**PRESSEINFORMATION**

Von Sylke Becker

Telefon +49 69 756081-33

Telefax +49 69 756081-11

E-Mail s.becker@vdw.de

**Kryogene Kühlung senkt den Verschleiß**

**METAV 2014 bietet Ausblick auf neue Kühlstrategien**

*Vor allem der Boom bei Großflugzeugen krempelt die Materialwelt um: Plötzlich gilt es im großen Maßstab und mit hoher Produktivität Titan, Nickelbasislegierungen, höchstfeste Stähle und Kohlenfaserkunststoffe (CFK) zu zerspanen. Konventionelle Kühlschmierkonzepte stoßen hier oft an ihre physikalischen Grenzen. Das Potenzial kryogener Kühlung im Vergleich zu konventionellen Verfahren nahm Hendrik Abrahams, Wissenschaftler am Institut für Spanende Fertigung (ISF) an der Technischen Universität Dortmund unter die Lupe.*

**Herr Abrahams, im Kommen ist aktuell eine Vielzahl von neuen Werkstoffen. Wann und wie kam hier die kryogene Technik, also das Kühlen mit technischen Gasen, ins Spiel?  
Abrahams:** Kryogene Kühlung ist an sich nichts wirklich Neues, denn es gab schon in den 1950er Jahren in den USA erste Kühlversuche mit CO2. Ende der 1990er Jahre gab es ein größeres Forschungsprojekt der Columbia University mit zwölf Industrieunternehmen zur Stickstoffkühlung. Das ISF startete 2003 zunächst mit hochlegierten Stählen und befasste sich in den vergangenen Jahren intensiv mit der kryogenen Kühlung beim Zerspanen von Sonderwerkstoffen wie Titan- und Nickelbasislegierungen. Für kryogenes Kühlen spricht speziell bei den Titanlegierungen, dass wir vom Schneidstoff her sehr eingeschränkt sind. Es lassen sich hier bei den Werkzeugen nur Hartmetalle verwenden, weil Schneiden aus Keramik und CBN bereits nach kurzer Eingriffszeit verschleißen. Um die Produktivität bei der Bearbeitung von Titan mit Hartmetall-Werkzeugen zu steigern, ist ein angepasstes Kühlkonzept erforderlich. Hier hat sich beispielsweise die Hochdruckkühlschmierung bewährt.   
 **Was spricht außerdem für neue Kühlkonzepte?  
Abrahams:** Es lässt sich mit ihnen wahlweise die Standzeit der Werkzeuge oder die Schnittgeschwindigkeit und somit die Produktivität des Prozesses erhöhen. Das ist sicherlich ein sehr motivierender Faktor, beispielsweise in der stark wachsenden Luftfahrtindustrie, die wegen des wachsenden CFK-Anteils zunehmend auch Titan einsetzen muss.   
 **Welche Kühlkonzepte nahmen Sie mit welchen Ergebnissen unter die Lupe?  
Abrahams:** Das ISF führte Versuche mit der Überflutungs-, Hochdruck-, CO2-Schneestrahlkühlung sowie Kombinationen von kryogener Technik und Minimalmengenschmierung durch. Bei Inconel 718, einer Nickelbasislegierung für den Hochtemperaturbereich, zeigte sich, dass bei einer reinen CO2-Kühlung die fehlende Schmierung zu einem starken Verschleiß führt. Eine Kombination mit Minimalmengenschmierung (MMS) - eine quasitrockene Bearbeitung – verringert den Freiflächen- und Kerbverschleiß. Der Erfolg steht und fällt jedoch mit der Art der Zuführung, dem Druck der Minimalmengenzufuhr sowie der richtigen Auswahl des kältebeständigen MMS-Öls. Hier gibt es bei der Auslegung noch Handlungsbedarf.  
 **Sie konzentrieren sich bei kryogener Kühlung nur auf CO2, was ist mit Stickstoff?   
Abrahams:** Es hängt von der Art der Werkzeugkühlung ab. Die innere Werkzeugkühlung, die technisch wegen des Einbringens von Kühlmittelbohrungen sehr aufwändig ist, lässt sich nur mit Stickstoff realisieren, da Stickstoff während der gesamten Zuführung mit einer Temperatur von fast -200°C vorliegt. Bei einer externen Zufuhr des Kühlmediums über Düsen sind sowohl Stickstoff als auch CO2 geeignet. Das austretende CO2 hat zwar mit minus 82°C eine weniger tiefe Temperatur als Stickstoff, allerdings ist die spezifische Wärmekapazität höher, da das CO2 bis zum Düsenaustritt in flüssiger Form vorliegt.   
 **Was spricht dafür, dass kryogene Kühlung nicht wie andere, frühere technische Entwicklungen ein echter Trend und kein Hype ist?  
Abrahams:** Zum einen hat die Luftfahrtindustrie einen deutlichen Bedarf an effizienteren Prozessen und zum anderen haben wir aus Forschungssicht die wesentlichen Vorteile der kryogenen Technik als Möglichkeit zur Steigerung der Produktivität nachgewiesen. Das Interesse ist da: Das beweist Premium Aerotec GmbH, ein führender Zulieferer der Branche, der bereits Maschinen mit kryogener Kühlung gekauft hat und die Technologie erprobt.   
 **Wie sieht es mit den Kosten aus?  
Abrahams:** Die Wirtschaftlichkeit der kryogenen Kühlung hängt von dem CO2-Verbrauch ab.Damit die Kosten für den Kohlendioxidverbrauch sinken, haben wir bereits Untersuchungen zur Senkung des Verbrauchs durchgeführt. Hierbei haben wir nachgewiesen, dass sich mit einem deutlich reduzierten CO2-Massenstrom - exakt von 2,7 auf 0,6 Kilogramm pro Minute - mit genauso guten Resultaten zerspanen lässt. Bei weiterer Optimierung und Reduzierung des CO2-Verbrauchs ist bei deutlicher Erhöhung der Produktivität davon auszugehen, dass sich das kryogene Kühlen rechnet.   
 **Brauchen wir für das kryogene Schneestrahl-Kühlen neue Werkzeuge?  
Abrahams:** Neue nicht, aber modifizierte Werkzeuge. Es lassen sich die Werkzeuge für die Hochdruckkühlung nehmen, deren Düsen an den CO2-Schneestrahl mit Blick auf Abstand, Form, Durchmesser und eventuell auf die Position angepasst werden.   
 **Das heißt, hier steht etwas an, was die Werkzeughersteller schon seit längerem fordern: Eine intensive Zusammenarbeit von Werkzeug- und Werkzeugmaschinenhersteller?  
Abrahams:** Optimal wäre jetzt in der Anfangsphase ein großes Verbundprojekt mit dem Maschinenbauer, mehreren Werkzeugherstellern, einem Produzent von Düsen und einem Forschungsinstitut wie dem ISF. Es gibt hier auch die Möglichkeit, sich an staatlich geförderten Projekten zu beteiligen.   
 **Dann erwarten auch Sie sicherlich von der METAV 2014 neue Ansätze als Inspiration für sich als Wissenschaftler?  
Abrahams:** Ich halte mich dort wieder die ganze Woche auf, um neueste Entwicklungen bei Maschinen und Werkzeugen aufzuspüren. Es ist eine gute Möglichkeit, einen guten Überblick über Neuheiten zu erhalten.   
  **Das ISF hat die grundlegende Eignung des CO2-Schneestrahlkühlens nachgewiesen, geht es nun um die Details der Auslegung der wichtigen Prozessparameter?   
Abrahams:** Einige wichtige Kennzahlen wie mögliche Standzeiterhöhungen haben wir bereits ermittelt, nun steht die Weiterentwicklung des Konzeptes zur Serienreife an. Da müssen alle beteiligten Disziplinen eng zusammen arbeiten.   
 **Müssen die Werkzeugmaschinen angepasst werden?  
Abrahams:** Es ist eine gasdichte und druckfeste Zufuhr des CO2-Schneestrahls durch den Revolver und beim Fräsen durch die Spindel nötig. Allerdings muss sich der Konstrukteur im Gegensatz zur Stickstoff-Kühlung mit seinen extrem niedrigen Temperaturen von rund minus 200 Grad Celsius bei der Auslegung der Maschinen keine Gedanken über Thermokompensationen machen. Bei der CO2-Kühlung ist es alles in allem recht einfach: Benötigt werden ein Tank in der Maschine und druckfeste Leitungen. Diese Art der kryogenen Kühlung lässt sich also auch relativ einfach nachrüsten: Es bietet sich also auch an für Maschinenbauer, die damit erste Erfahrungen sammeln wollen. Bei Stickstoff ist die gesamte Ausführung komplizierter.  
 **Was sehen Sie als ein Highlight Ihrer Arbeit an?   
Abrahams:** Wir haben im Versuch nachgewiesen, dass sich bei den Titanlegierungen der Verschleiß auch im Vergleich zur Hochdruckkühlung deutlich verringern lässt. Zudem führen die effektive Kühlung der Wirkstelle und die Verdrängung des Sauerstoffes zu einer verminderten Randzonenbeeinflussung.

**Vita**Hendrik Abrahams (Jahrgang 1984) studierte Maschinenbau mit der Fachrichtung Produktionstechnik an der TU Dortmund. Seit 2011 ist der Diplom-Ingenieur wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Spanende Fertigung (ISF).

**Hintergrund**

**METAV 2014 in Düsseldorf**

Die nächste METAV findet vom 11. bis 15. März 2014 in Düsseldorf statt. Sie hat sich in den geraden Jahren als wichtiges Technologiefenster der gesamten Fertigungstechnik für Hersteller und Kunden aus Europa fest etabliert. Die METAV zeigt das komplette Spektrum der Fertigungstechnik. Schwerpunkte sind Werkzeugmaschinen, Fertigungssysteme, Präzisionswerk zeuge, automatisierter Materialfluss, Computertechnologie, Industrieelektronik und Zubehör. Zur Besucherzielgruppe der METAV gehören alle Industriezweige, die Metall bearbeiten, insbesondere der Maschinen- und Anlagenbau, die Automobil- und Zulieferindustrie, Luft- und Raumfahrt, Elektroindustrie, Energie- und Medizintechnik sowie Metallbearbeitung und Handwerk. Zur letzten METAV 2012 präsentierten rund 700 Aussteller aus 26 Ländern ihr Produkte, Fertigungslösungen und Dienstleistungen.