

# Experimentelle und numerische Untersuchungen zum Risswachstum in additiv gefertigter AlSi10Mg-Legierung

Masterarbeit

Additive Fertigung bietet ein hohes Maß an Flexibilität bei der Gestaltung von Bauteilen. Demgegenüber stehen Nachteile in Bezug auf Oberflächengüte, Bearbeitungszeit sowie Festigkeit und Lebensdauer. Insbesondere bei metallischen Werkstoffen könnte der 3D-Druck künftig Urform- oder Umformprozesse überall dort ersetzen, wo Strukturen mit klassischen Fertigungsverfahren nicht oder nur sehr aufwendig herzustellen sind. Allerdings müssen hierzu Versagensprozesse besser verstanden werden, um eine prädiktive Bewertung hinsichtlich Festigkeit zu ermöglichen. Andererseits bietet Pulverbettsschmelzen, z.B. durch Variieren der Laser-Leistung, die Möglichkeit, Texturen und Gefügeeigenschaften gezielt einzustellen. Dies betrifft Porositäten, Kristallorientierungen, Kornformen und daraus resultierende Anisotropien, die zudem ortsabhängig im Sinne einer Eigenschaftsgradierung gestaltet werden können.

Bei der Festigkeits- und Zuverlässigkeitsbewertung spielt das Wachstum makroskopischer Risse eine zentrale Rolle und bestimmt die Restfestigkeit nach, zumeist an Kerben, erfolgter Anrissbildung. Neben der Beanspruchbarkeit kommt den Risspfaden eine ebenso große Bedeutung zu. Die Rissablenkung wird dabei, neben der Art der Lasteinleitung, maßgeblich von der Richtungs- und Ortsabhängigkeit der Bruchzähigkeit, aber auch der elastischen Eigenschaften, beeinflusst. Durch die Möglichkeit der oben dargelegten prozessführungsbedingten gezielten Einstellbarkeit der Materialeigenschaften, ist auch die Möglichkeit zur Einflussnahme auf Rissverläufe zu erwarten.

Auf experimenteller Strecke sollen unter Spröbruchbedingungen zunächst Bruchzähigkeitskennwerte an CT-Proben ermittelt werden. Dabei werden grundsätzlich zwei Phasen der AlSi10Mg-Legierung betrachtet: type I ((100)-Orientierung, 1000W nominelle Laserleistung, kolumnares Korn) und type II (untexturiert, 400W, vorwiegend equiaxiales Korn). Für beide Phasen sind  $K_{IC}$ -Werte für 0°- und 90°-Orientierungen des Kerbs zur Baurichtung, sowie im Falle ausgeprägter Anisotropie für 45°-Orientierung, zu bestimmen. Zur statistischen Absicherung sollen 5-10 Proben pro Variante gefertigt und geprüft werden. Ferner sind Zugversuche zur Ermittlung des richtungsabhängigen E-Moduls und der Zugfestigkeit durchzuführen. Diese sollen durch DIC-Messungen begleitet werden, um die Poissonzahl zu bestimmen. Um Aufschluss über die Porengröße und -dichte, insbesondere bei type I, zu erhalten, sollen Proben im  $\mu$ CT analysiert werden. Zur Erforschung des Einflusses auf Risspfade sollen schließlich Proben mit allen vier Kombinationsmöglichkeiten (type I - type I, type I - type II, type II - type I, type II - type II) bei scharfer Grenzfläche untersucht werden.

Im Einzelnen sind die folgenden Schritte erforderlich:

1. Einarbeitung in die Grundlagen der Bruchmechanik, der additiven Fertigung, der Materialprüfung und der Risswachstumssimulation mit der FEM,
2. Durchführung der Versuche an CT-Proben und geeignete Interpolation der winkelabhängigen Bruchzähigkeit,
3. Durchführung von Zugversuchen und Auswertung der DIC-Messungen,
4. Untersuchungen zur Porosität von type I im  $\mu$ CT,
5. Messungen an gradierten Proben mit scharfer Grenzfläche,
6. Simulation von Risswachstum in gradierten Proben auf Basis der ermittelten Kennwerte für richtungsabhängige Bruchzähigkeit und elastische Eigenschaften,
7. Zusammenschrift der Arbeit.