

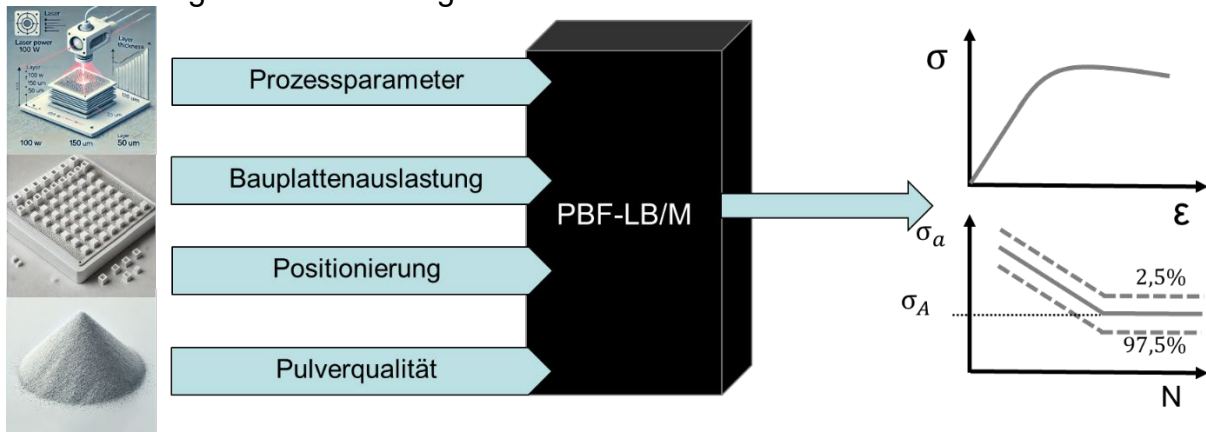
## Einflüsse der Versagensmechanismen von AM-Bauteilen unter zyklischer Belastung

### Einleitung

Die additive Fertigung (AM) mittels Pulverbett-basiertem Laserschmelzen (PBF-LB/M) ermöglicht die Herstellung komplexer Bauteile mit hoher Designfreiheit. Jedoch stellen die mechanischen Eigenschaften, insbesondere die Schwingfestigkeit, eine Herausforderung dar. Dieses Forschungsprojekt untersuchte die Einflüsse der Prozessparameter auf die Ermüdungseigenschaften des Einsatzstahls 16MnCr5, um Defekte zu identifizieren, die das Versagen unter zyklischer Belastung begünstigen.

### Untersuchungsmethoden

Für die Untersuchung wurden Proben unter Variation der Bauplattenauslastung, der Schichthöhe, des Pulverzustands (frisch vs. recycelt) und des Energieeintrags gefertigt. Mechanische Prüfungen umfassten Zug- und Schwingversuche, während metallographische Analysen zur Identifikation versagensauslösender Defekte durchgeführt wurden. Zusätzlich wurden Bruchflächenanalysen genutzt, um Rissinitiierung und -ausbreitung zu charakterisieren.



### Ergebnisse und Diskussion

Die Untersuchungen zeigten, dass die Hauptursache für das vorzeitige Versagen „Lack of Fusion“ (LoF)-Defekte waren, die durch unzureichende Verschmelzung der Pulverschichten entstehen. Besonders bei hoher Bauplattenauslastung wurde eine verstärkte Spritzerbildung beobachtet, die zu lokalen Anbindungsfehlern führte.

Die Position im Bauraum hatte einen signifikanten Einfluss auf die Schwingfestigkeit. Proben, die sich weiter hinten im Bezug auf den Schutzgasstrom befanden, wiesen eine höhere Defektdichte auf. Die Verwendung von recyceltem Pulver führte hingegen zu einer überraschenden Verbesserung der Schwingfestigkeit im Vergleich zu frischem Pulver, was auf eine veränderte Partikelmorphologie oder eine stabilere Pulverbettqualität zurückzuführen sein könnte.

### Fazit und Ausblick

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass eine präzise Steuerung der Prozessparameter essenziell ist, um die Schwingfestigkeit additiv gefertigter Bauteile zu optimieren. Künftige Forschungsarbeiten sollten sich verstärkt auf die Reduzierung von LoF-Defekten konzentrieren, insbesondere durch die Verbesserung der

Schmelzbadstabilität und der Schutzgasführung. Zudem eröffnet die positive Wirkung von recyceltem Pulver Potenziale für eine nachhaltigere und wirtschaftlichere AM-Produktion.

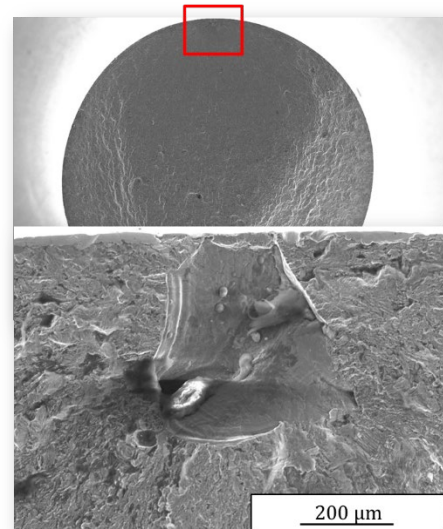
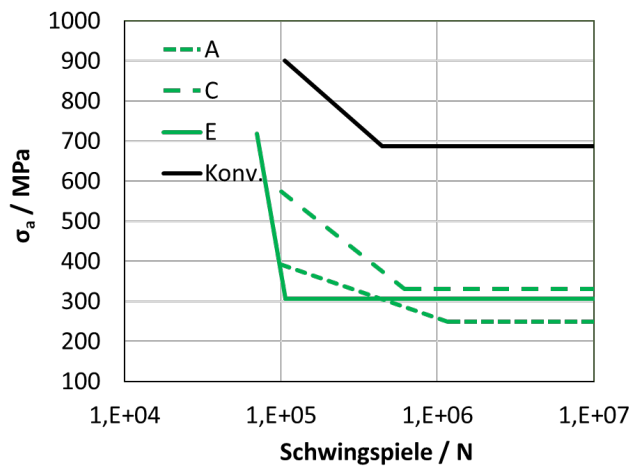


Abbildung 1: Wöhlerlinien der AM Proben aus den Reihen A, C und E im Vergleich zu konventionell hergestellten Proben. Hier waren LoF-Defekte die dominante Versagensursache.

**Autoren:** Tobias Hajeck, M. Sc.

Institut für Werkstoffanwendungen im Maschinenbau - IWM

**Kontakt:** Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA)

**Dirk Arnold**

T 069- 6603 -1632

Das IGF-Vorhaben IGF-Nr. 01|F21794 N der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA) wurde im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages mit den Mitteln der [IGF](#) gefördert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

**IGF**  
INDUSTRIELLE  
GEMEINSCHAFTSFORSCHUNG

## Die Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF)

Die [Industrielle Gemeinschaftsforschung \(IGF\)](#) ist ein europaweit erfolgreiches, themenoffenes und vorwettbewerbliches Förderprogramm des [Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz \(BMWK\)](#), das kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) einen

einfachen Zugang zu praxisorientierter Forschung und zu aktuellen Forschungsergebnissen ermöglicht. In der IGF bestimmen Unternehmen bzw. Verbände, Forschungsvereinigungen und Forschungseinrichtungen gemeinsam den Forschungsbedarf und die Forschungsthemen ihrer Branche. Die Begleitung der Forschungsprojekte durch die Unternehmen garantiert die Praxisnähe der Forschungsprojekte. Die Ergebnisse der IGF-Projekte sind öffentlich und stehen allen interessierten Unternehmen zu gleichen Bedingungen zur Verfügung. So stärkt die IGF die Wettbewerbsfähigkeit des Mittelstands in Deutschland und trägt damit maßgeblich zu Deutschlands Innovationsouveränität bei.

**Die FVA (Forschungsvereinigung Antriebstechnik e. V.)** ist das weltweit erfolgreichste und größte Forschungs- und Innovationsnetzwerk in der Antriebstechnik. Zusammen mit rund 200 Unternehmen und 100 Forschungsinstituten haben wir bisher weit über 2.000 Projekte realisiert. Die Antriebstechnik voranzubringen – das ist das Ziel der FVA. Dazu bringen wir Industrie und Forschung zusammen. Dies zu moderieren, neues Wissen zu erforschen, Effizienz und Erkenntnisse zu schaffen – das macht uns zum Innovationsförderer unsere Branche. Für unsere Mitglieder bedeutet das einen mehrfachen Return-on-Invest: Austausch und Kenntnistransfer in der FVA-Community, Mitgestaltung an der Forschung, Teilhabe an neuestem Wissen, Ausbildung von jungen Ingenieur\*innen, passgenaue Weiterbildung, Reduzierung von F+E Kosten. Das kommt unseren Mitgliedsunternehmen, dem Forschungsstandort Deutschland und allen Beteiligten Menschen zu Gute. Denn unsere vorwettbewerbliche Gemeinschaftsforschung, finanziert über die IGF und Eigenmittel ist etwas ganz Besonderes. Gemeinsam geht einfach mehr. Dafür bündeln wir Ressourcen, auch finanzielle, moderieren Kommunikation und Prozesse. Wir helfen, Ideen zu verwirklichen. Weitere Informationen unter [www.fva-net.de](http://www.fva-net.de).