



„Ohne SIMULATION geht es nicht!“

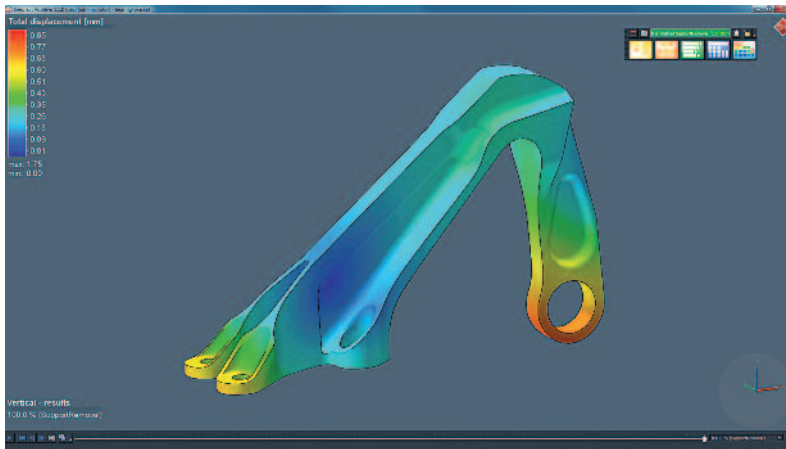
Simufact gehört zu den Pionieren auf dem spannenden Gebiet der Fertigungssimulation für die metallische additive Fertigung. Hendrik Schafstall, General Manager & CTO beim Systemanbieter, erklärt den Stand der Technik.

Dr. Schafstall, welche Wege haben Ihr Unternehmen zu additiven Fertigungsverfahren mit Metallen geführt?

Bei Simufact haben wir uns allgemein zum Ziel gesetzt, Produktionsverfahren numerisch abzubilden. Hierzu zählt auch die additive Fertigung. Unser erstes Produkt in dieser Hinsicht konzentriert sich auf das weit verbreitete Pulverbettsschmelzen, was allerdings nur in einem beschränkten Bauraum möglich ist – die Maschinen haben



Hendrik Schafstall macht sich für Software stark, die auch vom Fertigungstechniker angewendet werden kann



Simufact Additive simuliert den kompletten Prozess des Pulverbettsschmelzens

eine typische Baufläche von maximal 800 x 400 mm. Dies spiegelt sich in der Simulation wider, denn derartige Bauvolumen sind numerisch gut handhabbar. Hierbei konzentrieren wir uns auf die Modellierung von Fertigungsparametern, die Einfluss auf das finale Bauteil haben.

Was verstehen Sie unter „Endergebnis“?

Ein wichtiges Ergebnis der Simulation sind präzise Aussagen über die Endgeometrie der Bauteile. Bei diesem Herstellungsprozess wird mit sehr hohen Temperaturen gearbeitet, was zu Eigenspannungen und als Folge davon zu Verzügen führt. Diese machen wir mit unserer Software sichtbar.

Des Weiteren untersuchen wir auch die Nachfolgeoperationen: Nach dem Schichtaufbau wird das Teil von der Bauplatte getrennt, und die Stützstrukturen werden entfernt. Durch das Separieren können sich interne Spannungen in Verzüge auswirken.

Im Anschluss daran kann das Bauteil wärmebehandelt werden, um Spannungen abzubauen und ein gleichmäßiges Gefüge zu erzielen.

Durch den Schweißprozess im Pulverbett kann das Bauteilmaterial porös und damit rissanfällig werden. Das ist sehr gefährlich bei Anwendungen in der Luft- und Raumfahrt, die deshalb in der Regel ein heißisostatisches Pressverfahren nachschaltet. In diesem sogenannten HIP-Prozess wird das Material von außen nochmals unter Druck erwärmt, um so eventuelle Poren zu schließen. Unsere Software Simufact Additive berücksichtigt auch diesen Prozessschritt, um ableiten zu können, wie das finale Bauteil tatsächlich aussieht.

Außerdem: Wenn gedruckt wird, kommt es bekanntermaßen zu rauen Oberflächen, die im Nachgang durch Zerspannung geglättet beziehungsweise poliert werden müssen. Wir sind der Meinung, dass auch diese Folgeschritte in die Analyse einbezogen werden müssen, um möglichst alle Effekte, die Kosten verursachen, zu berücksichtigen und den Fertigungsprozess in seiner Gesamtheit optimieren zu können.

Welchen idealen Anwender haben Sie mit Simufact Additive im Sinn?

Wir haben eine Lösung geschaffen, die die gesamte Bandbreite der genannten Prozessschritte abbildet. Die Software richtet sich in erster Linie aber nicht an den Berechnungsingenieur, sondern an den Anwender aus dem Fertigungsumfeld. Er bringt das notwendige Verständnis über die relevanten Freiheitsgrade in der Produktion mit, und kann über das Durchspielen von möglichen Varianten eine sinnvolle Optimierung des Prozesses erzielen.

Das Produkt Simufact Additive ist neu, es ist erst seit November 2016 auf dem Markt. Im ersten Schritt haben wir uns darauf konzentriert, eine sehr hohe Ergebnisqualität sicherzustellen: Die berechneten Geometrien, der Verzug, die Eigenspannungen sind für alle möglichen, teilweise äußerst detailreichen Strukturen sehr realitätsnah.

Auf welche nächsten Schritte kann der Anwender hoffen?

Wir sind dabei, Optimierungsalgorithmen zu implementieren, um über automatisierte Variationsrechnungen dem Anwender Vorschläge für eine bessere Lösung zu unterbreiten – optimal hinsichtlich der Genauigkeit der Geometrie, aber auch hinsichtlich der Kostenstruktur. Diesen konsequenten nächsten Schritt werden wir mit unserem nächsten Release Mitte dieses Jahres auf den Markt bringen.

Haben Sie auch das Laserauftragsschweißen im Visier?

Wenn wir vom Laserauftragsschweißen sprechen, sprechen wir von sehr großen Strukturen in der Luft- und Raumfahrt, die deutlich größer als 10 m sein können, was große Herausforderungen für die Modellierung mit sich bringt.

Donnerwetter! Wie gehen Sie damit um?

Im Rahmen von öffentlich geförderten Projekten arbeiten wir gemeinsam mit der Industrie an geeigneten Technologien. Unsere Arbeiten haben wir in der Arbeitsgruppe „Schweißen“ angesiedelt, weil dieses Verfahren als Mehrlagenschweißen aufgefasst werden kann. Es erfordert einen hohen Modellierungsaufwand, dem wir mit einer Au-

tomatisierung begegnen wollen. Ziel ist es, die bereits bekannten Kenngrößen der Fertigungsplanung direkt einfließen zu lassen und damit den Aufwand deutlich zu minimieren.

Lassen sich Ihre Untersuchungen auch für andere Verfahren nutzen?

Grundsätzlich ja. Schließlich geht es allgemein gesprochen um die Frage, in welchen Fällen wir als Simulationsanbieter einen Mehrwert bieten können. Wir beobachten hier die Entwicklungen in allen Richtungen.

Wo liegen konkret die Herausforderungen bei der Modellierung?

Die Modelle sind allein von den Dimensionen her betrachtet riesig. Es muss eine enorme Anzahl von Lagen effizient abgebildet werden, um innerhalb von kurzer Zeit einen Trend zu erkennen, damit gezielt optimierend eingegriffen werden kann. Derzeit benötigen wir dafür Rechenzeiten im Bereich von Monaten oder gar Jahren, was völlig inakzeptabel und praxisfremd ist. Es sind also innovative Konzepte der Vereinfachung gefragt, die ohne zu großen Genauigkeitsverlust zufriedenstellende Resultate liefern. Daran arbeiten wir derzeit. Allerdings: Jede neue Idee für einen Algorithmus muss sorgfältig validiert werden, weil es sich dabei insbesondere um Anwendungen in der Luft- und Raumfahrt handelt, für die sehr verlässliche Aussagen gefordert sind.

Apropos Anwendung: Gibt es Unterschiede bezogen auf die Automobilindustrie und die Luft- und Raumfahrt?

Wir beschäftigen uns derzeit mit der Frage, welche Möglichkeiten aus Sicht der Fertigung bestehen, um Rückschlüsse zu ziehen, wie ein funktionsintegriertes Design auszusehen hätte.

Der 3D-Druck ist streng genommen ein sehr altes Verfahren. Es ist seit 25 Jahren auf dem Markt, zunächst überwiegend für das Rapid Prototyping. Später ist ins Bewusstsein gedrungen, dass sich auf diese Weise auch Leichtbaustrukturen sehr gut herstellen lassen. Sie sind zwar teuer in der Herstellung, aber man spart Gewicht. Und in der Luft- und Raumfahrt bringt jedes gespartes Kilogramm richtig Geld. Daher hat diese Branche diese Technologie vorangetrieben, um bei Teilen, bei denen sicherheitsrelevante Kriterien nur eine untergeordnete Rolle spielen, möglichst viel Gewicht zu sparen.

Im nächsten Schritt hat die Luft- und Raumfahrt komplexe, funktionsintegrierte Bauteile im Antriebsbereich mit additiven Fertigungsverfahren hergestellt, etwa um Kühlkanäle, Einspritzdüsen und andere Dinge weiter zu optimieren. Auch bei diesen Anwendungen sind hohe Herstellungskosten sekundär, die Gewichtseinsparung ist von enormem Vorteil.

Auf diese Erfolge ist die Automobilindustrie aufmerksam geworden. Dort konzentrieren sich die Aktivitäten derzeit noch auf den Prototypenbau. Parallel dazu werden aber

auch hier neue Anwendungsfelder erforscht: So werden bestimmte Werkzeuge, Formen und Hilfsmittel für die Fertigung additiv hergestellt. Hier können zum Beispiel oberflächennahe Kühlungskanäle in Spritzgusswerkzeugen realisiert werden, die durch kürzere Abkühlzeiten eine höhere Taktzahl in der Serienfertigung ermöglichen. Außerdem wird untersucht, inwieweit es Sinn macht, kleinere komplexe Bauteile, etwa für Nebenaggregate, zu drucken. Ein weiterer interessanter Anwendungsfall ist die Ersatzteilversorgung. So werden bei Mercedes Benz Lkw spezielle Ersatzteile für Unimog einfach nach Bedarf gedruckt, sodass man sich deren Lagerhaltung spart.

Die Großserienfertigung ist in der Automobilindustrie derzeit kein Einsatzfeld für die additive Herstellung von Metallbauteilen; anders ist das bei Kleinserien: Bei hochwertigen Sportwagen, etwa Bugatti, Audi R8, auch beim A8, wird nach sinnvollen Einsatzmöglichkeiten der Technologie gesucht – auch wenn bekannt ist, dass die so hergestellten Teile teurer sind.

Wie bewerten Sie den Einstieg großer Industriekonzerne wie GE oder BASF in den 3D-Druck?

Schon allein die Herstellung eines Metallpulvers ist extrem kostenintensiv. Es muss sichergestellt werden, dass die Korngrößen möglichst homogen sind; das ist sehr aufwendig. Derzeit sind neue Legierungen in der Entwicklung, die spezielle Eigenschaften für die additive Fertigung mitbringen. Auf diese Ergebnisse wartet die Automobilindustrie. Bisher sind überwiegend Titanlegierungen, Inconel (Ni-Basislegierungen), Al-Legierungen und eine überschaubare Menge an Stahllegierungen verfügbar. Aber im Bereich der Materialforschung bewegt sich sehr viel.

Das bedeutet aber auch, dass Simufact bei der Modellbildung gut zu tun hat...

Ohne Zweifel! Bei den neuesten Materialien sind nicht alle physikalischen Abhängigkeiten mathematisch ausreichend beschrieben. Wir müssen also am Ball bleiben und untersuchen, wie wir diese Materialien charakterisieren können, etwa in Hinblick auf die Modellierung der Pulverkörner oder auf Bauteilebene. Wir suchen nicht nur die Nähe zu den Materialherstellern, sondern auch zu den Anwenderfirmen...

...mit anderen Worten, ohne Simulation geht es dabei nicht.

Bei den neuen Materialien definitiv nicht, weil hier kaum Erfahrung vorliegt. Übrigens auch deswegen, weil die Maschinensteuerung ein sehr kurzlebiges Geschäft ist. Die Grundkenntnisse muss man sich mühsam erarbeiten, wobei weder Zeit noch Geld im Überfluss vorhanden ist. Deshalb ist die Simulation so extrem wichtig.

Vielen Dank für die Stellungnahme!

Interview: BERNHARD D. VALNION

