

#HandsOnMetrology

ANWENDUNGSBERICHT

Flächenrückführung großer, hochbelast- barer Metallteile

Dieser Anwendungsbericht behandelt die Flächenrückführung eines schweren Greifarms unter Verwendung des ZEISS T-SCAN hawk 2 und ZEISS REVERSE ENGINEERING (ZRE). Die zentrale Aufgabe besteht darin, das Altteil des Greifarms nachzubilden.



3D-Scanning für die Wartung, Reparatur und Überholung

Wenn wichtige Schwerlastgeräte repariert werden müssen, aber die ursprünglichen CAD-Daten fehlen, schließen 3D-Scanning und Reverse Engineering diese Lücke. Mit dem tragbaren T-SCAN hawk 2 erfassen MRO-Teams verschlissene Teile schnell und präzise direkt vor Ort – selbst bei großen, verschmutzten Teilen.

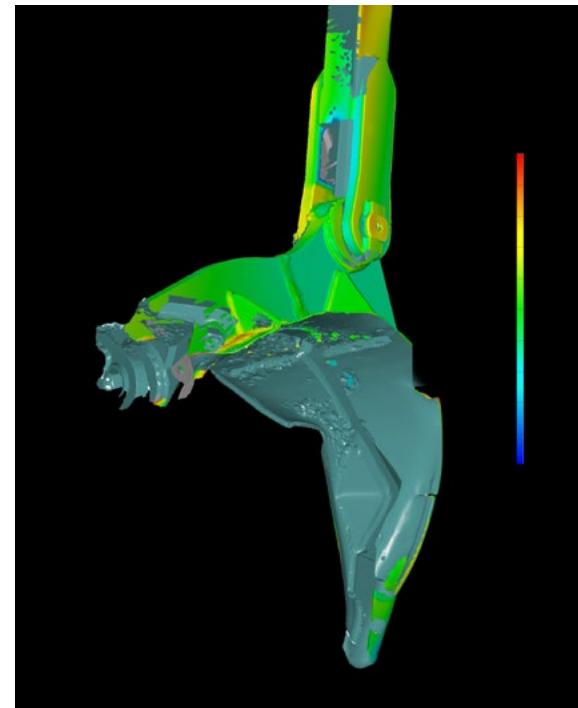
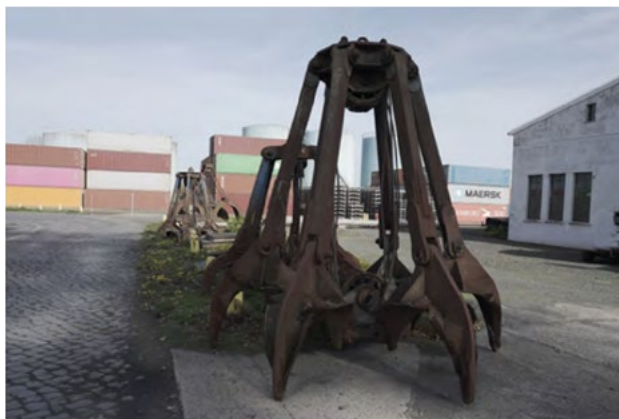
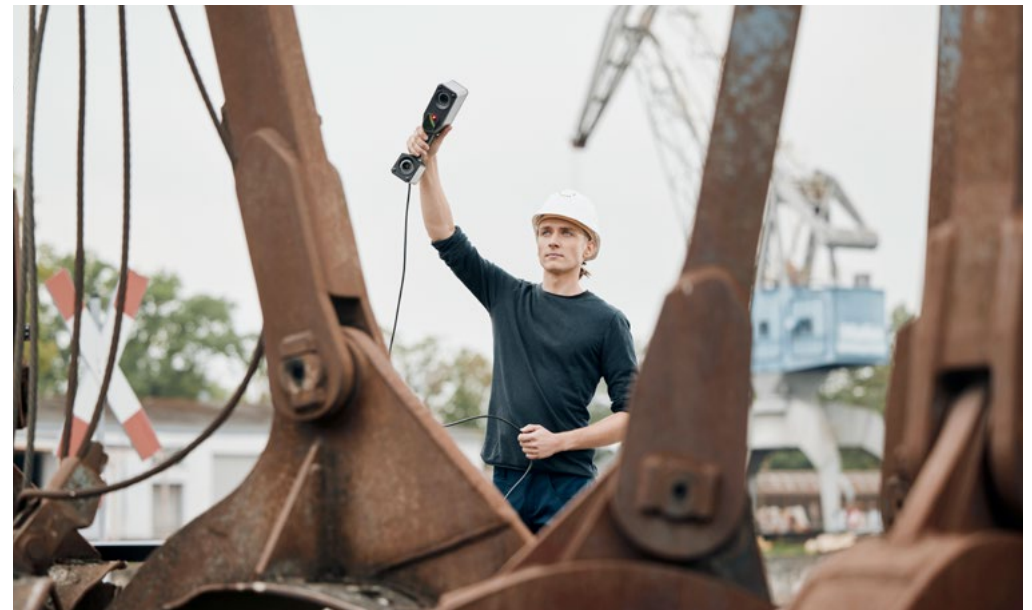
ZEISS REVERSE ENGINEERING wandelt die Scandaten dann in robuste, idealisierte CAD-Modelle um, die für die Fertigung und zukunftsichere Dokumentation bereit sind und dazu beitragen, Ausfallzeiten zu minimieren und die Lebensdauer der Anlagen zu verlängern.



Die Applikation entsteht im typischen Kontext der Schwerindustrie, wie beispielsweise der Stahlproduktion, Schmiedeindustrie, Bergbaumaschinenherstellung oder dem Umgang mit schweren Maschinen.

In diesen Industrien werden Greifarme zum Greifen und Bewegen großer, schwerer Bauteile eingesetzt. Sie sind ständig hohen statischen und dynamischen Belastungen, Stößen, Schmutz, Zunder, Öl und anderen Verunreinigungen ausgesetzt. Über lange Betriebszeiten führen diese Bedingungen zu Verschleiß, Verformung und lokalen Schäden. In diesem Fall ist der Greifarm so alt, dass die ursprünglichen Konstruktionsdaten nicht mehr verfügbar sind. Das Teil muss jedoch reproduziert werden, um die bestehende Maschine betriebsbereit zu halten und kostspielige Ausfallzeiten zu vermeiden.

Reverse Engineering ist daher der effizienteste Weg, um ein zuverlässiges digitales Modell zu erstellen, das für die Herstellung neuer Teile verwendet werden kann.



Inhaltsverzeichnis



[Click to navigate](#)



Vorteile von handgeführten 3D-Laserscannern für Vor-Ort-Anwendungen

ZEISS T-SCAN hawk 2 wurde für diese Anwendung ausgewählt, da es Mobilität, industrielle Robustheit und messtechnische Genauigkeit vereint. Eine der wichtigsten Funktionen, die hier eine Rolle spielt, ist der Satellite Mode. Er ermöglicht einen genauen Scan großer Teile. Greifarme sind längliche Teile, oft im Bereich von etwa 800 bis 1200 Millimetern pro Segment. Der Satellite Mode ermöglicht es dem Bediener, sich entlang der Länge des Greifarms zu bewegen und Abschnitt für Abschnitt zu scannen, während der Scanner einen stabilen, genauen Scan beibehält. Dies ist besonders wertvoll, wenn es nicht möglich ist, das Teil in ein spezielles Messlabor zu bringen.

Ein weiteres wichtiges Merkmal ist der Button-Workflow des T-SCAN hawk 2. Der Scanner verfügt über eine Multi-Button-Oberfläche, über die der Bediener direkt am System den Scanvorgang starten, pausieren und den Modus wechseln kann. In Kombination mit dem geführten Workflow in ZEISS INSPECT macht dies das System einfach zu bedienen. In einer Schwermetallindustrie, in der das Personal oft schnell und unter anspruchsvollen Bedingungen arbeiten muss, reduziert diese intuitive Bedienung den Schulungsbedarf erheblich und minimiert Benutzerfehler.

Das große Messvolumen des Scanners spielt ebenfalls eine wichtige Rolle. Es ermöglicht, erhebliche Bereiche des Greifarms mit einem Scan abzudecken, ohne das System neu positionieren oder eine große Anzahl von Referenzpunkten verwenden zu müssen.



Wie man den Scan großer Teile vorbereitet

Das Scanverfahren beginnt mit der grundlegenden Vorbereitung des Greifarm-segments. Das Teil wird typischerweise aus Stahl oder Gussstahl hergestellt und zeigt oft Anzeichen starker Beanspruchung, wie abgenutzte Kanten, Dellen, Korrosion oder abgeplatzte Ecken. Die Oberfläche wird bei Bedarf gereinigt, um losen Schmutz zu entfernen. Die Verwendung von Scanspray ist nicht erforderlich, da der T-SCAN hawk 2 die meisten metallischen Oberflächen ohne zusätzliche Behandlung erfasst.

Magnetische Referenzwürfel werden dann entlang des Greifarms verteilt. Diese Würfel können schnell an der Stahloberfläche angebracht und entfernt werden. Da sie magnetisch sind, benötigen sie keinen Klebstoff und können während des Scanvorgangs leicht neu positioniert werden. Das Ergebnis ist ein flexibles und schnelles Setup.

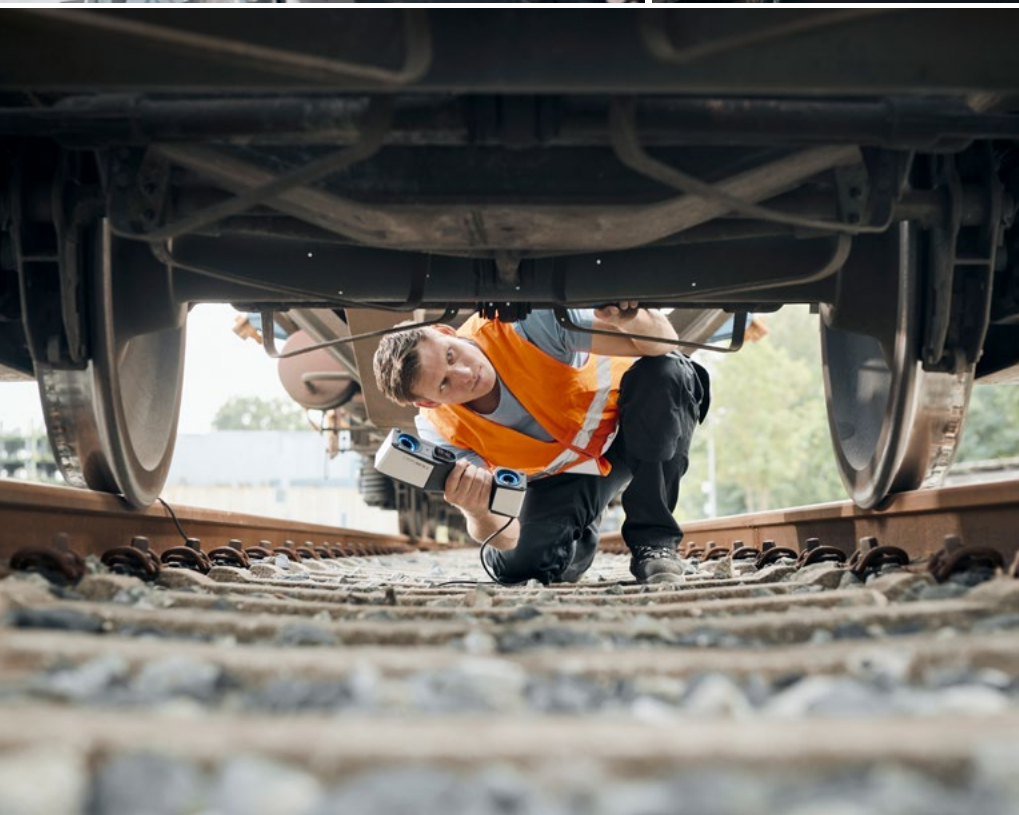
Nachdem der Satellite Mode verwendet wurde, um die Referenzpunkte zu erfassen, bieten sie nun eine stabile Referenzgeometrie, die der Scanner verwendet, um seine räumliche Verfolgung aufrechtzuerhalten.

Mit der Erfassung der Referenzpunkte durch den Satellite Mode erhält man eine stabile Referenzgeometrie, die der Scanner zur Scan-Orientierung nutzt. Um den Scanvorgang für diesen Greifarm zu starten, wird der ZEISS T-SCAN hawk 2 für das erweiterte Messvolumen kalibriert. Diese Funktion ermöglicht es, die Anzahl der Referenzpunkte auf ein Minimum zu reduzieren, während das große Teil noch schneller mit höchster Genauigkeit erfasst wird.

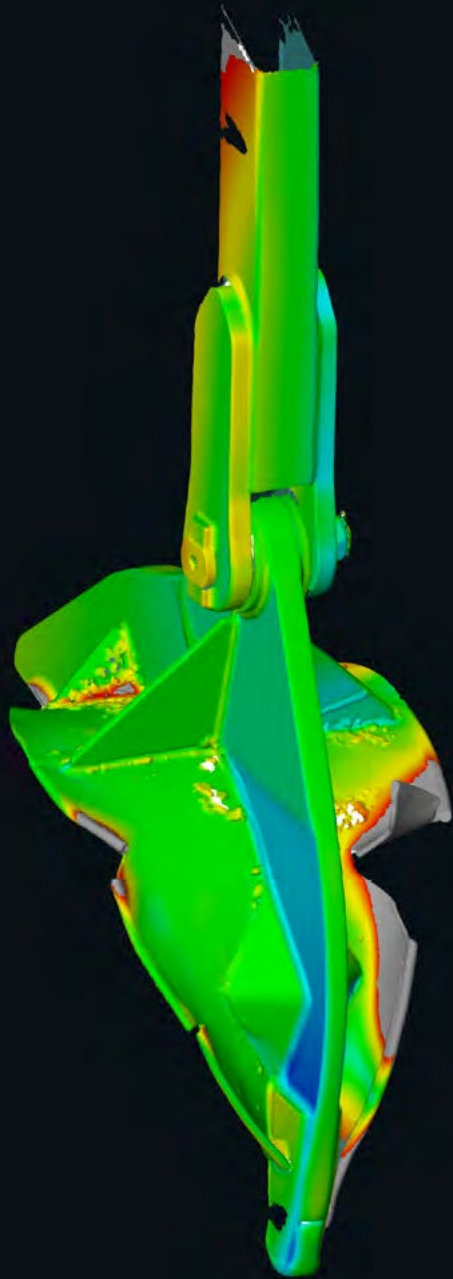


**Dimensionen –
der Scan**

großer Teile



Der Bediener beginnt mit einem globalen Scan der zugänglichen Oberflächen und folgt dabei den Außenkonturen des Greifarmsegments. In diesem Durchgang erfasst der Scanner die Gesamtform, einschließlich des Hauptkörpers, der Greifflächen und der Schnittstellen. Nach dieser ersten Erfassung konzentriert sich der Bediener auf kritische Bereiche wie Funktionsflächen, Befestigungsschnittstellen, Löcher, Bohrungen und alle Oberflächen, die für die Passform und die Lastübertragung von entscheidender Bedeutung sind. In diesen Bereichen kann der Scanner mit einer höheren Auflösung betrieben werden, um sicherzustellen, dass auch feine Details genau erfasst werden. Die beschädigten Bereiche werden ebenfalls sorgfältig gescannt, auch wenn sie später in der Software korrigiert werden. Die Erfassung ihres tatsächlichen Zustands ist wichtig, um das Ausmaß der Abnutzung zu verstehen und fundierte Entscheidungen in der Reverse-Engineering-Phase zu treffen. Nach Abschluss des Scanvorgangs verwendet die Software die Referenzpunkte, um die Scans zu einem zusammenhängenden Datensatz zusammenzufügen.



3D-Daten für die Flächenrückführung

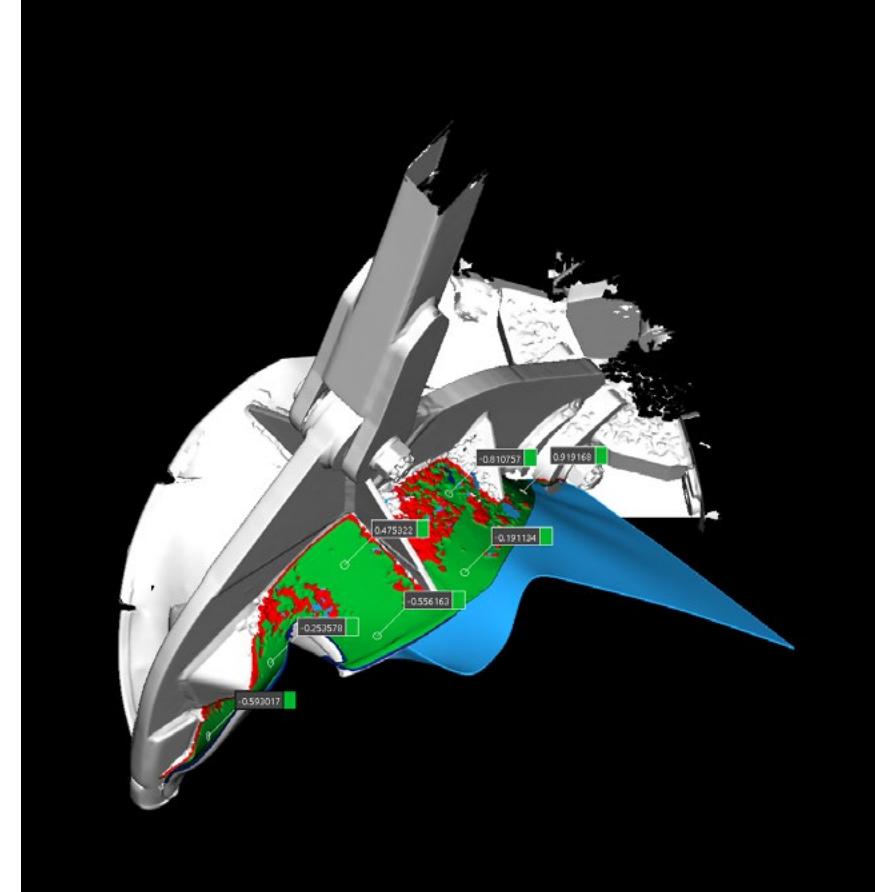
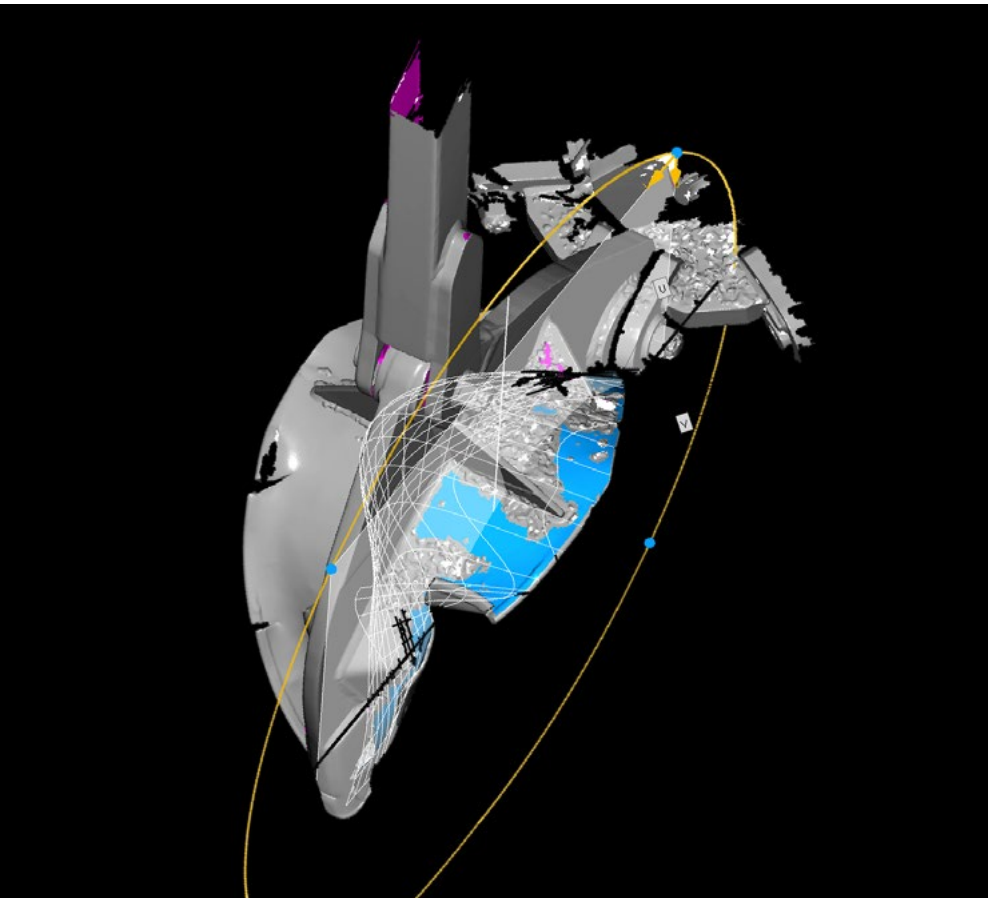
Anschließend wird ein globales Koordinatensystem festgelegt. Beispielsweise kann eine Hauptebene auf dem Greifarm die Grundebene definieren und die Achse einer zentralen Bohrung die Primärachse. Diese Ausrichtung ist wichtig, da nachgelagerte CAD- und Fertigungsprozesse auf einem aussagekräftigen Koordinatensystem basieren, das der Art und Weise entspricht, wie das Teil in der Maschine montiert oder zusammengebaut wird.

Das Netz wird dann automatisch von der Software optimiert, wobei gegebenenfalls Glättungs- und Polygonreduktionsverfahren zum Einsatz kommen. Besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf der Erhaltung scharfer Kanten und wichtiger geometrischer Merkmale. Das Ziel ist es, ein gut strukturiertes Mesh zu erstellen, das sich ideal für die Flächenrückführung eignet.

Nach Abschluss des Scanvorgangs werden die Daten in ZEISS INSPECT verarbeitet. Der erste Schritt besteht darin, die Rohdaten des Scans zu bereinigen. Wenn in unkritischen Bereichen kleine Löcher vorhanden sind, können diese mit der Software aufgefüllt werden, wobei darauf geachtet wird, dass kritische Funktionsbereiche in dieser Phase nicht verändert werden. Die einzelnen Scans aus verschiedenen Ausrichtungen werden überprüft, um eine korrekte Ausrichtung sicherzustellen, was in der Regel bereits durch Tracking anhand der Referenzpunkte erfolgt.

Reverse Engineering von Altteilen

Dieses optimierte Mesh wird direkt aus ZEISS INSPECT in ZEISS REVERSE ENGINEERING (ZRE) exportiert. Die nahtlose Übertragung vermeidet Kompatibilitätsprobleme und gewährleistet, dass die hohe Qualität des Scans erhalten bleibt. In ZRE beginnt der Reverse-Engineering-Prozess mit der Bestätigung, dass sich das globale Koordinatensystem an der richtigen Stelle befindet. Anschließend wird das Netz in logische geometrische Bereiche segmentiert. Dabei werden ebene Flächen, zylindrische Merkmale, konische Oberflächen und Freiformbereiche identifiziert.



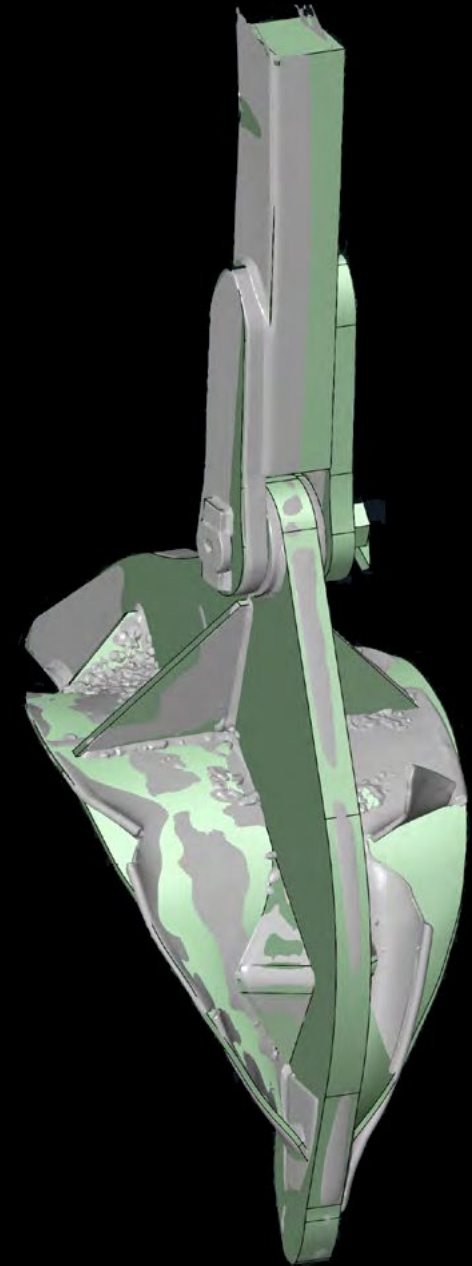
An dieser Stelle wird der Zustand des Teils besonders wichtig. Der Greifarm ist stark beschädigt, sodass die gescannte Geometrie nicht dem idealen ursprünglichen Design entspricht. Daher besteht die Aufgabe in ZRE nicht nur darin, Oberflächen an das Mesh anzupassen, sondern auch darin, die ursprüngliche Konstruktionsabsicht zu rekonstruieren und Verschleiß und Beschädigungen zu korrigieren. Der Bediener verwendet die Skizzierwerkzeuge in ZRE, um Querschnitte und Skizzen direkt auf und durch das gescannte Mesh zu erstellen. Diese Skizzen erfassen die ungefähre Form, werden dann jedoch angepasst, um eine idealisierte Geometrie zu erzeugen. Verbogene Bereiche, verbeulte Oberflächen oder abgeplatzte Kanten werden durch Neuzeichnen von Kurven und Oberflächen korrigiert, sodass sie den technischen Anforderungen hinsichtlich Stabilität, Spielraum und Funktion entsprechen.

Symmetrie und Beschränkungen werden wo immer möglich angewendet. Viele Greiferdesigns sind in Bezug auf bestimmte Ebenen oder Achsen symmetrisch. Mit ZRE können diese Symmetrien explizit durchgesetzt werden. Maßliche Beschränkungen, wie Nenndurchmesser für Passungen oder Standardmaterialstärken, können in die Skizzen integriert werden. Diese Kombination aus scanbasierter Referenz und parametrischer Korrektur ermöglicht es, ein idealisiertes CAD-Modell abzuleiten, das sowohl der ursprünglichen Absicht entspricht als auch für die Fertigung geeignet ist.

Aus diesen Skizzen und Referenzkurven werden Oberflächen generiert und dann in Volumenkörper umgewandelt. Das Ziel ist es, ein vollständig geschlossenes Volumenmodell eines Greifarmsegments zu erhalten. Sobald dieses verfügbar ist, fügt der Bediener Details wie Abrundungen und Fasen hinzu. Diese sind sowohl aus funktionalen Gründen, wie z. B. Spannungsverteilung und einfache Fertigung, als auch für die Anpassung an das ursprüngliche Teiledesign wichtig. Mit ZRE können Abrundungen und Fasen mit definierten Radien und Winkeln hinzugefügt werden.

Der Greifarm ist in diesem Fall symmetrisch um eine Mittelachse angeordnet. Die gesamte Baugruppe besteht aus mehreren identischen Segmenten, die um diese Achse angeordnet sind. Anstatt jedes Segment einzeln rückzuentwickeln, wird nur ein Segment vollständig modelliert und verfeinert. Mit ZRE kann dieses Segment dann kopiert und um die Mittelachse gedreht werden, um die gesamte Greiferbaugruppe zu bilden. Der Bediener gibt die Anzahl der identischen Segmente und den Winkelabstand zwischen ihnen an. Diese Methode führt zu einer perfekten Symmetrie und reduziert den Zeit- und Arbeitsaufwand erheblich.

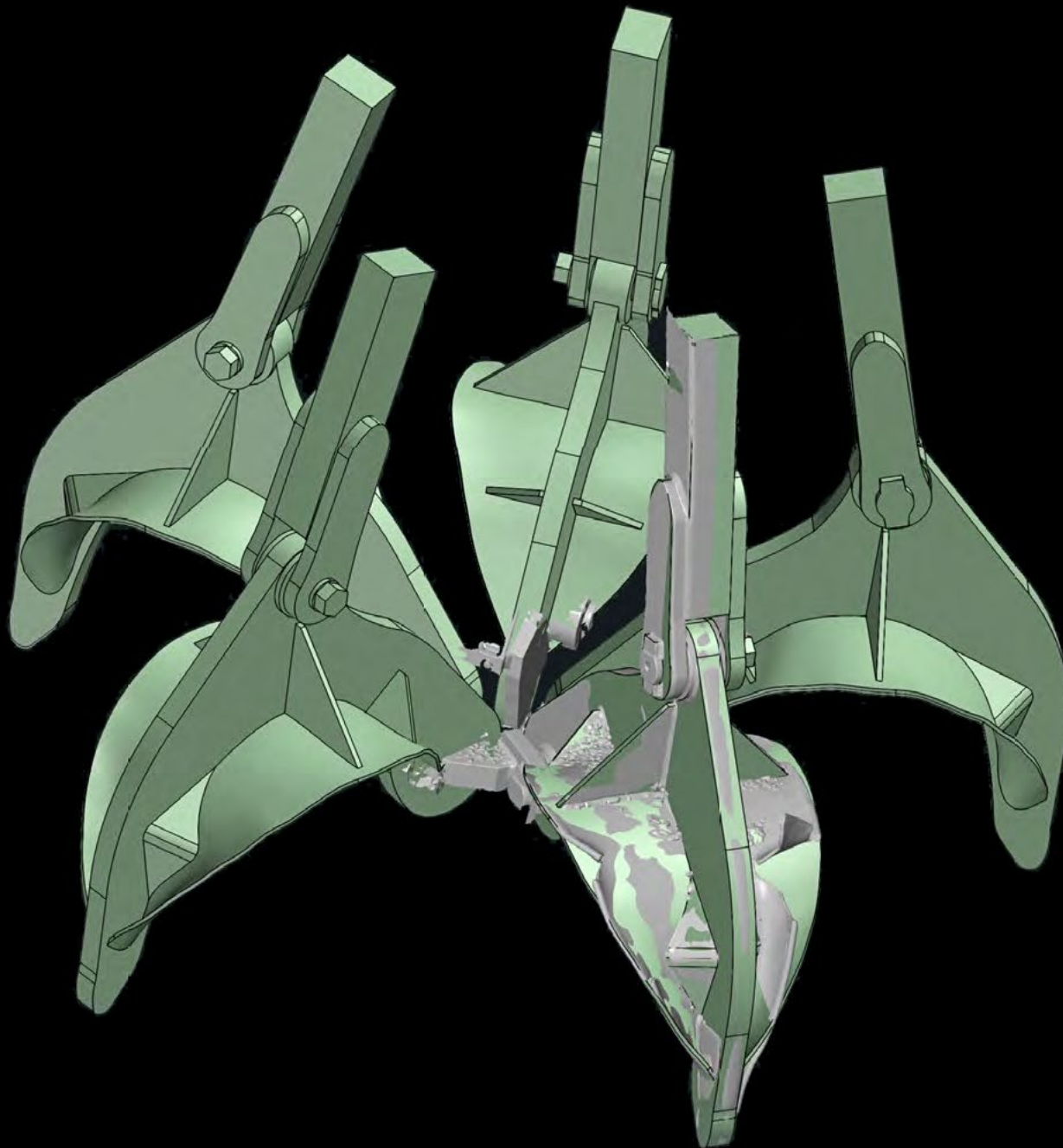
Bevor das CAD-Modell fertiggestellt wird, wird es mit dem ursprünglichen Scan verglichen. Das idealisierte CAD-Modell wird mit dem Netz überlagert. Anhand von Abweichungsdiagrammen oder Schnittvergleichen wird überprüft, wie die neue Geometrie mit den gescannten Daten zusammenhängt. Dieser Schritt bestätigt, dass die im Reverse-Engineering-Prozess vorgenommenen Korrekturen angemessen sind und, dass kritische Funktionsbereiche weiterhin mit den realen Einschränkungen der Maschine übereinstimmen. Wenn die Abweichungen in wichtigen Bereichen zu groß sind, können lokale Anpassungen vorgenommen werden.



Abgeschlossene Flächenrückführung

Das Ergebnis ist ein sauberes CAD-Modell des Greifarm-segments und, falls erforderlich, der gesamten Greiferbaugruppe. Dieses Modell kann in gängigen Formaten wie STEP oder IGES exportiert werden. Von dort aus wird es zur Erstellung von Fertigungszeichnungen, zur Generierung von CNC-Bearbeitungsprogrammen oder Gusswerkzeugen und zur Durchführung von Simulationen wie Finite-Elemente-Analysen verwendet werden. Das Unternehmen hat nun einen digitalen Zwilling eines Teils, das zuvor nur als abgenutzte physische Komponente existierte, und verhindert so den zukünftigen Verlust von Konstruktionsdaten.

In diesem Fall waren keine zusätzlichen ZEISS INSPECT Apps erforderlich. Der Workflow wurde vollständig von den Kernfunktionen der ZEISS INSPECT Software für das Scannen und die Mesh-Vorbereitung sowie ZEISS REVERSE ENGINEERING für das Modellieren übernommen. Dies zeigt, dass selbst ohne spezialisierte Apps die Kombination aus T-SCAN hawk 2 und ZRE eine vollständige Lösung für komplexe Reverse-Engineering-Aufgaben bietet.



Resümee

Der Einsatz von T-SCAN hawk 2 und ZEISS REVERSE ENGINEERING bietet erhebliche Vorteile für die Schwerindustrie. Der tragbare Scanner kann ohne komplizierte Vorbereitung direkt am Einsatzort genutzt werden. Der geführte Button-Workflow macht dabei das 3D-Scannen auch für unerfahrene Benutzer zugänglich. Der Satellite Mode ermöglicht es zudem, große Komponenten genau und schnell zu digitalisieren. In der Software führen die Möglichkeiten, beschädigte Geometrien zu korrigieren, Symmetrie zu respektieren und den Konstruktionsabsichten nachzubilden, zu einem robusten, fertigungsreifen CAD-Modell. Dieser Ansatz reduziert Ausfallzeiten, vermeidet manuelle Messfehler und stellt sicher, dass kritische Altteile zuverlässig reproduziert werden können, wenn die ursprüngliche technische Zeichnung nicht mehr verfügbar ist.





ZEISS T-SCAN hawk 2

Das Tool für nahezu jede Aufgabe

Der Einstieg ist leicht

Erfasse im Handumdrehen hochpräzise Daten. Erfahre in unseren Getting Started Videos, was die Bedienung des T-SCAN hawk 2 so einfach macht.

Bedienung per Knopfdruck

Der T-SCAN hawk 2 verfügt über vier Tasten zum Starten und Navigieren deines Workflows. Die Software muss nicht separat auf deinem Laptop ausgeführt werden.

Wechsel mühelos zwischen verschiedenen Aufgaben

Der T-SCAN hawk 2 ermöglicht stufenlose Anpassungen von Auflösung und Sichtfeld. Ob Kleinteile, feine Details, größere Objekte oder tiefe Taschen, beengte Räume oder schwer zugängliche Bereiche – dieser 3D-Laserscanner erledigt die Arbeit.

Starke Leistung auf dunklen und glänzenden Oberflächen

Der T-SCAN hawk 2 unterstützt das Scannen einer Vielzahl von Materialien und Oberflächen und liefert 3D-Messdaten mit höchster Präzision.

Technische Daten

ZEISS T-SCAN hawk 2

Hochgeschwindigkeitsscannen	Enthalten (mehrere blaue Laserkreuze)
Scan von tiefen Taschen	Enthalten (einzelne blaue Laserlinie)
Flexible Tiefenschärfe	Enthalten (On-Objekt-Distanzradar)
Scan von feinen Details	Enthalten
Rekalibrierung des Sensors in einem Arbeitsgang	Enthalten (Hyperscale)
Große Teile	Enthalten (Satellite Mode, keine kodierten Marker erforderlich)
Erweitertes Messvolumen	Unterstützt
Kohlenstofffaser-Längenstandards	Zertifiziert (DAKs / ILAC) ⁽¹⁾
Volumetrische Genauigkeit	0.02mm + 0.015mm/m ⁽²⁾
Laserklasse (IEC 60825-1:2014)	Klasse 2 (augensicher))
Gewicht	< 1kg
Kabel	10m (ultraleicht)
Software	ZEISS QUALITY SUITE / ZEISS INSPECT
Vollständiger Remote-Workflow	Unterstützt

(1) D-K-21312-01-00 nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018

(2) Abnahmetest basierend auf ISO 10360



Vielseitige Einsatzmöglichkeiten



Automobilindustrie

3D-Laserscanner ergänzen die Automobilindustrie, indem sie detaillierte Geometrien an der Produktionslinie und im Prototypenbau genau erfassen, um die hohen Qualitätsstandards sicherzustellen.



Design

Mit dem T-SCAN hawk 2 digitalisierst du mühelos komplexe Formen und physische Objekte für Designprojekte. Das 3D-Modell dient als geeignete Basis für Produktmodifikationen und umfassende 3D-Visualisierungen.



Energie & Strom

T-SCAN hawk 2 ist ideal für den Energie- und Stromsektor, da er komplexe Komponentenmerkmale schnell erfasst. Die Tragbarkeit ermöglicht ein effizientes Scannen vor Ort für ein umfassendes Asset-Management.



Luft- und Raumfahrt

Der 3D-Laserscanner wird verwendet, um sicherheitskritische Inspektionen an großen Strukturen durchzuführen. Ausfallzeiten werden durch effiziente Identifizierung von Dellen, Wölbungen und Falten minimiert.



Erlebe ZEISS T-SCAN hawk 2

Handgeführte Präzision, entwickelt und hergestellt von ZEISS

Der tragbare T-SCAN hawk 2 ist der leichte 3D-Laserscanner der nächsten Generation: Mit messtechnischer Präzision und bemerkenswerter Benutzerfreundlichkeit ist er deine leistungsstarke Lösung für alle Scan-Aufgaben.



Möchtest du mehr erfahren?

Kontaktiere deinen lokalen
#HandsOnMetrology-Partner.



Carl Zeiss
GOM Metrology GmbH

Schmitzstraße 2
38122 Braunschweig
Germany
Tel: +49 531 390290
support@handsonmetrology.com

HandsOnMetrology.com

