

MARKFORGED CASE STUDY

Individuelle Lösungen für Maschinenkonstruktionen durch Markforged 3D-Druck beim Ingenieurbüro Pipeline Design & Engineering



Ingenieurbüros können von neuen Technologien profitieren, die sich positiv auf mehrere relevante Abteilungen auswirken. So kann eine neue Technologie zum Beispiel zeitgleich die Geschwindigkeit in der Forschung und Entwicklung, die Qualität der Produkte, die Lieferzeiten und die Kundenzufriedenheit verbessern. Beim Unternehmen Pipeline Design & Engineering, gegründet von Aaron Moncur, war der **Markforged Mark Two 3D-Drucker** eine solche revolutionierende Technologie. In der Firma kamen zwei **Markforged Mark Two Desktop 3D-Drucker** zum 3D-Druck von Verbundwerkstoffe mit kontinuierlicher Faserverstärkung (CFR) zum Einsatz.

Mit nahezu zwei Jahrzehnten Berufserfahrung in den Bereichen Ingenieurwesen und Produktentwicklung hat Aaron Moncur eine umfangreiche Bandbreite von Hardware-Produkten entwickelt. Seine Projekte reichen von Schutzhüllen für Mobiltelefone bis hin zu hochkomplexen automatisierten Maschinen für die Medizintechnikindustrie. Im Jahr 2009 gründete Aaron Moncur das Unternehmen Pipeline Design & Engineering, das sich auf die maßgeschneiderte Entwicklung von Geräten, Vorrichtungen und Automatisierungslösungen für die Forschung und Entwicklung sowie für die Fertigung spezialisiert hat.

Durch die Zusammenarbeit mit **Markforged** kann Aaron Moncur unter anderem über seine Erfahrungen bei der Gründung eines eigenen Ingenieurbüros, die Entwicklung des 3D-Drucks im Laufe der Zeit, die Auswirkungen der **Markforged 3D-Drucker** auf die Arbeitsweise seines Unternehmens und den Grund für den Wandel seiner Kunden von Vorsicht zu Begeisterung für 3D-gedruckte Endverbrauchsteile sprechen.



Laut Aaron Moncur, dem Geschäftsführer und Gründer von Pipeline Design & Engineering, bemerkten seine Kunden, dass alle 3D-gedruckten Teile optimal funktionieren und den täglichen Belastungen standhalten. Dadurch wurden ihre Bedenken ausgeräumt und die Kunden äußerten den Wunsch, in Zukunft so viele Teile wie möglich 3D zu drucken. Sie erkannten den Nutzen, die Kosteneinsparungen und die Zeitersparnis dieser Fertigungsmethode.

Von breitem Spektrum zur Spezialisierung: Die Entwicklung des Geschäftsfokus bei Pipeline Design & Engineering

Vor circa 13 Jahren wurde Pipeline Design & Engineering ins Leben gerufen, inmitten der wirtschaftlichen Rezession zwischen 2008 und 2009. Zu dieser Zeit war Aaron Moncur nach seiner Entlassung von einem Ingenieurdienstleistungsunternehmen unsicher über seine berufliche Zukunft. Obwohl er anfangs nicht genau wusste, warum er nicht mehr von seinem Job begeistert war, vermutete er, dass er möglicherweise seine Leidenschaft für die Technik verloren hatte. Durch gründliche Selbstreflexion und eingehende Recherche erkannte er jedoch, dass es nicht die Technik an sich war, sondern vielmehr die Art und Weise, wie er sie praktizierte. Daher traf er die mutige Entscheidung, sein eigenes Unternehmen zu gründen und neue Wege zu beschreiten.

Zu Beginn bestand das Unternehmen lediglich aus ihm allein, wobei er sich kleinen, bescheiden bezahlten Aufträgen widmete und über 70 Stunden pro Woche arbeitete. Trotzdem empfand er eine tiefgründige Zufriedenheit mit seiner Arbeit. Er war verwundert, warum er trotz des größeren Arbeitsaufwands und der geringeren finanziellen Entlohnung so viel glücklicher war. Bald wurde ihm bewusst, dass seine Begeisterung daher rührte, dass er die Verantwortung für den vollständigen

Arbeitsablauf trug. Nach einigen Jahren begann er, die ersten Mitarbeiter einzustellen. Heute besteht das Team aus 20 Mitarbeitern und einigen Auftragnehmern.

Anfangs widmete sich Pipeline Design & Engineering einer breiten Palette an Produktdesigns, darunter Verbraucherprodukte, medizinische Geräte und sogar Solaranlagen. Dieses breit gefächerte Portfolio wurde jedoch im Laufe der Jahre spezialisiert. Heutzutage beinhaltet der Großteil des Geschäfts die maßgeschneiderte Entwicklung von individuellen Geräten, Prüfvorrichtungen und Automatisierungslösungen. Zusätzlich betreibt das Unternehmen intern auch Softwareentwicklung und Programmierung. Der Schwerpunkt der Firma liegt hauptsächlich auf der Maschinenkonstruktion. Aus diesem Grund sind die **Markforged 3D-Drucklösungen** eine ideale Ergänzung für sie. Das innovative 3D-Drucksystem stellt nämlich eine bemerkenswerte Fertigungsalternative für Teile dar, die bislang aus Aluminium, Edelstahl oder Delrin hergestellt wurden.

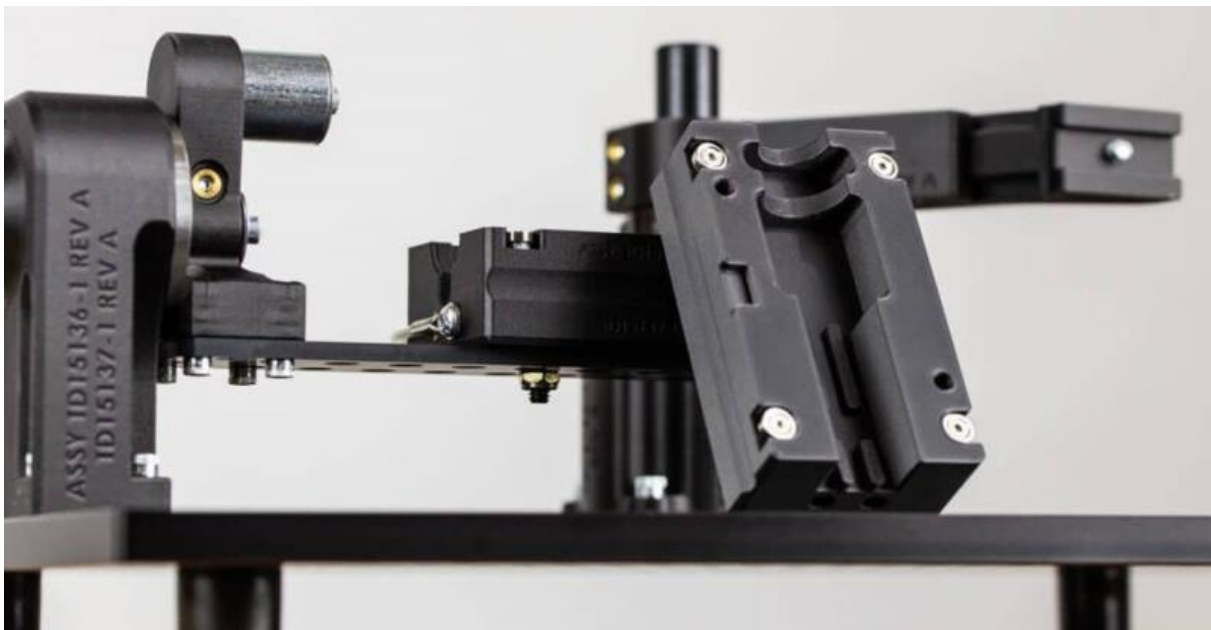
Die Fortschritte in der Nutzung des 3D-Drucks bei Pipeline Design & Engineering durch Markforged

Unmittelbar nach dem College begann Moncur seine berufliche Laufbahn in einem Ingenieurbüro, wo er erstmals mit dem 3D-Druck in Kontakt kam. Dieses Unternehmen, welches sich auf Ingenieurdienstleistungen für die Produktentwicklung spezialisierte, hatte eine spezielle Abteilung, die sich lediglich mit dem Rapid Prototyping mittels 3D-Druck und Urethanguss befasste. Ein bedeutender Teil seiner damaligen Arbeit bestand darin, Produkte und medizinische Geräte zu konstruieren. Zu dieser Zeit gehörte der 3D-Druck noch nicht zur gängigen Praxis. Innerhalb des Unternehmens war der regelmäßige Zugang zu 3D-Druckern für Moncur allerdings bereits zur Norm geworden, da sie dort kontinuierlich eingesetzt wurden.

Früher war die Technologie der Rapid-Prototyping 3D-Drucker noch nicht ausgereift. Deshalb waren die Anwendungsmöglichkeiten zu dieser Zeit noch ziemlich begrenzt. Insbesondere das Materialportfolio war damals noch sehr beschränkt, wodurch 3D-Drucker sich nur bedingt einsetzen ließen. Als **3D-Druckverfahren** wurde bei dem Ingenieurbüro, bei dem Moncur angestellt war, hauptsächlich **SLA** eingesetzt. Auch das **SLS 3D-Druckverfahren** kam gelegentlich zum Einsatz. Jedoch wurde die **FFF 3D-Druckmethode** nur selten verwendet. Die 3D gedruckten Prototypen waren äußerst präzise und konnten mit ihrem äußerlichen Erscheinungsbild und der

Oberflächenbeschaffenheit überzeugen. Allerdings waren sie für die funktionale Prototypenentwicklung, die Prüfung und die Validierung nicht optimal geeignet, da die Materialien generell spröde waren und leicht brachen. Daher waren sie dafür geeignet, die Passgenauigkeit zu überprüfen, jedoch für eine funktionale Bewertung ungeeignet.

Moncur kannte **Markforged** nur oberflächlich von Messeauftritten und den Informationen von unterschiedlichen technischen Websites. Allerdings verdeutlichte der örtliche Vertriebsmitarbeiter seines Unternehmens ihm die potenzielle Nützlichkeit der **Markforged 3D-Drucklösungen** für die Firma. Er sprach Moncur an und betonte, dass sich die **Markforged 3D-Drucker** ideal für die Fertigung der Vorrichtungen und maßgeschneiderten Geräten eignen, die sein Ingenieurbüro entwirft. Da Moncur bereits auf Messen interessiert die Maschinen von **Markforged** bestaunt hatte, entschied er sich dazu, weitere Informationen zu den 3D-Drucklösungen einzuholen. Dabei erwiesen sich die **Markforged 3D-Drucker** schließlich als ideale Lösung für die Anwendungen von Pipeline Design & Engineering, da diese eine optimale Alternative zu den bisher maschinell gefertigten Teilen darstellen.



Durch 3D-Druck gefertigte Halterung zur 360 Grad Drehung von Gegenständen für unterschiedliche Bearbeitungsschritte

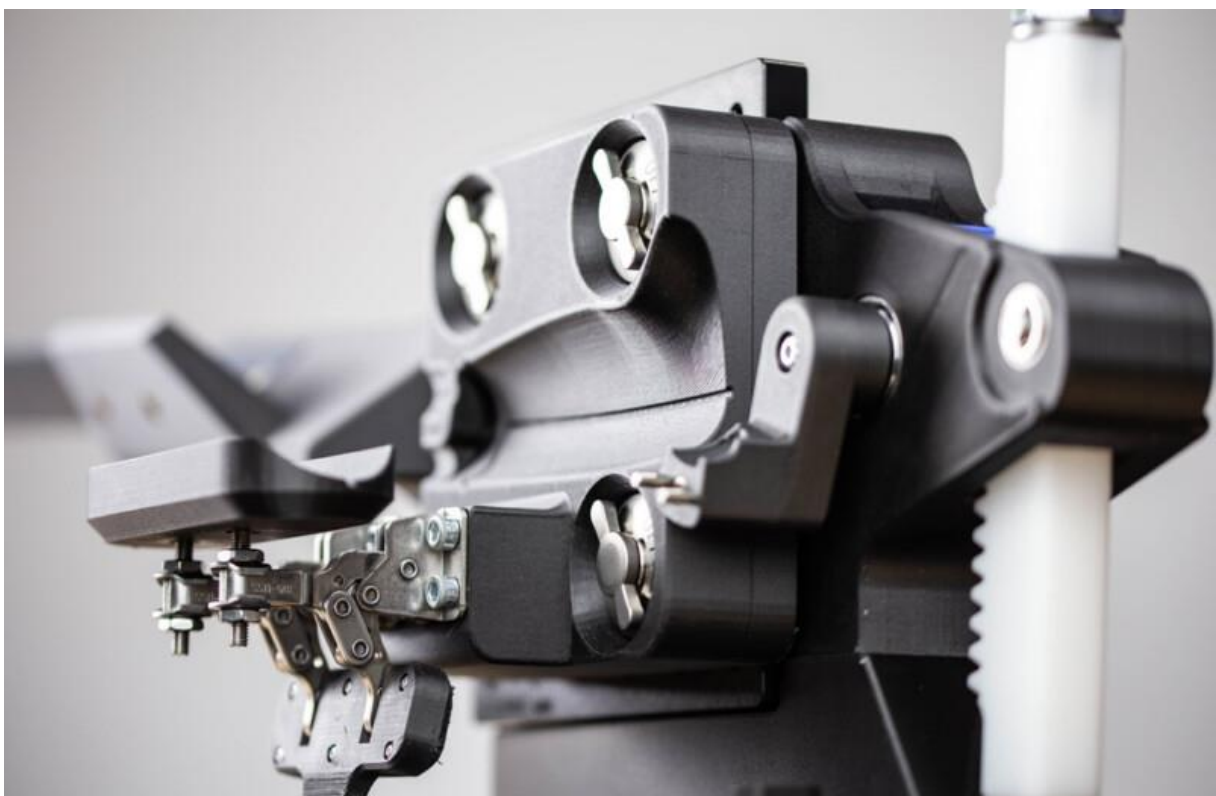
Frühzeitig wurden bei Pipeline Design & Engineering bereits Experimente mit dem 3D-Druck durchgeführt. Bevor sie die **Markforged 3D-Drucker** einsetzen, hatten sie einige SLA 3D-Drucker anderer Hersteller im Besitz. Diese Maschinen waren akzeptabel, allerdings konnten sie nicht die gewünschte Zuverlässigkeit liefern. Die Auswahl an

Materialien war ebenfalls stark begrenzt, was die Anwendungsmöglichkeiten sehr einschränkte. Einer der Aspekte, die Moncur an diesen SLA 3D-Druckern sehr missfiel, war der hohe Arbeitsaufwand für die Wartung und Instandhaltung. Die 3D-Drucke scheiterten häufig und es war anschließend erforderlich den 3D-Drucker von dem klebrigen Harzmaterial zu reinigen, damit die Maschine wieder in Betrieb genommen werden konnte. Moncur empfand dies als äußerst lästig und konnte seine Zeit nicht effektiv nutzen.

Im Gegensatz dazu war Moncur bei der Inbetriebnahme des **Markforged Mark Two 3D-Druckers** beeindruckt von dessen außerordentlichen Zuverlässigkeit, da der **Markforged Mark Two** nahezu ganz ohne Ausfälle fertigte.

Bevor Pipeline Design & Engineering mit dem ersten Druckproblem konfrontiert wurde, konnten bereits mehr als 100 Komponenten erfolgreich 3D gedruckt werden. Im Vergleich zu den bisher genutzten 3D-Druckern, ist der **Markforged Mark Two** äußerst wartungsarm, was einen enormen Unterschied für das Unternehmen macht.

Da Pipeline Design & Engineering ein kleines Unternehmen ist, war Aaron Mocer anfangs etwas besorgt darüber, eine größere Investition zu tätigen. Nach dem ersten erfolgreichen Druck war es jedoch offensichtlich, dass sich diese Investition lohnen würde. Bereits nach ungefähr sechs Monaten amortisierten sich die Investitionskosten.



Dieses Bild zeigt eine mittels 3D-Druck gefertigte Vorrichtung, welche in Kombination mit einem Instron-Prüfrahmen eingesetzt wurde für die Übersetzung einer linearen Kraft in eine Rotationskraft. Damit konnte die Bestätigungstaste eines medizinischen Geräts für Messungen betätigt werden.

Markforged 3D-Druck transformiert Anwendungen in der Produktentwicklung und der Teilefertigung

Das erste Projekt umfasste die Entwicklung eines Tablettisches für den Einsatz in der Automobilindustrie. Etwa zwölf verschiedene Komponenten waren als Prototypen erforderlich, wobei eine beträchtliche Anzahl davon struktureller Natur war. Früher hätten diese Teile aufwendig maschinell in Auftrag gegeben werden müssen, was sowohl einen erheblichen finanziellen Aufwand in Höhe von mehreren Tausend Dollar als auch eine Wartezeit von mehreren Wochen bis zur Lieferung bedeutet hätte.

Durch den Einsatz der fortschrittlichen **Markforged 3D-Drucktechnologie** konnte Pipeline Design & Engineering jedoch alle Teile in einem einzigen 3D-Druckvorgang herstellen. Innerhalb von etwa eineinhalb Tagen standen sämtliche Komponenten, einschließlich der Strukturteile zur Verfügung und konnten direkt montiert und getestet werden. Dieser Durchbruch war wirklich beeindruckend und faszinierend für Moncur. Es war unglaublich zu sehen, wie schnell und kosteneffizient das Projekt abgeschlossen werden konnte. Innerhalb von lediglich eineinhalb Tagen und zu einem Bruchteil der Kosten im Vergleich zu den herkömmlichen Herstellungsmethoden konnte das Ergebnis erzielt werden, für das früher mindestens drei Wochen und erheblich höhere Ausgaben benötigt wurden.

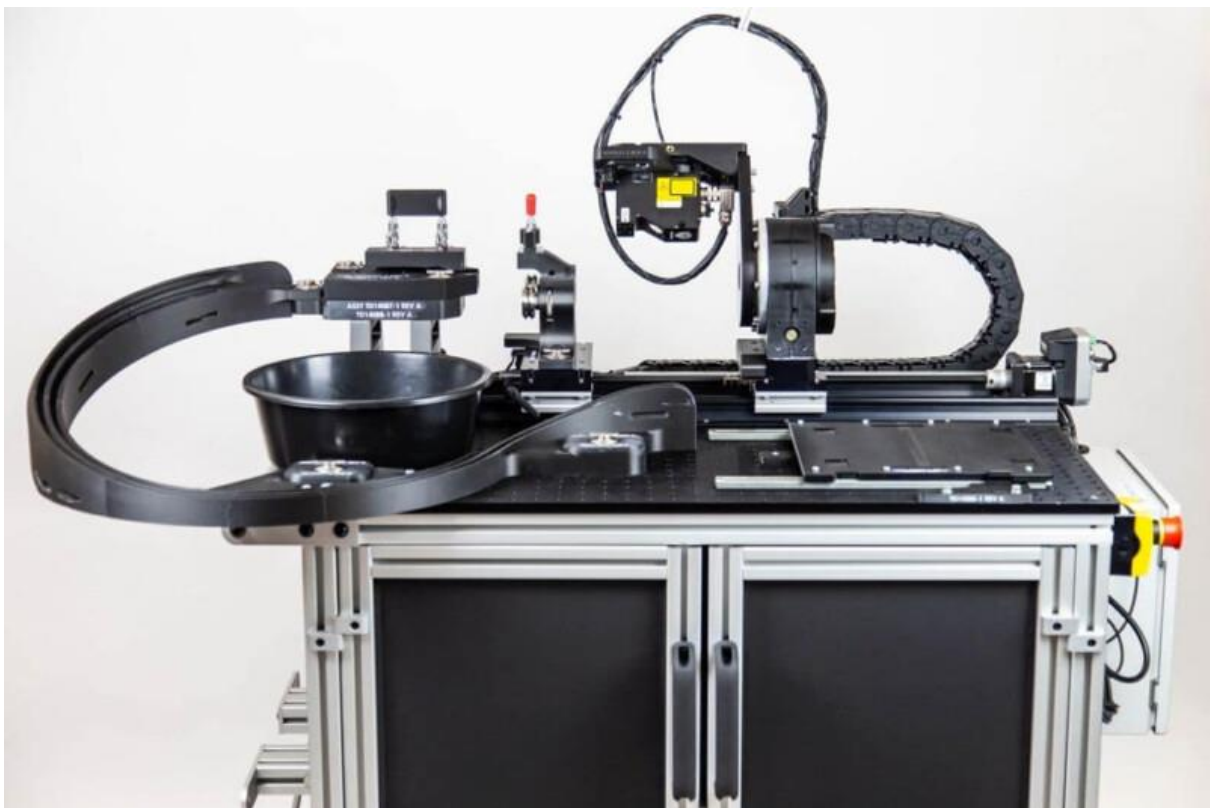
Bei der Produktion mit Hilfe herkömmlichen Fertigungsmethoden anstelle des **Markforged Mark Two 3D-Druckers** wäre die Mehrzahl der Komponenten des Projekts höchstwahrscheinlich aus Aluminium oder Edelstahl gefertigt worden und möglicherweise mit einigen Delrin-Teilen. Dadurch hätten die zwölf Teile vermutlich etwa zwischen 3.000 und 4.000 Dollar gekostet. Darüber hinaus hätte das Team mindestens drei Wochen auf die Lieferung der Teile warten müssen.

Dank des **Mark Two 3D-Druckers** betragen die Materialkosten jedoch weniger als 500 Dollar und zusätzlich konnte enorm viel Zeit gespart werden, da die Herstellung all dieser Teile nur circa anderthalb Tage dauerte.

Der Markforged 3D-Drucker konnte weit über seinen ursprünglichen Einsatzzweck hinaus genutzt werden, was einen Paradigmenwechsel für das Unternehmen darstellte. Mit dem **Markforged Mark Two** waren sie nun in der Lage eine Vielzahl der Teile selbstständig, schnell und kostengünstig zu fertigen.

Dies bot Pipeline Design & Engineering eine neue Einkommensquelle, indem die eigens 3D-gedruckten Teile verkauft werden konnten. Zwar bestellt die Firma immer noch ein paar Teile bei Maschinenhändlern, allerdings kommt in den meisten Fällen der In-House 3D-Druck zum Einsatz, wodurch viel Zeit und Geld gespart werden.

Ein besonders gutes Beispiel hierfür ist ein Projekt mit dem Auftragswert von einer Viertelmillion Dollar. Dabei sollte ein maßgeschneidertes Inspektionsgerät für ein Kunden in der Medizintechnik entwickeln werden. Die Mehrzahl der kundenspezifischen Teile für jene Prüfstation wurde letztendlich 3D-gedruckt. Es handelte sich um eine beträchtliche Anzahl von Teilen, in etwa 50-60 Stück.

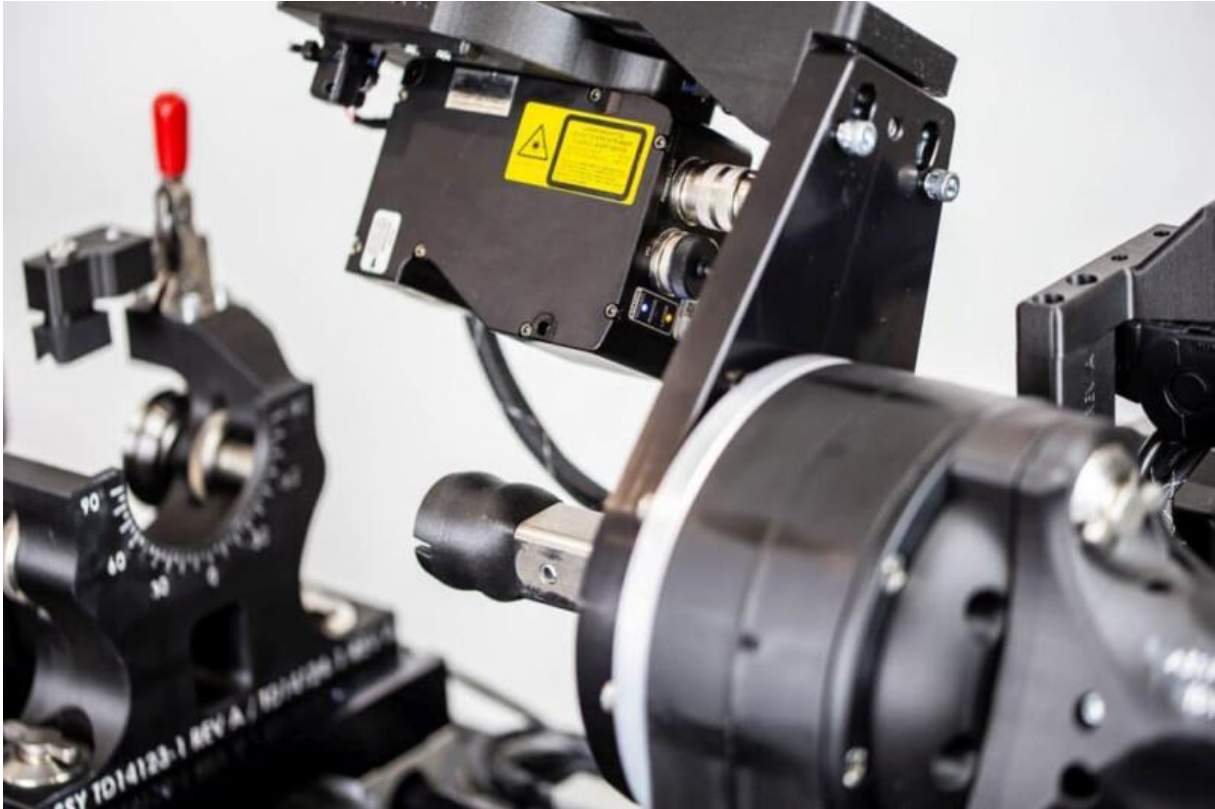


In diesem fertigen Prüfwagen wurden verschiedene medizinische Geräte untergebracht, die unterschiedliche Funktionen wie beispielsweise die Drehmomentaufnahme, Wellendrehzahl, Wellengeradheit und den Druckabfall qualifizierten. Die Mehrheit der maßgeschneiderten Komponenten dieses Wagens wurde mithilfe des **Markforged Mark Two 3D-Druckers** hergestellt.

Der entscheidende Vorteil der additiven Fertigung bestand darin, dass durch die Herstellung dieser 50-60 individuellen Komponenten mehr als 30.000 Dollar und mehrere Monate an Zeit eingespart werden konnten. Mit der Umsetzung eines derart ambitionierten Projekts, bei dem so viele 3D gedruckte Teile zum Einsatz kamen, profitiert man nicht nur von erheblichen Kosteneinsparungen. Zudem kann das fertige Erzeugnis ebenso mehrere Monate früher an den Kunden gesendet werden. Dies stellt daher auch einen erheblichen Vorteil für die Kunden dar.

Zusätzlich gab es spezielle funktionale Anforderungen an die Komponenten dieses Prüfgeräts. Ein besonders präzises Teil auf der Prüfstation verfügte über eine Laser-Vision-Kamera. Diese Kamera sollte einen Druckabfalltest durchführen und die Drehzahl einer Welle an dem medizinischen Gerät messen, sodass das Eingangsdrehmoment ermittelt werden konnte. Die Prüfstation sollte zusätzlich auch circa fünf unterschiedliche medizinische Geräte dieser Art aufnehmen.

Nach der Auslieferung der Station bemerkte der Kunde, wie gut sich sämtliche Teile im Einsatz machten und den täglichen Anforderungen standhielten. Dadurch waren die Kunden von den 3D gedruckten Komponenten überzeugt. Sie forderten Pipeline Design & Engineering auf, zukünftig so viele Teile wie möglich mittels 3D-Druck zu fertigen, um ebenfalls von den Vorteilen der Kosteneinsparungen und der Zeitersparnis zu profitieren.



Aus Kohlefaser 3D gedruckte Komponenten für eine fixierte Halterung eines Laser-Vision-Systems während der Inspektion von Geräten

Die Investition in den **Markforged Mark Two 3D-Drucker** hatte eine revolutionäre Auswirkung auf die Geschäftsabläufe und das Vorgehen des Unternehmens.

Inzwischen wird so viel wie möglich mittels 3D-Druck hergestellt, da die Kunden stets nach Kosteneinsparungen suchen und dieser Kostendruck sich auch auf Pipeline Design & Engineering auswirkt. Deshalb ist es unerlässlich, Möglichkeiten zu finden, mit denen ihre Kosten reduziert werden können.

In dieser Hinsicht hat Markforged dem Unternehmen laut Moncur enorm geholfen. Sie sind durch den 3D-Drucker nicht nur in der Lage ihre Kosten zu reduzieren, sondern auch die Durchlaufzeit zu verkürzen. Darüber hinaus war der **Mark Two** für die Firma ebenfalls bei der Prototypenentwicklung eine große Unterstützung. Die Ingenieure des Teams sind nun in der Lage Prototypen sofort 3D zu drucken und anschließend zu testen. Eine Idee entsteht, sie wird durch 3D-Druck umgesetzt, getestet, und wenn sich herausstellt, dass ein Aspekt nicht wie erwartet funktioniert, kann das Design im Handumdrehen überarbeitet werden und über Nacht erneut mit Hilfe von 3D-Druck gefertigt werden. Am darauffolgenden Tag steht dann bereits eine neue Iteration zur Verfügung.

In der früheren Zusammenarbeit mit Händlern für Maschinen konnten auch schnelle Durchlaufzeiten zwischen circa drei und fünf Tagen bis zur Lieferung realisiert werden. Dies ist trotzdem noch länger als die interne Fertigung mittels 3D-Druck und war zudem viel teurer. Ein exemplarisches Projekt, das Pipeline Design & Engineering für ein großes Unternehmen in der Medizintechnik durchgeführt hat, verdeutlicht den Unterschied der Methoden. Innerhalb zwei Wochen konnte eine neue Version einer Komponente 3D gedruckt und nahezu täglich getestet werden. Zum Schluss wurde durch die rapiden Iterationen die ideale Geometrie für das entscheidende Teil mit mehreren unterschiedlichen Bauteilen gefunden werden. Bei diesem Teil handelte es sich um eine rotierende Scheibenkomponente, die um ein Kugelgelenk bewegt werden musste und durch die zudem Luft strömte, vergleichbar mit einem invertierten Air-Hockey-Tisch.

Es handelte sich um eine derart signifikante Verbesserung im Vergleich zu den zuvor eingesetzten Hilfsmitteln, sodass der Kunde daraufhin ihren vollständigen Vorrat dieser Werkzeuge austauschte. Dabei handelte es sich um ungefähr 15 Teile aus gefrästem Aluminium, wobei solche Werkzeuge üblicherweise sehr hochpreisig sind. Dies verdeutlicht, dass die 3D-gedruckten Komponenten eine weitaus überlegene Leistung boten.

Dieses Ergebnis war das Resultat einer Kombination aus verschiedenen Faktoren. Sowohl die Qualität des **Mark Two 3D-Druckers** und der verwendeten **Markforged Materialien** spielten eine Rolle, als auch die Möglichkeit, Prototypen schnell und effizient fertigen zu können.

Wenn es darum geht, den Erfolg dieses Projekts zu bewerten, kann man den Anteil der Qualität des 3D-Druckers und der Materialien im Vergleich zur effizienten Durchführung vieler Iterationen betrachten. Nach Moncurs Einschätzung sind etwa 80% des Erfolgs auf die Qualität des 3D-Drucks zurückzuführen, während die Möglichkeit, zahlreiche Iterationen durchzuführen, einen Anteil von etwa 20% ausmacht.

Außerdem trug die Verwendung von Endlosfaserverstärkung (CFR) in den Teilen zum Erfolg bei. Aufgrund des Einsatzes von kontinuierlicher Faserverstärkung mittels Kohlefaser konnten die Lieferfristen eingehalten werden, da es überflüssig wurde Teile an eine externe Werkstatt zu senden. Besonders bei der Herstellung der oben erwähnten Prüfstation war dies ein entscheidender Faktor. Der Auftrag ging nämlich

an einem Donnerstag ein und sollte bereits am darauffolgenden Dienstag geliefert werden, was unter normalen Bedingungen nicht möglich gewesen wäre.

Die Inspektionsstation erforderte eine strukturelle Halterung von hoher Steifigkeit, und das Design musste geändert werden. Da die Zeit für eine erneute Fertigung des Teils aus Aluminium nicht gereicht hätte, wurde dies mittels **Markforged 3D-Druck** gefertigt. Dabei wurde dies mit einer kompletten Kohlefaserverstärkung produziert, was optimal für den Zweck geeignet war. Daher erfüllte das Teil die Anforderungen bestens und funktionierte einwandfrei. CFR war außer Frage einer der Hauptfaktoren, die Moncurs Team ermöglichten, die Lieferung pünktlich zu tätigen.

Zu den Erfahrungen mit der **Markforged Eiger-Slicing Software** meint Moncur: „*Wir lieben die Software aus Sicht der Benutzer.*“

Besonders für unterwegs ist die Möglichkeit des cloudbasierten Arbeitens der **Markforged Eiger Software** äußerst hilfreich. Die Ingenieure aus dem Team, welche für den 3D-Druck zuständig sind, sind begeistert von der Option, ortsunabhängig Startbefehle für den 3D-Druck geben zu können. Das kann den Unterschied bringen, ob ein Teil am folgenden Tag bereit für den Test ist oder nicht.

Aufgrund der unternehmensinternen Fertigung ist das Unternehmen auch in der Lage, sehr kurzfristige Änderungen für die Kunden umzusetzen, ohne dass Verzögerungen beim Versand in Kauf genommen werden müssen. Ein Beispiel dafür ist die Lieferung der elektronischen Prüfvorrichtung an einen Kunden, der kurzfristig bemerkte, dass eine andere Kamerahalterung erforderlich war als jene, die anfangs für diesen Zweck entwickelt wurde. Die Anpassung musste unverzüglich durchgeführt werden, da ein Kundentreffen mit Präsentation der Halterung bevorstand.

Innerhalb eines Tages wurde die Änderung am Design durchgeführt. Allerdings blieb jedoch keine Zeit, das Bauteil zu fertigen und zu verschicken, da der Kunde außerhalb des Landes weilte. Aus diesem Grund wurde das aktualisierte Teil als STL-Exportdatei an den Kunden übermittelt. Da der Kunde über einen eigenen Markforged 3D-Drucker verfügte, konnte er das neue STL-Modell in der **Markforged Eiger Software** einfach wieder uploaden und das benötigte Teil 3D drucken. Sowohl die Passform als auch alle weiteren Aspekte passten sofort einwandfrei, wodurch das gesamte Teil rechtzeitig für den Kunden des Kunden fertiggestellt werden konnte.



Nach der Aktualisierung der auf dem obigen Bild zu sehenden Barcode-Scanner-Halterung sandte Moncur und sein Team die entsprechende Datei an den Kunden, der sie auf seinem 3D-Drucker fertigte. Dadurch konnte er seinem eigenen Kunden die Vorrichtung bereits am darauffolgenden Tag präsentieren, was sowohl Zeit als auch Aufwand für alle Beteiligten einsparte.

Häufig haben Kunde immer noch große Bedenken beim Einsatz von 3D-gedruckten Teilen, da sie an ihrer Stärke zweifeln. Auch Pipeline Design & Engineering hatte damit zu kämpfen. Allerdings konnte das Unternehmen auch die anspruchsvollsten Kunden mit den Markforged 3D-Druckkomponenten überzeugen.

Nach wie vor besteht die Herausforderung darin, die Kunden davon zu überzeugen, dass diese Komponenten tatsächlich eine ausreichende Festigkeit aufweisen. Ein anschauliches Beispiel hierfür ist die von Pipeline Design & Engineering entwickelte Testvorrichtung für eine Feuerwaffe, beziehungsweise einem automatisierten Maschinengewehr. Diese Vorrichtung zielte darauf ab, das Abfeuern und Nachladen des Maschinengewehrs zu automatisieren.

Aufgrund der hohen, mechanischen Wucht des Gewehrs äußerten die Kunden Bedenken hinsichtlich der Verwendung von 3D-gedruckten Komponenten, da dies mit vielen abrasiven Bewegungen einhergeht. Diese Bedenken seitens des Kunden waren verständlich, insbesondere beim Einsatz eines Maschinengewehrs. Jedoch mussten irgendwann die Zeitpläne des Projekts beschleunigt werden. Dabei war dies nur möglich, wenn gewisse Teile mittels 3D-Druck hergestellt werden. Anfangs lehnten die Kunden diese Möglichkeit vehement ab, doch letztendlich gab es keine andere Option, um die neuen Fristen einzuhalten.

Daraufhin willigten die Kunden ein, einige Komponenten mittels 3D-Druck zu fertigen und einzusetzen. Bis jetzt erhielt Pipeline Design & Engineering keine Anfrage für Ersatz dieser Teile. Im Gegenteil, das Unternehmen wurde darüber informiert, dass die Teile den Lebensdauertest mit etwa einer halben Million Zyklen erfolgreich bestanden haben.

Expertise und Informationen - Besuche unsere Website oder kontaktiere uns direkt!

Du hast weitere Fragen zu den Produkten aus der Case Study? Dann besuche gerne unsere Website www.3d-model.com für weitere Informationen oder melde dich direkt bei den Fachexperten von 3D-MODEL an einem unserer Standorte:

3D-MODEL GmbH

Franz-Lehar-Straße 1
88339 Bad Waldsee
Deutschland
Tel.: +49 7524 46424 0
E-Mail: info@3d-model.com

3D-MODEL AG

Marmorgasse 9
8004 Zürich
Schweiz
Tel.: +41 43 243 9036
E-Mail: info@3d-model.com

Über 3D-MODEL:

Als auf den Vertrieb von 3D-Druckern, 3D-Scannern und 3D-Software spezialisiertes Unternehmen begleiten wir unsere Kunden in Deutschland und der Schweiz bei der Optimierung ihrer Produktionsprozesse. Wir beraten diese von der Datenaufnahme bis hin zum Endanwendungsteil. Sowohl KMUs als auch Großunternehmen erhalten durch die Integration unserer innovativen Technologien von der Entwicklung bis hin zur Herstellung des funktionalen Bauteils eine enorme Effizienzsteigerung.