

Erster 3D gedruckter Fahrradrahmen aus Titan Eine Kooperation von Renishaw und Empire Cycles



Der Rahmen wurde im additiven Laserschmelzverfahren in Teilstücken aus einer Titanlegierung gefertigt und zusammengefügt. Das bietet eine Reihe an Vorteilen:

- | | |
|-------------------------------------|--|
| Gestaltungsfreiheit | <ul style="list-style-type: none">• Schnelle Iterationen; Flexibilität, Designverbesserungen bis kurz vor der Produktion durchführbar;• Komplexe Topologieoptimierung bis hin zur Bionik (siehe nächste Seite)• Optimale kundenspezifische Anpassung - sogar in der Serienproduktion |
| Konstruktion | <ul style="list-style-type: none">• Komplexe Geometrien mit integrierten Verstärkungen• Vielfältige Möglichkeiten des Leichtbaus• Integrierte Merkmale, wie z.B. Name des Fahrers |
| Hochleistungs-Titanlegierung | <ul style="list-style-type: none">• Sattelstützhalter 44% leichter als die Version aus Aluminiumlegierung• Extrem stark – geprüft nach EN 14766• Korrosionsbeständig und langlebig |

Diese Vorteile lassen sich vielleicht auch auf Ihre spezielle Applikation übertragen!

Empire Cycles

Empire Cycles ist ein einzigartiger, britischer Entwickler und Hersteller für Fahrräder in Nordwestengland. Das Unternehmen fertigt mit Leidenschaft hochwertige Produkte und bietet Mountainbikern und Downhill-Bikern innovative Designs.

Was ist eine topologische Optimierung?

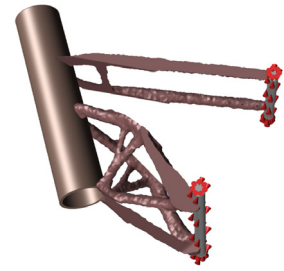
Aus dem griechischen Wort für Ort "topo"; Topologieoptimierungs-Software sind Programme, die verwendet werden, um den "logischen Ort" für Material zu bestimmen - in der Regel unter Verwendung aufeinanderfolgender Schritte und einer Finite-Elemente-Analyse. Material wird aus den Bereichen mit geringer Belastung so lange entfernt, bis ein optimiertes Design für Stützlasten entsteht. Das daraus resultierende Modell ist sowohl leicht (aufgrund des geringen Volumens) als auch stabil.

Die historische Herausforderung bei der Herstellung dieser Formen wird mithilfe der additiven Fertigung, bei der physische 3D-Modelle realisiert werden, überwunden.

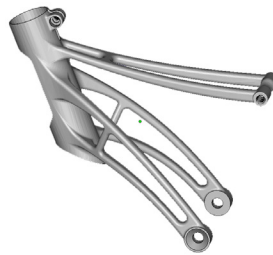
Durch die Zusammenarbeit von Renishaw und Empire Cycles konnte das Fahrraddesign für die additive Fertigung optimiert werden und viele der nach unten zeigenden Oberflächen, die sonst unnötige Stützkörper benötigt hätten, eliminiert werden.



1. CAD-Modell einer Sattelstütze als Gussteil aus Aluminiumlegierung



2. Topologische Optimierung anhand von Altair's solidThinking Inspire® 9.5 Software



3. Neues Design von Empire Cycles unter Verwendung des optimierten CAD-Modells als Vorlage



4. Hergestellt aus Titanlegierung auf einem Renishaw AM250 Laserschmelzsystem

Projektzeitplan

Der 20-wöchige Zeitplan des Projekts war knapp und hebt die Fähigkeiten der additiven Fertigung hervor, da keine Werkzeuge oder spezifisches Material vorbestellt werden musste.

Woche 1 - Empire Cycles besucht Renishaw

Woche 3 - Design und topologische Optimierung des Sattelstützhalters

Woche 6 - Entscheidung zur Fertigung des kompletten Fahrradrahmens

Woche 7 - Konstruktionsstart des kompletten Fahrradrahmens

Woche 8 - TCT Show, Fachartikel über 3D gedrucktes Fahrrad aus Kunststoff

Woche 14 - Partnerschaft mit Mouldlife und 3M

Woche 16 - fertiggestelltes Design der ersten Rahmenkomponenten

Woche 17 - erstes Fertigungslos, drei von fünf Rahmenteilen gebaut

Woche 18 - zweites Fertigungslos, verbleibende Teile gebaut

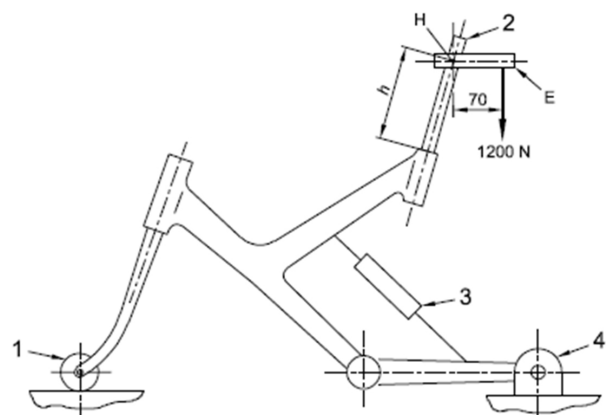
Woche 20 – auf der Euromold 2013 ausgestellt

Optimale Festigkeitseigenschaften

Bei einer Verarbeitung mit additiven Fertigungsverfahren besitzen Titanlegierungen eine Zugfestigkeit von über 900 MPa, sowie eine nahezu perfekte Dichte von mehr als 99,7%; dies ist besser als jedes Gussverfahren und, da die Restporosität sowohl klein als auch kugelförmig ist, hat sie wenig Einfluss auf die Festigkeit.

Ziel des Projektes ist es, ein voll funktionsfähiges Fahrrad herzustellen; der Sattelstützhalter wurde gemäß Norm EN 14766 (Mountainbikes) geprüft und hat 50.000 Zyklen von 1.200 N standgehalten. Weitere Prüfungen, mit bis 6-fach höherer Belastung als die Norm erfordert, konnten ohne Ausfall durchgeführt werden.

Darüber hinaus ist gegenwärtig die Dauerfestigkeit gegenstand aktueller Untersuchungen, sowohl im Labor (Kooperation mit Bureau Veritas UK) als auch am Berg unter Verwendung von tragbaren Sensoren, (Kooperation mit der Swansea University).



Grafik - Dauerprüfung Vertikalkraft

1. Freilaufende Rolle
2. Stahlstab
3. Gesperrte Federeinheit bzw. festes Bindeglied für schwenkbare Kettenstreben
4. Starre, schwenkbare Halterung für Befestigungspunkt der Hinterachse

Ultimativer Leichtbau

Titanlegierungen haben eine höhere relative Dichte als Aluminiumlegierungen (ungefähr 4 g/cm^3 Titan, bzw. 3 g/cm^3 Aluminium). Die einzige Möglichkeit, eine Gewichtsreduktion an einem Originalbauteil aus Aluminium durch die Verwendung einer Titanlegierung zu erzielen, besteht also in einer wesentlichen Designänderung. Beim Ansatz für Leichtbaustrukturen wird jegliches Material, welches nicht zur Festigkeit des Bauteils beiträgt entfernt.

Der originale Sattelstützhalter aus Aluminiumlegierung hat eine Masse von 360 g und die hohle Version aus Titan 200 g - eine Gewichtseinsparung von 44%. Dies ist aber nur der erste Schritt, weitere Ansätze, z.B. die forcierte Anwendung bionischer Strukturen mit komplexen Innengeometrien, versprechen weitere Einsparungen des Bauteilgewichts.

Der ursprüngliche Fahrradrahmen hat ein Gewicht von 2.100 g. Nach der Neugestaltung, zur Anwendung von additiven Fertigungsverfahren, fiel das Gewicht auf 1.400 g - eine Gewichtseinsparung von 33%.

Zwar gibt es leichtere Fahrräder aus Kohlefaser, aber Chris Williams, Geschäftsführer bei Empire Cycles hat seinerseits gute Gründe gegen die Verwendung dieses Werkstoffes: "Die Lebensdauer von Kohlefaser steht in keinem Vergleich zu einem Metallfahrrad. Kohlefaser eignet sich wunderbar für Straßenräder, aber wenn man sich Berghänge runterstürzen möchte, riskiert man damit Beschädigungen am Rahmen. Meine Fahrräder sind überspezifiziert, um sicherzugehen, dass keine Mängelansprüche aufkommen."



Komplett montiertes Fahrrad mit einem 3D gedruckten Rahmen & Sattelstützenadapter aus einer Titanlegierung

Wie wurde das Projekt realisiert?

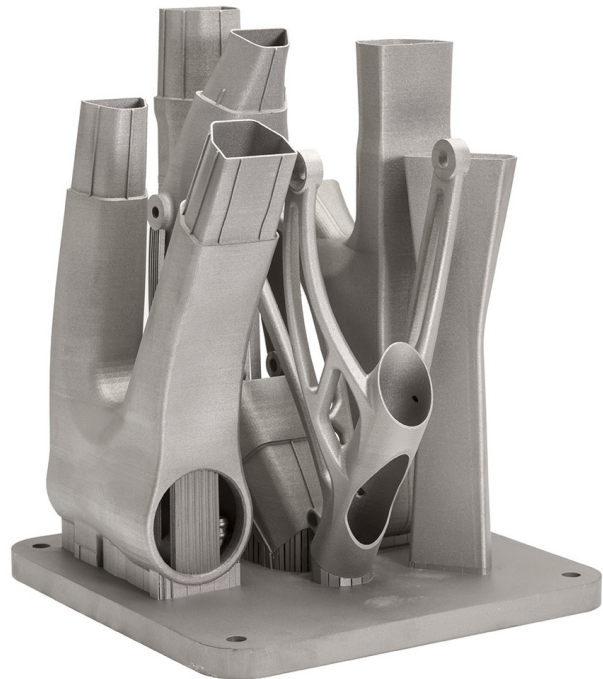
Chris hatte bereits ein 3D-gedrucktes Modell (Maßstab 1 : 1) seines aktuellen Rads hergestellt, bevor er mit Renishaw in Kontakt trat. Er wusste also ziemlich genau, was er erreichen wollte.

Renishaw hatte ursprünglich zugestimmt, nur den Sattelstützhalter zu optimieren und herzustellen. Nachdem dies so erfolgreich vonstatten ging, wurde entschieden, dass der nächste Meilenstein durch einen im Laserschmelzverfahren hergestellten Fahrradrahmen definiert werden sollte. Renishaws Anwendungsspezialisten haben Chris sodann beraten, worauf hin dieser sofort eine Idee für ein neues Design hatte. Der Rahmen wurde in Segmente aufgeteilt, damit die 300 mm Bauhöhe der AM250 Anlage voll ausgenutzt werden konnte.

Der wesentliche Vorteil für Empire Cycles liegt in der Leistungsüberlegenheit, die diese Bauweise mit sich bringt. Das Design verfügt über alle Vorteile von gepresstem Stahl in Schalenbauweise, wie es für Motorräder und Autos verwendet wird, ohne jedoch in die Werkzeuge investieren zu müssen, was für einen kleinen Hersteller nicht tragbar wäre.

Die potenzielle Leistung wurde noch nicht vollständig erforscht, aber wir hoffen auf eine Weiterentwicklung des Projekts. Da keine Werkzeuge erforderlich sind, können kontinuierlich Verbesserungen am Design problemlos durchgeführt werden. Vorteilhafter Weise basieren die Komponentenkosten im Laserschmelzverfahren nicht auf der Komplexität, sondern ausschließlich auf dem Bauteilvolumen. Dadurch wird die Herstellung von komplexen Leichtbaustrukturen mit einem minimalen Kostenaufwand möglich.

Nachforschungen im Bereich Fügeverfahren führten dazu, dass das Haftmittel von Mouldlife geliefert und durch 3M, die technischen Spezialisten, die Prüfeinrichtungen bereitgestellt wurde. Wir werden dies zusammen weiter entwickeln und uns iterative Verbesserungen in Bezug auf die Fügeverfahren, wie z.B. spezifische Oberflächenbeschaffenheiten, vornehmen.



Baujob der Einzelsegmente des Rahmens & der Sattelstütze

Laufäder, Antrieb und Komponenten zur Fertigstellung des Fahrrads wurden von Hope Technology Ltd geliefert.

Dieses Projekt hat gezeigt, dass durch eine enge Zusammenarbeit mit dem Kunden sehr gute Ergebnisse erzielt werden können. Wenn Sie eine Komponente haben, die von der additiven Fertigung profitieren könnte, kontaktieren Sie bitte Ihre Renishaw-Niederlassung für weitere Informationen.

Über Renishaw

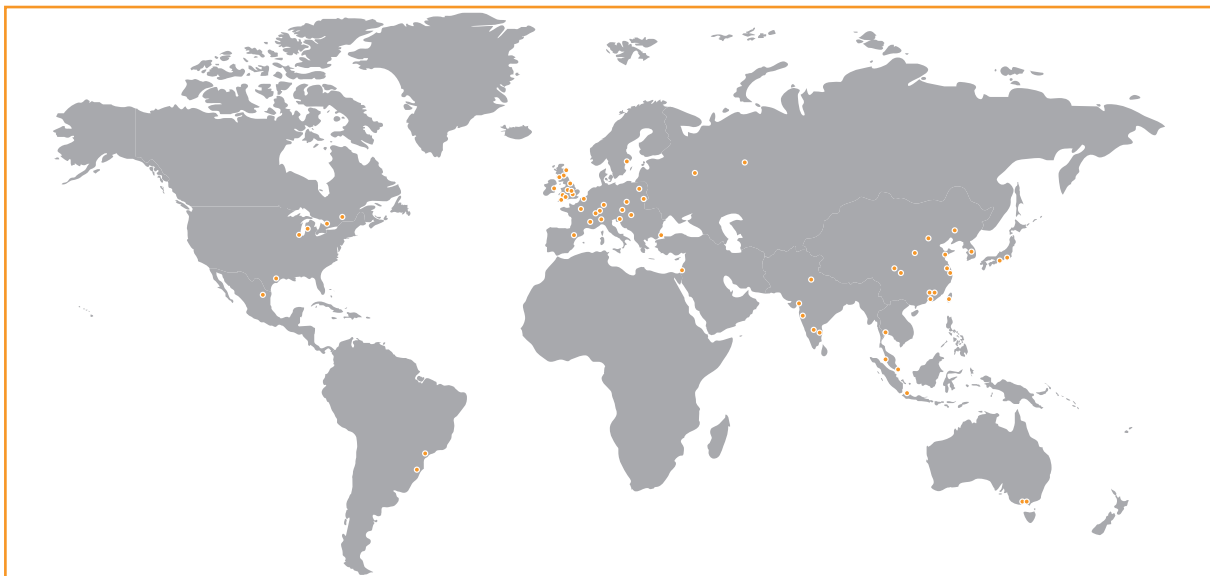
Renishaw ist ein weltweit marktführendes Unternehmen im Bereich Fertigungstechnologie und steht für Innovationen in Produktentwicklung und -fertigung. Seit der Gründung im Jahre 1973 liefert Renishaw Spitzenprodukte zur Steigerung der Prozessproduktivität und Erhöhung der Produktqualität und bietet kostengünstige Automatisierungslösungen an.

Ein weltweites Netzwerk an Tochtergesellschaften und Vertretungen bietet den Kunden vor Ort einen schnellen und kompetenten Service.

Produkte:

- Generative Fertigung, Vakuumgießen sowie Spritzgusstechnologien für Entwicklung, Prototypenbau und Kleineserienproduktion
- Hochleistungswerkstoffe mit einer Vielzahl an Anwendungen in den verschiedensten Bereichen
- CAD/CAM, Scanner und Fertigungssysteme für die Dentaltechnik
- Mess-Systeme für hochgenaue Weg-, Winkel- und rotatorische Positionsbestimmung
- Aufspannsysteme für Koordinatenmessmaschinen und Prüfgeräte
- Fertigungsnahe Prüfgeräte für Serienteile
- Hochgeschwindigkeits Lasermessungen und Überwachungssysteme für den Einsatz in rauen Umgebungen
- Laserinterferometer und Kreisformmesssysteme zur Prüfung der Genauigkeit von Werkzeugmaschinen und Koordinatenmessgeräten
- Roboter für neurochirurgische Anwendungen
- Messtastersysteme und Software zum automatischen Einrichten, Überwachen und Messen auf CNC-Werkzeugmaschinen
- Raman-Spektroskopie-Systeme für zerstörungsfreie Materialanalyse
- Sensoren-Systeme und Software für Messungen auf KMGs
- Tastereinsätze für Messanwendungen auf KMGs und Werkzeugmaschinen

Weltweite Kontaktinformationen finden Sie auf unserer Website www.renishaw.de/Renishaw-Weltweit



RENISHAW IST UM DIE RICHTIGKEIT UND AKTUALITÄT DIESES DOKUMENTS BEMÜHT, ÜBERNIMMT JEDOCH KEINERLEI ZUSICHERUNG BEZÜGLICH DES INHALTS. EINE HAFTUNG ODER GARANTIE FÜR DIE AKTUALITÄT, RICHTIGKEIT UND VOLLSTÄNDIGKEIT DER ZUR VERFÜGUNG GESTELLTEN INFORMATIONEN IST FOLGLICH AUSGESCHLOSSEN.

©20xx Renishaw plc. Alle Rechte vorbehalten.

Renishaw behält sich das Recht vor, technische Änderungen ohne Vorankündigung vorzunehmen

RENISHAW und das Messtaster-Warenzeichen, wie sie im RENISHAW-Logo verwendet werden, sind eingetragene Warenzeichen von Renishaw plc im Vereinigten Königreich und anderen Ländern.

apply innovation sowie Namen und Designationen von anderen Renishaw Produkten und Technologien sind Warenzeichen der Renishaw plc bzw. ihrer Tochtergesellschaften.

Alle anderen Handelsnamen und Produktnamen, die in diesem Dokument verwendet werden, sind Handelsnamen, Schutzmarken, oder registrierte Schutzmarken, bzw. eingetragene Warenzeichen ihrer jeweiligen Eigentümer.



H - 5800 - 1058 - 02 - B

Veröffentlicht 0214 Artikel-Nr. H-5800-1058-02-B