

Optimierter Radträger, der mit Hilfe einer neuen Prozesskette deutlich steifer produziert werden kann – ohne Abstriche bei der Serientauglichkeit oder beim Gewicht.

Leistungsfähig gießen mit 3-D-Druck und simulationsgetriebenem Design

Eine neue Prozesskette führt zu innovativen Konstruktions- und Herstellungsprozessen. Mittels Topologieoptimierung, Gießprozesssimulation, Lebensdaueranalyse und 3-D-Druck ist es einer Gruppe innovativer Technologie- und IT-Unternehmen gelungen, ein besonders leistungsfähiges und leichtes Fahrzeugbauteil zu fertigen.

VON STEFANIE RIKER, FRIEDBERG

Die Altair Partner Alliance (APA) Altair, Troy, USA, Click2Cast, Barcelona, Spanien, HBM nCode, Rotherham, Großbritannien, und voxeljet, Friedberg, haben im April gemeinsam einen Technologiedemonstrator (siehe S. 129) auf der Hannover Messe vorgestellt. 3-D-Druck für den Formenbau und simulationsgetriebenes Design ermöglichen einen Entwicklungsprozess, mit dem

die Freiheiten der Bauteilgestaltung voll ausgeschöpft werden können. Anhand eines Radträgers wurde z. B. der komplette Entwicklungs- und Fertigungsprozess einer Aluminiumgusskomponente demonstriert.

Verbesserte Leistungsmerkmale

Mit dem Technologiedemonstrator wird sowohl ein effizienter, simulationsgetriebener Entwicklungsprozess per 3-D-

Druck gezeigt als auch die serientaugliche Produktion. Dazu wurde das Bauteil topologieoptimiert, hinsichtlich seiner Herstellbarkeit analysiert und auf seine Lebensdauer überprüft. Die für das Bauteil nötigen Gussformen wurden von voxeljet im 3-D-Druckverfahren hergestellt. Dank optimaler Formgebung durch Strukturoptimierung und der Gestaltungsfreiheit im Formenbau durch 3-D-Druck konnten deutlich verbesserte Leistungsmerkmale erzielt werden.

„Gerade, wenn es um Geschwindigkeit und die Möglichkeiten für die Serienproduktion geht, sollte man sich diesen neuen Prozess ansehen“, sagte Kevin Smith, Director Global Applications, bei voxeljet. „Es ist die Wiedergeburt einer der ältesten Herstellungsmethoden, die wir kennen – das Gießen! Der neue Prozess umfasst den Formenbau mit einem neuen Ansatz – dem 3-D-Druck. Mit dem voxeljet 3-D-Druckprozess wird der Formenbau deutlich beschleunigt. Zugleich vergrößern sich die Freiheiten, die der Prozess bietet – insbesondere in Bezug auf das Niveau an Komplexität bei der Formherstellung. Um die Designfreiheit beim 3-D-Druck wirklich nutzen zu können, wurde das Design des Bauteils mit Simulationstools erstellt, die die Strukturfindung inspirieren und dabei auch Herstellbarkeit und Lebensdauer berücksichtigen. Das Ergebnis ist sehr vielversprechend: das Bauteil ist nun im Vergleich zum alten Design um den Faktor 3 – 5 steifer (abhängig vom Lastfall), ohne dass zusätzliches Material eingesetzt wurde. Ein weiterer Vorteil dieses Ansatzes ist, dass der Produktionsprozess bereits gut etabliert und in vielen Industrien zertifiziert ist, außerdem eignet er sich für die Serienproduktion“.

Testlauf mit einem Radträger

Der Prozess wurde beispielhaft für einen Radträger durchlaufen. Dafür haben sich die Designer und Ingenieure der teilnehmenden Unternehmen darauf konzentriert, eine neue Form des Radträgers zu entwickeln, die bei gleichem Gewicht deutlich leistungsfähiger sein sollte als



Bild 1: Vorher-Nachher-Vergleich: Das Design des Bauteils wurde mit Simulationstools erstellt, die die Strukturfindung inspirieren und dabei auch Herstellbarkeit und Lebensdauer berücksichtigen.

das Original. Ein Radträger ist unter Last Verformungen ausgesetzt, die die Spurstabilität des kompletten Fahrwerks beeinflussen können. Daher ist die Steifigkeit dieses Bauteils besonders wichtig. Das ursprüngliche Design des Radträgers war eher durch die Bedürfnisse der Produktion getrieben, während das neue Design vor allem die Leistung in den Vordergrund stellt.

Programm zur Bauraumbestimmung

Zunächst wurde mit Inspire, einem Konzeptdesign- und Optimierungstool, das auf dem Altair-Programm OptiStruct beruht, der Bauraum festgelegt. Dann wurden dem Modell die wichtigsten Lastfälle, wie z. B. starkes Bremsen, extreme Kurvenfahrten und Hindernisüberfahrten, hinzu-

gefügt. Nach der Optimierung, in der auch die Herstellbarkeit berücksichtigt wurde, erhielten die Ingenieure ein Bauteil, das bei gleichem Materialeinsatz (Aluminiumguss) ein völlig neues Design hatte. Bei dem neuen Design ist das Material so verteilt, dass das Bauteil um den Faktor 3 – 5 steifer ist (Bild 1).

Vorhersage des Ermüdungsversagens

Da Ermüdungsversagen durch die komplette Lasthistorie des Bauteils und nicht nur durch eine Maximallast verursacht wird, wurde ein Lastzyklus von 35 h ermittelt und in nCode das Programm DesignLife importiert, das fünf verschiedene Straßenzustände berücksichtigt. Außerdem wurden in Altair-OptiStruct berechnete Spannungen von Einheitenlasten



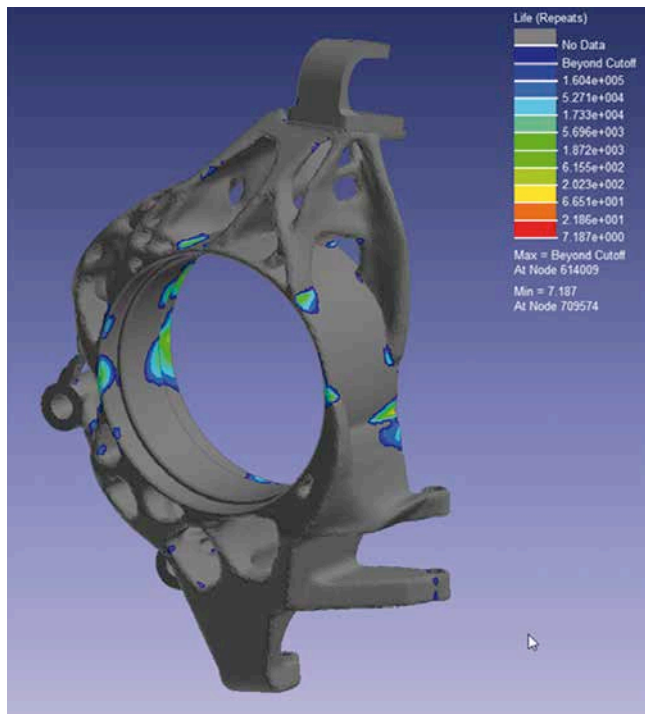


Bild 2: Materialermüdungssimulation mit Designlife von nCode.

hinzugefügt, die es den Ingenieuren ermöglichten, Spannungshistorien für alle Positionen auf dem Radträger zusammenzustellen. Diese Daten wurden zusammen mit den Materialeigenschaften aus der DesignLife-Materialdatenbank dazu genutzt, das Ermüdungsversagen vorherzusagen (Bild 2).

Gießprozesssimulation

Die Gießprozesssimulation mit Click2Cast (C2C) wurde zwei Mal eingesetzt – zu Beginn und am Ende des Designprozesses. In der frühen Phase ermöglichte es C2C den Konstrukteuren, die Herstellbarkeit des Bauteildesigns zu überprüfen und zu optimieren, um so innere Schäden zu vermeiden und kritische Bereiche analysieren zu können, während gleichzeitig die Wiederholungen zwischen Design- und Entwicklungsabteilung reduziert werden konnten. Am Ende der Designphase wurde C2C dann noch einmal genutzt, um nun den Füllprozess und den Erstarrungsvorgang (Bild 3) zu simulieren. Dies ermöglichte die Auswahl der effizientesten Produktionsmethode und half, den Energie- und Materialverbrauch zu reduzieren und den Gesamtprozess zu verkürzen.



Bild 3: Formfüllsimulation des optimierten Bauteils durch die Software von Click2Cast.

3-D-Druck

Nach dem Abschluss der Optimierung, der Materialermüdungsanalyse und der Gießprozesssimulation wurden die Ergebnisse für den 3-D-Druck der Gussformen an voxeljet weitergeleitet. voxeljet produziert Kunststoffmodelle nach CAD-Daten, die wie in diesem Fall für Feingussanwendungen eingesetzt werden (Bild 4). Die Modelle entstehen durch den schichtweisen Auftrag eines Partikelmaterials, das mit einem Binder selektiv verklebt wird. Als Werkstoff kommt das Kunststoffmaterial PMMA (Polymethylmethacrylat) zum Einsatz, das häufig in Feingusswachsen enthalten ist. Durch die Verwendung dieses organischen Materials ergibt sich ein sehr niedriger Restaschegehalt. Die Modelle dehnen sich nicht aus, weisen ideale Ausbrenneigenschaften auf und eignen sich dadurch sehr gut für das Feingießen. Die Bauteile können ggf. auch leichter sein, sind aufgrund der werkzeuglosen Herstellung jedoch kostengünstiger.



Bild 4: Per 3-D-Druck hergestelltes Gussmodell für einen Aluminiumradträger von voxeljet.

Paradigmenwechsel in der Entwicklung neuer Bauteile?

„Wir freuen uns sehr, dass wir mit unseren Partnern ein so innovatives Projekt



umsetzen können“, sagte Mirko Bromberger, Marketing Director, Altair Engineering GmbH. „Der Technologiedemonstrator (Bild 5) zeigt deutlich, welche Möglichkeiten in diesem Prozess stecken. Mit einer Kombination aus Optimierung, Materialermüdungsanalyse, Gießprozesssimulation und 3-D-Druck ist es möglich, das volle Potenzial eines

Leichtbaudesigns auszuschöpfen, oder wie in diesem Fall, die Leistung deutlich zu steigern, ohne das Bauteil schwerer zu machen. Mit diesem Bauteil haben Altair, unsere APA-Partner Click2Cast und nCode sowie voxeljet gezeigt, dass ein Paradigmenwechsel in der Entwicklung von neuen Bauteilen möglich und bereits heute verfügbar ist.“

Bild 5: Topologieoptimierungsprozess mit solidThinking Inspire.

*www.voxeljet.de
Stefanie Riker, PR Media,
voxeljet, Friedberg*

© Giesserei-Verlag