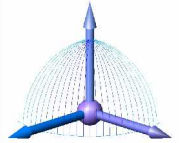


Schiffsrumpfvermessung mit 3D-Laserscannern

Karsten Leuthold

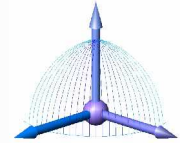
Dipl.-Ing. (FH)

Survey Service



Vermessung von Schiffen unter mehreren Aspekten möglich:

- Produktionsbegleitend
- Sportboote zur Schaffung gleichwertiger Fahrzeuge
- Gebührengrundlage für die Benutzung von Häfen, Kanälen usw.

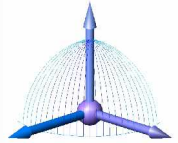


Produktionsbegleitende Vermessung

Situation:

Bauteil- und Segmentfertigung an getrennten Orten mit späterer Endmontage.





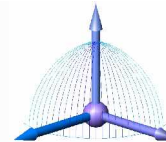
Produktionsbegleitende Vermessung

Situation:

Bauteil- und Segmentfertigung an getrennten Orten mit späterer Endmontage.

Ziel:

In allen Fertigungsstufen im Rahmen der zulässigen Toleranzen so genau zu arbeiten, dass bei der anschließenden Montage der Anteil der Nacharbeiten minimiert wird.



Produktionsbegleitende Vermessung

Mögliche Sensoren:

- 3D Laserscanner



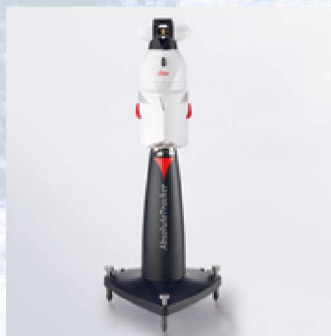
- Tachymeter

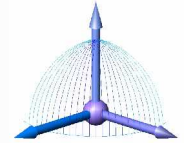


- Photogrammetrie



- 3D Lasertracker



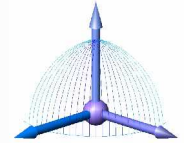


Produktionsbegleitende Vermessung

Einsatzkriterien Sensoren:

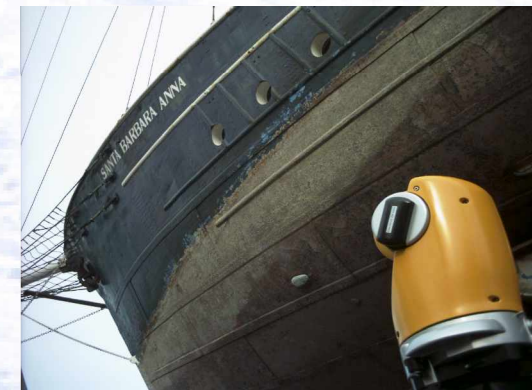
- Genauigkeit
- Anzahl zu prüfender Merkmale / Punktdichte
- Objektbeschaffenheit (Größe, Reflexionsverhalten, Komplexität)
- Schnelligkeit (Postprocessing / Realtime)
- Umgebungsbedingungen

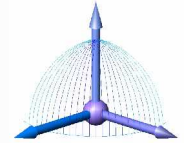




3D-Laserscanning

- Systemgenauigkeit ca. 3 mm
- flächenhafte Erfassung
- Komplexe Objekte erfassbar
- Signalisierung Messpunkte nicht notwendig
- Postprocessing
- gute Umgebungsbedingungen notwendig

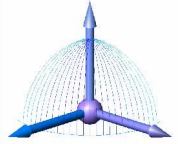




Tachymetrische Vermessung

- Genauigkeit je nach Instrumententyp, ca. 1mm
- Einzelpunktmessung
- Komplexe Objekte erfassbar
- Signalisierung Messpunkte notwendig
- Automatisierung möglich
- robustes Verfahren

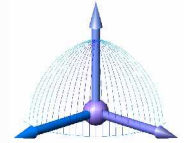




Photogrammetrie

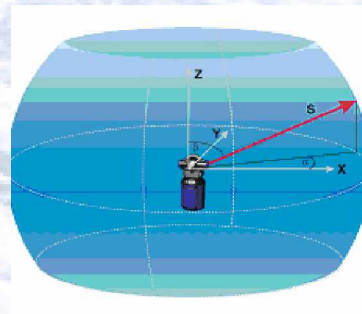
- Systemgenauigkeit bis 0,5..3 mm
- Einzelpunktmessung
- Teilobjekte erfassbar
- Signalisierung Messpunkte notwendig
- Postprocessing
- gute Umgebungsbedingungen

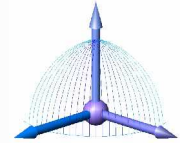




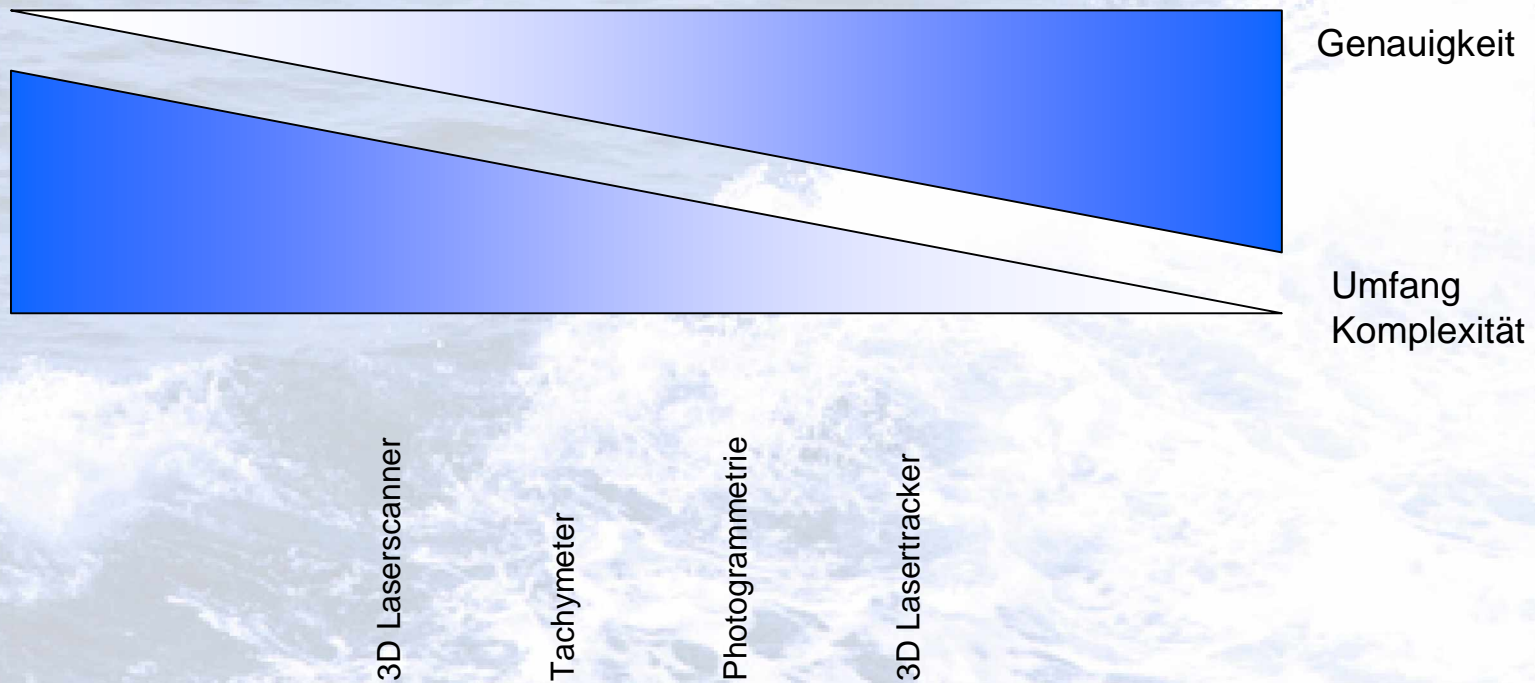
3D Lasertracker

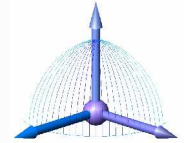
- Systemgenauigkeit Submillimeterbereich
- Einzelpunktmessung / flächenhafte Messung
- mittelgroße Messvolumen erfassbar
- Signalisierung Messpunkte nicht notwendig
- Postprocessing / Realtime
- sehr gute Umgebungsbedingungen





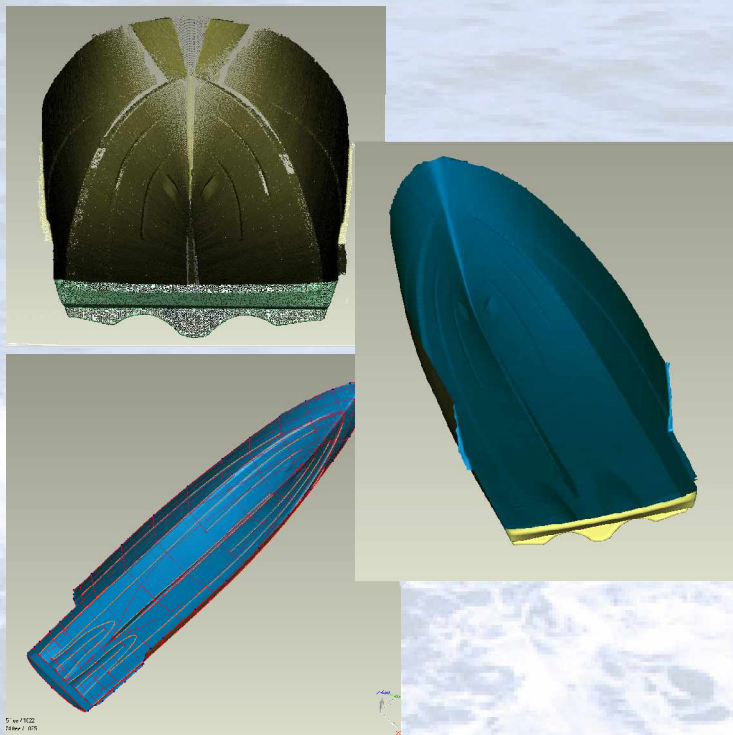
Systemvergleich





Praktische Erfahrungen mit dem 3D Laserscanning

3D Scanning und Modellierung einer Negativform für den Bau eines Bootsrumpfes.

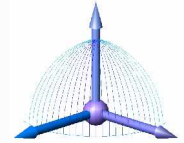


Ziel:

Überprüfung Einhaltung Herstellungstoleranzen

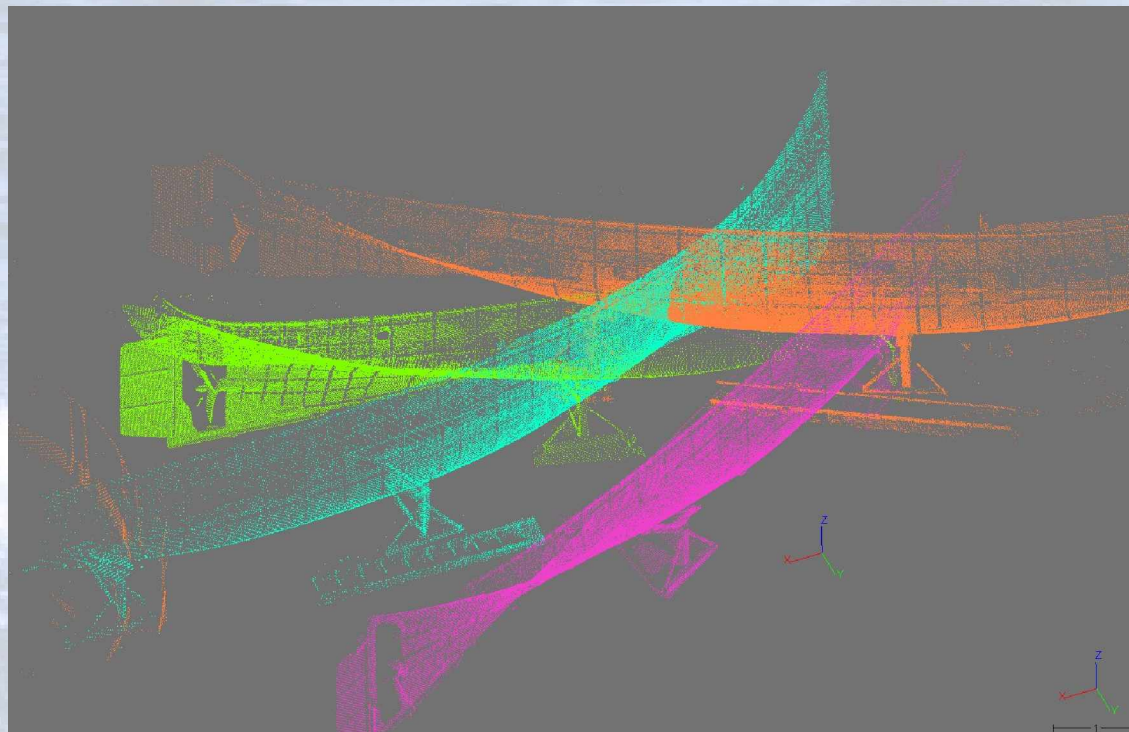
Das hier gezeigte Beispiel ist die Rumpf-Negativform (25m lang) welche von innen mit einem CALLIDUS CP 3200 gescannt wurde. (Scandauer 3,5 Std. 13 Scans)

Die Auswertung erfolgte in der Software CALLIDUS 3D-Extractor® und Geomagic® Studio. Im 3D Extractor® wurden die Scans mit L2G registriert und in Geomagic überführt. Hier erfolgt die Dreiecksvermaschung und die Umformung in NURBS Oberflächen (Non Uniform Rational B-Splines). Der Export kann in beliebigen CAD Datei- Formaten erfolgen.

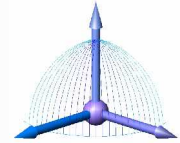


Praktische Erfahrungen mit dem 3D Laserscanning

Größe der Oberflächen von Freiformflächen (Schiffsrümpfen)

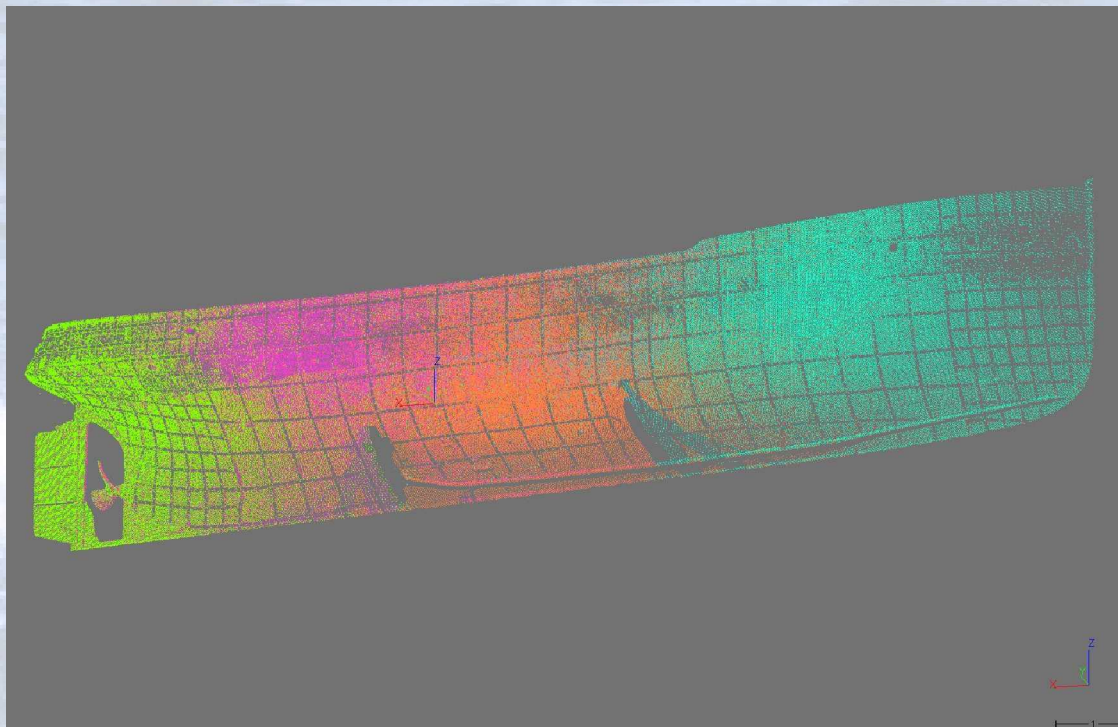


Vier Scans mit dem CPW 8000,
Scandauer 45 min.



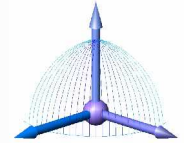
Praktische Erfahrungen mit dem 3D Laserscanning

Größe der Oberflächen von Freiformflächen (Schiffsrümpfen)



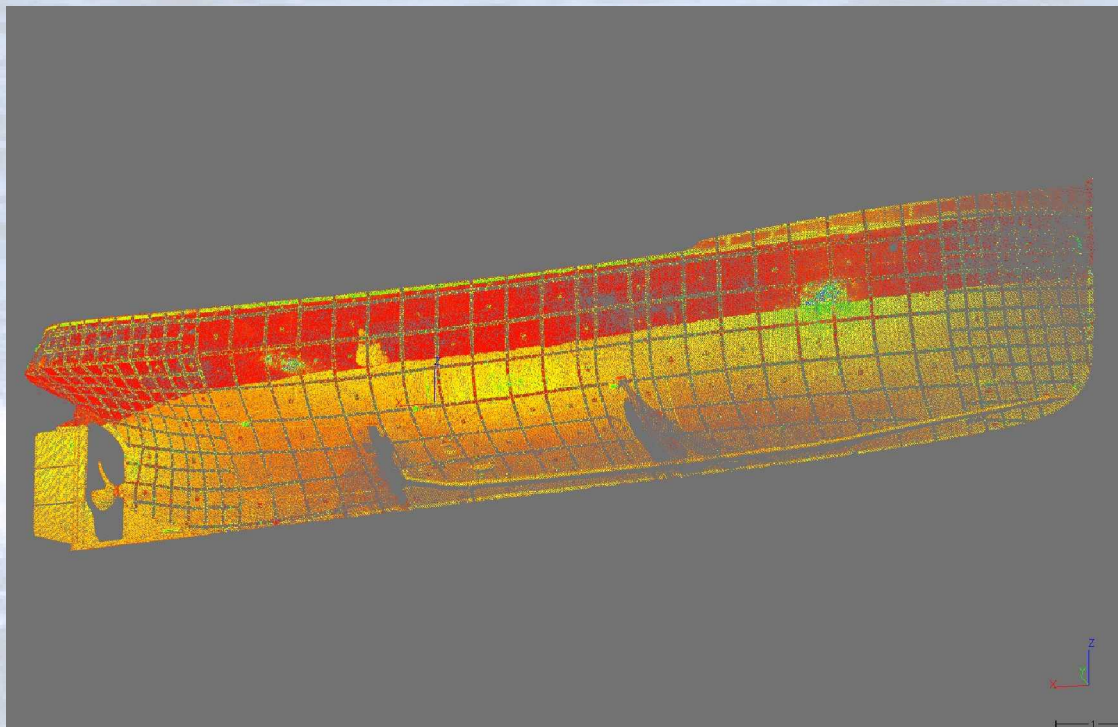
Vier Scans mit dem CPW 8000,
Scandauer 45 min.

Transformation mit Best-Fit
Verfahren.



Praktische Erfahrungen mit dem 3D Laserscanning

Größe der Oberflächen von Freiformflächen (Schiffsrümpfen)

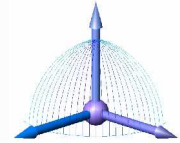


Vier Scans mit dem CPW 8000,
Scandauer 45 min.

Transformation mit „Best-Fit“
Verfahren.

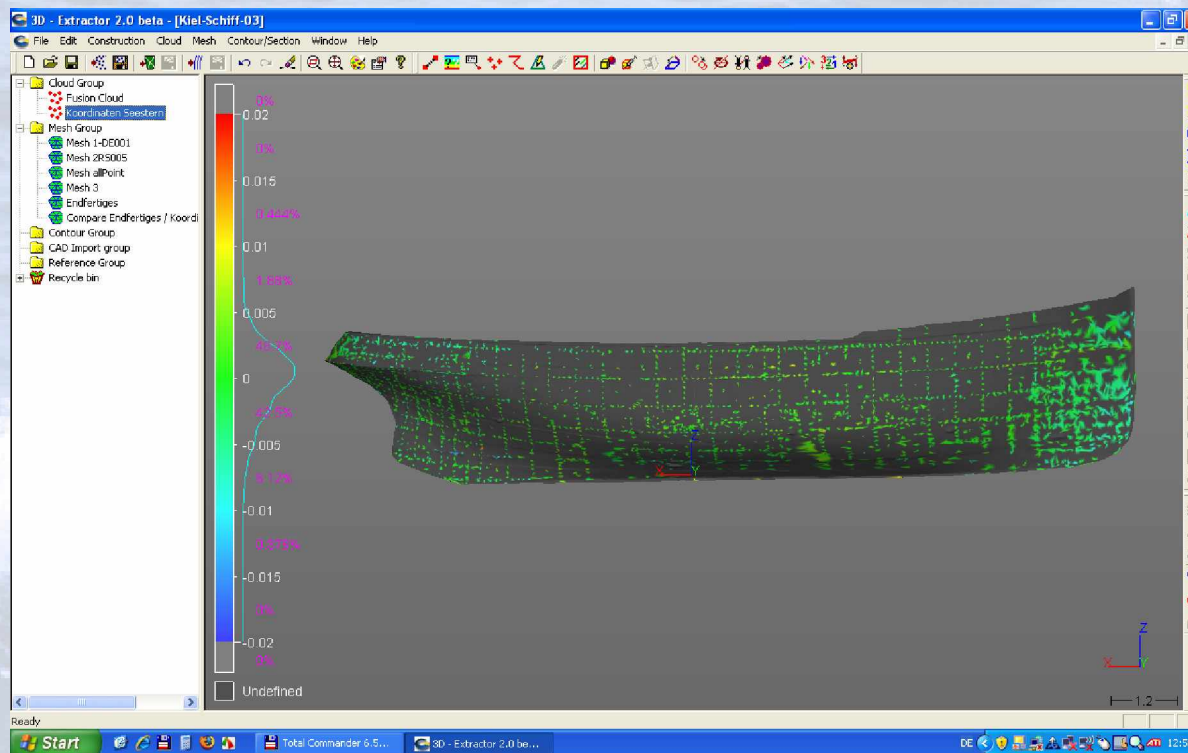
Farbgebung: Remission

Zu erkennen sind unterschiedliche
Farbanstriche und die Mess-
punktstreifen für die gleichzeitig
ausgeführte photogrammetrische
Vermessung.



Praktische Erfahrungen mit dem 3D Laserscanning

Größe der Oberflächen von Freiformflächen (Schiffsrümpfen)



Vier Scans mit dem CPW 8000,
Scandauer 45 min.

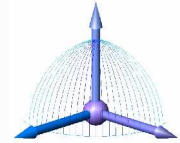
Transformation mit „Best-Fit“
Verfahren.

Farbgebung: Remission

Zu erkennen sind unterschiedliche
Farbanstriche und die Mess-
punktstreifen für die gleichzeitig
ausgeführte photogrammetrische
Vermessung.

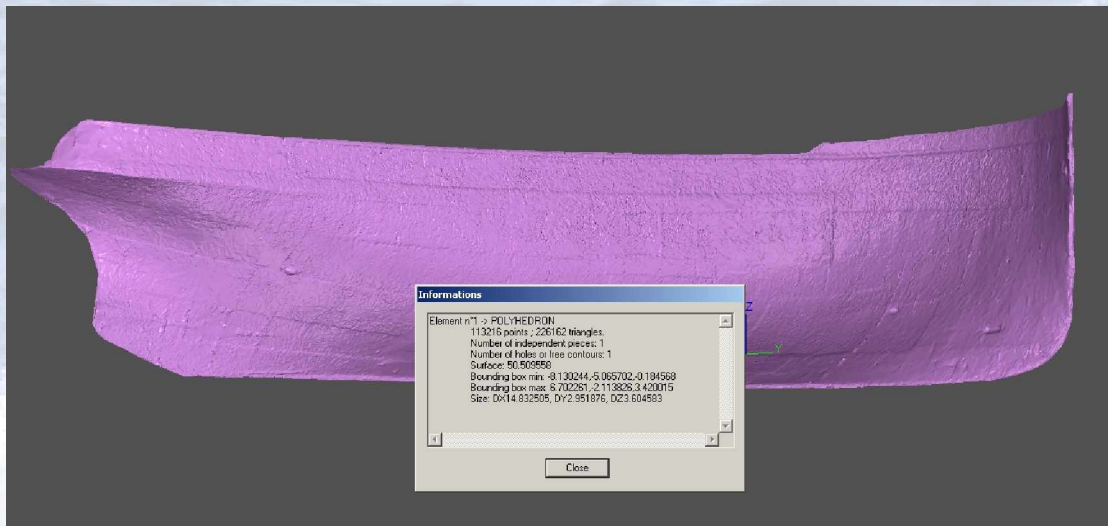
Test: Vergleich mit dem Modul
„Compare-Inspect“ der photo-
grammetrischen Einzelpunkte mit
der gemeshen Scanoberfläche

Ca. 91% aller Messpunkte liegen
innerhalb der Schranke $\pm 5\text{mm}$.

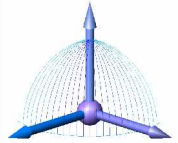


Praktische Erfahrungen mit dem 3D Laserscanning

Größe der Oberflächen von Freiformflächen (Schiffsrümpfen)

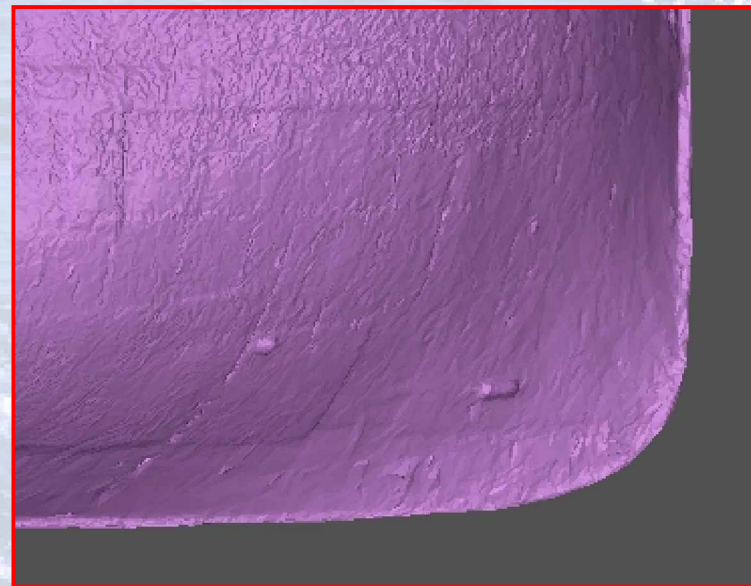


Die ermittelte Oberfläche von 50,51m² aus dem Scan kann also verwendet werden.



Praktische Erfahrungen mit dem 3D Laserscanning

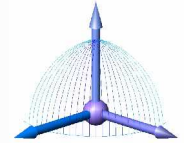
Größe der Oberflächen von Freiformflächen (Schiffsrümpfen)



Die ermittelte Oberfläche von $50,51\text{m}^2$ aus dem Scan kann also verwendet werden.

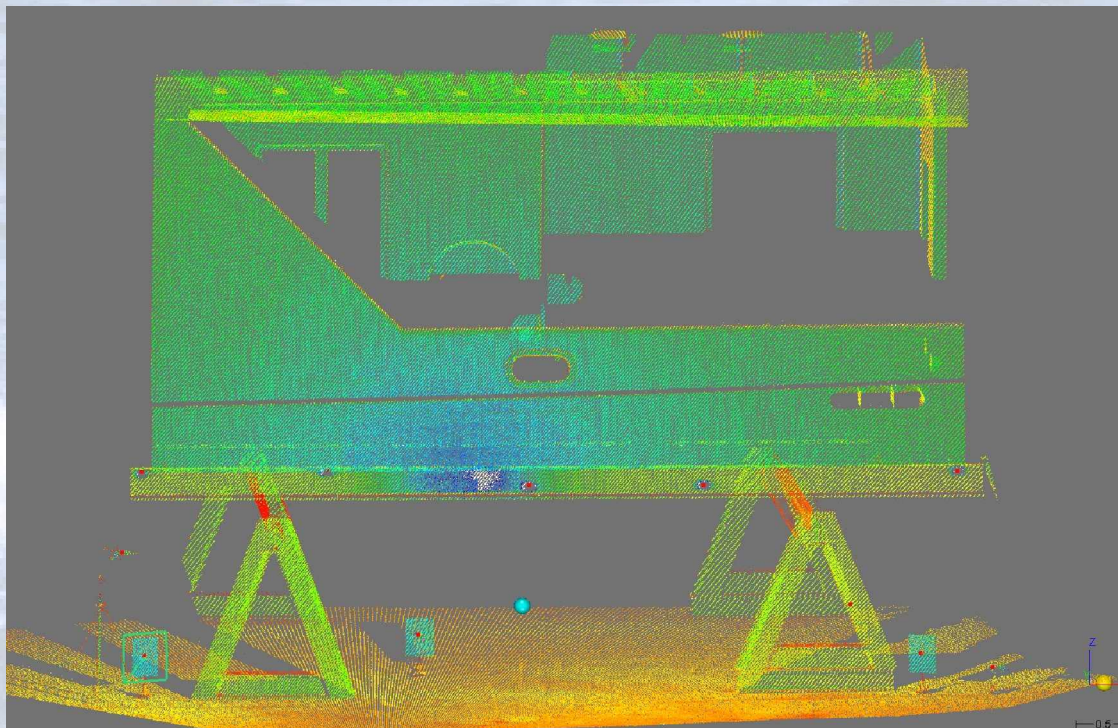
Deutlich erkennbar Opferanoden und Plattenstruktur des Rumpfes.

Weiterer Test für die Bestimmung der Schichtstärke von Spachtelmassen.



Praktische Erfahrungen mit dem 3D Laserscanning

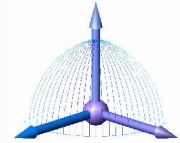
Bestimmung der Schichtstärke von Spachtelmassen.



Für die erhöhten Genauigkeitsanforderungen von 1..2 mm wurde ein weiterer Test mit dem Scanner CPW8000 an einem Mock-up durchgeführt.

2 Scans, ca. 20 min.

Folgemessung: nicht verwertbar
Deshalb „Labortest“.



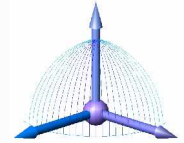
Praktische Erfahrungen mit dem 3D Laserscanning

Labortest - Bestimmung der Schichtstärke von Spachtelmassen.



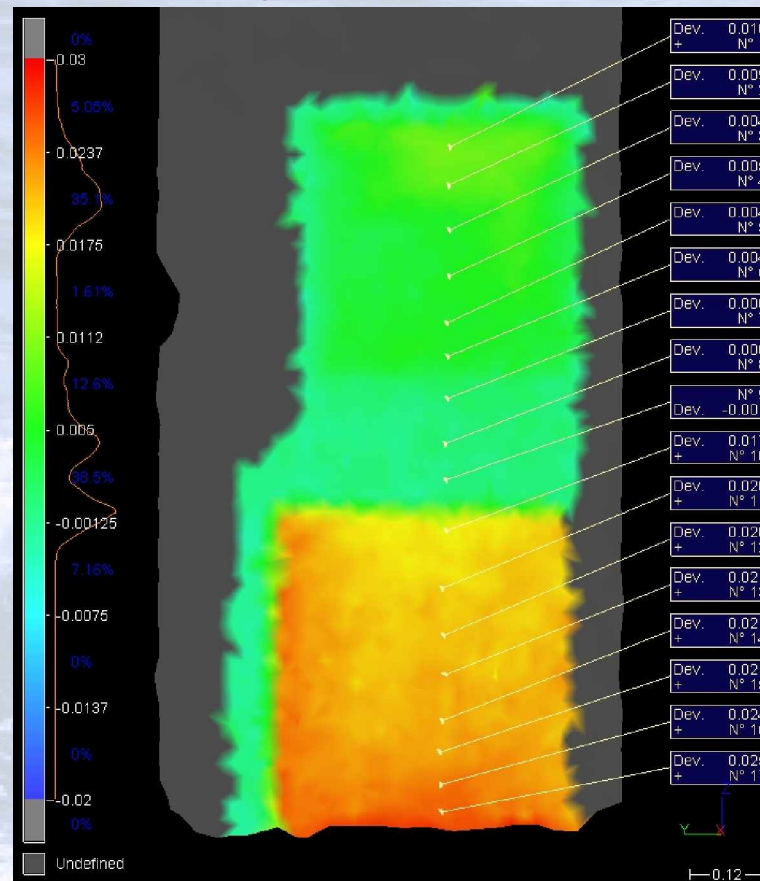
Die Nullmessung erfolgte zu einer Tischplatte, welche den unbehandelten Schiffskörper darstellen soll. Die Passpunktbestimmung zu Standardvermessungsprismen ergänzt die Messanordnung.

Um die Scangenauigkeit zu bestimmen wurden nach der Nullmessung auf der Oberfläche zwei verschieden starke Schichten – stellvertretend für aufgetragene Spachtelmasse - befestigt.



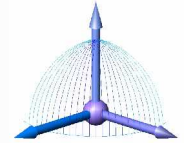
Praktische Erfahrungen mit dem 3D Laserscanning

Labortest - Bestimmung der Schichtstärke von Spachtelmassen.



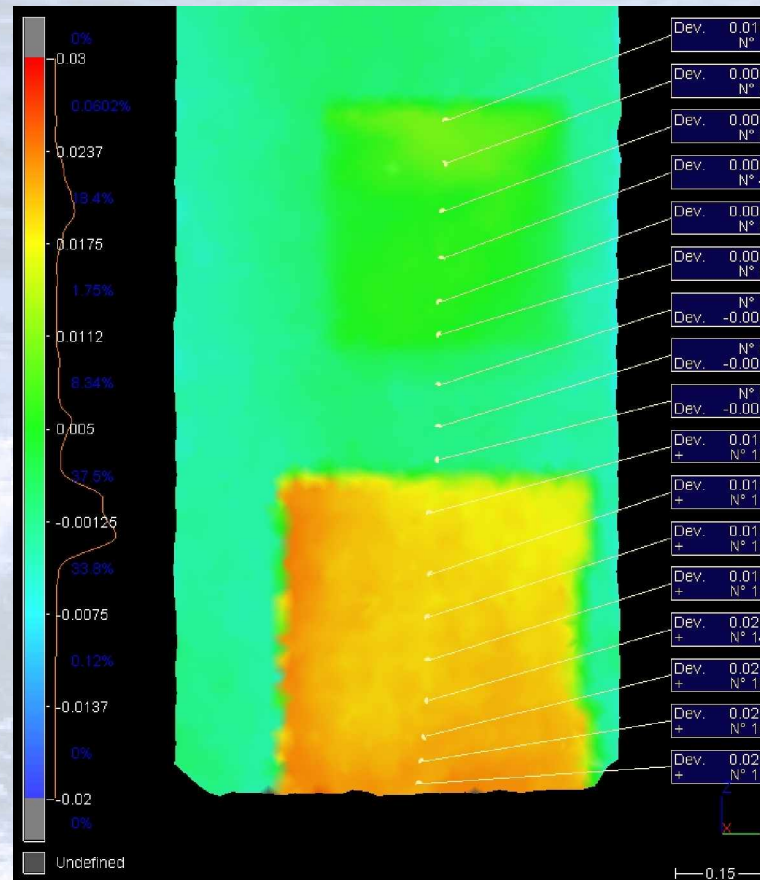
Ergebnis unter Wiederholungsbedingungen:
(Ein Scannerstandpunkt - Scan mit und ohne Schichten)

In der Überlagerung beider Scans mit dem „Compare Inspekt“ Modul konnten die tatsächlichen Schichtstärken festgestellt werden.



Praktische Erfahrungen mit dem 3D Laserscanning

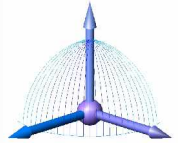
Labortest - Bestimmung der Schichtstärke von Spachtelmassen.



Ergebnis unter Vergleichsbedingungen:
(Zwei Scannerstandpunkte zur Simulation Null- und Folgemessung Scan mit und ohne Schichten)

In der Überlagerung beider Scans mit dem „Compare Inspekt“ Modul konnten die tatsächlichen Schichtstärken mit Toleranzen von ca. 1 mm festgestellt werden.

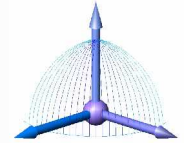
Laborbedingungen !!



Praktische Erfahrungen mit dem 3D Laserscanning

Ermittelte Schichtstärken [mm]:

10	9	4	5	4	4	0	0	-1	17	20	20	21	21	21	24	25	Vgl.-Test
10	9	5	6	6	5	0	-1	-1	18	19	19	19	20	21	22	22	Wdhg.-Test
<hr/>																	
0	0	1	1	2	1	0	-1	0	1	1	1	2	1	1	2	3	Differenz



Praktische Erfahrungen mit dem 3D Laserscanning

Zusammenfassung:

Die Bestimmung der Oberflächengröße von Schiffsrümpfen ist mit 3D-Laser-Scannern problemlos möglich.

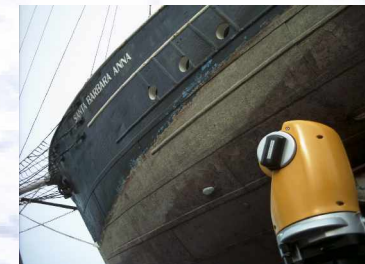
Für die Bestimmung der Volumen von Spachtelaufträgen ab einer Stärke von 3 mm sind zur Erlangung verwertbarer Ergebnisse vermessungstechnische Bedingungen restriktiv einzuhalten.

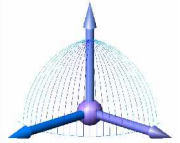
Vor Ort zu bewältigen:

Schiffsrumpf – stetig sich ändernde Krümmungen – Auftreffwinkel Laser kleiner 30 Grad

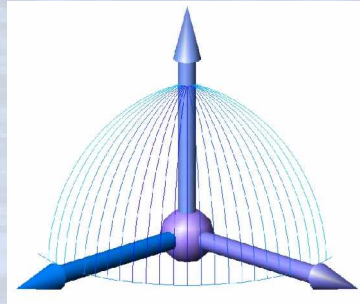
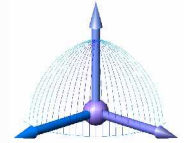
Anlage stabiles Festpunktfeld

Ortsunveränderlichkeit des Messobjektes





Referenzen: Neptun Werft, Rostock
 HDW, Kiel
 Santa Barbara Anna, Rostock



www.survey-service.de

Survey Service
An der Linde 5c
04420 Markranstädt
+49 34444-23066

Karsten Leuthold
+49 177 366 74 18
k.leuthold@survey-service.de