

**Simulationsgestützte Ermittlung des Versagenspotentials von siliziumlegiertem Gusseisen mit Kugelgraphit bei schwingender Beanspruchung**

Forschungseinrichtung 1: Institut für Werkstoffanwendungen im Maschinenbau der RWTH Aachen

Forschungseinrichtung 2: Gießerei-Institut der RWTH Aachen

Laufzeit: 01.04.2015 bis 30.06.2018

**Zusammenfassung:**Zielsetzung:

Ziel des Forschungsvorhabens war es, den Einfluss der Graphitmorphologie auf die Schwingfestigkeit von hochsiliziumhaltigen Gusseisen mit Kugelgraphit der Sorten EN-GJS-500-14 und EN-GJS-600-10 systematisch zu untersuchen. Dies soll die Auslegung schwingend belasteter Bauteile verbessern, indem das lokale Eigenschaftsprofil basierend auf der Mikrostruktur berücksichtigt wird. Hierfür wird experimentell das Versagenspotential für axial- und torsionsbelastete Proben unter Einbeziehung unterschiedlicher Spannungsverhältnis und Kerbzahl ermittelt. Zudem erfolgt die Einflussuntersuchung der Graphitmorphologie auf die Schwingfestigkeit auf Modellebene unter Verwendung mikromechanischer Simulationen.

Ergebnisse

Im Rahmen dieses Projekts wurde experimentell die gefügeabhängige Schwingfestigkeit von je vier Gefügevarianten der Gusseisen-mit-Kugelgraphit-Güten EN-GJS-500-14 und EN-GJS-600-10 in insgesamt 37 Wöhlerkurven ermittelt. Diese dienten als Referenz zur Validierung eines zu entwickelnden Simulationsmodells zur Korrelation zwischen Graphitgefüge und Schwingfestigkeit. Ursprünglich sollten neben einer Referenz-Graphitmorphologie, Chunky-Graphit und zwei Graphitmorphologien mit geringerer Nodularität als die Referenz hergestellt werden. In wenigen Proben konnte Chunky-Graphit nachgewiesen werden, allerdings ist es nicht gelungen, Chunky-Graphit reproduzierbar herzustellen. Das Material wurde jeweils unter Industriebedingungen abge-

gossen, sodass dies die industrielle Realität widerspiegelt. Folglich konnte der Einfluss von Chunky-Graphit auf die Schwingfestigkeit nicht quantifiziert werden. Die Graphitmorphologien der übrigen Chargen sind sich klassenübergreifend bildanalytisch sehr ähnlich, was direkte Korrelationen zwischen Schwingfestigkeit und geometrischen Eigenschaften der Graphitmorphologie erschwerte. Die ermittelten Korrelationen mit dem linearen Modell ermöglichen aber Rückschlüsse tendenzieller Einflüsse der geometrischen Eigenschaften auf die Schwingfestigkeit. Die Versuche haben weiterhin gezeigt, dass die Schwingfestigkeit nicht von der Graphitmorphologie dominiert wird. Korrelationen zwischen bildanalytischen Merkmalen und der Schwingfestigkeit waren insbesondere dann nicht möglich, wenn beispielsweise vermehrt Lunker auftraten. Folglich wurde der Einfluss der Graphitmorphologie auf die Schwingfestigkeit auf Modellebene untersucht. Das in diesem Forschungsvorhaben erstellte mikromechanische Modell ermöglicht reproduzierbare Untersuchung der Schwingfestigkeit. Dafür sind lediglich Schliiffbilder notwendig. Auf Modellebene konnte der Einfluss der Graphitmorphologie getrennt von den übrigen experimentellen Einflüssen quantifiziert werden. Das Modell kann prinzipiell um weitere Einflüsse erweitert werden und bietet damit eine Gelegenheit für Softwarefirmen die Simulation der Erstarrung um die Simulation der mechanischen Eigenschaften zu erweitern.



Das IGF-Vorhaben Nr. 18524 N der Forschungsvereinigung Gießereitechnik e.V., Hansaallee 203, 40549 Düsseldorf, wurde über die AiF Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung IGF vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:

Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energieaufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

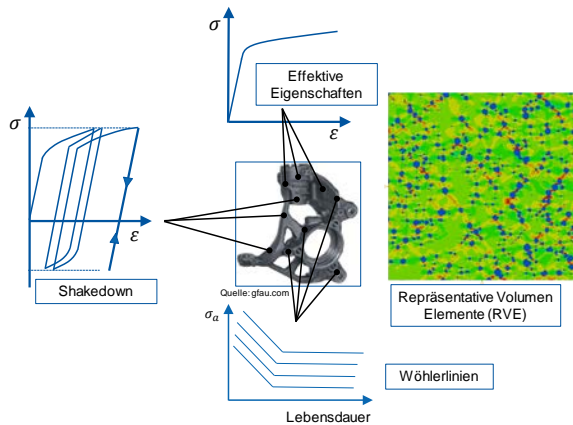


Abbildung 1: Experimentelle und simulative Ermittlung lokaler Festigkeiten in dem Projekt

**Fazit:**

Im globalen Wettbewerb ist es für deutsche KMU in der Gießerei-Industrie besonders wichtig sich durch Innovationen am Markt zu positionieren. Hochsiliziumlegiertes GJS mit Kugelgraphit stellt eine Werkstoffinnovation dar, jedoch fehlen teilweise noch gesicherte Werkstoffkennwerte für die Konstruktion. Die in diesem Forschungsvorhaben ermittelten Schwingfestigkeiten sind für die Auslegung von Gusskomponenten anwendbar. Mit fast allen Graphitmorphologien, trotz teilweise aus mechanischer Sicht extrem ungünstiger Mikro-

struktur, wurden die Normwerte erreicht. Dies deutet darauf hin, dass die betrachteten Werkstoffe hinsichtlich der Schwingfestigkeit weitaus mehr Potential haben als in der Norm angegeben. Die durchgeführten metallographischen und fraktographischen Arbeiten tragen zu einem besseren Verständnis der Schädigungsmechanismen bei. Weiterhin erlaubt die Kombination der Prozessparameter mit den Eigenschaften der Mikrostruktur wichtige Erkenntnisse im Hinblick auf die industrielle Herstellung von gegossenen Strukturkomponenten aus hochsiliziumlegiertem GJS. Dadurch wird die Produktion von Ausschuss verhindert.

Die am Forschungsvorhaben beteiligten Softwarefirmen können insbesondere von dem in diesem Vorhaben entstandene Modell profitieren. Das Modell kann beispielsweise dazu verwendet werden, Prozess- und Erstarrungssimulationen um die Simulation lokaler mechanischer Eigenschaften zu erweitern. Dies ermöglicht dem Konstrukteur ein direktes Feedback zur Gießbarkeit und Beanspruchbarkeit seiner Geometrie, was in verbesserten Auslegungen und damit Leichtbau resultiert.

**Das Forschungsziel wurde erreicht.**

Der vollständige Schlussbericht liegt vor und kann schriftlich angefordert werden bei der

Forschungsvereinigung Gießereitechnik e.V.  
 Hansaallee 203 - 40549 Düsseldorf  
 Fax: 0211 / 6871 40 245 - Email: fvg@bdguss.de