

Herstellung von Leichtbauteilen aus hochfestem Sinterstahl nach dem Vorbild der Natur durch Schlickerdruckgießen und Schlickerschäumen

Konsortialführer

RWTH Aachen
Gießerei Institut
Olaf Middellmann
Intzestr. 5
52072 Aachen
o.middellmann@gi.rwth-aachen.de
fon: 0241 / 80 - 97147

Projektpartner

Dorst Technologies GmbH & Co. KG
Feinguss Blank GmbH

Das Projekt

Für die Herstellung von Bauteilen aus Metallen sind meist große Energiemengen vonnöten. Die Werkstoffe werden oft mehrmals auf eine Temperatur oberhalb ihres Schmelzpunktes erhitzt, hinzu kommt meist eine finale Wärmebehandlung, die zusätzlich den Energieeintrag je Werkstück erhöht. In Analogie zum Schlickerdruckgießprozess für keramische Verbundwerkstoffe, soll ein Verfahren entwickelt werden, welches den Energiebedarf bei der Produktion reduziert und zudem eine maximale Gestaltungsfreiheit erlaubt. Das Metall wird nach dem Schmelzen als Legierung zu einem Pulver verdüst. Die Formgebung zu einem Grünling erfolgt bei Raumtemperatur. Im Anschluss werden die Gebrauchseigenschaften in einer thermischen Behandlung eingestellt.

Als Vorbild für die angestrebten Strukturbauteile dienen aus der Natur bekannte Kombinationen verschiedener Hierarchieebenen. Der menschliche Knochen mit seiner festen Außenschale und dem porösen Kern sei beispielhaft genannt. Wandstärkenverläufe und Porositätsgrad sollen nach bionischem Vorbild eingestellt werden. Als Herstellungsprozess wird eine Kombination von Schlickerdruckgießen und Reaktionsschaumsintern entwickelt. Ziel ist die Fertigung von hohlen Strukturen mit einstellbarer Wandstärke und verstärkendem, offenporigem Kern.



Bild 1: Anlage für die Herstellung eines Bauteils nach dem Schlickerdruckgießverfahren [Quelle: Dorst]¹

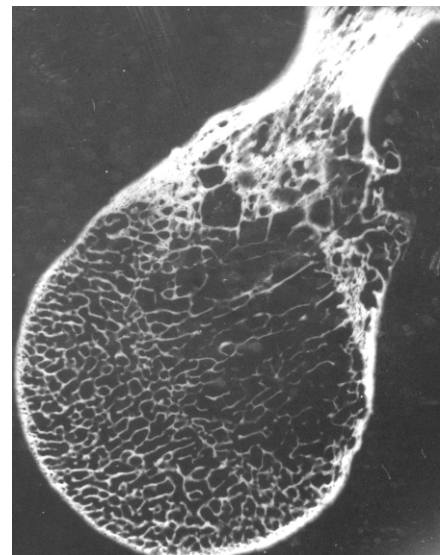


Bild 2: Dünnschliff einer Knochenstruktur [Quelle:IZM]²

¹ Quelle: Dorst Technologies; 10.2009

² Quelle: <http://www.cmat.uni-halle.de/?labor=1&stdcryst=1>; 13.10.2009

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Der Prozess des Reaktionsschaumsinters, wodurch die offenporige Innenstruktur dargestellt werden soll, wird zurzeit am Institut für Eisenhüttenkunde der RWTH Aachen weiter entwickelt. Die Produktionstechnologie des Schlickerdruckgießens von Metallpulversuspensionen muss im Rahmen des Projektes neu erarbeitet werden.

Im Fokus der praktischen Arbeiten stehen die Entwicklung eines fließfähigen Metallpulverschlickers und dessen weitere Verarbeitung. Als Ausgangsmaterial wird ein wasserverdüstertes Eisenpulver eingesetzt, eine stabile Suspension wird durch Zusatz von Wasser und Additiven erzeugt. Dem Schlicker muss bei der Formgebung durch einen Filtrationsprozess das als Trägerflüssigkeit dienende Wasser entzogen werden. Unter Verwendung verschiedener Filtermaterialien soll die Abscheiderate über die Anpassung verschiedener Prozessparameter eingestellt werden, wodurch variable Wandstärkenverläufe ermöglicht werden. Die Festigkeit sowohl des Grünlings als auch des fertigen Sinterkörpers, kann durch die Wahl des Metallpulvers sowie der eingesetzten Additive beeinflusst werden.

Im weiteren Verlauf des Projektes wird das Verfahren mit dem Reaktionsschaumsintern zu einem hybriden Prozess kombiniert. Bei der Umsetzung eines topologieoptimierten Bauteils werden die Möglichkeiten der Technologie aufzeigen.

Bionischer Ansatz

Das Projekt nutzt die Erkenntnisse der BIONIK um Bauteile gezielt topologisch und strukturell zu optimieren. Nach dem Vorbild der Natur sollen verschiedene Strukturebenen in einem energieeffizienten, industriellen Herstellungsverfahren aus einem Werkstoff umgesetzt werden. So findet man in der Natur eine Anpassung der Wandstärke und des wirksamen Querschnitts an die real auftretenden Belastungen, eine Versteifung der Gesamtstruktur bei möglichst geringem Gewicht erfolgt über die Verwendung zellulärer Strukturen.

In Anlehnung an bereits bekannte Herstellungsprozesse wie den Schlickerguss von keramischen Bauteilen und pulvermetallurgische Verfahren soll eine Technologie entwickelt werden, welche die kostengünstige Umsetzung von variablen geometrischen Konzepten zu serientauglichen Bauteilen ermöglicht. Im Rahmen des Projektes sollen Bauteile auf ihre Topologie hin mittels rechnergestützten Programmen optimiert werden, wobei die Erkenntnisse aus der Bionik einen wichtigen Ansatz liefern. Mittels der hybriden Fertigungstechnologien können die beliebig gestalteten Bauteile umgesetzt werden.

Umweltentlastender Effekt und Nachhaltigkeit

Der Leichtbau von technologischen Einzelkomponenten ist eine effiziente Möglichkeit den Energiebedarf von Gesamtsystemen zu reduzieren. Je exakter die Geometrie des Werkstücks an die Einsatzbedingungen angepasst werden kann, desto geringer ist die eingesetzte Materialmenge und somit die zu bewegende Masse.

Neben dem Energieverbrauch, welcher durch den Einsatz der Komponente verursacht wird, ist der Aufwand bei der Herstellung zu betrachten. Die meisten metallischen Werkstücke haben während ihrer Herstellung eine Vielzahl von thermischen Zyklen durchlaufen, was hohe Kosten verursacht und die Gesamtenergiebilanz verschlechtert. Die angestrebte Technologie reduziert die erforderlichen thermischen Zyklen auf ein Minimum; mit einem aus der Primärerzeugung stammenden Vormaterial wird in einem Raumtemperaturprozess ein Formteil gefertigt, welches in einer abschließenden thermischen Behandlung seine Gebrauchseigenschaften erhält.

Viele Leichtbaukonzepte arbeiten mit Kombinationen unterschiedlicher Werkstoffe, was die Wiederverwendung der Rohstoffe erschwert. Durch den Einsatz verschiedenartiger Strukturelemente aus ein und demselben Werkstoff können neue Konzepte für die Konstruktion realisiert und zugleich die Nachhaltigkeit der Komponenten gewährleistet werden.

Anwendungspotenzial und Wirtschaftlichkeit

In vielen Bereichen des Maschinenbaus ist ein günstiges Verhältnis von Festigkeitseigenschaften zum Gewicht des Bauteils von entscheidender Bedeutung. Durch den Einsatz von speziell angepassten Strukturen, ermöglicht durch das kostengünstige Herstellungs-konzept, werden auch Werkstoffe mit höherer Dichte für den Einsatz im extremen Leichtbau qualifiziert. Daneben sind die zu erwartenden Herstellungskosten der Bauteile wegen des geringen Energieeintrages als gering einzustufen. Dies wird das Herstellungsverfahren des Schlickerdruckguss von Metallpulversuspensionen auch für Massen-anwendungen interessant machen.

Verglichen mit Verbundwerkstoffen oder hybriden Lösungen können die angestrebten Lösungen aus einem einzelnen Werkstoff sehr gut und nahezu verlustfrei wiederverwendet werden.

Der Einsatz günstiger Rohstoffe sowie der geringe notwendigen Energieeintrag und die einfache Formgebung werden die Technologie besonders wirtschaftlich machen. Der Einsatz des Verfahrens in der Massenproduktion ist bei entsprechendem Entwicklungsstand denkbar. Eine technologische Weiterentwicklung, um den Einsatz alternativer Werkstoffe zu ermöglichen, kann in späteren Entwicklungsarbeiten angegangen werden.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung