

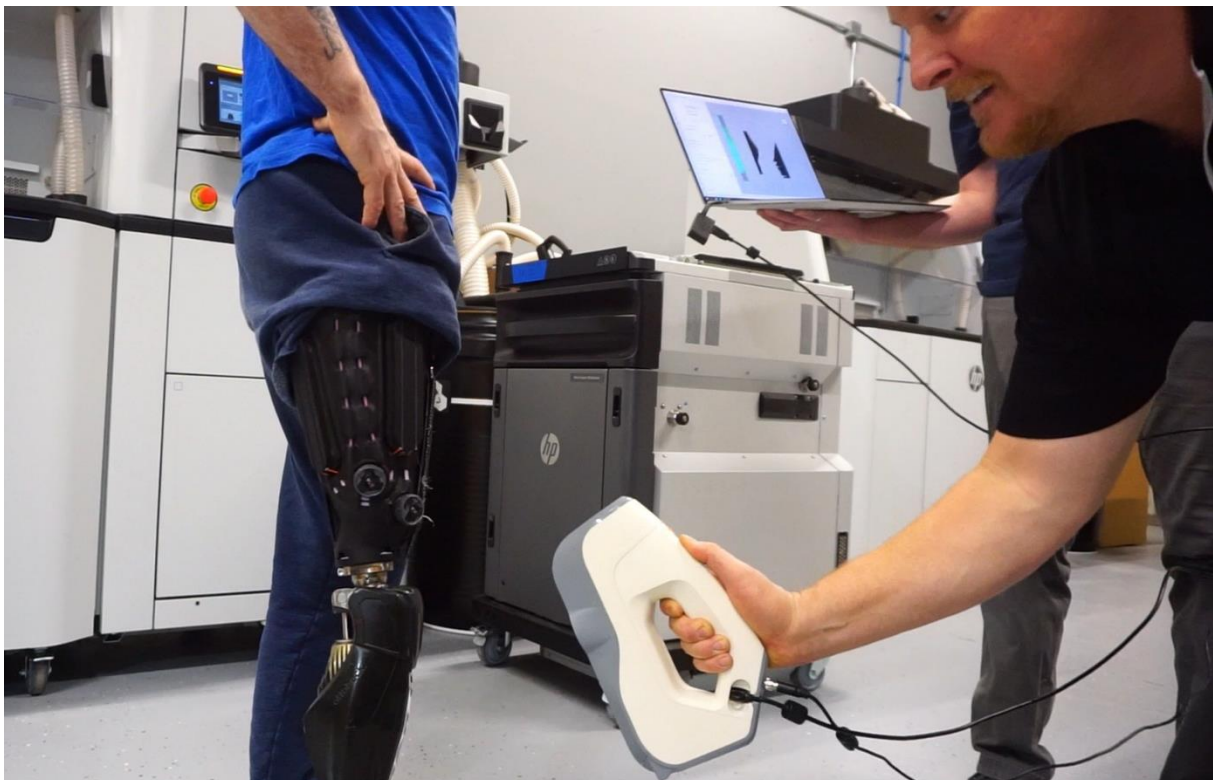
Fertigung einer bahnbrechenden 3D gedruckten Beinprothese mittels dem Artec Eva 3D-Scanner

Eingesetzte additive Artec Eva 3D-Scanner, Artec Studio Software, Geomagic

Fertigungslösungen: Freeform Software, HP Jet Fusion 4200

Problem: Ein Prothesenspezialist sucht nach einer Methode Gussformen effektiv und auf den Millimeter genau in 3D zu messen. Die Gussformen wurden aus Abdrücken von amputierten Gliedmaßen erstellt. Daher ist eine genaue Messung entscheidend, um eine ideale Passform für die bahnbrechende 3D gedruckte Quatro-Prothese garantieren zu können.

Resultate: Die Messungen konnten mit dem tragbaren 3D-Scanner Artec Eva innerhalb weniger Minuten in Farbe und auf den Submillimeter genau per 3D-Scan erstellt werden. Daraufhin wurden die 3D-Scans in der Artec Studio Software verarbeitet und bereits in unter einer Stunde später in Geomagic Freeform exportiert, wo die Quatro-Prothese individuell auf Basis der 3D-Scans als Referenzmodelle entwickelt wird.



Rustion Hughes erfasst Quatro-Prothese mit dem Artec Eva 3D-Scanner

Dem US-Armee Veteran und Mixed Martial Arts-Kämpfer Rustin Rughes musste das rechte Bein aufgrund eines bösartigen Blutgerinnsels abgenommen werden. Trotz diesem Rückschlag kämpfte sich Rustin Rughes durch die ermattenden Reha-Übungen im Krankenhaus für Veteranen. Bereits nach kurzer Zeit konnte Rughes wieder auf den Rollstuhl verzichten und konnte auf beiden Beinen stehen, wobei sein rechtes Bein ab jetzt von einer Prothese unterstützt wird.

Doch von seiner ersten Prothese war Hughes nicht begeistert und beschreibt ihre Qualität als: *„schrecklich, so als würde man ständig einen Eimer mit 20 Litern Wasser mit sich herumtragen.“* Bei der künstlichen Beinprothese handelte es sich bei der Passform um einen üblichen Saugschaft in globaler Einheitsgröße. Aufgrund dessen, war er nicht auf die individuellen Patienten zugeschnitten und rutschte mit der Zeit, weil das Volumen des Stumpfes sich reduzierte.

Die falsche Passform führte im Alltag des Patienten dazu, dass die Prothese einige Male am Tag abgenommen werden musste. Anschließend wurde der Schaft oft in ein bis zwei Socken gehüllt, sodass ein guter Halt für eine kurze Dauer ermöglicht wurde. Dieser Prozess dauerte immer ungefähr zehn Minuten. Dadurch konnte Hughes nicht weiter an sportlichen Wettkämpfen teilnehmen, da die Pausen zwischen den Spielen nur circa eine Minute dauern.

Ein fortwährender Prozess

Nach der Amputation eines Körperteils wird der Körper stark beansprucht. Eine Prothese, die zu locker sitzt war sowohl unbequem als auch risikoreich. Öfters hat sich Hughes Prothese beim Spazieren in der Öffentlichkeit gelöst und fiel ab. Hughes ließ sich von der Frustration und dem Schmerz, die solche Vorfälle verursachten, nicht unterkriegen. Um auch in Zukunft seine Pläne und Träume umsetzen zu können, suchte er einen Spezialisten für Prothesen, der ihm eine individuell gefertigte Lösung anbieten konnte. Bei seiner Suche stieß er auf das Unternehmen Quorum Prosthetics und besuchte den Geschäftsführer Joe Johnson am Standort in der Stadt Windsor des US-Bundesstaats Colorado.



Joe Johnson und Rustin Hughes mit der individuellen Quatro-Prothese sowie der dazugehörigen Ummantelung

Rustin Hughes Vertrauen in den Prothesenspezialist Joe Johnson wurde besonders dadurch gestärkt, dass Johnson selbst eine Beinamputation überstanden hat und nun Prothesen trägt. Hughes erörterte: *„Er wusste deswegen nicht nur genau, was ich durchmachte, sondern auch wie er mir helfen konnte, dorthin zu gelangen, wo ich sein wollte.“*

Bereits bei Hughes erstem Besuch vor Ort stellten Johnson und sein Team von Quorum ein Testmodell her. Hughes war beeindruckt, da die Firma den Fokus darauf setzte schnellstmöglich eine ideale Lösung für ihn zu finden.

Bereits wenige Tage später konnte er erstmals eine Kohlefaserprothese tragen. Der Unterschied des Tragekomforts seiner neuen Quorum Quatro Prothese im Vergleich zu seiner vorherigen Prothese ist enorm. Hughes beschreibt: *„Mein neues Bein fühlte sich an wie eine natürliche Verlängerung meines Körpers, und die Passform war perfekt. Von da an machte mein Bewegungsspielraum einen riesigen Sprung.“*

Zurückerhaltene Mobilität durch die Quatro-Prothese

Nur eine geringe Anzahl an Schaft-Ausführungen kann die erforderliche Knochenstabilisierung bieten, die für die Teilnahme an sportlichen Wettkämpfen notwendig sind. Um auch Aktivitäten im Leistungssport mit der Prothese durchführen zu können, besitzt die Quatro-Prothese eine Längskompression. Diese ermöglicht es dem Patienten sämtliche Vorzüge des stabilen und sicheren Schafts zu genießen und darüber hinaus zugleich auch das Gliedmaßen-Volumen flexibel einzustellen.

Die Quatro Fassung ist stabil, leicht, hat ein schlankes Design und ist individuell anpassbar. Es dauert nur zwanzig Sekunden diese anzuziehen und sie kann den gesamten Tag getragen werden und wenn nötig wieder leicht angepasst werden. Dies ist perfekt für aktive Menschen und Leistungssportler.



Rustin Hughes stellt die Passform der Quatro-Prothese individuell für sich ein

Die Quatro-Prothesen werden individuell nach den Wünschen der Patienten zusammengestellt, wobei Zubehör, Design und Farbe ausgewählt werden kann. Dabei sind die Quatro-Prothesen nicht teurer als Prothesen von alternativen Herstellern. Besonders bei den Patienten ist die Quatro-Prothese besonders gefragt, da sie sich durch diese wieder mobiler sind. Hughes beschreibt aus der Sicht eines Patienten:

„Lange Zeit hatte ich vieles nicht unter Kontrolle. Jetzt kann ich meinen Schaft jederzeit festziehen und die Passform beibehalten. Das ist sehr zufriedenstellend, weil es mir die Kontrolle zurückgibt – und zwar genau da, wo ich sie brauche.“



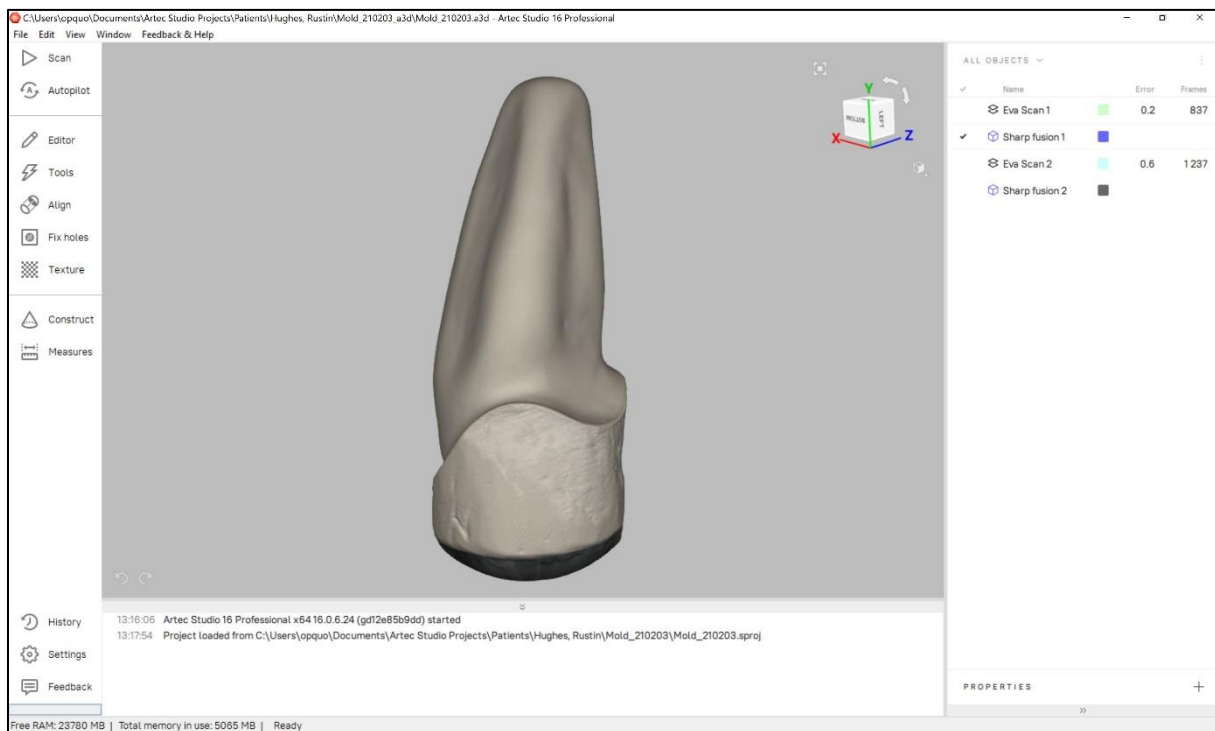
Rustin Hughes und Joe Johnson beim Box-Training mit Prothese

Entscheidend ist die Passform

Um die bestmögliche Passform für einen Patienten bieten zu können, müssen die Prothesen patientenindividuell hergestellt werden. Der F&E-Ingenieur und Direktor von Quorum Prosthetics Sean McClure erklärt, dass die Beibehaltung der komfortablen Passform über den ganzen Tag hinweg ausschlaggebend ist. Dabei spielt es keine Rolle, ob die Prothese bei langsamen oder dynamischen Aktivitäten getragen wird. Sean McClure sagt zur Erreichung des Ziels zur Beibehaltung der komfortablen Passform der Prothesen folgendes: *„Dies erreichen wir durch das 3D-Scannen mit dem Artec Eva 3D-Scanner.“*

Erst im Laufe der Jahre stoß das Team von Quorum auf die 3D-Scanner von Artec 3D als ideales Hilfsmittel zur Herstellung von Prothesen. Das ursprüngliche Vorgehen zur Fertigung einer Prothese war es, den Stumpf des Patienten mittels eines Gipsabdrucks festzuhalten. McClure erzählte, das dies sehr chaotisch und

zeitintensiv war. Auch von Patienten wurde das Erstellen des Gipsabdrucks nie als positiv wahrgenommen. Insgesamt dauerte die Erstellung des Gipsabdrucks nämlich mehr als acht Stunden. Zusätzlich sind enorme Mengen an Material und viele unterschiedliche Werkzeuge von Nöten.



*3D-Scans der Form des Stumpfs erfasst vom Artec Eva 3D-Scanner
(Screenshot aus der Artec Studio Software)*

Auch die Resultate des Gipsabdruckes konnten nicht überzeugen. Deshalb sahen sich die Spezialisten für Prothesen nach einem geeigneten 3D-Scanner für ihre Anwendung um. Dafür testeten sie einige erschwingliche 3D-Scanner, wobei die Ergebnisse ebenso enttäuschten. Weder die erforderliche Präzision noch die benötigte Auflösung konnten Quorums Standards gerecht werden. Auch bei dem 3D-Scannen von Innenräumen der Gipsformen oder weiteren Muffen gerieten die getesteten 3D-Scanner an ihre Grenzen.

McClure erzählte, dass es trotz mühevollen Versuchen nicht möglich war die Daten so zu bearbeiten und zu bereinigen, um daraus eine digitale Datei in hoher Qualität für den Import in das CAD-System zu erzeugen. Ohne eine solche Datei war es jedoch nicht möglich ein funktionales Endprodukt mit guter Passform zu entwerfen und zu modellieren.

Das Finden des idealen 3D-Scanners für die individuelle Anwendung

Bei einer Besprechung mit Dr. Cory Christiansen aus dem CU Anschutz Medical Center erörterte Joe Johnson seine momentanen Probleme bei seiner Suche nach einem geeigneten 3D-Scanner. Herr Christiansen riet Johnson sich über die 3D-Scanner von Artec 3D zu informieren. Diese 3D-Scanner werden nämlich bereits für die Fertigung von Orthesen, Prothesen und weiteren Anwendungen im Gesundheitswesen eingesetzt.

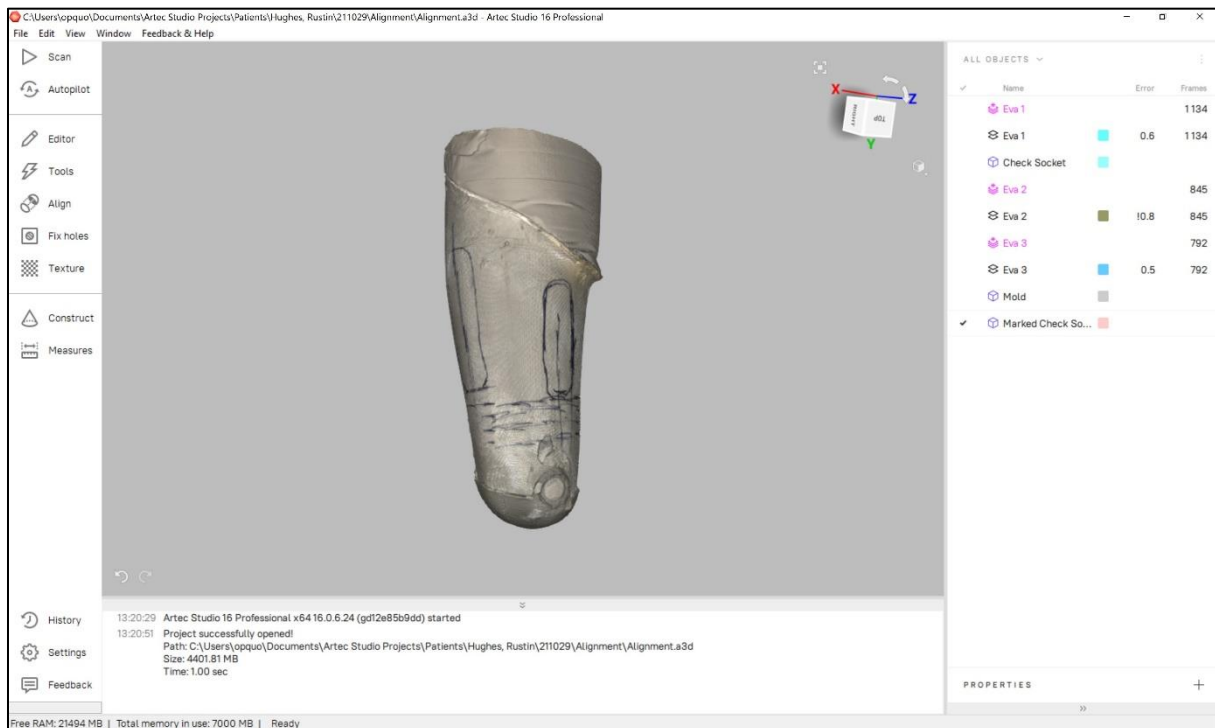


Der professionelle Artec Eva 3D-Scanner von Artec 3D

Bereits jahrelang ist der Artec Eva 3D-Scanner das ideale technische Hilfsmittel für Prothetiker und andere Spezialisten im Gesundheitswesen. Einer der Gründe dafür ist, dass der Artec Eva 3D-Scanner die Details jeglicher Oberflächen submillimetergenau abbilden kann. Dies gilt auch für unebene Oberflächen wie die menschliche Haut. Zusätzlich ist der tragbare Artec Eva 3D-Scanner besonders einfach zu bedienen egal ob Beginner oder erfahrener Nutzer.

Der höhere Kaufpreis schreckte McClure zunächst ab, aber während der Vorführung wurde ihm schnell klar, dass der Artec Eva 3D-Scanner eine unglaubliche Optimierung des Arbeitsprozesses bietet, sich die Materialkosten minimieren werden

und sich das Gerät bereits in nur zwei Monaten amortisieren wird. Schließlich entschied sich McClure zum Kauf des Artec Eva 3D-Scanner und ist mit diesem Gerät bis dato äußerst zufrieden.



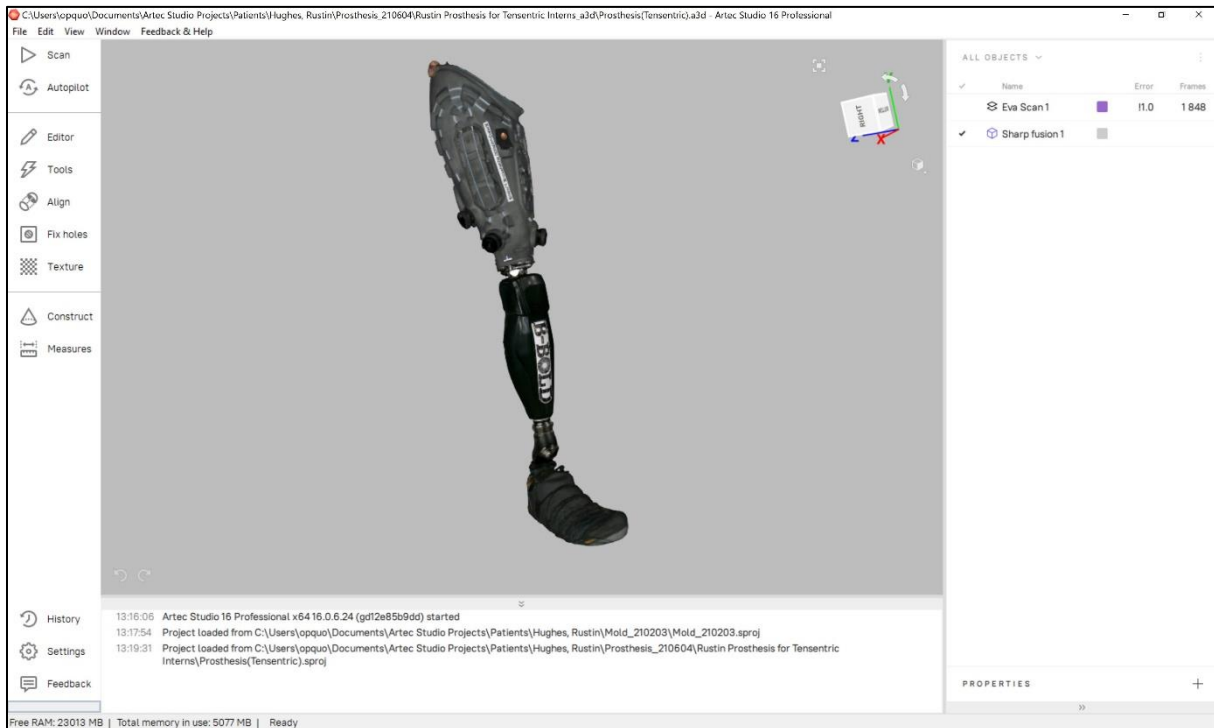
3D-Scan des Abgusses eines Prothesenschaftes erfasst mit dem Artec Eva 3D-Scanner (Screenshot aus der Artec Studio Software)

Die Resultate sprechen für sich. Dank des Einsatzes des Artec Eva 3D-Scanners in Kombination mit der additiven Fertigung konnte das Unternehmen die Fertigungsdauer der Quatro-Prothese um unglaubliche 75 % reduzieren. McClure kommentiert diesen Erfolg folgendermaßen: „Wenn man bedenkt, wie viel Zeit und Material eingespart wird, ganz zu schweigen davon, dass wir unseren Markt wie nie zuvor erweitern, haben wir die Rentabilitätsschwelle für diese neuen Technologien bereits weit überschritten.“

Der Artec Eva 3D-Scanner erzielt bei sämtlichen Projekten wertvolle Zeitersparnisse

Mit dem Artec Eva 3D-Scanner gelingt es dem Team von McClure bereits in wenigen Minuten vollständige 3D-Scans zu erstellen. In der Vergangenheit dauerte es mehrere Stunden bis eine passende Gipsform erzeugt werden konnte. Nach McClures Erwartungen wird sich der Zeitaufwand noch weiter verringern durch die Fortschritte

in den internen Methoden und durch das tiefgehende Verständnis des Teams. Die Exaktheit der 3D-Scans macht es außerdem möglich, dass die 3D-Modelle aus den 3D-Scans des Artec Eva 3D-Scanners direkt für Finite-Elemente-Analysen (FEA) verwendet werden können.



*3D-Scan der Quatro-Prothese erfasst mit dem Artec Eva 3D-Scanner
(Screenshot aus der Artec Studio Software)*

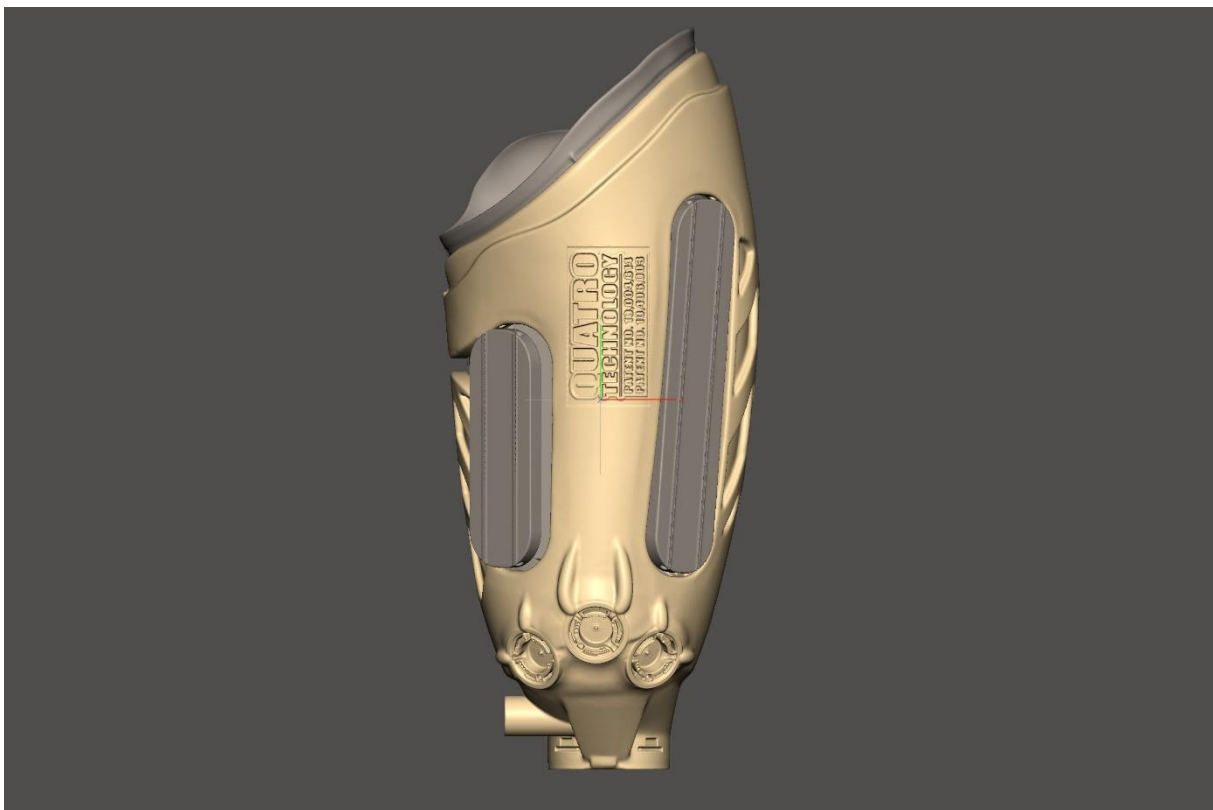
Die Dauer, die der Prothesenspezialist beim 3D-Scanningprozess benötigt, unterscheidet sich patientenindividuell. Dabei spielt vor allem das zu scannende Objekt eine Rolle. Je nachdem, wie die bereits vorhandene Form, der Schaft und der Stumpf selbst beschaffen ist, kann ein 3D-Scan aufwendiger beziehungsweise weniger aufwendig erstellt werden. Durchschnittlich dauert der 3D-Scanningvorgang 30 Minuten bis hin zu maximal einer Stunde bis sowohl die Verarbeitung der 3D-Scans in der Artec Studio Software als auch der Export der STL-Datei in die Geomagic Freeform Software abgeschlossen ist.

3D-Modelle der Quatro-Prothese digital in Geomagic Freeform erstellen

In der Geomagic Freeform Software werden sämtliche STL-Modelle, die für das Projekt relevant sind, kombiniert. Dazu gehören die 3D-Scans der Gussform mit dem Abdruck des Stumpfes des Patienten, die 3D-Scans des vorhandenen und

diagnostischen Schaftes sowie die 3D-Scans von jeglichen anderen Teilen, die für die Entwicklung der Quatro-Prothese nötig sind.

Besonders bei diesem Arbeitsschritt ist die submillimetergenaue Präzision der Artec Eva 3D-Scans essentiell. Dies liegt daran, dass die 3D-Scans als Basis für die Entwicklung der unterschiedlichen Strukturelemente der Prothese verwendet werden. Mit Hilfe der 3D-Scans können die Strukturelemente an die richtige Stelle im 3D-Modell angeordnet werden. Die Quatro-Prothese enthält vier verstellbare Kompressionszonen. Diese kann der Konstrukteur über vier Paneele im 3D-Modell an ihren festgelegten Stellen entlang des Schaftes ausrichten.



Entwurf der Quatro-Prothese (Screenshot aus der Geomagic Freeform Software)

Die Größe und die Form der Paneele können patientenindividuell nach den Stumpf-Maßen, der erforderlichen Kompression und der gewünschten Verstellbarkeit angepasst werden.

In der Geomagic Freeform Software können die Paneele mit herkömmlichen CAD-Werkzeugen ideal in 3D modelliert werden. Im nächsten Schritt können die Bauteile mit einem 3D-Drucker gefertigt werden. Bereits in 15 Minuten ist die Montage des vollständigen Schaftes abgeschlossen.

Zur Gesamtdauer der Herstellung einer Quatro-Prothese sagt McClure: „Derzeit dauert es etwa zwei Wochen vom Scan bis zur fertigen Quatro-Prothese für den Patienten. Mit der Verfeinerung des Prozesses erwarten wir, diesen Zeitraum auf wenige Tage zu verkürzen.“

Großer Vorsprung gegenüber den Wettbewerbern

Die Quatro-Prothese ist erst seit kurzer Zeit auf dem Markt erhältlich. Trotzdem haben Kundenerfahrungen und weitere Studien bereits belegt, dass die Quatro-Prothese um ein vielfaches stabiler und langlebiger ist als vergleichbare Prothesen auf dem Markt.



Quatro-Prothese getragen von Rustin Hughes

Die Patienten sind äußerst zufrieden mit der Quatro-Prothese, denn mit ihren verschiedenen Einstellungsoptionen können Patienten die Passform jederzeit anpassen. Damit ist die Stabilität der Prothese und der Tragekomfort für die Patienten jederzeit gegeben.

Zusammen mit der einzigartigen Beständigkeit und der Leichtigkeit der 3D-Druckteile kann ein Schaft vom Patienten jahrelang getragen werden.

Erschließung neuer internationaler Märkte

Das Unternehmen Quorum ermöglicht seinen Kunden durch ihre vorteilhaften Prothesen einen einfacheren Alltag. Durch die hohe Qualität des Produkts und die hohe Kundenzufriedenheit konnte Quorum attraktive Chancen in neuen Märkten verfolgen. Zunächst erschloss Quorum den Markt weit über Nordcolorado hinaus. Für die Fertigung einer patientenindividuellen Prothese wird zum einen ein Techniker mit Artec Eva 3D-Scanner vor Ort beim Patienten benötigt sowie ein Quorum Prothetiker. Auch McClure bestätigt, dass durch den Artec Eva 3D-Scanner einzigartige Chancen für das Unternehmen entstehen: *„Mit Hilfe der 3D-Scantechnologie kann uns eine Einrichtung von überall auf der Welt ein Modell für Konstruktion und Druck schicken. Das bedeutet, dass wir ausschließlich als Hersteller tätig werden und die Technologie im ganzen Land und sogar weltweit verbreiten können.“*

Auch der Patient Herr Hughes ist mit seiner optimal passenden Quatro-Prothese äußerst zufrieden. Dank der durch 3D-Scan gefertigten Prothese kann Hughes wieder an sportlichen Wettkämpfen teilnehmen. Außerdem unterrichtet er in seiner Non-Profit-Organisation B-OLD adaptive Kampfsportarten für Menschen mit Behinderung.



Rustin Hughes' Adaptive-Boxing-Kurs

Stetig steigende Nachfrage von 3D-Scans im Anwendungsgebiet der Orthesen und der Prothesen

Patienten, die eine Amputation hinter sich haben, benötigen ideal passende Prothesen beziehungsweise Orthesen für ihr restliches Leben lang. Das 3D-Scannen und das 3D-Drucken eröffnet den Herstellern von Orthesen und Prothesen neue Potentiale, die bisher von traditionellen Herstellungsverfahren nicht ausgeschöpft werden konnten. Dies liegt unter anderem an der unfassbaren Genauigkeit, die der Artec Eva 3D-Scanner liefert. Sie ermöglicht einen sehr hohen Komfort für die Patienten, wobei zugleich die Material- und Arbeitskosten auf ein Minimum reduziert werden. Der Patient kann des Weiteren auf einige Praxisbesuche verzichten und kann sich außerdem ein einzigartiges Design für seine Prothese oder Orthese auswählen.