

# Lokale Materialeigenschaften von Aluminium

## Entwicklung einer Methodik zur Bestimmung lokaler Bauteileigenschaften für Aluminiumgusswerkstoffe

### Motivation

Aluminium zeichnet sich als Konstruktionswerkstoff insbesondere durch eine geringe Dichte bei hoher Festigkeit, gute Korrosionseigenschaften und eine hohe thermische sowie elektrische Leitfähigkeit aus. Diese Eigenschaften prädestinieren aushärtbare Aluminium-Silizium-Legierungen für Leichtbau-Anwendungen mit hohen mechanischen Anforderungen in vielen Bereichen der Industrie. Durch den Anspruch dieser Bauteile an möglichst geringe Bauteilgewichte bei gleichbleibenden mechanischen Kennwerten ist ein tiefgreifendes Verständnis des mechanischen Materialverhaltens gewünscht, um dadurch beispielsweise eine gezielte Weiterentwicklung der Eigenschaften zu ermöglichen. Grundlage für diese Entwicklung der Werkstoffeigenschaften ist die Kontrolle und gezielte Beeinflussung des Makro- und Mikrogefüges. Die Beeinflussung erfolgt durch eine Bewusste Festlegung von Prozessparametern und bietet ein hohes Potential für die Optimierung von Bauteilverhalten und Innovation. Im Herstellungsprozess von Aluminiumgussteilen ist die dafür nötige Vielfalt an beeinflussbaren Prozessparametern gegeben. So führen verschiedene thermische Verhältnisse bereits innerhalb eines Bauteils lokal zu unterschiedlichen Mikrostrukturen und dadurch zu unterschiedlichen Werkstoffeigenschaften.

Diese lokalen Bauteileigenschaften werden bisher anhand formelmäßiger Beschreibungen in Simulationen berücksichtigt, wobei die Ermittlung einer Vielzahl an Kennwerten mit hohem experimentellem Aufwand verbunden ist. Eine ganzheitliche Betrachtungsweise des Herstellungsprozesses inkl. Wärmebehandlung bietet hohes Optimierungspotential, benötigt aber aufgrund der Komplexität und der vielen Wirkungszusammenhänge tiefgreifendes Verständnis. Mikrostruktursimulationen bieten die Möglichkeit, dieses Verständnis zu erweitern, finden in der Gießereitechnik allerdings bei der Bewertung der Gefügestruktur kaum Anwendung.

### Ziele

Das Ziel dieses Projektes ist die Etablierung einer neuen Versuchsmethodik zur schnellen und präzisen Vorhersage von lokalen mechanischen Eigenschaften bei Gussbauteilen. Hierfür wird der Grundgedanke verfolgt, dass anhand der örtlichen Temperaturhistorie über die entstehende Gefügestruktur sowie -morphologie ein Rückschluss auf die mechanischen Kennwerte möglich ist. Während die Ermittlung dieser Kennwerte derzeit durch aufwändige Gießversuche erfolgt, verfolgt dieses Projekt das Ziel der experimentellen Charakterisierung mit reduziertem Versuchsaufwand, geringem Materialeinsatz und reproduzierbaren Versuchsergebnissen.

Hierfür werden im ersten Teil möglichst präzise und umfangreiche Prozess- sowie Materialdaten durch konventionelle Gießversuche, optische und mechanische Bauteilanalysen sowie simulative Modellierungen des Prozesses generiert. Im zweiten Teil wird ein bereits am Lehrstuhl verwendeter Prüfaufbau erweitert, um ein gezieltes Nachfahren prozessbedingter Temperaturkurven zu ermöglichen. Hiermit wird der Temperaturverlauf an unterschiedlichen Positionen im Bauteil über den gesamten Produktionsprozess beginnend von der Schmelze bis zur Auslagerung in der Wärmebehandlung dargestellt und eine mechanische Untersuchungsmöglichkeit dieser Proben sichergestellt. Darüber hinaus werden Methoden für eine schnelle und von der/dem Prüfer unabhängige Charakterisierung des Gefüges mittels Machine Learning entwickelt. Diese Charakterisierung des Gefüges sowie weitere Untersuchungen werden für die Entwicklung eines Mikrostrukturmodells mit dreidimensionalem RVE (Repräsentativem Volumen Element) verwendet.