

Metallurgische Optimierung von hochsiliziumhaltigem mischkristallverfestigtem Gusseisen mit Kugelgraphit hinsichtlich der Sicherstellung der Zähigkeit und der Prozessierbarkeit

Forschungsstelle: Gießerei-Institut der RWTH Aachen, Aachen

Laufzeit: 01.01.2015 bis 30.06.2017

Zusammenfassung:

Zielsetzung:

Ziel des Forschungsvorhabens war es, ein detailliertes Verständnis über die Einzel- und Wechselwirkung ausgewählter mischkristallverfestigender Elemente in hochsiliziumhaltigem ferritischem GJS zu erarbeiten. Damit ist ein gezieltes Legieren mit diesen Elementen möglich, um eine Minderung des hohen Siliziumgehalts bei verbesserten Eigenschaften realisieren zu können.

Ergebnisse:

In umfangreichen Versuchsreihen wurde zunächst die Einzelwirkung der Legierungselemente auf die mechanischen Kennwerte im quasistatischen Zugversuch und auf die Ausprägung der Mikrostruktur untersucht. Die untersuchten Legierungsvariationen wurden in einem 50-kg-Induktions-Hubtiegelofen erschmolzen, die Magnesiumbehandlung erfolgte mittels Tauchglocke, geimpft wurde durch Einrühren des Impfmittels in den Tiegel unmittelbar vor dem Abguss in Furanharzgebundene Quarzsandformen mit Y2- und Y4-Keilen als Probekörper für die anschließenden Untersuchungen. Mit Kupfergehalten bis etwa 0,3 Gew.-% konnten vollferritische Gefüge eingestellt werden. Eine Verfestigung konnte bis zur eintretenden Perlitbildung dabei nicht festgestellt werden. Das mit bis zu 3 Gew.-% zulegierte Nickel zeigte sich als zur effektiven Festigkeitssteigerung geeignetes Element, dessen Einsatz in vollferritischen Sorten durch einen Anstieg des Perlitgehalts oberhalb 1,5 Gew.-% Nickel begrenzt ist. Eine mittels 3,8 Gew.-% Silizium und 1,5 Gew.-% Nickel eingestellte vollferritische Legierung erreichte eine Zugfestigkeit von $647,3 \pm 4,6$ MPa bei ei-

ner Bruchdehnung von $14,9 \pm 0,98$ % und übersteigt damit sowohl die Festigkeit als auch die Bruchdehnung eines unter identischen Versuchsbedingungen mit 4,3 Gew.-% Silizium eingestellten EN-GJS-600-10. Auch die im Rahmen einer Kooperation mit dem IGF-Projekt 18555 untersuchte reduzierte Probenanzahl Vanadiumlegierter Proben erreichte vergleichsweise gute Kombinationen aus Festigkeit und Dehnung. Die durch Legieren mit Cobalt erreichten Eigenschaftskombinationen übertreffen die der mit Silizium eingestellten Sorten zwar, die erreichten Optimierungen fallen jedoch im Verhältnis zum für Cobalt aufzubringenden Preis in Kombination mit den verhältnismäßig hohen benötigten Legierungsgehalten zu gering aus, um für eine wirtschaftlich sinnvolle Optimierung weiter in Betracht gezogen zu werden. Die starke Verfestigung der Ferritmatrix durch Aluminium ist durch die Störwirkung auf die Kugelgraphitbildung mit einer erheblichen Dehnungsabnahme verbunden. Ohne passende, der Störwirkung entgegenwirkende Maßnahmen eignet sich Aluminium als einzeln eingesetztes Legierungselement nicht für einen Festigkeitsgewinn bei vergleichsweise hoher Bruchdehnung. Durch eine Kombination aus Aluminium und Nickel als verfestigende Legierungselemente konnte mit $R_m = 673,7 \pm 22,4$ MPa und $A = 16,0 \pm 0,82$ eine leicht höhere Festigkeit und Dehnung erreicht werden, als durch Legieren mit Nickel alleine. Höherfeste Varianten mit 0,7 Gew.-% Aluminium erreichen vergleichbare Eigenschaftskombinationen wie mit 3,0 Gew.-% Nickel und 3,8 Gew.-% Silizium legierte Varianten, weisen dagegen jedoch keinen Perlit auf. Die beschriebenen Effekte sind am Beispiel der Zugfestigkeit und Dehnung anhand von aus Y2-Keilen entnommenen Proben in Bild 1 dargestellt.



Das IGF-Vorhaben Nr. 18554N 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:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Fazit:

Durch die Anwendung der erarbeiteten Zusammenhänge ist es möglich, vollferritische GJS-Sorten mit höheren Festigkeiten herzustellen, als es im Gusszustand zuvor möglich war. Die Anwendung dieser Werkstoffe eröffnet den Anwendern der Gussteile neue Leichtbaupotenziale und stärkt die Stellung des Werkstoffes Gusseisen mit Kugelgraphit gegenüber geschmiedeter oder geschweißter Stahlkonstruktionen. Neben höherfesten Sorten können unter Einsatz weiterer Mischkristallverfestiger gegenüber bisher genormten Sorten verbesserte Kombinationen aus Festigkeit und Dehnung eingestellt werden. Gegen-

über einem EN-GJS-600-10 mit einem Siliziumgehalt der nahe am zur Versprödung führenden und somit kritischen Gehalt von ca. 4,4 Gew.-% liegt, wird die Robustheit des Prozesses gegenüber Schwankungen des Siliziumgehaltes etwa durch die Magnesium- oder Impfbehandlung bei Verwendung alternativer Legierungselemente zur gezielten Mischkristallverfestigung deutlich erhöht.

Das in diesem Forschungsprojekt erarbeitete Werkstoffknowhow leistet damit einen Beitrag zur Stärkung der Wettbewerbsposition der klein- und mittelständisch geprägten Gießereibranche.

Das Forschungsziel wurde erreicht.

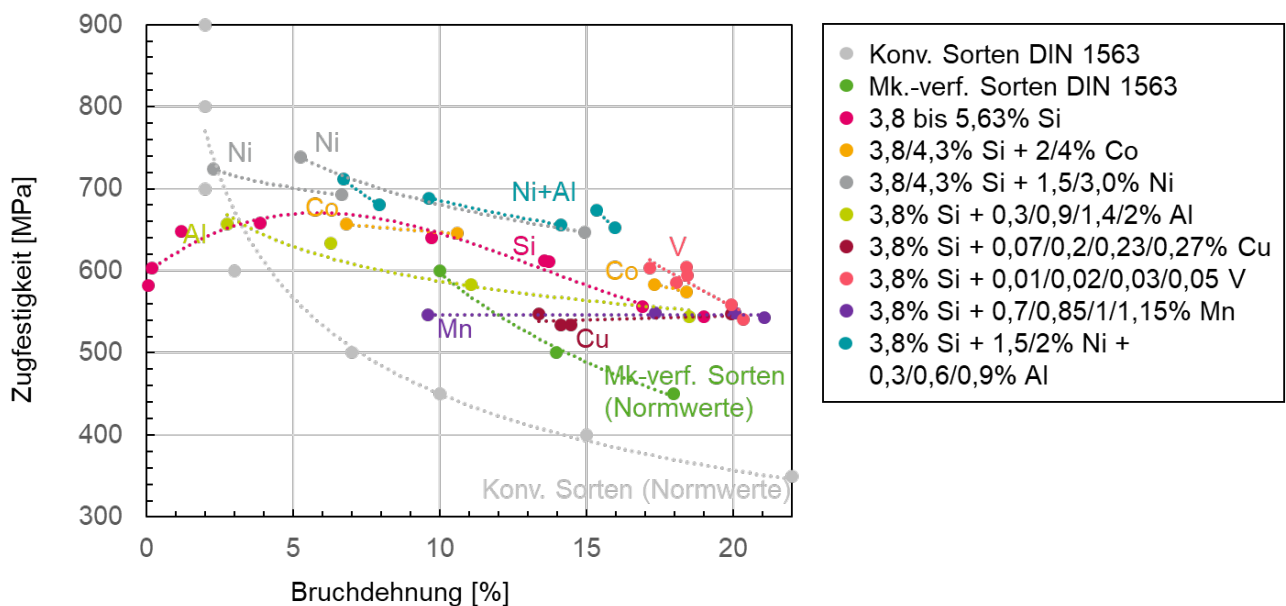


Bild 1: Zugfestigkeit und Dehnung der eingestellten Legierungsvarianten am Beispiel von aus Y2-Keilen entnommenen Proben.

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