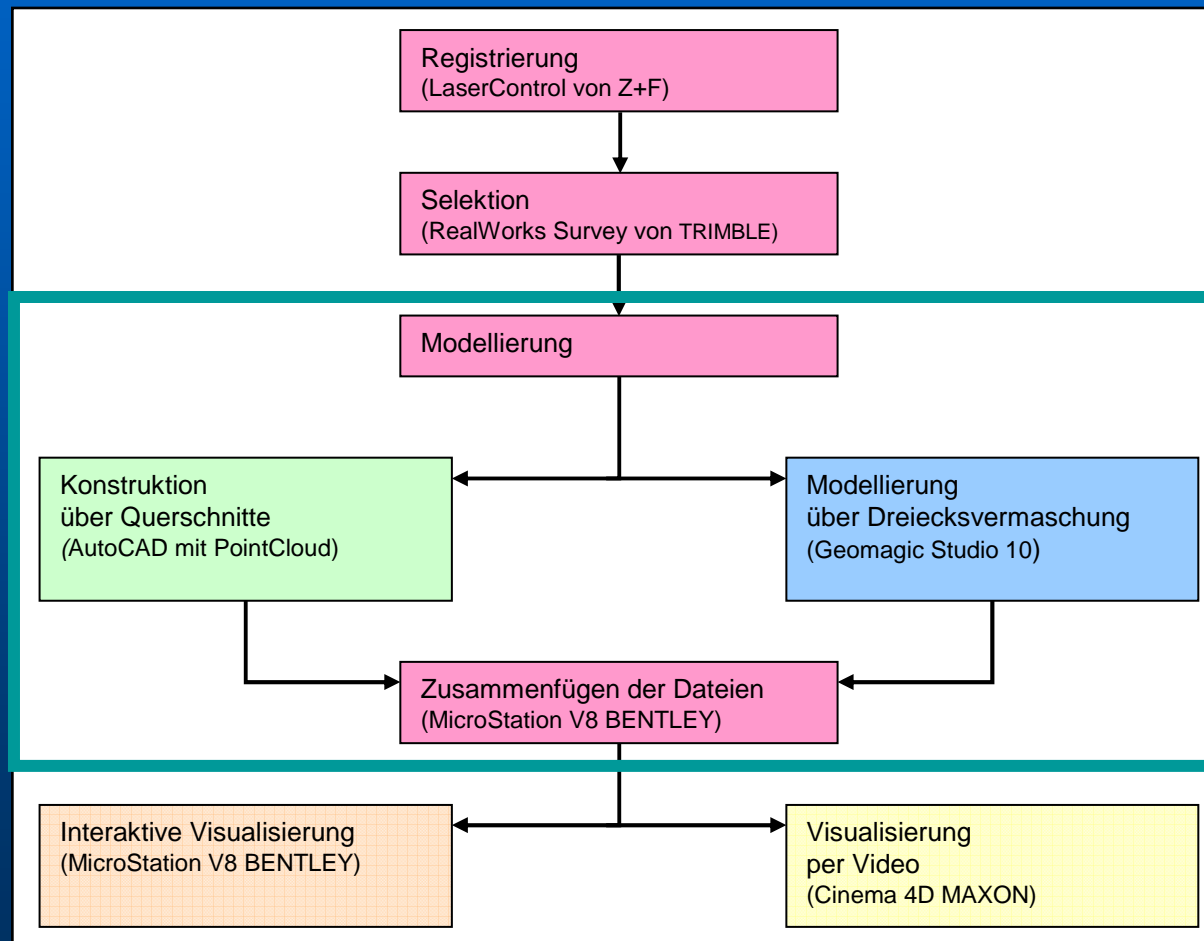


Selektion

- Datenaufbereitung für die weiterverarbeitenden Programme
 - ➔ kleine Datenmenge = bessere Rechnerperformance
- Ca. 180 Millionen Punkte gescannt
- Gezielte Verringerung der Daten durch:
 - Unterteilung des Modells
 - Filterung der Scandaten
 - Bereinigung der Teilbereiche
- Die Bereinigung muss größtenteils manuell durchgeführt werden = sehr zeitaufwendig
- Automatische Verfahren zur kompletten Selektion gibt es noch nicht



- Übersicht der einzelnen Arbeitsschritte zur Erstellung des 3D-Modells

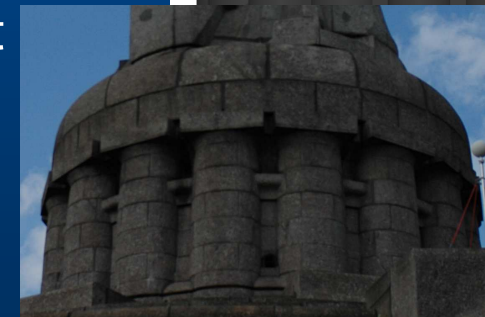
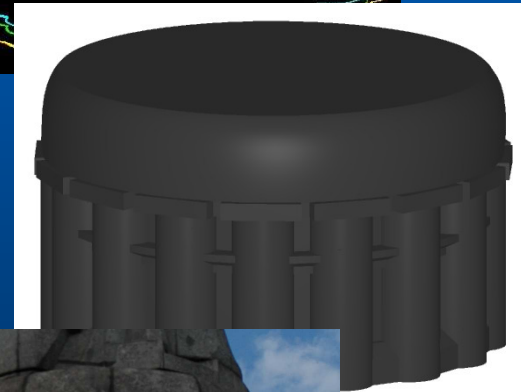
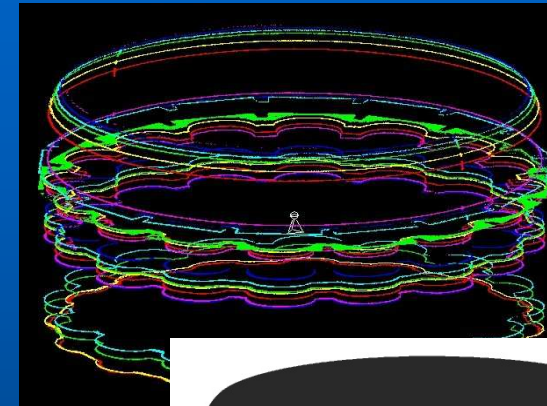


Modellierung über Querschnitte

- Verwendung des Plug-In PointCloud von KUBIT mit AutoCAD
- Markante Querschnitte werden in die Punktwolke hineingelegt
- Diese werden per Hand abdigitalisiert
- Anschließend werden die Schnitte auf ihre entsprechende Höhe extrudiert
- Durch diese Arbeitsweise wird das Ergebnisdatenvolumen deutlich geschmälert

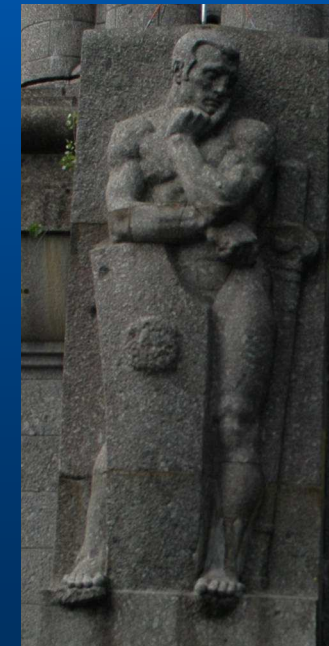
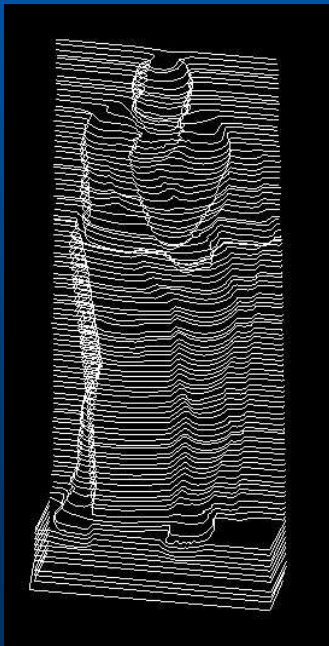
➔ geringe Datenmenge

➔ hoher Wiedererkennungswert



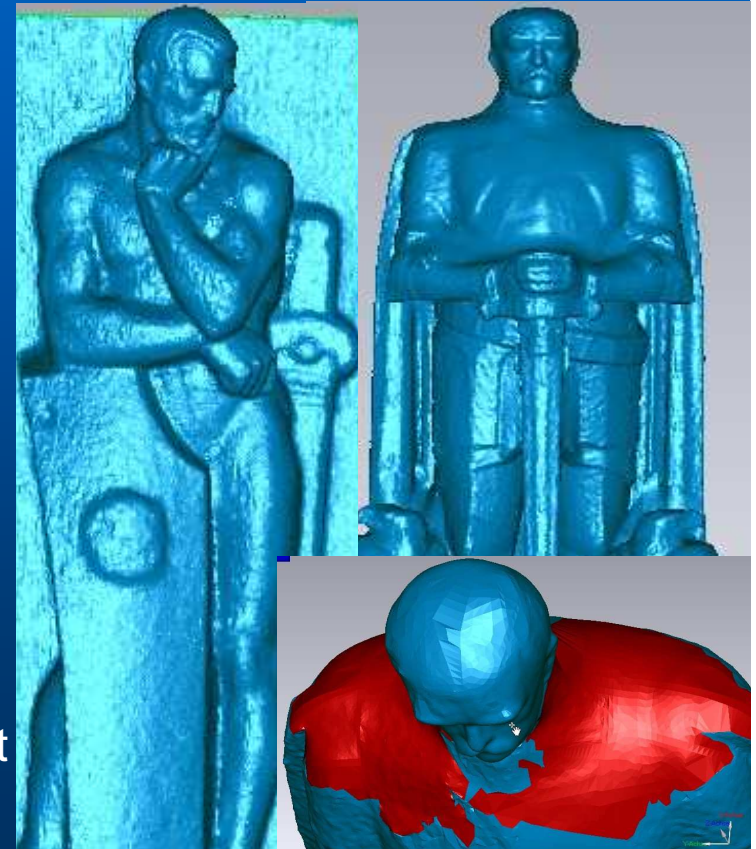
Modellierung über Querschnitte

- Im Vergleich zu dem Sockel konnten die Figuren nicht erfolgreich über Querschnitte modelliert werden, da
 - vor allem die Details im Gesichtsbereich dabei verloren gehen
 - dieses Verfahren für komplexe Objekte zu zeitintensiv ist

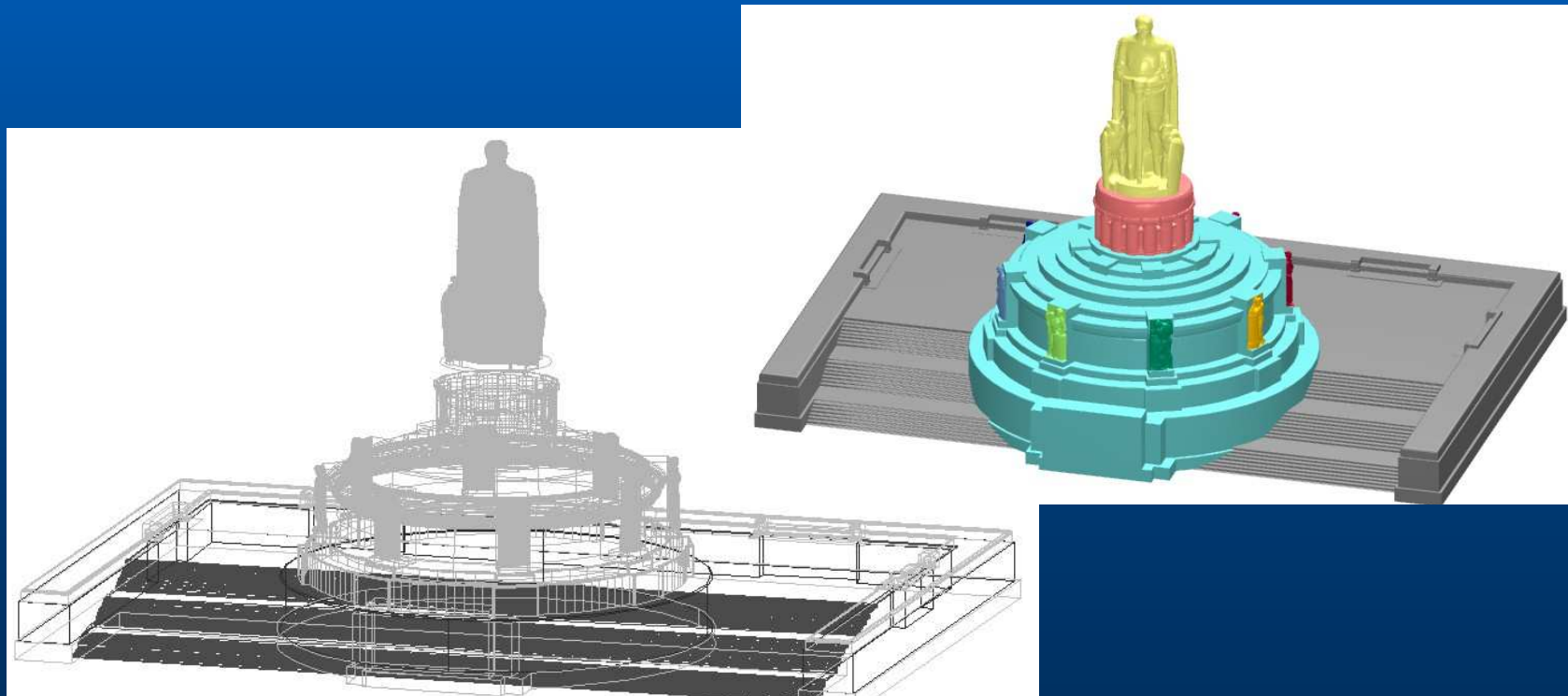


Modellierung über Dreiecksvermaschung

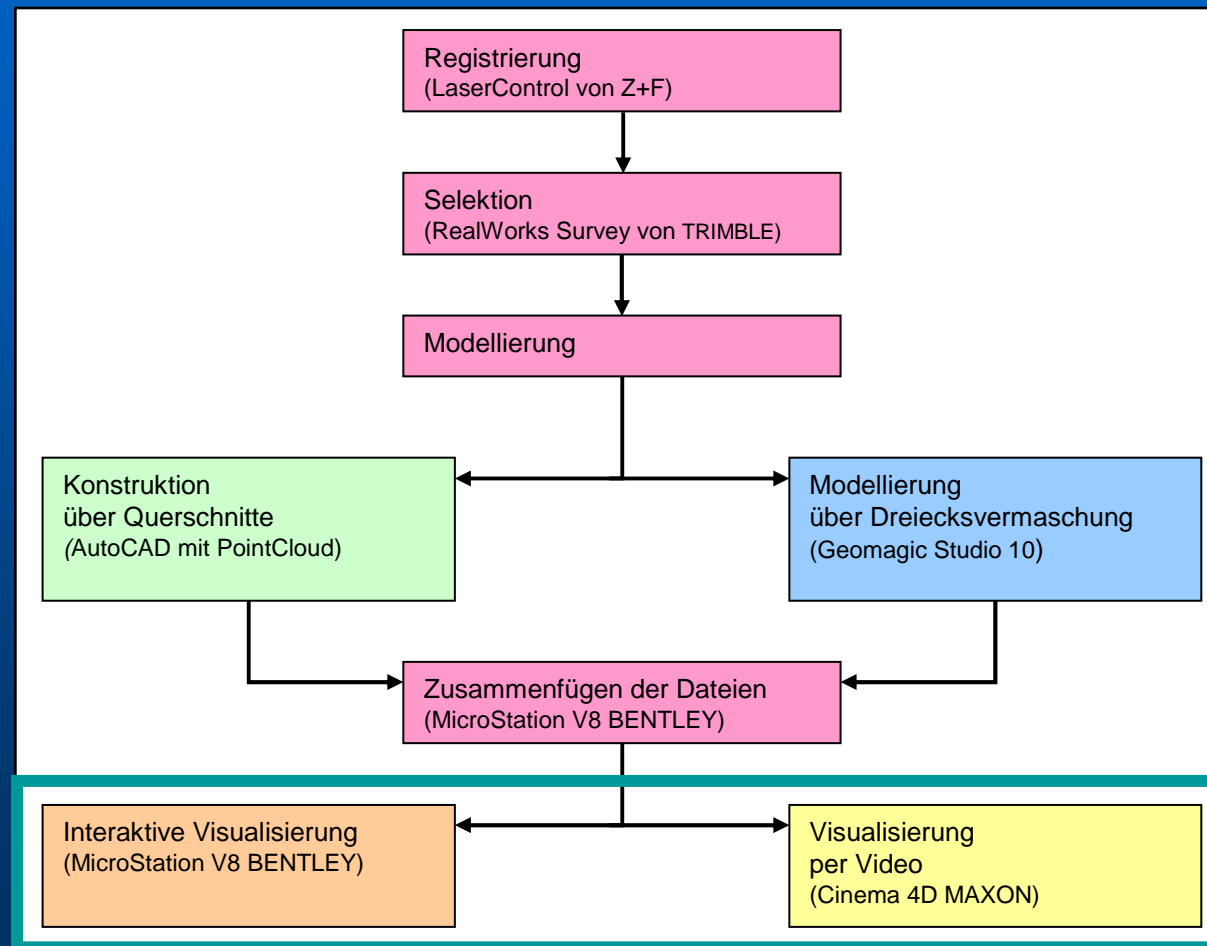
- Die Dreiecksvermaschung ermöglicht eine realistische Modellierung von Freiformflächen, wie z.B. bei den Figuren
- Einsatz der Software Geomagic
 - Geomagic ist eine sehr umfangreiche Applikation
 - Manuelle und automatische Füllung von Löchern
 - Ergebnis kann nach der Vermaschung optimiert werden z.B. durch Glättung
 - Resultat mit hohem Wiedererkennungswert



- Zusammenfügung der modellierten Teilbereiche aus PointCloud und Geomagic in MicroStation
- Das Laden der einzelnen DXF-Dateien erfolgte problemlos



- Übersicht der einzelnen Arbeitsschritte zur Erstellung des 3D-Modells



Visualisierung des Denkmals erfolgte über:

- interaktives 3D-PDF

➔ Texturierung über Vergabe von sinnvollen Layerfarben auf Grund der Dateigröße

- Animationsvideo (Cinema 4D)

➔ Verwendung von synthetische Texturen inkl. Bumpmapping

- Einpflegung des Denkmals in das Hamburger 3D-Stadtmodell durch das LGV Hamburg



ohne Bumpmapping



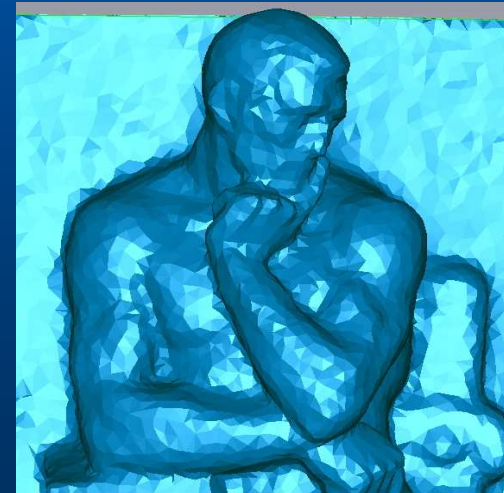
mit Bumpmapping



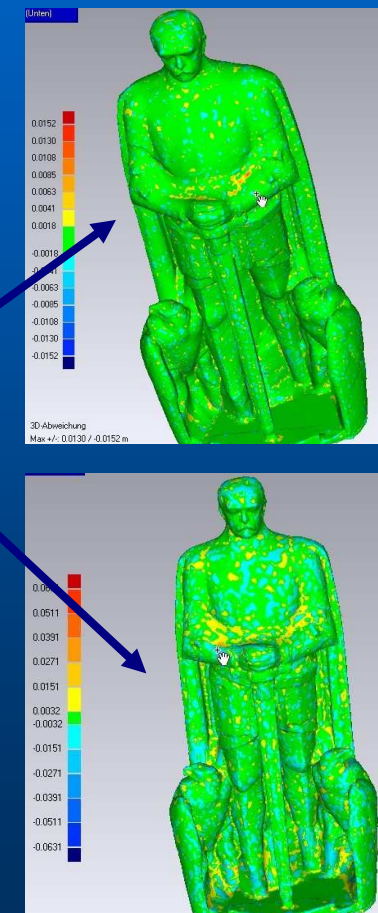
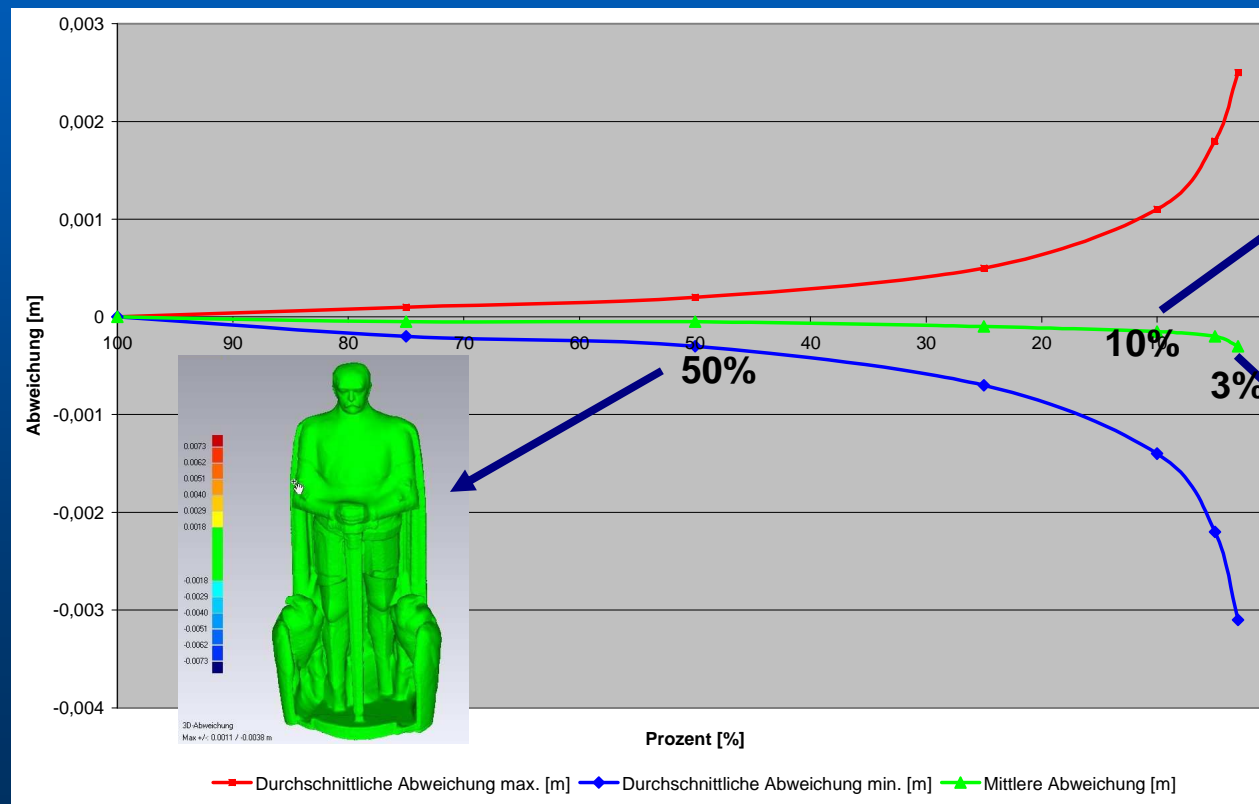
Quelle, LGV Hamburg

Datenreduktion

- Ein weiterer wesentlicher Bestandteil dieser Arbeit war die Untersuchung, inwiefern eine Datenreduktion möglich ist
- Einsatz von verschiedenen Filterparametern unter Berücksichtigung, dass das Modell:
 - ➔ geometrisch korrekt und
 - ➔ visuell ansprechend bleibt
- Krümmungsbasierte Reduktion in Geomagic
- Polygondezimierung in Geomagic



- Darstellung der Auswirkungen der Polygondenzimierung auf die Genauigkeit und somit auf die Geometrie am Beispiel der Bismarckstatue



Genauigkeitsanalyse

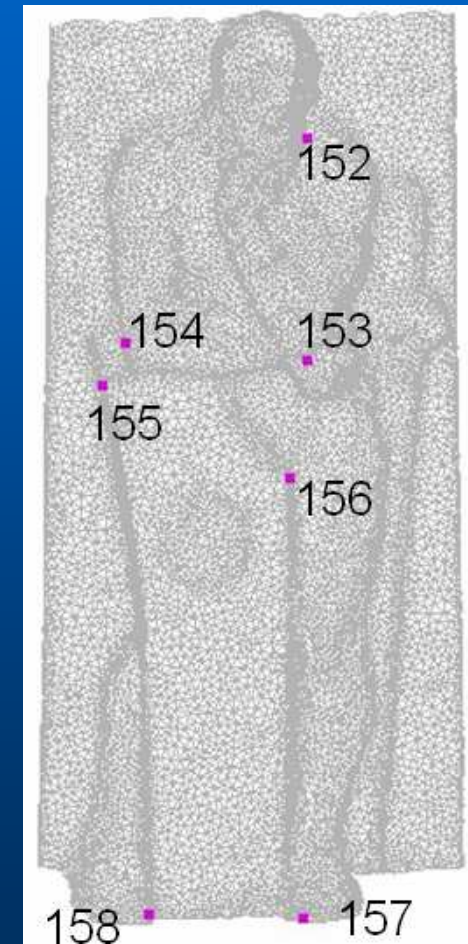
- Überprüfung der geometrischen Korrektheit des 3D-Modells
- Bestimmung markanter Punkte über Tachymetrie
- Korrespondierende Punkte im Modell abgegriffen
- Daraus ergibt sich ein Soll- und Ist-Vergleich

Punkt	Tachymetermessung			3D-Modell			Soll (Tachy) - Ist (3D-Modell)		
	Rechtswert	Hochwert	Höhe	Rechtswert	Hochwert	Höhe	Rechtswert	Hochwert	Höhe
	Nr.	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	x [m]	y [m]	z [m]
152	4503,749	5674,785	39,26	4503,720	5674,768	39,27	0,029	0,017	-0,012
153	4503,783	5674,652	38,17	4503,726	5674,588	38,21	0,057	0,064	-0,036
155	4502,769	5674,585	37,99	4502,749	5674,583	38,01	0,020	0,002	-0,018
156	4503,674	5674,748	37,53	4503,637	5674,737	37,56	0,037	0,011	-0,027
157	4503,780	5674,589	35,35	4503,732	5674,597	35,39	0,048	-0,008	-0,042
158	4503,063	5674,357	35,38	4503,043	5674,365	35,43	0,020	-0,008	-0,050

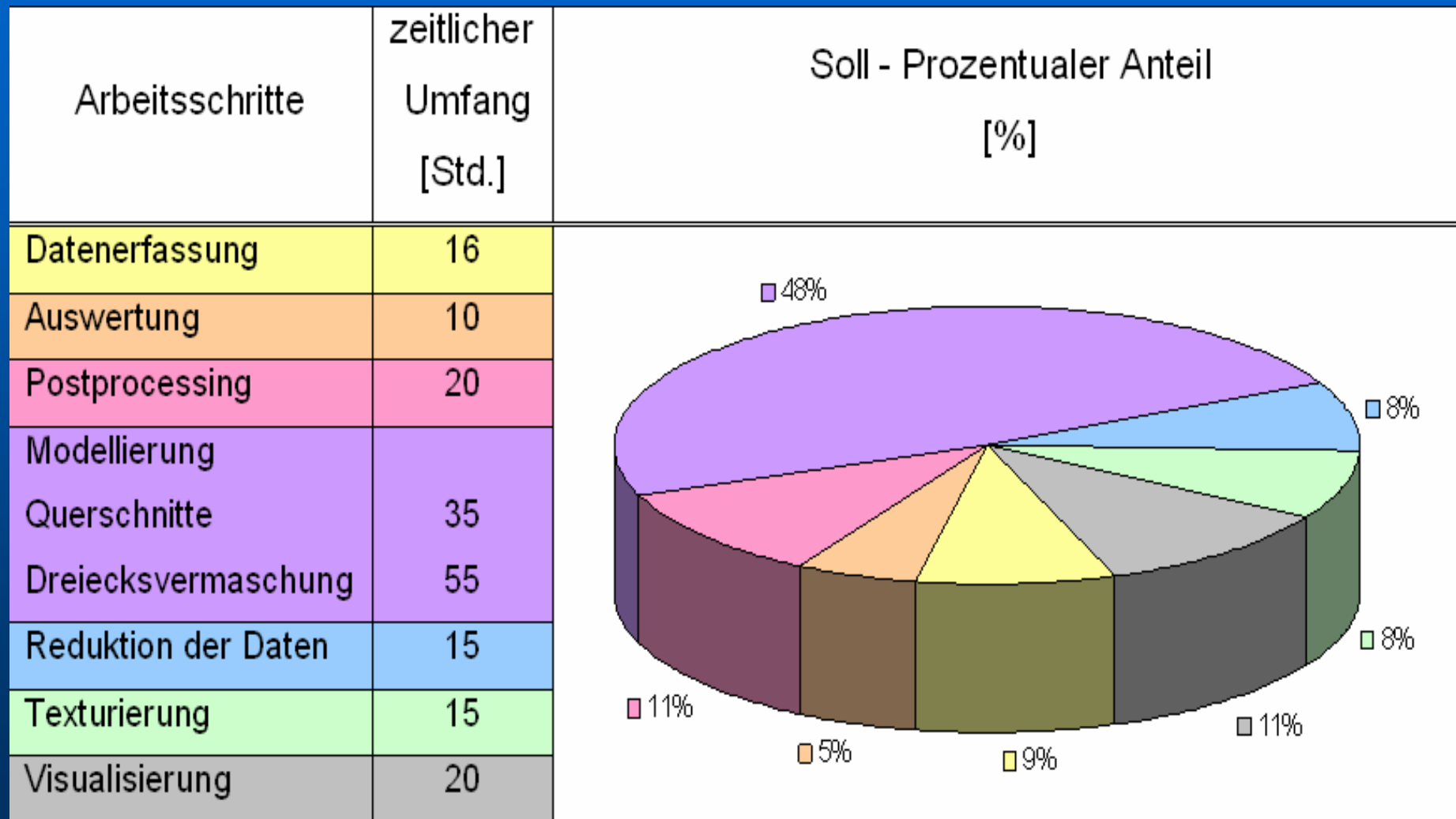
- Abweichungen durchschnittlich von 0,03m bis 0,1m



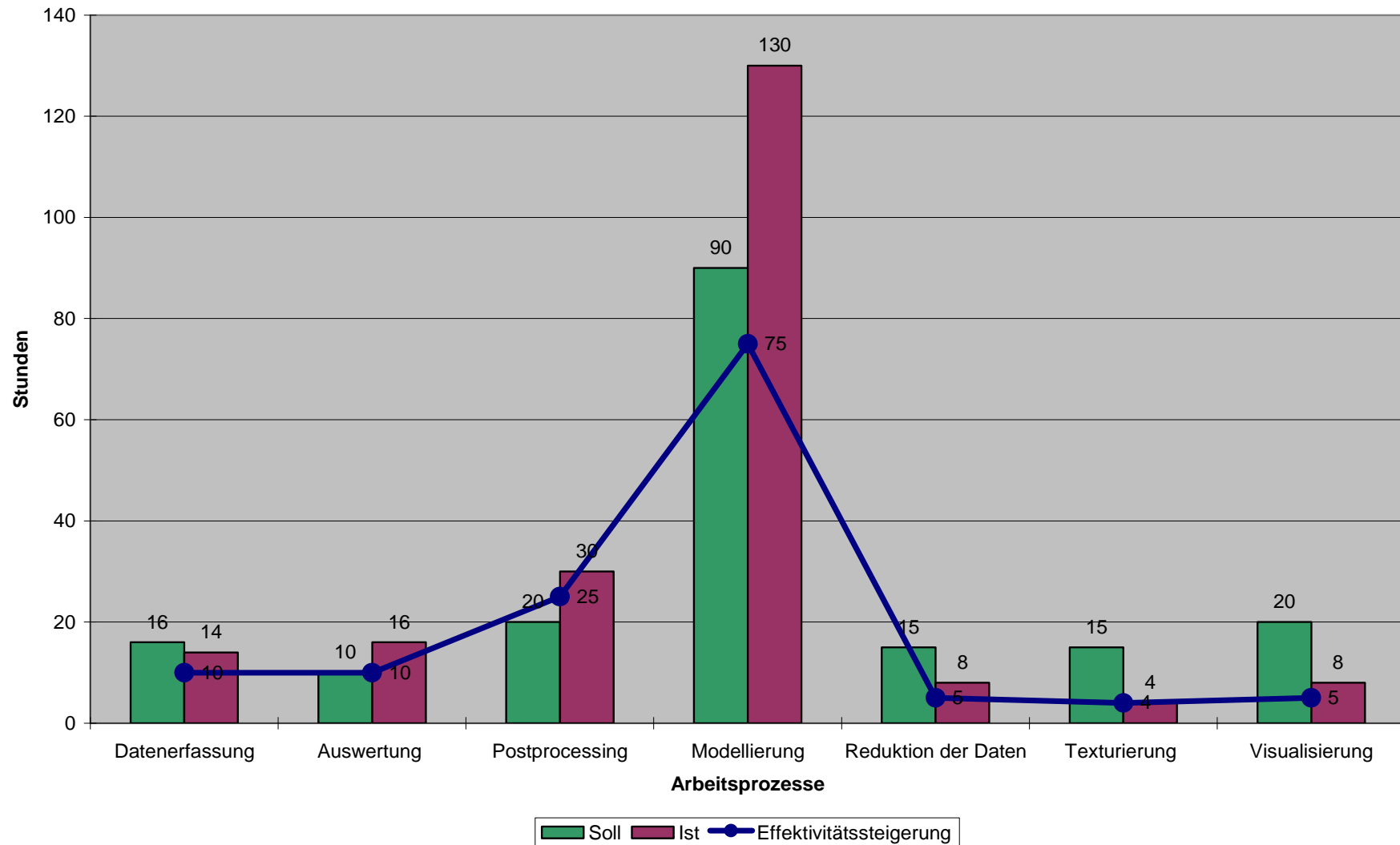
Für die Einpflegung in das Hamburger 3D-Stadtmodell ausreichend, da deren Genauigkeit im Schnitt bei 0,3 – 0,4m liegt



Aussagen zur Wirtschaftlichkeit



Aussagen zur Wirtschaftlichkeit



- Es ist möglich komplexe Objekte in kurzer Zeit flächenhaft und ohne Signalisierung mit Hilfe eines terrestrischen Laserscanners zu erfassen
- Ebenso kann durch gezieltes Anwenden von Filtern eine geringe Datenmenge erreicht werden, wobei der Wiedererkennungswert erhalten bleibt
- Vor allem die Modellierung ist zur Zeit noch unwirtschaftlich



größter Zeitfaktor = stärkstes Effektivitätssteigerungspotential!

- Wünschenswert wären Softwarelösungen, die für die Modellierung von Denkmälern in 3D-Stadtmodellen konzipiert sind, um:
 - Kompatibilitätsprobleme zu umgehen
 - eine korrekte Geometrie bei geringer Datenmenge zu erhalten
 - und vor allem um wirtschaftlich arbeiten zu können
- Denn Denkmäler gibt es genug, alleine in Hamburg rund 1000, die nur darauf warten erfasst, modelliert und dreidimensional visualisiert zu werden!!!

...zum Schluß

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontaktdaten:

Antje Tilsner, B.Sc.

tilsnerantje@aol.de