In Sekunden zur optimalen Vorform

Evolutionärer Algorithmus legt querkeilgewalzte Bauteile aus

Schmiedeunternehmen können viel Material sparen, wenn sie querkeilgewalzte Vorformen einsetzen. Deren Auslegung ist jedoch äußerst zeitaufwendig und lohnt sich bei Kleinserien meist nicht. Das IPH hat jetzt einen Algorithmus entwickelt, der querkeilgewalzte Vorformen schnell automatisiert auslegt.

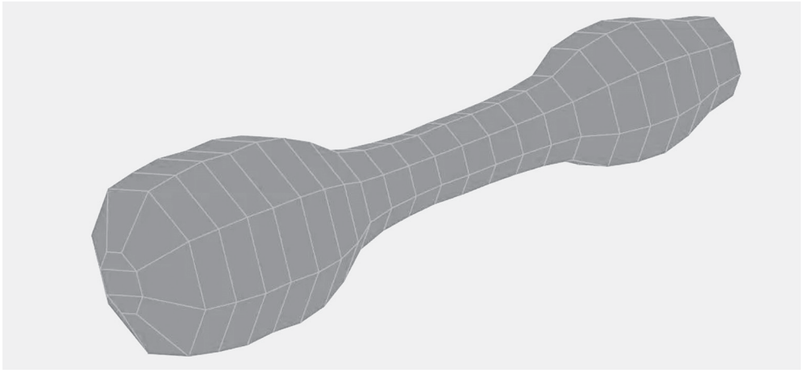
Dank des Algorithmus sparen Schmiedeunternehmen viel Zeit und Material. Querkeilgewalzte Vorformen lassen sich künftig in weniger als einer Minute auslegen; bisher benötigen selbst erfahrene Konstruktionsingenieure dafür Stunden oder gar Tage. Mit den automatisch ausgelegten Vorformen lässt sich zudem der Gratanteil beim Schmieden deutlich senken.

Sparpotenzial für die gesamte Schmiedebranche

Im Praxistest beim Projektpartner hat sich der Algorithmus bereits bewährt: Die Hammerwerk Fridingen GmbH hat eine Vorform für ein Fahrwerksbauteil automatisiert ausgelegt und die Ergebnisse mit dem heutigen Stand ohne Vorform verglichen. Bei der automatisierten Auslegung war der Gratanteil 48,9 Prozent geringer und ein optimal gleichmäßiger, kleiner Gratumlauf vorhanden.

Für die gesamte Schmiedebranche bedeutet das ein enormes Einsparpotenzial – schließlich wurden in Deutschland im Jahr 2015 rund 1,95 Millionen Tonnen Stahl in der Warmmassivumformung eingesetzt. Die meisten Bauteile sind Langteile. Diese werden mit Materialüberschuss geschmiedet, um sicherzustellen, dass die Form vollständig gefüllt wird. Das überschüssige Material fließt zu den Seiten ab und bildet den sogenannten Grat. Er wird nach dem Schmieden entfernt und eingeschmolzen. Geht man grob geschätzt von einem Gratanteil von durchschnittlich 10 Prozent aus, so wurden in der Warmmassivumformung innerhalb eines Jahres 195.000 Tonnen Stahl verschwendet. Kleine und mittlere Unternehmen (KMU), die vor allem Kleinserien herstellen, schmieden mit besonders hohem Gratanteil.

Mit querkeilgewalzten Vorformen ließe sich besonders viel Material sparen, da es sich beim Querkeilwalzen um ein höchst effizientes Verfahren handelt, bei dem keinerlei Grat entsteht. Die manuelle Auslegung solcher Vorformen kostet jedoch viel Zeit, die Schmiedeunternehmen nicht haben: Wenn sie einen Auftrag erhalten, müssen sie oft innerhalb von Tagen mit der Produktion beginnen. Und selbst wenn



genug Zeit vorhanden wäre, ist der finanzielle Anreiz gering: Da ein Kilogramm Stahl nur rund 50 Cent kostet, nehmen viele Schmiedeunternehmen eher einen hohen Gratanteil beim Schmieden in Kauf, als Stunden oder Tage in die Optimierung einer Vorform zu investieren, die dann einen geringeren Gratanteil bei Schmieden erzeugt. Mit dem Algorithmus, den das IPH entwickelt hat, lohnt sich die Vorformoptimierung künftig in jedem Fall. Denn der Ingenieur muss lediglich die CAD-Konstruktion des Fertigteils laden und erhält das Ergebnis innerhalb von 60 Sekunden.

Optimierung nach den Regeln der Evolution

Die Berechnung der optimalen querkeilgewalzten Vorform erfolgt nach den Regeln der Evolution. Zunächst erzeugt der evolutionäre Algorithmus eine Startpopulation aus mehreren zufällig generierten Vorformen. Eine Fitnessfunktion bewertet die Qualität dieser Vorformen nach verschiedenen Kriterien – wie beispielsweise Formfüllung, Faltenbildung, Komplexität und Volumen – und berechnet daraus den Fitnesswert.

Die besten Vorformen – also jene mit der höchsten Qualität – werden anschließend zufällig variiert oder miteinander kombiniert, sodass eine neue Population entsteht. Diese wird erneut bewertet, variiert und kombiniert. Nach einigen Durchläufen kristallisiert sich so die optimale Vorform heraus, beispielsweise eine querkeilgewalzte Vorform für eine Pleuelstange (siehe Bild). Schmiedeunternehmen können mit dem Algorithmus aufwandsarm optimale querkeilgewalzte Vorformen auslegen.

vorformoptimierung.iph-hannover.de

Das Projekt mit dem Förderkennzeichen BE 1691/177-1; OV 36/22-1 wurde mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert.