



PRESSEMITTEILUNG

22.04.2026

Ein Röntgenblick auf die Aufschmelz- und Strömungsvorgänge in FFF-Druckdüsen

Wissenschaftler des Instituts für Kunststofftechnik (IKT) der Universität Stuttgart erforschen am Beispiel des additiven FFF-Fertigungsverfahrens (Fused Filament Fabrication), wie Kunststoffe in Druckdüsen aufgeschmolzen werden und fließen – mittels Röntgenstrahlen. Ziel ist es, bestehende Modelle und Simulationsansätze zu erweitern und experimentell validieren zu können.

Im Rahmen des Forschungsprojektes „XTrude“ werden die Kunststoffe dazu mit sphärischen, bis zu 100 µm großen Wolframpartikeln aufbereitet, die einfallende Röntgenstrahlen weit stärker abschwächen als die umgebende Kunststoff-Matrix. So können ihre Bewegungen per Particle Tracking- (PTV) und Particle Image Velocimetry (PIV) erfasst und analysiert werden.

Die additive Fertigung hat sich in den letzten Jahren zu einer der innovativsten Fertigungstechnologien zur Herstellung von Kunststoffprodukten mit höchst komplexer Geometrie entwickelt. Außer in Produktentwicklung und Prototypenfertigung findet sie zunehmend auch Anwendung in der Serienproduktion.

Am weitesten verbreitet ist das sogenannte Fused Filament Fabrication-Verfahren (FFF), bei dem ein Kunststofffilament als Schmelzestrang schichtweise auf einer Bauplattform abgelegt wird. Die Geschwindigkeit dieses Prozesses wird maßgeblich

Kontakt

Elisa Seidel

Telefon

+49 711 685 62802

E-Mail

sekretariat@ikt.uni-stuttgart.de

Anschrift

Universität Stuttgart

Institut für Kunststofftechnik

Pfaffenwaldring 32

70569 Stuttgart

durch die Aufschmelzrate des Filaments eingeschränkt. Die wirtschaftliche Serienproduktion mittlerer bis größerer Losgrößen unter Einsatz dieses Verfahrens stellt daher immer höhere Anforderungen an seinen Durchsatz. Um diesen zu steigern, sind detaillierte Modellierungen und Simulationsanalysen unerlässlich. Allerdings erschweren die geringen Bauteildimensionen des Hot-Ends, in dem das Filament aufgeschmolzen wird, die Integration sensorischer Elemente, die Aufschluss über die Details dieses Prozesses geben könnten.

Die bisherigen Analyseverfahren erfordern daher einen optischen Zugang zum strömenden Medium. Das IKT ersetzt die gängigen Kamera- und Lasersysteme nun durch eine Röntgenprüfung. Mit der institutseigenen μ -CT Anlage von Comet Yxlon (Typ FF20 CT), die eine Auflösung bis hinab zu einem Mikrometer ermöglicht, können die röntgenoptimierten Düsen aus Aluminium durchleuchtet und die Kunststoffschmelze darin anhand der Wolframpartikel während der Extrusion positionsgenau erfasst werden. Dieser neuartige Zugang wird Modellierungen und Simulationen ergänzen und validieren, die am Institut bereits länger mit Erfolg durchgeführt werden.

Bisherige Methoden setzten entweder auf die Untersuchung des abgekühlten, zuvor mit Farbmarkern versehenen Filamentstrangs oder nutzten transparente Glasdüsen zur Strömungsanalyse. Diese Ansätze ermöglichen jedoch nur indirekte Rückschlüsse auf die Schmelze oder sind aufgrund der unterschiedlichen Materialeigenschaften nicht auf metallische Druckdüsen übertragbar.

Auch bei der Particle Tracking- (PTV) und Particle Image Velocimetry (PIV), die in der Strömungsmechanik häufig eingesetzt werden, kommen sogenannte Tracerpartikel zum Einsatz, die über Laser und Kamerasysteme in transparenten (!) Fluiden detektiert werden, um Informationen über die Strömungsvorgänge zu erhalten. Während die PTV einzelne Partikeltrajektorien verfolgt und detailliertere Einblicke in das Strömungsprofil liefert, wertet die PIV die Geschwindigkeitsfelder insgesamt aus.

Das erweiterte Verständnis über die Aufschmelz- und Strömungsvorgänge per Röntgenprüfung wird dazu beitragen, das FFF-Verfahren noch effektiver und wirtschaftlicher zu machen.

Dieses Projekt wird von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) unter der Projektnummer 545960701 gefördert.

Das Institut für Kunststofftechnik agiert in Lehre, Forschung und industrieller Dienstleistung in allen Hauptbereichen der Kunststofftechnik: der Werkstofftechnik, der Verarbeitungstechnik wie auch in der Produktentwicklung.

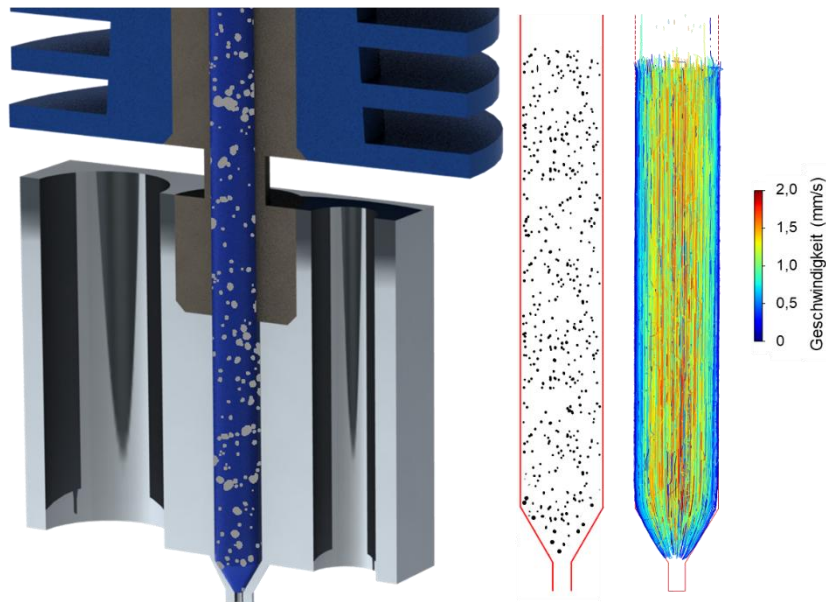


Bild 1: Schnittansicht des geschmolzenen, Wolfram-beladenen Kunststoffs im Schmelzkanal (Schema, links). Rechts die tatsächlich berechneten Trajektorien der segmentierten Partikel bei einer Vorschubgeschwindigkeit von 1,5 mm/s.

Weitere Informationen zur Universität und dem Institut finden Sie unter www.uni-stuttgart.de und www.ikt.uni-stuttgart.de