

Einfluss von Ungängen auf die Eigenschaften von Bauteilen aus Gusseisen mit Kugelgraphit im Bereich höherer Temperaturen

Forschungsstellen: Materialprüfungsanstalt der Universität Stuttgart
IfG Institut für Gießereitechnik gGmbH, Düsseldorf

Laufzeit: 2008 bis 2011

Ergebnisse:

Ziel des Projekts war die Entwicklung eines Konzepts zur Bewertung der Werkstoffe GJS-400, GJS-400Mo und GJS-400SiMo mit praxisrelevanten Fehlstellen im Temperaturbereich bis 500°C. Dabei wird das Gefährdungspotential durch bestimmte, für den Werkstoff relevante Fehlstellen berücksichtigt.

Die relevanten Ungängen hinsichtlich der Größe und Art wurden nach den gültigen Normen mit Hilfe von zfP-Methoden ermittelt und exemplarisch Korrelationen von zfP-Befund und tatsächlicher Fehlergröße hergestellt. In Giessereien wurden Probestücke für die drei Werkstoffe vergossen, welche zum einen Dross enthielten und zum anderen Volumenfehler. Die Probestücke wurden mit Ultraschall geprüft und teilweise einer Durchstrahlungsprüfung unterzogen.

Eine gemeinsame Untersuchung verschiedener zfP-Prüfer der am Projekt beteiligten Partner ergab übereinstimmende Ergebnisse bei der US-Prüfung, was auf die einfache Geometrie der Probestücke zurückzuführen ist. Die Probenahme zur Prüfung der mechanischen und bruchmechanischen Eigenschaften durch die MPA erfolgte an eindeutig durch die ztp definierten Stellen.

An ausgewählten Beispielen konnte gezeigt werden, dass die beiden Prüfmethoden Ultraschall- und Durchstrahlungsprüfung bei der Beurteilung der Größe der Fehleranzeigen vergleichbare Ergebnisse liefern.

Da die Probestücke von der Ober- und Unterseite Ultraschall geprüft wurden, können durch diese Prüfung Aussagen über die Tiefenlage und Tiefenausdehnung der Fehleranzeigen gemacht werden. Bei der Durchstrahlungsprüfung ist es oftmals nicht möglich, Aussagen über die Tiefenausdehnung von angezeigten Fehlstellen zu machen. In einem solchen Fall können sich die beiden Prüfmethoden ergänzen.

Eine sichere Abgrenzung des Fehlerbereichs ist immer dann durch die US-Prüfung möglich, wenn ein einwandfreies Rückwand- bzw. Fehlerecho vorliegt.

Anderenfalls ist eine Bewertung bei der Senkrechteinschallung kaum möglich, weil die schwammartigen Reflektoren kaum ein Echo zurückwerfen. Die US-Prüfung kann in diesem Fall eine Vorstellung der Fehlerintensität und Fehlergröße nicht vermitteln.

Die Festigkeitswerte R_m und $R_{p0,2}$ und die Verformungskennwerte A_5 und Z werden durch Vorhandensein von Dross negativ beeinflusst. Wenn der gesamte Prüfquerschnitt Dross enthält, vermindert sich die Zugfestigkeit auf $R_m = 75\text{MPa}$.

Die Festigkeitswerte von Proben mit geringen Drossanteilen zeigen Werte zwischen diesem kleinsten Wert und dem Kennwert für den ungeschädigten Grundwerkstoff. Unter Berücksichtigung der Bruchpunkte ist eine ver-

minderte Zeitstandfestigkeit und ein Abfall der Bruchdehnung durch den Anteil von Dross festzustellen. Die Anrisskurve für Proben mit Dross liegt unter der Kurve für den ungeschädigten Grundwerkstoff.

Für den Werkstoff GJS-400 ist der Einfluss der hier vorliegenden Volumenfehler auf die Festigkeitseigenschaften gering. Die Verformungskennwerte werden dagegen herabgesetzt. Gefügeuntersuchungen zeigen, dass der Anteil an Volumenfehlern im Prüfquerschnitt gering ist. Bei GJS-400Mo werden die Festigkeitswerte durch die vorliegenden Volumenfehler deutlich abgesenkt. Die Gefügeuntersuchungen zeigen z.T. große Flächenanteile der Volumenfehler. Auch beim GJS-400SiMo werden die mechanischen Kennwerte durch die Volumenfehler verschlechtert.

Ein Teil der Zeitstandversuche der GJS-400-Proben mit Volumenfehlern läuft noch. Bei 400°C kann noch keine abschließende Aussage zu einer etwaigen Absenkung der Zeitstandkurve getroffen werden, deuten die bisherigen Ergebnisse darauf hin, dass nur eine geringe Absenkung der Zeitstandkurve zu erwarten ist.

Beim Werkstoff GJS-400Mo kann bei 450°C eine Absenkung der Zeitstandkurve angenommen werden. Für den Werkstoff GJS-400SiMo ist bei Vorhandensein von Volumenfehlern eine Abnahme der Zeitstandfestigkeit und der Verformungskennwerte A und Z bei 450°C zu erkennen.

Für den Werkstoff GJS-400 entspricht die Anrisskurve mit Volumenfehlern den vorliegenden Referenzwerten. Auch für die Werkstoffe GJS-400Mo und GJS-400SiMo tritt keine Absenkung der Anrisskennlinie bei Vorhandensein von Volumenfehlern auf. Die im Werkstoff

GJS-400 vorliegenden Volumenfehler scheinen keinen Einfluss auf das Rissfortschrittsverhalten zu haben. Die Versuche bei R_T und 400°C stimmen sehr gut mit den Ergebnissen im Vorgängerprojekt überein. Im Vergleich zum Vorgängerprojekt ist die Kriechrissfortschritts- geschwindigkeit bei allen Versuchen mit Volumenfehlern größer als die Referenzwerte des entsprechenden Werkstoffs.

Im Vergleich der drei Werkstoffe im Kriechermüdungsrisssversuch zeigt der unlegierte Werkstoff GJS-400 den größten Kriechrissfortschritt, die legierten Varianten unterscheiden sich bzgl. Kriechermüdungsrisssverhalten nur unwesentlich und liegen im Bereich der Kriechrissgeschwindigkeit von GJS-400. Die Kriechriss- bzw. Kriechermüdungsrisseinleitungsdauer ist durch den Anteil an Volumenfehlern zu kürzeren Zeiten verschoben. Fehlerbewertungskonzept wurde unter Kenntnis der mechanischen und bruchmechanischen Kennwerte von Proben mit Dross und von Proben mit Volumenfehlern aktualisiert. Die Bewertung von Dross kann über das Nennspannungskonzept erfolgen, wobei zwei Wege, zum einen über die Reduzierung des Restquerschnittes und zum anderen über die Verwendung abgeminderter Werkstoffkennwerte, beschrieben werden. Für den zweiten Weg werden Vorschläge der Abminderung bzw. zur Auslegung für statische, zyklische und Kriechbeanspruchung unterbreitet, die z. T. einer weiteren statistischen Absicherung unterzogen werden müssen.

Für die Bewertung der Volumenfehler wird zum einen die Bewertung mit dem Nennspannungskonzept vorgeschlagen und zum anderen der bruchmechanische Sicherheitsnachweis. Für den ersten Weg werden reduzierte Werkstoffkennwerte vorgeschlagen, die weiter abgesichert werden müssen.

Der vollständige Schlussbericht liegt vor und kann schriftlich angefordert werden bei der
Forschungsvereinigung Gießereitechnik e.V.
Sohnstraße 70 - 40237 Düsseldorf
Fax: 0211 / 6871-364 - Mail: Ingeborg.Klein@bdguss.de