

Rekonstruktion eines Rohrabschnitts

15 Meter langes Rohrstück eines Offshore-Schiffs mit Hilfe von 3D-Scan-Daten nachbilden und austauschen

Herausforderung: Aufgrund eines Lecks musste ein 15 Meter langer Abschnitt eines senkrecht verlaufenden Rohres auf einem Offshore-Schiff in Afrika erneuert werden. Dieses Rohr war für die Gewinnung von Öl, als auch Gas unerlässlich und musste aufgrund des Auslaufens von Schadstoffen umgehend repariert werden.

Verwendete Geräte: Artec Ray, Artec Leo und Geomagic Design X

Ergebnis: Ein vollständiger 3D-Scan des Pumpenraums, welcher zur Anfertigung des Ersatzrohrs verwendet werden konnte. Für diese fand eine Extraktion des zu reparierenden Rohrs, als eigenständiges Scanmodell statt, als auch eine Umwandlung der Daten von 3D in 2D. Nach erfolgter Produktion wurde die Präzision des Rohrs geprüft und nachfolgend als Ersatz für den beschädigten Rohrabschnitt eingebaut.

Die Problematik für den Austausch war, dass der beschädigte Rohrabschnitt 15 Meter lang und von anderen Rohren sowie Geräten umgeben war. Hinzu kam, dass sich das Rohr in senkrechter Position in einem Pumpenraum eines Offshore-Schiffs mit einer Höhe von 30 Metern, einer Breite von 3 Metern und einer Tiefe von 10 Metern befand. Die Dringlichkeit der Reproduktion des Rohrabschnitts wurde zudem durch das Auslaufen von mit Kohlenwasserstoff, Schwermetallen und weiteren Schadstoffen belastetem Wasser deutlich, welches als Abfallprodukt bei der Förderung von Öl und Gas entsteht. Klar war, dass eine hochgenaue Messtechnik erforderlich war, um mit der Nachbildung des Rohrstücks zu starten.

Deshalb kontaktierte der Offshore-Lösungsanbieter Asian Sealand Offshore & Marine (ASOM) aus Singapur den Artec 3D-Gold-Partner Shonan Design. In Zusammenarbeit entstand folgendes Lösungskonzept: Sowohl das Rohr an sich, als auch dessen Umgebung sollten genaustens vermessen werden, um aus den gewonnenen Daten den Rohrsatz herstellen zu können.



Das beschädigte Rohr und dessen Umgebung werden mit den 3D-Scannern Artec Leo und Artec Ray gescannt. Quelle: ASOM

Für die Verwirklichung des zeitintensiven, hoch technischen Konzepts wurden mehrere Maßnahmen definiert.

Die Erste war die Schulung, eines Teams an unerfahrenen Mitarbeiter des Offshore-Lösungsanbieters, im 3D-Scannen. Diese sollte dazu dienen, dass die Mitarbeiter die Umsetzung der umfangreichen Datenerfassung übernehmen können.

Da innerhalb des Pumpenraums aufgrund von Sicherheitsaspekten keine Computer zugelassen waren, kristallisierte sich eine weitere Herausforderung für die Konzeptentwicklung heraus. Diese stellte, neben den bereits genannten, der enormen Größe des Rohrs sowie des sehr engen Pumpenraums, das größte Problem dar.

Wie Lee Siow Hoe, Chief Application Engineer von Shonan Design erzählte, wurde zunächst mit dem 3D-Scanner Artec Ray der Pumpenraum, größtenteils, erfasst.

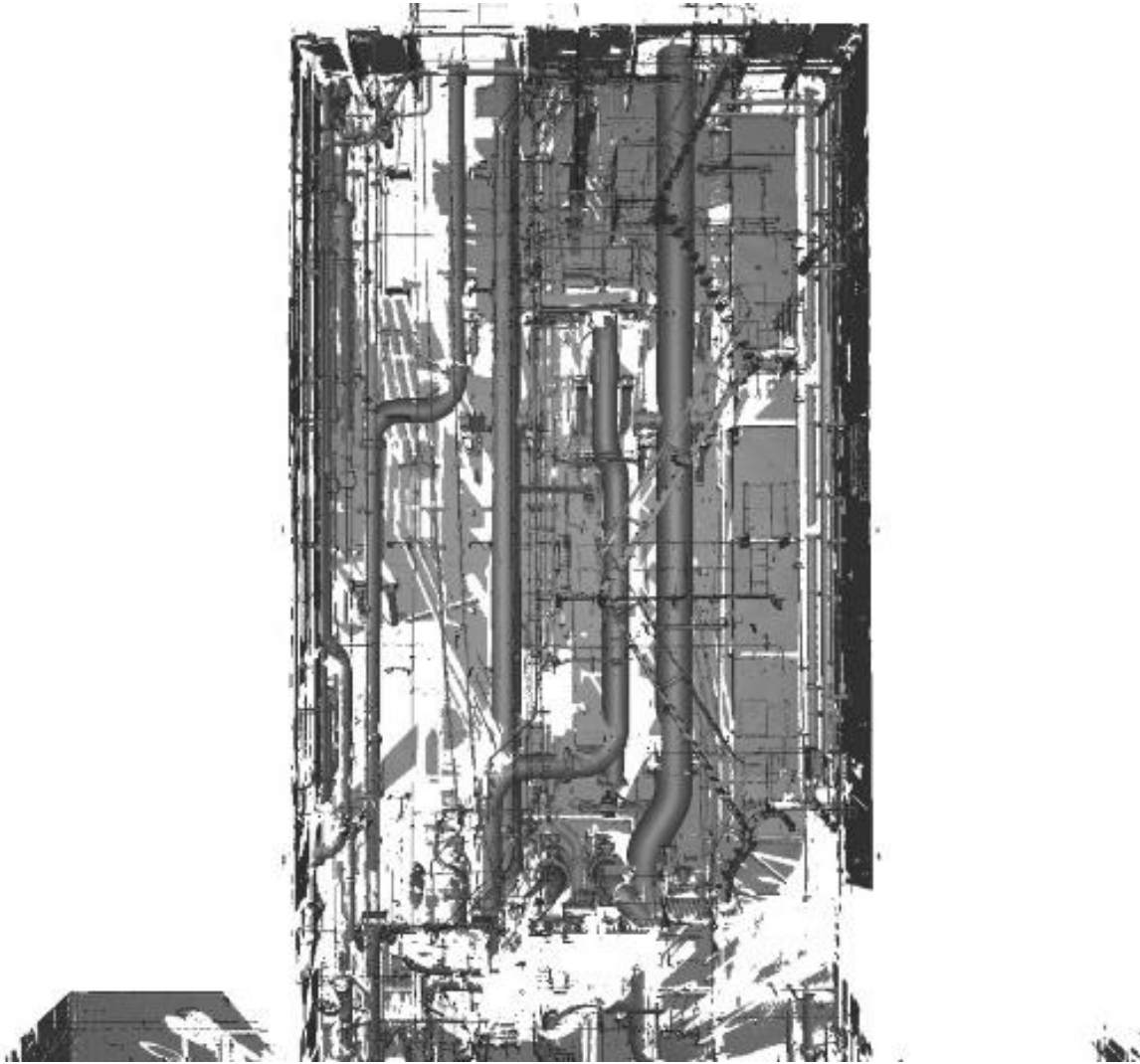
Artec Ray ist optimal für das Scannen großer Objekte und Distanzen von bis zu 110 Metern geeignet, aufgrund dessen, dass der Laser-3D-Scanner der Schnellste und Genaueste, im Hinblick auf die Abstandsgenauigkeit im Submillimeterbereich, ist. Beispielsweise wird der 3D-Scanner oft für das Scannen von Schiffsschrauben, Flugzeugen oder großen Gebäuden verwendet. Die Präzision der Daten und die seltenen Störgeräusche sind auf die ausgezeichnete Winkelgenauigkeit des 3D-Scanners zurückzuführen. Dadurch gestaltet sich die Nachbearbeitung sehr unkompliziert und kann sehr schnell umgesetzt werden.

Für die vollumfängliche Erfassung des Pumpenraums wurde Artec Ray auf geradlinig verlaufenden Oberflächen, weitgehend auf Treppenabsätzen, des Raums platziert.

Laut Lee, war die Durchführung des 3D-Scans mit Hilfe von Scan-Targets ausgeschlossen, da keineswegs genügend von diesen im Raum angebracht hätten werden können, um die vollständige Erfassung des Raums zu erzielen.

Die Verwendung von Scan-Targets ist nur dann zu empfehlen, wenn die Sichtachse optimal ist und keine spitzen Winkel vorhanden sind.

Durch die damals neu erschienene Version Artec Studio 14 konnte auf die manuelle Anbringung von Targets verzichtet werden und geometrische Formen zur Ausrichtung sowie Registrierung zum Einsatz kommen. Nach Lee wurden für die Registrierung keine Schachbrettmuster und auch keine Referenzkugeln als Zielmarke verwendet. Stattdessen hätten sie rein mit der sehr einfachen vollautomatisierten geometrischen Registrierung gearbeitet.



3D-Scan-Daten, angefertigt mit dem Artec Ray 3D-Scanner. Quelle: ASOM

Nach dem vollumfänglichen, arbeitsintensiven 3D-Scan mit dem Artec Ray, wurde noch ein hochwertiger, noch aufwändigerer, 3D-Scan durch den Artec Leo benötigt. Dieser sollte kleine Details und für den Artec Ray nicht erreichbare Stellen im Pumpenraum scannen. Mit Artec Ray konnten diese Aufnahmen aufgrund der enge des Raumes nicht angefertigt werden.

Dieser Scan musste von Industriekletterern übernommen werden, aufgrund des senkrechten Verlaufs des Rohrs und des begrenzten Platzes im Pumpenraum. Diese erhielten vorab ein Training für das 3D-Scanning, als auch ausreichende Unterweisungen in puncto Sicherheit. Bereits 3 Stunden nach den Trainings seilten sich die Kletterprofis für den 3D-Scan im Pumpenraum an einem Seil ab.

Das Wissen erhielten die zwei Kletterer von Arum Muthukrishnan, dem Einsatzleiter von ASOM, der seine Schulung zum 3D-Scan selbst erst wenige Wochen zuvor erhalten hatte.



Die beiden Industriekletterer scannen mit dem Artec Leo 3D-Scanner Quelle: ASOM

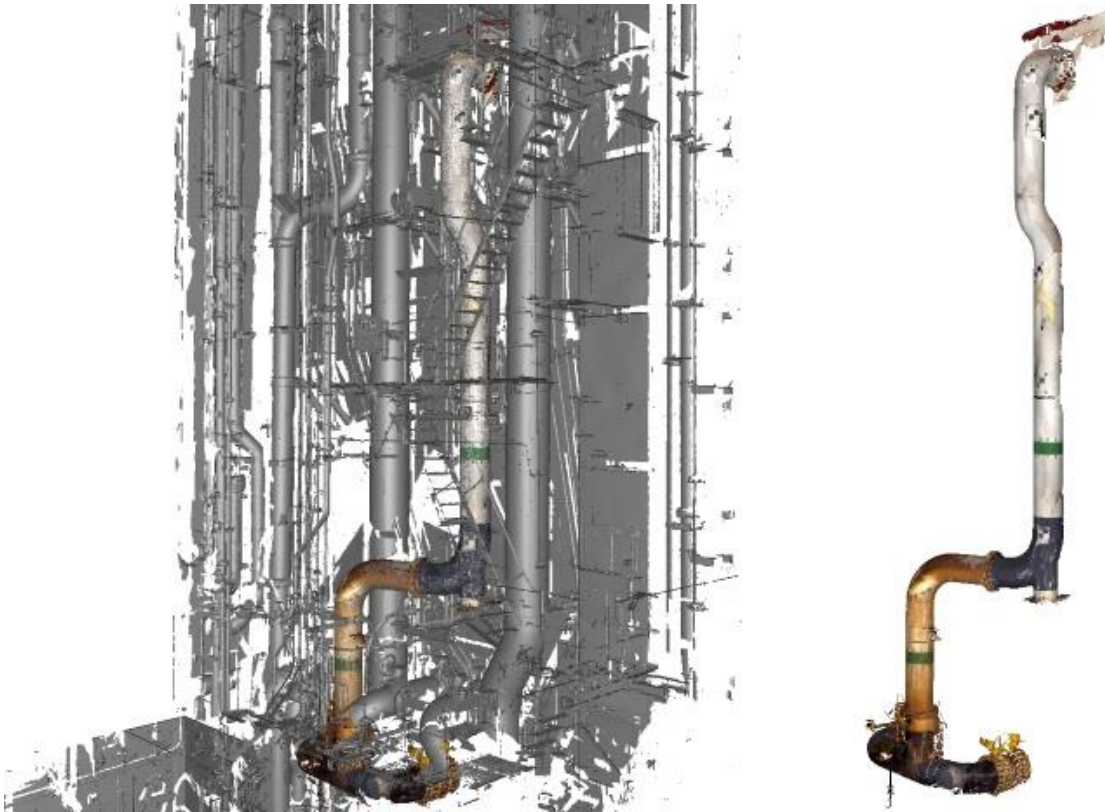
Muthukrishnan hatte vor der Schulung zu den Artec 3D 3D-Scannern, laut eigener Aussage keine Erfahrung mit 3D-Scanning und musste sich erst selbst mit der Technologie vertraut machen. Doch sogar er, als Erstanwender, erkannte direkt das Potential des 3D-Scanners Artec Leo, welches sich laut Muthukrishnan vor allem in dessen Schnelligkeit, der automatischen Ausrichtung und der überschaubaren Nachbearbeitung nach dem Scan bemerkbar machte.

Der Vorteil des Artec Leo ist der am 3D-Scanner integrierte Bildschirm, welcher den Industriekletterern ermöglichte den Scan unmittelbar mitzuverfolgen. Das Problem des nicht im Pumpenraum erlaubten Computer, war daher durch den 3D-Scanner gelöst. Auch die Kontrolle auf Richtigkeit des 3D-Scans konnte durch die Touchscreen-Funktion des Bildschirms mittels eines Zoom-Werkzeugs direkt erfolgen. Wird erkannt, dass Bereiche vergessen wurden, können diese im Nachhinein noch gescannt werden.

„Meine Mitarbeiter mussten lediglich zu mir auf den Treppenabsatz steigen. Dort prüfte ich den Scan und konnte an Ort und Stelle erkennen, ob Daten fehlten. Wenn nötig kletterten die Männer einfach noch einmal zurück und nahmen den betreffenden Bereich ein zweites Mal auf.“, so Muthukrishnan.

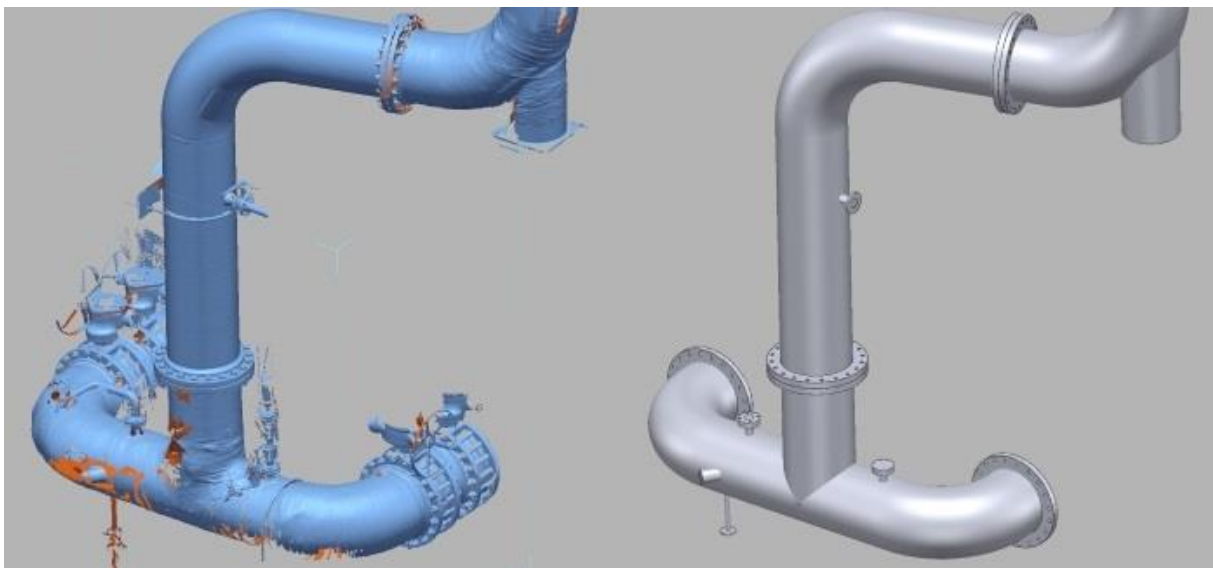
Laut Simon Ng, dem Direktor von ASOM, nutzten die Profikletterer bei deren Schulung röhrenförmige Objekte um das 3D-Scanning zu üben.

Dies war ausschlaggebend für den Projekterfolg. Simon Ng sagte zudem, dass eine Vermeidung unnötiger Fahrten zur Bohrplattform enorm wichtig war, da bei fehlerhaften Scan-Daten eine erneute Anreise sehr aufwendig gewesen wäre.



Quelle: ASOM

Der komplette 3D-Scan des Pumpenraums durch den Artec Ray und die detaillierten Aufnahmen des Rohrstücks aus dem Artec Leo, umfassten alle Informationen, die für die Reproduktion des beschädigten Rohrs erforderlich waren. Nachdem die Daten beider 3D-Scanner zusammengefügt waren, wurde eine globale Registrierung durchgeführt, um die Daten nochmals final abzugleichen.



Die 3D-Scandaten von Artec Leo wurden in Geomagic Design X in ein 3D-Modell umgewandelt.

„Leos Rohdaten wurden auf Basis der mit Ray angefertigten Scans, die quasi als Rückgrat dienten, zusammengefügt und verarbeitet. Somit gab es bei dem 15-Meter-Scan nur eine minimal Fehlerquote“, so Lee.

Danach stand die nächste Maßnahme an: Die Umwandlung des originalgetreuen 3D-Modells in eine exakte isometrische 2D-Grafik. Die war laut Lee notwendig, da die Techniker mit dem 3D-Modell das Rohr nicht nachbauen hätten können.

Die Flächenrückführungssoftware Geomagic Design X wurde verwendet, um die Achse des Rohrs festzulegen und mehrere Abänderungen an der ursprünglichen Bauweise vorzunehmen. Zur Vereinfachung des Transports und der Montage umfasst das Ersatzrohr mehr Einzelteile, als das alte, defekte Rohr.

Nachdem das neue Rohr hergestellt war, wurde noch eine abschließende Qualitätsprüfung durchgeführt. Laut Lee wollte das Team sicher gehen, dass das Rohr tatsächlich hochgenau produziert wurde. Das Team hätte mit Artec Leo einen 3D-Scan des reproduzierten Rohrs erstellt, zum Abgleich mit dem 3D-Scan des Originalrohrs.

Nachdem Abgleich war das Team mit der Übereinstimmung der 3D-Scans sehr zufrieden und gab den Transport der Ersatzteile, nach dem mehrmonatigen Entwicklungs- sowie Herstellungsprozess, zum Offshore-Schiff, zur Auswechslung des Rohrs, in Auftrag.

Zum Zeitpunkt der Verfassung dieser Case Study war die Umsetzung des Konzepts, welche im Juni 2019 startete, noch nicht vollständig abgeschlossen. Geplant war das Projekt im April 2020 beenden zu können. Es kann allerdings gesagt werden, dass die Erwartungen, aller am Projekt beteiligten Personen, überboten würden.

„Der Schlüssel zum Erfolg lag in der Kombination des tragbaren Leo mit dem eigenständigen Ray. Durch die Nutzung beider Modelle konnten wir erstaunlich viele Details erfassen“, sagte Ng. „Auf einer Skala von eins bis zehn würde ich dieser Mission eine neun geben“, so Ng weiter. „Angesichts dessen, dass Scannen für uns alle absolutes Neuland war, haben wir uns fantastisch geschlagen“, so Lee.