

# KME – Kompetenzzentrum Mittelstand GmbH

## Zukunft durch Innovation und Forschung

### Optimierter Einsatz von Hochdruckkühlschmierstoff in Fräsmaschinen durch eine positionierbare und auf das Werkzeug abstimmbare KSS-Düsenposition

Verwendung von Kühlschmierstoffen (KSS) von bis zu 300 bar durch die auf den Anwendungsfall (5-Achs-, 3+2-, 3-Achs-Fräsbearbeitung) optimierte KSS-Düsenposition beim Besäumen von Frästeilen und Trochoidalen Fräsprozessen. Ermittlung der notwendigen Parameter zur direkten Implementierung und Umsetzung in industriellen Fräsanwendungen. Validierung der hochdruckstabilen Kühlschmierstoffe (KSS) in einem Analogieprüfstand.

#### Problemstellung

Ein Mehrwert durch hohe Drücke in den KSS-Systemen ist bereits wissenschaftlich in speziellen Anwendungen wie der Drehbearbeitung von schwer zerspanbaren Werkstoffen nachgewiesen. Dadurch kann die Temperatur an der Werkzeugschneide gezielter beeinflusst, die Späneabfuhr besser geregelt und eine Werkzeugstabilisierung erzielt werden. Dies lässt höhere Schnittgeschwindigkeiten zu und reduziert den Verschleiß am Fräswerkzeug.

In modernen Fräsmaschinen wird der Kühlschmierstoff (KSS) durch an der Werkzeugspindel stationär angeordnete Düsen oder durch eine innere Kühlmittelzufuhr an die Werkzeugschneide gebracht. Diverse Konzepte erlauben hier bereits eine gewisse Optimierung, wobei diese zumeist in der Umsetzung einer Ringanordnung bestehen und meist nur unterschiedliche Werkzeuglängen ausgleichen. Als Stand der Technik können Drücke bis zu 80 bar angesehen werden, allerdings werden diese sehr selten eingesetzt. Der Grund hierfür liegt vor allem in der technisch anspruchsvollen Zufuhr innerhalb der Spindel sowie in den geometrischen Gegebenheiten der Kühlschmierstoffkanäle in den Fräswerkzeugen, welche sehr kleine Durchmesser aufweisen.

Externe KSS-Module, die höhere Drücke (>100 bar) erlauben, sind meist nur an das bestehende System adaptierbar und bedürfen der Anpassung insbesondere an Leitungen und Düsen. Diese Systeme dienen lediglich zur KSS-Aufbereitung oder als Hochdruckpumpe.

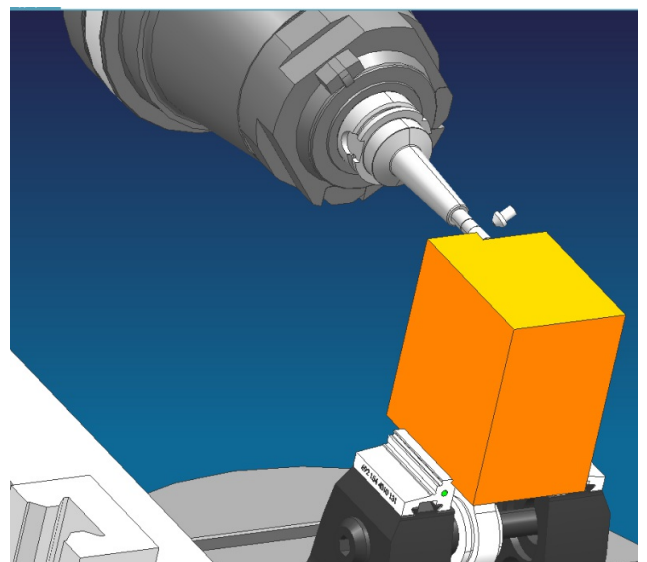
Des Weiteren sind Kühlschmierstoffe, die mit Drücken von bis zu 300 bar prozesssicher zu betreiben sind, meist nicht vollständig entwickelt oder am Markt nur bedingt verfügbar bzw. etabliert. Eine große Herausforderung sind hierbei die hohen Austrittsgeschwindigkeiten und Scherkräfte an den Düsen, die die Schaumbildung begünstigen und zu einer nachhaltigen Schädigung des KSS durch eine Aufspaltung der Mizellen führen.

Ebenso existiert noch kein System, das die optimale bzw. minimale Kühlschmierstoffmenge bei jeweils gegebenen Bearbeitungssituationen an die Werkzeugschneide bringt. Anforderungen zeigen besonders Schruppbearbeitungsprozesse (Trochoidale Fräsbearbeitung) und das damit verbundene Späne-Management sowie 5-achsige Simultanbearbeitungen, bei denen sich die Stellung von Werkzeug zu Werkstück kontinuierlich verändert.

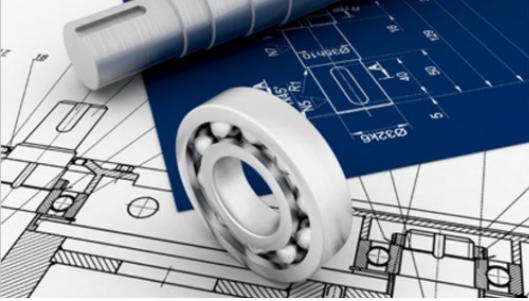
derungen zeigen besonders Schruppbearbeitungsprozesse (Trochoidale Fräsbearbeitung) und das damit verbundene Späne-Management sowie 5-achsige Simultanbearbeitungen, bei denen sich die Stellung von Werkzeug zu Werkstück kontinuierlich verändert.

#### Zielsetzung

Unter dem Gesichtspunkt der steigenden Anforderungen und Ansprüche an die Zerspanungsindustrie durch den steigenden Einsatz schwer zerspanbarer Werkstoffe und frästechnisch anspruchsvoller Geometrien ist die zentrale Zielsetzung des Forschungsvorhabens, das Potenzial von gezielt unter Hochdruck in einen modernen Fräsprozess eingebrachten KSS in der industriellen Anwendung aufzuzeigen. Das beinhaltet vor allem auch die notwendigen Parameter zur Umsetzung in den spanenden Fertigungsbetrieben.



Im Wesentlichen muss dazu zum einen der hochdruckstabile KSS auf die Bearbeitungsprofile und deren Charakteristik abgestimmt werden und zum anderen die Prozessumgebung für



die Verwendung von Hochdruck-Düsen, Leitungen und deren Anstellung an den Prozess entwickelt werden. Der ökologische und wirtschaftliche Einsatz des KSS-Mediums wird durch Druck und Volumenstrom dann gezielt zu beeinflussen sein. Ein Mehrwert soll dann durch wissenschaftliche Zerspanungsversuche von schwer zerspanbaren Werkstoffen nachgewiesen werden. Der Übertrag der positiven Eigenschaften bei der spanenden Fertigung mittels HD-KSS-Systemen auf andere relevante Werkstoffe kann durch Querversuche auf dem dann bestehenden Versuchsaufbau erfolgen.

### Vorgehensweise

Folgende Vorgehensweise und Arbeitspakete sind u. a. angedacht:

- Literaturrecherche
- Anforderungsprofil KSS / Auswahl KSS
- Anforderungsprofil Prozess
- Auslegung Düsengeometrie / Hochdrucksystem
- Versuchsreihe „Analogieprüfstand“
- Analyse, Charakterisierung und Bewertung Versuchsreihe „Analogieprüfstand“
- Implementierung HD-KSS-System Werkzeugmaschine
- Definition Versuchsreihe HD-KSS
- Durchführung Versuchsreihe „Fräsen-1“
- Analyse, Charakterisierung und Bewertung Versuchsreihe „Fräsen-1“
- Definition Versuchsreihe „Fräsen-2“
- Durchführung Versuchsreihe „Fräsen-2“
- Analyse, Charakterisierung und Bewertung Versuchsreihe „Fräsen-2“
- Übertragung der Ergebnisse auf einen realen Industrieprozess
- Versuchsauswertung und Dokumentation
- Nutzwertanalyse

### Ergebnisse / Nutzen

Die Verwendung von Hochdruckschmierstoffen birgt ein erhebliches Potenzial für den Einsatz in der spanlosen Fertigung bzw. Frästechnologie. Bereits im Drehprozess eingesetzte Systeme erlauben höhere Schnittgeschwindigkeiten und längere Standzeiten von nahezu 50% bei besserer Bauteilqualität.

Eine eingehende Studie zur systematischen und vergleichenden Untersuchung von Hochdruck-KSS in der Frästechnologie fehlt bislang gänzlich.

Dieses themenübergreifende Forschungsprojekt bedarf ein

hohes Maß an interdisziplinärer Zusammenarbeit diverser Fachbereiche und Spezialisten. Die Entwicklung, Auslegung und Herstellung hochdruckstabiler Kühlschmierstoffe muss durch Experten aus der Chemie unterstützt werden. Eine gesteuerte und geregelte Bahnbewegung von Werkzeug- und KSS-Düsenbahn muss über entsprechende konstruktive Auslegungen und einen integrativen Einbau umgesetzt werden.

Der eingereichte Forschungsantrag erhebt daher den Anspruch, zielführende Lösungen für die bayerische Industrie zu erarbeiten, indem im Wesentlichen

- mit neuen, innovativen Hochdruck-KSS,
- mit komplexer, praxisnaher Geometrie des Bauteils,
- mit Fokus auf industrienahen Stückzahlen und Anwendungen,
- mit Hinblick auf die für die Industrie und in der Praxis in Einsatz befindlichen Werkstoffe,
- mit Fokus auf moderne und innovative Schneidwerkzeuge,
- mit Berücksichtigung weiterer möglicher nachfolgender Bearbeitungsschritte

wissenschaftliche Untersuchungen durchgeführt werden.

Der Einsatz von hochdruckstabilem KSS soll einen direkten Wettbewerbsvorteil bieten. Dieser wird durch mehrere Faktoren erreicht. Durch ein besseres Temperaturmanagement an der Werkzeugschneide wird eine Einsparung von KSS ermöglicht. Die angestrebten Verbesserungen in Prozesssicherheit, Verschleiß, Späne-Management und Werkzeugstabilisierung ermöglichen eine bessere Bearbeitbarkeit „schwieriger“ Materialien wie hochlegierter Nickelbasislegierungen (z. B. Inconel 718), hochlegierter Titanverbindungen (Ti6Al4V) oder bereits wärmebehandelter Werkzeugstähle. Diese Materialien sind in vielen Industriezweigen vertreten. Besonders die Zulieferer für die Luftfahrtindustrie, Werkzeugbauten, Formenbauer und auch die gängigen Fertigungsbetriebe für hochpräzise Frästeile können von der Entwicklung profitieren.

### Forschungspartner

Hochschule für angewandte Wissenschaften Kempten,  
Fakultät Maschinenbau  
Labor für Werkzeugmaschinen  
Prof. Dr.-Ing. Christian Donhauser  
Labor für Keramik und Oberflächentechnik  
Prof. Dr. Matthias Leonhardt

### Projektpartner

Bei Interesse an diesem Projekt nehmen Sie bitte Kontakt mit Herrn Dr. Liedl auf (Kontaktdaten s. unten!).