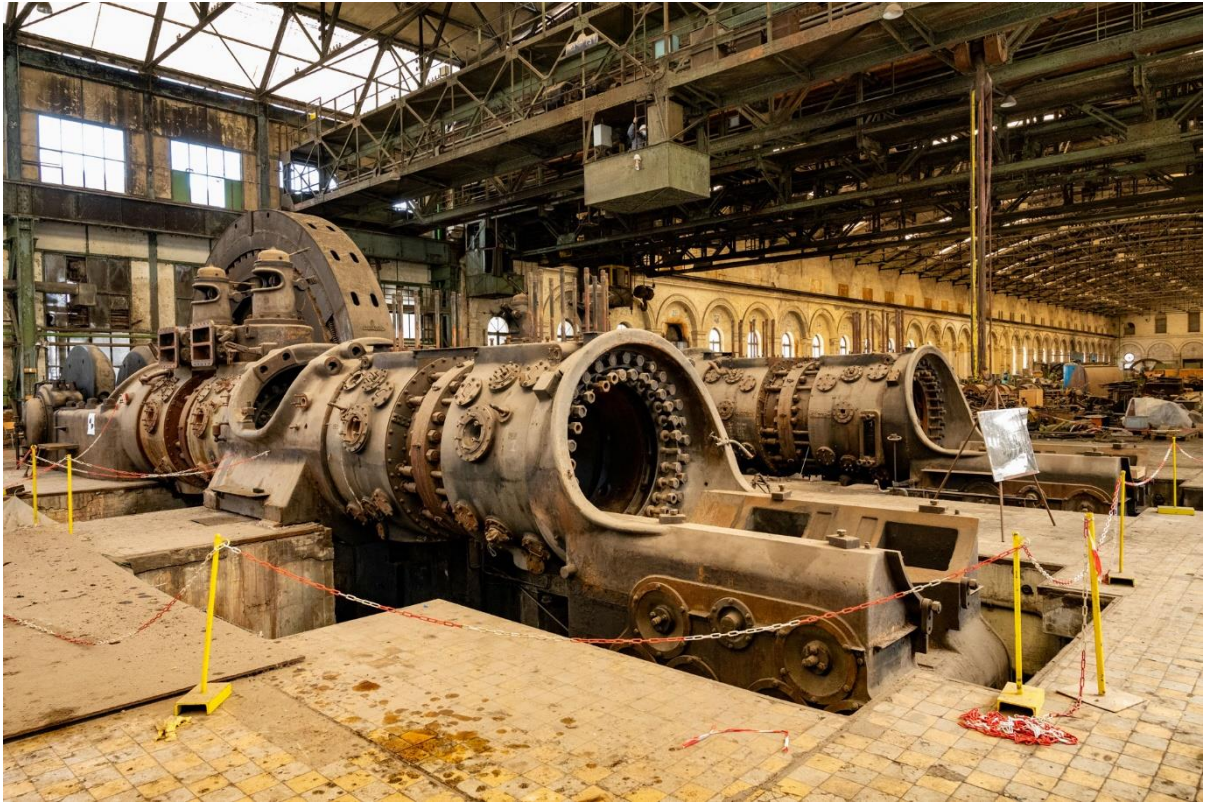


ARTEC 3D CASE STUDY

Das größte 3D-Scanobjekt jemals – Riesiger Gasmotor, erfasst mit Artec 3D-Scannern in Luxemburg



Eingesetzte 3D-Scanner und Software: Artec Leo 3D-Scanner, Artec Ray 3D-Scanner, Artec Studio Software

Aufgabe: Erfassung des weltweit letzten, 26m langen Hochofen-Gasmotors mit Hilfe von Artec 3D-Scannern

Ergebnis: Mit den Artec 3D-Scannern Artec Leo, dem Artec Ray und der Artec Studio Software konnte ein 300 Millionen Polygonen genaues 3D-Modell angefertigt werden. Dieses 3D-Modell ist das digitale Abbild eines Nationaldenkmals in originaler Größe. Somit kann sichergestellt werden, dass das Denkmal für künftige Generationen bestehen bleibt.

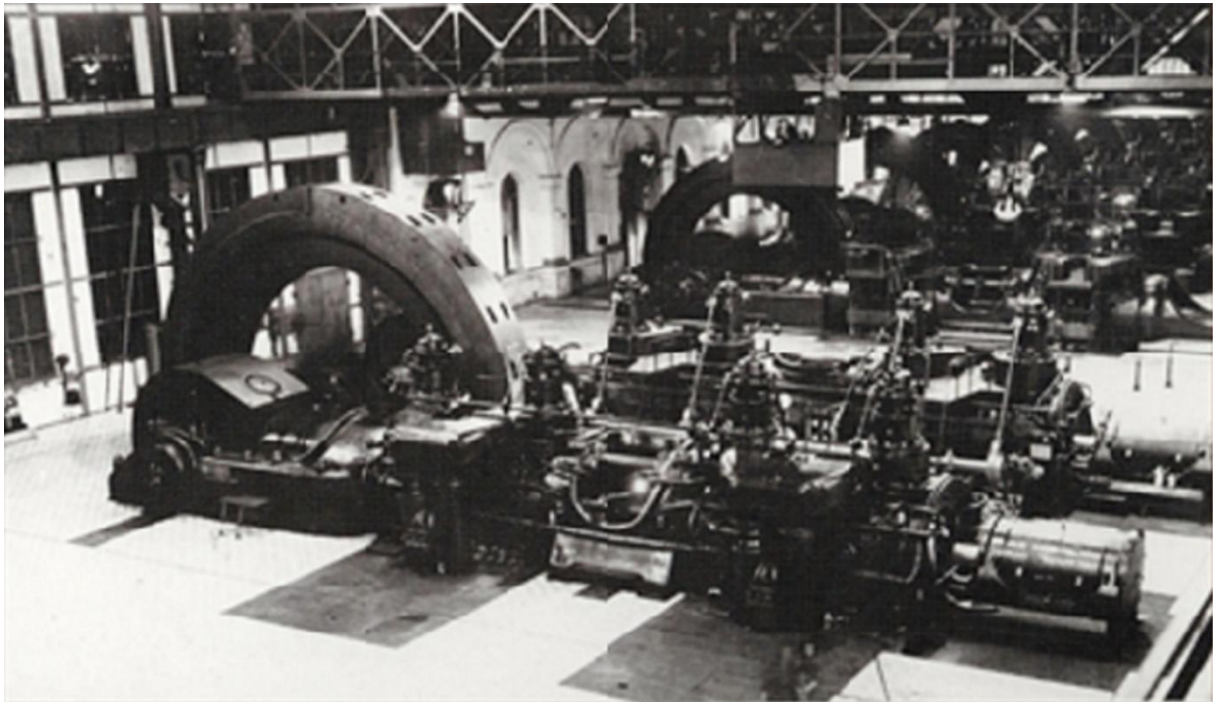
Mit den innovativen Artec 3D-Scannern können verschiedenste Objekte in hoher Qualität erfasst werden. Dabei gibt es eine hohe Vielfalt an möglichen Scanobjekten. Diese erstreckt sich von kleinen Teilen wie Schrauben oder Zähnen über größere und kompliziertere Formen wie Fahrzeugen oder Innenräumen bis hin zu gesamten Gebäuden. Einer der großen Vorteile der Artec 3D-Scanner ist die Flexibilität, die den Anwendern bei der Verwendung der 3D-Scanner geboten wird. Denn die Artec 3D-Scanner können direkt am Einsatzort verwendet werden. Dabei ist es egal, ob der zu erfassende Gegenstand sich vor Ort im Unternehmen oder mitten in der Wildnis befindet. Die tragbaren 3D-Scanner von Artec 3D sind jederzeit und überall einsatzbereit.

Artec 3D bietet mit den tragbaren 3D-Scannern ein innovatives Produkt an, das den Nutzern besondere Flexibilität garantiert. Diese Flexibilität bei der Verwendung der 3D-Scanner war in der Vergangenheit nicht gegeben. Oft musste beim 3D-Scannen auf die idealen Lichtverhältnisse, eine durchgehende Stromquelle sowie die Verwendung eines leistungsfähigen Computers geachtet werden. Es gab eine begrenzte Maximalgröße für die Objekte, die mit den 3D-Scannern erfasst werden konnten. Diese schränkte die Anwendungsmöglichkeiten maßgeblich ein, sodass der 3D-Scan nur in einzelnen Branchen einen entscheidenden Mehrwert bringen konnte. Zu diesem Zeitpunkt konnten noch keine größeren 3D-Scanobjekte erfasst werden, weil die Umsetzung so komplex und zeitintensiv gewesen wäre, dass kein verwendbares 3D-Modell daraus resultiert hätte.

Das Luxembourg Science Center beschloss im Jahr 2016, dass die Nationaldenkmäler in Luxemburg in Form von digitalen 3D-Modellen verewigt werden sollten. In diesem Projekt wurde auch die Gasmaschine Nr.11, die größte je produzierte Hochofengasmaschine weltweit, in 3D erfasst. Für die Umsetzung dieses Projekts konsultierte das Team des Luxembourg Science Center den Hersteller für professionelle 3D-Scanner, Artec 3D. Die Fachexperten von Artec 3D haben das Team vom Luxembourg Science Center anschließend zu der besten technischen Lösung aus dem Bereich 3D-Scanning für ihr Projekt beraten.

Gerne beraten auch wir von 3D-MODEL dich individuell und persönlich zu der optimalen 3D-Scanlösung für deine Anwendung. Setze dich gerne noch heute mit unseren Fachexperten in Verbindung!

Die Geschichte des Luxemburger Gasmotor #11



Originale „Groussgasmachinn“ in Luxemburg im Jahr 1940

| Fakten zum Gasmotor #11 | |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ➤ Hergestellt im Jahre 1938 | ➤ 26m lang; 10,5m breit und 6,5m hoch |
| ➤ Größter jemals produzierter Gasmotor | ➤ Von 12 Arbeitern pro Schicht betrieben |
| ➤ Verfügt über vier Zylinder mit einem Fassungsvermögen von je 3.000 Litern | ➤ Verfügte über 11m langes, 150 Tonnen schweres Schwungrad mit der Leistung von 94 Umdrehungen pro Minute |
| ➤ 1.100 Tonnen Gewicht und 7.000 Kilowatt Leistung | ➤ Gichtgas als Fertigungsmaterial |

Die Hochofengasmaschine wurde in der boomenden Zeit der Stahlindustrie in Luxemburg gefertigt. Nach vielen Jahrzehnten im Einsatz wurde sie 1979 stillgelegt. Als das luxemburgische Kulturministerium den Gasmotor Nr. 11 im Jahr 2007 zum nationalen Denkmal erklärte, fasste es zugleich den Beschluss, das neu ernannte Denkmal in Stand zu halten und Restaurationsmaßnahmen zu ergreifen.

Schnell wurden erste Vorschläge dazu besprochen, dass das Denkmal auch digital für die Zukunft erhalten werden sollte. 2016 wandte sich das Luxembourg Science Center deswegen an den renommierten 3D-Scanner Hersteller Artec 3D. Zu diesem

Zeitpunkt gab es jedoch noch keine soweit entwickelten 3D-Scanner, die solch große Objekte wie die „Groussgasmaschinn“ an ihrem originalen Standort 3D scannen konnten. Wenige Jahre und viele kleine Innovationen in der 3D-Scanningtechnologie später war Artec 3D in der Lage einen 3D-Scanner für solch große Objekte zu entwickeln.

„Wir wollten diesen Motor schon lange scannen, weswegen wir froh sind, dass die Technologie nun endlich verfügbar ist, um uns dabei zu helfen.“, erklärt Nicolas Didier, der Präsident und Generaldirektor des Luxembourg Science Center. Für ihn sei der Gasmotor einzigartig und es sei relevant diesen in seinem aktuellen Zustand digital zu generieren.

Eine weitere besondere Möglichkeit, die sich mit dem 3D-Scan der Artec 3D-Scanner eröffnet, ist die Wiederherstellung von fehlenden Komponenten. Damit unterstützen die Artec 3D-Scanner ebenso die Restauration immens. Aus den 3D-Scanaufnahmen kann in der entsprechenden Software ein präzises 3D-Modell hergestellt werden, welches anschließend mit einem 3D-Drucker in ein anfassbares, abbildgetreues Teil umgewandelt werden kann. Auf diese Weise können Museen bei Ausstellungen ihren Besuchern realitätsgetreue Teile zeigen.

Der Präsident und Generaldirektor des Luxembourg Science Center Nicolas Didier ist davon überzeugt, dass der 3D-Scan des Luxemburger Gasmotors demonstriert, wie viel Potential in innovativen Technologien wie dem 3D-Scanning steckt.

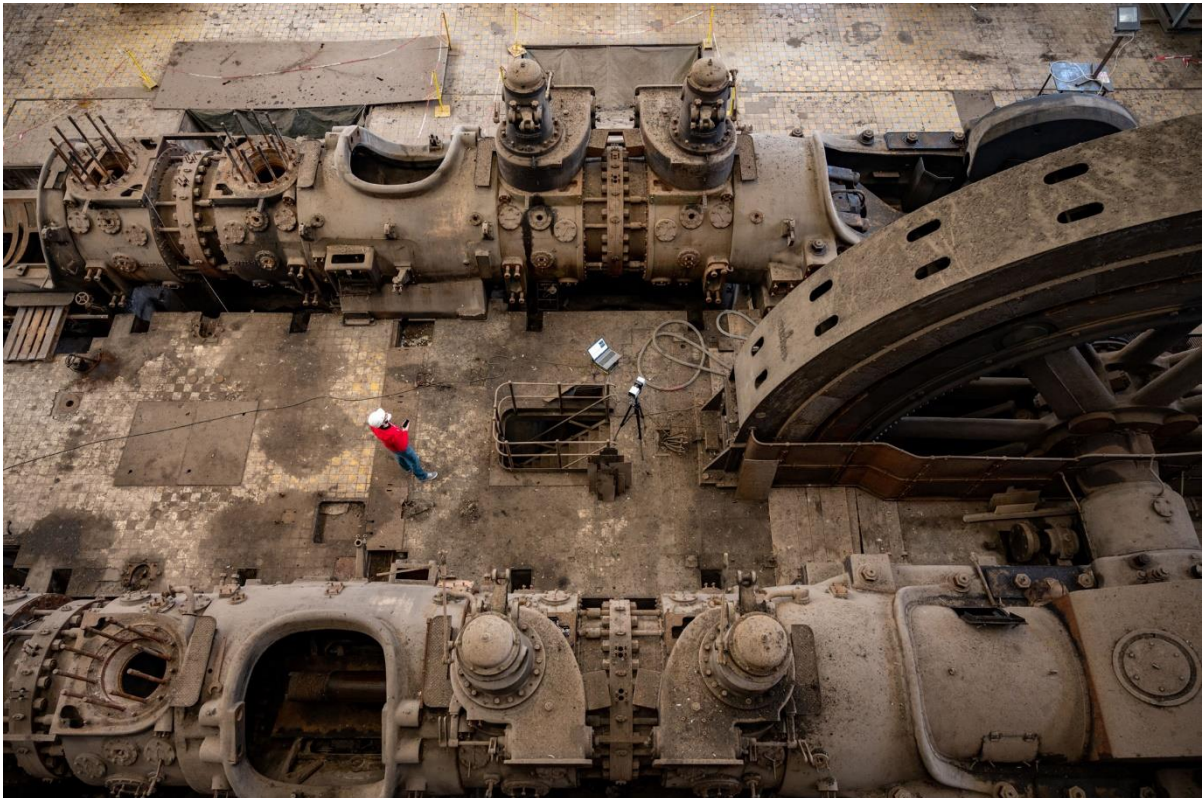
3D-Scannen im Großformat

„Das ist das größte Objekt, das wir je gescannt haben! Und es ist viel größer, als ich erwartet hatte.“, berichtet ein erfahrener Fachexperte von Artec 3D.

Im November 2020 besichtigte er erstmals das Gaswerk zur Abschätzung des Arbeitsaufwands des anstehenden 3D-Scannings. Bei dem Besuch des Gaswerks wurde der Gasmotor begutachtet und verschiedene Sicherheitsmaßnahmen wurden getroffen. Zu Beginn des Jahres 2021 zog der 3D-Scanningexperte seinen Spezialisten im Bereich des technischen Supports hinzu. Gemeinsam mit den 3D-Scannern Artec Ray und Artec Leo konnte der 3D-Scan des größten jemals 3D-gescannten Objekts beginnen. Diese 3D-Scanner wurden aufgrund der Größe und der Komplexität der Details des Objekts ausgewählt. Der Artec Ray eignet sich

besonders gut für die Erfassung sehr großer Objekte. Der 3D-Scanner Artec Ray schaffte es dabei aus einer größeren Distanz den kompletten Motor auf den Submillimeter genau abzubilden. Der tragbare 3D-Scanner Artec Leo wurde zusätzlich eingesetzt, um kleinere Feinheiten des Motors besonders detailliert aufzunehmen.

Der 3D-Scanningexperte erklärte, dass die GGM11 neben der enormen Größe auch eine hohe Komplexität beim 3D-Scannen aufweist. Diese ergibt sich durch die zahlreichen Hohlräume und die nur schwer erreichbaren Stellen des Gasmotors. Daher war der Einsatz von zwei 3D-Scannern essentiell, um die Maschine vollständig und in höchster Auflösung einscannen zu können.



Größe und Schwierigkeit des einzuscannenden Objekts bestimmen die zur Verwendung geeigneten 3D-Scanner: Artec Ray und Artec Leo

Im 3D-Scanningprozess wurde der Gasmotor zuerst aus möglichst vielen unterschiedlichen Richtungen mit dem Artec Ray erfasst. Im 3D-Scanningdurchgang mit dem Artec Leo wurden alle schwer erreichbaren Stellen und fehlende, kleine Details aufgenommen. Die 3D-Scanner konnten aufgrund der Größe des Objekts gleichzeitig scannen. So konnte das Team viel Zeit sparen beim Erstellen der 3D-Aufnahme des Gasmotors.



3D-Scan von kleineren Teilen am Motor durch den Artec Leo

Der komplexeste Teil des 3D-Scanningprojekts war den Motor auch von oben zu erfassen. Dafür verwendete das 3D-Scanningteam eine alte Brücke aus den 1950ern, auf der das Team den Motor aus 10 Metern Höhe 3D scannte. Durch das Alter und den Zustand der Brücke mussten die Fachexperten einige Minuten stillstehen, um fehlerfreie 3D-Scandaten zu erhalten.

Innerhalb von vier Tagen konnte der 3D-Scan des Gasmotors abgeschlossen werden. Dabei scannten die Experten täglich drei bis vier Stunden. Mit dem Artec Ray wurde das Objekt aus 18 unterschiedlichen Richtungen aufgezeichnet. Diese 3D-Aufnahmen wurden im Nachgang mit 67 3D-Scans des Artec Leos ergänzt. Die erzeugten 3D-Scans hatten dabei eine Dateigröße von 186 GB, von welchen 170 GB aus den Aufnahmen des Artec Leos stammten und die restlichen 16 GB aus den 3D-Scans des Artec Ray 3D-Scanners.

Verarbeitung mit starker Leistung

Die Verarbeitung einer solch großen 3D-Scanningdatei erfolgte in mehreren Schritten. Als erstes wurden die Rahmendaten herangezogen und es wurden sämtliche überflüssige Objekte mit Hilfe des Radiergummi-Werkzeugs entfernt. Bei,

3D-Scannen des Gasmotors wurden nämlich neben dem Gasmotor selbst auch Teile wie das Gaswerksgebäude, Fenster oder Wände im Hintergrund erfasst, die im 3D-Modell des Gasmotors nicht weiter benötigt werden.

Als nächstes wurden die Daten des Schwungrads und weiterer Teile aus den 18 Scanaufnahmen kombiniert und vereinheitlicht. Dabei kam ebenso das Radiergummi-Werkzeug zum Einsatz, um ausgewählte Daten aus mehreren Aufnahmen zu entfernen. Dies war notwendig, um ein stimmiges 3D-Modell des Motors erzeugen zu können, da das Schwungrad an den Tagen des 3D-Scannings nicht immer in derselben Position stand.

Dann wurden alle 3D-Scans des Artec Ray 3D-Scanners global registriert, sodass sie miteinander vernetzt werden konnten. Alle 18 3D-Aufnahmen wurden mit dem „Ray Scan Triangulation“-Algorithmus unter der Einstellung von einer Polygonkantenlänge von höchstens 10 mm verarbeitet. Somit konnte eine einheitliche, glatte Oberfläche erzielt und Oberflächen mit großen Abständen zwischen den Scheitelpunkten gezielt herausgefiltert werden. Ebenfalls erfolgte eine Verarbeitung der Artec Ray Scandaten mit dem Sharp Fusion Algorithmus, der ein zusammenhängendes Netz des Gasmotors-3D-Modells erzeugte.

Schließlich wurden die Detail-3D-Scans des Artec Leo 3D-Scanners dem 3D-Modell des Gasmotors hinzugefügt. Aufgrund dessen, dass die Datei bereits 170 GB groß war, wurde dieser Prozess in einzelne Schritte unterteilt.

Zu Beginn wurde das Polygonnetz der Artec Ray Aufnahmen dupliziert und gesperrt. Das Duplikat wurde auf 5-10 Millionen Polygone herabgesetzt und dann erneut gesperrt. Somit konnte die darauffolgende Registrierung schneller vollzogen werden. Anschließend wurden die gruppierten 3D-Scans des Artec Leo 3D-Scanners in das Duplikat des 3D-Projekts des Artec Ray 3D-Scanners hochgeladen und registriert, wodurch die Daten in höherer Qualität abgeglichen werden konnten.

Nach der Registrierung der Artec Leo 3D-Scans wurde das originale Artec Ray Polygonnetz und vier beziehungsweise fünf registrierte Artec Leo 3D-Scans ausgewählt. Mit dem Algorithmus Sharp Fusion konnte dann ein neues Polygonnetz erstellt werden. Dieser Prozess wurde wiederholt bis alle 3D-Scans des Artec Leo im originalen Polygonnetz der Artec Ray Aufnahmen verarbeitet waren.

Das finale Netz beinhielt circa 350 Millionen Polygone, welche in der Nachbearbeitung auf 10 Millionen Polygone minimiert wurden. Dafür wurden

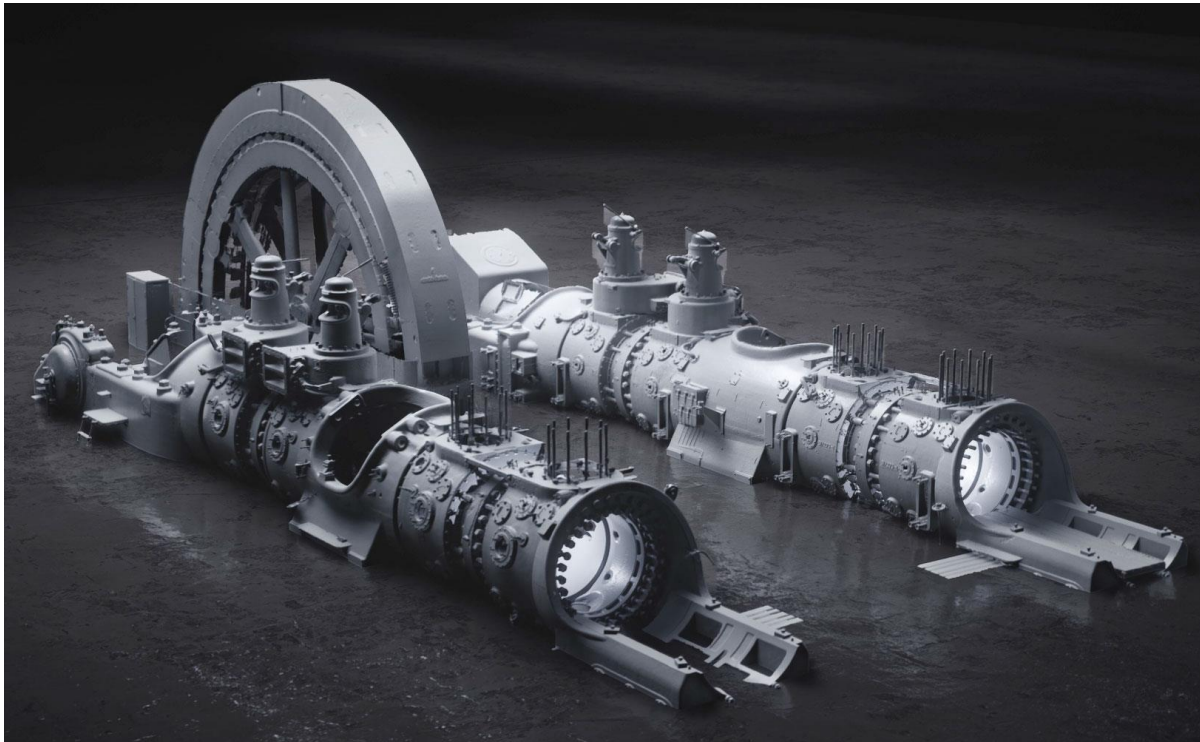
Werkzeuge wie der Glättungspinsel oder Bridges verwendet und Löcher im 3D-Modell konnten mit verschiedenen Werkzeugen gefüllt werden. Die ganze Bearbeitungszeit vom 3D-Scan über die Verarbeitung und die Nachbearbeitung der 3D-Scans des größten erfassten Objekts betrug 80 Arbeitsstunden beziehungsweise zwei Wochen.

Das fertige 3D-Modell der Groussgasmashinn

Zu den Herausforderungen beim 3D-Scannen des größten jemals erfassten Objekts berichtet der 3D-Scanningexperte folgendes: *„Die Zeit war definitiv die größte Herausforderung. Dieses Projekt war so umfangreich, dass nicht nur das Scannen und die Verarbeitung viel Zeit in Anspruch nahmen. Besonders die Übertragung der Daten von den Scannern auf den Computer und dann in Artec Studio konnte bis zu 5-6 Stunden andauern... nur für die Übertragung! Wir sprechen hier von fast 200 Gigabyte an Daten – das ist mit Sicherheit das größte und zeitaufwändigste Objekt, das wir je bearbeitet haben.“*

Der 3D-Scanningexperte betonte, wie außerordentlich die Leistung der heutigen 3D-Scanningtechnologie bereits ist und dass selbst größte Objekte mit nur begrenzter Zugänglichkeit bis in ihr feinstes Detail mit Hilfe von 3D-Scannern digital verewigt werden könnten.

Das finale Ergebnis



Fertiggestelltes 3D-Modell der Groussgasmaschinn

Nach dem erfolgreichen Abschluss des unglaublichen Projekts zur digitalen Verewigung der Groussgasmaschinn, können die Daten auf verschiedene Arten genutzt werden. Der Präsident und Generaldirektor des Luxembourg Science Center Nicolas Didier erklärt, dass die Daten für die Restaurierung mehrerer fehlender Teile verwendet werden können und der aktuelle Zustand des riesigen Motors so festgehalten werden kann. Auch Besucher sollen sich in Zukunft das 3D-Modell des Gasmotors ansehen können.

Die zukünftigen Pläne des Luxembourg Science Center beschreibt Didier folgendermaßen: *„Wir hoffen, die Renovierung des Motors bis 2027/2028 abzuschließen und diesen zu einem integralen Bestandteil des Science Centers zu machen, zu einer der interaktiven Stationen, die unsere Besucher nicht nur sehen, sondern mit denen sie auch interagieren können. Mit den beiden Artec Leos, die wir Anfang des Jahres für unser Future Skills-Programm gekauft haben, werden unsere Schüler und Mitarbeiter in der Lage sein, den Motor auch selbst in 3D zu scannen!“*