

PRESSEINFORMATION

Aachen, den 19.06.2023

Werkzeugmaschinenlabor WZL
der RWTH Aachen University

Alexa Wietheger
Leitung Presse & Öffentlichkeit

Campus-Boulevard 30
52074 Aachen
GERMANY

Telefon: +49 241 80-24955
Telefax: +49 241 80-22293
a.wietheger@wzl.rwth-aachen.de
www.wzl.rwth-aachen.de

Effiziente Kühlschmierstoff-Zufuhr in additiv gefertigten Fräswerkzeu- gen

Einsatz neuartiger Werkzeugkonzepte ermöglicht ökonomische und ökologische Kostensenkung in der Schwerzerspannung

Der Einsatz von Kühlschmierstoffen (KSS) ist bei der Fräsbearbeitung anspruchsvoller, schwer zerspanbarer Werkstoffe und Bauteile, wie Luftfahrt-Strukturbauteilen aus Titanlegierungen, unerlässlich. Die produktive Fräsbearbeitung unter Einsatz von KSS bei teils hohen Zufuhrdrücken stellt das produzierende Gewerbe vor große Herausforderungen zur Reduktion ökonomischer sowie ökologischer Kosten. Insbesondere die Steigerung der Werkzeugstandzeit sowie die Reduktion des notwendigen KSS-Einsatzes können hier einen wesentlichen Beitrag zu einer nachhaltigen, ressourcenschonenden und wettbewerbsfähigen Fertigung am Standort Deutschland leisten. Die Herstellung komplexer, prozessindividuell ausgelegter innengekühlter Werkzeuge mit konventionellen Fertigungsverfahren ist sehr aufwändig, kostenintensiv und nur begrenzt möglich.

Die geometrische Gestaltungsfreiheit additiver Fertigungsverfahren bietet hier ein enormes Potenzial hinsichtlich einer individualisierten, zielgerichteten und verlustarmen KSS-Zufuhr. Durch die Verarbeitung metallischer Pulverwerkstoffe kann im Laser Powder Bed Fusion Verfahren (LPBF) die KSS-Zufuhr von Trägerwerkzeugen neu gedacht werden. Diese Möglichkeiten wurden im BMWK-geförderten Projekt TaCoMA (AiF) am Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen erforscht. Ziel war die Nutzbarmachung der Potenziale additiv, im LPBF-Verfahren gefertigter Fräswerkzeuge hinsichtlich einer angepassten KSS-Zufuhr zur Steigerung der Werkzeugstandzeit und Prozesssicherheit. Am Beispiel von Fräswerkzeugträgern mit tangentialem Plattensitz wurden die Möglichkeiten und Grenzen strömungsmechanisch optimierter Kühlkanäle sowie einer zielgerichteten Düsenauslegung aufgezeigt. Das Projekt endete im März 2023 nach dreijähriger Laufzeit und Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT und einem breiten Konsortium beteiligter Unternehmen aus den Bereichen Werkzeugtechnik, Maschinenbau, Endanwendung und KSS-Peripherie.

Im Forschungsvorhaben TaCoMA wurden ein- und mehrreihige Trägerwerkzeuge mit verlustarmer und zielgerichteter KSS-Zufuhr entwickelt, im LPBF-Verfahren gefertigt und in zerspanntechnologischen Untersuchungen analysiert. Die Erkenntnisse wurden in Gestaltungsrichtlinien und Handlungsempfehlungen für KMU nutzbar gemacht. Nach der Qualifizierung des niedriglegierten Einsatzstahls 18MnCrMoV4-8-7 im LPBF-Prozess wurden in fluidmechanischen Untersu-

PRESSEINFORMATION

Aachen, den 19.06.2023

chungen geeignete Kanal- und Düsengeometrien identifiziert. Durch Nutzung der geometrischen Gestaltungsfreiheit konnten Volumenstromverluste um bis zu 21 % reduziert werden und der KSS-Freistrahler durch angepasste Düsenformen fokussierter geformt werden.

Die Ergebnisse fanden anschließend in der Konstruktion einer angepassten KSS-Zufuhr im Fräswerkzeug Anwendung. Die Auslegung wurde dabei durch numerische Strömungssimulationen unterstützt, um schon vor der experimentellen Validierung Aussagen über das Leistungsvermögen treffen zu können. Durch die Testung unterschiedlichster KSS-Zufuhr-Varianten in hoher geometrischer Komplexität und Vielfalt an additiv gefertigten Messerkopfwerkzeugen beim Schruppfräsen des Vergütungsstahls 42CrMo4+QT sowie der Titanlegierung Ti-6Al-4V wurden geeignete Varianten extrahiert und Erkenntnisse für optimale KSS-Zufuhr-Konzepte gewonnen. Durch die zielgerichtete und verlustarme Zuführung des Kühlschmierstoffs an die mechanisch und thermisch hoch belastete Werkzeugschneide konnten Standwegsteigerungen von bis zu 70 % gegenüber dem Referenzwerkzeug erzielt werden. Gleichzeitig wurde der geförderte Volumenstrom fast halbiert und so der elektrische Leistungsbedarf der Werkzeugmaschine erheblich vermindert.

Die enorme Effizienz- und Leistungssteigerung im Einsatz können die ökonomisch-ökologischen Mehrkosten im Herstellungsprozess additiv gefertigter Zerspanwerkzeuge kompensieren. In einer beispielhaften Kostenrechnung wurde der Werkzeugpreis für das additiv gefertigte Werkzeug knapp 50 % höher als für das konventionell gefertigte Vergleichswerkzeug abgeschätzt. Bei Berücksichtigung der gesamten Werkzeuglebensdauer lagen die Einsatzkosten für LPBF-gefertigte Werkzeuge 39 % unter den für das Werkzeug nach dem Stand der Technik berechneten Kosten. Die Ergebnisse einer Ökobilanzierung nach DIN EN ISO 14040/44 zeigten auch für die potenziellen Umweltauswirkungen im Werkzeugeinsatz das Potenzial auf. Der für die Werkzeuglebensdauer berechnete CO₂-Fußabdruck reduzierte sich durch den effizienteren KSS-Einsatz und die verlängerte Lebensdauer der Schneidplatten um 20 %.

An einem mehrreihigen Demonstratorwerkzeug wurde die Einsatzfähigkeit LPBF-gefertigter Trägerwerkzeuge für die Schwerzerspannung im industriellen Umfeld nachgewiesen. Der 16-schneidige Igelfräser mit verlustarm und zielgerichtet ausgelegter KSS-Zufuhr wurde in der Titanzerspannung beim Flugzeugbauer Premium AEROTEC im Produktionsumfeld getestet. Gegenüber dem konventionell gefertigten Katalogwerkzeug konnten der geförderte Volumenstrom um 25 % reduziert, der Werkzeugverschleiß um 27 % gesenkt, das eingenommene Spanvolumen um 25 % verkleinert und damit die Spanabfuhr verbessert werden. Durch die verbesserte Funktionalität können additiv gefertigte Fräswerkzeuge mit angepasster KSS-Zufuhr eine sinnvolle Alternative gegenüber dem Stand der Technik darstellen. Die im Rahmen des Projektes gewonnenen Erkenntnisse können von Werkzeugherstellern, Endanwendern als auch von Maschinen- und Peripherieherstellern genutzt werden.

PRESSEINFORMATION

Aachen, den 19.06.2023



Mehrreihiges Demonstratorwerkzeug mit verlustarmer und zielgerichteter Kühlschmierstoff-Zufuhr zum Einsatz in Luftfahrt-Strukturbauteilen aus Titan (©Fraunhofer ILT, Walter AG, WZL der RWTH Aachen)

Kontakt

Tobias Kelliger, M.Sc.

Tel.: +49 241 80-20523

Email: t.kelliger@wzl.rwth-aachen.de

Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen

Das Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen fördert die Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit der Industrie mit richtungsweisender Grundlagenforschung, angewandter Forschung sowie mit daraus resultierenden Beratungs- und Implementierungsprojekten im Bereich der Produktionstechnik. In den Forschungsfeldern Technologie der Fertigungsverfahren, Werkzeugmaschinen, Produktionssystematik, Getriebetechnik sowie Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement werden mit Industriepartnern unterschiedlichster Branchen praxisgerechte Lösungen zur Rationalisierung der Produktion erarbeitet.