

Produktentwicklung komplexer Motorhaubenscharniere mit Generative Design beschleunigen

Automobilbau: Komplexe Scharniere für Sportwagen mit integriertem Leichtbaudesign ermöglichen



In einem gemeinsamen Innovationsprojekt haben EDAG Engineering, voestalpine Additive Manufacturing Center und Simufact ein konventionell konstruiertes Scharnier einer Motorhaube optimiert und für die additive Fertigung neu entwickelt. Das mit MSC Apex Generative Design generierte Ergebnis ist erheblich leichter und setzt signifikant weniger Bauteile ein.

Scharniere sind in den meisten Fällen simple Bauteile mit einfacher Funktion. Aufwändiger wird es, wenn diese eine besondere Kinematik erlauben und im begrenzten Motorraum eines Autos Platz finden sollen.

Diese Art der Scharniere sind jedoch deutlich größer und können in der Form meist nicht in kleinen Autos oder Sportwagen verbaut werden. Zusätzlich sind sie erheblich schwerer, sodass weiteres Gewicht in das Auto eingebracht wird – entgegen der aktuellen Notwendigkeit, Autos für einen geringeren Verbrauch leichtgewichtiger zu gestalten. Die komplexe Kinematik führt zu einer hohen Bauteilanzahl von 20-40 Bauteilen pro Scharnier und mit konventionellen Verfahren sind kleine Stückzahlen solcher Baugruppen wirtschaftlich nicht durchführbar.



Gewichtsintensives, konventionelles Design eines Motorhaubenscharniers mit hoher Bauteilanzahl

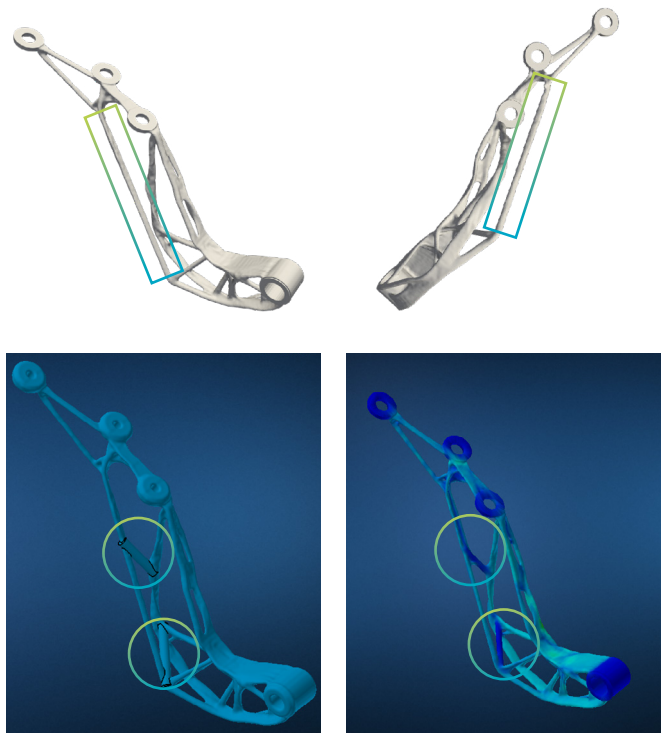
Ziel und Herausforderung des Innovationsprojektes war es daher ein Maximum an Leichtbau zu erzielen und mit hochgradiger Funktionsintegration die Anzahl der Bauteile stark zu reduzieren sowie gleichermaßen eine funktionierende Kinematik zu gewährleisten. Das vorliegende Scharnier wurde dazu in einen oberen und unteren Teilbereich eingeteilt und getrennt voneinander betrachtet. Das Team nutzte die vielseitigen Möglichkeiten der additiven Fertigung, um das Bauteil neu zu durchdenken, neu zu designen und schließlich additiv herzustellen.

an der die Verbindung entstehen sollte. Die Strebe muss dafür lediglich grob eingefügt werden, denn der Algorithmus bindet mit einigen wenigen Optimierungsiterationen die Strebe sauber an und fügt sie in die Gesamtstruktur ein. So entstand eine weitere Variante mit zusätzlicher Strebe, die der zuvor generierten Geometrie mehr Stabilität verschafft. Gleichzeitig konnte das Material an anderen Stellen der Struktur etwas reduziert werden, sodass das optimierte Bauteil mit weiterhin 200g Gewicht eine Gewichtsreduktion von 75% erzielt.

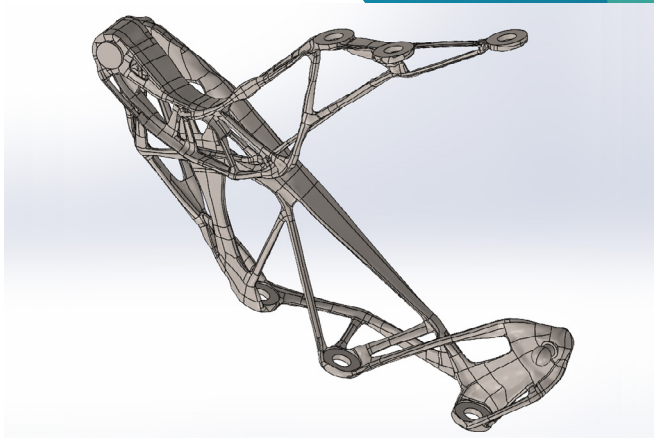
Integrierter Leichtbau mit Generative Design

Für die Optimierung der unteren und oberen Baugruppe ist das jeweilige CAD-Modell in MSC Apex Generative Design importiert worden. Darauf aufbauend wurden in der Modellvorbereitung die notwendigen Design- und Non-Design-Bereiche inklusiver aller Verbindungselemente zur Primärstruktur festgelegt und als Material der Stahl 316L definiert. Die auftretenden Kräfte sind anschließend hinzugefügt und für die Optimierung zu verschiedenen Lastfällen zusammengefasst worden. Als Zielwert der Optimierung dient ein maximaler Spannungswert, den die Struktur nicht überschreiten darf.

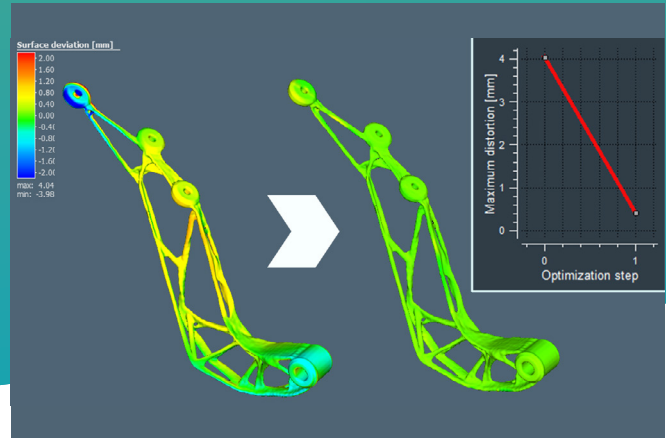
Für das obere Teilelement ist so eine Geometrie erzeugt worden, die 15 Bauteile auf ein Kernbauteil plus 3 weitere Anbauteile reduziert und das Bauteilgewicht von knapp 800g auf 200g verringert. Bei der Analyse der generierten Struktur fiel jedoch auf, dass der Algorithmus eine sehr lange Strebe erzeugt hat, die der Ingenieur mit einer zusätzlichen Verbindung verstärken wollte. Das bereits erzeugte Ergebnis hat er dazu wieder in die Modellvorbereitung eingeladen und mit den Geometriewerkzeugen von MSC Apex Generative Design eine Strebe an der Stelle skizziert,



Zur Unterstützung der langen Strebe wurden zwei weitere Streben nachträglich in das Optimierungsergebnis eingefügt und mit weiteren Berechnungsiterationen sauber eingefügt und angebunden



Optimierungsergebnis von MSC Apex Generative Design im CAD-Austauschformat auf NURBS Basis, welches schnell und einfach mit der integrierten Mesh-to-CAD Funktionalität erzeugt werden kann



Mit Simufact Additive konnte die Deformation maßgeblich reduziert werden: Links ist die Simulation des Druckvorgangs ohne Optimierung zu sehen, mit über 2mm Abweichung, rechts die optimierte Variante mit lediglich 0,14mm Abweichung

Für den unteren Teil des Motorhaubenscharniers war das Vorgehen bei dem Modellaufbau gleich, die Optimierung reduziert auch hier die Anzahl der Bauteile und auch das Gewicht sinkt um fast 40%. Die erzeugte Struktur benötigt keine weiteren Anpassungen und kann direkt mit der in MSC Apex Generative Design integrierten Mesh-to-CAD Funktionalität in ein auf NURBS-basiertes CAD-Austauschformat übertragen werden.

Insgesamt zeigen die Optimierungsergebnisse sehr gute, homogene Spannungsverläufe und sorgen für eine Gewichtseinsparung von 53% für diese Baugruppe. Auch die Bauteilanzahl ist gemäß der Zielsetzung von der Software auf 6 anstatt original 19 Bauteilen signifikant reduziert worden.

Fertigungssimulation und Verzugskompensation

Die Prozesssimulation mit Simufact Additive konnte zwei wesentliche Herausforderungen für den Druck des Bauteils lösen: Die Stützstrukturoptimierung und die Kompensation von Verzügen. Die von MSC Apex Generative Design generierten Geometriedaten wurden dabei in die Simulationssoftware Simufact Additive geladen und innerhalb weniger Stunden vollständig berechnet. Der gesamte Produktionsprozess inklusive Nachbearbeitung lässt sich in die Software eintragen und simulieren, entsprechend also auch zum Beispiel das Entfernen von der Druckplatte und eine mögliche Wärmenachbehandlung etc.

Um ein nahezu optimales Druckergebnis mit wenig Supportstrukturen zu ermöglichen, kann die Software die Orientierung für den Druck optimieren. Ebenso lassen sich auch auftretende Verzüge während des

Druckprozesses ermitteln und die CAD-Geometrie automatisch so modifizieren, dass sie am Ende sehr nah an der Soll-Geometrie liegt. Mit dieser Methode konnte bei der unteren Bauteilgruppe der Verzug von über 2mm auf unter 0,2mm reduziert werden, bei dem oberen Bauteil von 4mm auf 0,42mm. Mit Hilfe dieser Simulation lässt sich somit eine fehlerfreie Produktion von hoher Qualität sicherstellen.

Zusammenfassung

Mit Hilfe von MSC Apex Generative Design konnte die vormals schwere und umfangreiche Baugruppe grundlegend neu designed werden. Zusammen mit den Projektpartnern ist so ein innovatives Motorhaubenscharnier realisiert worden.

Die generativ erzeugte organische Leichtbaustruktur reduziert das Gewicht erheblich und aufgrund der Funktionsintegration ist auch die vormals hohe Bauteilanzahl der gesamten Baugruppe auf ein Minimum reduziert worden. Anpassungen des Designs lassen sich manuell von dem Nutzer direkt in der Software vornehmen und werden von der Software sauber eingebunden. Mit wenigen Mausklicks ist daraus eine Datei in einem Standard-CAD-Format erzeugt, ohne manuelle Arbeit für eine Rückführung.

Die Fertigungssimulation der erzeugten Struktur mit Simufact Additive optimiert kritische Elemente der Fertigung wie Verzug und eingebrachte Spannungen, sodass die Bauteile die Qualitätskriterien erfüllend gefertigt werden können – ermöglicht durch den konsequenten Einsatz von Virtual Engineering!



Hexagon ist ein weltweit führender Anbieter von Sensor-, Software- und autonomen Lösungen. Wir nutzen Daten, um die Effizienz, Produktivität und Qualität für Anwendungen in der industriellen Fertigung und in den Bereichen Infrastruktur, Sicherheit und Mobilität zu steigern.

Mit unseren Technologien gestalten wir zunehmend stärker vernetzte und autonome Ökosysteme im urbanen Umfeld und in der Fertigung und sorgen so für Skalierbarkeit und Nachhaltigkeit in der Zukunft.

Der Geschäftsbereich Manufacturing Intelligence von Hexagon nutzt Daten aus Design und Engineering, Fertigung und Messtechnik als Basis für Lösungen zur Optimierung von Fertigungsprozessen. Weitere Informationen erhalten Sie auf hexagonmi.com.

Erfahren Sie mehr über Hexagon (Nasdaq Stockholm: HEXA B) unter hexagon.com. Folgen Sie uns auch auf [@HexagonAB](https://twitter.com/HexagonAB).