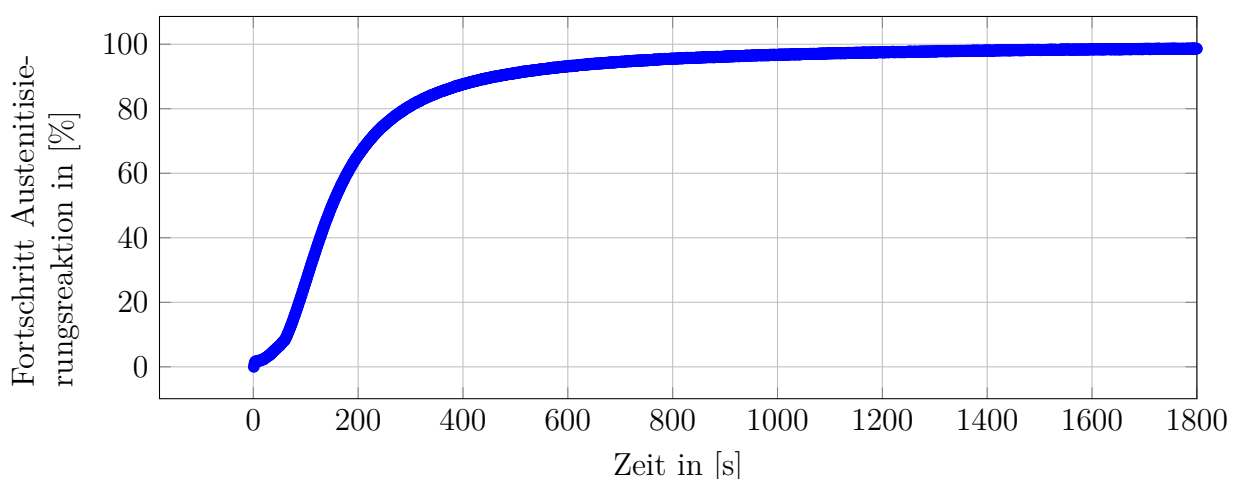


Aufgabenstellung Masterarbeit

Modellierung der Ausferritisierungsreaktion in Abhängigkeit vom Siliziumgehalt über den gesamten Prozessraum

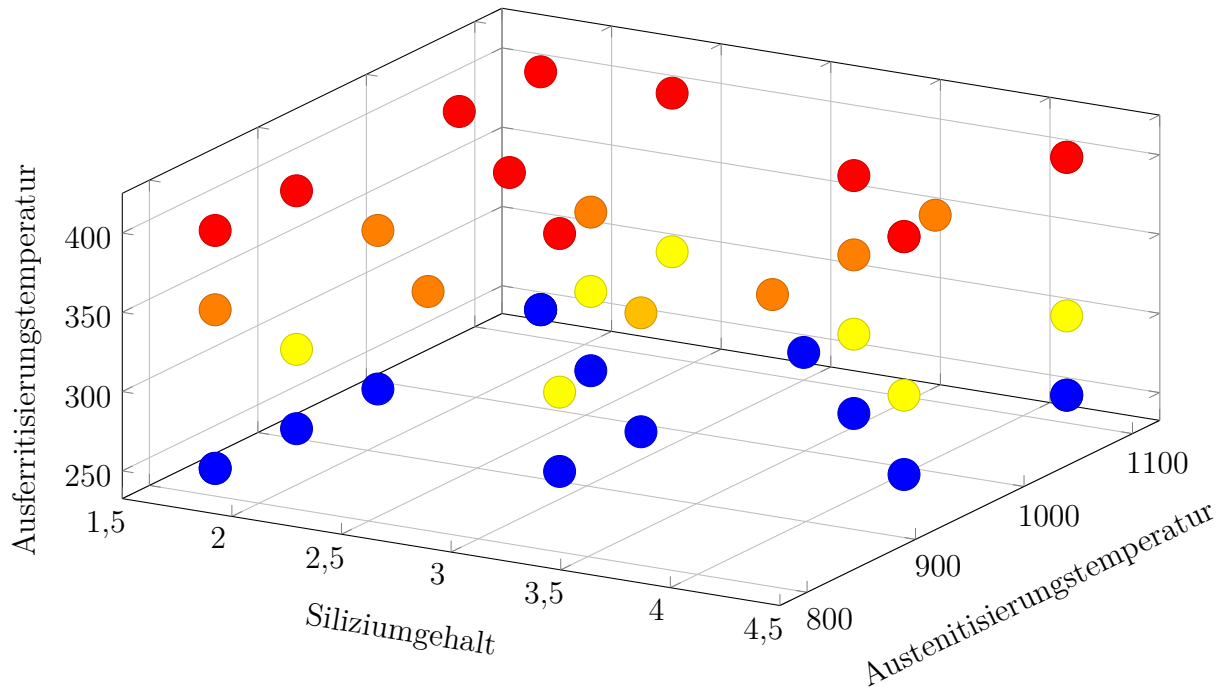
Zur Steigerung der mechanischen Eigenschaften von Gusseisen mit Kugelgraphit (GJS) kann aus diesem durch eine Wärmebehandlung ausferritisches Gusseisen mit Kugelgraphit - Ausferritic ductile iron (ADI) hergestellt werden. Dazu wird das Gussgefüge bei Temperaturen von 850 °C bis 1000 °C austenitisiert und geglüht bis eine homogene Kohlenstoffverteilung erreicht ist. Anschließend wird der Werkstoff in einem Salzbad auf eine Temperatur von 200 °C bis 400 °C abgeschreckt und dort einige Zeit gehalten. Die Salzbadtemperatur ist zu hoch, als dass Martensit gebildet werden könnte, aber auch so niedrig, dass Diffusionsvorgänge stark verlangsamt werden. Die Ferritbildung wird dadurch so verändert, dass dieser nur sehr langsam und in der energetisch günstigsten Wachstumsrichtung ins Austenitkorn hineinwächst. Im Ferrit unlöslicher Kohlenstoff verteilt sich im verbliebenen Austenit und stabilisiert diesen. Die Ausferritisierung wird beendet, sobald der Austenit so stabil ist, dass er auch bei Abkühlung auf Raum-, bzw. Anwendungstemperatur nicht in Martensit umwandelt. Bei zu langer Ausferritisierung zerfällt der stabilisierte Austenit weiter in Ferrit und Zementit. Das Zielgefüge von ADI besteht aus nadeligem Ferrit und stabilisiertem Austenit, im Kombination Ausferrit genannt und erreicht Zugfestigkeiten von bis zu 1,5 GPa, oder 800 MPa bei Bruchdehnungen über 10 %.



Im Abschreckdilatometer aufgenommener zeitlicher Verlauf einer Austenitisierungsreaktion

Die Wärmebehandlung wurde in der Vergangenheit bereits mehrfach charakterisiert. Dabei werden jedoch meist große Bereiche innerhalb der theoretischen möglichen Parametergrenzen

nicht untersucht, da eine Orientierung an den praktisch in der Gießereiindustrie durchgeführten Wärmebehandlungen stattfindet.



Beispielhafter d-optimaler Versuchsplan für die vorgesehenen Untersuchungen

Über die bestehenden Modelle der Reaktion hinaus sollen Siliziumgehalte ab 1,8 % untersucht werden. Als Maximum werden 4,2 % festgelegt, da Ferrit bei noch größeren Anteilen stark versprödet. Die Austenitierung wird in der Regel bei Temperaturen um 875 °C bis 950 °C durchgeführt, für Siliziumgehalte von 1,8 % ist die vollständige Austenitierung aber schon bei 800 °C möglich. Die übliche Obergrenze von 1000 °C wird in den Untersuchungen bis 1100 °C erweitert. Die Ausferritierung wird von 250 °C bis 400 °C untersucht. Das Reaktionsverhalten während der Ausferritierung hängt stark vom Siliziumgehalt und dem durch die Austenitierung bestimmten Kohlenstoffgehalt ab. Insbesondere für hohe Silizium- und Kohlenstoffgehalte gibt es aktuell keine zufriedenstellenden mathematischen Modellierungen der Ausferritierung.

Das Arbeitsprogramm dieser Masterarbeit umfasst dabei mindestens diese Teilschritte:

- Schmelzen und Gießen von GJS mit Siliziumgehalten von 1,8 % bis 4,2 %
- Dilatometrische Untersuchung der Bainitreaktion nach einem statistischen Versuchsplan
- Beurteilung des Gefüges durch optische und elektronenmikroskopische Metallographie
- Mathematische Modellierung der Phasenanteile des Gefüges in Abhängigkeit von Siliziumgehalt, Austenitierungs- und Ausferritierungstemperatur über die Ausferritierungsdauer
- Bei schneller Bearbeitung Erweiterung des Versuchsprogramms um variable Mangangehalte von 0,1 % bis 0,5 % oder Zusatzversuche zur Ausferritierung bei 425 °C denkbar